



SAFETY & TRANSPORT  
RISE FIRE RESEARCH



## Branner i avfallsanlegg

Ragni Fjellgaard Mikalsen, Karin Glansberg, Karolina Storesund, Sissel Ranneklev

RISE-rapport 2019:61

# Branner i avfallsanlegg

Ragni Fjellgaard Mikalsen, Karin Glansberg, Karolina Storesund, Sissel Ranneklev

# Abstract

## **Fires in waste facilities**

Waste facilities represent a vital function in society, but fires occur regularly. The aim of this study is to provide a knowledge base on risks associated with fires in waste facilities, and to identify measures that can prevent fire and limit the extent of fire damage and environmental impact.

Information was obtained through meetings with the waste industry, two inspections at waste facilities, a survey, a literature review and a review of the events registered in the fire and rescue services' reporting solution BRIS, as well as communication with other stakeholders. The project included land-based waste management; facilities for the reception and storage of waste (N=661), reception and storage of hazardous waste (N=250), and treatment facilities for hazardous waste (N=38). Waste treatment plants (such as biogas- or incinerator plants) as well as landfills are not included.

High-risk waste types have been found to be general, residual waste, batteries (especially batteries not correctly sorted), electrical and electronic (EE) waste, as well as paper, paperboard and cardboard. General, residual waste stands out as an important focus area for reducing the overall fire risk at Norwegian waste facilities, both based on reported frequency of fire ignition and potential consequences with regard to equipment, downtime, environment and health. Waste categorized as "Hazardous Waste" does *not* stand out, and is not ranked in the highest risk category in this study, since many preventive and damage reducing measures have been implemented, and appear to work. Chapter 9 provides details on rating of fire risk.

In the period January 2016 - May 2019, 141 fires were reported in waste facilities in Norway in BRIS. The total number of fires (including small, medium and large fires) is unknown, but is believed to be far higher. Common sources of ignition have been found to be composting (self-ignition), thermal runaway in batteries, heat friction by grinding, human activity and unknown cause.

Regularly occurring fires outdoors, increased use of indoor storage and new types of waste such as lithium batteries lead to a risk that is difficult to manage, which can be a challenge with regard to insurance of waste facilities. Increased use of indoor storage is motivated by consideration for the environment and neighbours, but it may conflict with fire safety, especially because it restricts the access for the fire fighters and because of possible high heat stress on the load-bearing structure of the building housing the waste.

Any major fire, regardless of the type of waste burned, could potentially lead to the release of pollutants into the air, water or soil. All smoke from fires can be harmful to humans and exposure to it must be taken seriously. There is a need for more knowledge and expertise in assessing emissions and environmental consequences in connection with firefighting. The use of extinguishing foam can reduce the consumption of extinguishing water, but the foam itself can contribute to contamination if discharged into water. A more detailed list of chemical content in the foam product data sheet is needed in order to be able to assess environmental concerns during use.

Measures have been proposed for the design of more firesafe facilities, for waste management and for limiting the environmental impact during and after a fire. Key measures that should be prioritized are detection and monitoring, limiting the amounts of waste, tidiness, sufficient training, reception control, available and properly dimensioned fire extinguishing equipment, as well as solutions to collect extinguishing water in order to prevent the release of environmental toxins. It has not been possible to verify the effect of individual measures based on available data and statistics. The industry's own overall assessment has been found to be consistent with experience-based observations found in other studies, and this has been found to be the best available information on effective measures. The responsibility for most of the measures lies with the owner of the facility or the business, and the focus should be on the use of documented technical solutions and the assessment of whether measures are appropriate and practicable at each facility. A fire risk assessment, locally adapted to the respective facility is important, as there are large variations in the types of waste handled, the size and the design of facilities, as well as other local conditions that differ between waste facilities in Norway. The fire service should strive to achieve a close dialogue and cooperation with the waste facilities. The authorities should facilitate better knowledge transfer and learning after fires, between different fire departments. The authorities should also, in collaboration with the industry, develop a national attitude campaign to avoid faulty battery sorting.

Further work should study extinguishing techniques and extinguishing tactics that can limit the amount of water needed and that can be used during large-scale fires. Various detection and extinguishing solutions for use at waste facilities should be surveyed, assessed with regards to suitability and documented in cases where documentation is lacking. This should be made available on an openly accessible platform. There is also a need for further studies on the chemical composition of smoke from different types of waste fires, as well as studies on the extent and spread of fire smoke and environmental impacts from fires on water recipients.

Increased fire safety at waste facilities could facilitate a better dialogue between industry and insurance providers by reducing potential financial losses. Good handling of fire risk in waste facilities will not only affect the plants themselves, but will also limit potential societal costs and consequences for health and the environment.

**Key words:**

Brannsikkerhet, brannrisiko, brannstart, konsekvens av brann, forebygging, beredskap, håndtering, avfall, mottak, mellomagring, behandling, avfallsfraksjon, miljøpåvirkning, miljøutslipp, industribrann, selvantennning, batteri, farlig avfall, industribrann, batteri

Fire safety, fire risks, fire ignition, consequences of fire, prevention, preparedness, waste, waste facilities, storage, treatment, waste fractions, types of waste, environmental impact, toxic emissions, industrial fires, self-ignition, auto-ignition, dangerous waste, industrial fire, battery

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE-rapport 2019:61

ISBN: 978-91-88907-88-2

Miljødirektoratets rapportnummer: M-1422|2019

Prosjektnummer: 20419

Kvalitetssikring: Christian Sesseng og Anne Steen-Hansen

Finansiert av: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB),

Miljødirektoratet og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK)

Forsidebilde: Blandet avfall på norsk avfallsanlegg. Foto: RISE Fire Research Trondheim 2019

# Innhold

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>8</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn .....	11
1.2 Målsetting .....	11
1.3 Omfang og begrensninger.....	12
1.4 Metodebeskrivelse .....	13
1.4.1 Litteraturstudie .....	13
1.4.2 Kontakt med avfallsbransjen.....	13
1.4.3 Kontakt med andre aktører .....	14
1.4.4 Gjennomgang av hendelser .....	15
1.4.5 Risikoanalyse.....	15
1.4.6 Metodekritikk .....	16
1.5 Etiske vurderinger .....	16
1.6 Finansiering.....	16
1.7 Rapportens oppbygging.....	17
1.8 Ordliste .....	17
<b>2 Avfallsanlegg</b> .....	<b>19</b>
2.1 Typer avfallsanlegg .....	19
2.2 Antall avfallsanlegg i Norge .....	19
2.3 Typer avfallsfraksjoner .....	20
2.4 Organisering av avfallsbransjen og tilsyn.....	21
2.5 Utforming av avfallsanlegg .....	22
<b>3 Regelverk og veiledninger</b> .....	<b>23</b>
3.1 Brann og eksplosjonsvernloven med forskrifter.....	23
3.2 Forurensningsloven med forskrifter.....	25
3.3 Vannforskriften.....	26
3.4 Byggteknisk forskrift.....	27
3.5 Produktforskriften .....	28
3.6 Forskrift om industrivern .....	28
3.7 CFPA-E Guideline.....	28
<b>4 Kjennetegn ved branner i avfallsanlegg</b> .....	<b>29</b>
4.1 Antall og omfang.....	29
4.1.1 Brann i bygningsmasse (næringskode 38.000 - 38.320) .....	30
4.1.2 Branner i gjenvinningsanlegg.....	32

4.1.3	Annen norsk og svensk statistikk på hvor branner i avfallsanlegg starter	33
4.2	Årsaker og avfallsfraksjoner .....	34
4.2.1	Årsaker til brannstart .....	34
4.2.2	Brannstart i ulike avfallsfraksjoner .....	39
4.3	Bransjens oppfatning av konsekvenser av brann .....	44
<b>5</b>	<b>Miljøpåvirkning fra brann i avfallsanlegg .....</b>	<b>48</b>
5.1	Utslipp til vann .....	49
5.1.1	Påvirkninger av brann på vannmiljøet.....	49
5.1.2	Akutte og langsiktige effekter i vannmiljøet.....	50
5.1.3	Vannforskriften og grenseverdier.....	50
5.1.4	Fortynning av forurensinger i kystvann, innsjøer og elver .....	51
5.1.5	Bruk av utvalgte tilsatsmidler - effekter på vannmiljøet.....	51
5.1.6	Stoffer i slokkevannet - effekter på vannmiljøet .....	52
5.1.7	Overvåking av vannmiljøet ved brann.....	53
5.1.8	Farlig avfall .....	54
5.2	Håndtering av slokkevann ved brann i avfallsanlegg.....	55
5.2.1	Oppsamling av slokkevann.....	55
5.2.2	Rensing av slokkevann .....	56
5.3	Utslipp til luft.....	58
<b>6</b>	<b>Gjennomgang av hendelser .....</b>	<b>61</b>
6.1	Revac AS, Re kommune, 2014.....	61
6.2	Revac AS, Re kommune, 2018.....	62
6.3	Norsk Gjenvinning, Haraldrudveien, Oslo kommune, 2018.....	63
6.4	Galsomelen, Nordreisa kommune, 2018 .....	64
<b>7</b>	<b>Tiltak: Forebygging, beredskap og håndtering .....</b>	<b>67</b>
7.1	Forebygging .....	67
7.1.1	Deteksjon og overvåking, og manuell overvåking.....	68
7.1.2	Automatisk produksjonstans .....	69
7.1.3	Begrense avfallsmengder og lagringstid.....	69
7.1.4	Logistikk, orden og ryddighet.....	70
7.1.5	Risikovurdering av anlegget.....	70
7.1.6	Separering og avstand .....	70
7.1.7	Sortering, samlagring, mottakskontroll.....	71
7.1.8	Andre tiltak for å redusere risiko for antennelse .....	72
7.1.9	Kontroll av anleggets funksjoner.....	73
7.1.10	Kompetanse, ansvar og opplæring .....	73
7.1.11	Kompetanse, ansvar, opplæring til befolkningen .....	74

7.2	Beredskap og håndtering: generelle tiltak.....	75
7.2.1	Deteksjon og overvåking .....	75
7.2.2	Varsling.....	75
7.2.3	Tilgjengelig og riktig dimensjonert slukkeutstyr.....	76
7.2.4	Egnet utstyr for håndtering av branner i batteri.....	76
7.2.5	Ventilasjon og utlufting av lokaler .....	77
7.2.6	Begrense mengder avfall på lager.....	77
7.2.7	Logistikk, orden og ryddighet.....	77
7.2.8	Separering og avstand .....	77
7.2.9	Manuell overvåking .....	77
7.2.10	Kontroll av anleggets funksjoner.....	78
7.2.11	Kompetanse, ansvar og opplæring .....	78
7.2.12	Førsteinnsats og slokketeknikk .....	78
7.3	Beredskap og håndtering: tiltak for å hindre forurensning.....	80
7.3.1	Lukkede systemer .....	80
7.3.2	Deteksjon, overvåking og varsling.....	80
7.3.3	Effektivt og miljøvennlig slukkeutstyr.....	81
7.3.4	Oppsamling av vann og brannavfall.....	81
7.3.5	Begrense mengder .....	81
7.3.6	Separering og avstand .....	81
7.3.7	Risikovurdering av anlegget.....	82
7.3.8	Kompetanse, øvelse, opplæring.....	82
7.3.9	Førsteinnsats og slokketeknikk .....	82
<b>8</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>83</b>
8.1	Forebygging: omfang og årsaker til brann .....	83
8.2	Beredskap og håndtering av hendelser.....	84
8.2.1	Opplevd versus reell brannrisiko .....	84
8.2.2	Miljøpåvirkning .....	85
8.2.3	Brann i bygning .....	89
8.2.4	Førsteinnsats, industrivern og brannvesenets innsats.....	90
<b>9</b>	<b>Oppsummering av brannrisiko .....</b>	<b>93</b>
<b>10</b>	<b>Konklusjoner .....</b>	<b>97</b>
<b>11</b>	<b>Forslag til videre arbeid .....</b>	<b>100</b>
<b>12</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>101</b>
<b>Vedlegg A</b>	<b>Spørsmål i spørreundersøkelse .....</b>	<b>A-1</b>
<b>Vedlegg B</b>	<b>Tabulerte svar fra spørreundersøkelsen .....</b>	<b>B-1</b>



<b>Vedlegg C</b>	<b>Miljøgifter i ulike avfallsfraksjoner i normaltstand og i utslipp til luft og vannforekomst ved brann.....</b>	<b>C-1</b>
<b>Vedlegg D</b>	<b>Vann og brannskum som slökkemiddel .....</b>	<b>D-1</b>

# Forord

Dette prosjektet er finansiert av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Miljødirektoratet og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). Prosjektet er utført som en del av prosjektporteføljen under forskningsavtalen mellom DSB og RISE Fire Research.

Vi ønsker å takke representanter fra bransjen, brannvesen og myndigheter for innspill til prosjektet og for at de har vært svært villige og åpne for å dele av sine erfaringer gjennom befaringer, korrespondanse over epost og telefon, deltakelse på møter og innspill til spørreundersøkelsen.

Dr. Sissel Ranneklev ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har bidratt som ekstern konsulent i prosjektet, og er medforfatter på avsnitt 5.1 og 5.2 av denne rapporten.

Ragni Fjellgaard Mikalsen

Forsker og prosjektleder

# Sammendrag

Avfallsanlegg representerer en viktig samfunnsfunksjon, men det brenner regelmessig i slike anlegg. Målsettingen i denne studien er å frembringe faktagrunnlag som belyser hvilke risikoer som er knyttet til branner i avfallsanlegg, og å identifisere tiltak som kan forebygge brann og begrense brannens skadeomfang og miljøpåvirkning.

Informasjon er innhentet gjennom møter med avfallsbransjen, to befaringer på avfallsanlegg og en spørreundersøkelse, gjennomgang av litteratur og hendelser registrert i brann- og redningsvesenets rapporteringsløsning BRIS, samt kontakt med andre aktører. Prosjektet omfattet landbasert avfallshåndtering; anlegg for mottak og mellomlagring av avfall (661 stk), mottak og mellomlagring av farlig avfall (250 stk), samt behandlingsanlegg for farlig avfall (38 stk). Behandlingsanlegg for avfall (som biogassanlegg og forbrenningsanlegg) samt deponi er ikke inkludert.

Høyrisikoavfall er funnet å være blandet avfall, batterier (særlig feilsorterte batterier), elektrisk og elektronisk (EE) avfall, samt papir, papp og kartong. Blandet avfall (restavfall) peker seg særlig ut som et viktig fokusområde for å redusere den totale brannrisikoen ved norske avfallsanlegg, både ut fra rapportert hyppighet av brannstart og ut fra potensielle konsekvenser av brann for utstyr, driftsstans, miljø og helse. Avfall som kategoriseres som «Farlig avfall» peker seg *ikke* ut, og er ikke rangert til høyeste brannrisiko-kategori i denne studien, ettersom det her er implementert mange forebyggende og skadebegrensende tiltak som ser ut til å fungere. Kapittel 9 gir detaljer om rangering av brannrisiko.

I perioden januar 2016 - mai 2019 var det rapportert inn 141 branner i avfallsanlegg i Norge i BRIS. Det totale antallet branntilløp (inkludert små, mellomstore og store branner) er ikke kjent, men antas å være langt høyere. Vanlige antennelseskilder er funnet å være kompostering (selvantenning), thermal runaway i batterier, friksjonsvarme ved kverning, menneskelig aktivitet og ukjent årsak.

Jevnlig forekommende branner utendørs, økt bruk av innendørs lagring og nye typer avfall som litiumbatterier, leder til en risiko som er vanskelig å håndtere og kan gjøre det utfordrende å få forsikret avfallsanlegg. Økt bruk av innendørs lagring er motivert av hensyn til miljø og naboer, men det kan komme i konflikt med brannsikkerheten, særlig på grunn av dårligere adkomst for brannvesen og mulig stor varmepåkjenning på den bærende konstruksjonen i selve bygningen som huser avfallet.

Enhver stor brann vil, uansett hvilken type avfall som brenner, potensielt kunne føre til utslipp av miljøgifter til luft, vann eller grunn. All brannrøyk kan være skadelig for mennesker, og eksponering må tas på alvor. Det er behov for mer kunnskap og kompetanse omkring det å vurdere utslipp og miljøkonsekvenser i forbindelse med brannslukking. Bruk av brannskum vil kunne redusere den totale mengden slukkevann, men vil samtidig kunne bidra til økt forurensing dersom det slippes ut i vann. Det er behov for tydeligere innholdsfortegnelse i produktdatablad for skum for å kunne vurdere miljøhensyn ved bruk.

Tiltak er foreslått for brannsikkert design av anlegg, for håndtering av avfall, og for å begrense konsekvensene for miljø under og etter en brann. Sentrale tiltak som bør prioriteres er deteksjon og overvåking, begrense mengder avfall, orden og ryddighet, god

opplæring, mottakskontroll, tilgjengelig og riktig dimensjonert slokkeutstyr, samt løsninger for å samle opp slokkevann for å unngå at miljøgifter slipper ut. Det har ikke vært mulig ut fra tilgjengelig data og statistikk å verifisere effekten av enkelttiltak. Sammenfallende erfaringsbaserte observasjoner funnet i denne og andre studier gjør at den beste tilgjengelige informasjonen om effektive tiltak er funnet å være bransjens samlede vurdering. Ansvar for de fleste av tiltakene ligger hos eier av anlegget eller virksomheten, og det bør være fokus på bruk av dokumenterte tekniske løsninger og vurdering av hvorvidt tiltak er hensiktsmessige og praktisk gjennomførbare ved hvert enkelt anlegg. Lokalt tilpasset vurdering av brannrisiko på hvert enkelt anlegg er viktig, ettersom det er store variasjoner i hvilke avfallstyper som håndteres, størrelse og utforming av anlegg, samt andre lokale forhold mellom avfallsanlegg i Norge. Tiltak som brannvesenet kan gjøre er å ha tett dialog og samarbeid med avfallsanleggene. Myndighetene bør legge til rette for bedre kunnskapsoverføring og læring etter branner, mellom ulike brannvesen. Myndighetene bør også, i samarbeid med bransjen, utvikle en nasjonal holdningskampanje for å unngå feilsortering av batterier.

Videre arbeid bør studere slokketeknikker og slokketaktikker for å begrense vannforbruket ved slokking av brann i store masser. Ulike deteksjons- og slokkeløsninger til bruk på avfallsanlegg bør kartlegges, egnethet bør vurderes og dokumenteres i de tilfeller hvor dokumentasjon mangler. Dette bør gjøres tilgjengelig på en åpen plattform. Det er også behov for flere studier på kjemisk sammensetning av brannrøyk fra ulike typer avfall, samt studier på omfang og spredning av brannrøyk og branners miljøpåvirkning på vannforekomster.

Økt brannsikkerhet på avfallsanlegg vil kunne legge til rette for en bedre dialog mellom industrien og forsikringstilbydere ved å redusere de potensielle økonomiske tapene. God håndtering av brannrisiko i avfallsanlegg vil ikke bare påvirke anleggene selv, men vil også begrense potensielle samfunnsmessige kostnader og konsekvenser på helse og miljø.

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Branner i avfall representerer en betydelig utfordring, for avfallsbransjen, for brann- og redningsvesenet og for miljøet. Noen av årsakene er at det er mange antennelseskilder, mye tilgjengelig brensel og ofte store fasiliteter med mange aktører. Det er en trend med større avfallshauger, nye typer avfall og mer innendørs lagring. Avfallsbranner kan påvirke omkringliggende boligområder og andre samfunnsfunksjoner pga. store røykutslipp over lang tid. Røykutslipp, samt avrenning av slokkevann, kan ha negative konsekvenser for miljøet.

Ettersom avfallsanlegg representerer en viktig samfunnsfunksjon, er håndtering av brannrisiko i avfallsanlegg ikke bare noe som påvirker anleggene selv, men hele samfunnet. Håndtering av avfall handler ikke lengre om å deponere søppel på en fylling, men er en del av et bærekraftig samfunn, hvor gjenbruk og resirkulering er i fokus.

Ved å unngå brann, kan avbrudd i produksjon unngås, både hos avfallsanlegget og hos nærliggende virksomheter. Å unngå avfallsbranner og å håndtere eventuelle branner på en god måte kan også bidra til miljømessig bærekraft ved færre miljøutslipp til luft, vann og grunn, og til å redusere helsemessige konsekvenser for naboer og for brannpersonell. Det er en økende trend at eiere av avfallsanlegg har utfordringer med å få forsikret avfallsanleggene, noe som kan skape problemer på kort sikt for bransjen og på lang sikt for hele samfunnet.

Miljødirektoratet og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) samarbeider for å redusere antall branner og miljøpåvirkning som følge av branner i avfallsanlegg. Bakgrunnen for samarbeidet er mange branner i avfallsanlegg i de senere årene. Eksempelvis var det en rekke branner i avfallsanlegg under den varme og tørre sommeren i 2018. I tillegg til behovet for økt kunnskap om risiko i næringen og miljøpåvirkning fra branner, planlegger myndighetene blant annet en felles tilsynsaksjon i samarbeid med brann- og redningsvesenet og fylkesmennene. Resultatet fra arbeidet beskrevet i denne rapporten vil benyttes av myndighetene i deres felles tilsynsaksjon.

## 1.2 Målsetting

Målsettingen med denne studien er å frembringe et faktagrunnlag som belyser hvilke risikoer som er knyttet til branner i avfallsanlegg, og å identifisere tiltak som kan forebygge brann og begrense brannenes skadeomfang og miljøpåvirkning. Prosjektet skal gi innspill til myndighetene, som kan bruke faktagrunnlaget i utarbeidelse av tilsynsprogram, veiledning, evaluering av regelverk og vurdering av krav i tillatelser.

Det skal legges vekt på forhold og praksis som har betydning for at branntilløp kan eskalere og utvikle seg til store branner. Med store branner menes branner som har stor samfunnsøkonomisk konsekvens og/eller stor miljømessig konsekvens.

Risikoen for branner i avfall er sammensatt, og myndighetene har behov for mer kunnskap på området. Som ansvarlig for brannsikkerheten i avfallsanleggene er det viktig at eier/næringen kjenner seg igjen i den risikoen som fremkommer.

## 1.3 Omfang og begrensninger

Arbeidet inndeles i følgende områder:

### **Forebygging:**

- Omfang av branner med hensyn til mengde lagret avfall, tidligere hendelser.
- Brannstart: Brannfare ved ulike typer anlegg, ulike lagringsforhold, ulike typer avfall, ulike aktiviteter/prosesser (f.eks. kverning/behandling), ulike typer utstyr, brannfare pga. lagringstid, uheldig samlagring av ulike avfallsfraksjoner, antennelseskilder og selvantennning.
- Forebygging i form av teknisk (deteksjon, overvåking o.l.) og organisatorisk (risikovurderinger, HMS-rutiner, øvelser o.l.) håndtering av brannrisiko ved anlegg.

### **Håndtering/beredskap:**

- Miljøpåvirkning fra brann i ulike avfallsfraksjoner, innhold av miljøskadelige stoffer i slokkevann, samt påvirkning og overvåking av resipient. Innhold av miljøskadelige stoffer i røyken og utslipp til luft fra brann.
- Konsekvens og håndtering av brann i avfall i bygningskonstruksjoner som tåler liten brannpåkjenning.
- Førsteinnsats fra ansatte på avfallsanlegg, samt brannvesenets innsats, herunder utfordring med sløkking som følge av store avfallshauger, brannfarlige produkter og langvarig sløkkeinnsats med stort forbruk av slokkevann.

### **Tiltak:**

- Tiltak som kan bedre forebygging av brann, herunder lagringsforhold (dersom samlagring er nødvendig, hvilke tiltak kan forebygge selvantennning), forhold omkring produksjonen, samt eiers tekniske og organisatoriske tiltak for håndtering av brannrisiko ved anlegg.
- Tiltak som kan bedre håndtering av brann og begrense brannens skadeomfang og miljøpåvirkning, herunder valg av sløkketeknikk og sløkkemiddel, samt oppsamling, avrenning og rensing av slokkevann, i tillegg til eventuelle andre tiltak.

### **Avgrensninger:**

Kartleggingen omfatter landbasert avfallshåndtering, og inkluderer ikke alle avfallsanlegg i Norge, se mer info under avsnitt 2.1. Prioritering av typer anlegg som prosjektet skulle omfatte ble gitt av oppdragsgivere.

Grunnvann og råvann som benyttes til drikkevannsformål omfattes ikke under utslipp til vannforekomster. Her behandles primært effekter på vannmiljøet, ikke effekter som er knyttet til human helse.

Litteraturgjennomgangen er ikke uttømmende, og det er gjort et utvalg basert på målsetningene i prosjektet.

## 1.4 Metodebeskrivelse

### 1.4.1 Litteraturstudie

Basert på innspill fra oppdragsgiver er relevant regelverk kartlagt for å sammenstille regler og krav knyttet til brannsikkerhet ved avfallsanlegg i Norge.

Det er gjennomført søk i vitenskapelige databaser og i andre kilder for å kartlegge forskningsfronten innenfor feltet, samt søk etter andre publikasjoner, rapporter og veiledninger som kan inneholde relevant informasjon.

To sentrale kilder til informasjon er rapporten «Branner i avfallsbransjen- årsaker og tiltak» fra mars 2019 utarbeidet av NOMIKO for Maskinentreprenørenes Forbund [1], samt rapporten «Brandsikkerhet ved lagring av avfallsbränslen» fra 2018 utarbeidet av RISE og Sweco i Sverige for Avfall Sverige [2]. Vi har vært i kontakt med NOMIKO<sup>1</sup> og etterspurt tilgang til datasettet som ligger til grunn for deres rapport, men de ønsket ikke å gi ut informasjon utover det som var publisert i rapporten. Vi har også vært i kontakt med RISE<sup>2</sup> og fått innspill til litteratur som burde gjennomgås.

### 1.4.2 Kontakt med avfallsbransjen

Målet med kontakt med avfallsbransjen var å få innspill vedrørende dagens situasjon i Norge; hvordan avfallsanlegg er designet, hvordan organisatoriske tiltak er beskrevet og implementert (bl.a. HMS-rutiner), og hvordan anleggene håndterer eventuelle brannrisikoer. Læring fra små branner, branntilløp og branner som ikke er rapportert til brannvesen eller til BRIS var også aktuelle tema, for å vurdere faktorer som kan forhindre at små branntilløp eskalerer til store branner.

**Møte:** I regi av Miljødirektoratet og DSB ble det 28 februar 2019 arrangert et møte med avfallsbransjen, hvor representanter fra avfallsanlegg, bransjeorganisasjoner, forsikringsselskap, myndigheter og andre aktører deltok. Det var ca. 45 deltakere på møtet. Under møtet ble det holdt flere innlegg: ett innlegg om denne studien, ett innlegg fra myndighetene om deres arbeid for å redusere branner og miljøpåvirkning av branner i avfallsanlegg, ett innlegg om en stor brann på et avfallsanlegg, samt ett innlegg om det forebyggende arbeidet utført ved Rogaland brann- og redningsetat. Etter innleggene bedt om innspill fra bransjen omkring brannforebygging, beredskap og brannens miljøpåvirkning.

---

<sup>1</sup> Telefonsamtale 9 april 2019 med prosjektleder hos NOMIKO.

<sup>2</sup> Mailkorrespondanse vinter/vår 2019 med hovedforfatter av rapport for Avfall Sverige.

**Befaring:** Det har blitt gjennomført to befaringer ved avfallsanlegg. Hensikten med befaringene var at prosjektgruppa skulle få et førstehåndsintrykk av eksempler på hvordan avfallsanlegg kan være utformet, og hvilke metoder og tiltak som er iverksatt ved disse anleggene for å håndtere brannrisiko. Befaring ved et anlegg for mottak og mellomlagring av avfall i Trondheim ble gjennomført 30 januar 2019, og befaring på et anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall og avfall i Trondheim ble gjennomført 16 mai 2019. Det ble ikke gjennomført befaring på behandlingsanlegg for farlig avfall.

**Spørreundersøkelse:** En spørreundersøkelse ble utformet, med mål om å samle inn innspill fra bransjen vedrørende tiltak for å redusere brannrisiko på avfallsanlegg. Spørreundersøkelsen var nettbasert og bestod av ti spørsmål, se Vedlegg A. Denne ble sendt ut via epost til postmottak til de store avfallsorganisasjonene i Norge, med informasjon om at vi ønsker at de distribuerer denne til sine medlemmer. Det ble mottatt bekreftelse fra fire avfallsorganisasjoner (Avfall Norge, Norsk forening for farlig avfall, Maskinentreprenørenes Forbund, Norsk Industri) at de videresendte info om spørreundersøkelse til sine medlemmer, totalt ble det sendt til ca. 370 kontakter. Info om undersøkelsen ble også sendt direkte til deltakerne på møtet med avfallsbransjen 28. februar (ca. 40 personer). I tillegg ble informasjon om undersøkelsen sendt direkte til ca. 50 kontaktpersoner ved anlegg for mottak, mellomlagring og behandling av farlig avfall. Årsaken til spesifikk distribusjon til anlegg for farlig avfall er at det ble funnet lite informasjon spesifikt om farlig avfall i annet gjennomgått datamateriell. Undersøkelsen ble sendt ut 7 mai 2019, med opprinnelig frist syv dager senere, men denne ble forlenget ytterligere fem dager. Spørsmål i undersøkelsen er gjengitt i Vedlegg A.

Det ble registrert 83 svar på spørreundersøkelsen, hvorav én dublett ble fjernet fra datasettet. I etterkant ble det i tillegg mottatt seks svar via epost, som også ble inkludert. Totalt ble det mottatt 88 svar, som gir en svarprosent på omtrent 20 %. Gitt at det totale antall avfallsanlegg i Norge er i underkant av 1000 (se avsnitt 2.2), her estimert til 900, gir 88 svar en feilmargin på  $\pm 8\%$  for 90 % konfidensnivå og  $\pm 10\%$  for 95 % konfidensnivå. Det ble mottatt flest svar fra anlegg for mottak og mellomlagring av avfall (62 stk.), deretter anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall (49 stk.), behandlingsanlegg for avfall (34 stk.) og behandlingsanlegg for farlig avfall (16 stk.), se Vedlegg B. Mange av de som svarte representerer flere enn én type anlegg, og summen er dermed høyere enn totalt antall svar.

Mottatte svar på spørsmål med avkrysning presenteres kvantitativt grafisk i rapporten og tabulert i Vedlegg B. For avkrysningsspørsmålene var det angitt at det skulle krysses av for maks 3 alternativer, og mottatte svar med flere avkrysninger enn tre ble fjernet fra datasettet (fire stk for spørsmål 2, og syv stk for spørsmål 3).

Fritekstsvar om tiltak (se detaljer om spørsmålene i Vedlegg B) ble gjennomgått individuelt, hvorpå like eller lignende innspill ble samlet til kategorier under forebygging eller beredskap og håndtering. Det ble registrert hvor mange som hadde gitt like eller lignende innspill for å få et inntrykk av hva de fleste har fokus på.

### 1.4.3 Kontakt med andre aktører

Informasjon om ulike typer slokkeskum som er i bruk i Norge i dag ble innhentet ved direkte kontakt med tre leverandører av slokkesystem. Disse ble identifisert gjennom



korrespondanse med Trøndelag brann og redningstjeneste, samt ved nettbasert søk. Det ble innhentet tre stk. produktdatablad for skumtyper som er vanlige i Norge i dag. Det ble ikke innhentet detaljert informasjon om andre typer (vann- eller gassbaserte) slokkesystem.

Informasjon om tillatelser fra fylkesmenn med tanke på innendørs/ utendørs lagring av avfall ble innhentet ved direkte kontakt med Fylkesmannen i Vestland via epost og telefon (mai 2019), og fra Fylkesmannen i Rogaland via epost (juni 2019). Det ble også tatt kontakt med Fylkesmannen i Trøndelag, men svar ble ikke mottatt.

Informasjon om håndtering av batterier ved avfallsanlegg ble innhentet ved direkte kontakt med produsentansvarsselskap for batterier.

#### 1.4.4 Gjennomgang av hendelser

**Innhenting av statistikk fra BRIS:** Statistikk over brannvesenets utrykninger i forbindelse med branner i avfallsanlegg i perioden 2016 -2018 ble bestilt fra DSB. Branner i avfallsanlegg registreres i BRIS i to kategorier:

1. “Branner i gjenvinningsanlegg”
2. “Brann i bygningsmasse» innen næringskode: 38.000 - 38.320

Følgende næringskoder var inkludert:

38.210: Behandling og disponering av ikke-farlig avfall

38.320: Sortering og bearbeiding av avfall for materialgjenvinning

38.110: Innsamling av ikke-farlig avfall

«Brann i bygningsmasse» inneholder flere detaljer om brannen enn det «Brann i gjenvinningsanlegg» gjør ettersom det ved slike branner samles inn mer informasjon.

«Brann i gjenvinningsanlegg» betraktes gjerne som brann i deponi og da utendørs, men dette er ikke nødvendigvis helt korrekt. Det er flere eksempler i tallgrunnlaget for «Brann i gjenvinningsanlegg» hvor brannvesenet har utført «innvending røykdykkerinnsats».

**Gjennomgang av hendelser:** Et utvalg av fire store branner i Norge de siste årene ble gjennomgått, utvalgt basert på innspill fra oppdragsgiver, samt informasjon fra BRIS. Gjennomgangen ble basert på informasjon gjort tilgjengelig for prosjektet fra oppdragsgiver, gjennom tilsendte evalueringsrapporter fra de aktuelle brannvesen, samt gjennom offentlig tilgjengelige rapporter. I tillegg ble nyhetsartikler på nett og Facebook-oppdateringer fra de aktuelle brannvesen tatt i bruk for å få informasjon om hendelsesforløp.

#### 1.4.5 Risikoanalyse

Basert på resultater fra litteraturstudie, kontakt med bransjen og andre aktører, samt gjennomgang av hendelser ble det gjennomført en kvalitativ risikoanalyse, for å gi en oppsummering av brannrisiko for ulike avfallsfraksjoner, se detaljer i kapittel 9. Bowtie-

diagram ble brukt for å gi en samlet oversikt over årsaker til, og konsekvenser av, branner i avfall, samt tiltak som kan hindre at branner oppstår, samt redusere konsekvensene av oppståtte branner.

### 1.4.6 Metodekritikk

Det har vært et mål å være så konkret som mulig med hensyn til tiltak for å redusere brannrisiko. En konsekvens av dette er at ikke alle resultater vil være allmenngyldige, og kan dermed ikke anvendes ved alle typer avfallsanlegg eller for alle typer avfallsfraksjoner.

Det ble gjennomført et begrenset litteratursøk, med fokus på litteratur relevant for norske og nordiske forhold, samt kontakt med primært norske aktører. Bredere kontakt med bransjeorganisasjoner, leverandører, forskningsmiljø og gjennomgang av mer internasjonal litteratur kunne ha bidratt til et bredere kunnskapsgrunnlag. En bredere kartlegging av skumtyper som er i bruk i Norge i dag kunne ha vært fordelaktig for å få et mer representativt utvalg. Det bør generelt vises varsomhet ved generalisering av resultater ut fra enkeltprodukter og enkelthendelser.

I utforming av spørreundersøkelsen ble antall spørsmål begrenset til ti for å holde tidsbruken på å svare nede til 5-10 min. Dette for at flest mulig skulle kunne ta seg tid til å svare. En lengre spørreundersøkelse ville ha kunnet gitt mer nyansert og detaljert informasjon, eksempelvis mer detaljer om fraksjoner og mengder som hvert anlegg håndterte, samt muliggjort et skille mellom branntilløp og større branner.

Det var nødvendig med noe tolking av svar i spørreundersøkelse, ettersom enkelte svar var i stikkordsform, og betydningen ikke alltid var entydig. Dette kan ha medført at innhold i svaret kan ha blitt feiltolket, og feil innhold gjengitt i rapporten. Det er likevel lagt størst vekt på de innspill som flere har kommet med, så sannsynligheten for store misforståelser er lav.

Det ble gjennomført befarings på kun to anlegg, for at prosjektgruppa skulle få et førstehåndsintrykk av eksempler på anlegg, men disse to vil ikke være representative for alle anlegg i Norge.

## 1.5 Etiske vurderinger

Ved arbeidet med denne rapporten er det gjennomført befarings, møter og spørreundersøkelse, hvor forskjellige profesjonelle aktører har deltatt. Ved gjengivelse av disse har vi valgt å anonymisere informantene i rapporten, men angir stillingstittel eller posisjon i aktuell organisasjon.

## 1.6 Finansiering

Prosjektet er finansiert av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Miljødirektoratet og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

## 1.7 Rapportens oppbygging

En oversikt over typer og antall avfallsanlegg i Norge, ulike avfallsfraksjoner, organisering av bransjen og utforming av avfallsanlegg er presentert i kapittel 2. Gjeldende, relevant regelverk er presentert i kapittel 3. Kjennetegn ved branner i avfallsanlegg er presentert i kapittel 4, derunder statistikk om hvor brannene starter, årsak til brann og hva som brenner, samt bransjens oppfatning av konsekvenser av brann. I kapittel 5 er miljøpåvirkning ved utslipp til vann og til luft presentert. Fire større branner i avfallsanlegg er gjennomgått i kapittel 6. Forebyggende tiltak og tiltak for beredskap og håndtering er presentert i kapittel 7. Diskusjon omkring forebygging, beredskap og håndtering er gitt i kapittel 8, og en oppsummering av brannrisiko i kapittel 9. Konklusjoner er gitt i kapittel 10 og forslag til videre arbeid i kapittel 11.

## 1.8 Ordliste

En oversikt over forkortelser og uttrykk brukt i denne rapporten er gitt i henholdsvis Tabell 1-1 og Tabell 1-2.

Tabell 1-1 Oversikt over forkortelser som er brukt i denne rapporten, på norsk og engelsk

Forkortelse	Norsk	Engelsk
BAT		Best available techniques
BOF	Biologisk oksygenforbruk	
BRIS	Brann og redningsvesenets rapporteringsløsning til DSB, «Brann, Redning, Innrapportering, Statistikk»	
CFPA-E		The Confederation of Fire Protection Associations in Europe
DiBK	Direktoratet for byggkvalitet	Norwegian Building Authority
DOC	Oppløst organisk karbon	Dissolved organic compound
DSB	Direktoratet for samfunns-sikkerhet og beredskap	Norwegian Directorate for Civil Protection
EAL	Den europeiske avfallslisten	
EE	Elektrisk og elektronisk	
IED	EUs direktiv for industriutslipp	The Industrial Emissions Directive
KOF	Kjemisk oksygenforbruk	
NIVA	Norsk institutt for vannforskning	
PAH	Polyaromatiske hydrokarboner	Polycyclic aromatic hydrocarbons
PCB	Polyklorerte bifenyler	Polychlorinated biphenyl
PFC	Perfluorerte forbindelser	Perfluorinated compound

Forkortelse	Norsk	Engelsk
PFAS	Per- og polyfluorerte alkylstoffer	Per- and polyfluoroalkyl substances
PFOA	Perfluoroktansyre	Perfluorooctanoic acid
PFOS	Perfluoroktylsulfonat	Perfluorooctane sulfonate
POP	Persistent organisk miljøgift	Persistent organic pollutants
PVC	Polyvinylklorid	Polyvinyl chloride
VOC	Flyktige organiske forbindelser	Volatile organic compounds

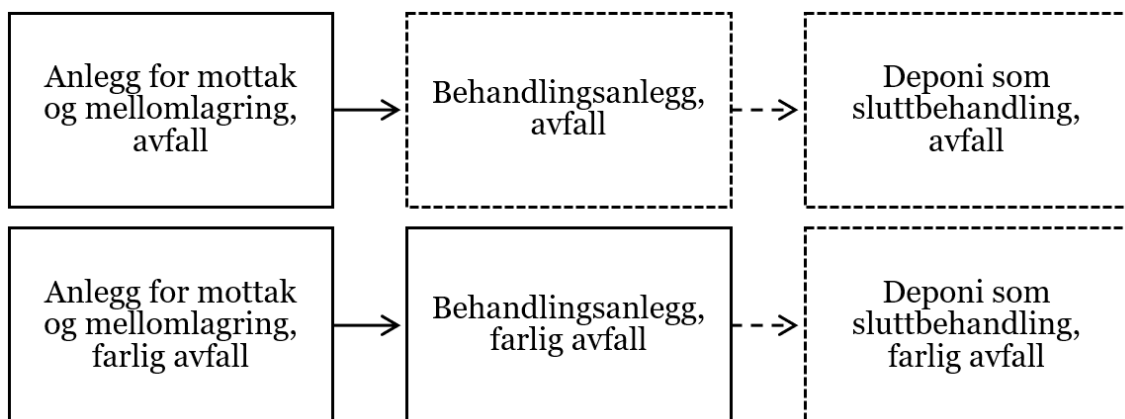
Tabell 1-2 Oversikt over uttrykk som er brukt i denne rapporten og deres definisjoner.

Norsk	Definisjon
Akutt forurensning	Forurensning av betydning, som inntreffer plutselig, og som ikke er tillatt iht. Forurensningsloven. [3]
Avfall	Løse gjenstander eller stoffer som noen har kassert, har til hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere. [3]
Avfallsanlegg	Anlegg for behandling/disponering eller forbehandling av avfall ved bedrifter som har dette som hovedaktivitet [4]. I denne studien avgrenset til anlegg for mottak, mellomlagring av avfall, samt anlegg for mottak, mellomlagring og behandling av farlig avfall.
Branntilløp	Utsiktet ulming, gløding eller flamme som ikke nødvendigvis utvikler seg til brann [5].
Flammebrann	Forbrenningsprosess med åpen flamme, brenselet er i gassfase [5].
Forurensning	Tilførsel av fast stoff, væske og gass til grunnen, til vann eller til luft, samt støy, rystelser, lys, stråling og temperaturpåvirkning som kan være til skade eller ulempe for miljøet. [3]
Førsteinnsats	Innsats som utføres av den først ankomne komplette styrken, fram til forsterkninger er satt i arbeid innenfor samme innsatssted. [5]
Resipient	Se vannforekomst
Råvann	Vann som brukes til produksjon av drikkevann. [6]
Samlagring	Lagring av ulike avfallsfraksjoner i tett nærhet til hverandre, eller blandet sammen
Sluttbehandling	All behandling som ikke regnes som gjenvinning. Dette omfatter i første rekke deponering og forbrenning uten energiutnyttelse. [7]
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, etter brann- og eksplosjonsvernloven (2002) §13 [8].
Thermal runaway	Ukontrollerbar varmeutvikling over kort tid i batteri
Ulmebrann	Forbrenning i fast materiale uten flamme og utsendelse av lys fra forbrenningssonen [5]
Vannforekomst	Avgrenset og betydelig mengde av overflatevann, eksempelvis innsjø, magasin, elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller deler av disse, eller en avgrenset mengde grunnvann innenfor en eller flere akviferer [9]. Noen ganger referert til som «resipient». Akvifer er bergart eller sediment med betydelig vanngiverevne.

## 2 Avfallsanlegg

### 2.1 Typer avfallsanlegg

Avfallsanlegg defineres av Statistisk sentralbyrå som ”anlegg for behandling/ disponering eller forbehandling av avfall ved bedrifter som har dette som hovedaktivitet” [7]. Avfallsanlegg som er omhandlet i denne rapporten er anlegg for mottak, mellomlagring av avfall og farlig avfall, samt anlegg for behandling av farlig avfall. Behandlingsanlegg for avfall, eksempelvis biogassanlegg og forbrenningsanlegg er ikke en del av dette prosjektet. Deponi som sluttbehandling av avfall er heller ikke omhandlet. Inndelingen illustrert i Figur 2-1 tar utgangspunkt i inndelingen av avfallsanlegg i utslippstillatelser etter forurensningsloven fra Miljødirektoratet og Fylkesmannen.



Figur 2-1 Skjematisk oversikt over håndteringsflyten av avfall i ulike typer avfallsanlegg. Denne rapporten omfatter anlegg markert med heltrukket ramme.

### 2.2 Antall avfallsanlegg i Norge

Med tanke på de typer anlegg som er fokus for denne studien (se Figur 2-1) er det per januar 2019 registrert 661 anlegg for mottak og mellomlagring av avfall, 250 anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall og 38 behandlingsanlegg for farlig avfall hos Miljødirektoratet<sup>3</sup> (Figur 2-2).



Figur 2-2 Antall avfallsanlegg i Norge, for de tre typer avfallsanlegg som er omhandlet i denne studien. Merk at noen anlegg hører inn under flere kategorier, så det totale antall anlegg i Norge er færre enn summen av disse.

<sup>3</sup> Informasjon tilsendt fra Miljødirektoratet.

## 2.3 Typer avfallsfraksjoner

Inndeling av typer avfall i ulike avfallsfraksjoner er her gjort ut fra inndelingen i Statistisk sentralbyrås avfallsregnskap [10], som baseres på norsk standard for klassifisering av avfall, NS 9431 [11].

De fleste av disse hovedkategoriene for avfall kan deles videre inn i underkategorier, som hver har ulike avfallskoder. Eksempelvis deles avfallsfraksjonen *farlig avfall* inn i en lang rekke ulike avfallskoder, som inkluderer drivstoff, rengjøringsmidler, trykksatte enheter, og avfall som inneholder spesielt miljøskadelige stoffer. Avfallsfraksjonen *blandet avfall* er det avfallet som ikke sorteres i rene fraksjoner, ofte omtalt som restavfall, og kommer både fra husholdninger og fra næring. *Våtorganisk avfall* er det som ofte kalles kompost, og dette omfatter matavfall fra privathusholdninger, restauranter, kantiner etc. og inkluderer for eksempel kjøttrester, kaffefilter, avfall fra produksjon av bakevarer, grønnsaker osv. Avfallsfraksjonen *plast* deles inn i tretten ulike avfallskoder basert på blant annet plasttype og bruksområde.

Fra og med 2011 fikk *batterier* en egen serie avfallskoder (2300), i forbindelse med siste revisjon av NS 9431:2011 [11], i tillegg til de batterier som er under farlig avfall. Det er med andre ord ikke én egen avfallsfraksjon som inneholder *alle* typer batterier. I denne studien er det likevel valgt å separere ut batterier som egen kategori, ut fra tidligere studier hvor batterier har blitt identifisert som en brannrisiko [1,2].

Tabell 2-1 Oversikt over avfallsfraksjoner, basert på inndeling av Statistisk sentralbyrå [10], som baseres på norsk standard for klassifisering av avfall, NS 9431 [11]. Utvalgte underkategorier som er relevante for denne kartleggingen er gitt. Fraksjonen «andre materialer» fra Statistisk sentralbyrå er fjernet.

Avfallsfraksjoner	Eksempler på underkategorier	Avfallskode
Våtorganisk avfall	Kjøkken og matavfall fra stor- og småhusholdninger («kompost»)	1111
Park- og hageavfall		1131
Treavfall	Rent trevirke, behandlet trevirke, flis, spon, bark, blandet behandlet trevirke. Inkluderer ikke trykkimpregnert trevirke (farlig avfall)	1141, 1142, 1143, 1149
Slam	Slam, organisk	1126
Papir, papp og kartong	Avis og magasinpapir, brunt papir, drikkekartong, blandet papir, papp og kartong	1200, 1211, 1221, 1241, 1299
Glass		1300
Metall	Rent metall og blandede metaller med andre materialer	1400, 1447, 1451, 1499
EE-avfall	Store og små husholdningsapparater, kabler og ledninger, leker, fritids- og sportsutstyr, elektrisk og elektronisk verktøy	1500, 1502, 1503, 1504, 1506, 1512
Lett forurensede masser		1603
Betong og tegl	Betong med og uten armeringsjern, tegl og takstein, forurenset betong og tegl	1611, 1612, 1613, 1614

Plast		1700
Gummi	Gummi, personbildekk, traktor og lastebildekk, blandet gummiavfall	1800, 1811, 1812, 1899
Tekstiler	Tekstiler, skinn, møbler og inventar	1900
Kasserte kjøretøy	Kjøretøy med og uten retursystem	2411, 2421
Slagg, støv, bunnaske, flygeaske		7096 (farlig avfall)
Farlig avfall	Olje- og fettavfall, drivstoff og fyringsolje, oljefiltre, maling, lim og lakk, spraybokser, lysstoffrør og sparepærer, batterier (se under), sterkt reaktivt stoff, syrer, baser, avfall med bromerte flammehemmere, kassert isolasjon med KFK og HKFK, PCB- og PCT holdig avfall, gasser i trykkbeholdere, trykkimpregnert trevirke	7000-serien
Blandet avfall	Blandet husholdningsavfall (restavfall), Blandet næringsavfall (restavfall), Shredderavfall	9900, 9911, 9912, 9917
Batterier*	Små husholdningsbatterier som ikke er farlig avfall. Batterier som er farlig avfall: Kadmiumholdige batterier, blyakkumulatorer (startbatterier), småbatterier usortert, litiumbatterier	2300, 2311 7084, 7092, 7093, 7094

\* Batterier er ikke en egen kategori hos Statistisk sentralbyrå, men er separert ut som egen fraksjon i denne studien, satt sammen av alle typer batterier, fra 2300-serien og fra farlig avfall-serien.

## 2.4 Organisering av avfallsbransjen og tilsyn

Avfallsbransjen er kompleks, og består av mange ulike aktører. Det er private og offentlige virksomheter, alt fra store interkommunale avfallsselskap og landsdekkende konsern med datterselskap, til små foretak med noen få ansatte. Mange av aktørene er medlemmer i en eller flere bransjeorganisasjoner. Her er det igjen flere ulike, hvorav noen organiserer kun avfallsbransjen, mens andre også representerer andre områder. Avfall Norge, KS-bedrift, Norsk Industri, Norsk Returmetallforening (NR), Maskinentreprenørenes Forbund (MEF) og Norsk Forening for Farlig Avfall (NFFA) er sentrale organisasjoner. I tillegg kommer organisasjoner for tilknyttede virksomheter, herunder transport og returpunkt i butikker og andre steder.

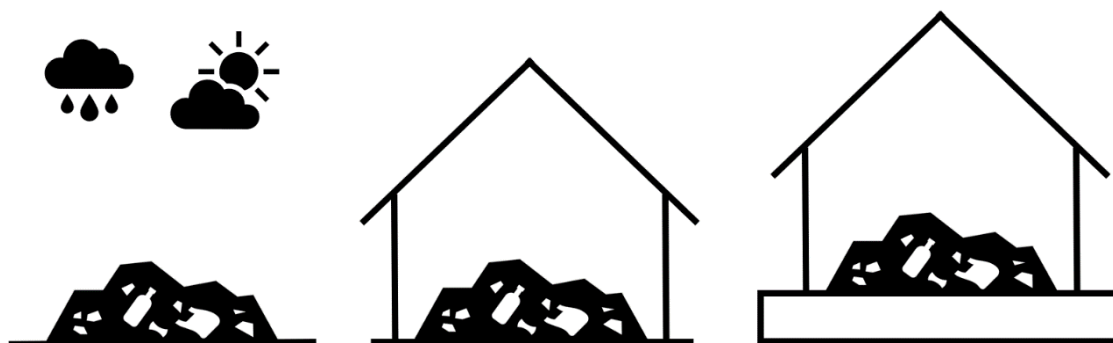
Tilsyn på avfallsanlegg utføres av flere ulike myndigheter, med ulike fokus: forurensning, brann eller industrivern. Miljødirektoratet gir tillatelse for drift av avfallsanlegg, og håndterer selv behandlingsanlegg for farlig avfall, mens de resterende typer avfallsanlegg er delegert til Fylkesmannen i hvert fylke. Miljødirektoratet og Fylkesmannen fører tilsyn med fokus på forurensning ved anlegg som de har gitt utslippstillatelser til. DSB er nasjonal brannmyndighet, med ansvar for regulering og tilsyn med brann- og redningsvesenet. Brann- og redningsvesenet er et kommunalt ansvar, og de lokale brannvesen har tilsynsansvar for avfallsanleggene innenfor eget område, forutsatt at anleggene er definert som et brannrisikoobjekt (særskilt brannobjekt, se definisjon i avsnitt 1.8). Næringslivets sikkerhetsorganisasjon (NSO) er tilsynsmyndighet utpekt av Justis- og beredskapsdepartementet, og driver tilsynsvirksomhet med fokus på industrivern hos virksomheter som er industrivernpliktige.

## 2.5 Utforming av avfallsanlegg

Det er mange ulike typer avfallsanlegg i Norge og mange har en kombinasjon av utendørs og innendørs lagring. Fast dekke i form av asfaltert område på deler av eller hele anlegget er vanlig. Bygningstyper som benyttes på avfallsanlegg er ofte store, delvis åpne lagerbygg hvor avfallet er beskyttet mot vær og vind.

I møte med avfallsbransjen 28 februar 2019, var det flere aktører som påpekte at de i sine tillatelser fra Fylkesmannen hadde fått pålegg om å flytte avfallsfraksjoner innendørs. Bransjen påpekte at dersom avfallsfraksjoner flyttes innendørs, kan det få større konsekvenser dersom det skulle oppstå en brann, ettersom det kan gjøre slokkearbeidet vanskeligere. Denne problemstillingen har også blitt påpekt i spørreundersøkelsen hvor bransjen har gitt innspill til denne studien.

I korrespondanse med Fylkesmannen i Vestland<sup>4</sup> kommer det frem at lagring innendørs er noe de i større grad setter krav til nå enn tidligere. Fylkesmannen i Rogaland<sup>5</sup> bekrefter at de også har fokus på innendørs lagring. Bakgrunnen er at lagring utendørs kan føre til sjenerende lukt, støy og støv for nærliggende områder og naboer, samt ansamling av fugler. Fylkesmannen i Vestland stiller eksempelvis krav til at følgende avfallsfraksjoner skal håndteres og lagres innendørs eller i lukkede containere: våtorganisk avfall, blandet næringsavfall og kasserte kjøretøy. Følgende fraksjoner skal lagres under tak, skjermet fra vær og vind: farlig avfall, EE-avfall, treflis og forurensede masser. Det er ulik ordlyd i tillatelsene fra fylkesmennene med tanke på hvilke avfallsfraksjoner som må lagres helt (innendørs) eller delvis skjermet fra vær og vind. Det er også forskjeller med hensyn til hva som menes med innendørs; om dette inkluderer kun fast dekke med skjerming mot vær og vind, eller om dette også inkluderer lukket oppsamlingssystem, se Figur 2-3. Et lukket oppsamlingssystem kan for eksempel være en tank som er plassert under byggverket, hvor avrenning fra nedbør eller annen forurenset væske kan renne til og samles opp, uten at det renner videre. Det etterlyses en felles mal fra Miljødirektoratet for hele landet, slik at tillatelser blir mer like. Dette vil også kunne legge til rette for at tilsyn over hele landet blir mer enhetlige.



Figur 2-3 Tre ulike former mellomlagring av avfall: Utendørs på fast dekke (venstre). Innendørs beskyttet mot vær og vind, på fast dekke, uten oppsamling av avrenning (midten). Innendørs beskyttet mot vær og vind, på fast dekke, med lukket oppsamlingssystem for avrenning (høyre).

<sup>4</sup> E-post og telefonkorrespondanse med senioringeniør ved Fylkesmannen i Vestland, mai 2019.

<sup>5</sup> E-postkorrespondanse med senioringeniør ved Fylkesmannen i Rogaland, juni 2019



## 3 Regelverk og veiledninger

Dette kapittelet gjennomgår lover, forskrifter, standarder og veiledninger som er sentrale for brannsikkerheten i avfallsanlegg. Gjennomgangen gir kun en oversikt over de deler som ansees som spesielt relevante for denne studien, og er ikke en fullstendig sammenstilling av regelverket.

### 3.1 Brann og eksplosjonsvernloven med forskrifter

Brann- og eksplosjonsvernloven [8] regulerer brannsikkerhet på et overordnet nivå. Verken i loven eller i tilhørende forskrifter er det stilt bestemte krav til brannsikkerheten for enkelte bransjer, virksomheter eller anlegg. Vi finner dermed ingen konkrete krav til brannsikkerheten for avfallsanleggene. Når loven i §§ 6 og 19 beskriver henholdsvis eiers og virksomheters plikter til iverksetting av nødvendige brannsikringstiltak, omfatter dette alle virksomheter, byggverk, områder, produksjonsutstyr samt annen innretning eller produkt.

**Kommunens ansvar:** Ifølge brann- og eksplosjonsvernloven § 9 er det kommunens ansvar å sørge for etablering og drift av brannvesen som kan ivareta forebyggende og beredskapsmessige oppgaver etter loven på en effektiv og sikker måte. Oppgavene er inntatt i lovens § 11 og omfatter i tillegg til innsats ved brann og ulykker også informasjonstiltak, tilsyn og forebyggende oppgaver i forbindelse med håndtering av farlig stoff. I dag er det i underkant av 300 kommunale brann- og redningsvesen, som samlet sett består av 3500 heltidspersonell og 8500 deltidspersonell<sup>6</sup>.

Kommunens forebyggende plikter er konkretisert i forskrift om brannforebygging [12] kapittel 4 hvor det blant annet er krav til *kartlegging av risikoen* for brann (§ 14), krav til plan for å redusere risikoen (§ 15) og krav til gjennomføring av forebyggende tiltak (§ 16). I tillegg bør nevnes krav til risikobaserte tilsyn jf. lovens § 13 og forskrift om brannforebygging § 18. Plikten til *evaluering* av hendelser er inntatt i brann- og eksplosjonsvernlovens § 9 annet ledd, og omhandler både forebygging og beredskapsarbeidet. I forskrift om brannforebygging § 20 er bestemmelsen konkretisert; *etter branner som har fått alvorlige konsekvenser for liv, helse, miljø eller materielle verdier, skal kommunen evaluere om det forebyggende arbeidet har hatt ønsket effekt*. Kommunenes selvstyre begrenser statens mulighet for inngripen. Staten har ingen instruksjonsmyndighet over kommunene og de enkelte brann- og redningsvesen. Den brannfaglige styringen fra staten skjer gjennom lov og forskrift.

**Miljø:** Lovens formål ivaretar også miljøhensyn; ifølge brann- og eksplosjonsvernloven § 1 har loven som formål å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann og eksplosjon. Miljøhensynet ble inntatt i gjeldende lov i 2002, mens hensynene til liv, helse og materielle verdier er videreført fra tidligere regulering. I forarbeidene [13] fremgår det *Ut fra at arbeidet med brann- og eksplosjonsvern som regel også vil ha en positiv effekt for miljøet, finner departementet at det er systematisk riktig å nevne miljø som en av*

<sup>6</sup> Informasjon tilsendt fra kontaktperson for prosjektet hos DSB.

de verdier som skal vernes mot brann og eksplosjon. Loven vil være sekundær i forhold til forurensningsloven, og **kan ikke hjemle forebyggende og beredskapsmessige tiltak som kun er begrunnet i miljøhensyn**. Derimot vil man ved valget mellom løsninger som er sikkerhetsmessig likeverdige måtte velge de mest miljøvennlige. Etter departementets vurdering er det viktig å integrere miljøhensyn i brannvernforvaltningen.

**Eier og brukers ansvar:** Brann- og eksplosjonsvernloven er generell, og ikke rettet konkret mot noen næringer spesielt. Dette innebærer at avfallsnæringen må innrette seg etter loven på samme måte som alle andre næringer og bygningseiere. For virksomheter som håndterer farlig stoff og eksplosiver er det egne regler i lovens kapittel 4. Her inngår bestemmelser om blant annet sikkerhet, beredskap, registrering og rapportering av ulykker. I henhold til brann- og eksplosjonsvernloven § 6 er det *eier* av byggverket som har ansvar for nødvendige sikringstiltak for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke. Ifølge § 6 annet ledd har eier og bruker videre en plikt til kontroll av sikringstiltakene for å påse at disse til enhver tid virker etter sin hensikt. Under *sikringstiltak* kommer både tekniske og organisatoriske tiltak. Det er verdt å merke seg den dobbeltrollen kommunen får, når de også er eier av avfallsanleggene. Med tanke på særskilte brannobjekter hvor kommunene selv er eier eller bruker har kommunen også en forpliktelse til å føre tilsyn med disse.

**Organisatoriske tiltak:** Forebyggende plikter for eier og bruker av byggverk er gitt i forskrift om brannforebygging [12], hvor det fremkommer at eieren av byggverk skal kjenne kravene til brannsikkerhet som gjelder for byggverket (§ 4). Eieren skal ha kunnskap om bygningsdeler, installasjoner og utstyr i byggverket som skal oppdage brann eller begrense konsekvensene av brann. Eier skal også kontrollere og vedlikeholde bygningsdeler og sikkerhetsinnretninger for å sikre at disse fungerer som forutsatt (§ 5). Når eier og bruker av bygget er forskjellige, er eier ansvarlig for å gjøre bruker kjent med kravene som gjelder for bruken av byggverket, og med alle egenskapene ved byggverket som har betydning for brannsikkerheten, jf. forskrift om brannforebygging § 4 tredje ledd.

Ifølge brann- og eksplosjonsvernloven § 8 plikter *virksomheten* (eier og bruker) å gjennomføre et *systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid (internkontroll)*. Internkontrollsystemet skal, i tillegg til helse- og miljøaspektet, ivareta brannsikkerheten jf. internkontrollforskriftens §§ 1, 2 og 5 [14]. I internkontrollforskriftens § 5 fremgår det blant annet krav til risikokartlegging og iverksettelse av rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelser av krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø-, og sikkerhetslovgivningen. Konkrete krav til rutiner for forebygging av brannsikkerheten er nedfelt i forskrift om brannforebygging. Det systematiske sikkerhetsarbeidet skal være tilpasset byggverkets størrelse, kompleksitet, bruk og risiko.

Det vises i denne forbindelse til DSBs temaveileder om systematisk sikkerhetsarbeid for bygningseiere fra 2017 [15].

**Tilsyn:** Ifølge brann- og eksplosjonsvernloven § 13 første skal kommunen: *identifisere og føre fortegnelse over byggverk, opplag, områder, tunneler, virksomheter m.m. hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljø eller materielle verdier*. I utgangspunktet må avfallsanlegget være registrert som et særskilt brannobjekt, altså vurdert som risikoobjekt, for at kommunen ved brann- og redningsvesenet skal gjennomføre jevnlig tilsyn, jf. loven § 13 første ledd. Kommunen

kan imidlertid ved enkelttiltak bestemme at det skal føres tiltak med andre byggverk m.m. enn de som er omfattet av første ledd. Videre kan kommunestyret gjennom lokal forskrift bestemme at det skal føres tilsyn med andre byggverk enn de som er omfattet av første ledd (§ 13 femte ledd). I tillegg til kommunens (brann- og redningsvesenets) tilsyn med særskilte brannobjekter skal sentral tilsynsmyndighet (DSB) gjennomføre tilsyn med om kommunene overholder brann- og eksplosjonsvernlovens bestemmelser (§ 31). Dette innebærer at DSB skal føre kontroll med om kommunens tilsynsplikt jf § 13 er overholdt. Videre skal brann- og redningsvesenet i henhold til brann- og eksplosjonsvernloven § 11a gjennomføre informasjons- og motivasjonstiltak i kommunen om fare for brann, farer ved brann, brannverntiltak og opptreden i tilfelle av brann og andre akutte ulykker.

**Farlig stoff:** Forskrift om håndtering av farlig [16] gjelder for alle avfallsanlegg som håndterer farlig stoff, uavhengig av mengde (forskriften gjelder fra 0 kg og skiller ikke mellom farlig stoff og farlig avfall). Farlig stoff og farlig gods blir farlig avfall blant annet når det tas ut av sin verdikjede og skal destrueres/behandles. Det er stor variasjon i kompleksiteten i håndtering av farlig stoff på de ulike anleggene. Ifølge forskrift om håndtering av farlig stoff skal avfallsanleggene melde inn håndtering til DSB dersom de håndterer mengder over gitte terskelverdier og evt. også søke om samtykke til håndtering [17]. Brudd på regelverk om håndtering av farlig stoff eller transport av farlig gods kan medføre fare for brann, eksplosjon og/eller akutt forurensning.

## 3.2 Forurensningsloven med forskrifter

**Forurensningsloven** har som formål å *verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, å redusere mengden av avfall og å fremme en bedre behandling av avfall* [3]. Forurensning inkluderer tilførsel av fast stoff, væske og gass til grunnen, til vann eller til luft, og det inkluderer også støy, rystelser, lys, stråling og temperaturpåvirkning som kan være miljøskadelig eller til ulempe for miljøet (kapittel 2, §6).

Det følger av forurensningsloven § 29 at den som driver anlegg for behandling av avfall som kan medføre forurensning eller virke skjemmende, må ha særskilt tillatelse til dette etter lovens § 11. Forurensningsmyndigheten kan med hjemmel i § 13 stille krav til konsekvensanalyse for å få tillatelse til å drive med forurensende virksomhet, blant annet for å utrede hva vanlig drift og uhell kan medføre av forurensninger (kapittel 3, § 13) og sannsynlighet for uhell. Brann eller brann i avfall er ikke eksplisitt nevnt i lovteksten.

Lovens kapittel 5 omhandler avfall, som defineres som *løsøregjenstander eller stoffer som noen har kassert, har til hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere*, og i lovteksten defineres også husholdningsavfall og næringsavfall.

*Akutt forurensning* defineres som forurensning av betydning som inntreffer plutselig og som ikke er tillatt etter forurensningsloven. Loven angir at politi skal varsles ved akutt forurensning eller fare for akutt forurensning. Når det gjelder beredskap, har virksomheter hvor det kan oppstå akutt forurensning beredskapsplikt, og de skal ha godkjent beredskapsplan som inkluderer hva som skal gjøres ved akutt forurensning.

Tilsyn omhandles i kapittel 7, hvor det angis at forurensningsmyndigheten skal føre tilsyn med håndtering av avfall. Selv om avfallsanlegg har særskilt tillatelse til å drive forurensende virksomhet (kapittel 3, §11), utelukker det ikke erstatningsansvar for skade, ulemper eller tap forårsaket av forurensningen (§ 56).

**Avfallsforskriften** er en omfattende og detaljert forskrift som blant annet regulerer mottak, innsamling, gjenvinning og annen behandling av avfallsfraksjoner som håndteres i Norge [18]. Eksempelvis regulerer kapittel 1 EE-avfall, kapittel 7 regulerer emballasje og kapittel 11 regulerer farlig avfall. Ulike typer avfall klassifiseres etter den europeiske avfallslisten (EAL) som er gitt i vedlegg 1.

Brann og eksplosjonsfare nevnes et par steder i avfallsforskriften. For brannfarlig avfall er det ikke tillatt med deponi som sluttbehandling (§9-4). Det settes krav til at farlig avfall som ved *sammenblanding eller kontakt kan gi fare for brann/eksplosjon* skal lagres med god avstand (kapittel 11, vedlegg 4). Det er heller ikke tillatt å blande farlig avfall sammen med annet avfall (§11-5), og de som leverer farlig avfall skal deklarerer blant annet innhold og egenskaper, slik at håndtering kan skje på en forsvarlig måte (§11-12).

Når det gjelder lagring på fast dekke, stiller avfallsforskriften krav til at lagring av farlig avfall skal skje *under tak og på fast dekke med oppsamling av eventuell avrenning* (kapittel 11, vedlegg 4). Demontering av kasserte kjøretøy skal også skje på fast dekke (kapittel 4, vedlegg 4). Det er ikke angitt krav til avrenning for andre avfallsfraksjoner enn farlig avfall.

**Forurensningsforskriften** gir detaljer vedrørende søknader for utslippstillatelser etter forurensningsloven, og angir hvordan utslippsgrenseverdier i tillatelser skal fastsettes. Her vises det til BAT-konklusjoner (se under), samt relevant EU-lovgivning.

**EUs industriutslippsdirektiv (IED)** ble innført i 2010 og regulerer forurensende utslipp fra industri i EU [19]. Direktivet regulerer alle utslipp, inkludert utslipp til luft, vann og grunn. Grenser som settes for tillatte mengder utslipp baseres på best tilgjengelig teknologi (best available techniques - BAT). I Norge er kravene fra industriutslippsdirektivet tatt inn i kapittel 36 av forurensningsforskriften [3] og avfallsforskriften [18]. I tillegg utarbeides det et BAT-referansedokument (BREF), som gir informasjon om teknologier og prosesser som brukes spesifikt i hver bransje, nåverdier for utslipp og forbruk [20]. Konklusjonene derfra (BAT-konklusjoner) gir juridisk bindende grenseverdier for utslipp til luft og vann [21]. Når nye krav vedtas, vil disse bli inkludert i virksomhetens utslippstillatelser senest fire år etter BAT-konklusjonen er vedtatt og publisert [21].

### 3.3 Vannforskriften

Vannforskriften [9] omhandler miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene. Grenseverdier for *45 prioriterte stoffer og farlige stoffer* i vann, 23 i biota og 28 i sediment er gitt i forskriftens vedlegg 8. I tillegg er grenseverdier for andre stoffer i vann, organismer og sediment, utvalgt av EU, gitt vedlegget.

Vannforskriften angir hvordan vannforekomster i Norge skal overvåkes. Fylkesmannen som miljøfaglig ansvarlig og rådgiver har ansvaret for å koordinere overvåkning og for registrering av overvåkingsdata i Vann-Nett (§ 18), som er en nettbasert portal for informasjon om vann i Norge.

I tilfelle forurensningsuhell skal en problemkartlegging gjennomføres for å kartlegge omfanget og konsekvensene (kapittel 1, vedlegg 5). Problemkartleggingen skal danne grunnlag for å utarbeide et tiltaksprogram for å nå miljømålene, og for å spesifisere hvilke tiltak som er nødvendige for å redusere konsekvensene av forurensningsuhellet.

### 3.4 Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift kapittel 11 omhandler hvordan brannsikkerhet skal ivaretas i byggverk [22]. Byggverk defineres i forskriften som «bygning, konstruksjon eller anlegg», og er ifølge veiledningen til forskriften et samlebegrep hvor krav kan gjelde ikke bare for bygninger men også for konstruksjoner og anlegg når det er relevant. Krav til brannsikkerhet har ifølge §11-1 som hensikt å redusere sannsynlighet for tap av liv og helse, og skal bidra til å ivareta materielle verdier og miljø- og samfunnsmessige forhold ved brann. Byggverket skal derfor blant annet være tilrettelagt for rednings- og slokkeinnsats, både utført av personer i byggverket i brannens startfase og brannvesenets slokkeinnsats. Veiledningen [23] til §11-1 fjerde ledd angir også at for byggverk der brann kan utgjøre stor fare for miljøet vil de preaksepterte ytelsene for sikkerhet ved brann vanligvis ikke være dekkende og at brannsikkerheten da må dokumenteres ved analyse. Her vises det til §11-3. Ifølge §11-3 skal byggverk eller deler av byggverk plasseres i brannklasser, med utgangspunkt i konsekvensene en brann kan medføre for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljøet.

På avfallsanlegg vil det i mange tilfeller kunne foregå «industrielle prosesser», med «faste arbeidsplasser», det vil si at det kan pågå aktivitet som kan medføre brann og det er snakk om mer enn sporadisk opphold. Siden personene som arbeider der skal kjenne rømningsforhold og dermed kan bringe seg selv i sikkerhet i tilfelle brann, havner byggverket da i risikoklasse 2 eller 3, avhengig av om «forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare» eller ikke, men risikoklasse 3 er antagelig lite aktuelt. Byggverk i risikoklasse 2 og 3 med én eller to etasjer vil være i brannklasse 1 dersom det ikke anses at konsekvensene ved brann kan bli særlig stor for liv og helse, miljøet eller samfunnet generelt, i henhold til preaksepterte ytelsene. Dersom konsekvensene ved brann kan bli særlig store må byggverket plasseres i brannklasse 4 og sikkerheten ved brann må dokumenteres ved analyse (se veiledning til §11-3) [22,23].

**Bæreevne og stabilitet:** Byggteknisk forskrift § 11-4 stiller krav til at byggverk skal ha tilfredsstillende sikkerhet med hensyn til bæreevne og stabilitet, slik at det kan motstå en forventet brannpåkjenning og bevarer sin stabilitet og bæreevne i nødvendig tid for rømning, redning og slokking. For byggverk i brannklasse 1 skal bæresystemet dimensjoneres for å kunne opprettholde tilfredsstillende bæreevne og stabilitet i minimum den tiden som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket.

Forskriften stiller også krav til at byggverket skal være tilrettelagt for effektiv manuell slokking samt at tilgjengeligheten til og i byggverket for rednings- og slokkeinnsatser skal være ivarettatt.

## 3.5 Produktforskriften

Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften), regulerer blant annet bruk av perfluoroktylsulfonat (PFOS) i brannskum [24]. Ifølge forskriften er det *forbudt å ha brannskum som inneholder 0,001 vektprosent eller mer PFOS eller PFOS-relaterte forbindelser (§ 2-9)*. Den delen av forskriften som omhandler PFOS trådte i kraft i 2007.

## 3.6 Forskrift om industrivern

Forskrift om industrivern [25] skal sørge for at virksomheter har et robust industrivern som kan begrense konsekvenser av uønskede hendelser for liv, helse, miljø og materielle verdier. Forskriften har ulike næringskoder for ulike typer virksomheter, hvor avfallsanlegg registreres som næringskode 38.2 *Behandling og disponering av avfall*. Forskriften gjelder for virksomheter som gjennomsnittlig sysselsetter 40 eller flere personer i året. Dette punktet er per dags dato under revisjon, og kan bli redusert til 20 personer<sup>7</sup>. Ifølge forskriften skal virksomheter ha en *oversikt over uønskede hendelser*, og denne skal brukes som beslutningsgrunnlag for organisering og dimensjonering av industrivernet. Videre skal virksomhetene ha en skriftlig beredskapsplan og være organisert slik at førsteinnsats<sup>8</sup> ved uønskede hendelser ivaretas. Det skal gjennomføres øvelser minst hver sjette måned.

## 3.7 CFPA-E Guideline

Det europeiske forbundet for brannvernforeninger, CFPA, har utgitt en veileder for behandling og lagring av avfall, *CFPA-E guideline no 32:2014 F Treatment and storage of waste and combustibles* [26]. Dette er en sammenstilling som angir eksempler på løsninger for økt brannsikkerhet ved avfallsanlegg, rettet mot firma og organisasjoner som har ansvaret for brannsikkerheten ved anleggene. Veilederen inneholder informasjon om tekniske og organisatoriske tiltak for forebygging av brann, samt miljøbeskyttelse.

---

<sup>7</sup> Ifølge representant fra NSO- Næringslivets sikkerhetsorganisasjon, som administrerer forskriften, møte 28 februar 2019

<sup>8</sup> Innsats som utføres av den først ankomne komplette styrken, fram til forsterkninger er satt i arbeid innenfor samme innsatssted. [5]

## 4 Kjennetegn ved branner i avfallsanlegg

I dette kapittelet vil resultater fra kartlegging av bakgrunnsinformasjon vedrørende antall branner, årsaker til branner, brannstart i ulike avfallsfraksjoner og bransjens oppfatning av konsekvenser av branner i ulike avfallsfraksjoner bli presentert.

### 4.1 Antall og omfang

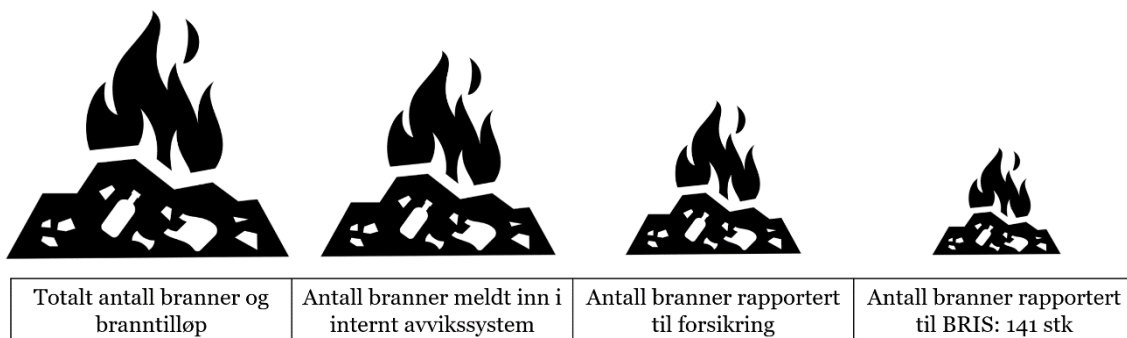
Det brenner regelmessig i avfallsanlegg i Norge. Et mindre branntilløp, som utilsiktet ulming, gløding eller flamme som ikke nødvendigvis utvikler seg til brann, kan ofte slokkes enkelt av operatør på plassen, og vil ofte, men ikke alltid, meldes inn i bedriftens avvikssystem. Noen slike branntilløp meldes inn til forsikring og brannvesen, men slett ikke alle. Det kan være ulike grunner til at branntilløp og branner ikke meldes inn; man ser ikke behovet ettersom brannen allerede er slokket, man kan være redd for økonomiske konsekvenser fra forsikring, økt frekvens av tilsyn, tap av omdømme, eller andre grunner. Det totale omfanget av antall branntilløp og antall branner i avfallsanlegg i Norge i dag er derfor ikke kjent.

Det totale antall branner i avfallsanlegg som er rapportert i BRIS (brann og redning, innrapportering og statistikk) er 141 for perioden 1 januar 2016 – 1 mai 2019<sup>9</sup>, fordelt på 20 branner i bygningsmasse (se avsnitt 4.1.1) og 121 branner i gjenvinningsanlegg (se avsnitt 4.1.2). BRIS er DSBs rapporteringsløsning for brann- og redningstjenestene, og ble tatt i bruk 1 januar 2016 for å registrere hendelser der brannvesenet har blitt kalt ut.

Gjennom kontakt med bransjen (møter, befaringer og spørreundersøkelse) har vi eksempelvis fått innspill om enkelte avfallsanlegg som har flere branntilløp månedlig og seks-sju branner av en viss størrelse per år, mens andre har ca. én brann per år eller ingen hendelser i det hele tatt. Kombinert med at det er flere hundre avfallsanlegg i Norge (se avsnitt 2.2), kan vi derfor si at det totale antall branntilløp, små, mellomstore og store branner er vesentlig større enn det som er rapportert til BRIS i dette prosjektet. Forsikringsselskap<sup>10</sup> har også kommet med innspill om at det kan hende det er noe underrapportering av branntilfeller til dem, ettersom små branner under egenandelsgrensen ikke meldes inn. I tillegg peker de på at det kan hende at også skader utover egenandelen ikke nødvendigvis rapporteres inn, ettersom det kan påvirke forsikringspremien. Totalt antall branner, sammenlignet med det vi har tallfestet data på, er illustrert i Figur 4-1. I dag har ikke bransjen et felles system for å dokumentere små og store hendelser.

<sup>9</sup> Statistikk fra DSB's BRIS-database tilsendt på forespørsel.

<sup>10</sup> Samtaler med forsikringsselskap og forsikringsmegler på møte 28. februar 2019, samt e-postkorrespondanse med forsikringsselskap mai 2019.



Figur 4-1 Figuren viser illustrativt at det totalt er flere branner og branntilløp enn det som rapporteres inn i bedriftens interne avvikssystem, til forsikring og det som rapporteres til BRIS. Totalt var det 141 branner rapportert til BRIS i perioden januar 2016 - mai 2019 for avfallsanlegg, mens det er totalt mange flere branner og branntilløp (nøyaktig omfang er ikke kjent).

I BRIS er hendelsene som er relevante for denne studien kategorisert i enten *brann i gjenvinningsanlegg* eller *brann i bygningsmasse*. I kategorien gjenvinningsanlegg skal det strengt tatt ikke være bygninger, men lagring utenfor bygg. Imidlertid viser statistikken eksempler på «innvendig røykdykkerinnsats» og avfall som er «kjørt ut av bygget». Dette kan eventuelt være enklere, åpne bygninger, for eksempel haller som er åpne i den ene siden. Det gjennomgåtte datamaterialet er derfor ikke delt inn kategorisk i branner innendørs versus utendørs.

Det er få innrapporterte hendelser i BRIS hvor det rapporteres om miljøutslipp. I forbindelse med innrapportering må følgende spørsmål besvares: «1.106 Førte hendelsen til akutt forurensning/utslipp, inkludert gassutslipp? (jf. varslings- og rapportering til Kystverket)». Det er kun registrert miljøutslipp i to hendelser: Revac-brannen i Re kommune og brannen på Norsk gjenvinning i Oslo, begge i 2018. Veiledningen til spørsmålet sier følgende om akutt forurensning: «Forurensning er tilførsel av fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller grunn, som kan være til skade eller ulempe for miljøet. Akutt forurensning er forurensning av betydning som inntrer plutselig, og som ikke er tillatt. (Kilde: Forurensningsloven) Spørsmålet genererer rapportering til Kystverket». Dette gir grunn til å tro at kunnskapen omkring det å vurdere utslipp er lav og at flere branner burde ha vært rapportert å ha årsaket utslipp til luft og grunn. Rapportering til Kystverket kan også påvirke noen til å tro at punktet ikke er relevant for dem.

#### 4.1.1 Brann i bygningsmasse (næringskode 38.000 - 38.320)

For kategorien *Brann i bygningsmasse, branner innen næringskode 38.000 - 38.320* i BRIS er det rapportert 20 hendelser med utrykning fra brannvesenet i perioden 1 januar 2016 til 1 mai 2019. Detaljer om de 20 brannene er gitt i Figur 4-2 - Figur 4-5, hvor hendelsessted og næringskode for anleggene, samt hvordan brannen startet og hva brannen startet i er presentert.

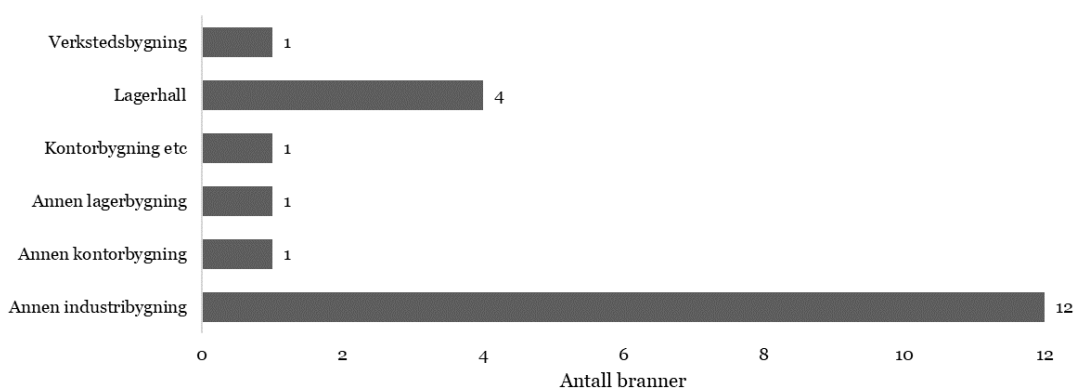


Næringskodene 38.000 til 38.320 omfatter innsamling, behandling og transport av avfallsmateriale og drift av materialgjenvinningsanlegg (dvs. anlegg som sorterer materialer som kan gjenvinnes fra en avfallsstrøm) [27].

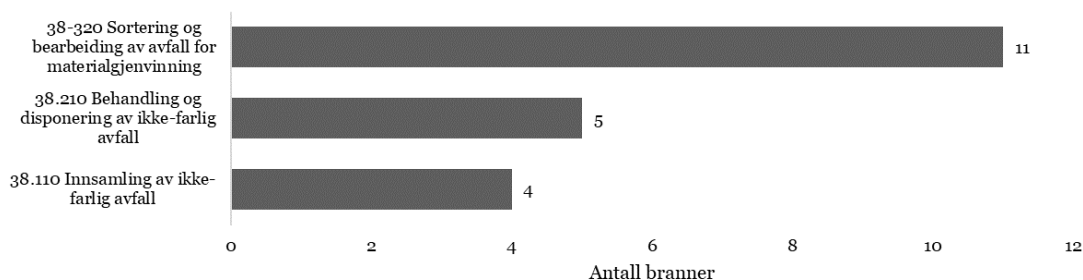
I tillegg til de 20 hendelsene var det én hendelse som egentlig var brann på komfyr i personalrom og én brann som var brann i elektrisk utstyr på et kontor, disse er ekskludert fra datagrunnlaget.

I to av de 20 brannene er det svart at hendelsen førte til akutt forurensning/utslipp, inkludert gassutslipp: Haraldrudveien, Oslo 2018-03-08 og Revac i Re kommune 2018-05-27.

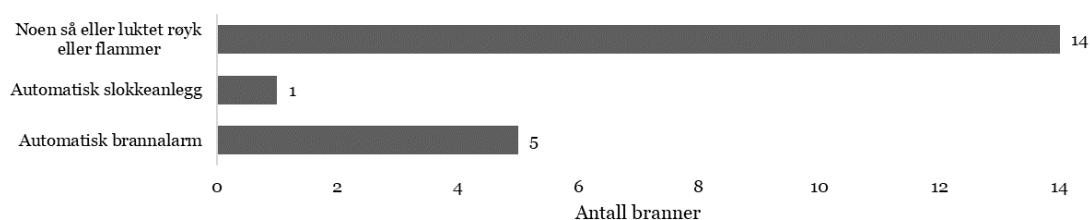
Når det gjelder spørsmål om manglende vannforsyning var det i denne kategorien ingen som rapporterte om manglende vannforsyning.



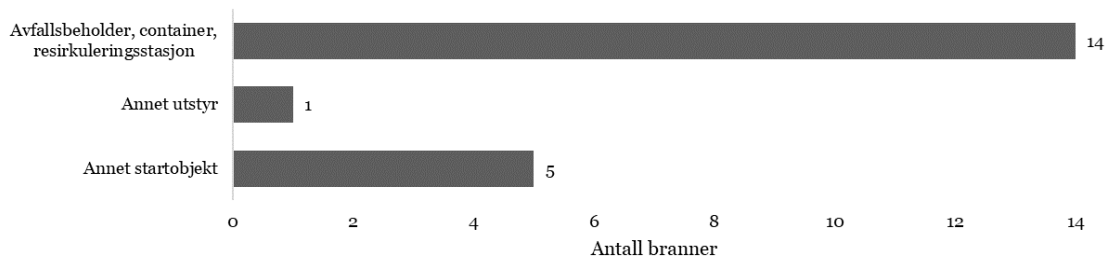
Figur 4-2 Hendelsesstedets bygningstype, for branner i bygningsmasse (næringskode: 38.000 - 38.320) rapportert til BRIS (N=20).



Figur 4-3 Næringskode ved branner i bygningsmasse rapportert til BRIS (N=20).



Figur 4-4 Hvordan brannen først ble oppdaget, for branner i bygningsmasse (næringskode: 38.000 - 38.320) rapportert til BRIS (N=20).



Figur 4-5 Hva brannen startet i ved branner i bygningsmasse (næringskode: 38.000 - 38.320) rapportert til BRIS (N=20).

## 4.1.2 Branner i gjenvinningsanlegg

For hendelseskategorien *Brann i gjenvinningsanlegg* i BRIS, er det rapportert 121 hendelser med utrykning fra brannvesenet i perioden 1 januar 2016 til 1 mai 2019. Det er ikke angitt næringskode for denne kategorien. Detaljer om arnested og type innsats i de 121 brannene er presentert i Figur 4-6 og Figur 4-7. Datamaterialet for denne kategorien er ikke like detaljert som for branner i bygningsmasse.

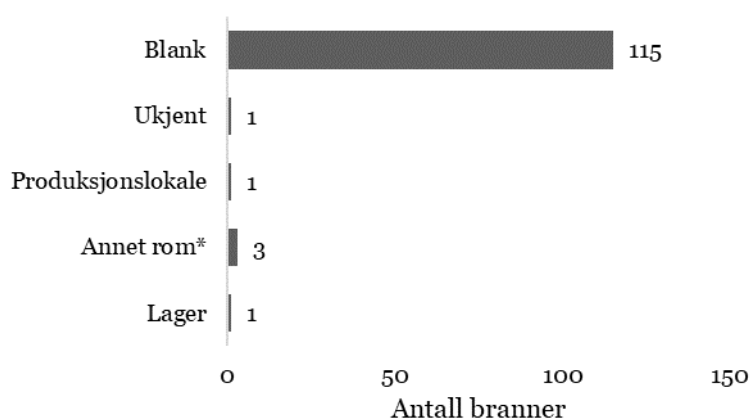
Av de 121 brannene viser datamaterialet at det ikke er svart ja på spørsmålet «Førte hendelsen til akutt forurensning/utslipp, inkludert gassutslipp? (jf. varsling til Kystverket)» i noen av hendelsene, mens det er svart «Vet ikke» i fem av tilfellene. Det var 15 hendelser hvor det var angitt at det var gjennomført innvendig røykdykkerinnsats, noe som tyder på at det også i denne kategorien er snakk om bygningsmasse med en viss grad av innelukking.

Én hendelse (i 2019) medførte forstyrrelser i kritisk infrastruktur, derunder offentlig eller annen transport.

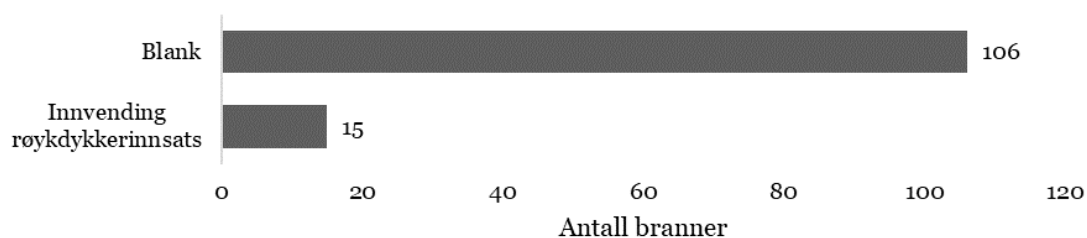
Det finnes eksempler på at hendelser med brann i søppelcontainere og andre avfallsbeholdere blir inkludert i denne kategorien, noe som egentlig faller utenom omfanget i denne studien. Dette er ikke systematisk rapportert, men fremgår av fritekstfelt, noe som kan gjøre det vanskelig å kartlegge omfanget. Alle hendelser er derfor inkludert i analysene.

En hendelse som peker seg ut er brann i avfallsanlegg i Nordreisa kommune, hvor Nord-Troms brannvesen har markert at de mener hendelsen er av slik karakter at det bør legges ressurser i å videreformidle erfaringer til andre brann- og redningsvesen. En grunn til det er at brannvesenet ikke opplevde at koordineringen med politi var god nok med tanke på behov for eksterne ressurser.

I sju av de 121 hendelsene er det rapportert at manglende vannforsyning var til vesentlig hinder for brannvesenets innsats. Hendelsen i Nordreisa er én av disse. Nordreisa er derfor inkludert i den mer detaljerte gjennomgangen av enkelthendelser presentert i kapittel 6.



Figur 4-6 Arnested ved branner i gjenvinningsanlegg rapportert til BRIS (N=121). \*Under annet rom kommer lagerhall, avfallshall og avfallssilo.

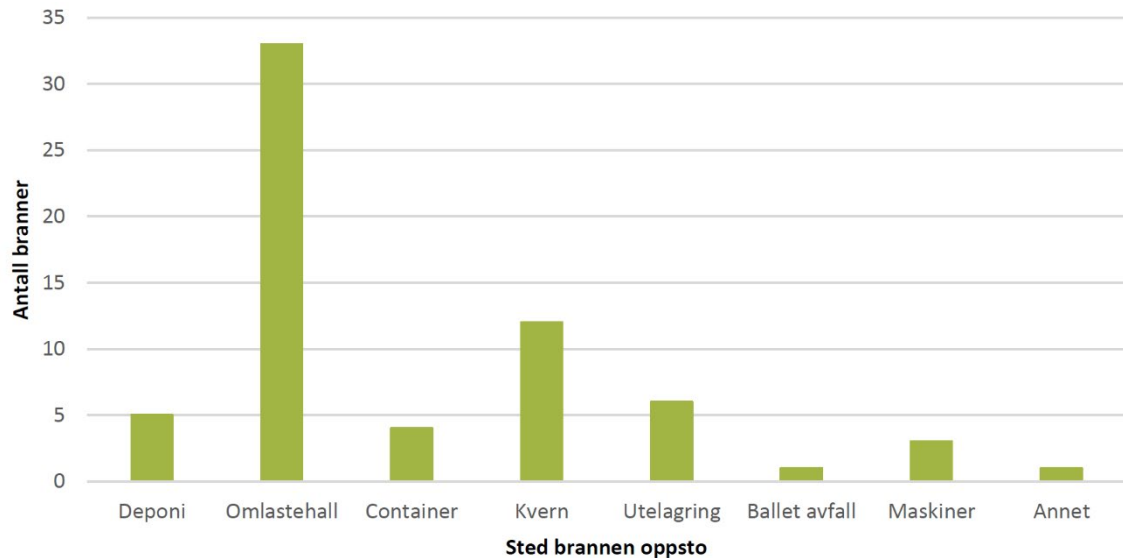


Figur 4-7 Type innsats ved branner i gjenvinningsanlegg rapportert til BRIS (N=121).

### 4.1.3 Annen norsk og svensk statistikk på hvor branner i avfallsanlegg starter

Ved svenske avfallsanlegg er branner utenfor bygning vanligere enn branner i bygning. Den svenske statistikken for branner i avfallsanlegg er delt inn i «Brand ej i byggnad» som står for 496 av 733 branner (68 %), og «Brand i byggnad» som står for 237 av 733 branner (32 %) i perioden 2012-2015 [2].

I en studie gjennomført av NOMIKO er det innhentet informasjon om i hvilken type anlegg, eller hvilken del av anlegget branner startet i (N=56). Kartlegging ble utført ved å gjennomføre intervjuer med representanter for 26 avfallsanlegg i Norge [1]. Her kom det frem at de fleste brannene (51 %) startet innendørs, i omlastehall, se Figur 4-8. Deretter kom brannstart i kvern (18 %), ifm utelagring (9 %), deponi (8 %), container (6 %), maskiner (5 %), ballet avfall (2 %) og annet (2 %).



Figur 4-8 Fordeling av hvor på anlegget brannene oppstod, ut fra intervju med representanter for norske avfallsanlegg. Hentet fra rapport av NOMIKO [1], gjengitt med tillatelse.

## 4.2 Årsaker og avfallsfraksjoner

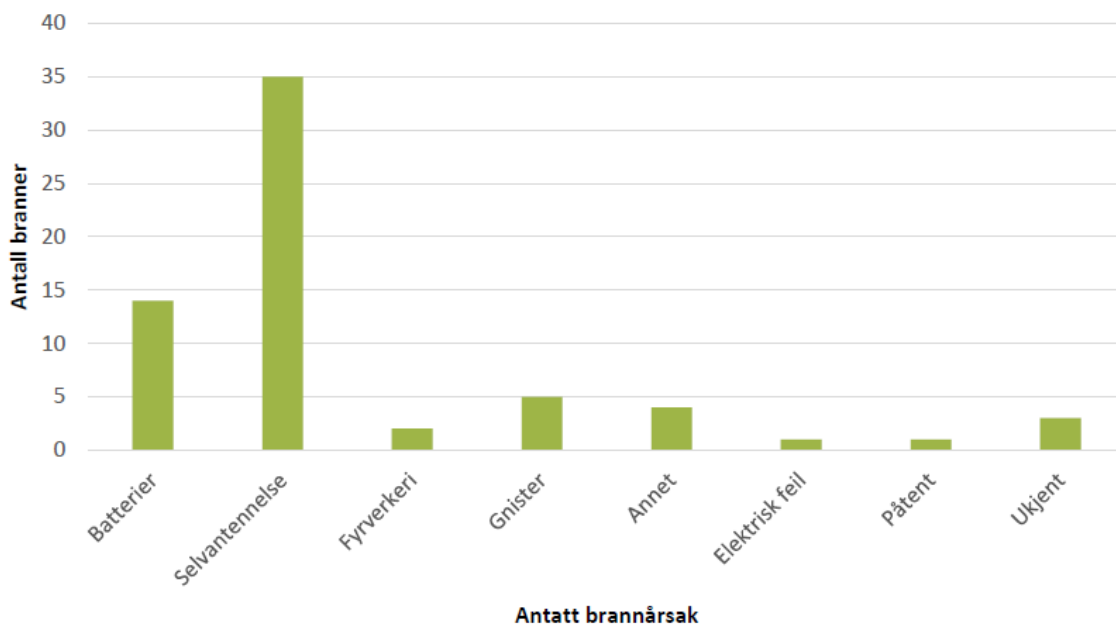
### 4.2.1 Årsaker til brannstart

De vanligste rapporterte årsakene til brann i avfallsanlegg er selvantennning (herunder kompostering, *thermal runaway* i batterier og friksjonsvarme fra kverning), menneskelig aktivitet og ukjent årsak, ifølge datamaterialet som er gjennomgått i denne studien, presentert nedenfor. Først gis en gjennomgang av statistikk som er funnet med hensyn til brannårsak, deretter en kort brannteknisk beskrivelse av de ulike identifiserte brannårsakene.

#### 4.2.1.1 Statistikk

Av de totalt 121 rapporterte brannene i gjenvinningsanlegg presentert i avsnitt 4.1.2 var det oppgitt brannårsak i kun tre av dem, mens for de 20 brannene i bygningsmasse presentert i avsnitt 4.1.1 var det oppgitt brannårsak i fire. Det er derfor for få svar på kategorien brannårsak for å kunne trekke ut noen resultater fra statistikken i BRIS.

I NOMIKOs studie er brannårsaker i avfallsbransjen grundig kartlagt, både gjennom intervjuer og gjennomgang av andre informasjonskilder [1]. Gjennom intervjuer med representanter for 26 avfallsanlegg i Norge har de identifisert selvantennelse (54 %) og batterier (21,5 %) som de vanligste brannårsakene, deretter gnister (8 %), annet (6 %), fyrverkeri (3 %) og ukjent (4,5 %). Det var også registrert noen elektrisk feil (1,5 %) og påtente branner (1,5 %), se Figur 4-9.



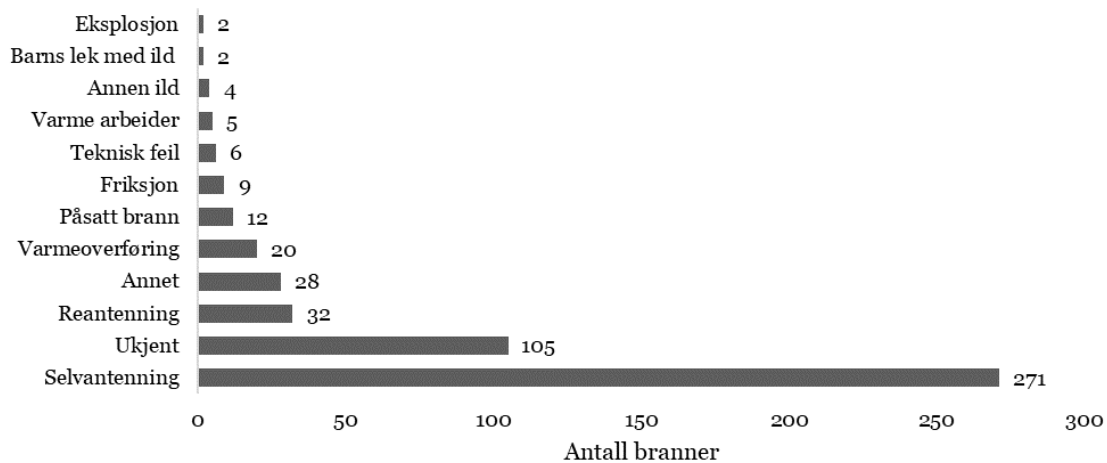
Figur 4-9 Antatt brannårsak fra intervju med norske avfallsanlegg. Hentet fra rapport av NOMIKO [1], gjengitt med tillatelse.

NOMIKO har også gjennomgått en kartlegging fra Norsk Gjenvinning hvor det angis at det var *brann ved produksjon/kverning og brann i varelager som forekom hyppigst, etterfulgt av brann i containere*. [1]

WISH (Waste Industry Safety and Health) Forum i England har i en gjennomgang av 200 branner på 120 avfallsanlegg identifisert de vanligste brannårsakene som varme eller farlige objekter som varm aske, litiumbatterier, gassbeholdere o.l. (31 %). Deretter kommer selvantenning (24 %), både i mottak og under lagring. Friksjon (9 %), elektrisk feil (7 %), varme arbeider som sliping og sveising (5 %) og varme overflater (5 %) var også årsaker til brann. Andre årsaker (19 %) står for resten.

Ifølge en europeisk forening for brannvernforeninger, CFFA (The Confederation of Fire Protection Associations in Europe) sin veileder om behandling og lagring av avfall i avfallsanlegg er vanlige brannårsaker påsatt brann, røyking, varme arbeider og feil på utstyr [26].

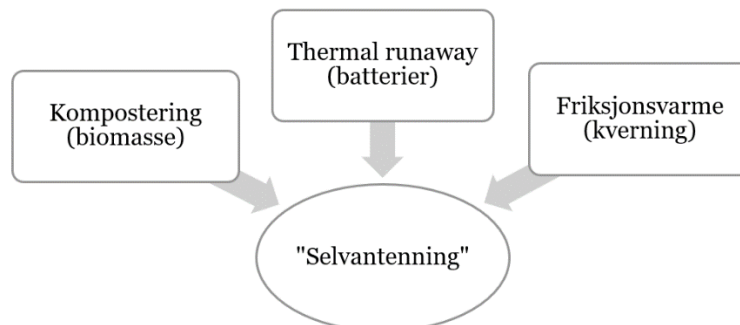
For svenske avfallsanlegg er statistikk på brannårsaker samlet i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) sin database. Gjennomgang av statistikken for 2012-2015, utført av RISE og Sweco for Avfall Sverige [2], viser at det også her er selvantenning som er den vanligste rapporterte brannårsaken (55 %), mens ukjent årsak også forekom hyppig (21 %), se Figur 4-10. Reantenning (6 %) er de tilfellene når brann og redningstjenesten har måtte rykke ut på nytt til den samme brannen. Annet (6 %), varmeoverføring (4 %) og påsatt brann (dvs. med overlegg) (2 %) og friksjon (2 %) er også årsaker til brann. Av mindre vanlige årsaker kommer teknisk feil, varme arbeider, annen ild, eksplosjon og barns lek med ild.



Figur 4-10 Rapportert årsak til brann i svensk brannstatistikk. Grafisk fremvisning summert for perioden 2012-2015, fra tabulert datasett i Avfall Sveriges rapport [2], oversatt til norsk.

#### 4.2.1.2 Brannstart ved selvantenning

Selvantenning er antennelse av et stoff uten ekstern varmetilførsel [5]. I denne studien har det kommet frem at folk har ulike assosiasjoner til begrepet *selvantenning*. Dette gjør at det i spørreundersøkelser og statistikk, hvor det er oppgitt selvantenning som årsak til brannstart, kan være ulike betydninger. Felles for disse er at det ikke er noen åpenbar ytre påvirkning som gjør at noe begynner å brenne (som for eksempel en flamme). De ulike former for selvantenning som har fremkommet i denne studien kan grovt sett deles inn i selvantenning som følge av kompostering av biomasse, selvantenning som følge av thermal runaway i batterier (nærmere beskrivelse nedenfor) og selvantenning som følge av friksjonsvarme fra kverning eller annen mekanisk behandling, se Figur 4-11. Mer informasjon om disse kategoriene er gitt i påfølgende avsnitt. Selvantenning er satt i anførselstegn, ettersom det teknisk sett er snakk om tilførsel av varme utenfra for friksjonsvarme, og hvis termisk eller mekanisk skade leder til thermal runaway i batterier.



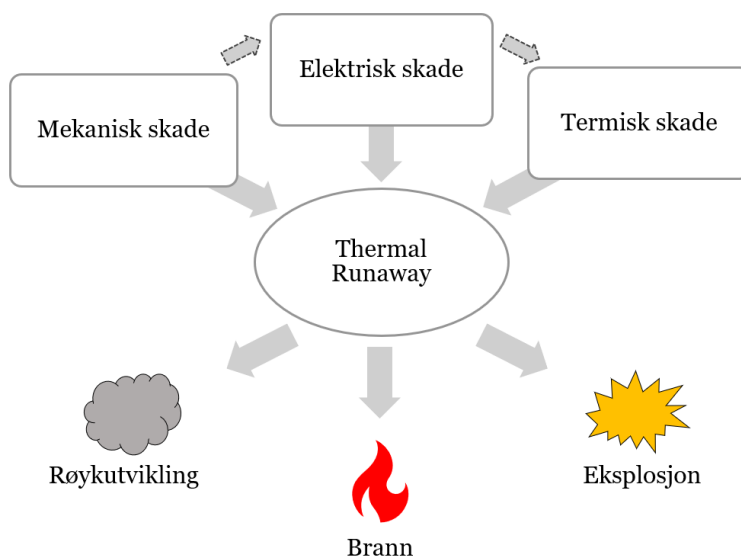
Figur 4-11 Ulike prosesser som er rapportert til å ha ført til «selvantenning» i avfall.

### 4.2.1.3 Brannstart ved kompostering

Naturmaterialer og biomasse, eksempelvis treverk, matavfall, planterester, bomull og annet organisk avfall, brytes naturlig ned i en kontinuerlig dekomponeringsprosess hvor bakterievekst, soppdannelse og andre prosesser forbruker oksygen og utvikler varme [28]. Her er det snakk om svært lite varmeutvikling, men dersom materialene ligger i hauger, eller er isolert på annen måte slik at denne varmen ikke slipper ut, kan varmen føre til selvantenning. Selvantenning kjennetegnes her ved at varmen som utvikles er større enn varmetapet, slik at det oppstår en ulmebrann som kan forplante seg gjennom materialet uten ekstern varmepåvirkning [29]. En ulmebrann som får pågå uforstyrret kan vare i dager, måneder og år, og den kan være vanskelig å oppdage [30]. Faktorer som fremmer selvantenning ved kompostering er å ha store mengder lagret samlet (eksempelvis i hauger), høy omgivelsestemperatur, termisk isolering av haugen (lite luft omkring haugen som gir lite luftkjøling), at materialene er fibrøse eller porøse, høy temperatur i materialhaugen og å ha lang, uforstyrret lagringstid [31]. I mange slike tilfeller er det ikke et spørsmål *om* det vil gå varmgang i haugen, men *når*. På avfallsanlegg vil hovedproblemet med ulmebrann være at den inntreffer dypt inne i haugen, er vanskelig å oppdage og at den uten forvarsel kan utvikle seg til å bli en flammebrann når forbrenningsfronten får tilgang til oksygen.

### 4.2.1.4 Brannstart ved thermal runaway i batterier

Det fins mange ulike typer batterier som håndteres i avfallsanlegg. Dette kan være små husholdningsbatterier, litiumbatterier, litiumionbatterier, startbatterier og driftsbatterier fra biler, trucker og elbiler. En brann kan starte i et batteri dersom batteriet blir skadet, enten mekanisk, elektrisk eller termisk [32]. Knusing, gjennom boring, overlading, dyputlading og overoppheting kan alle føre til ødeleggelse av separatorene som holder katode og anode adskilt inne i batteriet, noe som fører til en intern kortslutning i batteriet. Dette kan føre til reaksjoner inne i batteriet som leder til rask, ukontrollerbar varmeutvikling, en prosess som kalles «thermal runaway», se Figur 4-12. Dersom thermal runaway oppstår, kan det produseres mye varme og brennbare gasser på kort tid. Sannsynligheten for at gassene antenner, og at det dermed oppstår røyk, flammebrann eller eksplosjon, er stor. Et batteri med thermal runaway vil kunne antenne brennbare materialer i nærheten.



Figur 4-12 Illustrasjon som viser mekanismer som kan føre til brann i batterier. Mekanisk, elektrisk eller termisk skade kan føre til thermal runaway som igjen kan føre til røykutvikling, brann eller eksplosjon. Mekanisk skade kan også føre til intern kortslutning, som igjen kan avgi varme og trigge termisk skade. Figuren er inspirert av Feng et.al. [32].

#### 4.2.1.5 Brannstart ved friksjonsvarme (kverning)

Mekanisk behandling av avfall, som grov- eller finkverning, flytting, komprimering eller annen mekanisk håndtering kan også føre til brannstart, ifølge datamaterialet som er gjennomgått. Friksjonsvarme som oppstår, for eksempel ved at to metallbiter gnisses mot hverandre, kan være nok til å antenne nærliggende brennbare materialer. Det kan oppstå både ulmebrann og flammebrann, avhengig av hvilke temperaturer friksjonsvarmen gir, hvor lenge behandlingen pågår og hvilket materiale det er snakk om. Hvis dette skjer som en del av et transportbåndsystem, vil både åpne flammer og ulmebrann kunne fraktes videre inn i andre deler av anlegget. Hvis friksjonsvarme oppstår inne i en avfallshaug, vil en ulmebrann kunne starte og pågå i lang tid før den eventuelt oppdages.

#### 4.2.1.6 Brannstart ved menneskelig aktivitet

Under kategorien menneskelig aktivitet kommer branner som er påtent av brannstifter, branner som er påtent av barn som har kommet seg inn på anlegget, branner som er påtent som følge av annen menneskelig aktivitet, som for eksempel røyking. Gjennom kontakt med bransjen (møter og befaring) kommer det frem at flere avfallsanlegg er plaget av at uvedkommende regelmessig (ukentlig/ månedlig) bryter seg inn på området utenfor åpningstid, på jakt etter metall eller andre verdier. Uvedkommende på anlegget som kaster fra seg varme sigarettneiper eller driver med annen uønsket aktivitet er uheldig for brannsikkerheten ved anlegget.



#### 4.2.1.7 Brannstart ved teknisk og elektrisk feil

Teknisk feil på utstyr og elektrisk feil i el-anlegg er blant de mindre vanlige rapporterte årsaker til branner på avfallsanlegg. Dette vil være en mer sannsynlig brannårsak ved innendørs lagring enn ved utendørs lagring.

#### 4.2.1.8 Brannstart som følge av uheldig samlagring

Samlagring, altså lagring av ulike avfallsfraksjoner i nærheten av hverandre kan i noen tilfeller føre til økt sannsynlighet for brannstart. Dette er ikke en *brannårsak*, men en bakenforliggende årsak som skyldes en rekke ulike eller sammensatte omstendigheter. De følgende eksemplene på uheldig samlagring er identifisert gjennom kontakt med bransjen gjennom befaringer, møte og spørreundersøkelse. Et eksempel på uheldig samlagring er hvis reaktivt avfall lagres sammen eksempelvis syrer og baser. En annen generell uheldig samlagring er når kjente antennelseskilder lagres nærme brennbart materiale, eller nær materialer hvor miljøkonsekvensene kan bli særs store i tilfelle brann. Et eksempel er feilsorterte batterier som har havnet i eller nær blandet avfall, hvor det kan være mye brennbart materiale. Et annet eksempel er lagring av glass i sollys, nær brennbart materiale, på grunn av fare for antennelse ved forstørrelsesglasseffekten. Et tredje eksempel er lagring av hageavfall sammen med trevirke. Bransjen har erfart en merkbar nedgang i antall branntilløp ved å skille disse to fraksjonene. Lagring av trevirke sammen med hageavfall kan legge til rette for selvantennning ved kompostering (se ovenfor) ettersom både materialer som kan utvikle varme og materialer som kan antenne er til stede.

#### 4.2.1.9 Annen eller ukjent brannårsak

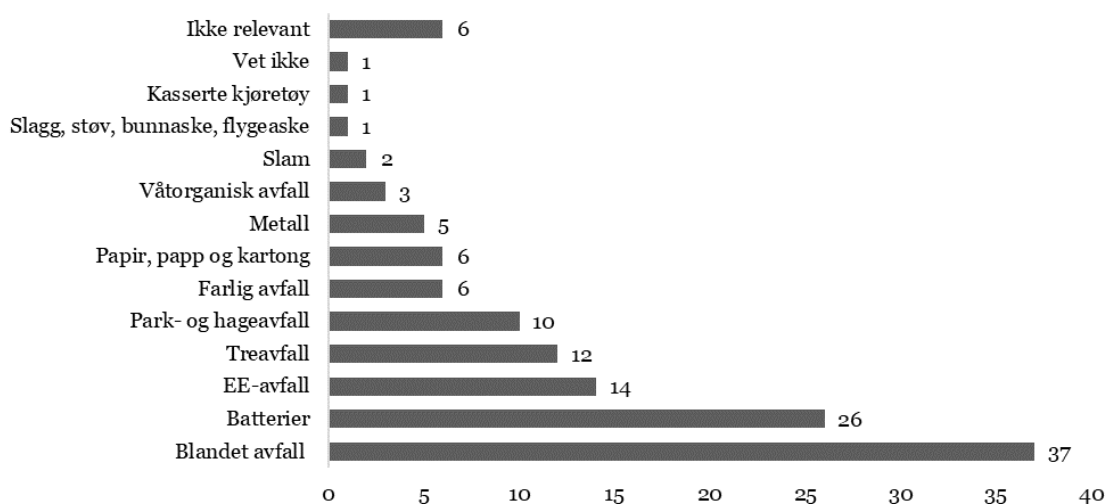
Andre brannårsaker som ikke er nevnt ovenfor inkluderer antennelse fra varme overflater og fra produksjonsutstyr som ikke er kverning. Det er også vanlig at brannårsak rapporteres som ukjent.

### 4.2.2 Brannstart i ulike avfallsfraksjoner

De avfallsfraksjonene hvor bransjen har rapportert at de har *flest* små branntilløp eller større branner ifølge spørreundersøkelsen er presentert i Figur 4-13. Her kunne hvert anlegg oppgi opp til tre avfallsfraksjoner, som til sammen gir et bilde av hvilke avfallsfraksjoner bransjen har størst utfordringer med når det kommer til branntilløp eller større branner.

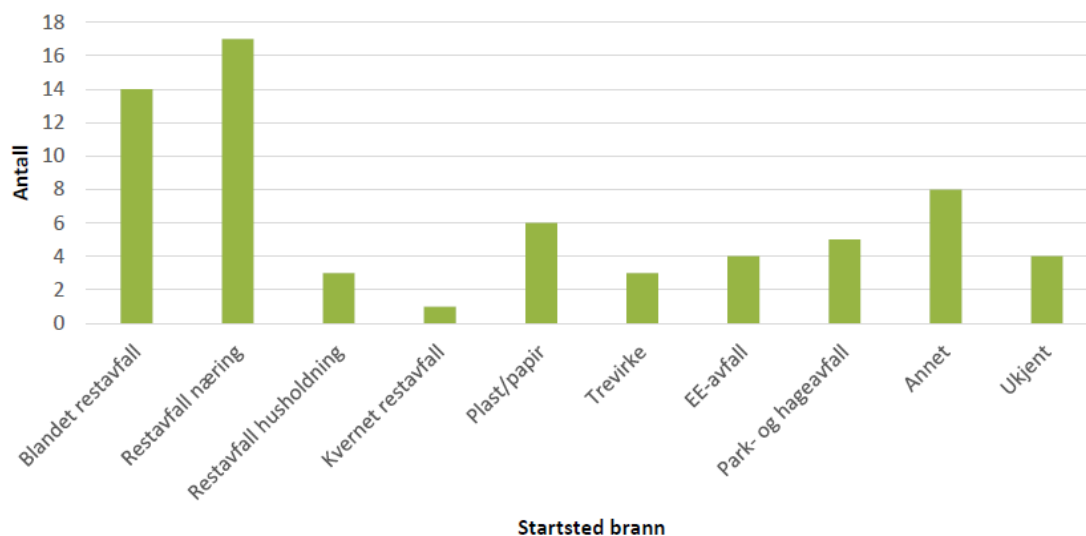
De hyppigst rapporterte var blandet avfall (28 %) og batteri-relaterte branner (20 %), se Figur 4-13. Det er en del som rapporterer at de har opplevd branner i EE-avfall (11 %), treavfall (9 %) og park- og hageavfall (8 %). Deretter følger branner i farlig avfall (5 %), papir, papp og kartong (5 %) og metall (4 %). Videre er det noen som rapporterer branner i våtorganisk avfall (2 %), slam (2 %), kasserte kjøretøy (1 %), samt slagg, støv og bunnaske (1 %). Det er ingen som har rapportert at de har flest branner i glass, betong og tegl, plast, gummi, tekstiler, lett forurensede masser. For tabulerte tall, se Vedlegg B.

Legg merke til den lave andelen som rapporterer om flest branner i farlig avfall, til tross for et høyt prosentvis antall svar fra anlegg som håndterer farlig avfall i spørreundersøkelsen. Av de som svarte på spørreundersøkelsen var 28 % anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall og 9 % behandlingsanlegg for farlig avfall, til sammen 37 %. Dette er høyere enn andelen på landsbasis (se avsnitt 2.2). Likevel var det bare 5 % som rapporterte om at de har flest branner i farlig avfall.



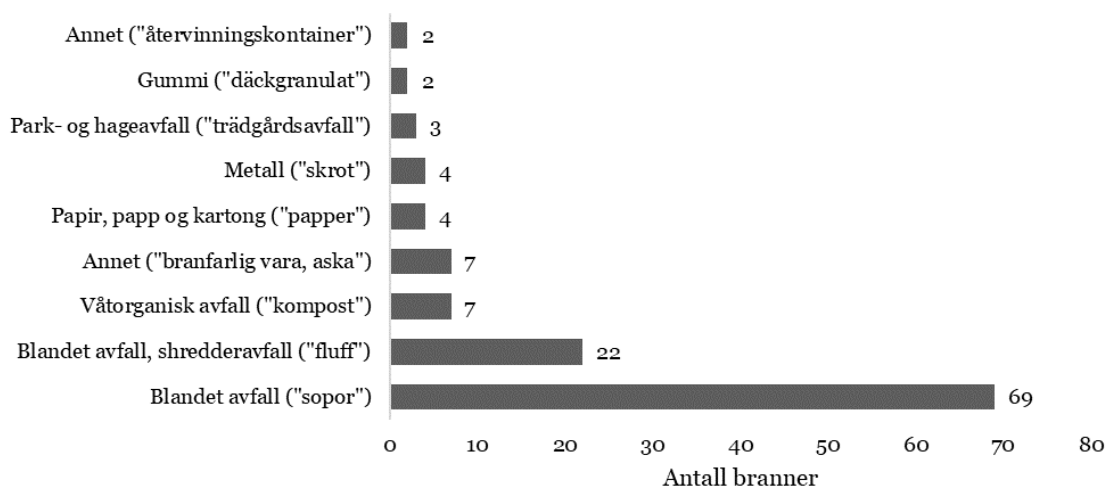
Figur 4-13 Svar mottatt på spørsmål I hvilke avfallsfraksjoner har dere opplevd flest små branntilløp (ulming/små flammer) eller større branner? Det var totalt 88 svar mottatt, og hver kunne krysse av for opp til tre alternativer på dette spørsmålet. Det var null registrerte svar på fraksjonene Glass, Betong og tegl, Plast, Gummi, Tekstiler, og Lett forurensede masser.

I NOMIKOs studie [1] var det også branner i blandet avfall som dominerte brannstatistikken, se Figur 4-14. Branner i blandet avfall sto til sammen for 54 % av de 56 gjennomgåtte brannene ved 26 avfallsanlegg i studien. Som vist i figuren er blandet avfall her delt inn i blandet restavfall (22 %), restavfall næring (26 %), restavfall husholdning (5 %) og kvernet restavfall (2 %). Etter blandet avfall, var den hyppigst rapporterte kategorien *annet* (12 %). Denne kategorien inneholder branner i produksjonsutstyr utenom kverning. Etter dette kom plast og papir (9 %), park og hageavfall (8 %), EE avfall (6 %), ukjent (6 %) og trevirke (5 %).



Figur 4-14 Mottatt svar på spørsmål I hva slags avfall oppsto brannen? Hentet fra rapport av NOMIKO [1], gjengitt med tillatelse.

For svenske avfallsanlegg er det også blandet avfall som er hyppigst representert i MSBs brannstatistikk [2], og er angitt som involvert i 76 % av branner i avfallsanlegg. Dette deles inn i de to fraksjonene «sopor» (58 %) og «fluff» (18 %), som begge havner under den norske fraksjonen *blandet avfall*. Deretter kom våtorganisk avfall (fraksjonen «kompost», eller kjøkken- og matavfall fra stor- og småhusholdninger) med 6 % og annet brannfarlig avfall (6 %). Det var også rapportert noen branner i papir, papp og kartong (3 %), metall (3 %), park- og hageavfall (3 %), gummidekkgranulat (2 %) og i gjenvinningscontainer (2 %).



Figur 4-15 Rapportert beskrivelser av «involverte materialer eller objekter» i branner i avfallsanlegg. Grafisk fremvisning summert for perioden 2013-2015, fra tabulert datasett i Avfall Sveriges rapport [2]. Teksten er oversatt til norsk og plassert i avfallskategorier ihht. inndeling i avsnitt 2.3.

I avsnittene under vil det bli gitt en beskrivelse av brannstart i de ulike avfallsfraksjonene.

#### 4.2.2.1 Blandet avfall

Blandet avfall har blitt identifisert som avfallsfraksjonen hvor det ofte oppstår flest branner, både av vår spørreundersøkelse, av NOMIKO [1] og Avfall Sverige [2]. Grunnen til dette er nok at alle årsaker til brannstart som er identifisert i avsnitt 4.2.1 er relevante for blandet avfall.

Blandet avfall er en fraksjon hvor det håndteres store mengder avfall, noe som legger til rette for antennelse ved kompostering. Utendørs kan høye temperaturer eller fuktig vær legge til rette for kompostering, mens innendørs kan tørt klima gjøre massen enklere å antenne av eksterne antenneskilder. Det er også mye mekanisk behandling av avfallet, ved flytting, komprimering, kverning osv., som kan føre til antennelse dersom det er feilsorterte objekt (nødbluss, spraybokser, batterier) til stede, eller ved at det oppstår gnister ved friksjon ved skraping for eksempel mot betonggulv.

*«Restavfall skal ikke inneholde farlig avfall som gassbeholdere, batteri o.l., og likevel inneholder det det»*

-Avfallsanlegg (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

I spørreundersøkelsen og under befaringskom det flere innspill om at små branntilløp slukkes manuelt av personell til stede, og kvern for restavfall nevnes spesielt som område de har fokus på.

#### 4.2.2.2 Farlig avfall

Avfallsfraksjonen farlig avfall består blant annet av olje- og fettavfall, drivstoff og fyringsolje, oljefiltre, maling, lim og lakk, spraybokser, lysstoffrør og sparepærer, batterier, sterkt reaktivt stoff, syrer, baser, avfall med bromerte flammehemmere, kassert isolasjon med KFK og HKFK, PCB- og PCT holdig avfall, gasser i trykkbeholdere og trykkimpregnert trevirke.

Når det gjelder brannstart i farlig avfall, er det i NOMIKO sin kartlegging funnet relativt få branner rapportert til å ha startet ved håndtering og lagring av farlig avfall [1]. De peker på at dette kan være som følge av gode rutiner, høy kunnskap og fokus, samt et lite volum og at det unngås bruk av maskinell håndtering.

Som beskrevet ovenfor ble det også i spørreundersøkelsen i denne studien registrert relativt få som hadde opplevd flest små branntilløp eller større branner i farlig avfall. Fra de seks anleggene (5 %) som rapporterte om at de har flest branner i farlig avfall, var det registrert fire fritekstsvar med utdypende info:

- Farlig avfall i restavfall
- Spillolje, forurenset vann, glycol, forurenset bensin
- Propan, butan og kjølegass
- Branntilløp i parafintank

### 4.2.2.3 Batterier

Både rapportene fra NOMIKO [1] og Avfall Sverige [2] rapporterer om betydelig omfang av branner som er rapportert til å ha startet i batterier. Ettersom batterier ikke utgjør én egen avfallsfraksjon (se avsnitt 2.3), ble disse derfor separert ut i denne studien for å kunne se på omfanget av branner relatert til batterier. I spørreundersøkelsen var det 20% som rapporterte at de har flest små branntilløp eller større branner i forbindelse med batterier (Figur 4-13).

Her er det altså snakk om alle batteri-relaterte branner. Det vil si både korrekt sorterte batterier, og batterier på avveie i restavfallet, i papiravfall, i EE-avfall eller i andre fraksjoner. Det er batterier på avveie som oftest rapporteres som årsak til brannstart, på befaring, møte og i spørreundersøkelsen. Det kan være vanskelig å finne feilsorterte batterier, da disse kan være gjemt inne i annet avfall, for eksempel inne i oppvaskmaskiner. Når avfallsfraksjoner med feilsorterte batterier kvernes, kan det starte brann (avsnitt 4.2.1).

Både ifølge NOMIKO sin kontakt med bransjen, og gjennom innspill til spørreundersøkelsen kommer det frem at man ofte finner rester av batteri i avfallet som har brent, og slik konkluderer med brannårsak. NOMIKO poengterer at det dermed kan stilles spørsmål med hvorvidt batteriene faktisk er årsaken.

*«Powerbank, småelektrisk med lithium batterier, ofte funnet i etterkant, funnet med varmesøkende kamera»*

-Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Også for korrekt sorterte batterier er det utfordringer med brannsikkerhet ifølge de som håndterer slike rene batterifraksjoner<sup>11</sup>. Det kan være utfordrende å få separert batterier fra andre produkter, ettersom batterier i nyere produkter for eksempel kan være limt fast. Dette medfører bruk av verktøy som kan sette i gang mindre branntilløp.

### 4.2.2.4 EE avfall

Brannstart i EE-avfall kan også komme fra feilsorterte batterier. Eksempler på EE avfall hvor dette gjelder, inkluderer store og små husholdningsapparater, leker, fritids- og sportsutstyr, elektrisk og elektronisk verktøy.

### 4.2.2.5 Papp, papir, kartong

Dette er en fraksjon som ofte lagres innendørs, og inneholder tørr masse med høy energitetthet. Papir er lettantennelig, og kan få en voldsom brannutvikling når det først har tatt fyr. Her vil de mest relevante antennelseskildene primært være eksterne antennelseskilder som varme arbeider, gnister, eller antennelse ved batterier som er feilsortert.

<sup>11</sup> Telefonsamtale 20 mars 2019 med NORSIRK

#### 4.2.2.6 Våtorganisk avfall & Park og hageavfall

For disse avfallsfraksjonene vil det være selvantennning ved kompostering som vil være den hyppigste antennelseskilden. Innspill fra bransjen har omhandlet både at de har hatt utfordringer med branner fra kompostering, eller at de er glade for at de ikke håndterer disse fraksjonene på grunn av brannfaren.

«Erfaring viser at det lett oppstår brann i kompostranker og organisk avfall i deponi(garn og not)»

-Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

#### 4.2.2.7 Metall

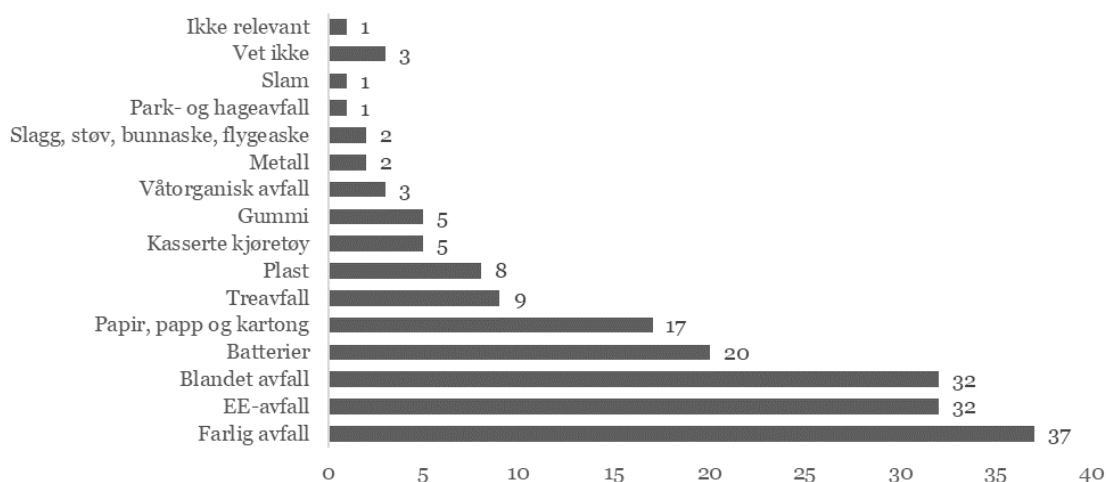
Det er rapportert om en del branntilløp i metall. Et fritekstsvaret i spørreundersøkelsen utdyper at for deres avfallsanlegg skjer dette pga innblanding av EE avfall. Et annet var at brannstart var i metallstøv. Det kan være en del brennbart materiale sammen med metallet, særlig for avfallsfraksjonen *blandede metaller med andre materialer* (eksempelvis kontormøbler, sykler, barnevogner), som kan bidra til brannstart. For *kompleksmetall* (blanding av mye forskjellige metaller, blant annet metall fra kommunale og interkommunale gjenvinningsstasjoner), kan det være store mengder lagret og det kan være en brannfare, ifølge innspill fra Fylkesmannen i Rogaland<sup>12</sup>.

### 4.3 Bransjens oppfatning av konsekvenser av brann

I dette kapitlet vil bransjens meninger om hvilke avfallsfraksjoner som kan føre til størst konsekvenser ved brann bli presentert. Dette er basert på resultater fra spørreundersøkelsen, se Figur 4-16. Det presiseres at dette er ikke basert på rapporterte konsekvenser fra hendelser, men basert på hva bransjen mener kan føre til størst konsekvenser.

Det ble registrert flest svar på farlig avfall (21 %), EE-avfall (18 %) og Blandet avfall (18 %). Deretter var det flere som svarte batterier (11 %) og papir, papp og kartong (10 %). Det var noen svar på treavfall (5 %), plast (4 %), kasserte kjøretøy (3 %) og gummi (3 %). Det er ingen som har rapportert at de mener at branner i Glass, Betong og tegl, Tekstiler, eller Lett forurensede masser kan få størst konsekvenser. For tabulerte tall, se Vedlegg B.

<sup>12</sup> E-postkorrespondanse med senioringeniør ved Fylkesmannen i Rogaland, juni 2019.



Figur 4-16 Svar mottatt på spørsmål *Hvilke avfallsfraksjoner mener dere kan føre til størst konsekvenser i tilfelle brann (miljø, natur, bygningsteknisk, driftsstans, helse etc.)?* Det var totalt 89 svar mottatt, og hver kunne krysse av for opptil 3 alternativer på dette spørsmålet. Det var null registrerte svar på fraksjonene Glass, Betong og tegl, Tekstiler, og Lett forurensede masser.

Under gjennomgå de avfallsfraksjonene hvor bransjen mener en brann vil gi størst konsekvenser, samt hvilke konsekvenser en brann i disse vil kunne gi (påvirkning på miljø, natur, bygningsteknisk, driftsstans, helse etc.). Oppfattet brannrisiko versus reell brannrisiko er diskutert i avsnitt 8.2.1, og miljøkonsekvenser er diskutert i avsnitt 8.2.2.

#### 4.3.1.1 Farlig avfall

Bransjen har en tydelig oppfatning av at farlig avfall vil kunne gi store konsekvenser ved brann. Av konsekvenser ved brann i farlig avfall pekes det først og fremst på miljømessige konsekvenser som følge av innhold av kjemikalier, men også skade på bygning ettersom det lagres innendørs.

*«Farlig avfall forvares innendørs og brann kommer til å gå ut over bygning, luft og vann.»*

-Anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

I tilfelle brann, vil det være snakk om mindre mengder enn for andre fraksjoner, ettersom det ofte er ukjentlig henting. Likevel pekes det på at branner i farlig avfall og EE-avfall kan være vanskelig å slokke og det derfor føre til forurensning av slokkevann, samt HMS-utfordringer ved slokkeinnsats, inkludert mulig personskaade. Håndtering av rester etter en slik brann vil kunne være utfordrende for nedstrømsløsninger.

Fra de 37 anleggene (21%) som rapporterte om at de mener farlig avfall kan føre til størst konsekvenser i tilfelle brann, var det registrert tre fritekstsvar med detaljer om avfallsfraksjoner:

- Offshore/spillolje, petroleumsprodukter med lavt flammepunkt
- Avfall som inneholder giftige tungmetaller
- Metallstøv, karbonstøv

#### 4.3.1.2 EE avfall

For EE avfall går innspill primært på mulige miljøkonsekvenser fra utslipp av farlige gasser til luft, på grunn av innhold av kjemikalier. I tillegg er det noen som peker på forurenset sløkkevann.

#### 4.3.1.3 Blandet avfall

Blandet avfall er ifølge bransjen den fraksjonen som det lagres størst mengder av, det lagres noen ganger innendørs, andre ganger utendørs.

*«Branner i restavfall er også sterkt forbundet med mengder som ligger lagret»*

*-Avfallsanlegg (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)*

Dette er den fraksjonen hvor flest peker på både mulige økonomiske og miljømessige konsekvenser ved en brann. For innendørs lagring, kan en brann få økonomiske konsekvenser ved driftsstans og ved at bygning, produksjonsutstyr eller maskiner brenner. For utendørs lagring kan brann i blandet avfall få konsekvenser for nærliggende virksomheter og naboer. For både innendørs og utendørs lagring kan sløkking av brann potensielt føre til miljøkonsekvenser ved utslipp til vann og luft, ettersom det er snakk om store volum og vil kunne bli langvarig sløkkeinnsats med stort vannforbruk.

#### 4.3.1.4 Batterier

Batterier er også en fraksjon som er hyppig svart under konsekvenser av brann. Det er ingen som har utdypet dette videre, men det har nok sammenheng med hyppighet på brannstart kombinert med at batteribranner kan være vanskelig å slukke.

#### 4.3.1.5 Papir, papp og kartong

Denne avfallsfraksjonen antenner lett, har høy energitetthet og kan ha en voldsom varmeutvikling. Dette er en fraksjon som mange svarte at de mente kunne gi store konsekvenser, først og fremst økonomiske. Både fra spørreundersøkelse og fra befaringer har det kommet innspill på at dette skyldes at det er store mengder, det oppbevares innendørs i haller hvor det ofte er dyrt produksjonsutstyr, blant annet for sortering av papir, papp og kartong i separate fraksjoner. En brann i en papirhall vil



derfor kunne få store økonomiske konsekvenser. Bygningsmassen i seg selv vil koste lite sammenlignet med økonomiske tap dersom produksjonsutstyr brenner opp. Dette vil medføre driftsstans i leveringstid, men kan også tvinge frem investering i nyere og dyrere utstyr. På samme måte som for blandet avfall vil også de store mengdene kunne føre til miljøkonsekvenser i tilfelle brann.

#### 4.3.1.6 Treavfall

Treavfall oppbevares ofte utendørs, uten lukket avrenningssystem og i store mengder. Tilsvarende som for blandet avfall, vil de de store mengdene kunne føre til miljøkonsekvenser i tilfelle brann.

#### 4.3.1.7 Plast og gummi

Begge avfallsfraksjonene har høy energitetthet, slik som papir. Men i motsetning til papir, er plast og gummi vanskelig å antenne, ettersom det ved lave temperaturer smelter fremfor å flamme opp. Hvis brannen først får tak, vil det også kunne gi branner med høy varmeutvikling.

*«Ved mye plast på lager blir det hissige branner som brenner godt.»*

-Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Bransjen peker på at det på noen anlegg oppbevares store mengder plast, og at det ved brann vil kunne være særskilt negativt for miljøet og for helse, ved utslipp av brannrøyk.

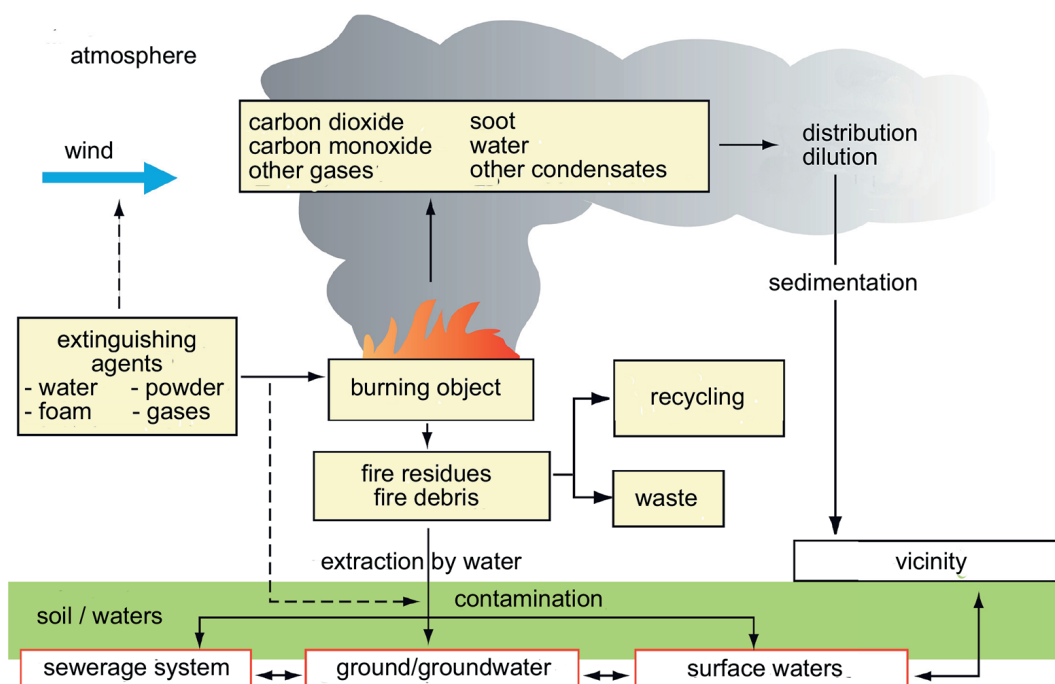
## 5 Miljøpåvirkning fra brann i avfallsanlegg

I dette kapitlet vil det bli gitt en detaljert gjennomgang av miljøpåvirkningene fra brann i avfallsanlegg.

Ved brann i et avfallsanlegg vil det være fare for utslipp til luft og vannforekomster [33]. Materialer som brenner inneholder stoffer som kan være skadelige for både helse og miljø. Særlig eldre og importerte produkter og materialer kan inneholde skadelige stoffer, for eksempel kjemikalier som nå er oppført på den norske prioritetslisten over kjemikalier som regnes å utgjøre en alvorlig trussel mot helse og miljø. Kjemikaliene på prioritetslisten omfattes av et nasjonalt mål om at bruk og utslipp av stoffene skal reduseres og etter hvert fases ut. [34,35]

Hvordan en brann kan påvirke nærliggende områder og miljø er illustrert i Figur 5-1 [33]. Figuren viser skader på miljø via

- Direkte gass- og partikkelutslipp til atmosfæren
- Spredning av utslipp i atmosfære
- Avsetning fra utslipp i atmosfæren
- Jordforurensning
- Kontaminering av grunn- og overflatevann



Figur 5-1 Spredning av utslipp fra en brann til nærliggende områder og miljø [33].

Sammensetningen av utslipp fra en avfallsbrann kan variere betydelig. Forbrenningskjemien til materialer er komplekse, og normalt tilstand for en forbindelse i

en avfallsfraksjon er ikke nødvendigvis samme som tilstanden under og etter brann. Forbindelser kan gjennomgå omdannelse etter utslipp, som for eksempel kjemisk modifikasjon av nitrogenoksider i atmosfæren grunnet UV-lys [33]. Det kan gi miljøkonsekvenser som ikke er spesifisert i denne rapporten. Rapporten gjenspeiler innholdet i den litteratur som har blitt gjennomgått.

Potensielle miljøgifter ved brann i avfallsanlegg samt påvirkning ved utslipp til vann og luft er presentert i dette kapittelet.

## 5.1 Utslipp til vann

I dette avsnittet behandles effekter på vannmiljøet, ikke effekter som er knyttet til human helse. Utslipp til grunnvann og råvann som benyttes til drikkevannsformål omfattes derfor ikke.

### 5.1.1 Påvirkninger av brann på vannmiljøet

Naturlige eller menneskeskapte branner i nedbørsfeltet til innsjøer, elver og kystvann kan gi alvorlige akutte og langvarige effekter på vannmiljøet. Den kjemiske sammensetningen til slokkevannet og etterfølgende avrenning fra nedbørsfeltet vil gjenspeile arealet og materialene som har vært utsatt for brann. Tilgang på oksygen, temperaturutvikling og temperaturnivå i brannen vil også være bestemmende for hvilke stoffer som dannes, og som videre kan berøre vannmiljøet. I tillegg vil type og volum brannsløkkemiddel som anvendes for å stoppe eller begrense brannen ha betydning for effekter i vannmiljøet. Brannens størrelse (areal), volum materiale som er brent og hvor lang tid brannen har pågått før slokking vil være av betydning for effekten på vannmiljøet. Generelt forventes større effekter på vannmiljøet av branner som har større omfang enn mindre branner. Luftbårne forurensninger fra en brann kan også tilføre stoffer som kan ha negative effekter på vannmiljøet, men generelt anses disse deponisjonene å være i begrenset målestokk i forhold til det som tilføres fra slokkevannet. [33,36]

Det finnes norsk og internasjonal litteratur om påvirkninger av branner på vannmiljøet. Litteraturen er dominert av effekter fra skogbranner [37–40], men det finnes også mye litteratur som omhandler branner i urbane områder og eksempler fra ulike industrier [33,36,41–43].

I skogbranner er det i hovedsak organisk materiale i form av jord og planter som brenner. I avfallsanlegg vil forskjellige avfallsfraksjoner kunne gi opphav til en rekke ulike miljøfarlige stoffer i slokkevannet. Fokus i dette avsnittet er rettet mot branner i avfallsanlegg. Det mangler derimot litteratur som kan vise til erfaringer fra branner i avfallsfraksjoner som er typiske for Norge. Ved beskrivelse av utslipp fra ulike avfallsfraksjoner er det oftest tatt utgangspunkt i materialsammensetningen til avfallsfraksjonene, og stoffer som vi vet kan utgjøre en fare for vannmiljøet.

## 5.1.2 Akutte og langsiktige effekter i vannmiljøet

Effekter i vannmiljøet fra en brann vil være akutte (minutter/timer) og langsiktige (måned/år). I tillegg vil elver, innsjøer og kystvann generelt sett ha ulik grad av sårbarhet.

Slokkevannet vil kunne være akutt giftig. Det det vil si at biota som er i kontakt med slokkevannet raskt vil dø. Årsaken skyldes at konsentrasjonene av giftige stoffer er høy, vannkvalitetsparametere (f.eks. pH, partikler, ionestyrke) er endret og/eller at oksygenet i vannmassene brukes opp. Når forurenset slokkevann erstattes med nytt rent vann vil de kjemiske parameterne normalisere seg i vann og sediment, og biota vil gradvis reetablere seg.

Noen branner vil kunne ha langsiktige effekter på vannmiljøet. Dette skyldes at det dannes stoffer som er persistente (lite nedbrytbare). Dioksiner, furaner og non-orto PCBer er eksempler på stoffer som kan dannes under branner, og som er ekstremt persistente og giftige. Disse stoffene bioakkumulerer også i næringskjeden. Når slike stoffer dannes under en brann, vil det kunne ta mange år før stoffene ikke lenger påvises i biota, vann og sedimenter i slike konsentrasjoner hvor de har effekter på vannmiljøet. I branner hvor disse stoffene har blitt dannet, har det vært iverksatt tiltak for å fjerne de nedbrente materialene og jorda/grunnen rundt, av frykt for at stoffene skal spres videre til miljøet [44,45]. Flere faktorer, som temperaturer og tilgang på halogener (Cl, F og Br), er bestemmende for om disse stoffene dannes [46] under en brann. I brannen hos Revac AS (EE-avfall) i 2014 i Norge ble det funnet dioksiner i konsentrasjoner som tilsvarer urbane områder i Norge [47]. Andre stoffer som PCB (polyklorerte bifenyler), perfluorerte forbindelser (PFC), PAH (polyaromatiske hydrokarboner) og metaller vil også kunne gi langtidseffekter i vannmiljøet [36].

## 5.1.3 Vannforskriften og grenseverdier

I vannforskriften er det utarbeidet grenseverdier for en rekke metaller og organiske stoffer i vann, sediment og biota [48]. Disse stoffene betegnes som vannregionspesifikke eller prioriterte stoffer i vannforskriften. Grenseverdiene er utarbeidet for å beskytte biota mot akutt og kronisk eksponering av disse stoffene. Stoffene er valgt ut av EU og Miljødirektoratet, og de er viktige for å sikre beskyttelse av vannmiljøet. Tilstedeværelse og konsentrasjoner av disse stoffene i slokkevannet er førende for hvor store negative konsekvenser en brann vil ha på vannmiljøet. I vannforskriften er det utarbeidet grenseverdier for sjøvann og ferskvann, da giftigheten til mange stoffer er forskjellige i sjøvann og i ferskvann. I klassifiseringsveilederen [48] finnes det også informasjon om de enkelte stoffs evne til å biokonsentrere, vannløselighet og hvilken matriks: vann, sediment og/eller biota, som er egnet for prøvetakning.

## 5.1.4 Fortynning av forurensinger i kystvann, innsjøer og elver

Når slokkevannet fra en brann blander seg med ellevannet, i innsjøen eller i kystvannet vil stoffene fortynnes. Under en brann vil noe av slokkevannet kunne ledes i overvannsnett og føres som et punktutslipp ut til nærmeste elv, innsjø eller kystvann. Miljødirektoratet har utarbeidet et faktaark [49] som gir noe basisinformasjon om hvordan et punktutslipp vil fortynnes i en elv, innsjø og kystvann. Generelt er fortynningen høyest i kystvann og lavest i elv. Ved større branner, eller hvis det ikke er utarbeidet brannvannreservoar for oppsamling av slokkevannet, vil slokkevannet flomme over fra land og ut til vannmassene. Fortynningen av slokkevannet vil da ikke være slik som beskrevet i Miljødirektoratets faktaark [49]. Generelt vil fortynningen bli lavere når slokkevannet flommer over fra land enn hvis det føres ut som punktutslipp. I kystvann hvor det er store volum vann som forurensningene fortynnes i, og strømmer og tidevann fører stoffene bort, vil sårbarheten være mindre enn for elver og innsjøer. Dersom slokkevannet ledes via overvannsnett og slippes ut som punktutslipp på dypt vann vil fortynningen øke ytterligere.

Fortynningen i innsjøer er generelt større enn i elver, men andre forhold, slik som vannets oppholdstid (tid det tar før alt vann er byttet ut) og overdekking med rene sedimenter (generelt beregnes 1-2 mm økning pr år) påvirker hvordan effekten av forurensningene blir. I mindre innsjøer hvor fortynningen vil være begrenset, oppholdstiden til vannmassene kan være lang og tildekking med rene sedimenter kan ta tid, vil det kunne ta lang tid før vannkjemien er tilbake til normal tilstand. Etter skogbrannen i Mykland i 2008 var vannkjemien i innsjøer i nedbørfeltet nesten tilbake til tilstanden de hadde før skogbrannen etter 4,5 år [37].

I elver vil rent vann fra kilder oppstrøms blandes med slokkevannet og forurensningene vil fortynnes. Elver med stor vannføring og kraftig strøm vil fortynne slokkevannet bedre enn en mindre elv med mindre turbulens. Under flom vil forurensede sedimenter vaskes bort og biota fra kilder oppstrøms og fra sideelver vil rekolonisere området [50].

## 5.1.5 Bruk av utvalgte tilsatsmidler - effekter på vannmiljøet

Ved slokking av brann benyttes hovedsakelig vann, men tilsatsmidler som virker kjølede og/eller kvelende på brannen kan tilsettes. Med tilsatsmidler menes stoffer som blandes ut i vann for å oppnå endret slokkeeffekt. Noen tilsatsmidler vil påvirke den kjemiske sammensetning i slokkevannet vesentlig i forhold til rent vann. I slike tilsatsmidler er det stoffer som vil brytes raskt ned (oksideres) ved tilgang på oksygen. Stoffets BOF-verdi (biologisk oksygen forbruk) angir hvor mye oksygen som trengs for å bryte ned stoffet. Slike tilsatsmidler forbruker opp oksygenet i vannmassene. Dette resulterer i at det blir oksygenvinn i vannmassene, som vil få store negative konsekvenser for biota. Fra brannen hos Revac AS (EE-avfall) i 2014 er dette godt beskrevet for Aulivassdraget [47]. Omfattende fiskedød ble observert, og 1560 kg med fisk ble plukket opp fra vassdraget under og etter brannslukkingen. I tillegg ble det observert omfattende skader på bunndyr, mens ingen effekter var synlige på

begroingsalger i vassdraget. I Aulivassdraget var det en kombinasjon av toksiske konsentrasjoner av metaller, særlig kobber og kadmium og oksygensvinn i vannmassene som forårsaket den omfattende fiskedøden [47].

For mer informasjon om hvorfor brannskum brukes som slökkemiddel, se Vedlegg D.

Ved bruk av nitrogenholdige tilsatsmidler kan slökkevannet inneholde høye konsentrasjoner av ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) (ISO/DIS 26367-1). Når pH i vannmassene er høyere enn 8,0 vil ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) dannes fra ammoniumet, og ammoniakk-konsentrasjonene øker med økende temperatur. Konsentrasjoner av fri ammoniakk bør være under 10  $\mu\text{g/L}$ , da høyere konsentrasjoner vil være giftig for vannlevende organismer [51].

Brannskum er i dag største kilde til organiske fluorforbindelser som per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS) i Norge [52]. PFASer som PFOS og PFOA har vært benyttet i brannskum, men bruken av dem er i dag strengt regulert. Brannskum som produseres i dag inneholder andre PFASer, ofte med noe kortere karbonkjeder [52]. PFASer har en rekke uheldige miljøeffekter; de er tungt nedbrytbare (persistente) og forblir i miljøet i lang tid, de har en rekke ulike giftegenskaper (toksiske) og de hoper seg opp i organismer (bioakkumleres). Kunnskap om de nyere PFASene er begrenset, men mange har antagelig svært uheldige egenskaper, og stadig flere føres opp på kandidatlista til REACH for vurdering til videre reguleringer [53]. Dersom brannskum med PFASer benyttes vil stoffene med høy sannsynlighet påvises i vannmiljøet i lang tid framover. I flere steder i Norge kan høye konsentrasjoner av PFOS og PFAS påvises i fisk og grunnvann nær brannøvningssteder hvor disse stoffene har vært benyttet.

Det ble samlet inn datablad for to klasse A-skum og ett klasse B-skum via leverandører av brannskum til norske brannvesen. En gjennomgang viste at informasjon i produkt datablad til ulike brannskum varierer. Det er funnet eksempler på datablad som karakteriserer slökkemiddel som «ikke skadelig for miljøet» og samtidig «fullstendig biologisk nedbrytbart».

### 5.1.6 Stoffer i slökkevannet - effekter på vannmiljøet

Når slökkevannet blander seg med vannmassene vil en rekke generelle vannkvalitetsparametere endre seg. Endringer i pH, alkalinitet, turbiditet og ledningsevne, samt konsentrasjoner av suspendert stoff, nitrogenforbindelser (ammonium, nitrat og totalt nitrogen), biologisk og kjemisk oksygenforbruk (BOF og KOF), oppløst organisk karbon (DOC), total organisk karbon, sulfat og klorider vil forekomme [41,42,47]. Endringene i disse generelle vannkvalitetsparametere vil i seg selv kunne ha negative effekt på biota i vannmiljøet, men det er innholdet av miljøskadelige stoffer i slökkevannet, som kan være akutt giftige eller påvirke vannmiljøet i lang tid framover, den største bekymringen oftest er rettet mot. Hvilke typer miljøskadelige stoffer som påvises i slökkevannet vil i stor grad være avhengig av hva slags materiale/avfallstyper som har brent. I tillegg er det noen stoffer som dannes under forbrenningen av organisk materiale. Forhøyende konsentrasjoner av følgende miljøskadelige stoffer påvises ofte i alt slökkevann [36,41,42,54]:

- Metaller (As, Cr, Zn, Cu, Pb, Ni, Hg, Cd, B, Ba, Al), som har sitt opphav fra materialer/avfallstyper.
- Polyaromatiske hydrokarboner (PAH16), klorerte/bromerte dioksiner og furaner, non-orto PCBer, som dannes under forbrenning av organiske materialer/avfallstyper.
- Cyanid (HCN/CN<sup>-</sup>), fra forbrenning av organisk materiale.

I tillegg til disse miljøskadelige stoffene vil det være andre stoffer i slokkevannet som i større grad kan knyttes til materialer eller avfallstyper som har vært utsatt for brann. I Vedlegg C gis det mer utfyllende informasjon om utvalgte stoffer som kan forventes å påvises i slokkevannet fra branner i ulike materialer eller avfallsfraksjoner.

Data fra slokkevannsanalyser utført i forbindelse med seks branner i fire avfallsanlegg i Sverige er rapportert i Avfalls Sverige sin rapport [2]. Et sammendrag av funnene fra slokkevannanalysene i Sverige er listet under:

- Relativt nøytrale pH-verdier, trolig på grunn av fortynnet slokkevann
- Høye nitrogenkonsentrasjoner
- Høye konsentrasjoner av metaller
- Høy konduktivitet, mest sannsynlig pga. høyt kloridinnhold
- Høye konsentrasjoner av organiske forbindelser (alifatiske hydrokarboner, fenoler, tolen, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH))
- Forhøyede konsentrasjoner av klorerte dioksiner
- Forhøyede konsentrasjoner av bromdifenyleter (flammehemmende middel)
- Påvist innhold av PFAS (fluortelomersulfonat (6:2 FTS), PFOS og PFOA)

### 5.1.7 Overvåking av vannmiljøet ved brann

Da vannforskriften ble implementert i Norge i 2007 fikk forvaltningen konkrete og målbare miljømål for vannmiljøet. I vannforskriften er det utarbeidet klassegrenser for biologiske, fysiske og kjemiske parametere i elver, innsjøer og kystvann som bestemmer den økologiske og kjemiske tilstanden [48]. Det overordnede miljømålet i vannforskriften er god økologisk og kjemisk tilstand.

Det er føringer i vannforskriften for hvordan et overvåkingsprogram skal utformes. Ved et forurensningsuhell, slik som en brann vil være, skal såkalt problemkartlegging iverksettes. I problemkartleggingen skal omfanget og konsekvensene av brannen fastslås. Datagrunnlaget herfra danner grunnlaget for å utarbeide et tiltaksorientert overvåkingsprogram slik at miljømålet nås, etter at eventuelle tiltak iverksettes. Problemkartlegging skal i hovedsak gjennomføres etter standard overvåkningsmetoder. Ved utforming av et overvåkingsprogram i forbindelse med en brann må påvirkninger fra brannen som kan berøre den økologiske og kjemiske tilstanden inkluderes. Et overvåkingsprogram må da inneholde:

- Biologiske kvalitetselementer
- Fysisk-kjemiske kvalitetselementer
- Vannregionspesifikke stoffer
- Prioriterte stoffer

Ansvarsfordeling<sup>13</sup> når det gjelder varsling ved et forurensningsuhell er at brannvesenet forvarsler 110-sentralen, som så tar stilling til om det skal varsles videre til Kystverket om mulig utslipp av farlige stoffer (se rapportering til BRIS i avsnitt 4.1). De andre varslene som går ut om mulige utslipp er det avfallsanlegget som håndterer, i henhold til deres beredskapsplan, og interkommunalt utvalg mot akutt forurensning (IUA) ivaretar kommunenes nødvendige beredskap mot akutt forurensning.

I 2018 ble det utarbeidet en eksempelsamling for tiltaksorientert overvåking i henhold til vannforskriften [55]. Her gis det blant annet informasjon om valg av kvalitetselementer, plasseringer av overvåkingsstasjoner, frekvens for prøvetakning, antall år mellom hver undersøkelse og valg av matrikser (vann, sediment og/eller biota) for prøvetakning av vannregionspesifikke og prioriterte stoffer. Informasjon fra eksempelsamlingen og klassifiseringsveilederen [48] vil være nyttige for utforming av overvåkingsprogram og klassifisering av tilstand i forbindelse med brann i ferskvann og kystvann.

### 5.1.8 Farlig avfall

Fraksjonen farlig avfall består av en rekke ulike avfallsfraksjoner som inneholder metaller og organiske og uorganiske stoffer som alle kan ha alvorlige effekter på vannmiljøet. Ved brann i de fleste av avfallsfraksjonene som omfattes i denne avfallskoden vil det forventes at sløkkevannet vil inneholde stoffer som kan ha en alvorlig effekt på vannmiljøet. Avfallskoder som omfatter olje, organiske løsemidler med halogen, maling/lim/lakk, kvikksølv-, bly-, nikkel- og kadmiumholdig avfall, andre tungmetaller, slagg/slam/støv/aske fra renseanlegg/forbrenningsanlegg, alle typer batterier, lysstoffrør/sparepærer, CCA/kreosot trevirke, CN-avfall, bekjempningsmidler, syrer/baser, boreslam/borkaks, organisk avfall med halogen, avfall med bromerte flammehemmere, avfall med ftalater (plast og PVC), isolasjonsskum, klorparafinholdig avfall/glass, PCB/PCT-holdig avfall, fotokjemikalier og asbest anses som spesielt bekymringsfulle for vannmiljøet ved brann.

Da avfallsfraksjonene som tilhører farlig avfall er lite ensartede må et vannovervåkingsprogram tilpasses hver enkelt avfallskode. Typiske stoffer som bør vurderes inkluderes inn i et vannovervåkingsprogram og antagelig oppfølges over tid vil være:

- Metaller
  - Hg, Pb, Ni, Cd, Cu, As, Cr og Zn
- Organiske stoffer
  - PAH, klorerte/bromerte dioksiner og furaner, non-orto PCBer, PCB7/PCT, SCCP/MCCP, flammehemmere, perfluorerte, utvalgte bekjempningsmidler, flyktige stoffer/løsemidler (VOC) og ftalater.
- Andre stoffer
  - CN og stoffer som kan endre pH, ledningsevne og oksygeninnhold i vannmassene.

<sup>13</sup> Ifølge innspill fra brannvesen, telefon og e-postkorrespondanse juni 2019



De fleste av disse stoffene (vannregionspesifikke og prioriterte stoffer) finnes i Klassifiseringsveilederen [48] med tilhørende grenseverdier. Avfallsfraksjoner som gir opphav til noen av disse stoffene, bør man være ekstra oppmerksomme på med hensyn til effekter i vannmiljøet.

## 5.2 Håndtering av slokkevann ved brann i avfallsanlegg

I en rapport fra Avfall Sverige [2] fremgår det at håndtering av forurenset slokkevann og krav til dette varierer mellom ulike svenske avfallsanlegg. Bransjen ønsker tydeligere rutiner for slokkevannanalyser, kunnskap om hva slokkevannet kan inneholde av miljøskadelige stoffer og informasjon om metoder for rensing av slokkevann. Mange i bransjen opplever at det ofte er uklart hvordan slokkevann skal håndteres og hva som skal analyseres. I noen tilfeller lar man slokkevannet renne ned i anleggets avløpsvann. Frekvens for prøvetaking og hvor man tar prøver varierer. Prøver tas i avfallsvann, dammer og i områder utenfor avfallsanlegget.

### 5.2.1 Oppsamling av slokkevann

Slokkevann som ikke fordamper ved slokking av brann vil forbli på brannplassen eller renne ut til omkringliggende områder. Grad av forurensning i det overflødig slokkevannet vil variere [56]. Sammensetningen av forurensende stoffer i slokkevannet under og etter en brann vil være avhengig av vannbruket under slokkeinnsatsen. Slokkevann brukt til kjøling av nærliggende truede konstruksjoner vil kun inneholde stoffer som allerede fantes på brannplassen eller som blir vasket ut av konstruksjonene. Forurensninger vil også komme fra eventuelle tilsatsmidler i slokkevann, for eksempel skum. Vann brukt til slokking av selve brannen eller vasking vil i stor grad være preget av restprodukter fra brannen. [57]

Forurensninger kan hovedsakelig lekke ut fra avfallsanlegget til miljø via anleggets avrenningssystem for overflatevann. Enten direkte eller via dagvannsbrønner, eller via avløpssystem og kloakk, eller direkte til vannforekomst og jord med fare for grunnvann [58].

Ved en større slokkeinnsats i et avfallsanlegg er det behov for å samle opp forurenset slokkevann slik at det ikke ukontrollert renner ut til vannforekomster. Et system for oppsamling av vann bør med fordel være automatisk slik at minst mulig manuell styring er påkrevd. Systemet skal være utformet slik at ikke brannvesenets slokkearbeid begrenses, og skal ikke bidra til økt spredning av brannen.

Oppsamlingssystem for slokkevann kan være stasjonære eller mobile. Ved en situasjon der de etablerte oppsamlingssystemene ikke strekker til, kan reservesystemer tas i bruk for å sørge for minimal miljøpåvirkning. Eksempler på etablerte og reserveoppamlingssystem for forurenset slokkevann er gitt i veiledninger [26,56,58] og hentet fra spørreundersøkelsen:

### **Etablerte oppsamlingssystem**

- faste dekker med kontrollert avrenning
- oppsamlingsbassenger
- lagertanker
- avstengningsventiler til rørledninger
- oljeutskillere
- pumpebiler
- lenser
- lukket system for overvann, eventuelt koblet til offentlig anlegg

### **Reserve-opsamlingssystem**

- områder som kan ofres til inntrengning av vann fra overflaten og ned i grunnen
- oppbygging av barrierer med for eksempel sandsekker
- groper og grøfter
- portable tanker, sylindere og tankbiler
- absorbent

En detaljert beskrivelse av oppsamlingssystem finnes i veiledningene PPG18 Managing Fire, Water & Major Spillages [58] og CFPA-E No 32:2014 F [26].

Det er tiltakshaver (som regel eier av virksomheten) som har ansvar for etableringen av oppsamlingssystem. Avfallsforskriften (se avsnitt 3.2) angir ikke konkrete krav til avrenning for andre avfallsfraksjoner enn farlig avfall.

Dersom oppsamlet sløkkevann er tilstrekkelig fritt for rusk og partikler kan gjenbruk av sløkkevannet vurderes. Dette vil minske det totale volumet sløkkevann og forenkle håndteringen av sløkkevannet. [57]

Det er alltid hensiktsmessig å samle forurensinger på et begrenset område på en skadeplass. Er ikke oppsamling av sløkkevann praktisk mulig, kan man sørge for å begrense spredningen eller lede vannet til strategiske områder, for eksempel gjennom tetting av dagvannsbrønner. Brønner kan dekkes med for eksempel gummiduk/ lokk. Et alternativ for å hindre spredning er også å bruke egnet absorpsjonsmiddel. [56]

## **5.2.2 Rensing av sløkkevann**

Sammensetningen av komponentene i sløkkevannet som har blitt samlet opp er ofte kompleks og graden av forurensning kan variere ut fra brensel og sløkketeknikk. Det finnes en rekke forskjellige metoder for rensing av sløkkevann. Disse må kombineres for å håndtere de ulike forurensningene som vannet kan inneholde (rusk, partikler, metaller, organiske stoff, skumvæske etc.).

Valg av rensemethode for slokkevann er avhengig av [56]:

- sammensetning og konsentrasjoner av forurensning i slokkevannet
- hvilken grad av rensing som skal oppnås
- økonomi
- hvor akutt situasjonen er

COWI har på oppdrag for svenske Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, gjort en sammenstilling over eksisterende rensemeter for slokkevann [56]. En oppsummering av rensemeterne er gitt i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Eksempel på rensemeter for forurensninger i vann. Direkte oversatt fra [56].

Forurensning	Rensemeter
Metaller (på partikler)	Mekanisk separering, for eksempel med hjelp av filter av forskjellige porestørrelser (fra sandfilter til omvendt osmose)
Metaller (oppløste)	Kjemisk felling, adsorpsjon, omvendt osmose, ionebyttere
Organiske forbindelser	Adsorpsjon for eksempel med aktivt kull; kjemisk oksidasjon med ozon, hydrogenperoksid eller UV-stråling eller kombinasjoner av disse; oljeutskillere; til en viss grad omvendt osmose; lufting
Olje	Oljeutskillere
PAH	Aktivt kull, elektrokjemisk oksidasjon, kjemiske oksidasjon (hydrogenperoksid + ozon + UV-stråling)
VOC Dioksiner	Adsorpsjon for eksempel med aktivt kull, luftesystem, kjemisk oksidasjon, til en viss grad omvendt osmose Kjemisk oksidasjon, omvendt osmose, aktivt kull
Tilsatzmidler (tensider)	Kjemisk oksidasjonsmeter som kombinerer ozon, UV-stråling og hydrogenperoksid
Partikler	Mekanisk separering for eksempel forskjellige filter
Avvikende pH	Forhøye pH gjennom tilsetning av kalk eller natriumhydroksid, senke pH med karbondioksid eller saltsyre
Oksygenforbrukende stoffer	Kjemisk oksidasjon med hydrogenperoksid (+ evt. katalysator), omvendt osmose, lufting, biologisk nedbryting, i noen grad aktivt kull.

Den enkleste og den eventuelt minst kostbare metoden for å minimere miljøpåvirkning er å fjerne partikler, og dermed også forurensninger bundet til partiklene. Dette alene er ikke en optimal løsning da oppløste forurensninger ikke vil bli fanget opp. Slokkevann som inneholder skumvæske stiller høyere krav på valg av rensemeter. Kombinasjoner

av forskjellige typer filter og andre rensemetoder kategorisert etter rensingsgrad og etter forventede kostnad for metoden, er gitt i COWI sin sammenstilling [56].

For å oppnå en høy grad av rensing og virkningsgrad kreves ofte en form for forbehandling av slakkevannet, for eksempel gjennom et forfilter som renses vekk partikler. I mange tilfeller er den beste løsningen å sende oppsamlet slakkevann til rensing av eksterne firmaer med stasjonære renseanlegg, istedenfor å utføre rensingen på plass på avfallsanlegget. Det kan også være en mulig løsning å leie inn denne tjenesten til avfallsanlegget via mobile renseanlegg [56].

## 5.3 Utslipp til luft

En brann i et avfallsanlegg vil gi utslipp av forskjellige typer brannrøyk. Miljø- og helsepåvirkning fra en avfallsbrann vil være avhengig av sammensettingen av brannrøyken [59]. I tillegg vil blant annet spredningen av brannrøyken også påvirke hvor store skadeeffektene blir, som igjen blir påvirket av egenskapene til brannrøyken (densitet, damptrykk, nedbrytning, eventuell partikkelstørrelse), vær og vindhastighet samt utforming av terreng. Denne studien fokuserer på sammensetningen av brannrøyken fra forskjellige avfallsfraksjoner. Utslipp fra ulike avfallsfraksjoner som er rapportert i litteratur er samlet i Vedlegg C. Egenskapene til brannrøyken som slippes ut til luft i størst konsentrasjoner er beskrevet nærmere nedenfor.

Karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) og karbonmonoksid ( $\text{CO}$ ) utgjør de kvantitativt største delene av branngasser ved forbrenning av de materialene som kan forventes å brenne i et avfallsanlegg, herunder tre, papir, tekstiler, plast og gummi [60].

$\text{CO}_2$  er en naturlig del av atmosfæren og er en viktig del av fotosyntesen. Samtidig regnes den som den viktigste klimagassen, og er ofte et resultat av menneskelig aktivitet som bidrar til klimaendringene [61].

$\text{CO}$  dannes ved forbrenning med underskudd på oksygen og bidrar blant annet til dannelse av bakkenær ozon [62]. Bakkenær ozon er en klimagass og kan i høye konsentrasjoner føre til skade på helse, vegetasjon og materialer [63]. Dannelse av  $\text{CO}$  er hovedsak kjent for å årsake helsefare i form av karbonmonoksidforgiftning (oksygenmangel) [59].

$\text{NO}_x$  dannes ved forbrenning og spesielt ved branner i treverk og polyuretanplaster [59]. Utslipp av  $\text{NO}_x$  bidrar til dannelse av bakkenær ozon og sur nedbør [64]. Sur nedbør er skadelig for økosystem og vegetasjon, og kan gi omfattende skade på fisk og skog.

**Halogenerte syrer (HX)** dannes først og fremst ved forbrenning av plaster som inneholder halogenforbindelser, for eksempel PVC og polytetrafluoretylen, samt fra flammehemmende stoffer [59]. Når HX løses i vann dannes syrer som i sin tur kan gi korrosjonsskader og forsuring.

**Svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ )** dannes først og fremst ved brann i petroleumsprodukter og byggematerialer hvor gips inngår [60]. Utslipp av  $\text{SO}_2$  kan bli spredt over store områder før den omdannes til svovelsyre. Svovelsyre kan årsake forsuring og skade på vegetasjon [59].

**Flyktige organiske forbindelser (Volatile organic compounds, VOC)** er en fellesbetegnelse for flyktige organiske forbindelser og omhandler et stort antall forbindelser i gassfase, for eksempel bensen, toluen, xylen, fenol og klorobensen. VOC dannes ved ufullstendig forbrenning og kan bidra til dannelse av bakkenær ozon [59,65]. Kilder til dannelse av VOC er eksempelvis brann i deponier av treflis, dekk og materialer som inneholder polystyren. Brann i bygninger og skogbranner er også store kilder til VOC utslipp.

**Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)** er organiske forbindelser som er bygget opp av en eller flere benzenringer. Brann i deponier av treflis og dekk kan gi utslipp av PAH [59]. Bygningsbranner og skogbranner er også store kilder til utslipp av PAH. Giftigheten til de forskjellige PAH-forbindelsene varierer. De kan forårsake genetiske skader og kreft, og kan skade forplantningsevnen. Flere forbindelser er giftige for vannlevende organismer [66]. PAH står på den norske prioritetslisten.

**Isocyanater** blir frigitt når polyuretan varmes opp. Sponplater kan avgi store mengder isocyanater. Isocyanater er reaktive stoffer som kan gi alvorlige helseeffekter.

**Klorerte dioksiner og furaner (PCDD/PCDF)** står på den norske prioritetslisten. Stoffene er giftige og har lang nedbrytningstid i naturen [67]. Dioxiner blir frigitt ved forbrenning av material med halogener, for eksempler ved brann i avfallsopplag og deponier av PVC-plast og dekk.

**Partikler og støv** dannes ved de aller fleste branner og består i hovedsak av sot, tjære, ufullstendig forbrent brensel og uorganisk materiale [59]. Sammensetning og størrelse vil være avhengig av type brensel og forbrenningsforhold. Gips og tre er eksempel på material som ved forbrenning danner store mengder støv og partikler. Andre stoffer som PAH, dioksiner, og tungmetaller kan bindes til partiklene. Partiklene kan gi negative helseeffekter som irritasjon på pusteorganene.

**Tungmetaller** kan ved en brann bli spredt over store områder, enten bundet til sot- og støvpartikler eller som metallpartikler. Utslipp av tungmetaller er påvist ved brann i EE-avfall. Tungmetallene kan ikke brytes ned til mindre skadelige forbindelser, og kan ved høye konsentrasjoner være skadelige for vekster, dyr og mennesker.[59,68]

**Flammehemmere** finnes i mange forskjellige typer produkter, deriblant byggematerialer, møbler, plast og elektriske produkter. Det er en viss usikkerhet med hensyn til hvilke stoffer som dannes når produkter med flammehemmere brenner. Ved lave forbrenningstemperaturer (underventilert, dårlig forbrenning) kan bromerte flammehemmere danne polybromerte dibensodioxiner (PBDD) og polybromerte dibensofuraner (PBDF). [59,68]. Flere flammehemmere er såkalte persistente organiske miljøgifter (POP-er). POP-er er giftige og tungt nedbrytbare stoffer som akkumuleres, og kan fraktes over store områder via luft- og havstrømmer.] Bromerte og fosfororganiske flammehemmere står på den norske prioritetslisten. [69,70]

**Polyklorerte bifenyler (PCB)** er syntetiske klorforbindelser som er giftige, tungt nedbrytbare og som akkumuleres i næringskjeden. PCB er såkalte POP-er og ble forbudt i 1980, men finnes fortsatt i en del gamle produkter og materialer. PCB kan dannes ved brann i materialer som inneholder klor. PCB står på den norske prioritetslista. [59,71]

Utslipp av eksempelvis branngassene CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> er særlig skadelig ut fra akutt toksikologisk hensyn. Organiske forbindelser med høy molekylvekt og aerosoler, for eksempel finstøv (particulates), PAH og dioksiner er skadelige ut ifra et miljøperspektiv. [33]

Utslippene fra brann kan forårsake både korttidseffekter (for eksempel dannelse av smog og skade på biotop), og langtidseffekter (persistente organiske forurensninger, POP) på miljø. [33,36]

Utslipp som forårsaker korttidseffekter [33,36]:

- halogenerte syrer (HX)
- metaller
- nitrogen oksider (NO<sub>x</sub>)
- finstøv
- svovel oksider (SO<sub>x</sub>)
- flyktige organiske forbindelser (VOC)

Utslipp som forårsaker langtidseffekter [33,36]:

- metaller
- finstøv
- polyaromatiske hydrokarboner (PAH)
- polyhalogenerte dioxiner og furaner (PXDDs/PXDFs)
- flyktige organiske forbindelser (VOC)

## 6 Gjennomgang av hendelser

I dette kapitlet vil en gjennomgang av utvalgte hendelser presenteres. Utvalget er basert på innspill fra oppdragsgiver og gjennomgang av statistikk i BRIS (se avsnitt 4.1).

Flere brannvesen bruker Facebook aktivt for å informere publikum om viktige hendelser og innsatser, samt for å advare ved farlige utslipp. I noen av hendelsene presentert nedenfor er derfor brannvesenets Facebook-sider brukt som referanser, spesielt når det gjelder beskrivelser av brannvesenets innsats.

### 6.1 Revac AS, Re kommune, 2014

Brannen på Linnestad næringsområde i Re kommune startet ca. 06:30 2014-07-21 på Revac AS sine områder og er antatt å ha startet som selvantennelse i en avfallshaug. Avfallshaugen besto av 1250 tonn med miljøsanert EE-avfall, plassert utendørs [72].

Brannvesenet rapporterte først om brann i en haug med oppmalt plast og om en omfattende brann med kraftig røykutvikling. Man advarte mot eksponering for denne røyken og informerte på sin Facebook-side allmenheten om risiko for eksponering av farlige forbindelse fra PVC-plast, polyuretan og epoxyplast [73].

En gjennomført vurdering basert på gjennomsnitt av tester (type test er ikke spesifisert) angir at innholdet i materialet som brant besto av [72]:

- Plastfraksjoner (ca. 80-90 %)
- Metaller (ca. 5-8 %), hovedsakelig ikke-magnetisk metall
- Glass, tre, papir (ca. 5-10 %)
- Kondensatorer (ca. 0,01 %)
- Kretskort (ca. 0,2 %)
- Batterier (ca. 0,025 %)

Brannvesenet beskrev hvordan de dekte haugen med brannskum, med hjelp fra industrivernet på Esso Slangentangen, for å forsøke å kvele brannen [73]. En brannbil fra Torp flyplass bisto med vann og skum. På grunn av dårlig vannforsyning måtte tankbiler gå i skytteltrafikk mellom brannstedet og en vannkilde. Under innsatsen ble det på det meste benyttet ni brannbiler, én Panther (flyplassbrannbil) og 18 brannmannskaper samtidig som man fikk bistand fra industrivernet på Esso Slangentangen, Torp flyplass og Stokke brannvesen. Brannen ble erklært slokket etter 36 timer. 12 m<sup>3</sup> med ren skumvæske utblandet til 3 %, samt 1800 m<sup>3</sup> (1,8 millioner liter) vann er estimert brukt i innsatsen [73,74].

Brannvesenet har påpekt at de hadde fått manglende informasjon fra kommunen om bedriftens tillatelse om å håndtere EE-avfall. Det ble også avdekket at det ikke var tilstrekkelig med slokkevann på industriområdet etter regelverket [72].

Vann fra slokkeinnsatsen ble drenert via anleggets tette betongdekke til kumsystem med tilhørende sandfang/utskiller. Deretter ble det ført ut i en utslippsløsning og videre ut i en liten bekk [72]. NIVA fikk i oppdrag å utrede konsekvensene av brannen på akvatisk miljø og konkluderte med at tilførselene av brannskum med slokkevannet trolig førte til

oksygensvinn i vassdraget, fra like etter utslippspunktet og ned til utløpet av Aulielva. Som beskrevet i avsnitt 5.1.5 var det mest sannsynlig de lave oksygennivåene som forårsaket fiskedød der hvor metallkonsentrasjonene alene ikke var akutt giftige [47]. Prøver fra vannet flere kilometer nedstrøms fra utslippet viste på kvikksølv, kadmium, bly, kobber, sink og nikkel, over grensen for akutt giftig virkning på vannlevende dyr. 20 husstander ble anbefalt å ikke drikke vannet i brønnene sine, vurdert fra et «føre var prinsipp». Disse brønnene ble friskmeldt etter en karantenetid på 63 dager, siden målingene viste tilfredsstillende resultater. Flere bønder fikk hele eller deler av avlingen ødelagt på grunn av vanning med forurenset vann [72].

## 6.2 Revac AS, Re kommune, 2018

En ny brann ved Revac AS, på Linnestad i Re kommune, startet søndagen den 2018-05-27. Branntilløpet var innendørs i et nytt anlegg og varsling kom kl. 07:05 via politiets nødtelefon, og automatisk brannalarm (ABA) til 110-sentralen mindre enn ett minutt senere [75]. Bygget var oppført med stål i de bærende konstruksjonene, tak i betong og vegger av betong med sandwichplater øverst [76].

Avfallet som brant var ca. 80-100 tonn oppkvernet EE-avfall, som lå i en 15 × 15 m stor bingje [75].

Fire personer var på jobb ved avfallsanlegget da brannen ble oppdaget. En eller flere av disse var inne i bygningen og utførte slokkeinnsats da brannvesenet ankom stedet [76]. Filmopptak har vist at den første røyken ble synlig kl. 06:59 og omtrent tre minutter senere var åpne flammer synlige på opptaket [75,77].

Brannvesenet rapporterte at under første fase av innsatsen måtte de gjøre livreddende innsats for å berge ut ansatte, da disse utøvde slokkeinnsats uten verneutstyr [75].

Brannvesenet benyttet en ansatt, som var del av industrivernet ved Revac, som kjentmann. Vedkommende informerte brannvesenet om vannforsyningsmuligheter og om avfallet som brant. Innsatslederen hadde erfaring fra brannen på samme sted i 2014, og definerte en målsetning om å begrense forurensning til omgivelsene [75].

Det var begrenset med kommunal vannforsyning inn til industriområdet men brannvesenet brukte også resirkulert slokkevann fra en fangdam og tankbiler som gikk i skytteltrafikk til og fra kommunal pumpestasjon [75,77]. Sprinkler og vannforsyning ble borte i et tidsrom under formiddagen [75].

Under slokkeinnsatsen ble det satt opp vannkanon på taket, som hadde en kapasitet på ca. 1000 L/min.

Skogbrannhelikopter ble vurdert brukt, men det var ikke tilgjengelig og samtidig lite hensiktsmessig å bruke. Skogbrannvaktfly ble rekvirert for å overvåke at nedfall ikke utløste skogbrann i terrenget, samt retningen til brannrøyken [75].

Underveis i slokkeinnsatsen ønsket brannvesenet å flytte massen med avfall utendørs for å omvelte den, samtidig som man påfører vann. Dette ble avbrutt på grunn av at man vurderte at den kraftige brannen hadde svekket byggets konstruksjon og at det ikke var trygt å oppholde seg i hallen [76,77].



Anlegget lå på fast dekke, noe som begrenset utslipp til grunnen. Etter brannen i 2014 ble det stilt krav om fangdam for oppsamling av forurenset vann og resirkulering av slukke vann, slik at vann som renner ut på dekket samles i et lukket system. I og med at man tilførte vann fra tankbiler, og at det var ventet regn, risikerte man at vannmengden ville bli for stor i forhold til fangdammens dimensjoner. Sugebiler ble derfor rekvirert for kontrollere vannstanden i fangdammen [75,76].

Etter brannen tok kommunen ansvar for prøvetaking av grunnvannsbrønner i området, fylkesmannen for overvåking av fangdam og overflatevann, og Økokrim tok prøver av nedfallsstøv i området. Mattilsynet tok gress- og nedfallsprøver på én gård som ble påvirket av nedfall [75].

Underveis i innsatsen ble utløp kontrollert for å unngå avrenning til grunnen. En ventil ble justert for å stoppe en lekkasje av forurenset slukke vann. Det ble også gjort tiltak i en bekk etter befaring fra blant annet fylkesmannens miljøvern avdeling og en representant fra miljørettet helsevern i Re kommune. Vannprøver ble tatt og sendt til analyser for å kvantifisere giftstoffer i bekken. Det ble også laget sandfang i bekken etter anbefaling fra fylkesmannens miljøvern avdeling [75]. Sandfanget bestod av flere filtre med sand og grus på tvers av bekkeløpet.

Brannen ble erklært sløkket 20 mai 2019 kl. 16:30. Staben ble avviklet kl. 16:40.

Kildene brukt i denne rapporten gir ingen informasjon om hvilke kjemiske analyser som er foretatt i etterkant av brannen eller hvilke måleverdier disse har resultert i. Det konkluderes imidlertid med at det er behov for å kartlegge laboratorium og kapasiteter for prøvetaking ved mistanke om forurensning og at det er nødvendig å utarbeide tiltakskort for utslipp til luft og vann. Fylkesmannen i Vestfold skal ha tatt initiativ til en arbeidsgruppe for å utrede dette og gi anbefalinger til prosedyrer for prøvetaking og analyser. Vi er ikke kjent med resultater fra denne arbeidsgruppen, eller hvorvidt gruppen har ferdigstilt og publisert sitt arbeid.

I etterkant har brannen blitt evaluert av ekstern tredjepart, som i sin evalueringsrapport gjennomgikk hendelsen, og kom med forslag til forbedring for brannvesenets forebyggende arbeid og slukkeinnsats [77]. I etterkant kom det et søksmål mot det lokale brannvesenet, fra forsikringsselskapet [78]. Dette søksmålet ble senere trukket tilbake.

I juni 2019 gjennomførte Vestfold interkommunale brannvesen og Revac en felles øvelse. Ifølge brannvesenets Facebook-side ble anleggets beredskap, utstyr og kompetanse testet og evaluert, og sett opp imot tiltakene som ble iverksatt etter brannen i 2018 [79]. Ifølge Revac var øvelsen vellykket; alt fungerte slik det skulle og de hadde et godt samarbeid med brannvesenet [80].

## 6.3 Norsk Gjenvinning, Haraldrudveien, Oslo kommune, 2018

I BRIS er det i perioden 2016-2019 rapportert om fire avfallsrelaterte branner ved Haraldrudveien 31 i Oslo. Brannvesenet har meldt at det bør legges ressurser i å viderefremme erfaringer fra håndteringen av storbrannen som inntraff hos Norsk

Gjenvinning 2018-03-08, til andre brann- og redningsvesen [81]. Brannvesenets evalueringsrapport etter hendelsen var ikke ferdigstilt da denne rapporten ble skrevet.

Brannen ble varslet ved innringing til 110-sentralen i Oslo kl. 09:38. Det automatiske brannalarmanlegget ble utløst først etter at brannen hadde blitt oppdaget av personell på stedet. Brannen startet inni sammenpressede papirballer og ble oppdaget ved at noen så eller luktet røyk eller flammer i en av hallene. Det er ifølge BRIS-rapporten ikke kjent hva som forårsaket brannen eller om den startet som ulme- eller flammebrann. Første ressurs fra brannvesenet var fremme ni minutter etter første melding om brannen, kl. 09:47. Brannvesenet meldte om fullt utviklet brann i del av gjenvinningsanlegget og man iverksatte sløkking med innvendig røykdykkerinnsats og restverdiredning [81]. Ifølge brannvesenet var det baller med papp, plast og annet avfall som brant.

Norsk gjenvinnings personell og industrivern forsøkte innledningsvis å slukke brannen ved hjelp av brannslanger og håndbrannslukkere og bidro også under og etter brannvesenets innsats. Bygningen hadde branncelleinndeling, men verken dette eller det aktiverte automatiske stasjonære sløkkeanlegget, klarte å kontrollere brannen i bygningen. [81,82]

Røykdykkere fra flere brannstasjoner i Oslo bidro i innsatsen. I tillegg ble det rekvirert personell og utstyr fra Asker og Bærum brannvesen IKS og Nedre Romerike brann- og redningsvesen IKS. [83]

Vannforbruket passerte ved et tidspunkt grensen for hva de kommunale rørledningene kunne levere og det ble etablert skytteltrafikk med tankbiler til og fra ekstern vannkilde. Vannkanoner, som har større vannkapasitet enn vanlige brannslanger, ble benyttet. Fra bilder fra brannen ser det ut til at skum ble benyttet i sløkkeinnsatsen. Tre gravemaskiner og en hjullaster ble brukt for å hente ut materialet som brant, spre det utover gulvet for så å dynke det med vann. [83] Brannvesenets sløkkeinnsats pågikk i totalt 26 timer, og det er blitt estimert at man hadde et sløkevannforbruk på 2000 m<sup>3</sup> [81,82]. Brannvesenet rapporterte at det ble brukt sugebiler og lenser for oppsamling av sløkevannet.

Etter brannvesenet avsluttet sin innsats overtok Norsk Gjenvinnings personell ansvaret og sørget for brannvakt og opprydding [81,82]. Deler av bygningen kollapset på grunn av brannen [83]. I tillegg til det brente materialet ble ca. 2 500 m<sup>2</sup> av bygningens totale areal på 28 000 m<sup>2</sup> totalskadet [81,82].

Brannvesenet har i BRIS markert at hendelsen førte til akutt forurensning/utslipp, og viser til røykspredning i nærområdet og forurenset sløkevann, og man varslet kommunens vann- og avløpsetat, vannverk og fylkesmannens miljøvernavdeling om dette. Vann og avløpsetaten tok prøver av sløkevannet.

## 6.4 Galsomelen, Nordreisa kommune, 2018

Søndag 2018-07-01 startet en brann ved Galsomelen avfallsanlegg i Nordreisa kommune. Hendelsen utviklet seg til en storbrann som ifølge brannvesenets BRIS - rapportering har læringspunkter som er viktig å formidle til andre brann- og redningsvesen [81].

Galsomelen er beskrevet som et avfallsanlegg med kontorfasiliteter, sorteringsanlegg og deponi [84].

Brannen startet i et utendørs deponi i en haug med tau og fiskegarn laget av plast, men andre avfallsfraksjoner kan også ha vært involvert [85,86]. 110-sentralen i Tromsø mottok melding 13:11 og et kvarter senere var første ressurs på stedet [81].

Brannvesenet har rapportert om manglende vannforsyning, på grunn av underdimensjonert ledningsnett, i en slik grad at det var til hinder for innsatsen<sup>14</sup>.

Avfallsanleggets egne ansatte bidro i slokkingsarbeidet, og i tillegg assisterte flere ulike aktører brannvesenet under innsatsen. Man fikk også assistanse fra nabokommuner (inkludert Tromsø kommune), og det ble innhentet bistand i form av personell og brannbil fra Avinor (noe som medførte at noen flyvninger ble stoppet), et privat helikopter for slokkearbeid, en maskinentreprenør og Forsvaret. I tillegg bistod Sivilforsvaret med utstyr som slanger for vanntilførsel, vakthold og telt for forpleining av personell. Vakthavende kommunelege var til stede blant annet for å bistå med helsefaglige vurderinger i forbindelse med innbyggernes eksponering for røyken. Politiet oppsummerte etter hendelsen blant annet at det ikke var fare for spredning, men at det var usikkerhet knyttet til hvilke gasser som ble produsert i brannen. I alt oppsummerer brannvesenet at det var god dialog og samhandling med de ulike aktørene som var på stedet, men at operasjonssentralen ikke formidlet muligheten for statlige tilgjengelige ressurser (Forsvarets helikopter) [81,87].

Etter at brannen var meldt slokket neste morgen, fortsatte avfallsanleggets egne ansatte døgnvakt med to personer i nesten en uke. Deretter gjennomførte man tilsyn med nattevakt en gang per natt i én uke [81,87].

Selv om 70 personer ble evakuert på grunn av den giftige røyken fra brannen, er det ikke registrert i BRIS at hendelsen har ført til akutt forurensning eller utslipp. Det er heller ikke meldt i BRIS om forstyrrelser i kritisk infrastruktur, selv om Sørkjosen lufthavn måtte stenge på grunn av utlånt brannbil, noe som påvirket avganger og ankomster [81,85].

En barnehage måtte stenge og de evakuerte innbyggerne som bodde innenfor en radius på 1 km fikk ikke komme hjem igjen før etter ca. ett døgn. Det er estimert at kommunens totale kostnader for hendelsen var 1,2 millioner kroner [87].

Ifølge avfallsanlegget ble forurenset slokkevann samlet opp i et deponi, og deretter silt gjennom store mengder grus. Det ble brukt pumpebiler til håndteringen av slokkevannet. Avfallsanlegget meldte at vannprøver fra rensedam og grunnvann viste at det ikke var noen fare for forurensning fra slokkevannet [87].

Brannvesenet gjennomførte tilsyn ved avfallsanlegget etter brannen, men i forkant av kommunens evalueringsmøte av håndteringen av hendelsen. Etter tilsynet kom brannvesenet med følgende forslag til tiltak [84]:

- Tidlig varsling til brannvesenet; deteksjon av deponianlegget. F.eks IR-kamera med direkte varsling til 110-sentralen.
- Tilstrekkelig vanntilgang; økt vanntilførsel, flere uttak, m.m.

---

<sup>14</sup> Innrapportert til BRIS

- Mer tilgjengelig utstyr; egne brannslanger, pumper, skum, eller liknende (som passer til Nord-Troms brannvesens utstyr). Ansatte må få nødvendig opplæring i bruk og vedlikehold.
- Tidlig slokking; overrislingsanlegg rundt/over deponiet.
- Driftsmessige endringer; sortere ut risikoavfall som deponeres på eget/avgrenset område, komprimere avfallet mer, sortere bedre, seksjonere/adskille avfallet, kortere lagringstid, forhindre opphoping av store mengder avfall.

Brannvesenet anbefalte også at man tok en gjennomgang/analyse av hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, og at dialog bør føres med kommunen og brannvesenet om egnetheten til de mulige løsningene. Av miljømessige hensyn oppfordret man også at man fortsatte å jobbe for å redusere mengden flygeavfall (avfall som tas av vinden under normal drift).

I etterkant av brannen ble det planlagt å gjennomføre flere tiltak for å bedre brannforebyggingen og -beredskapen:

- Vannforsyning: Ny 160 mm vannledning opp til anlegget for forbedret vanntilførsel og flytt av brannhydrant nærmere deponiet og plassert slik at slanger ikke krysser vegen
- Beredskap: Innkjøp av nytt slangemateriell, koplinger og strålerør, tilsvarende utstyret som ble brukt i brannen i juli. Opplæring av ansatte i bruken av dette for å forbedre egen beredskap i påvente av brannvesenet.
- Oppdagelse: Planer for innkjøp av IR-kamera med brannvarsling og inngåelse av avtale med vaktsselskap for inspeksjoner nattestid.
- Forebygging: Ett gammelt deponi asfalteres for å unngå brannspredning dit og område mellom nytt og gammelt deponi skal inneholde avfallsfraksjoner med lav brennverdi (ikke spesifisert hvilken fraksjon). Ved å bygge betongvegger kan avfallsfraksjoner skilles fra hverandre og det var planer på å redusere den totale mengden avfall for gjenvinning.

## 7 Tiltak: Forebygging, beredskap og håndtering

I dette kapittelet vil det bli presentert tiltak som er identifisert ut fra gjennomgang av litteratur, samt gjennom kontakt med bransjen - fra spørreundersøkelsen, befaringer og møte. Både tiltak som bransjen mener fungerer og tiltak som bransjen mener ikke fungerer i praksis vil bli belyst. Tiltakene er delt inn i forebyggende tiltak og tiltak for beredskap og håndtering. Videre er tiltakene delt inn etter om de er av teknisk eller organisatorisk art (selv om det i noen tilfeller ikke er noe tydelig skille mellom disse). De fleste innspillene fra bransjen omhandlet tiltak som kan gjennomføres på avfallsanlegget, hvor ansvaret ligger hos avfallsanlegget.

Mange av tiltakene som er identifisert gjennom kontakt med bransjen sammenfaller med det som er identifisert i andre studier, og dette reduserer usikkerheten ved bruken av erfaringsbaserte tiltak. Oversikter over tiltak for forebygging og tiltak for beredskap og håndtering er også å finne i rapportene *Branner i avfallsbransjen- årsaker og tiltak av NOMIKO*, *Brandsikkerhet ved lagring av avfallsbränslen* av RISE og Sweco og i *Brannforebyggende tiltak på avfallsanlegg*. I sistnevnte rapport, utarbeidet av Sweco på oppdrag for Norsk Industri, presenteres også en sjekklister for risikokartlegging ved prosjektering/ endring av virksomhet. Rapporten omhandler ikke farlig avfall eller EE-avfall, med unntak av batterier. Sjekklisten inneholder en inndeling av ulike produkter og materialer, kjente risikofaktorer og forslag til tiltak, samt et avkrysningsfelt for hvorvidt risikoen er vurdert og om tiltak er gjennomført. En annen, kort, grei og illustrert oversikt over potensielle brannkilder, risikoer på anlegget og tiltak er presentert i rapport utgitt av RDF Industry Group i Storbritannia, fra juni 2019. Slike sjekklister og oversikter, i tillegg til kartleggingen gjort i denne studien, vil ikke bare kunne brukes for prosjektering, men skulle også kunne brukes som grunnlag for tilsyn, i tillegg til kartleggingen gjort i denne studien.

Det har ikke vært mulig ut fra tilgjengelig data og statistikk å verifisere effekten av enkelttiltak. Dersom det er tiltak hvor vi er uenige i bransjens vurdering, er det diskutert under hvert punkt. Sammenfallende erfaringsbaserte observasjoner funnet i denne og andre studier gjør at den beste tilgjengelige informasjonen om effektive tiltak er funnet å være bransjens samlede vurdering.

### 7.1 Forebygging

I dette avsnittet vil forebyggende tiltak som kan implementeres ved avfallsanlegg for å unngå brannstart bli presentert. Svar på spørreundersøkelsen som omhandler tiltak er innhentet som fritekstsvar, disse er sortert etter fellesnevner og de ulike kategoriene som fremkommer er presentert i Tabell 7-1. Detaljert informasjon om de ulike tiltakskategoriene er gitt nedenfor.

For å unngå antennelse, er det hovedsakelig de årsaker til brann som er presentert i avsnitt 4.2.1 som må unngås; kompostering, thermal runaway i batterier, friksjonsvarme

fra kverning og uønsket menneskelig aktivitet. Ulike tiltak vil kunne hjelpe mot en eller flere av disse.

Tabell 7-1 Forebyggende tekniske og organisatoriske tiltak, ut fra innspill fra bransjen i spørreundersøkelse. Tiltak som mange (~5-10 stk. eller flere) påpekte er gitt i fet skrift.

	<b>Tekniske tiltak</b>	<b>Organisatoriske tiltak</b>
Forebyggende: hindre brannstart	<b>Deteksjon og overvåking</b> Automatisk avstenging produksjon Separering og avstand	<b>Begrense mengder og lagringstid</b> <b>Logistikk, orden og ryddighet</b> Risikovurdering av anlegget Separering og avstand <b>Sortering, samlagring, mottakskontroll</b> Annet for å unngå antennelse Manuell overvåking Kontroll av anleggets funksjoner Kompetanse, ansvar, <b>opplæring</b>

### 7.1.1 Deteksjon og overvåking, og manuell overvåking

Et av de mest repeterte innspillene til forebyggende tiltak var deteksjon og overvåking. Under deteksjon kommer deteksjon av røyk basert på punktdetektorer eller aspirasjonsmåling, samt ulike former for varmedeteksjon, varmekamera og flammedeteksjon for å oppdage brannstart. I tillegg kommer overvåking med vanlig kamera.

Det var delte meninger om effekten av deteksjon og overvåking, i spørreundersøkelsen. Her var det mange som mente at dette er tiltak som fungerer, men samtidig flere som pekte på at enkelte slike tiltak *ikke* fungerer. Falsk trygghet ved ren flammedeteksjon, termokamera som ikke er kalibrert for batteribrann og unødige alarmer fra aspirasjonsanlegg pga. støv i rommet ble pekt på som årsaker til at noen slike tiltak ikke fungerer optimalt.

«Sprinkleranlegg og ren flammedeteksjon er falsk trygghet»

«Røykdetektor kan oppdage branntilløp raskere enn termokamera.»

-Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Av manuell overvåking pekes det på overvåkningsrunder av operatører og tilstedeværelse i lokalene. En del anlegg peker på døgndrift som et forebyggende tiltak. For anlegg uten døgndrift, kom det innspill under befaring om at de økte overvåkingen i varme perioder av året, utover vanlig arbeidstid, ofte med døgnbemanning.

## 7.1.2 Automatisk produksjonstans

Et innspill fra befarer er at automatisk produksjonstans kan være et godt forebyggende tiltak. Det innebærer at dersom det detekteres varme objekter på produksjonslinja, kan automatisk stans av transportbånd hindre at de varme objektene blir med videre inn i anlegget. Det finnes eksempler på at småbranner regelmessig er observert i forbindelse med grovkverning av avfall, og at man ved å ha overvåkning med automatisk stopp av transportbåndet kan hindre at glødende objekter blir transportert videre, og dermed hindre små branttilløp i å bli store branner.

## 7.1.3 Begrense avfallsmengder og lagringstid

Et sentralt innspill fra bransjen om forebyggende tiltak er å begrense avfallsmengder og lagringstid, for å redusere antennelsesfare og redusere fare for storbrann. Rotasjon av avfallet er et innspill som går igjen. Dette kan innebære både god logistikk og flyt i produksjonen slik at man har hyppig omløpshastighet og oppnår kortest mulig lagringstid. Noen anlegg har også valgt å innføre *tomt gulv* på slutten av dagen, både for å unngå at usortert avfall blir liggende uten oppsyn, og for å redusere størrelse på hauger.

«Vi har skal ha tomt gulv ved arbeidshagens slutt av blandet avfall. Dette betyr mindre og mer oversiktlige hauger.»

-Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Rotasjon kan også innebære fysisk rotasjon eller vending av hauger dersom det er nødvendig å ha disse liggende over tid. Ved å unngå at avfall blir liggende i hauger, vil man kunne unngå varmgang og ulmebranner pga. kompostering. Som beskrevet i avsnitt 4.2.1 gjelder dette spesielt for materialer som inneholder organisk masse og fukt, dvs. avfallsfraksjoner som våtorganisk avfall, treavfall, slam og blandet avfall.

Når det gjelder samlagring og lagring i større hauger, gir CFPA sin veileder om behandling og lagring av avfall i avfallsanlegg [26] anbefalinger med hensyn til maks lagringshøyde på fem meter for bulk lagring (eksempelvis i hauger), og fire meter for blokk/ball-lagring. For innendørs lagring anbefales det at hvert lagringsareal ikke må være større enn maks 300 m<sup>2</sup>, med fem meter separasjonsavstand mellom hvert areal. For utendørs lagring anbefales maks 400 m<sup>2</sup> lagringsareal, også med fem meter separasjonsavstand.

Når det gjelder tiltak for brannforebygging, har Wood Recyclers Association<sup>15</sup> kommet med innspill om at de britiske myndighetenes brannforebyggingsplaner (*Fire Prevention Plans*) for avfallsindustrien ikke fungerer i praksis, og at dette legger store begrensninger på deres virksomhet. For treindustrien gjelder dette særlig forhold som lagringshøyde, lagringstid og separasjonsavstander, hvor de mener at *one size does not fit all*.

<sup>15</sup> Presentasjon av Julia Turner, Wood Recyclers Association, workshop «Fire prevention and control in the waste and recycling industry», november 2018

For norske avfallsanlegg er det også store variasjoner mellom ulike avfallsfraksjoner og avfallsanlegg, som gjør at det ikke vil være hensiktsmessig å sette absolutte krav til avstander, høyder eller volum for løst lagret og ballet avfall.

### 7.1.4 Logistikk, orden og ryddighet

Orden og ryddighet på anlegget er et annet innspill som mange peker på som et viktig forebyggende tiltak. Orden og ryddighet i arbeidslokaler vil lettere gi oversikt og man kan unngå mange uhell.

*«Rot, uorden og dårlig vedlikehold er viktige risikoelementer.»*

- Rådgiver innen gjenvinningsbransjen (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

God logistikk legger til rette for kort lagringstid. Under befaring ble det sett eksempler på fokus på smidig flyt av varer inn og ut av lagringsområder, fokus på oppmerking og tydelig skilting av ulike lagringsområder, samt implementering av Lean-konsepter (produksjonsmetodikk for å varer og tjenester) for å legge til rette for logistikk.

Under orden og ryddighet nevner også mange separering og sortering av ulike avfallsfraksjoner, som er nærmere beskrevet nedenfor.

### 7.1.5 Risikovurdering av anlegget

Avfallsanlegg har krav til kartlegging av risikoen ved virksomheten etter internkontrollforskriften (se avsnitt 3.1), og for større anlegg gjelder også forskrift om industrivern (se avsnitt 3.6) som pålegger virksomheten å ha en oversikt over uønskede hendelser, og å dimensjonere industrivern ut fra dette. Flere innspill viser at bransjen har fokus på risikovurderinger. Dette gjelder både formell, jevnlig risikovurdering av hele anlegget, men også daglige vurderinger av risiko forbundet med aktiviteter ved anlegget.

*«Det er nødvendig med gode beredskapsplaner og risikovurderinger for å avdekke brannfarer.»*

- Returselskap (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Grundige risikovurderinger av anlegget som helhet kan avdekke områder hvor ett fokus kommer i konflikt med et annet, eksempelvis kan miljøfokus gjøre at det anses som nødvendig å flytte varelager innendørs, men dette er ikke hensiktsmessig ut fra et brannsikkerhetsperspektiv. Mer om dette under avsnitt 8.2.3.

### 7.1.6 Separering og avstand

Separering og avstand omfatter både tekniske og organisatoriske tiltak:

- Avstand/ barrierer mellom ulike avfallsfraksjoner
- Avstand mellom avfallsfraksjon og utstyr eller kjøretøy



- Avstand mellom avfallsfraksjon og bygg ved utendørs lagring
- Avstand mellom lagringsareal og behandlingsareal

Barrierer som skiller mellom ulike avfallsfraksjoner kan være fysiske barrierer som betongvegger mellom ulike deler av et lagerområde, utformet som egen branncelle, eller det kan være branngater med åpne områder som skiller fraksjonene fra hverandre. Det kan også være en kombinasjon av avstand og fysisk barriere, eksempelvis når ulike fraksjoner oppbevares i lukkede containere med branngater mellom. Sistnevnte pekes ut for lagring av høyrisikoavfall, i brannsikre containere. Et eksempel på avstand mellom lagringsareal og behandlingsareal ble sett under befaring, hvor mellomlagring av en brennbar avfallsfraksjon (diesel, olje og bensin) tidligere var plassert nærme transportvei for frakt av utstyr, mens denne nå var flyttet til utkanten av området for å unngå uhell.

Når det gjelder fysiske barrierer og branncelleinndeling i store haller, er det sett eksempler på at disse er underdimensjonert i forhold til høyde eller bredde på avfallet. Tiltak her vil være koordinering mellom prosjekterende og sluttbruker for at størrelsen på fysiske barrierer skal fungere i praksis, samt rutiner for oppfølging av mengder avfall lagret.

Generelt påpekes det også at avfall bør lagres i egnet emballasje. Et eksempel på dette er lagring av småbatterier, hvor produsentansvarsselskap for batterier<sup>16</sup> anbefaler å lagre i tønner, helst stålfat, lagvis med vermikulitt eller annet varmeabsorberende middel mellom lagene. Vermikulitten er et granulært mineral som ifølge de som bruker det skal kunne absorbere evt. batterivæske, ta opp varme og hindre lufttilgang. Ifølge et produsentansvarsselskap for batterier<sup>17</sup> anbefales videre at de største litiumbatteriene (store eller myke poseceller) med eksponerte poler som kan få kortslutning, plukkes ut for å få bedre kontroll.

### 7.1.7 Sortering, samlagring, mottakskontroll

Korrekt sortering av ulike avfallsfraksjoner og god mottakskontroll er sentrale forebyggende tiltak, som mange peker på i spørreundersøkelsen. Mottakskontroll på et mottak og mellomlager for farlig avfall kan foregå ved detaljert, manuell inspeksjon av hvorvidt innholdet i eksempelvis paller på lastebilen stemmer overens med det som er forhåndsdeklart av de som leverte avfallet. Etter avfallsforskriftens §11-12 (se avsnitt 3.2) skal denne deklarasjonen inneholde informasjon om opprinnelse, innhold og egenskaper til det farlige avfallet, slik at håndtering kan skje forsvarlig. På befaring ble det gitt eksempler på at det til tider kunne være små eller store mangler ved deklarasjonen, eller denne kunne mangle helt. Ved korrekt forhåndsdeklarerings kan avfallet sorteres og plasseres på egnet sted på anlegget. Ved mottak og mellomlager for avfall er det derimot ofte mye større mengder avfall som ankommer samtidig, det er ikke krav om deklarasjon slik som for farlig avfall, og mottakskontrollen er mindre detaljert.

God sortering er et tiltak som kan forebygge uheldig samlagring, slik at ikke kjente antennelseskilder lagres nærme brennbart materiale. Eksempler nevnt tidligere (avsnitt 4.2.1) er å separere (enten ved avstand eller ved fysisk adskillelse) fraksjoner som syrer

<sup>16</sup> Både av Norsk Batteriretur og NORSIRK

<sup>17</sup> NORSIRK, telefonsamtale 2019-03-20.

fra baser, trevirke fra hageavfall, unngå forstørrelseseffekt i glass nær brennbart materiale, og skille batterier fra brennbart materiale. Det kan være flere grunner til at uheldig samlagring likevel inntreffer. Behovet for praktisk og effektiv logistikk med hensyn på nedstrømsløsninger kan da komme i konflikt med brannsikkerheten. Et eksempel sett under befarung er at valg av samlagring var gjort ut fra hvilke fraksjoner som skulle sendes videre til samme sted, senere i prosessen. Her ble batterier lagret i samme område som andre materialer, noe som kan være uheldig ettersom de er en kjent antenneskilde. Når det gjelder samlagring, anbefaler CFPAs veileder om behandling og lagring av avfall [19] at materialer som skal lagres, separeres med hensyn på sammensetning og type, og det anbefales at det lages en skriftlig oversikt over hva som lagres hvor, som skal gis til brannvesen i tilfelle brann.

God sortering må ikke bare skje på avfallsanlegget, men også oppstrøms. Her kommer god opplæring av befolkningen inn, se avsnitt 7.1.11.

### 7.1.8 Andre tiltak for å redusere risiko for antennelse

Kontroll av vann- og fuktinnhold er også tiltak for å redusere risikoen for antennelse som respondentene i spørreundersøkelsen peker på. Å unngå at det kommer vann på slam og våtorganisk avfall har blitt foreslått som tiltak for å unngå brannstart ved kompostering. Samtidig kom det flere innspill på det motsatte, å bruke vanning ved lange varmeperioder for å unngå brannstart og for å redusere sannsynligheten for støvantenning. Her er det viktig å være klar over motsetningen, at dersom man reduserer sannsynligheten for støvantenning, kan det samtidig øke sannsynligheten for antenning ved kompostering. For batterier, pekes det på at man må *unngå våte litiumbatterier*. Dette for å unngå antennelse som følge av kortslutning.

Noen respondenter i spørreundersøkelsen påpeker at de har hatt gode erfaringer med at komprimering og balling av avfall kan senke fare for antennelse:

*«På deponiet for vanlig avfall har det ofte vært branntilløp, -i hovedsak på grunn av batterier eller fett/bleike jord (inneholder tran). God komprimering hver dag på deponiet medfører at brann/branntilløp ikke utvikler seg noe særlig. Slett, godt komprimert overflate gir ingen skorsteinseffekt.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

Dette motsies av litteratur på selvantenning, ettersom at oksygenbehovet i prosesser som fører til kompostering er svært lavt, og at endring i oksygentilgang som følge av pakking ikke vil påvirke antennelse, men heller at den økte tettheten kan *øke* brannfaren:

*«The concept that packing such porous materials by compression will increase the critical ambient temperature (CAT) by oxygen exclusion is badly flawed. This procedure increases the density (thus lowering the CAT) and has virtually no effect on the availability of oxygen.»*

- B. Gray, Spontaneous combustion and self-heating, kap. 20 i SFPE Handbook of Fire Protection Engineering [31]

Komprimering og balling av avfall gjennomføres likevel ofte på avfallsanlegg av hensyn til logistikk, men det er ifølge Gray en misforståelse at det vil hjelpe mot brann.

## 7.1.9 Kontroll av anleggets funksjoner

Kontroll av anleggets funksjoner, gjennom internkontroll, el-kontroll og tilsyn pekes også på som forebyggende tiltak. Herunder kommer kontroll og oppfølging av:

- El-anlegg og maskiner
- Bruken av EX-utstyr i rom med åpne beholdere med hydrokarboner
- At nødvendig utstyr er tilgjengelig
- Vedlikehold
- Sanering
- Eksterne arbeidere på anlegget
- Røykeforbud
- Områdek kontroll og kameraovervåkning

Det siste punktet er sentralt for å unngå brannstart som følge av uønsket menneskelig aktivitet, ved å hindre uvedkommende å ta seg inn på området utenfor åpningstid.

## 7.1.10 Kompetanse, ansvar og opplæring

Kompetanse, ansvar og særlig opplæring av ansatte fremheves som forebyggende tiltak.

*«God opplæring og bevisstgjøring skjerper årvåkenheten og vil medføre at varme arbeider ikke gjøres i nærheten av brennbare fraksjoner.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Bransjen peker på at en utfordring med risikovurderinger, beredskapsplaner og handlingsplaner er å følge dem i praksis i arbeidshverdagen. I tillegg kommer andre rutiner og prosedyrer, som det også er virksomhetseier sitt ansvar å sørge for at blir fulgt.

Planlegging av aktiviteter og skånsom håndtering av avfall er også tiltak som kan bidra til å unngå brannstart ved friksjonsvarme, ifølge spørreundersøkelsen og befaringsrapport. Tidspunkt inngår også i planlegging av aktiviteter- man unngår produksjon som kan føre til friksjon eller prosesser som kan gi ulmebrann ved ukeslutt, ettersom det vil være mindre grad av overvåkning utenfor arbeidstid.

Kompetanse og opplæring i skånsom håndtering av EE-avfall og farlig avfall fremheves som viktig.

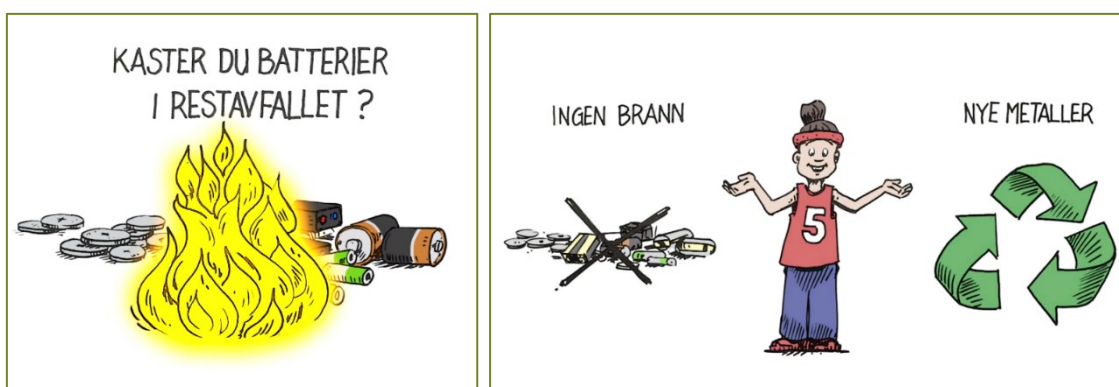
### 7.1.11 Kompetanse, ansvar, opplæring til befolkningen

Et forebyggende tiltak er informasjon til befolkningen vedrørende farene ved feilsorterte batterier, slik at de forstår risikoen for brann, med mål om å unngå at befolkningen kaster batterier feil. Dette kom det flere innspill på i spørreundersøkelsen, blant annet:

«Vi har branntilløp flere ganger i måneden. Over 90 % kommer av litiumbatterier. Avfallsleverandørene (oss alle) er uvitende om dette og får ingen informasjon om faren med å kaste disse batteriene i avfallsfraksjonene. Vi trenger en massiv folkeopplysningskampanje som viser konsekvensene ved å kaste disse batteriene i forskjellige fraksjoner.»

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Et eksempel på en slik informasjonskampanje er laget i et samarbeid mellom ti organisasjoner<sup>18</sup> tilknyttet avfallsbransjen, i form av en informasjonsvideo (Figur 7-1) og et informasjonsskriv<sup>19</sup>. Myndighetene kan i samarbeid med bransjen utvikle en nasjonal holdningskampanje som et forebyggende tiltak mot batteribranner.



Figur 7-1 Informasjonsvideo om brannfarene ved å kaste batterier i restavfallet, laget gjennom et samarbeid mellom bransjeorganisasjoner. Skjermdump fra Vimeo (<https://vimeo.com/309479292>).

<sup>18</sup>Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO), Norsk Industri, KS Bedrift, Norsk Returmetallforening, Næringslivets Sikkerhetsorganisasjon, Virke, Maskinentreprenørenes forbund, Norsk forening for farlig avfall, Avfall Norge, Dagligvarehandelens Miljøforum

<sup>19</sup> Informasjonsskriv om rett håndtering av brukte batterier kan lastes ned her:

<https://www.norskindustri.no/contentassets/757c732c0cd844b78453b857cea4614a/infoskriv--batterier.pdf>

## 7.2 Beredskap og håndtering: generelle tiltak

I dette avsnittet vil tiltak for skadebegrensning, herunder både beredskap og håndtering bli presentert. Svar på spørreundersøkelsen som omhandler tiltak er innhentet som fritekstsvar, disse er sortert etter fellesnevnerne og de ulike kategoriene som fremkommer er presentert i Tabell 7-2. Detaljert informasjon om de ulike tiltakskategoriene er gitt nedenfor.

Tabell 7-2 Skadebegrensende tekniske og organisatoriske tiltak, ut fra innspill fra bransjen i spørreundersøkelse. Tiltak som mange (~5-10 stk. eller flere) påpekte er gitt i fet skrift.

	<b>Tekniske tiltak</b>	<b>Organisatoriske tiltak</b>
Beredskap og håndtering	<b>Deteksjon og overvåking</b> <b>Varsling</b> <b>Tilgjengelig og riktig dimensjonert slokkeutstyr</b> Eget utstyr for batteribrann Ventilasjon og utlufting av lokaler	<b>Begrense mengder</b> Logistikk, orden og ryddighet <b>Separering</b> og avstand Manuell overvåking Kontroll av anleggets funksjoner <b>Kompetanse</b> , ansvar, opplæring Førsteinnsats og <b>slokketeknikk</b>

### 7.2.1 Deteksjon og overvåking

På lik linje med brannforebygging er tiltak for deteksjon og overvåking også en måte for å unngå at et lite branntilløp blir til en større brann. Eksempler på system for dette er røykdeteksjon (punktdetektorer og aspirasjonsmåling) samt overvåking med vanlig kamera og IR-kamera. Et forslag var å ha en oppdatert orienteringsplan til brannalarmanlegget som viser hvor brannen er.

### 7.2.2 Varsling

Ved en brannhendelse er det påpekt at tidlig og effektiv varsling er viktig for å raskt sette i gang førsteinnsats. Forslag på tiltak var direktevarsling til 110-sentral, samt varsling til industrivern og annen intern varsling, samt til eventuell vaktentral. Det er ikke funnet dokumentasjon på hvorvidt vaktentral bidrar rask og effektiv innsats, eller i hvilken grad det kan forventes førsteinnsats derfra.

En svakhet med systemer for overvåking og deteksjon kan være feilvarsler, og en kombinasjon av to systemer kan da være fordelaktig:

*«Aspirasjon anlegg/røykvarsling er årsak til mange feilvarsler på grunn av støv i rommet og er derfor en usikker kilde uten en sekundær kilde som kameraovervåking.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

### 7.2.3 Tilgjengelig og riktig dimensjonert sløkkeutstyr

Et ofte gjentatt innspill til tiltak for å unngå at en liten brann bli stor var å ha tilgjengelig og riktig dimensjonert sløkkeutstyr. Noen respondenter poengterte også at sløkkeutstyr bør være automatisk koblet til alarm. En rekke sløkkeutstyr ble nevnt, både for punkt- og områdebeskyttelse, herunder:

- håndsløkkere
- sprinkler (både bulber lokalt over maskiner og delugeanlegg eller åpent sprinkleranlegg i hele området eller hallen)
- vannkanon
- skumkanon
- skumampuller
- sugebil med vannspyling

Det ble også nevnt utfordringer med lokal sprinkler og overrislingsanlegg:

*«Overrislingsanlegg er ofte for langt unna der flammen kan starte og oppdager varme/flammer for sent.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

### 7.2.4 Egnet utstyr for håndtering av branner i batteri

Fra spørreundersøkelsen og befaringer fremgår det at batterier, spesielt litiumbatterier, krever særskilt oppmerksomhet i forbindelse med brannsikkerhet. Forslag på metoder for å håndtere en brann i batteri var bruk av egnet batterihåndsløkkere og vermikulitt, eller å la batteriet brenne ut. I tillegg pekes det på lagring i brannsikkert skap, separat lagring, og lagring på tralle som kan dras ut fra lokalet i tilfelle brann<sup>20</sup>.

Som beredskap er det anbefalt å ha tilgjengelig metallbøtte med lokk, eller et metallfat med vann eller sand, for å isolere brannen. Merk at egnet verneutstyr vil være viktig ved en håndtering av brennende batterier.

*«Ha metallfat tilgjengelig med vann eller sand som man kan kaste batteriet ned i hvis det begynner å brenne, bruk en metalklype for å håndtere et brennende batteri, disse metallfatene bør så kunne fraktes ut av lokalet med en jekketralle e.l.»*

- Returselskap (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Temperaturmåling ble også nevnt som batteri-relatert tiltak for beredskap.

<sup>20</sup> Ifølge telefonsamtale 20 mars 2019 med NORSIRK

## 7.2.5 Ventilasjon og utlufting av lokaler

I tilfelle brann, var automatisk avstenging av ventilasjon i lokalet, samt utlufting av lokaler pekt på som mulig tiltak. Kontroll på luftstrømmer i lokaler vil kunne være fordelaktig for håndtering av brannen, også for brannvesenet.

## 7.2.6 Begrense mengder avfall på lager

Begrensning av mengder avfall på lager vil ikke bare være et forebyggende tiltak (avsnitt 7.1.3), men også et tiltak for beredskap for å lette innsatsen. Dette er også nevnt som tiltak for å begrense miljøpåvirkning, se avsnitt 7.3.5. En måte å begrense mengder er å korte ned på lagringstid.

## 7.2.7 Logistikk, orden og ryddighet

Orden og ryddighet kan være viktig ikke bare som forebyggende tiltak, men også i tilfelle brann, med tanke på tilkomst for førsteinnsats og for brannvesen. Et eksempel, sett på befaring, var et telt hvor det var lagret batterier på tønner innerst i teltet, mens tilkomst til disse var hindret av andre avfallsfraksjoner som var lagret lengre ut og i inngangen til teltet. Dette kunne ha ført til at dersom det var et branntilløp i batteriene, ville man nok ikke hurtig nok ha kommet frem til disse for å slukke, og brannens omfang kunne ha blitt større enn nødvendig. I tilfelle lagring i telt ville det vært mulig å ta seg inn gjennom sideveggene på teltduken, men også dette ville ha forsinket en slukkeinnsats.

En god oversiktsplan over området, og rutiner som sørger for at denne blir fulgt, pekes i spørreundersøkelsen på som et tiltak for å sørge for god orden og ryddighet.

## 7.2.8 Separering og avstand

Ved å unngå spredning av brann vil man redusere risiko for storbrann, og lette innsatsen til brannvesenet. Derfor er separering av avfall og gode avstand mellom avfallslager gjentatte innspill fra bransjen. Separering og avstand vil også være med på å tilrettelegge for fremkommelighet ved slukkeinnsats. Eksempler på tiltak er:

- branngater
- fysiske barrierer og branncelleinndeling
- oppbevare avfall i containere
- oppbevaring i emballasje beregnet for avfallet

## 7.2.9 Manuell overvåking

Utover teknisk overvåking er også manuell overvåking et av tiltakene som foreslås for å begrense skader av en brann. Overvåkingen kan utføres av personell på avfallsanlegget, eller via et innleid vaktelskap (utenom ordinær arbeidstid).

## 7.2.10 Kontroll av anleggets funksjoner

Risikovurderinger og gode internkontroller kan medføre at skader kan begrenses den dagen det eventuelt oppstår en brann. Vedlikehold av sikkerhetsinnretninger og sjekk av håndslukkere og slukkeutstyr øker sannsynligheten for at de fungerer som forutsatt ved en brann.

## 7.2.11 Kompetanse, ansvar og opplæring

Opplæring og øvelser i ulike former er poengtert som tiltak for å begrense en brann i et avfallsanlegg. Herunder kommer øvelser med brannvesenet og øvelser for industrivernet. Det kan bidra til økt etterlevelse av prosedyrer og rutiner, og føre til raske innsatser og at riktige valg tas ved en hendelse. Opplæring bør være for alle som jobber ved anleggene, inklusive nyansatte og vikarier, samt de som leverer varer til anleggene for å unngå feilsortering, feilmerking etc. Det er også poengtert at et avfallsanlegg bør ha riktig bemanning og en brannvernleder.

*«Vårt anlegg har brannøvelser minst en gang i måneden og det er stort fokus på problemet. Vi begynner å få god rutine med dette problemet da vi har branntilløp månedlig.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

## 7.2.12 Førsteinnsats og sløkketeknikk

Rask førsteinnsats for å slukke brannen før den rekker å utvikle seg til en større brann er et hovedpoeng fra spørreundersøkelsen og befaringer. Til dette trengs tilgjengelig og riktig dimensjonert slukkeutstyr.

Et utvalg innspill omkring førsteinnsats er:

- oppbevare vann i store kar (eksempelvis 1000 liters IBC-containerer)
- bruke manuelt styrt skumkanon
- kvele brannen tidlig

Et gjentatt innspill til sløkketeknikk er å isolere brannen fra brennbart materiale. Brennende materiale flyttes da til et sikkert sted for å hindre at brannen sprer seg.

*«Eksempel på strakstiltak er god overvåking og utlasting av det som er i ferd med å utvikle seg til en større brann. Har selv opplevd å forhindre spredning av brann med strakstiltak.»*

*«Det fungerer ikke å spyle vann rett på en flishaug uten å kjøre ut kjernen av brannen.»*

*«Ved brann i kverneprosessen må kvernen ikke stoppes. Brannen må ut av kvernen. Vi løfter det som brenner ut på gulv for å minske spredning.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)



Samtidig fremkommer det også av spørreundersøkelsen at det kan være utfordringer med å isolere en brann.

«Når det brenner hos oss er vi avhengige av å ha vårt utstyr tilgjengelig (hjullastere, kraner/Fuchs) for å kunne bistå med å trekke ut avfallet slik at man kan slukke i kjernen av brannen.»

- Avfallsanlegg (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

Under førsteinnsats er bruken av verneutstyr viktig for å unngå helseskader på ansatte, men det er sett flere eksempler hvor dette har manglet. Eksempelvis fra Revac-brannen (avsnitt 6.2) hvor brannvesenet rapporterte at deres første oppgave ble å redde de ansatte ut da disse utøvde slukkeinnsats uten verneutstyr. Et annet eksempel er fra befaring hvor de hadde hatt branntilløp i batteri, hvor fokus under førsteinnsats var å varsle og slukke, uten at de hadde åndedrettsvern. Her hadde begge anleggene tatt læring av hendelsene, kjøpt inn verneutstyr og mer utstyr for slangeutlegg, for å kunne bruke førsteinnsatsen ikke bare til brannsløkking men også på å trekke seg tilbake i tide, og heller legge til rette for brannvesenet som en del av førsteinnsatsen.

For en effektiv slukkeinnsats bør avfallsanlegget og brannvesen ha et godt samarbeid. Et eksempel på et godt samarbeid er Rogaland brann og redning IKS sitt *prosjekt branntilsyn* [88]. Med fokus på konsekvens for tredjepart gjennomførte de et prosjekt med branntilsyn på 20 avfallshåndteringsanlegg i sin region, i løpet av 2014 og 2015. Avfallsanleggene fikk innledningsvis en anmodning om å utarbeide konsekvensanalyser for hvert anlegg, hvor scenario med storbrann skulle være utgangspunkt.

Hovedfunnene med hensyn til anbefalte tiltak i dette prosjektet gikk på ryddighet, orden, rutiner og instruksjoner, derunder:

- Nye/bedre rutiner for lagring/plassering
- Containere og plassering av disse
- Oppdeling i båser/fraksjoner
- Skilt med «Røyking forbudt»
- Ny branninstruks evakuering
- Orienteringsplan/møteplass
- Brannøvelser/brannvernopplæring

Under deteksjon, varsling, slukkeanlegg og tilgang kom punktene:

- Direktekobling og nøkkelboks
- Brannalarmanlegg
- Installasjon av automatisk slukkeanlegg
- Varmesøkende kamera
- Talevarslingsanlegg

De positive effektene av samarbeid og åpen dialog mellom brannvesen og avfallsanlegg ble vektlagt i rapporten.

## 7.3 Beredskap og håndtering: tiltak for å hindre forurensning

I dette avsnittet vil tiltak for å redusere miljøpåvirkning på jord, luft og vann som følge av brann, herunder både beredskap og håndtering bli presentert. Svar på spørreundersøkelsen som omhandler slike tiltak er innhentet som fritekstsvar. Disse er sortert etter fellesnevnerne og de ulike kategoriene som fremkommer er presentert i Tabell 7-3. Detaljert informasjon om de ulike tiltakskategoriene er gitt nedenfor.

Tabell 7-3 Miljøskadebegrensende tekniske og organisatoriske tiltak, ut fra innspill fra bransjen i spørreundersøkelse. Tiltak som mange (mer enn ~5-10 stk eller flere) påpekte er gitt i fet skrift.

	<b>Tekniske tiltak</b>	<b>Organisatoriske tiltak</b>
Beredskap og håndtering	<b>Lukkede vannsystemer</b> Deteksjon og overvåking Varsling <b>Effektive og miljøvennlige slukkeutstyr</b>	<b>Oppsamling av vann og brannavfall</b> <b>Begrense mengder</b> Risikovurdering av anlegget Separering og avstand Kompetanse, øvelse, opplæring <b>Førsteinnsats og slokketeknikk</b>

### 7.3.1 Lukkede systemer

Mange forslag til tiltak for å begrense miljøpåvirkning omhandlet å anlegge fast dekke med fall mot oljeutskiller og godkjente oppsamlingsløsninger, samt å sørge for å ha et lukket system for avrenning av vann. Med fast dekke menes eksempelvis asfaltering av deler eller hele området til avfallsanlegget.

Følgende tiltak ble også nevnt:

- Overvann tilkoblet offentlig anlegg
- Fordrøyingsbasseng
- Mulighet for å stenge innløp til renseanlegg og oljeutskiller
- Krav til overvannsbasseng også på kommunale mottak

### 7.3.2 Deteksjon, overvåking og varsling

Ved installasjon og bruk av overvåking, deteksjon og gode brannvarslingsanlegg kan tidlig førsteinnsats sikres og omfanget av branner begrenses. Ved å hindre at små branner blir store vil også påvirkning av ytre miljø begrenses.

*«Unngå at brann utvikler seg, vi praktiserer med tekniske løsninger tidlig deteksjon og tidlig slukking.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

### 7.3.3 Effektivt og miljøvennlig slokkeutstyr

Fra spørreundersøkelsen fremgår det at mulige tiltak for å begrense miljøkonsekvenser er å bruke effektivt slokkeutstyr som reduserer nødvendig vannmengde, samt å velge miljøvennlig skum som ikke direkte bidrar til økte miljøkonsekvenser. Andre slokkeutstyr og metoder var:

- Eget slokkeanlegg
- Kombinasjon av vann og miljøvennlig skum
- Slokkeroboter

Det kom ingen innspill med detaljer omkring hva som menes med miljøvennlig skum eller innhold i disse.

### 7.3.4 Oppsamling av vann og brannavfall

Det mest gjentatte innspillet til tiltak for å begrense miljøpåvirkning i spørreundersøkelsen, på befaring og i møter var oppsamling av kontaminert slokkevann. Det ble også spesifisert at prøvetaking og analyse av slokkevannet før eventuelt utslipp i sjø eller til renseanlegg er en del av prosessen for håndtering av slokkevannet. Oppsamlet vann kan enten gjenbrukes i slokkeinnsats eller destrueres. Oppsamling av brannavfall og flygeaske ble også nevnt som tiltak.

Øvrige forslag til tiltak var å ha tilgjengelig utstyr for å begrense og kontrollere vann fra slokkeinnsats, samt å tette avfallsbunkere. Avtaler med saneringsfirmaer som kort tid etter varsel er på plass og samler inn slokkevann med sugebiler, og som kan ta ansvar for rensing av vannet, kan bidra til rask innsats for å begrense miljøpåvirkninger. Gode renseanlegg ble også nevnt.

Eksempler på utstyr og metoder for oppsamling er presentert i avsnitt 5.2.1.

### 7.3.5 Begrense mengder

Ytterligere tiltak for å begrense omfang av brann, og dermed miljøpåvirkning, er å sørge for å begrense mengde avfall på lager, herunder å unngå store hauger eller andre store lagringsvolum. Ved en brann vil da mengde utslipp begrenses av lite tilgjengelig brensel. Det ble spesifisert at svært brannfarlige fraksjoner ikke skal lagres i store volumer.

### 7.3.6 Separering og avstand

Begrensing av brannspredning gjennom separering av fraksjoner ved bruk av brannceller eller separate bygninger, samt god avstand mellom avfallsfraksjoner ble også anbefalt av bransjen for å hindre miljøpåvirkning. En gjennomtenkt plassering av mottak, lager og anlegg med hensyn til avrenning ble løftet fram. Ett av svarene var at man skulle unngå lagring av utsatte varer innendørs.

### 7.3.7 Risikovurdering av anlegget

Både risikovurdering og kartlegging av miljøpåvirkning på det enkelte anlegg, samt å utføre en risikovurdering sammen med det lokale brannvesen ble gitt som tiltak for å redusere påvirkning på ytre miljø.

### 7.3.8 Kompetanse, øvelse, opplæring

Kompetanse innen brannberedskap og påvirkning av ytre miljø hos både industrivern og brannvesenet blir løftet frem i spørreundersøkelsen. Heriblant ble øvelser og samarbeid med brannvesenet, reaksjonstiden til industrivernsgrupper og bruk av virksomhetens kompetanse på objekter nevnt som tiltak, samt rutiner for å unngå kilder til brann.

*«Innsatsmannskap kan være bevisste på bruken av vann ved slokking.»*

- Brannvesen (fritekstsvar i spørreundersøkelsen)

### 7.3.9 Førsteinnsats og slokketeknikk

Flere av de som svarte på spørreundersøkelsen nevner rask førsteinnsats og riktig slokketeknikk som tiltak for å redusere miljøpåvirkning. Det er ikke kjent om virksomhetene som svarte har krav til industrivern eller ikke, men førsteinnsats vil være viktig uavhengig av krav til industrivern.

Det fremgår at ved slokking av brann kan følgende tiltak vurderes:

- Isolere brannen fra brennbart materiale
- Mengde vann (bevisst bruk av vann)
- Kontrollert nedbrenning for å unngå vann som renner ut til jord, for eksempel å på forhånd vurdere om lager for farlig avfall ikke skal slukkes
- Resirkulering av vann

## 8 Diskusjon

Gode tiltak som hindrer branntilløp eller stopper små branner fra å bli store kan spare samfunnet for store økonomiske tap, helsemessige konsekvenser og miljøkonsekvenser. Samfunnets oppfatning av avfallsanlegg og risiko forbundet med disse er ofte knyttet til en lite oppdatert oppfatning av avfall som søppel. I senere tid har det blitt mer fokus på avfall som en ressurs, og fokus på miljøkonsekvenser i tilfelle brann. I dette prosjektet er det fokusert på forebygging av branner, samt skadebegrensende tiltak i tilfelle brann, slik at den totale brannrisikoen (sannsynlighet og konsekvens) ved avfallsanlegg kan reduseres. I dette kapitlet vil de ulike resultatene fra prosjektet bli diskutert.

### 8.1 Forebygging: omfang og årsaker til brann

Det brenner regelmessig i avfallsanlegg i Norge. Det er rapportert inn 141 branner i avfallsanlegg til BRIS i perioden januar 2016 - mai 2019, mens det totale antallet branntilløp, små, mellomstore og store branner er ikke kjent, men antas å være langt høyere. Omfanget av branner i avfallsanlegg som rapporteres til BRIS er relativt begrenset, og det kan være utfordrende å sette sammen nyttige læringspunkter ut fra statistikken som kan hentes derfra. Et felles system i bransjen for å dokumentere små og store hendelser ville kunne gi en felles plattform for læring av hendelser.

De vanligste rapporterte årsakene til brann i avfallsanlegg, ifølge datamaterialet som er gjennomgått i denne studien, er selvantennning (herunder kompostering, thermal runaway i batterier og friksjonsvarme fra kverning), menneskelig aktivitet og ukjent årsak.

Forebyggende tiltak som avfallsanlegg kan sette inn for å unngå brannstart er presentert i avsnitt 7.1 (oppsummert i Tabell 7-1 på side 68). For å iverksette forebyggende tiltak, er det viktig å merke seg at et generelt og gjentakende innspill er at mengde avfall, årstid og temperatur er avgjørende for brannfaren. De store variasjonene mellom ulike avfallsfraksjoner og avfallsanlegg gjør likevel at det å sette absolutte krav til avstander mellom fraksjoner, høyder eller volum for løslagret og ballet avfall, nok ikke vil være hensiktsmessig.

I utarbeidelsen av risikovurderinger og beredskapsplaner vil det være viktig å vurdere om tiltak er hensiktsmessige og praktisk gjennomførbare på hvert enkelt anlegg, ettersom denne kartleggingen ikke har tatt høyde for alle typer lagringsforhold og typer anlegg og at *one size does not fit all* (som beskrevet i avsnitt 7.1.3). Særlig fraksjoner med høy brannrisiko (se avsnitt 9) må hensyntas i risikovurderingene, og det må sørges for at eventuelle branner som oppstår ikke vil kunne eskalere til en storbrann. Risikovurderingen må vise at dette er hensyntatt.

Det vil også være tilfeller hvor ønsket om effektiv logistikk kan komme i konflikt med brannsikkerheten. Eksempel på dette er sett for samlagring (se avsnitt 7.1.7). Samlagring kan likevel være nødvendig av praktiske eller andre årsaker. I så fall er det viktig med en grundig vurdering av brannrisikoen for fraksjonene det gjelder, slik at nødvendige tiltak kan iverksettes. Dette kan være utvidet overvåking, deteksjon, sløkkeutstyr, minimerte avfallsmengder etc.

Av forebyggende tiltak som myndighetene kan sette inn, anbefales særlig å gjennomføre en nasjonal holdningskampanje for å unngå feilsortering av batterier i samarbeid med bransjen (se avsnitt 7.1.11). Her anbefaler vi at det legges inn litt ekstra fokus også på konsekvenser av brann, gjerne med konkrete eksempler (som død fisk i nærliggende elv, utslipp av brannrøyk i retning av flyplass eller barnehage som ligger i nærheten eller lignende).

Ulik ordlyd og ulik grunnleggende inndeling av avfallsfraksjoner og årsaker mellom Norge og Sverige, samt ulik utforming av informasjonsinnsamlingsmetode (intervju, spørreundersøkelse, statistikk rapportert til myndigheter) gjør at det presenterte materialet kan brukes for å identifisere særs høy eller lav brannrisiko, mens for nyansene derimellom vil direkte sammenligning av statistikk være uheldig. Direkte sammenligning av totalt antall branner i norske og svenske avfallsanlegg bør også gjøres med varsomhet av samme årsak.

Den avfallsfraksjonen hvor det er rapportert flest branner er blandet avfall. Blandet avfall peker seg ut som et viktig fokusområde for å redusere den totale brannrisikoen ved norske avfallsanlegg, både ut fra rapportert hyppighet av brannstart og ut fra potensielle konsekvenser av brann for utstyr, driftsstans, miljø og helse. Papir, papp og kartong peker seg også ut som fraksjon å fokusere på, ut fra regelmessig brannstart, kombinert med konsekvenser av brann for utstyr og driftsstans. EE-avfall peker seg også ut, på grunn av regelmessige antenner, kombinert med konsekvenser for miljø i tilfelle brann. Når det gjelder farlig avfall er det funnet overraskende få som har hatt utfordringer med branntilløp. Samtidig er det en oppfatning i bransjen at konsekvensene av branner i farlig avfall kan bli store.

For trevirke, samt park og hageavfall er det rapportert at det regelmessig oppstår branner, men her er de potensielle konsekvensene mindre på grunn av at det ofte lagres utendørs. Fraksjoner hvor det sjeldent er rapportert om branner er farlig avfall, våtorganisk avfall, kasserte kjøretøy, metall, slam og slagg. Det er svært sjelden rapportert om branner i fraksjonene plast, gummi, glass, lett forurenset masse, betong og tegl, samt tekstil.

## 8.2 Beredskap og håndtering av hendelser

### 8.2.1 Opplevd versus reell brannrisiko

Som svarene i spørreundersøkelsen viser, har bransjen tydelige oppfatninger av hvilke avfallsfraksjoner som kan gi størst konsekvenser – for miljø, verdier, drift, helse osv., se avsnitt 4.3. Her er det viktig å merke seg at svar på en spørreundersøkelse vil kunne være påvirket av en rekke faktorer, og menneskelig psykologi spiller inn. I en studie av oppfattelsen av risiko ved mellomlager for avfall i Sverige, ble det funnet at eiere av avfallshåndteringsfirma både var i overkant optimistiske med tanke på brannrisiko på eget anlegg («optimism bias»), de hadde en tendens til å skyve skyld over på andre i tilfelle hendelser («attribution bias»), og hadde vanskelig for å lære av tidligere hendelser («availability bias») [89]. Det er derfor viktig å være oppmerksom på at opplevd brannrisiko kan være noe ulik reel brannrisiko. Andre faktorer, slik som mediedekning

av større hendelser, eller enkelt og greit navnet på en avfallsfraksjon (som *farlig avfall*) kan også spille en rolle.

## 8.2.2 Miljøpåvirkning

Hendelser som brann eller eksplosjon kan utløse omfattende følgeskader som kan medføre akutt eller langsiktig forurensning. Eksempler på dette er sett i gjennomgangen av større hendelser i denne rapporten. I gjennomgangen av statistikk ble det funnet at det er lav rapportering av miljøutslipp til BRIS. Vi hadde forventet at en langt større andel av hendelser ville ha krysset «ja» på spørsmålet «1.106 Førte hendelsen til akutt forurensning/utslipp, inkludert gassutslipp?», ettersom det medfører store mengder røyk. At dette ikke skjer, kan skyldes en usikkerhet om hva som skiller en slik type brann fra en «vanlig brann», hvilken røyk som kan være farlig for miljøet, samt hva som er akutt og ikke. Dette viser behovet for mer kunnskap og kompetanse omkring det å vurdere utslipp og miljøkonsekvenser.

Brannvesenet har ikke hjemmel å pålegge avfallsanlegg tiltak som kun er begrunnet i miljøhensyn, ut fra brann- og eksplosjonsvernloven (se avsnitt 3.1). For at slike aspekter skal bli ivaretatt er derfor et samarbeid mellom brannvesenet og forurensningsmyndigheten fordelaktig.

Tiltak for beredskap og håndtering som avfallsanlegg kan implementere spesifikt for å unngå miljøpåvirkning er presentert i avsnitt 7.3 (oppsummert i Tabell 7-3 på side 80).

Utslipp fra en spesifikk avfallsfraksjon ved brann kan forventes inneholde flere forskjellige miljøgifter. Det er i denne kartleggingen i hovedsak funnet studier som ser på miljøgifter som kan slippes ut ved brann for fraksjonene EE-avfall, dekk (gummi), kjøretøy, trevirke, plast, tekstiler og farlig avfall (særlig batterier). Flere studier ser kun på spesifikke miljøgifter og hvordan disse kan påvirke miljøet, og har med typer materialer som disse kan komme fra kun som eksempler. I tillegg er det eksperimentelle studier som dokumenterer innhold i brannrøyk fra ulike materialer og angir hvordan disse miljøgiftene kan påvirke miljøet, men det angis ikke vurdering av mengder med tanke på når tiltak bør iverksettes, og hvilke tiltak. Dette gjør det vanskelig å knytte funnene i disse studiene opp mot konkrete tiltak som kan gjøres ved avfallsanlegg.

En annen utfordring med miljøpåvirkning fra ulike avfallsfraksjoner er grad av homogenitet. I tilfelle brann kan det være vanskelig å vite nøyaktig hva som brenner pga. feilsortering og brannspredning mellom ulike fraksjoner. Det kan derfor være vanskelig å tilpasse tiltakene for å begrense utslipp for hver enkelt fraksjon med hensyn til spesifikke utslipp. Eksempler på fraksjoner som har spesielt store variasjoner i type materialer, er blandet avfall (restavfall) og EE-avfall. Dannelsen og spredningen av miljøgifter er avhengige av ytre faktorer som temperatur, nedbør, vind, tilgang på luft til forbrenningen og reaksjoner med andre stoffer. Ved en brann må man derfor være oppmerksom på at det kan bli miljøkonsekvenser uansett fraksjon, og prøve å minimere konsekvenser for miljø gjennom ulike tiltak, som slokketeknikk, oppsamling og rensing av vann, og overvåking av vannforekomst (se detaljer i avsnitt 7.3).

Ideelt sett burde ulike avfallsfraksjoner kunne blitt rangert etter hvor skadelige de er for miljøet i tilfelle brann. I denne studien har vi ikke funnet grunnlag for å kunne gjøre en

bastant rangering av fraksjoner. For vannmiljøet skal stoffer som omhandles i vannforskriften holdes under grenseverdiene som er angitt. Disse stoffene kan forventes å slippes ut fra de fleste avfallsfraksjoner. Skal det likevel fremheves stoffer som kan være mest kritiske for vannmiljøet, må det være dioksiner, furaner og varianter av polyklorerte bifenyler (PCB). Disse kan antas å være mest skadelige, og kan ved brann forventes sluppet ut fra for eksempel blandet avfall og farlig avfall. Dersom det finnes forurensninger som «bare» kan endre enkle vannkvalitetsparametere, som for eksempel pH, alkalinitet og ledningsevne anses ikke dette å være like kritisk. Ettersom de skadelige miljøgiftene er å finne i de fleste avfallsfraksjoner, må man for de fleste branner være nøye med at slokkevann ikke slippes ut til vann, da det mest sannsynlig vil gi en negativ påvirkning på miljøet.

Verktøyet «Fire Impact Tool v1» [90], som er nylig utviklet under ledelse av F. Amon ved RISE i Sverige, vil kunne gi en overordnet vurdering av miljøaspekt ved ulike typer branner. Verktøyet er laget for å kunne vurdere miljøaspekt før en hendelse inntreffer, for å legge til rette for planlegging og opplæring av håndtering. Til nå fins det ikke tilstrekkelig bakgrunnsdata for ulike typer avfall for å ta dette i bruk, men dersom slik data fremskaffes vil dette være en mulighet i fremtiden.

Risikoen for miljøpåvirkning fra brann i avfallsanlegg er sammensatt av sannsynlighet for brannstart og konsekvensene av utslipp som følger av brannen. Blandet avfall og EE-avfall er fraksjoner der både sannsynligheten for brannstart er relativt stor og der miljøpåvirkningene kan være betydelige i tilfelle brann. De store potensielle konsekvensene er knyttet til variasjoner i innhold i materialene som kan brenne. For blandet avfall er det i tillegg ofte snakk om store mengder som lagres sammen. For EE-avfall kan det også være snakk om store mengder, men her er konsekvensene mest knyttet til innhold av ulike miljøgifter som flammehemmere og ulike plastsorter som PVC (se detaljer i Vedlegg C). For avfallsfraksjonene som kommer under farlig avfall har denne studien funnet at sannsynligheten for brann er liten, men konsekvensene for miljø kan bli store da mange typer miljøgifter er representert i innholdet av farlig avfall.

Ved å sørge for å ha lave mengder avfall på lager vil omfanget av en eventuell brann begrenses. Som en direkte følge av dette vil også mengde utslipp begrenses av lite tilgjengelig brensel. Dermed er det anbefalt at alle avfallsanlegg skal jobbe målrettet for å holde avfallsvolum nede, slik at risikoen for miljøet reduseres til et akseptabelt nivå. Som beskrevet i gjennomgangen av hendelser (avsnitt 6.2) er det funnet behov for å kartlegge laboratorium og kapasiteter for prøvetaking ved mistanke om forurensning, og utarbeide tiltakskort for utslipp til luft og vann. Fylkesmannen i Vestfold skal ha tatt initiativ til en arbeidsgruppe for å utrede dette og gi anbefalinger til prosedyrer for prøvetaking og analyser. Dette være arbeid som både myndigheter og bransjen vil kunne dra nytte av, og vi anbefaler at arbeidet følges opp av relevante myndigheter.

## Utslipp til vann

Bruk av brannskum kan ha både positive og negative effekter på miljø. Bruk av brannskum ved slokking av en brann i et avfallsanlegg kan minske forbruket av slokkevann. Det fins også systemer hvor skumkonsentrat og luft blandes med vann (kalt CAFS-system) som også kan gi mindre vannforbruk. Ved å begrense mengde slokkevann vil det være mindre vann som må samles opp, og det vil være lettere å hindre at det renner



ut til vannmiljøet og forurenses dette. Samtidig må man være spesielt varsom ved bruk av skum og forsikre seg om at selve skummet ikke bidrar til økt forurensning dersom det slippes ut i vann. Ved bruk av skum må oppsamling være praktisk mulig og det må finnes en plan for rensing av skumblandingen, se detaljer i avsnitt 5.2.

Når brannvesen kjøper inn brannskum bør det velges et skum som gir minst mulig påvirkning på vannmiljø. For at innkjøper skal kunne ta et bevisst og rett valg, burde det være mulig å sammenligne informasjon i produktdatablad for ulike produkter, og ut fra dette identifisere hvilke skumtyper som er mest miljøvennlige. Dette er ikke enkelt i dag, da mengde detaljer vedrørende skummets påvirkning på vannmiljøet varierer mellom de ulike produktenes produktdatablad. Generelt burde denne informasjonen vært mer spisset og konkret. Eksempler fra produktdatablad viser at informasjonen også kan være direkte villedende. Ett datablad karakteriserer slokkemiddelet som «ikke skadelig for miljøet» samtidig som det er «fullstendig biologisk nedbrytbart». Dette er motstridende, ettersom nedbrytningen av slokkemiddelt da antagelig vil forbruke oksygen i vannmassene, som igjen kan føre til oksygenvinn og at biota kveles. Mange av stoffene i skum vil kunne ha alvorlige effekter på vannmiljøet, selv de som ikke er klassifisert som farlige. Et eksempel er ammonium, som ved høy pH omdannes til ammoniakk. For å kunne sammenligne effekt på vannmiljøet mellom ulike typer skum bør produktdatablad derfor ha en tydeligere spesifisering av skummets kjemiske sammensetning, og som et minimum inneholde informasjon om BOF og KOF-verdier (biologisk og kjemisk oksygenforbruk), og informasjon om PFAS-innhold.

Når det gjelder tiltak som avfallsanleggene kan gjøre, vil risikovurdering av hvor slokkevann fra deres anlegg vil kunne havne være viktig. Det er ulik fortytning av slokkevann i ulike vannforekomster (se detaljer i avsnitt 5.1), og ekstra forsiktighet og tiltak for å samle opp vann bør iverksettes i avfallsanlegg som ligger slik til at det er fare for å slippe ut vann til vannforekomster med liten grad av fortytning (eksempelvis elver og små innsjøer). Dersom utslipp ikke kan unngås, men bare styres basert på lokasjon på anlegg, tekniske innretninger, slokkestrategi eller annet, kan en prioriteringsrekkefølge hjelpe for å styre vann dit det vil gi minst påvirkning på miljø.

Ved en problemkartlegging ifm. et forurensingsuhell, er det viktig at det er en tydelig ansvarsfordeling mellom involverte aktører (anlegget, fylkesmannen, brann og redningstjenesten), som beskrevet i avsnitt 5.1.7. Her er det også viktig at riktig ekspertise blir involvert, for at arbeidet med overvåking i etterkant av en hendelse blir så god og effektiv som mulig og at denne er i tråd med vannforskriften. Eksempler på samspill mellom mange ulike aktører, fremkommer i gjennomgangen av store branner i avfallsanlegg i kapittel 6. Under brannen ved Revac i 2018 (se avsnitt 6.2) var blant annet Mattilsynet, fylkesmannen, kommunen, samt brann og redningstjenesten involvert. Under brannen i Nordreisa (se avsnitt 6.4) var brann og redningstjenesten, kommunen, nabokommuner, Avinor og forsvaret involvert. Bransjen i Sverige etterlyser tydeligere rutiner for slokkevannsanalyser og informasjon om metoder for rensing av slokkevann (se avsnitt 5.2). Ut fra møte med bransjen i februar er det også grunn til å tro at dette ikke er helt tydelig definert i Norge heller.

## Oppsamling og rensing av slokkevann

For å minimere sannsynlighet for miljøkonsekvenser er et viktig aspekt ved avfallsanleggets handlingsplan at denne inneholder en plan for oppsamling av slokkevann, slik at anlegget til enhver tid er forberedt i tilfelle det oppstår brann. Dette er et sentralt tiltak som bransjen påpeker (se avsnitt 7.3), og også anbefalt av en europeisk forening for brannvernforeninger, CFPA [26]. Dette kan inkludere å ha avtaler med eksterne aktører, som transportfirmaer med pumpebiler, mottak for forurenset slokkevann, kommunale renseanlegg osv. Både utstyr og avtaler må være dimensjonert for de store mengder vann som kan forventes ved slokkeinnsats på et avfallsanlegg.

Når det gjelder rensing av slokkevann, fins en rekke ulike metoder (se avsnitt 5.2.2), hvor den beste løsningen i mange tilfeller vil være å sende oppsamlet slokkevann til rensing av eksterne firmaer med stasjonære renseanlegg, fremfor lokal rensing på avfallsanlegget. Inadekvate rensesystemer kan føre til forurensning. Under Revac-brannen i 2014 (se avsnitt 6.1), ble vannet drenert fra anleggets tette betongdekke til kumsystem med tilhørende sandfang og utskiller, men likevel førte utslipp av kontaminert slokkevann til fiskedød i en nærliggende bekk, og ødelagte avlinger. Et annet eksempel, er brannen i Nordreisa (se avsnitt 6.4), hvor det forurensete slokkevannet ble samlet i et deponi som ble håndtert med pumpebiler, og deretter siget gjennom store mengder grus. Avfallsanlegget meldte at vannprøver viste at det ikke var fare for forurensing fra slokkevannet.

Hvilket rensesystem som er best egnet vil, ifølge NIVA, være svært avhengig av hvilke miljøgifter som befinner seg i slokkevannet. Et område for videre arbeid er derfor å se på hvilke rensesystemer som er i bruk på ulike anlegg i dag, og gjøre en vurdering av om disse er adekvate for å håndtere slokkevann fra brann, sett opp mot miljøgifter som kan havne i vannet ved hvert avfallsanlegg.

## Utslipp til luft

Størrelsen på utslipp til luft i tilfelle brann, og hvor store avstander brannrøyken vil spre seg er avhengig av en rekke faktorer.

Når det gjelder miljøkonsekvenser av utslipp til luft, er en vurdering av påvirkning på miljøet fra brannrøyk presentert i avsnitt 5.3.

Når det gjelder helsemessige konsekvenser av utslipp av brannrøyk for naboer eller andre, er dette ikke vurdert i detalj. Utslipp fra brann kan potensielt få konsekvenser for store områder. Brannrøyk (gasser og partikler) kan påvirke folk som oppholder seg utendørs eller innendørs (dersom røyken trekkes inn i bygninger for eksempel via ventilasjonssystemer). Det finnes eksempler på nyhetssaker som omtaler brannrøyk fra avfallsbranner som *mulig giftig røyk* [91]. Det fremkom også i gjennomgangen av brannen i Nordreisa (avsnitt 6.4) at de var usikre på hvilke gasser som ble produsert, og dermed giftigheten i røyken. Det ser altså ut til å være en vanlig usikkerhet, både i media og ellers, hvorvidt brannrøyk er farlig eller ikke. Vi ønsker derfor å understreke at all brannrøyk er skadelig. Hvorvidt brannrøyken har akutte eller langsiktige konsekvenser (eller begge deler), og grad av helsepåvirkning vil imidlertid være avhengig av mengden og sammensetning av røyken man utsettes for.

Et område som bør undersøkes nærmere er på hvilket grunnlag man vurderer når evakuering bør iverksettes når branner i avfallsanlegg inntreffer. I hvilket omfang man bør evakuere, og når evakueringen skal startes, er sentrale spørsmål for brannvesenet under en hendelse. Dette er ikke belyst. Vi har heller ikke undersøkt hvilken påvirkning slike røykutslipp kan ha på spesielt utsatte grupper, men dette bør belyses i videre studier. Her kan ulike målemetoder for innhold av gasser og partikler i brannrøyken være aktuelt, både for å danne et faglig grunnlag som kan hjelpe brannvesenet med å vurdere situasjonen, og for at avfallsbedrifter selv skal kunne gjøre en helhetlig vurdering av konsekvensene etter en brann.

### 8.2.3 Brann i bygning

Det er en trend at fylkesmennene oftere stiller krav til at ulike avfallsfraksjoner skal lagres innendørs for å beskytte mot vær og vind, og på denne måten hindre at avfallet spres til omgivelsene. Denne trenden er av avfallsbransjen identifisert som en utfordring med hensyn til brann. Gjennomgang av hendelser har også vist at brannvesenet kan få utfordringer når avfall lagres inne i bygninger.

*«Et av hovedproblemene med at det utvikles større branner er at varene ligger innendørs. Da sprer brannen seg til hele bygningen og det er vanskelig å komme til med slukkearbeidet. Utgiftene mangedobles når det brenner innendørs, da brannen sprer seg med branngasser og bygningsmasser som regel er totalvrak. Myndighetene har et ensidig fokus på miljøet og pålegger bransjen å flytte aktivitetene under tak. Dette lager brannfeller.»*

- Avfallsanlegg (fritekstsvaret i spørreundersøkelsen)

Fokus på miljø og nærliggende naboers interesser kan komme i konflikt med brannsikkerheten. Innendørs lagring gir dårligere adkomst for brannvesen, tørrere lagringsforhold som kan øke sannsynlighet for antennelse for eksempel i papir, og mulig stor varmpåkjenning på den bærende konstruksjonen i selve bygningen som huser avfallet. Byggverkets beskaffenhet er derfor med tanke på skadebegrensning. På den annen side gir lagring innendørs mulighet for å benytte seg av automatiske sløkkanlegg som kan bidra til å begrense konsekvensene av et branntilløp. Utendørs lagring er også forbundet med utfordringer, og økt sannsynlighet for brannstart for noen avfallstyper. Dette kan unngås ved rotasjon av varelageret. Flyvebranner og spredning til annet brennbart materiale i nærheten kan også være en utfordring med utendørs lagring.

Bygningskonstruksjoner som benyttes for lagring av avfall på avfallsanlegg er ofte store byggverk. Ofte er de delvis åpne, noen har flere etasjer, og noen har en takhøyde tilsvarende flere etasjer. Byggteknisk regelverk deler inn bygninger i risikoklasser og brannklasser og tar primært hensyn til personsikkerhet, samfunnsmessige interesser og miljøet. Dersom bygningen er plassert i brannklasse 1, eller ikke har en brannklasse, (noen som i praksis er vanlig for avfallsanlegg) kan bygningen ikke forventes å være dimensjonert for mye mer enn tilfredsstillende bæreevne og stabilitet i tiden nødvendig for å rømme og redde personer. I slike enkle og oversiktlige bygninger antas rømning og redning å gjennomføres relativt raskt.

Potensiell skade på bygget og skade på ressurs som er lagret inne i bygget er først og fremst eiers ansvar. Skade på bygg og oppbrent avfall vil likevel være svært relevant med tanke på forsikring av virksomheten. Forsikringsselskapene legger derfor ofte føringer utover det som byggereglene krever.

Brann i store mengder avfall lagret på ett sted medfører stor varmpåkjening på den bærende konstruksjonen. Dette påvirker slukkeinnsatsen, både med tanke på personsikkerhet og hvilke slukkemetoder man kan benytte. Dersom bygningens bæreevne vurderes å være svekket vil brannvesenet måtte trekke ut fra bygningen for å ivareta personsikkerheten. Dette resulterer i at brannen ikke begrenses.

For å håndtere dette må det sikres enten:

- at bygningskonstruksjonen er dimensjonert for å motstå en brann i tilstrekkelig tid så brannvesenet kan håndtere brannen, eller
- at forebyggende tiltak med stor sikkerhet kan hindre at branner oppstår og vokser seg store (slike tiltak omhandles i avsnitt 7.1)

Dersom brann i byggverk kan gi store miljøkonsekvenser, eller at samfunnsmessige interesser risikeres å skades skal byggverket ifølge byggereglene prosjekteres etter brannklasse 4. Dette innebærer at sikkerheten ved brann må dokumenteres ved analyse. Det er derimot ikke definert hva store miljøkonsekvenser innebærer. Selv om byggereglene er funksjonsbasert, vil det være nødvendig å gi noen form for veiledning til hvordan tiltakshaver skal forholde seg til begrepet store miljøkonsekvenser. Tilsvarende som det for brannkrav fins preaksepterte ytelser, bør byggereglene vise til relevante definisjoner av forurensningsmyndighetene (Miljødirektoratet). Eksempelvis kan det vises til grenseverdier for prioriterte miljøgifter i vann, biota og sediment, som angitt i vannforskriften, eller til grenseverdier (BAT-konklusjoner) fra EU regelverk. Vi stiller likevel spørsmål ved hvorvidt det vil være praktisk gjennomførbart at brannprosjekterende skal kunne gjøre en slik vurdering, selv med en entydig definisjon av store miljøkonsekvenser. Vurderingen hvorvidt brann i byggverk kan gi store miljøkonsekvenser bør i hvert prosjekt skje i et samarbeid mellom tiltakshaver, ansvarlige foretak og forsikring, i dialog med relevante myndigheter.

## 8.2.4 Førsteinnsats, industrivern og brannvesenets innsats

### Førsteinnsats og industrivern

Det kan se ut som, selv om det er tynt statistisk grunnlag for påstanden, at branner i avfallsanlegg i større grad oppdages ved observasjoner av ansatte ved anlegget enn ved automatisk deteksjon. Av de brannene i bygningsmasse som var rapportert i BRIS, var 14 av 20 (70 %) oppdaget ved observasjon (se avsnitt 4.1.1). I spørreundersøkelsen ble både teknisk deteksjon og manuell observasjon pekt på som sentrale forebyggende tiltak (se avsnitt 7.1). Dersom visuell observasjon er eneste deteksjon vil eksempelvis en brann som starter ved selvantennning inne i en avfallshaug ikke oppdages før langt ut i brannforløpet. I denne studien er det ikke blitt sett på detaljer vedrørende ulike tekniske deteksjonsløsninger, men på generelt grunnlag bør deteksjonssystemet tilpasses de stedlige forholdene og hva som skal detekteres. Systemet må også ha dokumentasjon på at det er egnet for denne bruken. For avfallsanlegg betyr det at type avfall, mengde og

lagringsforhold, mulige antennelseskilder og omgivelsesforhold som støv og skitt bør tas hensyn til ved valg av deteksjonsløsninger.

Når det gjelder slokkesystemer eksisterer det en rekke ulike system og teknologier. Eksempler er stasjonære, automatiske sprinkler- eller gassanlegg, manuelt opererte håndslukkere og slokkekanoner som kan styres manuelt eller automatisk. Disse kan være tilpasset ulike typer branner; spesielle håndslukkere for brann i litumbatteri, ulike brannskum for brann i fast stoff og i væske osv. I denne sammenhengen er det ofte snakk om store haller og store mengder avfall. Bransjen påpeker på at det er viktig med riktig dimensjonert slukkeutstyr som er tilgjengelig når man trenger det, men vi har sett flere eksempler på at det kan være utfordrende å finne tilstrekkelig og relevant dokumentasjon på funksjonen til ulike løsninger.

### **Samspill mellom bransje og brannvesen**

Når brannen er oppdaget er det viktig at personellet har tilgang til egnet slukke- og verneutstyr og at de kan legge til rette for effektiv innsats av brannvesenet (slangeutlegg, informasjon, vanntilgang etc.). Prosedyre for førsteinnsats bør ikke bare ha fokus på slukkemidler, men også på verneutstyr, og ikke minst at ansatte skal trekke seg tilbake i tide dersom branntilløp utvikler seg til større brann, og da heller fokusere på å legge til rette for brannvesenet. En god beredskapsplan, utformet i dialog med brannvesenet, er viktig.

Som et forebyggende tiltak kan brannvesenet etterspørre grundige konsekvensanalyser. Slike analyser kan øke kompetansen og bevisstgjøringen for både ansatte og ledelse ved avfallsanlegg, samt hos brannvesenet med hensyn til forebygging og håndtering av branner. Øvelser sammen brannvesen og anleggene er også et viktig verktøy for læring, erfaringsutbytte og identifisering av forbedringspotensial.

### **Brannvesenets tilsyn og beredskap**

For at brannvesenet skal oppfylle sine plikter med hensyn til forebyggende arbeid, tilstrekkelige beredskapsforberedelser og å opprette gode planer og rutiner med hensyn til avfallsanlegg må de ha kunnskap om de spesielle utfordringer som er knyttet til disse. Flere regelverk regulerer kommunenes plikter med hensyn til dimensjonering av brannvesen, forebygging, risikohåndtering etc. Spesielt skal kommunen iht. forskrift om brannforebygging bidra til å innhente og formidle kunnskap om hvilke forebyggende og beredskapsmessige tiltak som påvirker forløpet og utfallet av branner. Det mest utfordrende for brannvesenet ved håndtering av brann på avfallsanlegg er størrelsen på brannene og ofte usikkerhet knyttet til materialene som brenner, og dermed utfordringer med tanke på valg av slukkemetode, vannforbruk, utslipp til grunnvann og til luft og personsikkerhet.

En måte å håndtere en brann er å isolere brannen ved å flytte brennbart materiale og la det brenne ut under overvåking. Ved denne metoden vil forbruket av slukke vann reduseres, noe som vil være positivt med tanke på avrenning og forurensning av vannforekomster. Samtidig vil dette øke utslipp til luft og dermed eksponering av giftig brannrøyk for innsatslag og naboer. Det kan også gi en lengre produksjonsstans. Hvis

brannen ikke kan isoleres utendørs, på trygg avstand fra bygninger, utstyr og maskiner, vil det være fare for skader på disse.

Slokkemetoder og slokkeutstyr må være tilpasset type brensel som kan brenne. Det er ikke funnet informasjon om slokkemidler som er spesielt tilpasset ulike avfallsfraksjoner, mer enn brannskum klasse A og B, som er tilpasset henholdsvis brann i faste organiske materialer og brann i brannfarlige væsker. Det er også sett eksempler på håndslukkere som skal være spesielt tilpasset brann i litiumbatteri.

Tiltak for å forhindre utslipp til omgivelsene må vurderes, for eksempel kan det være nødvendig at brannvesenet bistår under oppsamling av slokkevann.

Det viktigste arbeidet for å påvirke omfanget av konsekvenser av brannen gjøres i forebyggende arbeid. Tiltak for beredskap og håndtering som avfallsanlegg kan iverksette er presentert i avsnitt 7.2 (oppsummert i Tabell 7-2 på side 75). Ved tilsyn mener vi at brannvesenet bør spesielt kontrollere:

- Rutiner med hensyn til å begrense risiko for storbrann og spredningsfare, eksempelvis rutiner for å separere og begrense mengder avfall, og ulike typer avfall, rutiner for overvåking, orden og ryddighet, samt rutiner og utstyr for førsteinnsats.
- Utstyr og muligheter på anlegget for å håndtere kontaminert slokkevann.
- Slokkevannkapasitet.

Brannvesen er pålagt å evaluere alle større branner, men det er ikke entydig hva evalueringene skal inneholde, hva man skal se etter etc., og det er heller ikke godt tilrettelagt for kunnskapsoverføring og læring fra branner mellom ulike brannvesen. Valg av slokketaktikk og bruk av slokkemidler varierer derfor mellom ulike brannvesen, og læring fra hendelser i avfallsanlegg blir ofte personavhengig.

En uheldig utvikling med tanke på læring fra branner er etterspillet etter den siste brannen ved Revac i 2018 (se avsnitt 6.2). Her kom evalueringsrapporten med noen innspill til brannvesenets forebyggende arbeid og innsats. I etterkant kom det søksmål mot brannvesenet, fra forsikringsselskapet, som senere ble trukket tilbake. Vi mener at dette er en uheldig utvikling i samfunnet; brann og redningsvesenet må ha rom for kritisk egenevaluering uten å være bekymret for søksmål. For å kunne få best mulig og bredest mulig læring fra disse brannene, vil åpenhet omkring hendelser og egen innsats være viktig.

## 9 Oppsummering av brannrisiko

I dette kapittelet presenteres en oppsummering av brannrisiko i avfallsanlegg. Dette er en kvalitativ vurdering for å gi en overordnet oversikt, basert på resultater og diskusjoner presentert i de foregående avsnittene. Fremgangsmåten som er brukt vil først bli beskrevet, etterfulgt av konklusjonene.

For å rangere brannrisiko i ulike avfallsfraksjoner i Tabell 9-1, ble først hyppighet av brannstart gjennomgått, ut fra rapporterte branner og branntilløp i Norge og Sverige (detaljer i avsnitt 4.2.2). Rangering fra ofte, regelmessig, sjelden til svært sjelden er brukt. Sistnevnte gjelder for avfallsfraksjoner hvor det er ingen eller nær ingen rapporterte hendelser. Det ble konkludert med at konsekvenser av brann ikke kan rangeres like tydelig ut fra de funn som er gjort i denne studien, og denne er derfor angitt som en samlet helhetlig vurdering av potensielle konsekvenser fra hver avfallsfraksjon. Dette er basert på en kombinasjon av bransjens opplevde risiko, konsekvenser for bygning og utstyr, samt konsekvenser for miljø.

Avfallsfraksjoner som bransjen mener kan føre til størst konsekvenser ved brann ble vurdert (detaljer i avsnitt 4.3). Her er et tydelig funn at mengde har mye å si både for brannstart og for beredskap og håndtering av brann. Hvilke fraksjoner som typisk oppbevares i store mengder ble derfor vurdert her. Med hensyn til konsekvenser av brann for økonomisk tap ved produksjonsstans og ødeleggelse av bygninger og utstyr, ble det gjort en vurdering av hvilke avfallsfraksjoner som ofte oppbevares innendørs (avsnitt 4.3 og 8.2.3). Det er også vurdert hvorvidt fraksjonen inneholder brennbare materialer. Med hensyn på miljøkonsekvenser (kapittel 5 og avsnitt 8.2.2) ble både avfallsfraksjoner som det oppbevares store mengder av, samt innhold av miljøgifter og potensielle utslipp til grunn, vann og luft fra de ulike fraksjonene (i den grad det har blitt identifisert) vurdert. Personskade er ikke spesifisert som konsekvens spesifikt i tabellen, men det vil være en mulighet for personskade ved alle typer branner.

Kombinasjonen av sannsynlighet for brannstart og en samlet vurdering av konsekvenser ved brann gir en rangering av den totale brannrisikoen for hver avfallsfraksjon, se Tabell 9-1. Her er brannrisiko rangert kvalitativt, hvor rød er høyest, deretter oransje, gul og lys gul er lavest. Denne oversikten identifiserer viktige fokusområder for å redusere den totale brannrisikoen på norske avfallsanlegg i Norge i dag, og kan brukes som et utgangspunkt for tilsyn og for å iverksette tiltak. Oversikten er ikke ment for å «friskmelde» enkelte fraksjoner eller antyde at brannfokus ikke er relevant for disse, ettersom det er store variasjoner fra anlegg til anlegg, og man ved hvert anlegg må vurdere egen brannrisiko. En lokalt tilpasset vurdering av brannrisiko på hvert enkelt anlegg er derfor viktig.

Tabell 9-1 Brannrisiko for ulike avfallsfraksjoner, hvor rød er høyest, deretter oransje, gul og lys gul er lavest. Hyppighet er rangert fra ofte, regelmessig, sjelden, til svært sjelden. Gode forebyggende eller skadebegrensende tiltak kan hjelpe med å redusere den totale brannrisikoen.

Brannrisiko	Avfallsfraksjon, sortert etter brannrisiko	Brannstart hyppighet	Hovedårsak til evt. store konsekvenser
	Blandet avfall	Ofte	Store mengder, utstyrsskade, miljøgifter
	Batterier*	Ofte	
	EE-avfall	Regelmessig	Miljøgifter
	Papir, papp og kartong	Regelmessig	Store mengder, utstyrsskade
	Farlig avfall	Sjelden	Miljøgifter
	Trevirke	Regelmessig	Store mengder
	Park og hageavfall	Regelmessig	Store mengder
	Våtorganisk avfall	Sjelden	
	Kasserte kjøretøy	Sjelden	
	Metall	Sjelden	
	Plast	Svært sjelden	Energitetthet, miljøgifter
	Gummi	Svært sjelden	Energitetthet, miljøgifter
	Slam	Sjelden	
	Slagg	Sjelden	
	Glass	Svært sjelden	
	Lett forurenset masse	Svært sjelden	
	Betong/ tegl	Svært sjelden	
	Tekstil	Svært sjelden	

\* Her er det snakk om alle batteri-relaterte branner. Batterier er ikke én egen avfallsfraksjon, men er separert ut i denne studien for å tydeliggjøre brannrisiko og tiltak.

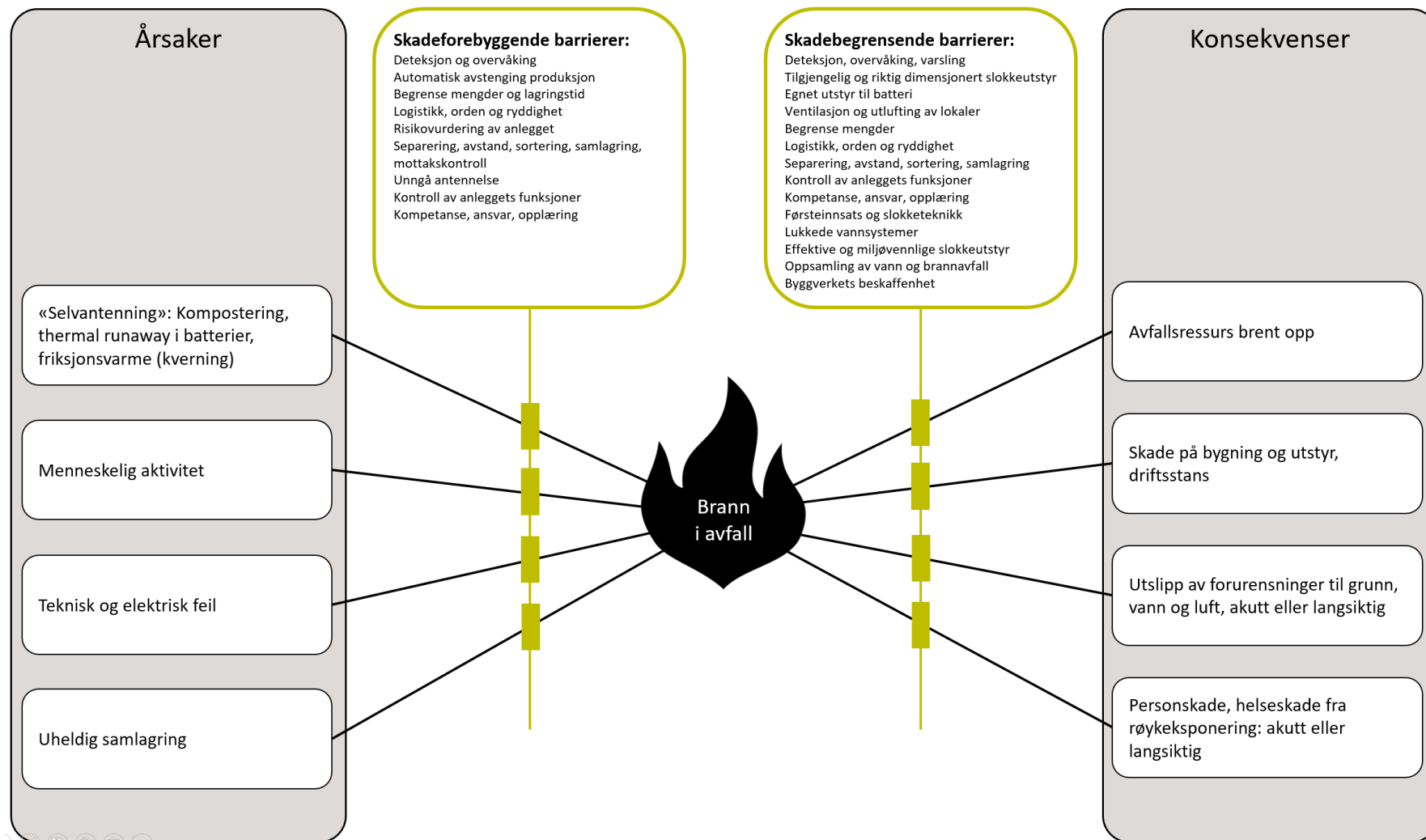
Det bør legges merke til at *farlig avfall* ikke er rangert i rød sone. Dette er et eksempel på en avfallsfraksjon hvor det er implementert mange forebyggende og skadebegrensende tiltak, og dette gjør at fraksjonen ikke er rangert som høyest brannrisiko. I tidligere kartlegginger av svensk og norsk statistikk var det knapt identifisert branner i denne fraksjonen. For å undersøke hvorvidt dette var tilfeldig eller systematisk ble det lagt ekstra vekt på å sende spørreundersøkelsen i denne studien til anlegg for mottak, mellomlagring og behandling av farlig avfall. Selv med en relativt høy svarprosent fra slike anlegg, var det relativt få (5 %) som rapporterte at de har flest branner eller branntilløp i farlig avfall. En feilkilde her er tilfeller hvor anlegg *har* hatt branner eller branntilløp i farlig avfall, bare ikke *flest* branner der. På spørsmål om hvilke avfallsfraksjoner bransjen mener kan føre til størst konsekvenser ved brann, svarte derimot flest farlig avfall (21 %). Fokus på at dette er stoffer som det kan være knyttet stor brannrisiko til, gjør at forebyggende tiltak som god kunnskap og rutiner hos ansatte iverksettes og opprettholdes. Det er også mindre mengder avfall som håndteres på hvert



mottak, og det er mindre utstrakt bruk av maskinell håndtering. Disse punktene påpekes også av NOMIKO [1].

Tilnærmingen med å sortere brannrisiko ut fra avfallsfraksjon kan brukes under tilsyn. En annen tilnærming, som bransjen foreslo, er å sortere ut fra hvorvidt avfallsanlegg er en del av en større organisasjon, eller om det er enkeltstående anlegg. Her er tanken at i en større organisasjon kan det være et større fokus på, og rom for, interne kontroller og oppfølging av HMS tiltak, som vil gjøre at det kanskje blir færre avvik på tilsyn. Tilsyn på anlegg hvor mye fungerer bra vil likevel kunne gi læringspunkter fra tilsyn.

En samlet oversikt av årsaker til og konsekvenser av branner i avfall, samt tiltak som kan hindre at branner oppstår, samt redusere konsekvensene av oppståtte branner, er presentert i bowtie-diagrammet i Figur 9-1. Tilsvarende diagram kan også lages for hver avfallsfraksjon, men ble ikke ansett som hensiktsmessige her, på grunn av stort antall overlappende årsaker, konsekvenser og tiltak (barrierer). Forskjellen på god og mindre god brannsikkerhet ligger i en god vurdering av brannrisikoen ved hvert anlegg, samt i implementeringen og gjennomføringen av tiltakene.



Figur 9-1 Bowtie-diagram for branner i avfallsanlegg. Årsaker og skadeforebyggende barrierer eller tiltak (grønne bokser) til venstre. Brann er uønsket hendelse i senter. Konsekvenser og skadebegrensende barrierer eller tiltak (grønne bokser) til høyre.

# 10 Konklusjoner

## Forebygging - Omfang og årsaker til branner

- Det er rapportert inn 141 branner i avfallsanlegg til BRIS i perioden januar 2016 til mai 2019. Det totale antallet branntilløp, små, mellomstore og store branner er ikke kjent, men antas å være langt høyere.
- Blandet avfall er et viktig fokusområde for å redusere den totale brannrisikoen ved norske avfallsanlegg, både ut fra rapportert hyppighet av brannstart og ut fra potensielle konsekvenser av brann for utstyr, driftsstans, miljø og helse.
- Avfallsfraksjoner hvor det er rapportert at *branner oppstår* mindre ofte er EE-avfall, papir, papp og kartong, trevirke, samt park- og hageavfall.
- Avfallsfraksjoner som det sjeldent er rapportert at *branner oppstår* er farlig avfall, våtorganisk avfall, kasserte kjøretøy, metall, slam og slagg. Det er svært sjelden rapportert om branner som oppstår i plast, gummi, glass, lett forurenset masse, betong og tegl, samt tekstil.
- De vanligste rapporterte årsakene til brann i avfallsanlegg er selvantennning (herunder kompostering, thermal runaway i batterier og friksjonsvarme fra kverning), menneskelig aktivitet og ukjent årsak.
- Komprimering og balling av avfall reduserer ikke faren for selvantennning ved kompostering, siden disse prosessene trenger svært lite oksygen.

### Anbefalinger:

- Sentrale forebyggende tiltak som bør prioriteres er deteksjon og overvåking, begrense mengder avfall og lagringstid, orden og ryddighet, sortering og mottakskontroll samt god opplæring.
- Vi anbefaler bransjen og bransjeforeningene å sørge for at læring og erfaring fra små og store hendelser blir utvekslet og kommer hele bransjen til nytte.
- Vi anbefaler at myndighetene gjennomfører en større folkeopplysningskampanje om brannfarene ved feilsorterte batterier og batterier i EE-avfall, for å hindre at befolkningen kaster batterier feil. Det vil kunne redusere noen av de vanligste rapporterte *årsakene* til brann.
- I utarbeidelsen av risikovurderinger og beredskapsplaner vil det være viktig å vurdere om tiltak er hensiktsmessige og praktisk gjennomførbare ved hvert enkelt anlegg. Høyrisikoavfall må særlig hensyntas. Absolutte krav til avstander, høyder, volum eller lignende vil nok ikke være hensiktsmessig, *one size does not fit all*.

## Beredskap og håndtering – miljøpåvirkning

- En brann i et avfallsanlegg kan gi store påvirkninger på vann, luft og biota.
- Sammensetningen av brannrøyken vil være avhengig av materialet som brenner og forbrenningseffektivitet. Mange avfallsfraksjoner er sammensatt av forskjellige typer materialer, noe som gjør det vanskelig å si eksakt hvilke utslipp som vil komme fra hver enkel fraksjon.
  - o Eksempler på innhold i brannrøyken er karbondioksid, karbonmonoksid, nitrogen og svoveloksider, halogenerte syrer, tungmetaller på partikler og

støv, og flyktige organiske forbindelser. Utslippene kan påvirke miljø i form av forsuring og bakkenær ozon, og kan være giftige for vannlevende organismer. Det er viktig å poengtere at all brannrøyk er giftig og må tas på alvor med tanke på eksponering for mennesker.

- Spredning av brannrøyken vil påvirke hvor store skadeeffektene blir. Spredningen er avhengig av egenskapene til brannrøyken (densitet, damptrykk, nedbrytning, eventuell partikkelstørrelse), vær og vindhastighet samt utforming av terreng.
- Potensielle forurensinger til vannforekomst er metaller og forbindelser fra forbrenning av organiske materialer, for eksempel polyaromatiske hydrokarboner, klorerte og bromerte dioksiner og furaner, PCB og cyanid. Slokkevannet vil kunne være akutt giftig dersom det renner ut i vann. Det vil si at biota som er i kontakt med slukkevannet raskt vil dø. Årsaken skyldes at konsentrasjonene av stoffene i slukkevannet er akutt giftige, vannkvalitetsparametere (f.eks. pH, partikler, ionestyrke) er endret og/eller at oksygenet i vannmassene brukes opp. Vannforskriften gir grenseverdier for substanser i vann, sediment og biota.
- Forurensninger vil fortynnes i ulik grad i elv, innsjø og kystvann. Generelt vil fortynningen bli lavere når slukkevannet slippes ut i overflaten sammenlignet med punktutslipp på dypt vann (dykket utslipp).
- Ved et forurensningsuhell skal en problemkartlegging utføres, for å sørge for at riktige tiltak og overvåking blir igangsatt. Tydelig ansvarsfordeling og involvering av riktig ekspertise er også sentralt.
- For at en brann skal gi minst mulig påvirkning på miljø, vil det være viktig å ha en plan for beredskap og håndtering, gjerne i dialog med brannvesenet, med tydelig ansvarsfordeling.
  - Det er viktig å kartlegge hvor slukkevann eventuelt vil renne ut og å sørge for å ha nødvendig utstyr og system for oppsamling av slukkevann. Et konkret tiltak er å ha avtaler på plass med firmaer som kan bistå med biler for å suge opp og rense slukkevannet.
  - Det er viktig at tiltakene er dimensjonert for store mengder vann i tilfelle en omfattende og langvarig slukkeinnsats er nødvendig.
- Risikoen for forurenset vann kan reduseres med lavt vannforbruk. Ved alternative slukkemetoder, f.eks. skum, må disse vurderes med tanke på annen negativ påvirkning i form av innhold av miljøskadelige stoffer.
- En kombinasjon av rensemetoder må forventes for å dekke de forskjellige forurensingene som slukkevannet kan inneholde, pga egnetheten av en spesifikk rensemetode er avhengig av sammensetning og innhold av forurensning, hvilken grad av rensing som skal oppfylles, økonomi og hvor akutt situasjonen er.

#### Anbefalinger:

- Sentrale tiltak for å hindre forurensning som bør prioriteres er lukkede vannsystemer, effektivt og miljøvennlig slukkeutstyr, oppsamling av vann og brannavfall, begrense mengder avfall samt rask førsteinnsats.

### **Beredskap og håndtering - førsteinnsats og brannvesenets innsats:**

- Førsteinnsats av ansatte på avfallsanlegg er identifisert som sentralt tiltak for å unngå at små branntilløp utvikler seg til større branner, uavhengig av om virksomheter har krav til industrivern.
  - o Tilgjengelig og riktig dimensjonert sløkkeutstyr er sentralt.
  - o Enkel tilgang på verneutstyr på hele anlegget, økt kunnskap omkring helseskade ved innånding av brannrøyk og øvelser er tiltak som kan hindre helseskader ved førsteinnsats.
  - o Prosedyre for førsteinnsats bør ikke bare ha fokus på slökkemidler, men også på verneutstyr, og ikke minst at ansatte skal trekke seg tilbake i tide, og heller legge til rette for brannvesen, eksempelvis med slangeutlegg.
- Felles øvelser og fokus på samhandling mellom industrivern og brannvesenet er et viktig tiltak for skadeforebygging. Her kan det legges til rette for felles læring og at alle blir kjent med rutiner og anlegget (lokaler, vannkilder, utstyr etc.).
- Ettersom det vil ha stor betydning for prosjekteringen og dokumentasjonen av brannsikkerheten avhengig av hvorvidt en potensiell brann antas å kunne få store miljøkonsekvenser mener vi at det er behov for klargjøring av hva som omfattes av *stor miljøkonsekvens*.
- På grunn av kompleksiteten i avfallsfraksjoner og på grunn av feilsortering kan valg av slökkemiddel ikke gjøres ut fra hvilken spesifikk avfallsfraksjon som brenner. Bruk av vann og utgraving for å fordele større volum er vanlig og hensiktsmessig. Tilsyn bør fange opp hvor godt anlegget er rustet for å håndtere store branner særlig med et fokus på vannkapasitet og hvordan man unngår miljøutslipp.

#### **Anbefalinger:**

- Sentrale tiltak for beredskap og håndtering som bør prioriteres er deteksjon og overvåking, tidlig varsling, tilgjengelig og riktig dimensjonert sløkkeutstyr, begrense mengder avfall, fysisk separering og sløkketeknikk for å unngå brannspredning, samt fokus på opplæring og kompetanse.
- For å legge til rette for at brannvesen skal kunne ta hensyn til miljøaspekt ved valg av skum, anbefaler vi at de stiller krav til sine leverandører om at det angis tydelig innholdsfortegnelse i produktdatablad. Denne bør som et minimum inneholde informasjon om BOF og KOF (biologisk og kjemisk oksygenforbruk) verdier og PFAS innhold. For to løsninger som sløkketeknisk er likeverdige, vil dette gi mulighet for å vurdere miljøaspekt for produkter opp mot hverandre.
- Beredskaps- og handlingsplaner anbefales å være konkrete og presise når det gjelder å beskrive rollefordelingen og HMS ved avfallsanleggets samhandling med ulike etater, organisasjoner og andre aktører involvert i tilfelle brann.
- Vi anbefaler at myndighetene legger til rette for at brannvesenets evalueringer av branner kan brukes for bedre kunnskapsoverføring og læring mellom ulike brannvesen, ved bedre veiledning på hvordan slike evalueringer skal gjennomføres og hva de skal inneholde.

# 11 Forslag til videre arbeid

Detaljer, egnethet og dokumentasjon av ulike deteksjons- og sløkkeløsninger til bruk på avfallsanlegg er ikke vurdert i detalj i denne studien. Her foreslås en kartlegging av tilgjengelige løsninger, samt en vurdering av egnethet til bruk på avfallsanlegg og å få på plass dokumentasjon der dette mangler. Her er det sentralt å ha fokus på forhold som gjør implementering på avfallsanlegg utfordrende, som store hallvolum og støvete miljø. Dersom resultatene fra en slik kartlegging gjøres tilgjengelig for bransjen, vil dette kunne gi økt brannsikkerhet i bransjen, og følgelig kanskje øke mulighetene for å få forsikring, eller rimeligere forsikring av anleggene.

Det er behov for en studie av sløkketeknikker og sløkketaktikker for å begrense vannforbruket ved sløkking av brann i store masser. Der er også behov for studier på tilpassing av sløkkemidler til ulike typer avfallsfraksjoner eller andre materialer. Her er involvering av brannvesenet sentralt, gjennom intervjuer eller tester. Dette vil kunne være anvendbart for avfallsanlegg, for industrilagring av biomasse, og for branner i skogbunn eller rotsystem i etterkant av skog-, lyng- og torvbranner.

En mer inngående studie av komposisjonen til brannrøyk fra ulike fraksjoner vil kunne gi bedre grunnlag for vurdering av forurensninger fra avfallsanlegg, og mer kunnskap om brannodynamikk ved branner i ulike materialer. Det vil også være viktig å se på mulig påvirkning på vannforekomster og sårbare områder, ved branner i ulike materialer. Dette vil kunne inngå som bakgrunnsinformasjon til verktøyet «Fire Impact Tool v1» for å gi en overordnet vurdering av miljøaspekt ved ulike typer branner, ikke bare for norske avfallsbranner men også andre branner som er relevante for norske forhold.

En studie av simuleringer eller tester av omfang og spredning av brannrøyk vil kunne gi mer informasjon og bedre beslutningsgrunnlag for brannvesenet med tanke på evakuering. Påvirkning av røykutslipp på spesielt utsatte grupper er også et område som bør belyses. Det er også behov for å kartlegge laboratorium og kapasiteter for prøvetaking ved mistanke om forurensning i Norge, samt feltstudie av ulike rensesystem som er i bruk på avfallsanlegg i dag med hensyn på egnethet og mulige utslipp av miljøgifter.

For å legge til rette for bedre kunnskapsoverføring og læring fra branner ut fra brannvesenets evaluering av branner, er det behov for å utvikle et system for innhold og form i evalueringene, samt en metode for best mulig kunnskapsoverføring og læring.

## 12 Referanser

- [1] S. Valde, E. Wormstrand, and G. K. Milli, “Branner i avfallsbransjen- årsaker og tiltak,” Nomiko AS, Version 01, Mar. 2019.
- [2] A. Lönnermark, H. Persson, F. Trella, P. Blomqvist, S. Boström, and Å. Bergérus Rensvik, “Brandsikkerhet ved lagring av avfallsbränslen,” Avfall Sverige, Rapport 2018:09, 2018.
- [3] *Lov 13 mars 1981 nr.6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)*. .
- [4] “Avfallsregnskapet 2017- Definisjoner,” *Statistics Norway*, 03 Apr. 2019. [Online]. Available: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno>. [Accessed: 06 Jun. 2019].
- [5] “Kollegiet for brannfaglig terminologi,” 15 May. 2019. [Online]. Available: <http://www.kbt.no>.
- [6] Helse- og omsorgsdepartementet, *Forskrift 22. desember 2016 nr. 1868 om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)*. 2017.
- [7] “Avfallsregnskapet, 2016,” *Statistics Norway*, 24 May. 2018. [Online]. Available: <https://www.ssb.no/avfregno>. [Accessed: 19 Mar. 2019].
- [8] Justis- og beredskapsdepartementet, *Lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver*. 2002.
- [9] Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, *Forskrift 15. desember 2006 nr. 1446 om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)*. .
- [10] “Avfallsregnskapet 2017- Tabell 1, avfallsmengder i Norge etter behandling og materiale,” *Statistics Norway*, 03 Apr. 2019. [Online]. Available: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno>. [Accessed: 06 Jun. 2019].
- [11] Standard Norge, “NS 9431:2011 Klassifikasjon av avfall.” Standard Norge, 01 Jan. 2011.
- [12] Justis- og beredskapsdepartementet, *Forskrift 17. desember 2015 nr. 1710 om brannforebygging*. 2015.
- [13] “Ot.prp. nr. 28 (2001-2002) Om lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven) og om endringer i arbeidsmiljøloven, side 13-14.” .
- [14] Arbeids- og sosialdepartementet, *Forskrift 12. juni 1996 om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)*. .
- [15] “Systematisk sikkerhetsarbeid for bygningseiere,” Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap et al., Tønsberg, 2378, Oct. 2017.
- [16] Justis- og beredskapsdepartementet, *Forskrift 8. juni 2009 nr. 602 om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (Forskrift om håndtering av farlig stoff)*. 2009.
- [17] “Veiledning for innmelding av farlig stoff, versjon 3.” Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).
- [18] Klima- og miljødepartementet, *Forskrift 1. juni 2004 nr. 930 om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)*. 2004.
- [19] Official Journal of the European Communities, *DIRECTIVE 2010/75/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 24 november 2010 on on industrial emissions (integrated pollution prevention and control. (Recast) (Text with EEA relevance)*. 2010.
- [20] “Reference documents under the IPPC Directive and the IED,” *European Commission, Joint Research Centre- Circular Economy and Industrial Leadership*. [Online]. Available: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>.

- [21]“Industriutslippsdirektivet (IED)- spørsmål og svar,” *www.miljodirektoratet.no*. [Online]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/verktøy/sporsmal-og-svar/industriutslippsdirektivet/>. [Accessed: 20 Jun. 2019].
- [22] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift 19. juni 2017 nr. 840 om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK17)*. 2017.
- [23] Direktoratet for byggkvalitet, *Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK)*. 2017.
- [24] Klima- og miljødepartementet, *Forskrift 1. juni 2004 om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften)*. .
- [25] t Justis- og beredskapsdepartementet, *Forskrift 20. desember 2011 nr. 1434 om industrivern*. 2011.
- [26] “Treatment and storage of waste and combustible,” CFPA Europe, Helsinki, CFPA-E Guideline No 32:2014 F, May. 2014.
- [27] Statistisk sentralbyrå, “Næringsgruppering 2007 (SN 2007),” *Standard for næringsgruppering (SN)*. [Online]. Available: <https://www.ssb.no/klass/klassifikasjoner/6>.
- [28] V. Babrauskas, “Information on specific materials and devices,” in *Ignition handbook: principles and applications to fire safety engineering, fire investigation, risk management and forensic science*, Issaquah, WA: Fire Science Publishers, 2003, pp. 675–1021, Chapter 14.
- [29] G. Rein, “Smoldering Combustion,” in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 5th ed., vol. 1, M. J. Hurley et al, Ed. New York: Springer, 2016, pp. 581–603, Chapter 19.
- [30] R. F. Mikalsen, “Fighting flameless fires - Initiating and extinguishing self-sustained smoldering fires in wood pellets,” Doctoral thesis, Otto von Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Germany, 2018.
- [31] B. F. Gray, “Spontaneous Combustion and Self-Heating,” in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 5th ed., vol. 1, M. J. Hurley, D. T. Gottuk, J. R. Hall Jr., K. Harada, E. D. Kuligowski, M. Puchovsky, J. L. Torero, J. M. Watts Jr., and C. J. WIECZOREK, Eds. Springer New York, 2016, pp. 604–632, chapter 20.
- [32] X. Feng, M. Ouyang, X. Liu, L. Lu, Y. Xia, and X. He, “Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review,” *Energy Storage Materials*, vol. 10, pp. 246–267, Jan. 2018.
- [33] “ISO/DIS 26367-1:2017 Guidelines for assessing the adverse environmental impact of fire effluents- Part 1 General.” ISO Copyright office.
- [34] “Prioritetslisten,” 18 Jan. 2019. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten>. [Accessed: 05 Jan. 2019].
- [35] “Farlige stoffer i produkter,” 06 Sep. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/produkter/Rapport>. [Accessed: 12 Jun. 2019].
- [36] “ISO/DIS 26367-2:2016 Guidelines for assessing the adverse environmental impact of fire effluents- Part 2 Methodology for compiling data on environmentally significant emissions from fires.” ISO Copyright office.
- [37] E. Lydersen, R. Høgberget, C. E. Moreno, Ø. A. Garmo, and P. C. Hagen, “The effects of wildfire on the water chemistry of dilute, acidic lakes in southern Norway,” *Biogeochemistry*, vol. 119, no. 1–3, pp. 109–124, Jun. 2014.
- [38] H. G. Smith, G. J. Sheridan, P. N. J. Lane, P. Nyman, and S. Haydon, “Wildfire effects on water quality in forest catchments: A review with implications for water supply,” *Journal of Hydrology*, vol. 396, no. 1–2, pp. 170–192, Jan. 2011.
- [39] R. J. Bixby, S. D. Cooper, R. E. Gresswell, L. E. Brown, C. N. Dahm, and K. A. Dwire, “Fire effects on aquatic ecosystems: an assessment of the current state of the science,” *Freshwater Science*, vol. 34, no. 4, pp. 1340–1350, Dec. 2015.
- [40] J. Campo, M. Lorenzo, E. L. H. Cammeraat, Y. Picó, and V. Andreu, “Emerging contaminants related to the occurrence of forest fires in the Spanish



- Mediterranean,” *Science of The Total Environment*, vol. 603–604, pp. 330–339, Dec. 2017.
- [41] J. Fowles, M. Person, and D. Noiton, “The Ecotoxicity of Fire-Water Runoff Part I: Review of the Literature,” New Zealand Fire Service Commission Research, Aug. 2001.
- [42] D. Noiton and J. Fowles, “The Ecotoxicity of Fire-Water Runoff Part II: Analytical Results,” New Zealand Fire Service Commission.
- [43] D. Martin, M. Tomida, and B. Meacham, “Environmental impact of fire,” *Fire Science Reviews*, vol. 5, no. 1, Dec. 2016.
- [44] T. Nakao, O. Aozasa, S. Ohta, and H. Miyata, “Formation of dioxin analogs by open-air incineration of waste wood and by fire of buildings and houses concerning Hanshin Great Earthquake in Japan,” *Chemosphere*, vol. 46, no. 3, pp. 429–437, Jan. 2002.
- [45] S. S. White and L. S. Birnbaum, “An overview of the effects of dioxins and dioxin-like compounds on vertebrates, as documented in human and ecological epidemiology,” *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, vol. 27, no. 4, pp. 197–211, 2009.
- [46] A. Yasuhara, T. Katami, and T. Shibamoto, “Formation of PCDDs, PCDFs, and coplanar PCBs from incineration of various woods in the presence of chlorides,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 37, no. 8, pp. 1563–1567, Apr. 2003.
- [47] E. Fjeld *et al.*, “Miljøundersøkelse i Aulivassdraget, konsekvenser av brannen ved Revac AS i 2014,” NIVA, 6757–2014, Aug. 2014.
- [48] “Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.” Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018.
- [49] “Vannovervåking: Identifisering av nærstasjoner.” Miljødirektoratet, 2019.
- [50] E. Fjeld, I. Allan, J. Persson, E. Lund, J. Thaulow, and S. Ranneklev, “Miljøundersøkelse i Aulivassdraget, oppfølging i 2015,” NIVA, 6950–2016, Apr. 2016.
- [51] H. Vikan, “Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger,” *VANN*, vol. 3, pp. 333–340, 2013.
- [52] M. Grung, S. Ranneklev, E. H. Steindal, and C. Harman, “How much chemicals with PFAS do we use in Norway 2009-2017?,” presented at the Temamøte «PFAS» og «Bærekraft og klimatilpasning», 07.03. 2019.
- [53] “Perfluorerte stoffer (PFOS, PFOA og andre PFAS-er),” 18 Jan. 2019. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/PFOS-PFOA-og-andre-PFCs/>. [Accessed: 05 Jan. 2019].
- [54] T. R. Barber, C. C. Lutes, M. R. J. Doorn, P. C. Fuchsman, H. J. Timmenga, and R. L. Crouch, “Aquatic ecological risks due to cyanide releases from biomass burning,” *Chemosphere*, vol. 50, no. 3, pp. 343–348, Jan. 2003.
- [55] R. Sissel Brit, S. Haande, M. Walday, and M. Grung, “Eksempelsamling for tiltaksorientert overvåking,” NIVA, M–997, 2018.
- [56] P. Norberg and D. Lithner, “Reining och destruktions av kontaminerat släckvatten,” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), MSB536, 2013.
- [57] S. Särdaqvist, *Vatten och andra släckmedel*, 2nd ed. Räddningsverket, 2006.
- [58] Environment Agency for England and Wales, Scottish Environment Protection Agency (SEPA), and and Heritage Service for Northern Ireland, “Guidance PPG18 Managing Fire, Water & Major Spillages.”
- [59] I. Larsson and A. Lönnermark, “Utsläpp från bränder- Analyser av brandgaser och släckvatten,” Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP Rapport 2002:24.
- [60] B. Person, M. Simonson, and M. Månsson, “Utsläpp från bränder till atmosfären,” Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP Rapport 1995:70.
- [61] “Karbondioksid (CO<sub>2</sub>),” 12 Nov. 2018. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/co2>. [Accessed: 04 May. 2019].

- [62] “Kortlevde klimadrivere,” 01 Feb. 2019. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/klima/kortlevde-klimadrivere/>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [63] “Bakkenær ozon,” 30 May. 2016. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/bakkenar-ozon/>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [64] “Nitrogenoksid (NO<sub>x</sub>),” 21 Dec. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Sur-nedbor/Nitrogenoksid-NOx>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [65] “VOC.” [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/definisjoner/v/voc/>. [Accessed: 19 Jun. 2019].
- [66] “Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH),” 06 Sep. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/pah/>.
- [67] “Dioksiner.” [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/definisjoner/d/dioksiner/>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [68] A. Lönnermark and P. Blomqvist, “Emissions from Fires in Electrical and Electronics Waste,” SP Fire Technology, SP Rapport 2005:42, 2005.
- [69] “Bromerte flammehemmere,” 06 Jun. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/prioritetslisten/bromerte-flammehemmere/>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [70] “Fosfororganiske flammehemmere,” 18 Jan. 2019. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/Fosfororganiske-flammehemmere>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [71] “Polyklorerte bifenyler (PCB),” 06 Sep. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/pcb>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [72] “Forvaltningsrevisjon - Gransking av hendelsen på Linnestad Næringsområde, Re kommune,” Vestfold Kommunerevisjon, 2015.
- [73] “Facebook - Vestfold Interkommunale Brannvesen.” 21 Jul. 2014.
- [74] “Voldsom avfallsbrann,” *Brannmannen*, 23 Oct. 2014.
- [75] “Evaluering - Brann på Revac AS, mai 2018,” Fylkesmannen i Vestfold, Jun. 2018.
- [76] “Facebook - Vestfold Interkommunale Brannvesen.” 27 May. 2018.
- [77] P. K. Lønseth, “Evaluering etter brann hos REVAC i mai 2018 - Oppdrag for Vestfold Interkommunale Brannvesen IKS,” PWC, Nov. 2018.
- [78] H. Rønning, H. T. Holtung, and G. Hatlo, “Krever 145 millioner fra brannvesen,” *www.nrk.no*, 01 Apr. 2019. [Online]. Available: <https://www.nrk.no/vestfold/krever-145-millioner-fra-brannvesen-1.14499629>. [Accessed: 02 Apr. 2019].
- [79] “Facebook - Vestfold Interkommunale Brannvesen.” 04 Jun. 2019.
- [80] “Gjennomført industrivern/brann-øvelse,” *www.revac.no*, 05 Jun. 2019. [Online]. Available: <https://www.revac.no/informasjon-om-ovelse-4-juni/>. [Accessed: 17 Jun. 2019].
- [81] “Brannstatistikk 2016-2019 - Tall fra rapporteringsløsningen (BRIS) fra brann- og redningsvesenet til DSB,” Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Tønsberg, May. 2019.
- [82] “Erfaringer etter brann GMP 8.mars 2018 - Presentasjon på seminar for gjenvinningsbransjen,” 13 Nov. 2018.
- [83] “Facebook - Oslo brann- og redningsetat.” 08 Mar. 2018.
- [84] B.-T. Åbyholm, “Tilsynsrapport - Galsomelen avfallsanlegg,” Nord-Troms Brannvesen, Tilsynsrapport, Aug. 2018.
- [85] “Brann i avfallsanlegg i Nordreisa,” *NRK*, Jul. 2018. [Online]. Available: <https://www.nrk.no/nyheter/brann-i-avfallsanlegg-i-nordreisa-1.14110016>. [Accessed: 22 May. 2019].
- [86] J. N. Pedersen, T. H. Henriksen, O. Solvang, and G. K. Lysnes, “Har satt inn helikopter for å slukke brannen,” *Nordlys*, 01 Jul. 2018.
- [87] “Evaluering Brann Galsomelen juli 2018.” Nordreisa kommune, 24 Sep. 2018.

- [88] A. Sadeghi, Ø. Neramoen, and F. Johansen, "Rapport 2015, Brann i avfallshåndteringsanlegg med konsekvens for tredjepart," Rogaland brann og redning IKS, Rapport 2015, Jan. 2016.
- [89] M. A. Ibrahim, S. Alriksson, N. Sultana, and W. Hogland, "Perception of fire-risk at temporary storage sites of organic materials, waste fuels and recyclables," *IJEWM*, vol. 14, no. 2, p. 165, 2014.
- [90] F. Amon, J. Gehandler, R. McNamee, M. McNamee, and A. Vilic, "Measuring the impact of fire on the environment (Fire Impact Tool, version 1): Project report and user manual," Borås, Sweden, 2019:60, 2019.
- [91] "Brann på Metallco – ber folk lukke vinduer for å unngå røyken," *Oppland Arbeiderblad*, 23 Mar. 2019. [Online]. Available: <https://www.aa.no/nyheter/politiet/brann/brann-pa-metallco-ber-folk-lukke-vinduer-for-a-unnga-royken/s/5-35-833411>. [Accessed: 25 Mar. 2019].
- [92] Kemikalieinspektionen, "Högfluorerade ämnen – PFAS," 11 Aug. 2015. [Online]. Available: <https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen-pfas>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [93] "Treavfall," 15 Jan. 2018. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/Treavfall/>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [94] N. W. Tame, B. Z. Dlugogorski, and E. M. Kennedy, "Formation of dioxins and furans during combustion of treated wood," *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 33, no. 4, pp. 384–408, 2007.
- [95] "Ftalater," 19 Mar. 2018. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/ftalater>. [Accessed: 04 May. 2019].
- [96] R. Verma, K. S. Vinoda, M. Papireddy, and A. N. S. Gowda, "Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 35, pp. 701–708, 2016.
- [97] A. Lönnermark and P. Blomqvist, "Emissions from Tyre Fires," SP Fire Technology, SP Report 2005:43, 2005.
- [98] "Farlige stoffer i klær og tekstiler," 06 Dec. 2017. [Online]. Available: <https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/produkter/tekstiler/>. [Accessed: 06 Dec. 2019].
- [99] A. Lönnermark and P. Blomqvist, "Emissions from an automobile fire," *Chemosphere*, vol. 62, no. 7, pp. 1043–1056, 2006.
- [100] H. Heien Rau, K. Sandberg, M. Zabrodina, and T. Metlie Hagen, "Basiskarakterisering av bunnaske fra forbrenning av avfall i Norge," 7/2015, Jun. 2015.
- [101] A. Lönnermark, P. Blomqvist, and S. Marklund, "Emissions from simulated deep-seated fires in domestic waste," *Chemosphere*, vol. 70, no. 4, pp. 626–639, 2008.
- [102] P. Andersson, P. Blomqvist, A. Lorén, and F. Larsson, "Investigation of fire emissions from Li-ion batteries," SP Technical Research Institute of Sweden, Fire Technology SP Report 2013:15, 2013.
- [103] Kemikalieinspektionen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, and Naturvårdsverket, "Rekommendationer för minskad användning av brandsläckningsskum," Artikelnummer 511 202, Sep. 2016.
- [104] Norwegen, Ed., *Et Norge uten miljøgifter: hvordan utslipp av miljøgifter son utgjør en trussel mot helse eller miljø kan stanses; utredning fra et utvalg oppnevnt ved Miljøverndepartementet 6. mars 2009*. Oslo: Departementenes Servicesenter, Informasjonsforvaltning, 2010.

# Vedlegg A Spørsmål i spørreundersøkelse

I dette vedlegget er spørreundersøkelsen som ble sendt ut gjengitt. Spørsmål 1, 2 og 3 hadde avkrysning og fritekstfelt. Spørsmål 2 og 3 hadde identiske alternativer for avkrysning (gjengitt her kun én gang for plassbesparelse). Spørsmål 4-10 hadde fritekstfelt og ingen avkrysning.

## *Branner i avfallsanlegg: spørreundersøkelse*

*Det er 10 spørsmål, undersøkelsen tar ca. 5-10 min å besvare.*

*RISE Fire Research gjennomfører nå en studie av branner i avfallsanlegg, på oppdrag fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Miljødirektoratet og Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).*

*Innspill fra bransjen er svært viktig. Vi ønsker innspill fra dere som er eiere eller har ansvar for daglig drift på avfallsanlegg, og fra andre som har innspill til gode tiltak for å redusere brannrisiko på avfallsanlegg.*

*Målsettingen er å frembringe et faktagrunnlag som belyser hvilke risikoer som er knyttet til branner i avfallsanlegg, og å identifisere tiltak som kan forebygge brann og begrense brannens skadeomfang og miljøpåvirkning. Resultatene fra spørreundersøkelsen vil sammenstilles og brukes i en åpen rapport.*

*Det er frivillig å svare og du svarer anonymt. Svarfrist 19.mai 2019 (NB! utvidet frist)*

*Vær gjerne så detaljert og konkret som mulig når du fyller inn svar.*

1. Hvem representerer du/dere?
  - Anlegg for mottak og mellomlagring av avfall
  - Anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall
  - Behandlingsanlegg for avfall
  - Behandlingsanlegg for farlig avfall
  - Forsikring
  - Brannvesen
  - Annet [fritekst]
  
2. I hvilke avfallsfraksjoner har dere opplevd flest små branntilløp (ulming/små flammer) eller større branner? Kryss av maks 3 alternativer, utdyp gjerne under Annet/Other.
3. Hvilke avfallsfraksjoner mener dere kan føre til størst konsekvenser i tilfelle brann (miljø, natur, bygningsteknisk, driftsstans, helse etc)? Kryss av maks 3 alternativer, utdyp gjerne under Annet/Other.
  - Våtorganisk avfall

- Park- og hageavfall
  - Treavfall
  - Slam
  - Papir, papp og kartong
  - Glass
  - Metall
  - Betong og tegl
  - Slagg, støv, bunnaske, flygeaske
  - Plast
  - Gummi
  - Tekstiler
  - Kasserte kjøretøy
  - Lett forurensede masser
  - Blandet avfall (vennligst spesifiser under Annet/Other nedenfor)
  - EE-avfall (vennligst spesifiser under Annet/Other nedenfor)
  - Farlig avfall (vennligst spesifiser under Annet/Other nedenfor)
  - Batterier (vennligst spesifiser under Annet/Other nedenfor)
  - Vet ikke
  - Ikke relevant
  - Annet [fritekst]
4. Har dere eksempler på metoder og tiltak som dere bruker som fungerer for å unngå brannstart? Stikkord: teknisk, organisatorisk, hva, hvordan, hvorfor, hvorfor ikke?
  5. Har dere eksempler på metoder og tiltak som dere har prøvd eller vet om, som IKKE fungerer for å unngå brannstart? Stikkord: teknisk, organisatorisk, hva, hvordan, hvorfor, hvorfor ikke?
  6. Har dere eksempler på metoder og tiltak som fungerer for å unngå at et lite branntilløp (ulming/små flammer) blir til en større brann? Stikkord: teknisk, organisatorisk, hva, hvordan, hvorfor, hvorfor ikke?
  7. Har dere eksempler på metoder og tiltak som dere har prøvd eller vet om, som IKKE fungerer for å unngå at et lite branntilløp (ulming/små flammer) blir til en større brann? Stikkord: teknisk, organisatorisk, hva, hvordan, hvorfor, hvorfor ikke?
  8. Hvilke tiltak mener dere kan redusere miljøpåvirkning på jord, luft og vann som følge av brann?
  9. Til slutt et spørsmål kun for de som håndterer litium og litium-ion batterier (gjelder ikke feilsorterte batterier): Se de 5 forrige spørsmålene, har dere konkrete innspill til brannsikker lagring av store mengder Li-batterier?
  10. Kan vi kontakte deg hvis vi har oppfølgingsspørsmål? Hvis ja, vennligst oppgi kontaktinformasjon (behandles konfidensielt og vil ikke knyttes til dine svar i vår rapport).

# Vedlegg B Tabulerte svar fra spørreundersøkelsen

I dette vedlegget er svar på spørsmål 1-3 fra Vedlegg A gjengitt i tabellformat. Merk at mange av de som svarte representerer flere enn én type anlegg.

Tabell B 1: Svar på spørsmål 1: "Hvem representerer du/dere?"

	Svar (antall)	Svar (%)
Anlegg for mottak og mellomlagring av avfall	62	36 %
Anlegg for mottak og mellomlagring av farlig avfall	49	28 %
Behandlingsanlegg for avfall	34	20 %
Behandlingsanlegg for farlig avfall	16	9 %
Forsikring	1	1 %
Brannvesen	1	1 %
Returselskap	4	2 %
Annet*	6	3 %

\* Fritekstsvaret under annet: tilsyn industrivern, kommunal husholdningsrenovasjon, transport, rådgivning, fylkesmann

Tabell B 2: Svar på spørsmål 2: "I hvilke avfallsfraksjoner har dere opplevd flest små branntilløp (ulming/små flammer) eller større branner? Kryss av maks 3 alternativer, utdyp gjerne under Annet/Other", og spørsmål 3: "Hvilke avfallsfraksjoner mener dere kan føre til størst konsekvenser i tilfelle brann (miljø, natur, bygningsteknisk, driftsstans, helse etc)? Kryss av maks 3 alternativer, utdyp gjerne under Annet/Other".

Avfallsfraksjon	Spørsmål 2: Opplevd flest små branntilløp eller større branner		Spørsmål 3: Mener kan føre til størst konsekvenser i tilfelle brann	
	Svar (antall)	Svar (%)	Svar (antall)	Svar (%)
Våtorganisk avfall	3	2 %	3	2 %
Park- og hageavfall	10	8 %	1	1 %
Treavfall	12	9 %	9	5 %
Slam	2	2 %	1	1 %

Papir, papp og kartong	6	5 %	17	10 %
Glass	0	0 %	0	0 %
Metall	5	4 %	2	1 %
Betong og tegl	0	0 %	0	0 %
Slagg, støv, bunnaske, flygeaske	1	1 %	2	1 %
Plast	0	0 %	8	4 %
Gummi	0	0 %	5	3 %
Tekstiler	0	0 %	0	0 %
Kasserte kjøretøy	1	1 %	5	3 %
Lett forurensede masser	0	0 %	0	0 %
Blandet avfall (vennligst spesifiser)	37	28 %	32	18 %
EE-avfall (vennligst spesifiser)	14	11 %	32	18 %
Farlig avfall (vennligst spesifiser)	6	5 %	37	21 %
Batterier (vennligst spesifiser)	26	20 %	20	11 %
Vet ikke	1	1 %	3	2 %
Ikke relevant	6	5 %	1	1 %

# Vedlegg C Miljøgifter i ulike avfallsfraksjoner i normaltilstand og i utslipp til luft og vannforekomst ved brann

Tabell C 1: Oversikt over ulike avfallsfraksjoner og miljøgifter som kan finnes i materialene ved normaltilstand. Oversikt over potensielt utslipp i tilfelle brann, til luft og til vann (resipient), ved bruk av slokkevann uten skum. Listen er ikke komplett, og fokus har vært på utslipp i tilfelle brann, ikke å gi en komplett liste for normaltilstand. Potensielt utslipp til vann baseres dels på studier av utslipp ved brann, dels på de miljøgifter som kan være i materialene ved normaltilstand, og som dermed potensielt kan følge med slokkevann i tilfelle brann. Potensielt utslipp til luft baseres på studier som har sett på sammensetning i brannrøyk.

Avfallskode	Avfallstype	Miljøgifter som kan være i materialene, ved normaltilstand*	Potensielt utslipp til luft, ved brann (uavhengig av slokking)	Potensielt utslipp til vann ved brann med bruk av slokkevann uten skum
1111	Våtorganisk avfall			CN/HCN[54]
1131	Park- og hageavfall			CN/HCN[54]
1141, 1142, 1143, 1149	Treavfall	PFAS [92]	CO <sub>2</sub> [60], NO <sub>x</sub> [60], støv [59]	CN/HCN[54], kobber, krom, arsen (CCA-salter)[93], dioksiner[94]
1126	Slam			CN/HCN[54], bromerte flammehemmere [69], fosfororganiske-flammehemmere [70], ftalater [95], PFAS [53]
1200, 1211, 1221, 1241, 1299	Papir, papp og kartong			CN/HCN[54], PFAS [53]
1300	Glass			
1400, 1447, 1451, 1499	Metall			Metaller
1500, 1502, 1503, 1504, 1506, 1512	EE-avfall	<u>bromerte flammehemmere</u> , <u>ftalater</u> , tungmetaller [35]	CO <sub>2</sub> , HCl, VOC, PAH, dioksiner og furaner, flammehemmere, metaller [68]	bromerte flammehemmere [69], fosfororganiske-flammehemmere [70], ftalater [95], for



				omfattende oversikt av stoffer se [47]
1603	Lett forurensende masser			
1611, 1612, 1613, 1614	Betong og tegl			PCB [71]
1700	Plast		CO <sub>2</sub> [60], NO <sub>x</sub> [60], Hydrogenhalider (HX) [59], HCN [59], Isocyanater [59], Dioxiner [59]	bromerte flammehemmere [69], fosfororganiske flammehemmere [70], ftalater [95], dioksiner ved PVC [96]
1800, 1811, 1812, 1899	Gummi		CO <sub>2</sub> [60], SO <sub>2</sub> [60] VOC, PAH, dioksiner PCDD/PCDF, metaller [97]	PAH, PCDD/PCDF, metaller [97]
1900	Tekstiler	PFAS, fenoler, formaldehyd, ftalater, bly, krom, nikkel [98], bromerte flammehemmere [69], fosfororganiske flammehemmere [70]	CO <sub>2</sub> [60], HCN [59]	CN/HCN[54], fosfororganiske flammehemmere [70], bromerte flammehemmere [69], ftalater [95], PFAS [53]
2411, 2421	Kasserte kjøretøy		CO <sub>2</sub> , HCl, SO <sub>2</sub> , VOC, PAH, dioksiner (PCDD/PCDF), aldehyder, isocyanater, HCN [99]	metaller, PAH16, BTEX og lignende stoffer [41,42], Bromerte flammehemmere [69], ftalater [95]
7096 (farlig avfall)	Slagg, støv, bunnaske, flygeaske	slag fra produksjon av metaller, tungmetaller [11]		metaller og høy pH i slokkevann [100]
7000-serien	Farlig avfall	bisfenol A, ftalater, kadmium, bly, krom, fenoler og		metaller (Hg, Pb, Ni, Cd, Cu, As, Cr og Zn), organiske stoffer, CN og stoffer som kan endre pH, ledningsevne

		tinnorganiske forbindelser [35]		og oksygeninnhold i vannmassene. Se Avsnitt 5.1.8 for mer informasjon.  Isolerglassruter: PCB [71]
9900, 9911, 9912, 9917	Blandet avfall		PAH, PCDD/PCDF, PCB, metaller [101]	PAH, PCDD/PCDF, PCB, metaller [101]
2300, 2311 7084, 7092, 7093, 7094	Batterier	kvikksølv, bly og kadmium [35]	Litiumbatterier: HF, POF3 [102]	Metaller

\*Mer om farlige stoffer i produkter på miljøstatus sin hjemmeside [35].

# Vedlegg D Vann og brannskum som slokkemiddel

Vann har mange egenskaper som gjør at det er godt egnet til å slokke en brann. Vann finnes som oftest i rikelige mengder, er enkelt å transportere og har gode slokkeegenskaper. I tillegg er kostnaden av vann lav sammenlignet med andre slokkemiddel. [57]

I situasjoner der vann ikke er tilstrekkelig som eneste slokkemidler brukes ofte brannskum i tillegg eller som alternativ. Dette kan være situasjoner der vannstrålen ikke når frem, for eksempel ved begrenset adkomst av vannstråle eller grunnet kombinasjonen av vannets og brenselets egenskaper. Brannskum brukes i forskjellige former av brann, og fremst mot brann i væske og i branner hvor det ikke er hensiktsmessig å bruke røykdykkere. [57]

Brannskum har en rekke egenskaper som gjør at de er vel egnet for å slukke branner. Skummet reduserer overflatespenningen til vannet, og gjør at det fukter bedre. I tillegg har skummet en høyre viskositet som gjør at skummet ikke så lett rinner vekk. Brannskum brukes av brannvesen ved at skum i et tilsetningsrør blandes med vann, og skummet dannes i det det forlater dysen i brannslangen. Det finnes ulike typer skumkonsentrat, som brukes ved ulike typer av brann. To typer er A og B klasse brannskum:

**Klasse A- skum** Brann i faste organiske materialer som tre, papir, tekstiler og lignende. Kalles også ofte for lettiskum.

**Klasse B-skum** Brann i brannfarlige væsker som bensin, olje, lakk, farge og lignende. Kalles også ofte for tungskum.

For brann i avfallsanlegg vil klasse A- skum være mest relevant da merparten av innholdet i avfallsfraksjonene inneholder faste materialer.

Klasse B-skum kan inneholde perfluorerte tilsetningsstoff [103,104]. Et samlenavn for disse forbindelsene er PFAS (per- og polyfluorerte alkylstoffer). Eksempel på brannskum som *kan* inneholde fluorinerte forbindelser er filmdannende skum (AFFF, Aqueous Film Forming Foam) [103]. Mer om PFAS og miljøpåvirkning er beskrevet i avsnitt 5.1.

En skumleverandør<sup>21</sup> som RISE har kontaktet oppgir at ca 100 norske brannbiler har tilgang på såkalt Compressed Air Foam Systems (CAFS). Dette er et slokkesystem hvor skumkonsentrat og luft blandes med vann før skummet pumpes ut i slangen. Dette systemet trenger mindre mengder vann, noe som er en fordel i tilfelle brannvesen har begrenset tilgang på vann.

---

<sup>21</sup> Telefonsamtale 20 mars 2019 med daglig leder hos Nordic Fire and Rescue Service

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

Gjennom internasjonalt samarbeid med akademi, næringsliv og offentlig sektor bidrar vi til et konkurransekraftig næringsliv og bærekraftig samfunn. RISEs 2 200 medarbeidere driver og støtter alle typer innovasjonsprosesser. Vi tilbyr et hundretalls test- og demonstrasjonsmiljø for framtidssikre produkter, teknikker og tjenester. RISE Research Institutes of Sweden eies av den svenske staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Postboks 4767 Torgarden, 7465 TRONDHEIM  
Telefon: 464 18 000  
E-post: [post@risefr.no](mailto:post@risefr.no), Internett: [www.risefr.no](http://www.risefr.no)

RISE Fire Research  
RISE-rapport 2019:61  
ISBN: