

Mari Mæhlum

Bærekraftig brannprosjektering

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Kathinka Leikanger Friquin

Medveileder: Ole Henry Hallgren

Juni 2022

Mari Mæhlum

Bærekraftig brannprosjektering

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Kathinka Leikanger Friquin
Medveileder: Ole Henry Hallgren
Juni 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

FNs klimapanel slår fast at klimaendringene kommer raskere, og blir mer intense dersom tiltak ikke gjøres nå. Bygg- og anleggsvirksomheten står i dag for over 40% av dagens klimagassutslipp. Bærekraftig utvikling innenfor denne sektoren blir derfor viktig i tiden som kommer. Klimaplanen for 2021-2030 for Norge peker tydelig på at hele samfunnet må dra i samme retning for å nå klimamålene. Dette betyr at også brannrådgivere må bidra i den bærekraftige utviklingen, men det store spørsmålet er hvordan.

Opgavens problemstilling er: «Hvordan kan helhetlig bærekraftig brannprosjektering gjennomføres?». Dette er en bred problemstilling som baserer seg på en *helhetlig* tilnærming, hvilket innebærer flere perspektiver som i sum skal kunne hjelpe brannrådgiver til å ta bærekraftige valg i sin arbeidshverdag. De ulike perspektivene er formulert i fire ulike delmål, som også bidrar til å konkretisere problemstillingen. De fire delmålene er; 1. Kartlegge bærekraftige teknologier og materialer, og informere om brannrisikoen tilknyttet disse. 2. Kartlegge hvordan regelverk og merkeordninger behandler brann og bærekraft. 3. Definere hva bærekraftig brannprosjektering er, og hvordan det kan gjennomføres i praksis, og 4. Kartlegge hvordan brannrådgivere forholder seg til bærekraftig brannprosjektering. Metodene som har blitt benyttet for å nå de ulike delmålene er hovedsaklig litteraturstudie, dokumentanalyse og intervju.

For det første delmålet er det identifisert en rekke bærekraftige trender. Selv om flere av de kan gi en økt brannrisiko, er det også studier som hevder at denne risikoen er under kontroll. Det konkluderes imidlertid med at det er behov for mer forskning og testing av de ulike teknologiene/materialene. Oppgaven gir tiltak, samt litteraturanbefalinger til hvordan de ulike trendene kan håndteres i prosjekteringen.

For det andre delmålet er det konkludert med at bærekraftige hensyn utelas i stor grad i lover, forskrifter, veiledninger og standarder som omhandler brannsikkerhet. TEK17, som er det viktigste dokumentet for brannrådgivere, er imidlertid en funksjonsbasert forskrift, hvilket åpner for bruk av bærekraftige analyseløsninger. Utfordringen ligger i etterspørselen av slike løsninger. En annen utfordring er at standardene for analysemetoder ikke trekker i en bærekraftig retning. Ulike sertifiseringsordninger kunne med fordel motivert kunder til å etterspørre brannsikre bærekraftige løsninger dersom dette hadde gitt poeng i de ulike ordningene. Det er imidlertid funnet lite som konkret gir poeng for slike løsninger.

For det tredje delmålet er det undersøkt hva konkret bærekraftig brannprosjektering innebærer. En brann i seg selv vil ikke kunne være bærekraftig, ettersom den potensielt kan føre til betydelige miljøutslipp. Det kan også argumenteres for at brannsikkerhet sammenfaller med flere av bærekraftsmålene til FN, i tillegg til å passe inn under definisjonen om bærekraftige bygg. Til tross for dette, er brann og bærekraft to disipliner som kan påvirke hverandre, og som derfor bør behandles sammen. Det holder ikke å bare støtte seg på at brannprosjektering kan være bærekraftig i seg selv, og brannrådgivere kan og bør gjøre mer. Oppgaven har identifisert flere tiltak og verktøy som brannrådgivere kan benytte seg av i prosjekteringen.

Det fjerde delmålet har bidratt til en verdifull kunnskapsdeling, og supplerer de 3 andre delmålene i oppgaven. Det er tydelig at bærekraftig brannprosjektering er noe brannrådgiverne i Norge ønsker å oppnå. Utfordringer ligger i å kunne definere helt konkret hva det innebærer, og hvordan det kan utføres. Bedre og tydeligere retningslinjer fra myndighetene er også et sterkt ønske fra bransjen.

Abstract

The UN Climate Panel states that climate change will come faster, and become more intense if measures are not taken now. Today, the construction industry accounts for over 40 % of today's greenhouse gas emissions. Sustainable development in this sector will therefore be important in the years to come. The climate plan for 2021-2030 for Norway clearly indicates that the society together must move in the same direction to achieve the climate goals. This means that fire consultants must also contribute to sustainable development, but the big question is how.

The problem statement of the thesis is: «How can holistic sustainable fire design be carried out?». This is a broad issue that is based on an *holistic* approach, which includes several perspectives that combined should be able to help fire consultants to make sustainable choices in their everyday work. The different perspectives are formulated in four different sub-goals, which also help to concretize the problem statement. The four sub-goals are; 1. Study sustainable technologies and materials, and inform about the fire risk associated with these. 2. Study how regulations and certification schemes treat fire and sustainability. 3. Define what sustainable fire design is, and how it can be implemented in practice, and 4. Examine how fire advisers relate to sustainable fire design. The methods that have been used to achieve the sub-goals are mainly literature study, document analysis and interview.

For the first sub-goal, a number of sustainable trends have been identified. Although several of them may increase the risk of fire, there are also studies that claim that this risk is under control. However, it is concluded that there is a need for more research and testing of the various technologies / materials. The thesis states measures, as well as literature recommendations on how the various trends can be handled in the design.

For the second sub-goal, it has been concluded that sustainable considerations are largely omitted in laws, regulations, guidelines and standards that deal with fire safety. TEK17, which is the most important document for fire consultants, is, however, a performance based system, which allows for the use of sustainable analysis solutions. The challenge lies in the demand for such solutions. Another challenge is that the standards for analysis methods do not pull in a sustainable direction. Different certification schemes could with advantage motivate customers to demand fireproof sustainable solutions if this had given points in the various schemes. However, little has been found that specifically gives points for such solutions.

For the third sub-goal, it has been investigated what sustainable fire design entails. A fire in itself will not be sustainable, as it can potentially lead to significant environmental emissions. It can also be argued that fire safety coincides with several of the UN's sustainability goals, in addition to fitting in with the definition of sustainable buildings. Despite this, fire and sustainability are two disciplines that can affect each other and which should therefore be treated together. It is not enough to just rely on the fact that fire design can be sustainable in itself, and a fire consultant can and should do more. The thesis has identified several measures and tools that the fire adviser can use in the design.

The fourth sub-goal has contributed to a valuable knowledge sharing, and complements the 3 other sub-goals in the thesis. It is clear that sustainable fire design is something the fire consultants in Norway want to achieve. The challenge is that it lacks a definition, and it is thus difficult to know what it entails and how it can be implemented. Better and clearer guidelines from the authorities are also a strong desire from the industry.

Forord

Denne oppgaven utgjør hele vurderingsgrunnlaget i *TBA4905 Bygnings- og materialteknikk, masteroppgave*. Oppgaven er utarbeidet ved Institutt for Bygg- og miljøteknikk ved NTNU, Trondheim, våren 2022. Masteroppgaven utgjør totalt 30 studiepoeng, og arbeidet er utført i samarbeid med Norconsult AS.

Tema for oppgaven er bærekraftig brannprosjektering, hvilket er valgt da dette er et relativt nytt og udefinert felt. Hensikten med oppgaven er at den skal fungere som et veiledene dokument som brannrådgivere kan benytte seg av når de skal prosjektere bærekraftig. Oppgaven tar for seg ulike perspektiver som i sum skal sørge for at brannrådgivere oppnår et solid grunnlag i møte med bærekraftig brannprosjektering.

Jeg ønsker å takke mine veiledere Kathinka Leikanger Friquin og Ole Henry Hallgren for nyttige innspill og god oppfølging underveis i arbeidet. Det rettes også en stor takk til alle som har deltatt på intervjuer i forbindelse med oppgaven.

Til slutt vil jeg takke min familie, kjæreste og venner som har motivert og støttet meg gjennom hele våren.

NTNU, Trondheim, 7. juni 2022



Mari Mæhlum

Innhold

Tabeller	xi
Figurer	xii
Terminologi	xiv
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	2
1.3 Målformulering	3
1.4 Omfang og avgrensninger	4
1.5 Leserveiledning	4
2 Metode	7
2.1 Forskningsdesign	7
2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode	7
2.1.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet	8
2.2 Litteraturstudie	8
2.2.1 Søkestrategi	9
2.2.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet	11
2.3 Dokumentanalyse	12
2.3.1 Utvelgelse av dokumenter	12
2.3.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet	12
2.4 Intervju	13
2.4.1 Intervjuform	13
2.4.2 Intervjuobjekter	14
2.4.3 Gjennomføring av intervjuene	15
2.4.4 Analyse av intervjuene	15

2.4.5	Spørreundersøkelse	16
2.4.6	Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet	16
2.5	Annen datainnsamling	18
2.6	Gjenbruk fra prosjektoppgaven	18
3	Bærekraft og bygg på en generell basis	19
3.1	Bærekraftig utvikling	19
3.2	Hva er bærekraftige bygg?	21
3.3	Klimapolitikk innenfor byggesektoren	21
4	Bærekraftige trender og deres brannutfordringer	23
4.1	Energiproduksjon	23
4.2	Energilagring	26
4.3	Trekonstruksjoner	27
4.4	Brennbar isolasjon	30
4.5	Grønne tak og vegger	32
5	Regelverk og merkeordninger for bærekraftige bygg	35
5.1	Lover	35
5.1.1	Plan- og bygningsloven	35
5.1.2	Brann- og eksplosjonsvernloven	36
5.1.3	El-tilsynsloven	36
5.2	Forskrifter med veiledninger	36
5.2.1	Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17)	36
5.2.2	Forskrift om brannforebygging	41
5.3	Standarder	42
5.3.1	NS 3901:2012	42
5.3.2	NS-INSTA/TS 950:2014	42
5.3.3	NS-INSTA/TS 951:2019	43

5.4	Relevante ordninger for miljøsertifisering og merking	43
5.4.1	Svanen	43
5.4.2	Miljøfyrtårn	43
5.4.3	BREEAM og BREEAM-NOR	44
5.4.4	LEED	47
5.4.5	DGNB	48
6	Bærekraftig brannprosjektering	51
6.1	Miljøutslipp fra en brann	51
6.1.1	CO ₂ utslipp fra selve brannen	51
6.1.2	CO ₂ utslipp fra gjenoppbygging og andre utslipp	53
6.1.3	Er brannprosjektering bærekraftig i seg selv?	55
6.2	Hva kan bærekraftig brannprosjektering innebære?	56
6.2.1	Helhetlig tilnærming	56
6.2.2	Velge langsiktige og bærekraftige løsninger	57
6.2.3	Materialbruk	59
6.2.4	Bruk av livssløpsvurderinger i prosjekteringen	63
6.2.5	BIM og sensorer	65
6.2.6	Samarbeid i teamet	66
6.2.7	Ombruk	67
7	Intervju	71
7.1	Bærekraftig brannprosjektering	71
7.2	Bærekraftige tiltak og verktøy	73
7.3	Utfordringer	77
7.4	Regelverk	79
8	Oppsummering/Diskusjon	81
8.1	Kartlegge bærekraftige teknologier og materialer, og informere om brannrisikoen tilknyttet disse (delmål 1)	81

8.2	Kartlegge hvordan regelverk og merkeordninger behandler brann og bærekraft (delmål 2)	83
8.3	Definere hva bærekraftig brannprosjektering er, og hvordan det kan gjennomføres i praksis (delmål 3)	88
8.4	Kartlegge hvordan brannrådgivere i Norge idag forholder seg til bærekraftig brannprosjektering (delmål 4)	92
9	Konklusjon	95
9.1	Veien videre	96
	Referanser	97
	Vedlegg	i
A	Intervjuguide	i
B	Godkjenning fra NSD	ii
C	Informasjonsskriv med samtykkeerklæring	v
D	Spørsmål fra digital spørreundersøkelse	vii
E	Sjekkliste i DGNB sin sertifiseringsordning	ix
F	Beregning av erstatningssum fra brann i 2021	xi
G	Bedrifter som har skrevet under strakstiltak for utbyggere og byggeiere fra Grønn Byggallianse	xii

Tabeller

1	Strukturell oppbygning av oppgaven.	5
2	Ulike typer isolasjonsmaterialer med deres tilhørende egenskaper.	31
3	Brannklasser (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017)	38
4	Brannklasseinndeling (DiBK, 2017)	38
5	Utvalgte tiltak som kan bidra til bærekraftig brannprosjektering i praksis. .	90

Figurer

1	Utvelgelsesprosessen av litteratur i litteraturstudie.	11
2	Oversikt over hvilke dokumenter som blir gjennomgått i dokumentanalysen.	13
3	Systematisering av dataen fra intervjuene.	16
4	De tre dimensjonene bærekraftig utvikling består av (FN-sambandet, 2021).	20
5	FNs bærekraftsmål (FN-sambandet, 2021).	20
6	Interessenters fordeler av bærekraftige bygg (World Green Building Council, 2013).	21
7	Mjøstårnet i Brumunddal (Topcamp, 2022).	28
8	Miljøpåvirkning fra ulike isolasjonsmaterialer (Hagen mfl., 2021).	31
9	Illustrasjon av bygninger med grønne tak og vegger (Singhal, 2017) (Blueberries Consulting, 2018).	32
10	Hierarki av lover, forskrifter, veiledninger og standarder (Steen-Hansen, 2020b).	35
11	Illustrasjon av ASKO-brannen (Brannmannen.no, 2017).	39
12	Bransjekriterier for rådgivere fra Miljøfyrtårn (Miljøfyrtårn, 2022a).	44
13	Prosentpoeng som kreves for de ulike klassifiseringene i BREEAM (BRE Global Ltd, 2021).	45
14	Eksempelutregning for en klassifisering i BREEAM (BRE Global Ltd, 2021).	45
15	Typiske brannstørrelser for ulike varmeavgivelser (Storesund mfl., 2020).	52
16	Global miljøpåvirkning fra en brann (Brandforsk, 2021).	54
17	De sammensatte miljøutslippene fra en brann.	55
18	Ulike faktorer som har en miljøvirkning i forbindelse med brann og brannprosjektering (Olsson og Göras, 2018).	56
19	Illustrasjon av livsløpet til et produkt eller en bygning som danner grunnlag for livsløpsvurderingen (LCA, 2022).	63
20	Skjematisk fremvisning av LCA modell som inkluderer brannaspektet (P. Andersson mfl., 2007).	65

21	Illustrasjon som viser hvor ofte dialog med kunde fører til bærekraftige bygg (Lindmark og Røe, 2019).	66
22	Skisse som viser muligheten for å tilrettelegge for ombruk i sammenheng med branntekniske problemstillinger i løpet av et prosjekt (McNamee mfl., 2021).	69
23	Tilnærming til brannprosjektering med ombrukte materialer (McNamee mfl., 2021).	69

Terminologi

Brann og eksplosjonsvernloven	Loven skal verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff, eller mot andre akutte ulykker og uønskede tilsiktede hendelser (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002).
Byggevareforordningen	Byggevareforordningen fastsetter regler for omsetning og tilsyn av byggevarer med CE-merking (DiBK, 2022b).
Bærekraftige bygg	Bygg som ivaretar og fokuserer på aspekter knyttet til miljø, sosiale forhold, økonomi og organisatoriske forhold (Doan mfl., 2017).
COST action FP1404	En aksjon som ønsker å skape en plattform for nettverksbygging og utveksling, samt innsamling av ytelsesdata, erfaringer, og relevante klima- og myndighetskrav som påvirker prosjekteringen når det benyttes biobaserte byggeprodukter (M. Klippel, 2018).
DOK	Forskrift om dokumentasjon av byggevarer. Forskriften består av regler for dokumentasjon og omsetning av produkter til byggverk (DiBK, 2022b).
El-tilsynloven	Loven sier at alle elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, drives og vedlikeholdes slik at de ikke gir skade for liv, helse og materielle verdier (El-tilsynsloven, 1929).
EPD	Står for Environmental Product Declaration, og er et dokument som oppsummerer miljøutslippene til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte (EPD Norge, 2022b).
Forbrenningsvarme	Varmemengde som avgis under fullstendig forbrenning av en masseenheter av et materiale med dannet vann i dampfasen, under gitte betingelser (ktb, 2022).
Forkulling	En prosess der organiske stoffer spaltes ved oppvarming (Uggerud, 2020).
Forskrift om brannforebygging	Denne forskriften har som formål å bidra til å redusere sannsynlighet for brann, i tillegg til å begrense konsekvensene brann kan få for liv, helse, miljø og materielle verdier (Forskrift om brannforebygging, 2016).
Fraviksvurdering	Fravik innebærer at det er valgt en alternativ ytelse som krever verifikasjon for oppnåelse av forskriftskravet (ktb, 2022). Verifikasjonen gjøres i form av en fraviksvurdering.

Grønnvasking	En form for misvisende markedsføring der en bedrift eller et produkt fremstilles som mer bærekraftig enn hva som faktisk er tilfelle (Miljøfyrtårn, 2022b).
LCA	Står for livssyklusvurderinger på norsk, og er en metode for å vurdere den totale miljøpåvirkningen fra hele verdikjeden til et produkt (LCA.no, 2022).
NEK 400	NEK 400 inneholder informasjon om prosjektering og utførelse av elektrisk lavspenningsinstallasjoner (Standard Norge, 2018).
Plan- og bygningsloven	Gjeldende lov for alle virksomheter og type aktiviteter som er forbundet med fast eiendom. Loven stiller enkelte materielle krav til byggverk og danner grunnlag for byggteknisk forskrift som består av ytterligere krav (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021).
Pyrolyse	En irreversibel kjemisk spalting av et stoff under påvirkning av høye temperaturer (ktb, 2022).
Risikoanalyse	En systematisk fremgangsmåte som beskriver eller beregner risiko (ktb, 2022). Analysen utføres ved kartlegging av uønskede scenarier, og årsaker til, og konsekvenser av disse.
SAK10	Byggesaksforskriften. Forskriften utfyller plan- og bygningslovens regler som omhandler byggesaksbehandling, tilsyn, kvalitetssikring og kontroll, godkjenning av foretak for ansvarsrett, og andre reaksjoner der reglene ikke er fulgt (DiBK, 2022a).
Taksonomi	Et klassifiseringssystem fra EU som definerer bærekraftige aktiviteter (NHO, 2022).
TEK17	Forskrift om tekniske krav til byggverk. Forskriften gir minimumskrav til tekniske løsninger som må oppfylles for at byggverket skal kunne oppføres lovlig i Norge (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017).
The European Green Deal	EUs grønne vekststrategi fra Europakommisjonen for å gjøre Den europeiske union klimanøytral innen 2050 (European Commission, 2022a).
Thermal runaway	En ukontrollert eksoterm kjemisk reaksjon, hvor katode, anode og elektrolytt i en battericelle brytes ned (Meraner mfl., 2021).
Varmeavgivelseshastighet (HRR)	Varmemengde som avgis per tidsenhet i forbrenning av et materiale under gitte betingelser (ktb, 2022).

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Klimaendringer er et velkjent problem, som påvirker hele verden. Gjennomsnittstemperaturen har aldri vært så høy, og den vil fortsette å stige (WWF, 2022). Redusert vanntilgang, hyppigere og voldsommere ekstremvær, skogbranner og smeltende isbreer er bare noen av de merkbare effektene (Naturvernforbundet, 2022). Som en konsekvens av dette vil store deler av befolkningen ha dårligere tilgang på mat og vann, de økonomiske ulikhetene vil øke, og flere mennesker vil oppleve helseproblemer (FN-sambandet, 2022). I en rapport fra 9.august 2021 har FNs klimapanel slått fast at klimaendringene kommer raskere, blir mer intense og rykker nærmere dersom tiltak ikke gjøres nå (WWF, 2021).

Parisavtalen ble vedtatt i 2015, og den skal sørge for at verdens land klarer å begrense klimaendringene (FN-sambandet, 2020). Alle land som slutter seg til denne avtalen plikter å redusere sine klimagassutslipp. Hovedmålet til parisavtalen er at temperaturen ikke skal stige mer enn 2 grader, og helst ikke mer enn 1,5 (FN-sambandet, 2020). Parisavtalen sier ingenting om hvordan landene skal nå klimamålene, og retter dette ansvaret til landene selv. Norge sluttet seg til avtalen i 2016, og var en av de første landene som formelt gjorde dette (Drivkraft Norge, 2022). Målet til Norge er å redusere utslippet av klimagasser med 50 til 55 prosent innen 2030, tilsvarende EUs ambisjonsnivå (Regjeringen, 2021a). I stortingsmeldning 13 fremgår klimaplanen for 2021-2030. Denne peker tydelig på at hele samfunnet må dra i samme retning dersom klimamålene skal nås, og at Norge er en viktig global samarbeidspartner (Regjeringen, 2021b).

Taksonomien er et relativt nytt begrep som har kommet på banen de senere årene. Bakgrunnen for taksonomien er «The European Green Deal», en vekststrategi med mål å gjøre Europa til den aller første klimanøytrale regionen i verden, innen 2050 (NHO, 2022). EUs taksonomi er kort fortalt et klassifiseringssystem, som ved bruk av noen forhåndsbestemte kriterier avgjør om en aktivitet er bærekraftig eller ikke (European Commission, 2022b). Prosjekter som består av aktiviteter som tilfredsstillende bestemte miljømål vil etter taksonomien betegnes som en bærekraftig aktivitet, og prosjektet kan slik få mindre lånekostnader og bedre tilgang til finansiering og lån. Det er totalt definert seks slike miljømål. Taksonomien har som mål å skape transparens om bærekraft og motvirke «grønnvasking» for å mobilisere privat kapital til mer bærekraftige investeringer. Taksonomien stiller rapporteringskrav til bedriftene, og gjelder først og fremst for store børsnoterte selskaper. Bedrifter i EU som er omfattet av dette begynte å rapportere på de første miljømålene fra 1.januar 2022, og fra 1.januar 2023 må bedriftene rapportere på alle de seks miljømålene (NHO, 2022).

Det er som beskrevet, et sterkt initiativ til å handle bærekraftig, og med taksonomien på banen er det ikke usannsynlig at det i fremtiden forventes bærekraftig handlingsvilje og kompetanse innenfor samtlige av sektorene i Norge (Mæhlum, 2021). Byggenæringen

står idag for 40% av verdens utslipp og det er for tiden rettet et stort fokus mot hvordan utslippene skal reduseres (Zero, 2022). FN's klimapanel, sammen med det internasjonale energibyrået, har sagt at det er energieffektivisering av bygninger som vil gi de største og raskeste klimagassreduksjonene (Dokka mfl., 2009). Energieffektive bygninger og nye «grønne» teknologier kan imidlertid bringe med seg andre utfordringer. Samspeilet mellom de nye innovative løsningene vil kunne påvirke brannsikkerheten til bygget (Mikalsen mfl., 2019). I tillegg kommer det stadig flere bærekraftige materialer på markedet, som har mange usikkerheter tilknyttet seg fra et brannsikkerhetsperspektiv.

Brannrådgiveren er en aktør som er nødt til å ta del i denne bærekraftige utviklingen, men det store spørsmålet er hvordan. Hvordan håndtere de nye teknologiene/materialene som kan gi økt brannrisiko i prosjekteringen er en del av det, men bærekraft og brann i seg selv strekker seg også utover dette perspektivet. Bygninger som brenner er isolert sett ikke bærekraftig, da en brann medfører utslipp. Med dette som bakgrunn kan en tenke seg at en brannrådgiver i seg selv utfører et bærekraftig arbeid. Fra et forprosjekt til masteroppgaven som besto av et omfattende litteratursøk på brann og bærekraft gjennomført høsten 2021, er det konkludert med at bærekraftig brannprosjektering er et utforsket område med mange potensielle utviklingsområder (Mæhlum, 2021). Det er sammensatt, og det eksisterer et behov for å informere, belyse og utvikle verktøy rådgivere kan benytte seg av i praksis (Hauan, 2022).

Fra forprosjektet i emne TBA4521 ved NTNU, ble det identifisert flere behov på området brann og bærekraft, og et av de er listet opp nedenfor.

1. Behov for en mer helhetlig tilnærming for å brannprosjekttere på en bærekraftig måte

Behovet beskrevet ovenfor er helt konkret det som danner grunnlaget for masteroppgaven, og det er valgt da en utredning av punktet vil gi størst grad av nytte for den utvalgte målgruppen.

1.2 Problemstilling

Hensikten med denne oppgaven er å informere og dele kunnskap om brann og bærekraft, i tillegg til å kunne skape et hjelpemiddel som brannrådgivere kan benytte seg av når de skal ta bærekraftige valg i brannprosjekteringen. Den overordnede problemstillingen med dette som grunnlag er valgt til å være:

Hvordan kan helhetlig bærekraftig brannprosjektering gjennomføres?

Denne brede problemstillingen vil bidra til å dekke *deler* av det identifiserte behovet nevnt i kapittel 1.1. Ettersom temaet er bredt, vil det være områder som denne problemstillingen ikke dekker, men for denne oppgaven anses dekningsgraden likevel som høy.

1.3 Målformulering

Resultatmål

Resultatmål beskriver gjennomføringen av prosjektet og prosjektets sluttleveranse (Rolstadås, 2020). Oppgaven har som resultatmål å utarbeide et dokument som kan informere brannrådgivere om hvordan bærekraftig prosjektering kan gjennomføres, i tillegg til helt konkret å fungere som et hjelpemiddel som kan benyttes ved prosjektering. Resultatmålet er delt inn i fire ulike delmål som i sum skal bidra til å oppnå prosjektets resultatmål. Delmålene vil også bidra til å konkretisere den brede problemstillingen. De fire delmålene er som følger:

1. Kartlegge bærekraftige teknologier og materialer, og informere om brannrisikoen tilknyttet disse.
2. Kartlegge hvordan regelverk og merkeordninger behandler brann og bærekraft.
3. Definere hva bærekraftig brannprosjektering er, og hvordan det kan gjennomføres i praksis.
4. Kartlegge hvordan brannrådgivere i Norge idag forholder seg til bærekraftig brannprosjektering.

Effektmål

Effektmål er forbundet med de langsiktige virkningene for brukerne, og gjennom disse målene formidles beslutningstakerens intensjoner og ambisjoner (Klakegg, 2004). Effektmålet til denne masteroppgaven er å informere og belyse temaer innenfor brann og bærekraft som kan hjelpe brannrådgiveren når vedkommende skal ta en del i den bærekraftige utviklingen. Oppgaven retter seg hovedsaklig mot brannrådgivere, men det er ønskelig at andre aktører, henholdsvis leverandører, entreprenører og myndigheter, også kan ta innover seg noe av informasjonen, samt ta dette i betraktning i sitt fremtidig arbeid.

Suksesskriterier

Suksesskriteriene til denne oppgaven vil være å oppnå de nevnte delmålene da dette vil bidra til at en når resultatmålene. Oppnåelsen av effektmålet er ikke noe en vil se før en tid etter oppgaven ferdigstilles, men oppfyllelse av de fastsatte delmålene vil uansett danne et sterkt grunnlag for at effektmålene kan realiseres.

1.4 Omfang og avgrensninger

Bærekraftig brannprosjektering er et stort felt med mange ulike utfordringer, temaer og vinklinger. Denne masteroppgaven legger hovedvekt på hvordan brannrådgivere kan gjennomføre helhetlig bærekraftig prosjektering. Et viktig poeng er at det her snakkes om *helhetlig* bærekraftig prosjektering, som dermed ikke bare innebærer ett perspektiv eller ett tema. Avgrensningen til oppgaven baserer seg på dette, og de temaene og vinklingene som velges er valgt på grunnlag av at de vil bidra til en slik helhetlig tilnærming.

For denne oppgaven innebærer dette å informere brannrådgivere om ulike bærekraftige teknologier og materialer som finnes, sammen med de brannutfordringene disse kan gi. I tillegg vil det henvises og listes opp tiltak og regelverk som kan benyttes i brannprosjektering av de bærekraftige løsningene. Noen bærekraftige energisystemer kan øke risikoen for at brann oppstår, og risiko for spredning. I tillegg kan bærekraftige materialvalg gi utfordringer for brannsikkerheten. Informasjon om dette og henvisning til relevante tiltak for prosjekteringer anses derfor som en viktig del i forbindelse med bærekraftig brannprosjektering. Brannrådgiver må vite hvordan vedkommende skal forholde seg til til kundens ønske om å benytte bærekraftige løsninger.

Regelverket i Norge er førende for brannrådgivere, slik at kunnskap om hvordan relevante lover, forskrifter, veiledninger og standarder åpner opp for bærekraftig prosjektering anses som høyest relevant og nødvendig. Sertifiseringsordninger er ofte det som motiverer kunder i å etterspørre ulike bærekraftige løsninger, og det er derfor interessant å undersøke om brannrådgiver kan bruke disse som incentiver for sitt arbeid.

I tillegg til å tilrettelegge for bærekraftige teknologier og materialer, er det mer brannrådgiver kan gjøre. Bærekraftig brannprosjektering må defineres, og det må gjøres rede for hva dette innebærer og hva konkret som kan bli gjort på initiativ fra brannrådgiver.

Kunnskapsdeling i bransjen er viktig når det arbeides med nye områder, og deling av synspunkter på temaet kan være svært nyttig for de ulike bedriftene og andre aktører.

De overnevnte perspektivene, som reflekterer de ulike delmålene, skal bidra til den helhetlige tilnærmingen som ønskes for oppgaven. Disse supplerer hverandre, og kunnskapen skal i sum gi brannrådgiver et godt grunnlag når vedkommende skal prosjektere bærekraftig.

1.5 Leserveiledning

Denne oppgaven består av totalt 9 kapitler, hvor hver overskrift gir en god pekepinne på hva innholdet består av. Det er likevel gitt en leserveiledning, som fremgår av tabell 1 på neste side. Her blir hver del kort presentert.

Tabell 1: Strukturell oppbygning av oppgaven.

1. Innledning	Innledningen beskriver bakgrunnen og hensikten med masteroppgaven. Videre angis problemstillingen med tilknyttede resultatmål, delmål og effektmål. Kapitlet gir også oppgavens suksesskriterier, samt beskriver omfang og avgrensinger.
2. Metode	I metodedelen redegjøres det for den metodologiske tilnærmingen som er benyttet i oppgaven. Metodene som er benyttet er i hovedsak litteraturstudie, dokumentanalyse og intervjuer. I tillegg er det gjennomført beregninger, workshops, seminarer og samtaler. Dette kapitlet inneholder også en del som angir hva som er gjenbrukt fra en tidligere prosjektoppgave gjennomført av forfatteren selv.
3. Bærekraft og bygg på en generell basis	Dette kapitlet inneholder litt generelt om bærekraftig utvikling og bærekraftig bygg, samt klimapolitikk.
4. Bærekraftige trender og deres brannutfordringer	Kapitlet presenterer ulike bærekraftige trender, sammen med deres brannutfordringer og annen viktig kunnskap som brannrådgiver kan ha nytte av. Dette kapitlet bidrar til å nå delmål 1.
5. Regelverk og merkeordninger for bærekraftige bygg	I dette kapitlet gjennomføres dokumentanalysen. Relevante lover, forskrifter, veiledninger, standarder og sertifiseringsordninger blir gjennomgått for å undersøke hvorvidt brannsikkerhet og bærekraft blir behandlet sammen. Kapitlet bidrar til å nå delmål 2.
6. Bærekraftig brannprosjektering	Dette kapitlet består av to deler. Den første delen ser på om brannsikkerhet i seg selv kan være bærekraftig, og det gjort noen beregninger for å illustrere utslippene en brann kan ha. Den andre delen gir mer konkrete tiltak som kan bli gjort i prosjekteringen og oppgir kunnskap som anses nyttig i forbindelse med bærekraftig brannprosjektering. Kapitlet skal bistå i å nå delmål 3.
7. Intervju	I dette kapitlet presenteres funnene fra intervjuene med bransjen, og kapitlet skal bidra til å nå delmål 4.
8. Oppsummering/diskusjon	I denne delen blir informasjonen som er samlet inn i de overstående kapitlene strukturert og presentert slik at de svarer på de fire delmålene. Kapitlet inneholder også en diskusjon rundt hvert delmål.
9. Konklusjon	I dette kapittel blir de fire delmålene koblet opp mot den overordnede problemstillingen, og den forsøkes å bli besvart. Kapitlet gir også anbefalinger til videre arbeid på temaet.

2 Metode

2.1 Forskningsdesign

Et forskningsdesign er en overordnet plan for studiene som sier noe om hvordan problemstillingen skal besvares og belyses (Sander, 2022). Det konkrete valget av forskningsdesign beskrives som den tidlige fasen i et studium hvor det velges hva og hvem som skal undersøkes, i tillegg til hvordan undersøkelsen skal gjennomføres (Johannessen mfl., 2006). Det første steget i et forskningsdesign innebærer å velge hvilke metode som skal benyttes for innsamling og analyse av data.

2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Når det er bestemt hva som ønskes undersøkt, samt hvordan undersøkelsesdesignet skal være, kan en begynne å diskutere hvilken metode som skal benyttes for å samle inn informasjon. Problemstillingen bør være førende for hva slags metode som velges. I forskning skiller det gjerne mellom to ulike metoder - kvalitative og kvantitative (Jacobsen, 2015).

Kvalitativ metode

Kvalitative metoder baserer seg på teorier om fortolkninger og menneskelige erfaringer og opplevelser (NEM, 2019). Slike metoder blir ofte omtalt som intensive, hvilket innebærer at det undersøkes få enheter (Jacobsen, 2015). En kvalitativ forskningsmetode samler altså inn informasjon i form av ord, og egner seg for områder hvor det finnes lite forskningsbasert kunnskap fra før (NEM, 2019). En fordel med kvalitative tilnærminger er at de ofte vil ha høy relevans, er åpne, og gir en nærhet mellom den som undersøker og den som blir undersøkt (Jacobsen, 2015). En annen fordel med kvalitative data er at de ofte blir svært nyanserte, og vil dermed favorisere variasjon og kompleksitet (Jacobsen, 2015). En kvalitativ tilnærming vil også være fleksibel, og forskningsprosessen vil kunne foregå iterativt. Dette er en fordel hvis det for eksempel ønskes å gjøre justeringer til problemstillingen underveis (Jacobsen, 2015). Å samle inn slik data kan imidlertid være svært ressurskrevende og skape generaliseringsproblemer. Involvering av et fåtall av personer kan føre til at det oppstår et problem med representativiteten til undersøkelsesobjektene, og kvalitative tilnærminger vil derfor ofte ha problemer med den eksterne gyldigheten. Kvalitative data kan også være svært komplekse da de kan inneholde mye ustrukturert informasjon, som kan oppleves vanskelig å tolke på grunn av sin nyanserikdom (Jacobsen, 2015).

Kvantitativ metode

Kvantitative metoder kalles gjerne ekstensive metoder, hvilket innebærer at metoden tar for seg mange enheter (Jacobsen, 2015). Slike metoder er relativt lukket, og informasjonen som skal samles inn er predefinert av forskeren. Målet med metoden er å få inn informasjon som enkelt kan systematiseres slik at flere enheter kan analyseres samtidig (Jacobsen, 2015). Kvantitative tilnærminger baserer seg altså på kvantifiserbare størrelser, og egner

seg der hvor en har en klar problemstilling, og hvor fenomenet som undersøkes allerede er kjent (NEM, 2019). Kvantitative data har fordelene med å være standardiserte, slik at dataen kan bearbeides enkelt uten å gi alt for tidskrevende arbeid. Tilnærmingen vil også gjøre det lettere å strukturere informasjonen og identifisere hovedtrekkene (Jacobsen, 2015). Muligheten for å generalisere resultatene er større, og denne typen undersøkelser har ofte høy ekstern gyldighet. En av de største ulempene med en kvantitativ tilnærming er at de kan gi et overfladisk preg på undersøkelsen. Dataen som skal nå mange enheter kan ikke være for kompleks, og det kan være vanskelig å gå i dybden. Kvantitative metoder vil også være mer rigide og mindre fleksible sammenlignet med kvalitative metoder (Jacobsen, 2015).

Valg av metode

I denne oppgaven er det hovedsaklig valgt å basere seg på kvalitative metoder. En slik tilnærming vil egne seg for denne oppgaven ettersom problemstillingen er bred og kompleks, hvor flere innfallsvinkler bør tas i betraktning. I tillegg er bærekraftig brannprosjektering et relativt nytt felt med et smalt kunnskapsgrunnlag, og kvalitative metoder passer seg som nevnt godt hvor dette er tilfelle. I kapittel 6.1 er det imidlertid benyttet en kvantitativ tilnærming, i form av beregninger. Dette er en begrenset del av oppgaven, og ettersom beregningene utdypes og forklares grundig i dette kapitlet, vil ikke metode-kapitlet gå nærmere inn på denne metoden.

2.1.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet

For at forskningen skal ha høy kredibilitet, er det viktig at metodene som er benyttet underkastes en kritisk drøfting når det skal vurderes om konklusjonene er gyldige og til å stole på. Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet blir ofte trukket frem som viktige forhold ved evaluering av kvaliteten på metodene som er benyttet (Jacobsen, 2015) (Kvale og Brinkmann, 2015). Reliabilitet (pålitelighet), viser om forskningen er troverdig og konsistent. Begrepet behandles ofte sammen med spørsmålet om resultatene kan reproduseres av andre forskere på et senere tidspunkt (Kvale og Brinkmann, 2015). Validitet (gyldighet) handler om i hvor stor grad det kan trekkes gyldige konklusjoner fra forskningen (Jacobsen, 2015). Validitet dreier seg om hvorvidt en metode undersøker det fenomenet den er ment å undersøke (Kvale og Brinkmann, 2015). Generaliserbarhet er knyttet til den eksterne gyldigheten, og beskriver hvorvidt funnene fra forskningen kan overføres til andre situasjoner, personer eller forhold (Jacobsen, 2015).

2.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie er en kjent kvalitativ forskningsmetode. Dette er en omfattende studie og tolkning, som tar utgangspunkt i et bestemt emne (Aveyard, 2014). I denne studien er det mest hensiktsmessig å gjennomføre en «Scoping litterature review». Denne formen for litteraturstudie benyttes når det er ønskelig å få oversikt over et område ved

hjelp av noen bestemte søknadskriterier (Drevland, 2021). Metoden egner seg godt ved en bred og kompleks problemstilling (Sucharew, 2019), hvilket er tilfelle for denne oppgaven. Litteraturstudiet har som formål å finne svar på delmål 1. og 3. (se kapittel 1.3).

2.2.1 Søkestrategi

Søkemotorer

Databasene som er benyttet i dette litteratursøket er Scopus, Dimensions, Web of Science, Compendex, ASCE, Google Scholar og Oria. Databasene er hentet fra databasnettverket til NTNU i kategorien for Bygg- og miljøteknikk (NTNU, 2021a). Scopus er den største siteringsdatabasen for fagfelleverdert litteratur, og gir tilgang på omfattende data fra flere ulike akademiske disipliner (Elsevier, 2021). Databasen har også innebygde funksjoner som gjør det enkelt å begrense søket, og Scopus egner seg derfor ypperlig som søkemotor i et litteratursøk. Dimensions og Web of Science gir tilsvarende muligheter, og er anerkjente tverrfaglige siteringsdatabaser for akademisk forskning (NTNU, 2021a). Compendex er den mest omfattende bibliografiske ingeniørdatabasen, og er mer spesifikk innenfor dette fagfeltet enn de som allerede er nevnt (NTNU, 2021a). Dette er også tilfelle for ASCE, som gir online tilgang til en samling med sivilingeniørrinnhold av høy kvalitet. Google Scholar sammenstiller store mengde akademisk litteratur, og rangerer søketreffene etter hvor de er publisert, hvem forfatter er, og hvor mange ganger kilden er sitert (USN, 2021). En ulempe med denne databasen er at den ikke skiller mellom fagfelleverderte kilder og kilder som ikke fagfelleverderte. I tillegg kan databasen gi overveldene mye treff, slik at utvelgelse av relevant litteratur kan være utfordrende (Boger, 2019). Oria er en tjeneste som gir tilgang til det samlede materialet som finnes i NTNU sitt universitetsbibliotek (UNIT, 2021). Denne søkemotoren skiller ut fagfelleverderte kilder, i tillegg til at den har innebygde funksjoner som kan begrense søket.

I de ulike søkemotorene har det vært mulig å bruke boolske operatører for å begrense søket. Operatoren «AND» har blitt benyttet for inkludere flere fraser til søket og dermed gjøre det mer konkret, mens operatoren «OR» har blitt benyttet til å utvide søket der dette var ønskelig. I tillegg til bruk av søkemotorer har også en del av den identifiserte litteraturen kommet fra anbefalinger fra veiledere.

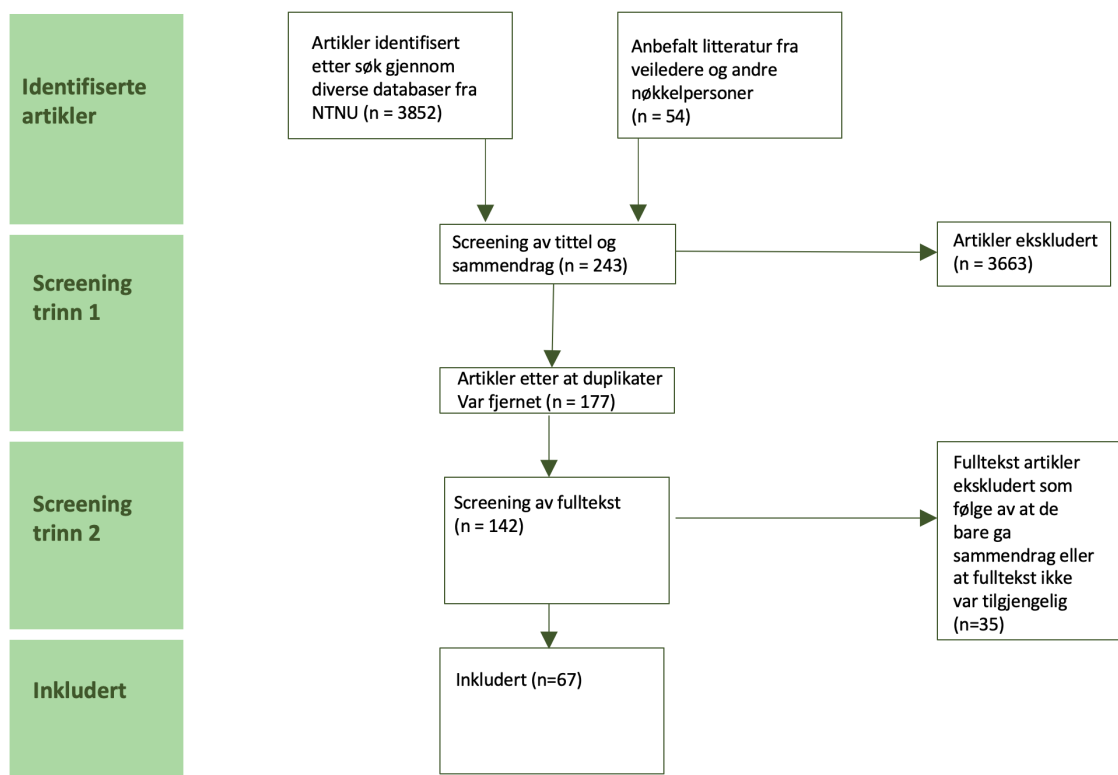
Søkeord

Det har blitt benyttet både norske og engelske søkeord, avhengig av hvilken database søket har blitt gjennomført i. Det er hovedsaklig de engelske søkeordene som har gitt flest treff, og derfor valgt presentert her. De samme ordene er også søkt med i de nasjonale databasene, da oversatt til norsk. Søkene har inkludert ordene «fire», «hazard», «risk» og «regulations» med operatorene AND og OR, sammen med de følgende begrepene i ulike kombinasjoner:

-
- «Climate change»
 - «Sustainable buildings»
 - «Sustainable construction»
 - «Sustainable design»
 - «Green buildings»
 - «Sustainable tools»
 - «Innovative technology»
 - «Sustainable technology»
 - «Sustainable installations»
 - «Green walls»
 - «Green roofs»
 - «Natural ventilation»
 - «Photovoltaic systems»
 - «PV systems»
 - «Building integrated photovoltaics»
 - «BIPV»
 - «Energy storage systems»
 - «Lithium-ion battery»
 - «Massiv timber»
 - «CLT construction»
 - «Sustainable trends»
 - «Thermal insulation»
 - «BIM»
 - «Life Cycle Assessment»
 - «Circular economy»
 - «Reuse»
 - «Recycling»
 - «Environmental emissions»
 - «Greenhouse gas emission»
 - «Certification systems»

Seleksjon av litteratur

I søkeprosessen ble relevante artikler og rapporter først og fremst valgt ut basert på tittel og tema. Deretter ble litteraturen videre selektert basert på sammendrag, og eventuelle duplikater ble fjernet. Mange av databasene ga de samme treffene slik at det ble lagret en del duplikater. Den utvalgte litteraturen ble videre lest gjennom, før et knippe artikler ble valgt ut på bakgrunn av anbefalingene til VIKO for kildekritikk og prinsippene som beskrives ytterligere i kapittel 2.2.2 . Den beskrevende søkeprosessen er illustrert i figur 1, i form av et flytskjema basert på retningslinjene fra PRISMA (Page, 2021).



Figur 1: Utvelgelsesprosessen av litteratur i litteraturstudie.

Snøballmetode og manuelle søk

Det er også benyttet en metode som kalles «Snowballing» i litteratursøket, i form av det som er kjent som «Backward snowballing». Dette innebærer at en gjennomgår referanselisten til den allerede identifiserte litteraturen for å finne flere artikler som er relevante for problemstillingen (Wohlin, 2014). I tillegg er det også gjort manuelle søk i denne oppgaven, enten for å finne informasjon som ikke inngår i den identifiserte litteraturen, eller for å supplere den.

2.2.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet

I et litteraturstudie er det viktig å gjennomføre en kritisk evaluering av kildene. I denne oppgaven er det valgt å benytte seg av TONE-prinsippet for å sikre kildenes reliabilitet, validitet og generaliserbarhet. TONE står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egenhet (NTNU, 2021b).

Troverdighet sier noe om hvor sikker kilden er. I forbindelse med dette gjøres det vurderinger av forfatterens utdanning, bakgrunn og institusjonstilknytning. I tillegg undersøkes det hvor artikkelen er funnet. Dette innebærer blant annet publiseringssted, men også i hvilket tidsskrift artikkel er publisert. I en fagfelleurdert tidsskrift er innholdet vurdert og godkjent av flere, upartiske eksperter innen et bestemt fagfelt (Utdanningsforskning, 2020). Artikler i slike tidsskrifter anses derfor å være troverdige kilder.

Objektivitet dreier seg om kildens nøytralitet. Vurderingen av dette punktet gjøres ved å se på hvordan artikkelen presenterer funnet data. Videre gjøres det en vurdering om dataene er i samsvar med tidligere forskning, i tillegg til at forfatteres hensikt med publiseringen vurderes. For å oppnå objektivitet har det også vært et mål å gjøre søk i forskjellige databaser med ulike varianter av søkefraser. Dette blir også gjort for å sikre at de mest relevante artiklene blir identifisert.

Nøyaktighet handler om forskningsmetodikken, og dette punktet sier noe om hvor grundig kilden er. Kildens aktualitet vurderes, og en ser om den følger regler innenfor vitenskapelig sitering. Videre gjøres det en vurdering av forskningsmetodene, og en ser på om disse er godt nok forklart. Det ses på om publiseringen er basert på fakta, og om informasjonen i kilden kan bekreftes flere steder.

Egnethet handler om hvor godt artikkelen passer med målet til oppgaven. Det gjøres en vurdering av kilden med utgangspunkt i hvem som er målgruppen, kildens relevans for den aktuelle problemstillingen, og i hvilken grad kilden er tilgjengelig.

2.3 Dokumentanalyse

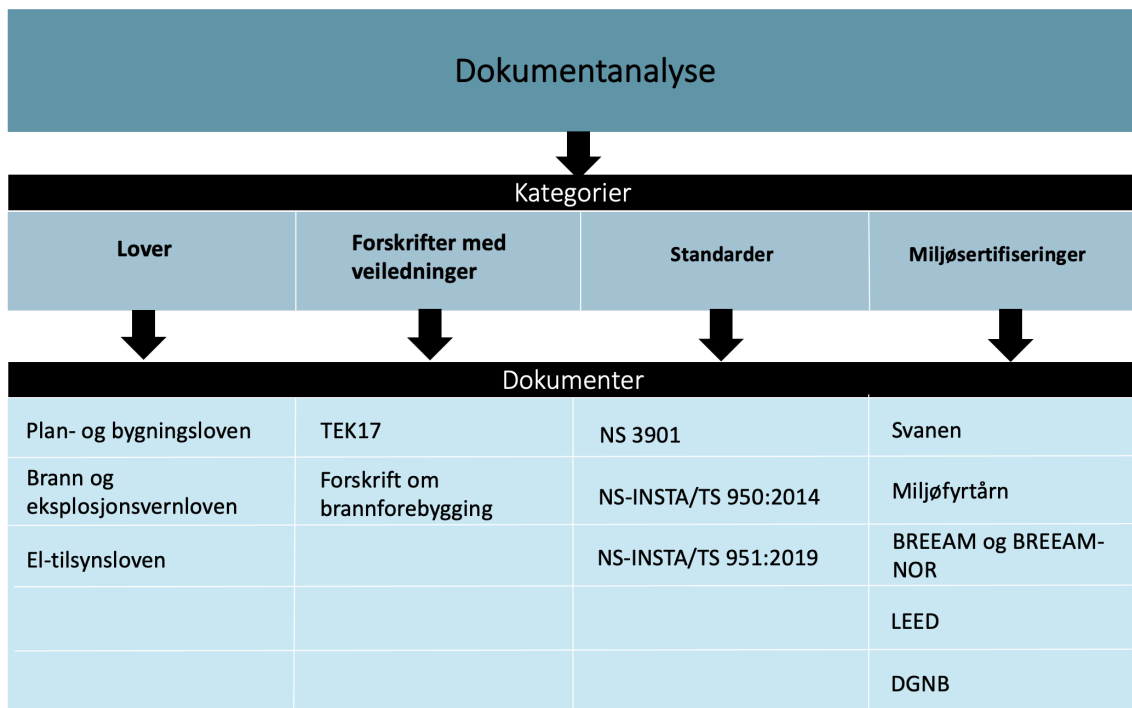
En dokumentanalyse er en systematisk innhenting, gjennomgang og analyse av allerede eksisterende data (sekundærdata) (Jacobsen, 2015). I en slik analyse blir innholdet i ulike dokumenter gjennomgått for å finne relevant informasjon om de forholdene som undersøkes (Grønmo, 2004). Delmål 2 til oppgaven går ut på å kartlegge hva relevante lover, forskrifter, veiledinger, standarder og sertifiseringsordninger sier om brann i sammenheng med bærekraft, og dokumentanalysen skal bidra til å nå dette målet.

2.3.1 Utvelgelse av dokumenter

I utvelgelsen av dokumenter ble det valgt ut de som ble ansett som mest relevante og førende for enten brannprosjekteringen i Norge eller bærekraft, for å undersøke hvorvidt begrepene ble behandlet sammen. Det skilles mellom lover, forskrifter, veiledninger, standarder og sertifiseringsordninger. Figur 2 på neste side gir en oversikt over de dokumentene som ble gjennomgått.

2.3.2 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet

Alle dokumentene som er gjennomgått i dette dokumentsøket anses å ha høy reliabilitet, validitet og generaliserbarhet da dette er offentlige dokumenter enten regulert av myndighetene eller andre seriøse aktører som utarbeider dokumentene etter bestemte rammeverk.



Figur 2: Oversikt over hvilke dokumenter som blir gjennomgått i dokumentanalysen.

2.4 Intervju

Intervju er en annen metode som ofte brukes i kvalitative tilnæringer (Jacobsen, 2015). Intervjuene i denne oppgaven skal bidra til å nå det siste delmålet, delmål 4.

2.4.1 Intervjuform

Det finnes mange forskjellige intervjuformer som er hensiktsmessige for ulike forskningsformål (Jacobsen, 2015). I denne oppgaven er det gjennomført åpne individuelle intervjuer, som delvis strukturerte. Dette innebærer at det på forhånd er fastlagt temaer og spørsmål for intervjuet, men at det fremdeles er rom for fleksibilitet slik at omformulering av spørsmål eller oppfølging av andre temaer underveis i intervjuet er mulig (Jacobsen, 2015). Denne intervjuformen ble valgt med bakgrunn i at bærekraftig brannprosjektering er et relativt nytt tema, og fra intervjuene var det tydelig at kunnskapen i bransjen var veldig varierende. En delvis åpen struktur ga derfor rom for å dele andre refleksjoner rundt temaet som kunne berike oppgaven.

I arbeid med å bestemme temaene for intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide. Dette er et hjelpemiddel som gir oversikt over temaene, og forbereder intervjuer faglig og mentalt (Jacobsen, 2015). Intervjuguiden som ble laget gjennomgikk fem forskjellige revisjoner etterhvert som intervjuene ble holdt. Revisjonene var kun tilknyttet småendringer i form av reformulering og endring av rekkefølgen på spørsmål, slik at kjerneinnholdet i intervjuguiden forble uendret. Det ble tidlig i gjennomføringen lagt til et siste spørsmål

hvor intervjuobjektene kunne dele andre tanker rundt temaet, hvilket ga gode supplementer til de funnene som presenteres senere i kapittel 7. Den siste reviderte intervjuguiden er vist i vedlegg A.

2.4.2 Intervjuobjekter

I valg av intervjuobjekter ble det foretatt en strategisk utvelgelse. Det betyr at de individene som har best grunnlag for å kunne bistå i å svare på problemstillingen blir valgt ut (Jacobsen, 2005). I utvelgelse av intervjuobjekter er også snøballmetoden benyttet, se kapittel 2.2.1. Dette går ut på at relevante intervjuobjekter henviser videre til andre relevante kandidater. En ulempe med denne metoden er at den kan være krevende, og krever nøye analysering av intervjuene. I tillegg kan det være uheldig at kandidatene som henvises til ikke gir samtykke før de blir kontaktet (Jacobsen, 2005) (Jacobsen, 2015). Dette oppleves imidlertid uproblematisk for denne oppgaven ettersom intervjuobjektene er kontaktet på bakgrunn av deres yrkestittel, og det ikke er hentet inn noen personlige opplysninger utover dette.

Intervjuobjekter deles ofte inn i to typer, respondenter og informanter. Respondenter er personer med direkte kunnskap om det som undersøkes. Informanter, derimot, er personer som ikke direkte representerer gruppen som undersøkes, men har god kjennskap til fenomenet (Kvale og Brinkmann, 2015). Formålet med intervjuene er som nevnt å finne svar på delmål 4 - altså hvordan brannrådgivere i Norge forholder seg til bærekraftig brannprosjektering. Med dette som bakgrunn er derfor de utvalgte intervjuobjektene valgt til å være brannrådgivere i ulike selskap, og de kan defineres fra det overstående som respondenter.

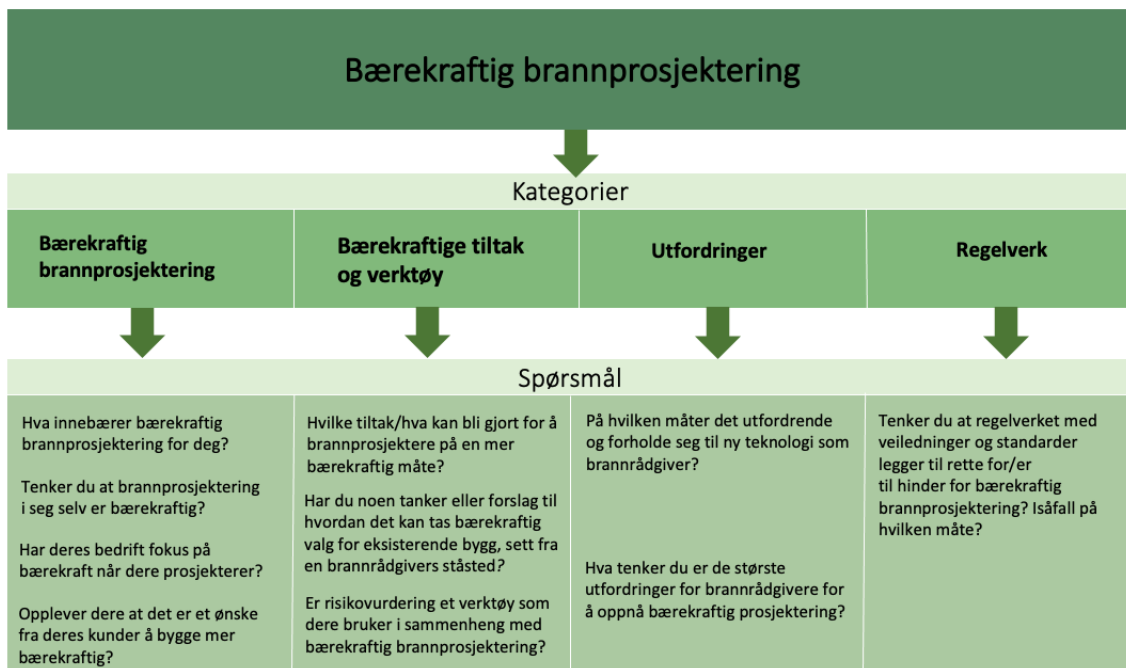
Antall intervjupersoner avhenger av formålet til undersøkelsen, og kan være veldig varierende. I vanlige intervjuundersøkelser ligger antall intervjuer ofte på rundt 15 ± 10 (Kvale og Brinkmann, 2015). Dette antallet skyldes en kombinasjon av tilgjengelig tid og ressurser, og loven om fallende utbytte (flere respondenter utover et visst punkt vil tilføre stadig mindre ny kunnskap) (Kvale og Brinkmann, 2015). Ideelt sett stopper forskeren å utvide antall respondenter når vedkommende når dette «metningspunktet» (Jacobsen, 2015). I denne oppgaven er det totalt intervjuet 11 brannrådgivere, fra 11 forskjellige bedrifter. Det ble først valgt ut 9, basert på anbefalingene nevnt ovenfor. Etterhvert som intervjuene ble gjennomført ble det sett mange likhetstrekk, og mot slutten av de 9 intervjuene ble det i liten grad tilført ny kunnskap. Til tross for dette dukket det likevel opp nye synspunkter og meninger av betydning, og for å sikre tilstrekkelig metning ble det derfor valgt å intervju ytterligere to personer.

2.4.3 Gjennomføring av intervjuene

Intervjuene ble avholdt i perioden 16.mars - 29.april. Den lange intervjuperioden skyldes ferieavvikling i påsken, lange responstider og bestemmelsen av å intervju flere personer senere i perioden. Intervjuene er gjennomført synkron, hvilket innebærer at spørsmål og svar kommer tett på hverandre (Jacobsen, 2015). 8 av intervjuene er gjennomført fysisk (ansikt-til-ansikt) og de 3 resterende har foregått over Teams. Det var i utgangspunktet ønskelig å gjennomføre intervjuene fysisk da dette gir flere fordeler. Fysiske intervjuer gir et godt grunnlag for å etablere tillit og åpenhet, i tillegg til at samtalen flyter bedre og er mindre utsatt for distraksjoner. En ulempe tilknyttet slike intervjuer er imidlertid at det kan være kostbart, i tillegg til at enkelte respondenter er vanskelige å få tak i. For denne undersøkelsen ble det planlagt å gjennomføre intervjuene i samme tidsrom slik at reisekostnadene ikke skulle bli store. De fleste intervjuene ble gjennomført ved hovedkontorene til selskapene i Oslo, og ofte var disse gjerne i nærheten av hverandre slik at tilgjengelighet ikke ble et problem. Et par av intervjuene ble også gjennomført i Trondheim, med kort reisevei fra NTNU. Tre av intervjuene ble som nevnt gjennomført over Teams, med bakgrunn i for lang reisevei og ønske om fleksibilitet fra begge parter. Med dagens teknologi og den stadig sterkere integrasjonen av lyd, bilder og tekst i moderne kommunikasjonsmidler viskes gradvis skillet mellom ansikt-til-ansikt intervjuer og intervjuer over nett (Jacobsen, 2015). Med dette som bakgrunn vil flere av de samme fordelene ved fysiske intervjuer også i stor grad gjelde for de digitale. Digitale intervjuer har i tillegg de helt åpenbare fordelene som økt fleksibilitet og reduserte kostnader. Alle intervjuene hadde en varighet på rundt 60 minutter.

2.4.4 Analyse av intervjuene

Det er pålagt å følge retningslinjene til NSD når det skrives oppgave i samarbeid med NTNU (NTNU, 2022). Søknad er sendt, og vedlegg B viser godkjenningsskrivet fra NSD. Alle intervjuobjektene har blitt tilsendt et informasjonsskriv bestående av en samtykkeerklæring som må underskrives før innholdet i intervjuet kan bli benyttet i oppgaven. Vedlegg C viser informasjonsskrivet. Det er tatt opptak av alle intervjuene for å unngå å gå glipp av viktig informasjon. En slik løsningen legger også til rette for ordrett transkribering som enkelt kan kontrolleres i etterkant (Jacobsen, 2015). Lydopptakene ble transkribert av forfatteren selv. Når intervjuene transkriberes, blir innholdet i analysen strukturert slik at det er bedre egnet for analyse. Struktureringen i seg selv kan betegnes som begynnelsen på analysen. Den vanligste formen for dataanalyse idag er via koding eller kategorisering av intervju-uttalelser (Kvale og Brinkmann, 2015). I denne oppgaven er det gjennomført en åpen koding, som innebærer at materialet brytes ned, undersøkes, sammenlignes og kategoriseres. Kategoriene ble laget på bakgrunn av problemstillingen, og følger i stor grad hovedtemaene i intervjuguiden. Figur 3 illustrerer hvordan materiale fra intervjuene ble systematisert og kategorisert.



Figur 3: Systematisering av dataen fra intervjuene.

2.4.5 Spørreundersøkelse

I tillegg til intervjuene ble det også sendt ut en kort spørreundersøkelse på 5 spørsmål til brannrådgivere rundt omkring i Norge. Spørreundersøkelsen ble sendt ut til de som ble intervjuet, slik at de kunne dele den med medarbeiderne i deres bedrift. Det er derfor usikkert om hvor mange som mottok undersøkelsen, men det var totalt 25 brannrådgivere som svarte på den. Spørsmålene fanger opp de viktigste temaene fra intervjuguiden, og er vist i vedlegg D. Hensikten med undersøkelsen var å supplere intervjuene, og få et enda bredere bilde på hva bransjen tenker om temaet.

2.4.6 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet

Reliabilitet i denne sammenheng handler som nevnt i kapittel 2.1.2 om en annen forsker ville fått tilsvarende svar fra det samme intervjuobjektet. For å sikre reliabiliteten ble det lagt fokus på å ikke stille ledene, men åpne spørsmål som lot intervjuobjektet selv gjøre egne refleksjoner rundt temaet. Undersøkelseseffekten er en svakhet ved intervjuer som potensielt kan svekke reliabiliteten. Det innebærer at undersøkeren kan ha en effekt på det fenomenet som undersøkes, ved at vedkommende opptrer på en måte som påvirker svarene til intervjuobjektene (Jacobsen, 2015). Undersøkelseseffekten kan umulig holdes fullstendig under kontroll, men intervjueren i denne oppgaven har vært bevisst fenomenet og har forsøkt å holde seg så nøytral og balansert som mulig. Konteksteffekten er et annet fenomen i denne diskusjonen, som knytter seg til forskning som viser at mennesker endrer atferd avhengig av hvilke omgivelser som er rundt dem. For å sikre mest mulige troverdighet

og skape tillitt har derfor kontoret til intervjuobjektene vært gjennomføringsstedet (sett vekk fra de 3 intervjuene over teams). Intervjuguiden ble også sendt ut i forkant slik at intervjuobjektene skulle ha god tid på å forberede seg, noe som også styrker reliabiliteten. Slurv i nedtegnning og analyse av data vil også være en trussel mot reliabiliteten. Lydopptak har vært til god hjelp for å nedtegne korrekt data, og det er brukt mye tid for å transkribere så ordrett og korrekt som mulig. Kategoriseringen har også vært uproblematisk ettersom analysen skilte dataen på en svært oversiktlig måte. Dette var nok tilfelle da intervjuguiden allerede ga en god og oversiktlig struktur som delvis også ble fulgt i intervjuene.

For å vurdere validiteten (gyldigheten) til intervjuene er det ulike forhold som bør drøftes. Intervjuobjektene er anonymisert, og det antas derfor at deres meninger og synspunkter ikke ble påvirket av ønske om å fremstille deres bedrift best mulig. Dette vil bidra til å sikre validitet, men også reliabiliteten til studien. Hvilke kunnskap respondentene har om fenomenet bør også vurderes. De som ble valgt ut ble først og fremst valgt ut ettersom de var brannrådgivere, men innenfor hver brannavdeling ble det også spurt etter de som hadde noe kjentskap til bærekraft og brann fra før. Enkelte bedrifter hadde en slik nøkkelperson, og andre hadde ikke det. Det at det er forsøkt å hente informasjon fra de i bransjen som vet mest om fenomenet, bidrar til å styrke validiteten. Et annet aspekt som styrker validiteten i denne undersøkelsen, er at flere av rådgiverne ser ut til å være samstemte på mange områder, i tillegg til at det er intervjuet et tilstrekkelig antall personer for å oppnå en form for metning. Dette kan selvsagt være et resultat av at det er et nytt felt, også for bransjen, og mengde kunnskap vil derfor være begrenset. Et siste steg for å validere resultatene er å undersøke i hvilken grad funnene representerer virkeligheten. Informasjonen funnet i litteratursøket og dokumentanalysen samsvarer med mange av de muligheter, utfordringer og løsninger som intervjuobjektene trekker frem. Denne vurderingen bidrar til å styrke validiteten ytterligere.

Generalisering er generelt utfordrende å få til i kvalitative undersøkelser, da slike studier som regel undersøker få og spesielt utvalgte enheter (Jacobsen, 2015). En utfordring i forbindelse med dette er at det derfor kan være vanskelig å påstå at resultatene er representative for en større populasjon av enheter (Jacobsen, 2015). Dette er imidlertid mindre utfordrende for denne oppgaven, da delmålet som ønskes besvart kun er interessert i hvordan brannrådgivere forholder seg til bærekraftig brannprosjektering. Kunnskapsdeling innenfor denne bransjen var formålet med intervjuet. Ettersom 11 ulike bedrifter har blitt intervjuet, og en viss form for metning har oppstått, kan en derfor likevel argumentere for at resultatene er overførbare til andre enheter innenfor samme bransje. Dette argumentet styrkes ytterligere da intervjuene ble supplert med spørreundersøkelsen, som bekreftet mye av innholdet i intervjuene. Likevel skal man være forsiktig når det generaliseres, og det understrekes at det er temaer og problemstillinger som rådgiverne er uenig i. Det er også viktig å understreke at det kun er brannrådgivere som er intervjuet, og at andre aktører kan ha helt andre synspunkter og meninger.

2.5 Annen datainnsamling

Nordic Fire and Safety Network (NFSN) har arrangert en nyttig workshop som omhandlet bærekraft og brann (NFSN, 2021). Senter for grønt skifte har i regi av NTNU også arrangert seminarer om temaet som har vist seg å være nyttige (Centre for Green Shift in the Built Environment, 2022). Gjesteforelesninger i emne TBA4177 ved NTNU har også bidratt til oppgaven. Norconsult har i tillegg holdt flere fagseminarer med bærekraft på agendaen som forfatter har fått deltatt på, og innholdet har bidratt til gode refleksjoner i forbindelse med diskusjonsdelen til oppgaven. Videre har også Quality Norway i samarbeid med brannfaglig fellesorganisasjon arrangert en konferanse om bærekraftig brannsikkerhet (Quality Norway, 2022). Dette var en innholdsrik samling som tok for seg mange ulike aspekter og var inspirerende for oppgaven.

Det har også blitt kontaktet og ført dialog med andre nøkkelpersoner som veilederne til denne oppgaven har pekt på som relevante personer med kunnskap om temaet. Personene har bidratt med sine refleksjoner og tanker, samt tips til hva de kunne anse som viktig for oppgaven. Grunde Jomaas (ZAG), Margaret McNameem (Lund University), Fanny Guay (PAROC) og Birgitte Messerschmidt (NFPA) er de som har blitt kontaktet. Videre har intern veileder Kathinka Leikanger Friquin (SINTEF og NTNU) og eksternt veileder Ole Henry Hallgren (Norconsult) også fulgt opp arbeidet og kommet med anbefalinger og tips til oppgaven underveis.

2.6 Gjenbruk fra prosjektoppgaven

Høsten 2021 tok forfatter faget TBA4521 - Bygnings- og materialteknikk, som resulterte i en prosjektoppgave. Prosjektoppgaven i sin helhet danner grunnlaget for masteroppgaven, men ikke noe materiell er direkte kopiert fra denne oppgaven. Prosjektoppgaven hadde også en del som gikk på bærekraftige trender og brannsikkerhet, men masteroppgaven har gjort et mye dypere litteratursøk på dette feltet, og innholdet er betraktelig utvidet og endret (se kapittel 4). Lover, forskrifter, standarder og veiledninger ble også gjennomgått i prosjektoppgaven men tilsvarende ble dette gjort mye mer i dybden i masteroppgaven (Se kapittel 5). Sertifiseringsordninger ble ikke gjennomgått i prosjektoppgaven. Store deler av litteraturen i kapittel 6.1.3 er funnet fra arbeidet med prosjektoppgaven, og oppgaven blir selv kildet til i dette kapitlet. Kapittel 6.2.2 baserer seg på mye av innholdet i prosjektoppgaven, men dette er også betydelig omskrevet og utvidet. Foruten om det overnevnte er alt av materiell i denne oppgaven nytt, og samlet inn gjennom arbeid i løpet av vårsemesteret 2022.

3 Bærekraft og bygg på en generell basis

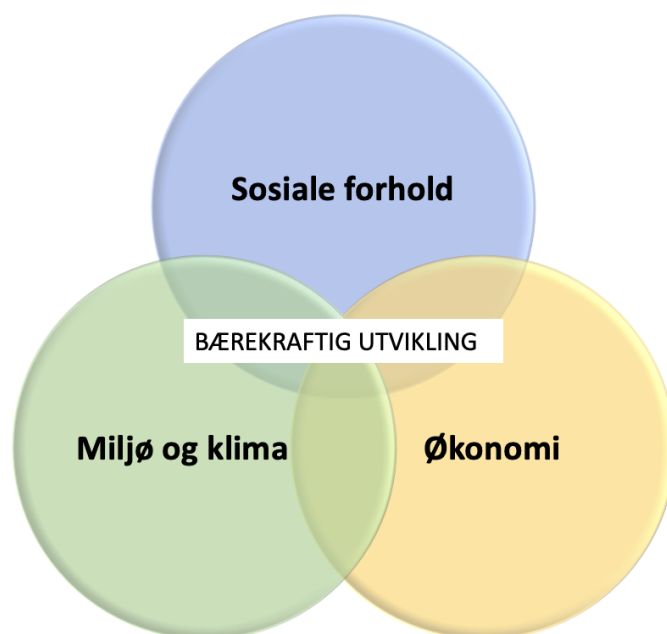
Bærekraft er et bredt felt, bestående av mange vinklinger og temaer. For å kunne si noe om hva bærekraftig brannprosjektering innebærer, må bærekraft i seg selv først defineres. Hva bærekraft innenfor byggesektoren betyr, blir også gjennomgått i dette kapittelet, samt viktig klimapolitikk i denne sektoren.

3.1 Bærekraftig utvikling

Begrepet bærekraftig utvikling stammer fra rapporten «Vår felles fremtid» fra 1987 (FN-sambandet, 2021). Denne ble utgitt av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, ofte omtalt som Bruntland-kommisjonen, da det var tidligere statminister Gro Harlem Brundtland som var leder. Kommisjonen ønsket å finne løsninger på miljø- og fattigdomsproblemer, og den overnevnte rapporten ble et viktig holdepunkt i måten medlemslandene i FN arbeidet med miljø- og utviklingsspørsmål. En kjent definisjon på bærekraftig utvikling ser slik ut (FN-sambandet, 2021):

«En utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.»

For å kunne skape bærekraftig utvikling sies det at verden må jobbe på tre ulike områder. Dette er klima og miljø, økonomi og sosiale forhold. De tre områdene omtales ofte som de tre dimensjonene i bærekraftig utvikling, og det er sammenhengen mellom disse som avgjør hvorvidt noe er bærekraftig eller ikke (FN-sambandet, 2021). Det er derfor viktig å ta hensyn til alle de ulike dimensjonene, og dersom en dimensjon utelas, kan det risikeres å jakte på enkelte kvaliteter som går utover andre kvaliteter (Bygg21, 2018). De tre dimensjonene er illustrert i figur 4.



Figur 4: De tre dimensjonene bærekraftig utvikling består av (FN-sambandet, 2021).

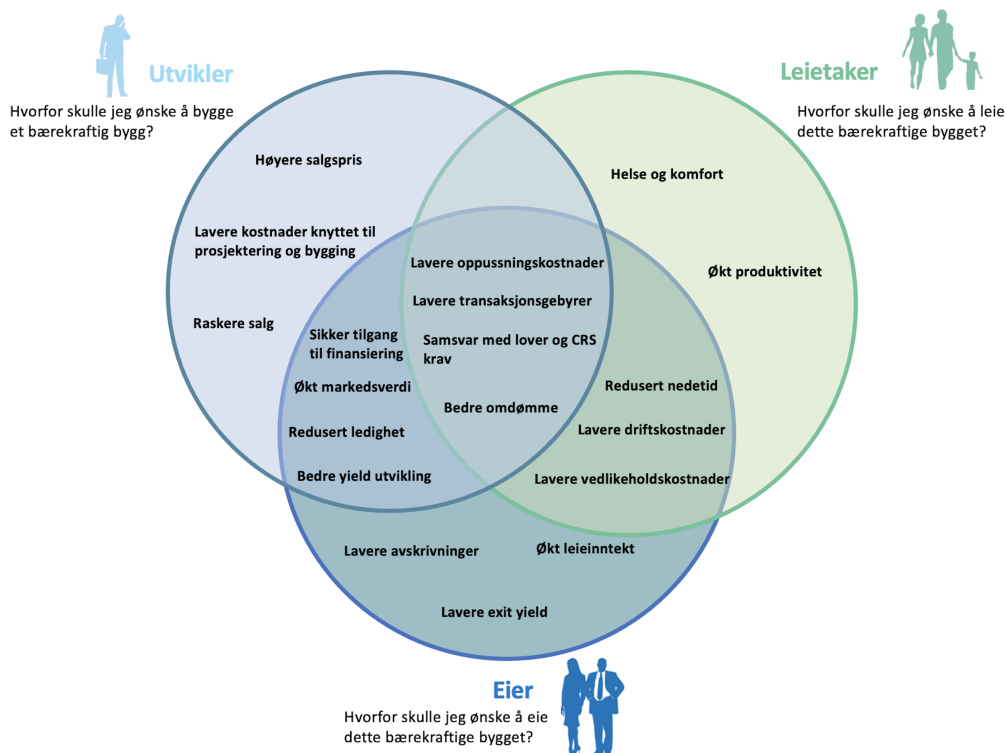
Høsten 2015 vedtok FNs medlemsland 17 bærekraftsmål som en felles arbeidsplan for å beskjempet ulikhet, utrydde fattigdom og stoppe klimaendringene innen 2030 (FN-sambandet, 2021). Entreprenørforeningen bygg og anlegg (EBA) har valgt ut 12 av de 17 målene med høyest relevans for byggesektoren, mål 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 og 17 (EBA, 2019). Fra disse har EBA videre valgt ut 5 mål som de anser som de aller viktigste for byggesektoren. FNs bærekraftsmål er illustrert i figur 5, og de 5 utvalgte delmålene er uthevet.



Figur 5: FNs bærekraftsmål (FN-sambandet, 2021).

3.2 Hva er bærekraftige bygg?

«Bærekraftige byggverk» tar hensyn til bygningens påvirkning på det ytre miljø, sosiale og samfunnsmessige hensyn og økonomiske rammer (Standard Norge, 2022). Det finnes ikke idag en allment kjent definisjon på begrepet «bærekraftige byggverk», men de fleste definisjoner peker på viktigheten av de tre dimensjonene til bærekraftig utvikling. Cembrit skriver at bærekraftige bygg defineres ved å ta hensyn til miljøaspekter og byggets innvirkning på miljøet gjennom hele byggets levetid (Cembrit, 2022). Bygg21, som er et samarbeid mellom bygge- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter, har definert 10 kvalitetsprinsipper for bærekraftig bygg og områder som skal bidra til å definere begrepet (Bygg21, 2018). Det 4 kvalitetsprinsippet sier at gode bygg og områder ivaretar sikkerhet, og brannsikkerheten inngår som en sentral del under dette punktet. Word Green Building Council har definert hva fordelene med bærekraftige bygg innebærer for eier, kunde og leietaker, se figur 6 (World Green Building Council, 2013).



Figur 6: Interessenters fordeler av bærekraftige bygg (World Green Building Council, 2013).

3.3 Klimapolitikk innenfor byggesektoren

Byggesektoren har en sentral rolle i EU sin klimapolitikk. EU har et mål om å energieffektivisere bygninger, og for å fremme dette, etablerte kommisjonen et nytt rammeverk for både nybygg og eksisterende bygninger (European Commission, 2019b). Dette rammeverket inkluderer Performance of building Directive 2010/21/EU (The European Parliament og

the Council of the European Union, 2010) og Energy Efficiency Directive 2012/27/EU (The European Parliament og the Council of the European Union, 2012) - den førstnevnte kjent som bygningsdirektivet på norsk. Til sammen så skal direktivene fremme politikk som vil bidra til å:

- Oppnå høy energieffektivisering og dekarbonisering av bygningsmassen innen 2050.
- Skape et stabilt miljø rundt investeringer på bygg.
- Få bedre informerte brukere og bedrifter slik at de kan ta mer bærekraftige valg.

Det siste punktet er sentralt for denne oppgaven, og er noe som oppgaven vil kunne bidra til å oppnå. European Commission har estimert at 85-95% av byggene i 2050 allerede er bygget, og at store deler av bygningene er ineffektive (European Commission, 2020). SINTEF hevder at renovering gir halvparten av klimagassutslippet til nybygg, og peker på rehabilitering og adaptiv gjenbruk av eksisterende bygninger som et avgjørende bidrag til en bærekraftig framtid (Fufa mfl., 2020). The European Green Deal gir blant annet et tiltak med mål å sette i gang en renoveringsbølge, omtalt som er «renovation wave» (European Comission, 2019a). Bakgrunnen for dette er behovet for å gjøre tiltak på eksisterende bygg, og den ineffektive bygningsmassen slike bygninger består av.

4 Bærekraftige trender og deres brannutfordringer

Økt energieffektivisering av bygninger og nye bærekraftige teknologier har vokst frem som et resultat av det grønne skiftet, og etter ønske å etablere mer bærekraftige bygg. Det kommer stadig nye løsninger på markedet og den generelle trenden er at det kommer mer og mer teknikk for å styre energistrømmen i husene. I tillegg blir det også kontinuerlig introdusert nye bærekraftige materialer og produkter. De nye tekniske og energieffektive løsningene og materialene som skal gjøre bygninger mer bærekraftige kan imidlertid medføre en økt brannrisiko (Mikalsen mfl., 2019). Det er derfor viktig at brannrådgivere er kjent med dette, slik at den økte brannrisikoen kan betraktes ved prosjektering (Olsson og Göras, 2018). Et utvalg av relevante bærekraftige trender er beskrevet i de påfølgende kapitlene, sammen med den tilhørende brannrisikoen. Enkelte av kapitlene inneholder også tiltak eller kilder til litteratur med tiltak som kan bli gjort i prosjekteringen for å ivareta brannsikkerheten i forbindelse med den aktuelle teknologien eller det aktuelle materialet. Kunnskapen som presenteres i dette kapitlet anses relevant for oppgaven da det bidrar til delmål 1., og dermed også problemstillingen og den helhetlige tilnærmingen som ønskes for oppgaven.

4.1 Energiproduksjon

I takt med det økende energibehovet, vil solkraft spille en stadig viktigere rolle i det globale energisystemet (Statkraft, 2022). Solceller fungerer slik at de konverterer energien i solstråler om til elektrisk energi ved hjelp av den fotovoltaiske effekten (Norsk solenergiforening, 2022). De fleste solcellene på markedet i dag er lagd av silisium, og et solcellepanel er bygd opp av flere solcelleplater som er seriekoblet for å gi høyere spenning. De vanligste solcelletypene er monokrystallinske, multikrystallinske og tynnfilm. Videre kan solcellepaneler enten være integrert i (BIPV) eller montert utenpå bygningen (BAPV). Bygningsintegrerte solceller vil både produsere strøm, samtidig som de har egenskaper og funksjon som den bygningskomponenten eller materialet de erstatter (SINTEF, 2021b). BIPV er i dag lite utbredt i Norge (Mikalsen mfl., 2019).

RISE har estimert at sannsynligheten for at det oppstår brann i et solcelleanlegg befinner seg et sted mellom 30 og 1250 branner per million solcelleanlegg per år, basert på tall fra ulike land (Stølen mfl., 2018). Til sammenligning viser statistikken i Norge at 182 branner per million boliger per år startet i elektrisk utstyr i 2017. Basert på de overnevnte tallene, konkluderer RISE med at solcelleanlegg potensielt kan øke sannsynlighet for brannstart i det elektriske anlegget (Stølen mfl., 2018). Ettersom solcelleinstallasjoner er relativt nytt i Norge, finnes det ikke mye forskning eller statistikk på temaet. Tyskland er et av landene som har kommet lengst på dette feltet. Hvor relevante resultater og statistikk fra utenlandske forskning er for norske solcelleanlegg er et tema som kan debatteres, ettersom byggeskikker og rapporteringssystemer vil være forskjellige (Mikalsen mfl., 2019).

En rådende konsensus blant aktørene i Norge i dag er at solcelleanlegg ikke gir en større risiko for brann enn andre elektriske anlegg (Stølen mfl., 2018). Den største europeiske studien på solcelleanlegg er gjennomført i Tyskland, hvor 1.3 millioner anlegg ble observert i perioden 1995-2012. Studien identifiserte 399 tilfeller av brann i bygninger med solcelleanlegg, hvor anlegget selv var årsak til brann i 179 av tilfellene (Laukamp mfl., 2013). I følge den tyske studien var mangelfull prosjektering skyld i 18% av brannhendelsene. Kvalitetsmangel var videre årsak til 35% av brannhendelsene og monteringsfeil utgjorde 37% prosent.

Generelt vil et stort solcelleanlegg ha flere komponenter og flere koblingspunkter som vil utgjøre en brannfare, sammenlignet med andre elektriske anlegg (Mikalsen mfl., 2019). Det er prinsipielt tre typer feil som kan oppstå i ulike deler av et solcelleanlegg, og føre til brann. Dette er lysbuefeil, jordfeil eller fase-til-fase-feil (kortslutning) (Stølen mfl., 2018). Selve solcelleanlegget består normalt ikke av store mengder med brennbart materiale (Stølen mfl., 2018), og det er gjennomført flere studier som peker på at brennbart materiale i tradisjonelle solcellemoduler sjeldent vil bidra til brann (Jomaas, Kristensen og Merci, 2017) (Kristensen, 2016).

Den tyske studien fra 2013 indikerte at bygningsintegreerte solceller førte til 20 ganger større brannrisiko enn tradisjonelle utenpåliggende solceller, og studien peker på at en mulig årsak til dette kan skyldes at brann i slike konstruksjoner sprer seg raskere ettersom brannen allerede befinner seg inne i bygningskroppen (Laukamp mfl., 2013). RISE peker imidlertid på at manglende kunnskapsgrunnlag på daværende tidspunkt kan ha vært en årsak til disse resultatene, og påpeker at teknologien stadig utvikler seg. Det er heller ikke publisert forskning i senere tid som verken avkrefter eller bekrefter funnene (Mikalsen mfl., 2019). Solcellemoduler som er plassert utenpå bygningen vil danne et ekstra sjikt, og en brann i mellomrommet mellom et tak og en utenpåmontert solcellemodul vil gi en større varmpåkjønning mot takoverflaten enn hva som hadde vært tilfellet uten slike moduler (Mikalsen mfl., 2019). I forbindelse med dette er det gjort flere forsøk som tyder på at årsaken skyldes tilbakestråling fra undersiden av modulene (Kristensen, 2016) (Jomaas, Kristensen og Merci, 2017) (Jomaas og Kristensen, 2018). Dette vil føre til at en potensiell brann kan bli større og brannspredning vil kunne skje raskere (Mikalsen mfl., 2019). Hulrommet mellom solcellemoduler og fasadekledning/tak er et annet tema som ofte kommer opp i en brannsikkerhetssammenheng. Flere studier peker på at dette hulrommet kan gi utfordringer for brannsikkerheten, da området vil kunne føre til hurtigere brannspredning (Mikalsen mfl., 2019). Hulrommet bak områder med solcellepaneler vil også kunne gi en skorsteinseffekt, som videre fører til at flammer og røyk spres raskt oppover og på et annet vis enn hva som ville vært naturlig (SINTEF, 2019).

Solcelleanlegg i kontekst med brannvesenets arbeid kan også potensielt være utfordrende. Brann i slike hulrom som nevnt ovenfor kan for eksempel være vanskelig å forholde seg til da tilkomstveiene er begrenset (SINTEF, 2019). Feilplassering av paneler og feilmonterte brytere og kabler er andre ting som videre kan gjøre arbeidet til brannvesenet utfordrende

(Hadj, 2020).

I Norge er relevante regelverk for solcelleinstallasjoner gitt i byggesaksforskriften (SAK10), forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), og NEK 400-7-712 som er utgitt av Norsk Elektronisk Komite. Det er imidlertid ingen av disse som gir spesifikke krav til hvilke standarder som skal benyttes for godkjenning av komponenter til solcelleinstallasjoner. RISE konkluderer med at det er vanskelig å forstå hvilke krav som gjelder for brannklassifiseringen av solceller, og peker på at dette bør spesifiseres tydelig i nasjonalt regelverk (Mikalsen mfl., 2019). NEK 400-7-712 Strømforsyning med solcellepaneler (PV-systemer) ivaretar viktige prosjekteringsgrep i forbindelse med solcelleanlegg (Standard Norge, 2018). De mange koblingspunktene i et solcelleanlegg kan som nevnt være en mulig kilde til brann. Det er derfor viktig at disse utføres korrekt, og NEK400:2018 krever blant annet bruk av MC4-kontakter for kobling av paneler i tillegg til at disse utføres riktig med egnet verktøy. Slike tiltak vil redusere risiko for varmgang og/eller lysbue i koblingspunkter. Videre ivaretar NEK400:2018 krav til dimensjonering av elektroteknisk utstyr. Brann kan som nevnt oppstå som følge av lysbue, for eksempel på grunn av isolasjonsfeil. NEK400:2018 gir også retningslinjer som bidrar til å redusere risikoen for dette.

I tillegg til standarden nevnt ovenfor er det også publisert forskningsrapporter fra RISE, litteratur fra Byggforskeren og håndbøker som gir anbefalinger til hensyn som bør tas ved prosjektering av solcelleanlegg. Noen av de viktigste tiltakene for å redusere risikoen for brannspredning er listet opp nedenfor basert på denne litteraturen, og er supplert med noen tiltak fra NEK 400-7-712 og veiledningen til TEK17 (Stølen mfl., 2018) (Standard Norge, 2018) (DiBK, 2017).

- Ubrennbar isolasjon bak/under områder med solcellepaneler.
- Seksjonering av områder som består av solcellepaneler.
- Kabler som krysser brannskiller som stikker opp over takflaten må håndteres i henhold til NEK 400-5-52.
- Kabler i rømningsveier som har brannenergi over 50 MJ/løpemetere må skilles med en branncellebegrensende sjakt med brannmotstand gjeldende for den aktuelle brannklassen.
- Solcellepanelene må ha en avstand på minst 1.25 m til brannskiller som stikker opp over takflaten.
- Plassering av solcellepaneler må vurderes i forhold til plassering av røykventilasjonsluker, vinduer og andre åpninger for å unngå fare for brannspredning og for å ikke vanskeliggjøre rømning.
- Vekselretter skal prosjekteres og utføres slik at den ikke øker faren for brannstart eller brann- og røykspredning.

I tillegg til å redusere risikoen for brannspredning er også tilrettelegging for rednings- og slökkemannskap viktig i forbindelse med solcelleanlegg, som nevnt over. Både «Hållbart brandskydd» og Byggforskserien 321.231 gir en liste over tiltak som bør vurderes i forbindelse med dette. Tiltakene blir ikke listet opp her men kan finnes i den nevnte litteraturen (Olsson og Göras, 2018) (SINTEF, 2021b). RISE kommer også med noen anbefalinger for brannvesenet (Stølen mfl., 2018).

4.2 Energilagring

Ønske om energilagring i bygninger har blitt mer og mer populært i takt med utviklingen mot et grønnere samfunn (Mikalsen mfl., 2019). Høy produksjon av energi skjer normalt ikke når behovet for energien er størst, slik at lagring av energien tilrettelegger for å bruke strømmen etter behov uavhengig av tid på døgnet (Olsson og Göras, 2018). Slike løsninger vil være bærekraftige da de vil kunne føre til store energibesparelser (Mikalsen mfl., 2019). Et energilagringssystem kan bestå av ulike teknologier: elektrokjemisk, kjemisk, mekanisk eller termisk (NVE, 2019).

Elektrokjemisk energilagring får stadig en større rolle i dagens samfunn, og det er gjerne det vi i dagligtale snakker om som batterier (NVE, 2019). Oppladbare batterier gjør at elektrisk energi kan lagres som elektrokjemisk energi, før det igjen omdannes til elektrisk energi (Mikalsen mfl., 2019). Litium-ion batterier er eksempler på slik energilagring, og benyttes idag i stadig flere applikasjoner - alt fra mobiltelefoner, til ferger og elbiler. I de senere årene har det vært et økt fokus på å lage store batteripakker, og ønske om installasjon av batteripakker i bygninger har økt i takt med den økende utbyggingen av solceller (Mikalsen mfl., 2019). Batterier består normalt av en anode, katode, en elektrolytt og en separator (SINTEF, 2021d). Ved høye temperaturer (over 120 ° C) kan elektrolytten reagere direkte med anoden, og elektrolytten vil begynne å dekomponere samtidig som det produseres varme og ulike gasser (Mikalsen mfl., 2019). Dette kan etterhvert føre til «thermal runaway», som er en ukontrollert eksoterm prosess hvor store mengder giftige og brennbare gasser blir dannet (Mikalsen mfl., 2019). Kjente gasser som dannes er blant annet hafnium (HF) og svoveloksid (SO) (Lecocq mfl., 2016). Dette vil resultere i en brann som er vanskelig å slukke. En artikkel fra 2018 forklarer ulike måter «thermal runaway» kan skje på i en battericelle, og nevner ekstern kortslutning, intern kortslutning, eksponering for høy temperatur, mekanisk skade og overladning som noen av årsakene (Feng mfl., 2018).

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) er de viktigste forskriftene for installasjon av batteri i et bygg (Mikalsen mfl., 2019). NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner, del 2-8, sier noe om hvordan kravene i Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg kan oppfylles (Standard Norge, 2018). NEK 400-8-806 lister opp flere krav som stilles til utforming av installasjon av batteriene, samt krav som stilles til omgivelsene (Standard Norge, 2018). Det kan også velges andre løsninger, men det krever dokumentasjon på at løsningen gir like godt eller bedre sikker-

hetsnivå enn det normene gir (Mikalsen mfl., 2019). I TEK17 vil et energilagringssystem komme inn under definisjonen teknisk installasjon, og behandles derfor av §11-10 (DiBK, 2017). Dette punktet sier at tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren for brann eller røykspredning (DiBK, 2017). Brannsikkerheten i bygninger er normalt ikke tilpasset et brannscenario som involverer brann i et batterilager. Ved større batterilager i en bygning, bør det derfor prosjekteres med analyse slik at prosjekterende kan velge aktuelle tiltak basert på det totale risikobildet (Olsson og Göras, 2018). Det er identifisert et par veiledere som tar for seg brannsikkerheten i et batterilager, og hvordan håndtering av dette burde foregå (Nelfo mfl., 2021) (DSB, 2021). RISE ga også ut i 2021 en rapport om avgassing fra litium-ion batterier i hjemmet, og dekker flere branntekniske problemstillinger (Meraner mfl., 2021). Denne rapporten gir også anbefalinger til tiltak som bør vurderes i prosjekteringen av batterier. I tillegg påpeker rapporten fra RISE at det er behov for flere fullskala tester for å validere resultatene, samt inkludere flere energipakker enn hva rapporten har gjort (Meraner mfl., 2021).

Norsk Elektronisk Komite har også laget standarder som tar for seg de ulike utfordringene i energilagringssystemer (NEK, 2019). NEK IEC TS 62933-5-1 Electrical Energy Storage (EES) er en av disse, som gir metoder for identifisering av farer, risikovurdering og tiltak for å redusere risiko i forbindelse med installering av batterier tilknyttet elnett (NEK, 2019). På verdensbasis finnes det også en rekke standarder, veiledninger og regelverk som kan være nyttig for den som prosjekterer. Disse kan finnes i litteraturstudien til Brian Meacham og Margaret McNamee i kapittel 8.2 (Meacham og McNamee, 2020).

4.3 Trekonstruksjoner

I de senere årene har det blitt mer og mer populært med bygninger bestående av tre (Wormdahl mfl., 2017). Tre er kjent som en fornybar råvare og har lav miljøbelastning gjennom sin livssyklus. Materialet kan også lett anvendes på nytt, gjenvinnes eller utnyttes til energiproduksjon (Aanesland, 2021). Et bæresystem av massivtre eller limtre har gjerne vært ønskelig. Bygg av massivtre har spesielt økt i omfang, og det er planlagt eller allerede bygget blant annet skoler, helsebygg, studentboliger og leilighetsbygg opptill 14 etasjer av dette materialet (Wormdahl mfl., 2017). Massivtre er konstruert av sammenkoblede lag av treplanker, hvor hvert lag er snudd vinkelrett på det laget det ligger over. Lagene festes vanligvis med lim, men spikre og treplugger benyttes også (TreFokus, 2021). Eksempler på bygninger av massivtreelementer i Norge er blant annet Moholt 50|50, studentbolig i Tromsø på 9 etasjer og Mjøstårnet i Brumunddal på 18 etasjer (Reitan mfl., 2019). Det sistnevnte bygget er vist i figur 7.



Figur 7: Mjøstårnet i Brumunddal (Topcamp, 2022).

Konstruksjoner av massivtre og tre generelt vil imidlertid være et usikkert element for brannsikkerheten, da slike konstruksjoner er brennbare (Lin mfl., 2021). Det er identifisert en rekke studier og rapporter som tar for seg de forskjellige branntekniske problemstillingene tilknyttet massivtre.

Flere studier konkluderer med at beskyttelse av massivtreelementer vil gjøre konstruksjonens bidrag til brann betraktelig mindre (Reitan mfl., 2019), men det pekes likevel på at feil i beskyttelsen kan forekomme og at det er enkelte detaljer som behøver mer forskning (Ronquillo mfl., 2021). Brandon og Östman gjorde i 2015 et omfattende litteraturstudie på brannsikkerhetsmessige utfordringer knyttet til høye trebygninger (Brandon og Östman, 2016). Studien viser til seks storskalaforsøk gjennomført ved Carleton University i Canada. Analyse av 3 av testene i en masteroppgave viser at der trevirket var fullstendig eksponert, var varmeavgivelsen målt til å være 80% høyere enn i testene der trevirket var beskyttet (McGregor, 2013). Basert på dette konkluderer Brandon og Östman med at massivtre som er ubeskyttet vil bidra betydelig til å øke intensiteten, brannveksten og varigheten av brannen (Brandon og Östman, 2016).

Under tilstrekkelig høye temperaturer (over 250-300°), begynner en termisk degraderingsprosess, kjent som pyrolyse, i trematerialet (Reitan mfl., 2019). Massen til trevirket vil da avta, i tillegg til at det produseres brennbare gasser. Det vil dannes et forkullet lag på den branneksponte overflaten og tykkelsen til dette laget vil vokse underveis i brannen, samtidig som tverrsnittet til det friske trematerialet blir mindre (Reitan mfl., 2019). RISE peker på at elementer av massivtre har en iboende brannmotstand ettersom materialet

har en lav forkullingshastighet, og fordi tverrsnittet kan reduseres betraktelig før kollaps inntreffer (Reitan mfl., 2019). Slike elementer kan imidlertid øke varmeavgivelsen i rommet, og slik påvirke brannutviklingen negativt. Når treverket forkulles kan det etter hvert oppstå delaminering og nedfall av forkullet sjikt (Reitan mfl., 2019). Da vil friskt trevirke bli avdekket og det kan føre til en ny oppblussing av brannen, et fenomen kalt andre overtenning av Brandon og Östman (Brandon og Östman, 2016).

Et kjent spørsmål ved massivtre er om brannen vil slukke av seg selv, når det øvrige brenselet i rommet er brent opp. En litteraturstudie gjennomført i 2016 i regi av DSB peker på at det er motstridende opplysninger i litteraturer vedrørende dette (Wormdahl mfl., 2017). RISE har studert en rekke forskningsprosjekter fra 2010-2018, og graden av selvslokking er veldig varierende for de utvalgte prosjektene (Reitan mfl., 2019). Det har de senere årene blitt utviklet relativt gode og brannsikre sammenføyingsløsninger for konstruksjoner av massivtre (Reitan mfl., 2019). En studie gjennomført av Werther viser imidlertid at skjøter kan redusere brannmotstanden og påvirke røyktettheten negativt (Werther mfl., 2016). En annen studie konkluderer blant annet med at innebygde forbindelser vil ha bedre brannegenskaper enn beslag/platefester, at større stålareal gir dårligere brannegenskaper og at tildekking av stålforbindelsene vil gi et bedre utfall ved brann (Barber og Gerard, 2015) (Gerard mfl., 2013). En rekke publikasjoner påpeker behovet for mer forskning på skjøter og gjennomføringer, samt behovet for mer dokumentasjon av skjøter mellom vegger og gulv av massivtre (Östman, Brandon mfl., 2017) (Barber, 2018) (Östman, Schmid mfl., 2018).

Det er som nevnt en økende bruk av massivtre i stadig større og høyere bygninger, og det er gjerne et ønske med store eksponerte treoverflater (Reitan mfl., 2019). Veiledningen til TEK17 tillater imidlertid ikke bruk av brennbare konstruksjoner i brannklasse 3 (vanligvis 5 etasjer eller mer), og slike løsninger må derfor dokumenteres med analyse (DiBK, 2017). Ved gjennomføring av en slik analyse er god kunnskap om egenskapene til konstruksjonene viktig (Reitan mfl., 2019). Sverige har utarbeidet en veileder som kan benyttes ved brannteknisk dimensjonering av høye trebygninger, hvor blant annet eksponert massivtre blir tatt hensyn til (Nysted, 2018). David Barber har i sin rapport foreslått en brannteknisk tilnærming på 19 steg for å beregne grensen for hvor mye eksponert massivtre som kan tillates (Barber, 2018). En annen rapport fremstiller en metode som tar hensyn til forkulling, delaminering og varmegjennomgang (Bartlett mfl., 2016). Denne metoden baserer seg på å gjøre en helhetlig vurdering av konstruksjonen. I 2018 ble det publisert en veileder for branndimensjonering av massivtre, basert på forskning gjort av nettverket COST action FP1404 - Fire safe use of bio-based building products (M. Klippel, 2018). Denne veilederen inneholder blant annet beregningsmetoder for forkullingshastigheter, bestemmelser knyttet til tverrsnittet til elementet, en testmetode for evaluering av limeegenskaper og retningslinjer i forbindelse med utførelse av detaljløsninger (M. Klippel, 2018).

NS-EN-1995-1-2 er den europeiske dimensjoneringstandarden for konstruksjoner av tre, og denne inkluderer ingen beregningsmodeller for massivtreelementer (Standard Norge, 2010). Brannmotstanden av slike elementer kan imidlertid beregnes ut fra andre europeiske standarder som NS-EN 13501-2 (Standard Norge, 2016) eller ved bruk av metoder i håndbøker (Östman, 2010). NS-EN-1995-1-2 er under revisjon, og løsningene gitt i veiledningen publisert i 2018 av COST FP1404 har dels til hensikt å fungere som grunnlag for denne revisjonen (Reitan mfl., 2019).

I tillegg til litteraturen nevnt over gir også RISE, DSB og SINTEF et par anbefalinger ved brannprosjektering der massivtre er involvert (Reitan mfl., 2019) (Wormdahl mfl., 2017) (SINTEF, 2021c). De konkrete tiltakene og hensynene som bør tas er ikke valgt listet opp her da det hadde blitt for omfattende, men kan finnes i den nevnte litteraturen.

4.4 Brennbar isolasjon

Etter hvert som bygningsektoren har beveget seg mot det «grønne skiftet», har det blitt en klar økning i bruk av isolasjonsmaterialer (Meacham og McNamee, 2020). For å bruke mindre energi til oppvarming, isoleres byggene mer. Dette skjer enten ved bruk av mer isolasjon, hvilket vil gi mer materiale, eller ved bruk av isolasjon med bedre isolasjonsevne (Mikalsen mfl., 2019). Isolasjonsmaterialene må tilfredsstillere flere krav; de må ha lav konduktivitet, akseptable egenskaper i brann, og de bør også være holdbare over tid (Nordløkken mfl., 2016). Det finnes i dag flere ulike typer isolasjonsmaterialer. Glass- og steinull er produkter med svært begrenset brennbarhet. Skumplast basert på organiske polymerer kan gi betydelige bidrag til brannen og flere slike plastisolasjonsmaterialer gir fra seg giftige gasser under brann (Nordløkken mfl., 2016). EPS og XPS er eksempler på slike isolasjonsmaterialer, og i Grønn Materialguide står det at slike stoffer kan inneholde brommerte flammehemmere (Hagen mfl., 2021). Brommerte flammehemmere skal unngås i prosjekteringen, og kapittel 6.2.3 går ytterligere inn på dette.

For å tilfredsstillere kravene til lavere konduktivitet blir det stadig mer aktuelt med sammensatte isolasjonsprodukter (Nordløkken mfl., 2016). De senere årene har fler og fler nye produkter blitt introdusert, og er i følge bransjen på god vei inn i markedet (Mikalsen mfl., 2019). Isolasjonsmaterialer som vakuumisolasjonspaneler, fiberarmerte polymerkompositter, faseskiftende materialer som kan lagre varme og isolasjonsmatter med areogel er eksempelvis noen av de nye produktene (Mikalsen mfl., 2019) (Nordløkken mfl., 2016). Biobaserte isolasjonsprodukter er en annen trend som har vokst frem de senere årene. Slike produkter er laget med materialer som cellulose, ull og trefiber (Mikalsen mfl., 2019). Grønn Materialguide, som nevnt over, viser en oversikt over ulike isolasjonsprodukter og deres miljøpåvirkning tilknyttet de fem miljøtemaene; global oppvarming, ressursgrunnlag, sirkulærøkonomi, miljøgifter og inn klima (Hagen mfl., 2021). Guiden er utarbeidet for å bistå rådgivere, arkitekter og utbyggere i å velge materialer med liten miljøpåvirkning i tidlig prosjektfase. Et utsnitt av guiden som viser oversikt over ulike isolasjonsmaterialer, er vist i figur 8.



Figur 8: Miljøpåvirkning fra ulike isolasjonsmaterialer (Hagen mfl., 2021).

De nye produktene på markedet må som nevnt ikke bare konkurrere på konduktivitet, men også på robusthet, levetid og ikke minst brannsikkerhet (Mikalsen mfl., 2019). Oversikten fra Grønn Byggallianse sier ingen ting om brannegenskapene til produktene. Biobaserte produkter er imidlertid brennbare, og de vil kunne bidra til brannutviklingen (Mikalsen mfl., 2019). Tabell 2 gir et annet oversiktsbilde over noen utvalgte isolasjonsmaterialer med deres egenskaper, basert på Byggforskserien 573.344 og EPDer. De fleste av verdiene er hentet fra EPD Norge (EPD Norge, 2022a), mens informasjonen for aerogelisolasjon er hentet fra en annen kilde (Hill, 2015). Miljøutslippene til de ulike isolasjonsmaterialene er i EPDene oppgitt i kg CO₂-ekv./m², og de tar utgangspunkt i nødvendig tykkelse for å nå varmemotstand $R = 1 \text{ m}^2\text{K/W}$. Videre baserer utslippene seg på verdiene i livsløpsfase A1-B7, dvs. alle utslipp tilknyttet produksjon-, bygge- og driftsfase (SINTEF, 2015). Høy varmeisolasjonsevne oppnås ved lav varmeledningsevne, λ , eller ved høy varmemotstand, R (SINTEF, 2020b). En lav verdi på λ vil tillate en mindre tykkelse på isolasjonssjiktet for å nå ønsket U-verdi slik at tykkelsen på de ulike bygningsdelene kan reduseres (SINTEF, 2020a).

Tabell 2: Ulike typer isolasjonsmaterialer med deres tilhørende egenskaper.

Fellesbetegnelse	Type isolasjon	λ [W/(mK)]	kg CO ₂ -ekv./m ²	Brennbar
Mineralull	Steinull	0,032	1,6	Nei
	Glassull	0,032	0,5	Nei
Plastisolasjon	EPS	0,038	1,9	Ja
	XPS	0,033	3,8	Ja
Trefiberisolasjon	Trefiberisolasjon	0,038	-1,9	Ja
Nanoisolasjonsmateriale	Aerogelisolasjon	0,015	12,5	Varyerer ^a

^aBrennbarheten til aerogelisolasjon vil avhenge av det materialet den lages av, og kan være varierende for klasse A2 til C (SINTEF, 2020b).

Det at flere av de innovative isolasjonsproduktene er brennbare blir pekt på som utfordrende, ettersom slike produkter vil gi en økt risiko for brann og brannspredning (Meacham og McNamee, 2020). Grenfell Tower var et bygg bestående av brennbar isolasjon, og bygningen brant i 2017 med alvorlige konsekvenser (Peck mfl., 2019) (Wieczorek, 2019). Denne brannen har et komplekst årsaksbilde, og brennbar isolasjon er ikke eneste årsak til tross for at det var en bidragsyter (Chairman, 2019).

En masteroppgave i samarbeid med RISE viser at bruken av kjemiske brannhemmere i isolasjonsprodukter bestående av treull ikke nødvendigvis fører til bedre brannegenskaper (Steen-Hansen mfl., 2018). En annen studie sier at isolasjonsmaterialer bygd opp av produkter fra maisavfall, kan gi bedre brannegenskaper enn andre typer plastmaterialer (M.Palumbo mfl., 2015). En studie fra 2015 tar for seg ukonvensjonelle bærekraftige isolasjonsmaterialer, og ser noe på brannsikkerhetsaspektet. Studien konkluderer med at det er mangler på området og at det eksisterer et behov for en større utredning av den voksende isolasjonstrenden i et brannsikkerhetsperspektiv (Asdrubali mfl., 2015).

4.5 Grønne tak og vegger

Grønne vegger og tak har mange fordeler som gjør byggene mer bærekraftige. Bygg med slike elementer minsker klimautslippene ved å binde CO₂, og slike bygninger har i tillegg en isolerende effekt som reduserer energibehovet (Olsson og Göras, 2018). En annen stor fordel med slike konstruksjoner er at de kan fungere som tiltak for overvannshåndtering (Kleppe, 2022). Grønne vegger og tak gir dessuten økt trivsel og et større biologisk mangfold. Flere aktører ønsker å utforme bygg med slike systemer da de gir poeng i ulike miljøsertifiseringssystemer (Elias mfl., 2017). Figur 9 viser eksempler på bygninger med grønne tak og fasader.



Figur 9: Illustrasjon av bygninger med grønne tak og vegger (Singhal, 2017) (Blueberries Consulting, 2018).

Fra et brannteknisk perspektiv kan grønne vegger og tak være problematisk da flere slike konstruksjoner generelt anses å være brennbare (Elias mfl., 2017). Ofte tilfredsstillende ikke slike konstruksjoner kravene til brannsikkerhet, og det må da gjennomføres en analyse. For å kunne stille seg godt forberedt til en sårn analyse er det imidlertid viktig med god kunnskap om slike konstruksjoner, og en må ha kunnskap om hvilken oppførsel slike konstruksjoner har under brann (Elias mfl., 2017). En studie fra 2015 undersøker effekten grønne tak og vegger har på brannsikkerheten (Hoskins og Homer, 2015). Studien peker blant annet på at grønne tak medfører et økt belastning som kan være problematisk ettersom dette øker sannsynligheten for kollaps ved en potensiell brann. I følge studien er dette et forhold som kan gjøre at brannvesenet velger å ikke ta seg inn i brannen, da det er for risikofyllt. Studien sier videre at grønne tak også gir en begrensning for bruk av takventilasjon ved en potensiell brann. En gjennomgående påstand i en rekke andre studier, derimot, er at de grønne systemene bør ha relativt god brannmotstand dersom de holdes fuktige (Meacham og McNamee, 2020). Det pekes imidlertid på at brannegenskapene til slike konstruksjoner vil kunne bli påvirket av ytre faktorer som vær og vedlikehold, og at det er behov for mer forskning før en med sikkerhet kan konkludere med noe (Meacham og McNamee, 2020).

TEK17 med veiledning gir ingen retningslinjer vedrørende slike systemer. NS 3850:2015 gir imidlertid noen retningslinjer til utforming av grønne tak. Noen av de viktigste tiltakene fra standarden er listet opp under (Standard Norge, 2015).

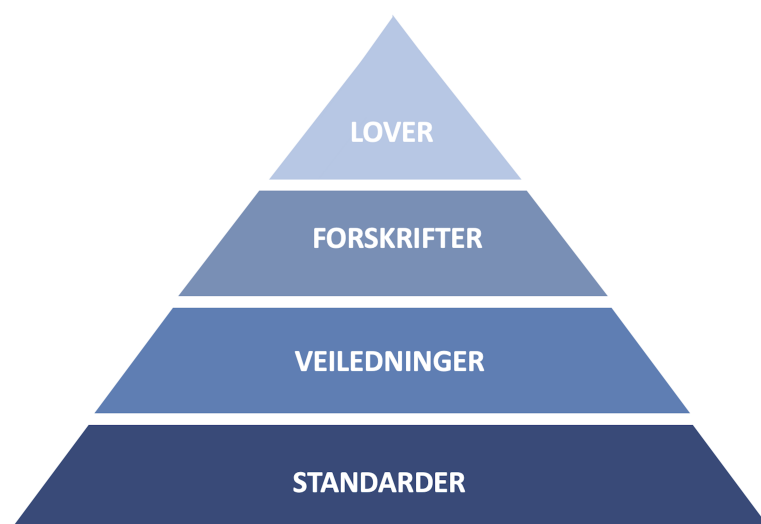
- Taket bør ha et vekstmedium med tykkelse på 30 mm (ubrennbart) og en andel organisk materiale på maks 20 volumprosent.
- Brannbarriere er etablert med avstand ≤ 40 m.
- Vekstmedium og vegetasjon erstattes med en barriere av ubrennbare materialer i en bredde på minst 500 mm mot utvalgte elementer.
- Utforming av brannbarriere: 1 m brede felt eller alternativt at brannsekkjoneringsvegg føres 300 m over plantedekket.
- Krav på brannklassifisering av takteking: $B_{roof}(t2)$.
- Det gjennomføres årlig tilsyn.

Svenske brandforsk har laget en rapport om grønne tak fra et brannsikkert perspektiv (Elias mfl., 2017). Rapporten gir blant annet en metode som kan benyttes for å beregne konsekvensene av brann i grønne tak, og kan for eksempel brukes når det gjennomføres analyse. Rapporten sammenstiller også standarder og veiledninger fra andre land som omtaler tematikken. Det pekes på i rapporten at grønne tak og brann fremdeles er et relativt uutforsket området, og at det fremdeles er et behov for mer forskning på feltet (Elias mfl., 2017).

«Hållbart brandskydd» er en annen kilde som også gir noen anbefalinger til aspekter som bør betraktes ved brannprosjektering av slike systemer, disse er ikke listet opp her men kan finnes i boken på side 43 (Olsson og Göras, 2018).

5 Regelverk og merkeordninger for bærekraftige bygg

Lover, forskrifter, veiledninger og standarder spiller en sentral rolle ved brannprosjekteringen. I denne delen av oppgaven er det gjennomført en dokumentanalyse av noen utvalgte lover, forskrifter, veiledninger og standarder i Norge som brannrådgivere må forholde seg til, for å kartlegge hva de sier om bærekraft. Figur 10 viser den hierarkiske inndelingen av dokumenter i Norge, og de påfølgende kapitlene følger denne inndelingen. Relevante sertifiseringsordninger blir også gjennomgått for å undersøke hvorvidt brannperspektivet blir ivaretatt. Slik vil dokumentanalysen gi en tosidig vurdering av brann og bærekraft, og beskrive i hvilken grad rammeverkene rundt fenomenene tilrettelegger for den andre disiplinen. Denne gjennomgangen skal sammenstille de viktigste retningslinjene for hva som angår bærekraftig brannprosjektering, og gjøre brannrådgiver bevisst på hvor påvirkningsmulighetene og eventuelle hindringer ligger. Kapitlet skal bidra til delmål 2. og med dette bidra til den overordnede problemstillingen.



Figur 10: Hierarki av lover, forskrifter, veiledninger og standarder (Steen-Hansen, 2020b).

5.1 Lover

5.1.1 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven er sentral for all byggevirkosomhet og arealforvaltning i Norge (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021). Loven gjelder for alle virksomheter og type aktiviteter som er forbundet med fast eiendom.

I §1-1 om lovens formål står det skrevet at loven skal fremme bærekraftig utvikling til beste for hver enkelt, samfunnet som helhet, og fremtidige generasjoner. §3-1 sier videre at fremtidige planer skal ta hensyn til klima gjennom reduksjon av utslipp og tilpasning til forventede klimaendringer, hvilket også innebærer løsninger for energiforsyning. I §29-5

som omhandler tekniske krav, står det at ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det oppfyller krav til helse, miljø, sikkerhet, energi og bærekraftighet, på en slik måte at vern av liv og materielle verdier ivaretas. §29-7 angir videre at alle produkter som inngår i et bygg skal ha forsvarlige egenskaper, og produsent, importør eller distributør må sørge for god nok dokumentasjon av produktene. I §23-5 står det at ansvarlig prosjekterende har ansvar for at prosjekteringen skjer i samsvar med bestemmelser gitt av denne loven.

5.1.2 Brann- og eksplosjonsvernloven

Brann- og eksplosjonsvernloven har som formål å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff eller mot andre akutte ulykker og uønskede tilsiktede hendelser (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2002).

Under §4. Definisjoner i punkt g) er storulykker beskrevet som en hendelse med en ukontrollert utvikling. Videre blir alvorlig skade på miljøet trukket frem som en uønsket konsekvens av dette, sammen med alvorlig skade på mennesker og materielle verdier. §13 som omhandler særskilte brannobjekter, sier at kommunen skal identifisere og føre fortegnelse over byggverk og virksomheter der hvor brann kan medføre tap av mange liv, eller ha store skader på helse, miljø eller materielle verdier.

5.1.3 El-tilsynsloven

Loven sier at alle elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, drives og vedlikeholdes slik at de ikke frembringer skade for liv, helse og materielle verdier (El-tilsynsloven, 1929). Alle elektriske utstyr unntatt radiograf og radiotelefon omfattes av denne loven. Det står ingenting spesifikt om nye og bærekraftige teknologier, men ettersom loven omfatter alle elektriske anlegg vil blant annet solceller og batteridrevne energilagringssystemer omfattes av krav som er gitt i eller medhold av denne loven.

5.2 Forskrifter med veiledninger

5.2.1 Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17)

Forskrift om tekniske krav til byggverk gir minimumskrav til tekniske løsninger som må oppfylles for at byggverket skal kunne oppføres lovlig i Norge (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017). Forskriften forkortes ofte til TEK, etterfulgt av årstallet forskriften ble innført. I dag er det TEK17 som er gjeldende byggteknisk forskrift i Norge. De krav og tiltak som stilles i TEK17 er definert på et overordnet nivå i Plan- og bygningsloven, og målet med forskriften er å bidra til å skape byggverk med god kvalitet som i tillegg tar hensyn til helse, energi, miljø og sikkerhet.

TEK17 er en funksjonsbasert forskrift, hvilket innebærer at den gir kvalitative funksjonskrav (Stølen mfl., 2018). Noen av kravene er fortolket og gitt som ytelseskrav. Slike ytelseskrav er tallfestet og kvantitative, i motsetning til funksjonskravene som er kvalitativt beskrevet. Det følger også med en veiledning til TEK17, ofte forkortet til VTEK. I veiledningen er noen av funksjonskravene fortolket og gitt som preaksepterte ytelser som tilfredsstillende kravene, hvilket i stor grad gjelder for brannsikkerhetskapittelet (DiBK, 2017). §2-2 i TEK17 sier at oppfyllelse av funksjonskravene kan dokumenteres på to måter (Byggeteknisk forskrift (TEK17), 2017):

1. Ved bruk av preaksepterte ytelser.
2. Ved analyse som viser at ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften.

Dersom et byggverk prosjekteres i samsvar med preaksepterte ytelser så kalles dette forenklet prosjektering. Det andre alternativet kalles gjerne analytisk prosjektering.

I veiledningen til §2-2 står det videre at (DiBK, 2017):

«Dersom det er valgt å fravike en eller flere av de preaksepterte ytelsene, må det gjøres en analyse. Analysen skal dokumentere at de alternative ytelsene som er valgt er likeverdige med de preaksepterte. Det vil si at de alternative ytelsene samlet sett må gi minst samme kvalitet og sikkerhet som om de preaksepterte ytelsene var fulgt»

For å presentere det som er funnet i gjennomgang av TEK17 er det valgt å strukturere funnene tilsvarende som brannkapittelet i forskriften er bygd opp. For de paragrafene som ikke er listet opp er det ikke funnet noe av relevans i forbindelse med tematikken til denne oppgaven.

§ 11-1. Sikkerhet ved brann

I punkt (1) står det skrevet at byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i bygget, for materielle verdier, og for miljø- og samfunnsmessige forhold. Videre i veiledningen til dette punktet står det at tiltak som ivaretar personsikkerheten også vanligvis vil bidra til å sikre materielle verdier og begrense miljø- og samfunnsmessige konsekvenser ved brann. Punkt (4) understreker videre at i byggverk der brann kan utgjøre en stor fare for miljøet, eller berøre andre viktige samfunnsinteresser, skal prosjekteringen utføres slik at sannsynligheten for skade på miljøet og andre samfunnsinteresser blir liten. Veiledningen til punktet henviser til at brannsikkerheten da må dokumenteres ved analyse. I innledningen til forskriften står det at det må velges en prosjekteringsmodell, enten ved forenklet eller analytisk prosjektering. Ved analytisk prosjektering kan en som nevnt da gå vekk i fra de preaksepterte løsningene i veiledningen og dokumentere løsningene ved analyse.

§ 11-2. Risikoklasser

I dette kapittelet står det at byggverk eller ulike bruksområder i et byggverk skal plasseres i risikoklasse etter en tabell, basert på den trusselen en brann kan innebære for skade

på liv og helse. Bestemmelse av risikoklasse gir grunnlag for blant annet fastsettelse av brannklasse og andre ytelseskrav. Risikoklassen fastsettes altså ut ifra personsikkerhet, og miljø eller bærekraft nevnes ikke i §11-2.

§ 11-3. Brannklasser

Under denne paragrafen står det imidlertid at byggverk, ut i fra den konsekvensen en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljøet, skal deles inn i brannklasser etter tabell 3. Brannklassen danner videre grunnlaget for de kravene som stilles til bygget, og mulighetsrommet til brannrådgiver avhenger av denne klassen. Veiledningen til dette punktet henviser til enda en tabell som kan benyttes for å fastsette brannklassen, som baserer seg på den overnevnte risikoklassen og antall etasjer. Tabell 4 er tabellen som det henvises til.

Tabell 3: Brannklasser (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017)

Brannklasse	Konsekvens
1	Liten
2	Middels
3	Stor
4	Særlig stor

Tabell 4: Brannklasseinndeling (DiBK, 2017)

Risikoklasse	Antall etasje			
	1	2	3 eller 4	5 eller fler
1	-	BKL 1	BKL2	BKL3
2	BKL 1	BKL 1	BKL2	BKL3
3	BKL 1	BKL 1	BKL2	BKL3
4	BKL 1	BKL 1	BKL2	BKL3
5	BKL 1	BKL 2	BKL3	BKL3
6	BKL 1	BKL 2	BKL2	BKL3

En ting som kan sees fra tabell 4 er at byggverk i risikoklasse 1 med 1 etasje ikke plasseres i en brannklasse, hvilket innebærer at forskriften ikke gir preaksepterte ytelser for slike bygg. I veiledningen til §11-3 står det at dette er byggverk for sporadisk personopphold, og fra §11-2 kan slike bygg for eksempel være et lager. Valget med å ikke plassere slike bygg i en brannklasse begrunnes videre med at innholdet vil som regel ha mer verdi enn bygget, og det påpekes at så lenge en brann ikke har samfunnsmessige eller miljømessige konsekvenser, vil det være eiers eller tiltakshaver oppgave å ivareta sine verdier (DiBK, 2017). Rømningsforhold blir likevel trukket frem som viktig, samt bruk av materialer som ikke bidrar til uakseptabel brannutvikling.

Med bakgrunn i dette funnet ble det gjort et dypere documentsøk for å undersøke brannforekomsten blant slike bygg. Fra dette ble ASKO-bygget i Vestby identifisert. Dette var Norges største fryselerger, og det var utført med solceller på taket med total installert

effekt på 673 kWp (Brannmannen.no, 2017). Bygget var utført i risikoklasse 1 med 1 etasje, og dermed ikke plassert i en brannklasse (Larsen og Bjølseth, 2017). I 2017 begynte det å brenne i bygget, og over 10.000 kvm gikk tapt i brannen. Solcellene gjorde også slokkearbeidet mer utfordrende (Brannmannen.no, 2017). Brannen ble anslått til å koste 200 millioner kroner, og bygget var ferdig gjenoppbygd i 2018 (Brick, 2022). Fagpersonell har sagt at denne brannen bidro til store miljøutslipp, både brannen selv men også gjenoppbyggingen i etterkant (S. Andersson, 2022) (Messerschmidt, 2022). Figur 11 viser en bildesamling fra brannen, og er inkludert for å illustrere omfanget av den.



Figur 11: Illustrasjon av ASKO-brannen (Brannmannen.no, 2017).

§ 11-4. Bæreevne og stabilitet

I dette kapitlet er det ikke identifisert noe spesielt som fremmer bærekraft eller miljø. En ting som kan bemerkes er punkt (4) som sier at det bærende hovedsystemet i byggverk i brannklasse 3 og 4 skal dimensjoneres for å kunne opprettholde tilfredsstillende bæreevne og stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp. For bygg i brannklasse 3 vil derfor trebygg ikke kunne bygges og prosjekteres ved bruk av preaksepterte løsninger uten avvik. Massivtre har som nevnt i kapittel 4.3 blitt omtalt som en populær bærekraftig trend. I §11-4 stilles det ingen krav eller retningslinjer i forbindelse med bruk av slike materialer, og ref. det overnevnte om brannklasse 3, må det gjøres en analyse der slike konstruksjoner inngår som bæresystem i høye trehus.

§ 11-7. Brannseksjoner

I (1) står det at byggverket skal deles opp i brannseksjoner for å sikre liv og helse der rømning kan ta lang tid, for å hindre store økonomiske eller materielle tap, samt bidra til at en brann begrenses til den seksjonen den startet i. Funksjonskravet nevner ingen ting om miljø eller bærekraft. Tabell 1 i veiledningen til dette punktet angir størrelsen på brannseksjonen, og sier at denne kan øke ved implementering av enten brannalarmanlegg eller sprinkleranlegg, men bærekraftsaspektet ved slike løsninger blir ikke vektlagt i veiledningen. Veiledningen til punkt (2) gir også krav til seksjoneringsveggenes brannmotstand, men sier ingenting om mulige konstruksjoner som kan benyttes eller de ulike miljøegenskapene tilknyttet disse.

§ 11-8. Brannceller

Brannrådgiver vurderer hva som skal være brannceller og fra (1) står det at dette skal gjøres på en hensiktsmessig måte. Videre er det angitt at områder med ulik risiko for liv og helse eller hvor det er ulik fare for at brann oppstår, skal deles inn i egne brannceller. I veiledningen til dette punktet står det at oppdelingen vil bidra til å sikre tid til rømning og redning, forsinke og begrense brannen, samt lette slokkearbeidet. Miljø og bærekraft fremgår ikke som et kriterium eller et mål i utformingen av brannceller.

§ 11-9. Materialer og produkters egenskaper ved brann

I §11-9 (1) står det at byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at en brann skal oppstå, utvikle og spre seg, er liten. Videre står det at byggets bruk og nødvendig tid for rømning og redning skal tas hensyn til ved prosjektering. Veiledningen til (2) gir krav til materialer og produkter. I likhet med §11-4 er det bare de generelle kravene som blir angitt, og ikke spesifiserte materialanbefalinger. Under punkt D åpner imidlertid forskriften opp for bruk av brennbar isolasjon, gitt at bygningsdelen oppfyller den forutsatte branntekniske funksjonen, og isolasjonen anvendes slik at den ikke bidrar i brannutviklingen. Tabell 1A i veiledningen til (2) gir ytelser til overflater og kledninger for risikoklasse 1-5. Denne åpner for at overflater på vegger og i himling/tak i branncelle inntil 200 m² kan utføres i trekonstruksjoner.

§ 11-10. Tekniske installasjoner

Under punkt (1) står det skrevet at tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres på en slik måte at installasjonene ikke øker faren vesentlig for brann eller for brann- og røykspredning. Alle tekniske systemer, herunder også solceller, energilagringssystemer og andre innovative installasjoner, vil dermed være berørt av dette punktet. §11-10 gir ingen spesifikke eller konkrete krav til de nevnte systemene, men veiledningen til (1) henviser blant annet til NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner i forbindelse med utforming av kabler. NEK 400 gir også anbefalinger tilknyttet solceller og energilagringssystemer (se kapittel 4), men dette er ikke noe forskriften nevner (Standard Norge, 2018).

§ 11-16. Tilrettelegging for manuell slokking og § 11-17. Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

Disse paragrafene har med slokkearbeidet å gjøre. I veiledningen til punkt (2) i §11-6 står det at håndsløkkeapparater kan være pulverapparater eller skum- og vannapparater. Miljøeffekten til apparatene vil være varierende (Olsson og Göras, 2018), men dette er ikke nevnt i forskriften. §11-17 gir konkrete ytelser for å tilrettelegge for arbeidet til brannvesenet. Slokking av solcellebranner har som nevnt i kapittel 4.1 blitt omtalt som en utfordring, men håndtering av dette blir ikke nevnt. Det samme gjelder for energilagringssystemer og andre bærekraftige teknologier.

5.2.2 Forskrift om brannforebygging

Forskrift om brannforebygging har hjemmel i brann- og eksplosjonsvernloven. Denne forskriften har som formål å bidra til å redusere sannsynlighet for brann, i tillegg til å begrense konsekvensene en brann kan få for liv, helse, miljø og materielle verdier (Forskrift om brannforebygging, 2016).

I veiledningen til forskriften står det at miljø omfatter bare miljøkonsekvenser som følge av brann (DSB, 2016). §8 Oppgradering av byggverk sier at eieren av bygget skal sørge for å oppgradere sikkerhetsnivået i byggverket slik at det minimum tilsvare nivået som fremkommer av kravene gitt i byggeforskrift 15.november 1984 nr.1892 eller senere byggeregler. Videre står det at denne oppgraderingsplikten gjelder så fremt den kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme. Miljø blir ikke nevnt, eller satt som et kriterium. For branntekniske avvik i bygg som ligger utenfor en praktisk og økonomisk ramme, står det videre at det kan være nødvendig å foreta en helhetlig vurdering av de tekniske/eller organisatoriske tiltakene. Dette innebærer at det gjøres en risikoanalyse, som identifiserer de tiltakene som gir best sikkerhet i forhold til investeringer. Igjen, miljø blir ikke fremhevet som relevant i denne vurderingen. Videre påpekes det at etablering av rømningsveier, installasjon av brannalarmanlegg, slokkeanlegg, ledesystemer for å øke tilgjengelig rømningstid og for å sikre store verdier, ikke anses å ligge utenfor en praktisk økonomisk ramme. Det er rømningsikkerheten som prioriteres høyest, og ved gjennomføringen av en slik risikoanalyse blir prinsipper i NS 3901 anbefalt av forskriften.

Videre i veiledningen til forskrift om brannforebygging står det at utbedringskravet tillater såkalte tekniske bytter (DSB, 2016). Dette innebærer at et sikkerhetstiltak kan byttes ut med et annet sikkerhetstiltak, for eksempel ved at installasjon av brannalarmanlegg eller automatisk slokkeanlegg kan erstatte branncelleinndelingen i eldre bygg.

Under §23 i forskriften stilles det krav til produkter, og det er kun omsetning og merking av bærbart brannslukkeapparat som blir nevnt. Bærekraft og miljø er ikke nevnt, og heller ikke andre materialer eller produkter.

5.3 Standarder

5.3.1 NS 3901:2012

NS 3901 Krav til risikovurdering av brann i byggverk tar for seg hvordan gjennomføring av risikoanalyse i hele byggverkets livssyklus skal foregå, med fokus på brannsikkerheten (Standard Norge, 2021). Målgruppen for NS 3901 er brann- og risikorådgivere, og standarden er ment å fungere som et verktøy ved vurdering av brannrisiko både i eksisterende byggverk og ved oppføring av nye byggverk. §2-2 i TEK17 påpeker som nevnt i kapittel 5.2.1 at en av mulighetene for å vise at et bygg tilfredsstiller funksjonskravene kan skje ved å gjøre en analyse. Veiledningen til dette punktet sier videre at risikoanalyse og komparativ analyse av sikkerhet ved brann kan gjennomføres i samsvar med blant annet NS 3901. Standarden blir også referert til i Forskrift om brannforebygging, som nevnt i kapittel 5.2.2.

Bærekraft blir ikke eksplisitt nevnt i denne standarden, men risikobeskrivelsen vil avhenge av hvilken konsekvens som vurderes, og under 3.10 og 6.11 åpnes det for at miljø kan være en mulig konsekvens. Kapittel 6.2 handler om beskrivelse av analysebyggverket. I forbindelse med denne beskrivelsen skal alle verdier som inngår i analysen angis, og miljø blir trukket frem som et eksempel på en slik verdi. I kapittel 8.5 gjøres det en vurdering av effekten til ulike tiltak, og det er listet opp flere hensyn som tiltakene skal vurderes i forbindelse med. Et av disse hensynene går på fleksibilitet og robusthet.

5.3.2 NS-INSTA/TS 950:2014

Den andre standarden som veiledningen til TEK17 i §2-2 referer til som aktuell ved analyse er NS-INSTA/TS 950 - analytisk brannteknisk prosjektering, komparativ metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk (DiBK, 2017) (Standard Norge, 2014). Standarden inneholder metoder som brukes for å vurdere samsvar med noen valgte kriterier, og for å verifisere at funksjonskravene er oppfylt (Haram, 2019a). Komparativ analyse er den vanligste tilnærmingen i forbindelse med brannteknisk prosjektering, og gjøres ofte ved å sammenligne det aktuelle bygget (analysebygget) med et referansebygg som tilfredsstiller de preaksepterte ytelsene i TEK17 (Standard Norge, 2021).

Denne standarden har mange likhetstrekk med NS 3901, og bærekraft og miljø er tilsvarende i svært liten grad dekket. I 13.4.1 robusthet scenarier, blir det påpekt at behovet for robuste scenarier vil være stort dersom det er mangler blant de tilgjengelige verktøyene for å forutsi brannegenskapene til systemet, eller dersom ytelsen til brannsikringssystemene ikke er tilstrekkelig dekket i litteraturen.

5.3.3 NS-INSTA/TS 951:2019

NS-INSTA/TS 951 er en annen standard som ble identifisert i dokumentsøket. Denne blir ikke referert til i TEK17, men anses relevant, og er derfor tatt med i oppgaven. Dette er også en standard for analytisk brannteknisk prosjektering, og den gir en probabilistisk metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk (Haram, 2019a). Dette betyr at den gir metoder for å vurdere samsvar med et absolutt kriterium. I kapittel 4.3 i standarden, kan miljø velges som et mål for analysen (Standard Norge, 2019).

5.4 Relevante ordninger for miljøsertifisering og merking

5.4.1 Svanen

Svanemerket er det offisielle miljømerket i Norge og de andre nordiske landene. Svane-merket er et verktøy som skal hjelpe brukere å ta bedre valg, i tillegg til at ordningen også stiller miljøkrav til produsenter og bistår innkjøpere i å stille ambisiøse og konkrete miljøkrav i anskaffelser (Svanemerket, 2022). Miljømerket reduserer miljøbelastningen fra produksjon til forbruk, gjennom vurdering av hele livssyklusen til et produkt. For å kunne få svanemerket må den aktuelle varen eller tjenesten oppfylle produktspesifikke miljøkrav.

Brannsikkerhet eller brann blir ikke nevnt eller inngår ikke som en del av dette miljømerket.

5.4.2 Miljøfyrtårn

Miljøfyrtårn er en nasjonal miljøsertifisering som ble opprettet i 2003 av sentrale organisasjoner i næringsliv og offentlig forvaltning (Miljøfyrtårn, 2022a). Ordningen er driftet av Stiftelsen Miljøfyrtårn. Miljøfyrtårn er et anerkjent verktøy for sertifisering og miljøledelse, hvor målet er å bistå virksomheter med en grønn omstilling. Virksomheter får konkrete verktøy gjennom et digitalt system slik at de kan jobbe målrettet mot å forbedre sine miljøpresentasjoner innen områdene avfallshåndtering, arbeidsmiljø, energibruk, innkjøp og transport. Dette skal videre gi virksomhetene gode forutsetninger for å bidra til å oppnå flere av bærekraftsmålene til FN.

Brannsikkerhet og brann blir ikke nevnt eller gitt som noe kriterium i denne sertifiseringsordningen. Det er imidlertid mulig å finne bransjekriterier for rådgivere generelt. Dette er kriterier som brannrådgiver kan jobbe videre med, men dette går mer på det organisatoriske, og det er ingenting som peker på at brannsikkerheten i seg selv kan være et kriterium. Figur 12 viser de bransjespesifikke kriteriene som rådgivere må oppfylle for å oppnå sertifiseringen Miljøfyrtårn.

Kategori	ID	Beskrivelse
Systemkriterier	1997	Miljøledelsessystemet skal omfatte rutiner for bruk av miljøprogram og miljøoppfølgingsplan i oppdrag.
Systemkriterier	1993	Virksomheten skal definere egen miljøpolicy med langsiktige miljømål, og kortsiktige delmål i oppdrag.
Systemkriterier	1994	Alle oppdrag skal ha en miljøansvarlig.
Systemkriterier	1995	Miljøledelsessystemet skal omfatte rollebeskrivelse for miljøansvarlig i oppdrag.
Systemkriterier	1996	Virksomheten skal ha rutiner for kompetansestyring og utvikling der ivaretagelse av ytre miljø inngår i alle relevante fag.

Figur 12: Bransjekriterier for rådgivere fra Miljøfyrtårn (Miljøfyrtårn, 2022a).

5.4.3 BREEAM og BREEAM-NOR

BREEAM (The Building Research Environmental Assessment Method) er verdens eldste og Europas ledene miljøsertifiseringsverktøy for bygninger, og det forvaltes og utvikles av BRE Global (Grønn Byggallianse, 2019) (Byggtjeneste, 2022). BREEAM er med på å gjøre eiere, prosjekterende og brukere bevisste på fordelene ved å se bærekraft i et livsløpsperspektiv. Ved bruk av verktøyet oppnås det poeng innen de ulike kategoriene helse og inne-miljø, energi- og vannbruk, transport, forurensing, arealbruk og økologi, avfall, materialer, ledelsesprosesser og innovasjon. For hver miljøkategori blir det gitt poeng i samsvar med angitte kriterier, og dette i kombinasjon med å oppfylle utvalgte minimumskrav gir en klassifisering. Bygg sertifiseres i BREEAM etter en skala med 5 forskjellige klassifiseringer: «Pass», «Good», «Very Good», «Excellent» og «Outstanding». BREEAM-NOR er en norsk tilpasning av BREEAM, utviklet av Grønn Byggallianse i tett samarbeid med bygg- og eiendomsnæringen i Norge. BREEAM-NOR er byggenæringen i Norge sin eneste metode for sertifisering av bærekraftige bygg. Figur 13 viser hvilken prosentpoeng som skal til for å oppnå de ulike klassifiseringene. Figur 14 gir et eksempel på en beregning av en klassifisering, og viser i tillegg hvor mange poeng som er mulig å få i hver kategori, samt i hvilken prosentgrad de vektlegges (BRE Global Ltd, 2021).

BREEAM Rating	% score
OUTSTANDING	≥ 85
EXCELLENT	≥ 70
VERY GOOD	≥ 55
GOOD	≥ 45
PASS	≥ 30
UNCLASSIFIED	< 30

Figur 13: Prosentpoeng som kreves for de ulike klassifiseringene i BREEAM (BRE Global Ltd, 2021).

BREEAM section	Credits achieved	Credits available	Credits achieved, %	Section weighting (fully fitted)	Section score
Management	10	20	50.00%	0.12	6.00%
Health and wellbeing	17	21	80.95%	0.14	11.33%
Hazards	1	1	100.00%	0.01	1.00%
Energy	16	32	50.00%	0.19	9.50%
Transport	5	11	45.45%	0.08	3.63%
Water	5	9	55.56%	0.06	3.33%
Materials	10	14	71.43%	0.125	8.92%
Waste	3	13	23.07%	0.075	1.73%
Land use and ecology	5	5	100.00%	0.10	10.00%
Pollution	9	12	75.00%	0.10	7.44%
Innovation	2	10	20.00%	0.10	2.00%
Final BREEAM score					64.88%
BREEAM rating					VERY GOOD

Figur 14: Eksempelutregning for en klassifisering i BREEAM (BRE Global Ltd, 2021).

Flere manualer har blitt gjennomgått for å undersøke om brannsikkerheten blir ivaretatt som et kriterium. Både internasjonale og norske standarder i BREEAM-systemet har blitt gjennomgått for å undersøke om innholdet samsvarer.

Nybygg

I den nyeste versjonen av BREEAM sin internasjonale tekniske manual for nybygg var det lite som tydet på at brannsikkerhetstiltak ville gitt poeng (BRE Global Ltd, 2021). Brannsikkerhet blir ikke nevnt som et kriterium under noen av kategoriene som er nevnt i manualen. Punkt 06 (Wst 06) under avfall-kategorien handler om funksjonell tilpasningsevne, og det står skrevet at målet med dette punktet er å oppmuntre tiltak som imøtekommer fremtidige bruksendringer av bygningen i løpet av dens levetid. Videre, som et vurderingskriterium, skal prosjekteringsteamet lage en tilpasningstrategi med et konsept som inkluderer anbefalinger og tiltak for fremtidig tilpasning. Tabell 51 i manualen gir eksempler til områder som kan rammes av slike tiltak, og «fire» er nevnt her. Dette punktet gir imidlertid kun ett poeng, og ref. figur 14 ville dette gitt en section score på 0,05%.

Innovasjon er en egen kategori i denne manualen, og et av målene til BREEAM er å støtte innovasjon innenfor byggebransjen (BRE Global Ltd, 2021). Denne kategorien gir derfor poeng for tiltak som gir bærekraftrelaterte fordeler som ikke allerede anerkjennes av en standard i BREEAM-systemet, og det kan totalt hentes inn 10 poeng i denne kategorien. Ref. figur 14 ville 10 innovasjonspoeng gitt en section score på 10%.

Punkt 01 under materialer (Mat01) i den tekniske manualen åpner opp for at bruk av robuste og hensiktsmessige verktøy for livssyklusvurderinger (LCA) vil kunne gi poeng i denne kategorien. Det samme er tilfelle der det velges bærekraftige materialer med lav miljøpåvirkning. I denne kategorien kan det hentes inn mellom 1-5 poeng. Dersom maksimalt 5 poeng i denne kategorien oppnås, ville en ref. figur 14 fått en section score på 4,5%.

I innledningen til manualen står det at rapporten tilhører eiendommen til BRE-Global Limited, som er en del av BRE-global (BRE Global Ltd, 2021). BRE-Global Limited er et uavhengig tredjeparts godkjenningsorgan som kan gi sertifisering av brann-, sikkerhets- og bærekraftsprodukter til et internasjonalt marked (BRE Global Ltd, 2021). Et av målene til denne komiteen er å beskytte mennesker, materielle verdier og planeten gjennom blant annet testing og sertifisering innen områdene brann, elektronikk, sikkerhet og bærekraft (BRE Global Ltd, 2022b). BRE-global Limited er ansvarlig for flere verdensledene merkesystemer. BREEAM sammen med Loss Prevention Certification Board (LPCB) for produktgodkjenning og brann- og sikkerhetstjenester, er to av disse (Sweden Green Building Council, 2017). BRE Global sin liste over sertifiserte produkter og tjenester inkluderer de to anerkjente kildene, RedBook og GreenBook (BRE Global Ltd, 2022b). Redbook er LPCB sin liste over godkjente brann- og sikkerhetsprodukter (LPCB, 2022), mens GreenBook er en online database designet for å hjelpe brukere med å identifisere produkter og tjenester med reduserte miljøpåvirkninger (BRE Global Ltd, 2022a).

BREEAM-NOR sin tekniske manual for nybygg nevner det samme som den internasjonale manualen, bare strukturert på en litt annen måte (Grønn Byggallianse, 2019). Poeng

tilknyttet funksjonell tilpasningevne kan finnes under Mat 07 - Endringsdyktighet og ombrukbarhet, og poeng tilknyttet materialvalg og LCA finnes under Mat 01. Informasjon om innovasjonspoeng kan leses i flere kapitler (Grønn Byggallianse, 2022a).

Eksisterende bygg

BREEAM In-Use International er et internasjonalt sertifiseringssystem og verktøy til bruk for eiere og forvaltere som ønsker å redusere energiforbruk, driftskostnader og miljøbelastninger i eksisterende bygninger (Grønn Byggallianse, 2022d). Idag blir BREEAM In-Use benyttet i mer enn 30 land, men systemet er ikke nasjonalt tilpasset. Det er laget to tekniske manualer for BREEAM In-Use, en for boligbygg og en for næringsbygg. I manualene er det angitt kriterier som eksisterende bygg kan vurderes opp mot for å oppnå et BREEAM In-Use-sertifikat (Grønn Byggallianse, 2020b) (Grønn Byggallianse, 2020a).

I den tekniske manualen tilknyttet næringsbygg ble BRE-global Limited identifisert, og det som fremkommer av de tidligere avsnittene angående denne organisasjonen ble også gjengitt her (Grønn Byggallianse, 2020b). I del 1 under robusthet er det et kapittel med overskrift «Alarmsystemer». Her står det blant annet at installasjon av brannalarmsystemer gir ett poeng i sertifiseringsordningen. I samme del under ressurser er «Tilstandsvurdering» et eget kapittel, og gjennomføring av dette vil kunne gi opp mot 7 poeng. Brannvern blir videre nevnt som et vurderingskriterium i tilstandsvurderingen. I del 2 under robusthet i den tekniske manualen er «Brannrisikostyring» gitt som et eget kapittel. Fra dette kapittelet fremgår det at gjennomføring av en risikoanalyse på eksisterende næringsbyggverk kan totalt gi 4 poeng i sertifiseringsordningen. Formålet med vurderingen er å uttrykke det nåværende risikobilde og beskrive aktuelle tiltak i en handlingsplan. Manualen peker på at en slik vurdering retter fokus mot forebyggende tiltak, og ikke bare beskyttende tiltak.

Forholdene identifisert i den tekniske manualen for næringsbygg som er nevnt i kapittelet over er også identifisert i den tekniske manualen for boligbygg (Grønn Byggallianse, 2020a).

5.4.4 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) er en internasjonal anerkjent sertifiseringsordning for grønne bygninger, etablert av U.S Green Building Council (Idun, 2022). Prosjektets miljøpåvirkning blir vurdert i ulike kategorier, disse er vannbruk, arealbruk, energiforbruk og utslipp, materialer og ressursbruk, samt inneklime og nyskapende planlegging. Vurderingene resulterer i en av de fire klassifiseringene: «Certified», «Silver», «Gold» eller «Platinum». LEED skal være tilpasset alle typer bygg og kan brukes både i prosjekteringsfasen og driftsfasen (Fagerhult, 2022). Totalt 110 poeng er tilgjengelige, og under er det listet opp hvor mange poeng som kreves for hver klassifisering.

-
- Certified: 40-49 poeng.
 - Silver: 50-59 poeng.
 - Gold: 60-79 poeng.
 - Platinum: 80 + poeng.

I likhet med BREEAM er det mulig å oppnå innovasjonspoeng i LEED, med formål å motivere prosjektaktører til å velge innovative løsninger (U.S Green Building Council, 2021). Det kan oppnås inntil 5 innovasjonspoeng, og for å oppnå alle disse må prosjektet tilfredsstille flere krav. Brannsikkerhet inngår ikke i kravene. For å oppnå 1 poeng i innovasjonskategorien må det redegjøres for en strategi som ivaretar miljøet, og som ikke allerede er en del av LEED-systemet. Videre har også LEED en del om fleksibilitet som går på å spare ressurser knyttet til bygging, samt prosjektere for fremtidig tilpasning og eventuelle bruksendringer (U.S Green Building Council, 2021). For å oppnå poeng i denne kategorien gir LEED spesifikke kriterier som må være oppfylt, og det er ingen av disse som er relevante i en brannsikkerhetssammenheng.

LEED består også av kapitler som går på å redusere farlig stoffer i produkter, samt gjennomføring av livssyklusanalyser (U.S Green Building Council, 2021). I arbeid med å forhindre bruk av farlig eller skadelig materialer kan det oppnås inntil 2 poeng i sertifiseringsordningen. Det kan oppnås inntil 11 poeng ved å tilrettelegge for gjenbruk og bevaring i eksisterende bygninger. Ved å gjøre livssyklusvurderinger kan et prosjekt oppnå opp mot 4 poeng, avhengig av hvor store utslipp en klarer å minimere.

I veiledningen til LEED er det identifisert egne kapitler for blant annet energi, inneklima, akustikk og dagslys, men ingen ting på brannsikkerhet (U.S Green Building Council, 2021).

5.4.5 DGNB

DGNB (The German Sustainable Building Council) er sammen med BREEAM og LEED en av de mest kjente sertifiseringsordningene for bærekraftige bygninger (Geze, 2022). DGNB har tysk opprinnelse og ordningen bygger på en livssyklustilnærming som tar hensyn til alle de tre dimensjonene til bærekraftig utvikling. De ulike vurderingskategoriene er økologi, økonomi, sosiale og funksjonelle aspekter, teknologi, prosesser og steder (DGNB, 2022c). I tillegg er også opptil 40 bærekraftskriterier inkludert i vurderingen. Sertifiseringsordningen er designet for alle typer eksisterende bygninger og nybygg, og de ulike klassifiseringene er «Platinum», «Gold», «Silver» eller «Bronze». DGNB-systemet vurderer ikke individuelle tiltak, men den generelle ytelsen til et bygg basert på en rekke kriterier (DGNB, 2022b). Videre vil et bygg motta en sertifisering basert på hvordan og i hvilken grad disse kriteriene er oppfylt.

I miljøkategorien er livssyklusanalyse et kriterium, tilsvarende som for BREEAM og LEED. Videre angir økonomi-kategorien fleksibilitet og tilpasningevne som tiltak som kan

gi poeng. Under teknologi-kategorien er det imidlertid identifisert et viktig funn. Her er det et helt eget kriterium som går på brannsikkerhet (DGNB, 2022b). I beskrivelse av formålet med dette kriteriet er følgende skrevet: «Brann setter ikke bare liv og sikkerhet for mennesker og dyr i fare, men det gir også store skader på bygningen, i tillegg til å avgi uønskede stoffer og dermed skade miljøet. Dette er grunnen til at temaet <brannsikkerhet> utgjør en integrert del av DGNBs sertifiseringsprosedyrer.» Kriteriet består av ulike indikatorer: Først og fremst må brannsikkerheten samsvare med de krav som stilles i gjeldende forskrift. Utover dette vil ekstra brannsikringstiltak, i selve bygningskroppen eller i form av tekniske installasjoner, gi poeng i sertifiseringsordningen. Vedlegg E gir en sjekklister som viser de ulike tiltakene som kan implementeres, samt deres tilhørende poengsum.

For at en ny bygning skal bli sertifisert i DGNB-systemet, må det, uavhengig av hvor mange poeng det scorer i de ulike kategoriene, tilfredsstillende bestemte minimumskrav. Dette er krav knyttet til inn klima, universell utforming, *brannsikkerhet* og lovkrav (DGNB, 2022a).

6 Bærekraftig brannprosjektering

Det eksisterer ingen klar definisjon idag på hva bærekraftig brannprosjektering er, og det kan dermed være utfordrende å forholde seg til. Kapittel 6.1 undersøker hvilke miljøutslipp en brann kan gi. Kapittel 6.2 studerer hvilke tiltak og verktøy som konkret kan bli benyttet i prosjekteringen. Tilsammen skal dette kapittelet gi brannrådgiver innsyn og kunnskap i hva bærekraftig brannprosjektering kan innebære, og hvordan det kan gjennomføres i praksis. Kapittelet bidrar til å nå delmål 3, og bidrar med dette også til den overordnede problemstillingen.

6.1 Miljøutslipp fra en brann

6.1.1 CO₂ utslipp fra selve brannen

Den mest direkte og synlige konsekvensen for miljøet som følge av brann er røyk og gassproduksjon. En brann kan potensielt produsere store mengder karbondioksid og andre giftige branngasser, og vil i seg selv derfor ikke være bærekraftig (Olsson og Göras, 2018). Varmeangivelseshastigheten, på engelsk kjent som heat release rate (HRR), er en av de viktigste egenskapene når brannfaren skal vurderes, og parameteren sier noe om størrelsen på brannen (Steen-Hansen, 2020a). Det finnes ulike metoder for å vurdere varmeavgivelseshastigheten, men dersom forbrenningsvarmen ΔH_c for materialet er kjent, kan varmeavgivelsen, \dot{q}_{H_c} , beregnes etter formel 1 (Biteau mfl., 2008):

$$\dot{q}_{H_c} = \Delta H_c \dot{m}_X \quad (1)$$

\dot{m}_x representerer forbrenningshastigheten til det aktuelle brenselet eller stoffet som betraktes. For å beregne hvor stor mengde av et stoff brannen slipper ut kan formel 2 benyttes (Hurley mfl., 2016):

$$m_X = \Psi_X \dot{m}_X * t \quad (2)$$

Her representerer Ψ_X en yield-faktor for det aktuelle stoffet som vurderes, og t representerer varigheten av brannen. Yield-faktoren benyttes for å kvantifisere mengden brannprodukter i et rom som brenner. Symbolet er Ψ_X og er definert som massen av produsert produkt per masse brent materiale (g/g) (Hurley mfl., 2016):

$$\Psi_X = \frac{m_i}{m_f} \quad (3)$$

Med de overnevnte formlene skal det være mulig å beregne ca. hvor mye CO₂ en brann slipper ut. RISE har laget en oversikt over typiske brannstørrelser for forskjellige varmeavgivelser (Storesund mfl., 2020), se figur 15.



Figur 15: Typiske brannstørrelser for ulike varmeavgivelser (Storesund mfl., 2020).

I dette tilfelle er det valgt å ta utgangspunkt i en relativt stor brann, hvor alt inventaret bidrar til brannen, og flammer ut av vinduene kan forekomme. \dot{q}_{H_c} settes dermed til å være 10 MW med bakgrunn i figur 15. Tabell 4 i SN-INSTA/TS 950 gir yield-verdier for sotproduksjon (Ψ_X) og forbrenningsvarme (ΔH_c) for tre og polyuretan (plast) (Standard Norge, 2014). Tabellen gir ΔH_c lik 19 for tre og ΔH_c lik 23 for polyuretan. For denne beregningen kan det være rimelig å anta at en forenklet brann består av noe tre og noe plast, slik at en middelværdi $\Delta H_c = 21$ kJ/g kan brukes videre. Standarden gir imidlertid ingen verdier for yield-faktorer for CO₂. For å finne dette benyttes tabell 6 i Enclosure Fire Dynamics (Karlsson og Quintiere, 1999). Denne tabellen gir verdier for godt ventilerte, dvs. relativt store branner, og med en antatt størrelse på 10 MW vil verdiene være godt egnet for beregningen. Tabellen viser Ψ_{CO_2} på 1.33 g/g for tre og Ψ_{CO_2} på 1.5 g/g for polyuretan. Det velges tilsvarende som for forbrenningsvarmen å bruke et gjennomsnitt av verdiene, som gir $\Psi_{CO_2} = 1.4$ g/g. Videre gjøres det en antagelse om at en brann varer i 2 timer.

Formel (1) kan nå skrives som:

$$\dot{m}_X = \frac{\dot{q}_{H_c}}{\Delta H_c} \quad (4)$$

Med innsatte verdier får man da en forbrenningshastighet tilsvarende:

$$mCO_2 = \frac{10MW}{21kJ/g} = 0,48kg/s \quad (5)$$

Hvor mye CO₂ som blir produsert kan nå beregnes med formel (2):

$$\dot{m}CO_2 = 1,4g/g * 0,48kg/s * 2 * 60 * 60s = 4838kg = \mathbf{4,8 \text{ tonn}} \quad (6)$$

I 2020 ble det registrert 2966 bygningsbranner i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2021), og dersom en antar litt forenklet at hver av disse medførte et utslipp på 4,8 tonn CO₂, vil det totale utslippet av CO₂ på grunn av brann være **ca. 14 tusen tonn** i året. Det understrekes at beregningen er forenklet, og at det er gjøres en del antagelser som i praksis vil være varierende. Det gjøres en antagelse om at en brann varer i 2 timer, og at størrelsen er på 10 MW. I praksis kan en brann vare både lenger og kortere, og være større eller mindre. ASKO-brannen nevnt i kapittel 5.2.1 er eksempelvis en brann som ville gitt mye større utslipp enn det som er beregnet i dette kapittelet.

6.1.2 CO₂ utslipp fra gjenoppbygging og andre utslipp

En bygning som brenner må ofte på et senere tidspunkt repareres, og skadede deler må deponeres. Det trengs nye byggeprodukter og disse må fraktes og installeres (Olsson og Göras, 2018). I noen tilfeller må bygningen også bygges helt på nytt.

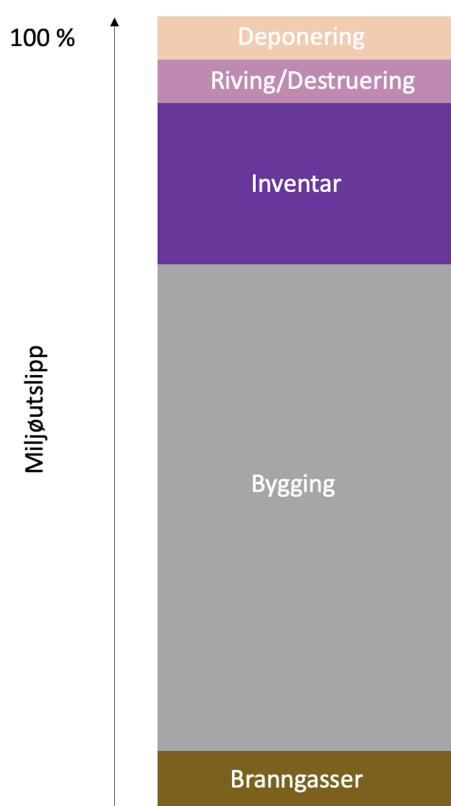
For å illustrere at utslippene fra gjenoppbygging gir et viktig utslippsbidrag er det gjort noen forenklete beregninger. Grønn Byggallianse har regnet ut at norsk bygg- og anleggsektor totalt bidrar til 14,7 millioner tonn CO₂ hvert år (Grønn Byggallianse, 2022c), og 70 prosent, dvs. ca 10 millioner tonn CO₂ kommer fra nybygg (Granås, 2021). I perioden 2018-2021 ble det bygd 119 339 nye bygninger (Grønn Byggallianse, 2022b). Dersom en forenklet antar at nybygg hvert år står for 10 millioner tonn CO₂, vil en totalt få et utslipp på 40 millioner i perioden 2018-2021 for slik bebyggelse. Hvis en nå deler denne summen på antall bygninger bygget i perioden, vil man få et CO₂ utslipp på 335 tonn for hvert enkelt nybygg.

Det ble som nevnt i kapittel 6.1.1 registrert 2966 bygningsbranner i 2020, og det er urealistisk å anta at alle bygninger hadde behov for å bygges opp fra grunnen igjen. For å få et veldig forenklet anslag er det valgt å hente ut data fra Finans Norge, som gir total erstatningssum på ca 5,5 milliarder kr grunnet brann i 2021 (Finans Norge, 2020a) (Finans Norge, 2020b), se vedlegg F for beregning av dette tallet. Det antas at dette inkluderer kostnader tilknyttet gjenoppbygging og utskifting av inventar. En prisstatistikk viser at nye bygninger vil gi en kvadratmeterpris på ca. 33 000 kr (Byggstart, 2022), og med en antagelse på at huset er 100 kvadratmeter gir dette en kostnad på 3,3 millioner kr. Byg-

ninger varierer selvfølgelig i størrelse, fra små eneboliger til store kontorbygg, men det er her brukt en gjennomsnittlig og forenklet verdi. Deler man den totale erstatningssummen med dette tallet, ender man opp med 1636 bygninger. Dersom en antar veldig forenklet at dette er antall bygninger som må bygges opp etter brann og hvert slikt nybygg gir et utslipp på 335 tonn CO₂, vil utslippet i sum komme på ca. **548 tusen tonn CO₂** i året.

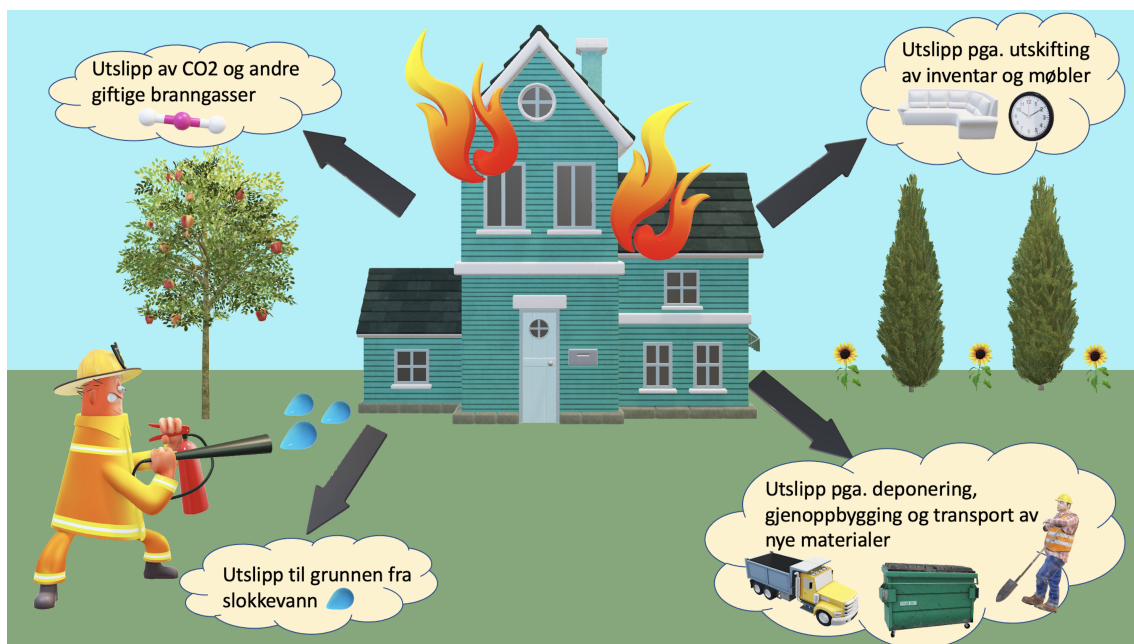
For å sette dette i perspektiv kan det nevnes at ett tonn CO₂ tilsvarer for eksempel rundt tre kvadratmeter mindre sjøis i Arktis på sommeren (Helle, 2022). Slik ville brann i løpet av et år i Norge (basert på utslippene beregnet i 6.1.1 og 6.1.2) bidratt til 1,7 millioner kvadratmeter smeltet sjøis i dette området om sommeren.

Et webinar fra det svenske Brandforsk har også diskutert de globale miljøpåvirkningene til en brann (Brandforsk, 2021). Figur 16 er rekonstruert fra dette webinarret, og viser tydelig at de største utslippene fra en brann kommer ved gjenoppbygging.



Figur 16: Global miljøpåvirkning fra en brann (Brandforsk, 2021).

Utslipp til grunnen er ikke tatt med i beregningene over, men må også betraktes i dette regnskapet, da sløkkevann kan utgjøre en stor forurensningskilde (Haram, 2019b). I tillegg kommer utslipp pga. deponering og transport av byggevarer, som vil gi en ytterligere miljøbelastning (Olsson og Göras, 2018). Figur 17 illustrerer de ulike miljøutslippene som kan forekomme ved en eventuell brann, og er et supplement til figur 16.



Figur 17: De sammensatte miljøutslippene fra en brann.

6.1.3 Er brannprosjektering bærekraftig i seg selv?

Hovedmålene til brannsikkerheten er å beskytte mennesker og dyr, eiendom, miljø og kulturelle verdier, i tillegg til å vurdere og minimalisere brannrisikoen (NFSN, 2020). Fra selve definisjonen til en bærekraftig utvikling, se kapittel 3.1, kan det se ut som om brannsikkerhet og bærekraft har sammenfallende mål (Brzezińska og Bryant, 2021). De tre dimensjonene til bærekraftig utvikling kan også underbygge dette: Miljø og klima - en brann gir en miljøbelastning, sosiale forhold - mennesker kan bli skadet, og i verste fall omkomme, og økonomi - håndtering og gjenoppbygging av brannen kan være svært kostbart. I kapittel 3.1 ble bærekraftsmålene 8, 9, 11, 12 og 17 spesifikt plukket ut som relevante for byggebransjen. I utvidelsen til mål 11 (11.5 og 11.b) står det at håndtering av katastrofer er viktig (FN-sambandet, 2021). Det er ikke funnet en direkte link til de andre bærekraftsmålene, men sertifiseringsordningen, DGNB, trekker frem bærekraftsmål 3 og 5 som viktige i forbindelse med brannsikkerhet (Geze, 2022).

Flere identifiserte artikler peker på at tiltak som gjør bygget mer robust mot brann i seg selv regnes som «grønne» tiltak og vil bidra til å danne mer bærekraftige bygninger (Mohamed, 2016) (Li mfl., 2013) (Bjegovic mfl., 2016). Flere artikler nevner imidlertid at brann og bærekraft kan være avhengig av hverandre, og at valg av brannsikringstiltak kan skape implikasjoner for bærekraften og vice versa (Roberts mfl., 2016) (Roberts mfl., 2014). De påpeker at disiplinene bør vurderes sammen, på en helhetlig måte.

6.2 Hva kan bærekraftig brannprosjektering innebære?

6.2.1 Helhetlig tilnærming

Byggereglene i Norge har generelt et høyt fokus på personsikkerhet som fremgår av kapittel 5.2.1. Dette vil medføre at bygninger som i utgangspunktet tilfredsstiller forskriftskravene likevel kan utgjøre en fare for brann på eiendom, og dermed påføre miljøet skade (Olsson og Göras, 2018). Som nevnt i kapittel 6.1.2 har en brann et sammensatt utslippsbilde, og tilsvarende vil også brannprosjekteringen og utformingen av bygget også kunne påvirke miljøet på forskjellige vis. Det er derfor viktig å ta hensyn til hele livssyklusen når brannsikkerheten prosjekteres (Vecchiarelli, 2012). Figur 17 viste utslippene som må tas hensyn til ved en brann, mens figur 18 går enda et steg lenger og ser på de totale innvirkningene brann og brannprosjekteringen har på miljøet. Figuren er rekonstruert fra «Hållbart brandskydd».



Figur 18: Ulike faktorer som har en miljøvirkning i forbindelse med brann og brannprosjektering (Olsson og Göras, 2018).

I boken «Hållbart brandskydd» studeres klimapåvirkningen fra en fiktiv brann i en skole, hvor ekstra brannsikringstiltak er implementert. Caset tar hensyn til alle utslipp, fra oppføring av bygget med den ekstra brannsikringen, til utslippene ved en potensiell brann. Beregningene viser at de ekstra tiltakene ville ført til en CO₂-reduksjon på 55 % i en 50

årsperiode (Olsson og Göras, 2018). Til sammenligning reduseres CO₂-utslippet med 25 % fra å gå fra en bensinbil til en el-bil, tatt hele bilens levetid i betrakning (Mathisen, 2021).

I eksempelet ovenfor er det valgt å betrakte en skole, og det er gjort fordi i Sverige viser brannstatistikken at skoler ofte hadde en hyppig brannfrekvens i perioden som ble betraktet (Olsson og Göras, 2018). Det er altså gjort en analyse av hvilke bygg som oftest brenner og konsekvensene dette har, for å så implementere ekstra brannsikringstiltak som i sum viser seg å være CO₂-besparende dersom det faktisk skulle begynne å brenne.

6.2.2 Velge langsiktige og bærekraftige løsninger

I prosjekteringen utarbeides det en brannsikkerhetsstrategi. En brannsikkerhetsstrategi gir en overordnet plan for hvordan brannsikkerhetsmålene skal oppnås. En slik strategi gis ofte i form av en rapport som dokumenterer at brannkravene i TEK17 er tilfredsstillt (SINTEF, 2021a). I følge Byggforskserien 321.025, kan valg av brannsikkerhetsstrategi være tilknyttet bærekraftsstyrt prosjektering. En slik tilnærming innebærer at brannrådgiver dokumenterer et brannkonsept med et nivå for brannsikkerheten som er tilstrekkelig til at det kan velges alternative løsninger der det er hensiktsmessig. Byggforskbladet peker videre på at det bør velges helhetlige og bærekraftige løsninger for å unngå fremtidige kostnader i forbindelse med drift og vedlikehold (SINTEF, 2021a). Mange bygninger gjennomgår også ombygninger og brukesendringer i sin levetid, hvilket ofte utløser nye brannkrav. Ved å implementere fleksible brannforebyggende løsninger helt fra start, unngås utskiftelse og innføring av nye tiltak, og dermed også miljøbelastningene slike tiltak ville medført (Olsson og Göras, 2018). De påfølgende avsnittene nevner noen slike fleksible løsninger, som etter det overnevnte kan ses på som «bærekraftige».

Sprinklersystemer

Et sprinklersystem er et rørsystem som oftest er koblet til det offentlige vannverket ved hjelp av en sprinklerventil. Over 100 års erfaring fra hele verden viser at hele 97% av alle branner enten sløkkes eller kontrolleres hvor et slikt system er installert (Brannvernforeningen, 2022). Automatiske sprinklersystemer er den vanligste typen sløkkesystem, og en ser en stor implementeringsgrad av det i praksis (Olsson og Göras, 2018).

Dimensjonering av et sprinklersystem er tilpasset hver enkelt virksomhet. Dersom virksomheten blir endret, kan dette medføre endret krav til sprinklersystemet (Olsson og Göras, 2018). En slik endring kan innebære utskifting av enkeltdeler, og i verste fall hele systemet. Det kan derfor være lurt å tenke gjennom hvilke ulike virksomheter som bygningen potensielt kan være aktuell for, og tilrettelegge sprinklersystemet for dette så langt som økonomisk mulig (Olsson og Göras, 2018). En vel gjennomtenkt plassering av sprinklerhodet kan også forhindre at ombygninger og ny veggplassering blir nødvendig i fremtiden (Olsson og Göras, 2018).

Et annet viktig perspektiv ved sprinklersystemet er at det i seg selv kan betegnes som et «bærekraftig tiltak» (Roberts mfl., 2016) (Meacham og McNamee, 2020) (Meacham, Poole mfl., 2012). Det er gjennomført flere studier som underbygger dette. I en teknisk rapport fra 2009 er det konkludert med at CO₂-utslippet for et bygg som brenner med blant annet sprinkler som et forebyggende tiltak, er betydelig mindre sammenlignet med et bygg uten slike forebyggende tiltak (Gritzso mfl., 2009). En annen studie gjennomførte storskala branntester i en møblert boligstue med og uten sprinkler, for å sammenligne miljøpåvirkningene tilknyttet vært case. Den totale miljøpåvirkningen ble vurdert ut fra flere parametre, og det viste seg at caset med sprinklersystem ga de laveste miljøpåvirkningene (Robbins, 2012). Det er også identifisert en studie som peker på at et effektivt sprinklersystem vil redusere miljøpåvirkningen relatert til vannavrenning ved brann betraktelig sammenlignet ved kun brannvesenets innsats alene (Robbins, 2012). Det kan også nevnes at for skoleeksempelet nevnt i 6.2.1, er sprinkleranlegg et av de forebyggende tiltakene som ble implementert.

Branncelleinndeling

I et bygg skal områder med ulik risiko for liv og helse, eller ulik risiko for at brann oppstår, som nevnt i kapittel 5.2.1 deles inn i brannceller (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017). Branncelleinndelingen rammer vegger, gjennomføringer, bjelkelag og ventilasjonssystemet. En eventuell bruksendring vil kunne føre til nye krav til brannceller, slik at ombygninger fort kan bli kostbare - både økonomisk og miljømessig (Olsson og Göras, 2018). I bygninger hvor hyppige bruksendringer kan tenkes å bli tilfelle, bør det derfor utformes fleksible løsninger for å redusere behovet for endret branncelleinndeling. Sprinklersystemer som nevnt ovenfor er eksempelvis en slik løsning. Brannsikkerheten til ventilasjonsanlegget kan prosjekteres på mange ulike måter, og noen systemer kan prosjekteres med stor fleksibilitet for å imøtekomme endring av brannceller i fremtiden. Andre ventilasjonsanlegg derimot er mer komplekse, og endring av branncellen som anlegget befinner seg i, kan fort bli kostbart. Det anbefales at prosjekterende på brann og ventilasjon tidlig kommer i dialog med byggherre for å bli enige om ønsket målsetting for fleksibilitet, slik at de kan ha dette med som en betraktning i prosjekteringen (Olsson og Göras, 2018).

Utforming av rømningsveier

TEK17 gir som nevnt i kapittel 5.2.1 ulike krav til ulike virksomheter som må oppfylles. Dette gjelder også for utforming av rømningsvei. For kontor- og lagerbygninger kan det maksimalt være 50 m til nærmeste utgang, og for et forsamlingslokale kan denne avstanden maksimalt være 30 m (DiBK, 2017). Dersom en virksomhet for eksempel skulle gå fra å være enten et kontor eller lager, til å bli et forsamlingslokale, ville dette medført endret krav til avstand til utgang som igjen potensielt kunne resultere i store ombygninger og utslipp. I tillegg gir TEK17 også krav til bredden på rømningsveien, hvor personantall er dimensjonerende. En endring av personantall som følge av endret virksomhet kan dermed tilsvarende som for eksempelet over føre til endret krav og store ombygninger. For å unngå å havne i slike situasjoner kan det være lønnsomt at brannrådgiver tenker godt igjennom hvordan lokalene potensielt kan anvendes i fremtiden, og så langt det er økonomisk og

praktisk mulig, tilrettelegger for dette i prosjekteringen (Olsson og Göras, 2018).

Ombygninger

I byområder er det ikke uvanlig at det bygges på en nytt plan på et eksisterende bygg (Olsson og Göras, 2018). Flere etasjer innebærer endret brannkrav, hvilket kan innebære store ombygninger. Dette er tilsvarende som for det nevnt ovenfor noe som bør tenkes igjennom slik at det kan tilrettelegges for fleksible tiltak i fremtiden dersom ønskelig. Det kan for eksempel være lurt å tenke på viktige brytningspunkter for fremtidige scenarier, det vil si der hvor et ekstra plan potensielt kan føre til store endringer (Olsson og Göras, 2018). Der hvor ombygninger stiller høyere krav til brann sikkerheten kan et annet tiltak være å forsterke eksisterende bygningsdel istedenfor å bygge nytt (Olsson og Göras, 2018). Dette bør imidlertid gjøres med forsiktighet da eksisterende bygninger potensielt kan inneholde flere brannutfordringer, og tiltak ofte må ses i sammenheng (Meacham og McNamee, 2020).

6.2.3 Materialbruk

Brann sikkerheten kan utformes på mange forskjellige måter for å tilfredsstille kravene som stilles i TEK17. Ved å studere ulike utforminger og vurdere klimapåvirkningen og innhold av farlig materiell for de ulike løsningene, danner man som brannrådgiver et grunnlag som kan brukes for å velge det mest bærekraftige alternativet (Olsson og Göras, 2018). Brannrådgivere bestemmer i utgangspunktet ikke hvilke materialer som skal velges, og regelverket er som nevnt i kapittel 5.2.1 materialnøytralt. Likevel vil kunnskap om materialer være en viktig faktor for å etablere mer bærekraftige bygg (Olsson og Göras, 2018).

Miljøfarlige stoffer i materialer og produkter

Til tross for at kapittel 11 i TEK17 er materialnøytralt, står det i §9-2 at det skal velges produkter uten, eller med lavt innhold av enten helse- eller miljøskadelige stoffer (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017). I veiledningen til denne punktet henviser TEK17 blant annet til prioritetslisten (fra miljødirektoratet) og kandidatlisten til REACH (fra EU) (DiBK, 2017). Den norske prioritetslisten angir miljøgifter og andre stoffer som utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø (Miljøstatus, 2021b). Listen ble første gang presentert i 1997 og oppdateres jevnlig, sist gang 1.januar 2020 (Miljøstatus, 2021b). Kandidatlisten til REACH angir stoffer som er svært helseskadelige eller miljøskadelige, og i likhet med prioriteringslisten oppdateres denne også jevnlig (Miljø Direktoratet, 2022).

Bromerte- og fosfororganiske flammehemmere er å finne på prioriteringslisten. Bromerte flammehemmere er en fellesbetegnelse på omkring 75 organiske stoffer med innhold av brom, og de brukes for å gjøre produkter mindre brannfarlige (Norsk Gjenvinning, 2017). Bromerte flammehemmere kan imidlertid gi alvorlige konsekvenser for både mennesker og miljø. Bromerte flammehemmere kan slippes ut under produksjon, bruksfase, eller gjenvinning av et produkt, og i Norge er elektriske og elektroniske produkter en av de viktigste kildene til bromerte flammehemmere (Miljøstatus, 2021a). Isolasjonsmaterialer og tekstiler

er andre kilder som kan inneholde slike stoffer. Flere land har innført forbud mot produksjon og bruk av noen av disse flammehemmerne, og den internasjonale trenden i dag er at utslippene går ned. I 2013 var forbruket av bromerte flammehemmere 280 tonn i Norge, og miljødirektoratet antar at forbruket har vært ganske stabilt de siste årene. Selv om det ikke finnes nyere tall, regner en derfor med at forbruket ikke har endret seg vesentlig siden 2013 (Miljøstatus, 2021a).

Fosfororganiske flammehemmere brytes sakte ned i miljøet og har blitt funnet i norsk natur (Miljøstatus, 2021c). TCEP og TCPP er blant de stoffene som gir de største bidragene, og TCEP kan skade forplantningsevnen. Fosfororganiske flammehemmere er mye brukt som flammehemmere og mykgjørere i plast, tekstiler og skipsmaling. De brukes også som skumdempende midler og som tilsetning til smøremidler, gulvpoleringsmidler, hydrauliske oljer og lim.

I noen sertifiseringsordninger og verktøy er innholdet av helse- og miljøskadelige stoffer forhåndsvurdert, slik at stoffer som inngår her verken finnes på prioriteringslisten eller kandidatlisten (DiBK, 2017). Dersom rådgiveren anbefaler å bruke materialer og produkter med en av disse sertifiseringsordningene vil en dermed unngå å bygge med produkter som inneholder miljø- og helseskadelige stoffer. De sertifiseringene som omtales er listet opp nedenfor.

- Svanemerket/EU-blomsten.
- ECOproduct (database med ferdig vurderte produkter).
- Sintef Teknisk Godkjenning.

Prioriteringslisten og kandidatlisten henger sammen med Produktkontrolloven nevnt i §3-a i TEK17. Denne loven stiller krav til at det skal gjennomføres en substitusjonsvurdering dersom en virksomhet benytter seg av produkter som medfører helseskade eller miljøforstyrrelse (Produktkontrolloven – prodctrl, 1977). En substitusjonsvurdering følger i prinsippet fire steg (Miljø Direktoratet, 2021). Det første steget er informasjonsinnhenting av det aktuelle produktet. Informasjonen kan blant annet finnes fra sikkerhetsdatablad, ved bruk av EPDer eller direkte fra leverandør (DiBK, 2017). I forbindelse med informasjonsinnhenting må sannsynligheten for menneskelig- og miljømessig påvirkning vurderes for å finne ut om det er behov for risikoreduserende tiltak. Det andre steget er å sjekke om det finnes alternativer, noe som kan innebære å prøve flere løsninger for å finne de beste. I det tredje steget så skal de ulike alternativene vurderes og sammenlignes, før det til slutt velges det beste alternativet. Det fjerde og siste steget handler om videreformidling av informasjonen og valgene man har gjort til kunde og leverandører.

I følge bestemmelsene og kravene som fremgår av §9-2 er dermed prosjekterende ansvarlig for at det ikke prosjekteres med materialer og løsninger som inneholder slike farlige stoffer som omtalt ovenfor. Rådgivere må dermed gjøre seg kjent med hvilke produktgrupper som

kan inneholde de mest skadelige stoffene og vurdere alternative materialer og løsninger der hvor det er nødvendig (DiBK, 2018b).

Sammenstilling av noen branntekniske produkter

Grønn Materialguide, som nevnt tidligere i kapittel 4.4, gir en god sammenstilling av produkter og materialer. Dette gjelder kun for noen utvalgte kategorier: bygningsplater, gulvbelegg, isolasjon, konstruksjonsmaterialer, takteking og utvendige dekker (Hagen mfl., 2021). Branntekniske hensyn inngår ikke i denne oversikten. Det er imidlertid en del branntekniske produkter som potensielt kan inneholde miljø- eller helseskadelige stoffer. De påfølgende avsnittene gir en kort introduksjon til disse, og er noe brannrådgiver med fordel kan ha kunnskap om.

Dører

Branndører monteres i brannskillende vegger og består normalt av tre, aluminium eller stål (Olsson og Göras, 2018). Branndører laget av aluminium regnes å være tilfredsstillende fra et miljøperspektiv. Miljø- og helseskadelige stoffer kan forekomme ved produksjon, men sjeldent i det ferdige produktet. Det samme er tilfelle for dører av tre og stål. Dørpumper skal stenge brannskillende dører ved en potensiell brann. Disse kan inneholde nikkel og mangan, som er miljøfarlige stoffer. Inneholdet varierer fra produkt til produkt, og er noe brannrådgiver kan gjøre kunde bevisst på.

Produkter for å påvirke rømnings- og redningstider

Nødbelysning og veiledende elektriske skilt bestående av armaturer med LED eller høyfrekvens kan inneholde kreftfremkallendestoffer som vinylklorid og epiklorhydrin (Olsson og Göras, 2018). Noen slike systemer kan i tillegg inneholde miljø- og helseskadelige stoffer som nikkel, bly og kobolt. Etterlysende skilt som ikke inneholder elektronikkomponenter, vil ikke inneholde slike stoffer, og vil være et bedre alternativ. Røykdetektorer inneholder elektronikk- og plastkomponenter som kan inneholde flere miljø- og helseskadelige stoffer. I optiske og ioniserende røykdetektorer finnes det ofte metaller som nikkel og bly, hvilket kan gi skader på organer og vannavhengige organismer. Det er viktig å være bevisst hvilke stoffer de ulike røykdetektorene inneholder, slik at det beste alternativet kan velges.

Slokking

Metallbeholderen til håndslukkere inneholder ofte messinglegeringer av bly og mangan som klassifiseres som miljøfarlig (Olsson og Göras, 2018). Inneholdet av slike stoffer varierer imidlertid i produktgruppen, og det finnes et stort utvalg av håndslukkere som markedsføres som miljøvennlige.

Skumslukkemidler består av de tre komponentene vann, luft og skumkonsentrat. Miljøpåvirkningen fra skumslukkere vil variere, ettersom innholdet av tilsetningstoffer varierer (Olsson og Göras, 2018). Slike systemer vil imidlertid generelt ha en negativt effekt på mennesker og miljøet. Noen skumslukkere brytes ned biologisk, mens andre inneholder stoffer som brytes sakte ned og lagres i naturen. Fluorkamikalier er eksempler på slike

stoffer. Pulverslokkemidler består vanligvis av en blanding av ulike typer salter, og er ikke miljøfarlige. Slokkemiddelet er også i fast form, slik at produktet ikke vil spre seg til luft og vann utenfor bygget. Kullsyreslokkemidler er et annet alternativ som kan benyttes, og kullsyre inneholder ingen direkte miljø- eller helseskadelige stoffer. Slokkemiddelet består imidlertid av CO₂, som er en drivgass, og ved høye konsentrasjoner kan slokkemiddelet også være giftig for mennesker (Olsson og Göras, 2018).

Ventilasjonsløsninger

Brannspjeld anvendes i ventilasjonssystemet for å hindre brann og røykspredning. Miljøegenskapene til slike produkter varierer veldig. Enkelte brannspjeld kan inneholde store mengder med kreftfremkallende stoffer som butadien og akrylnitril (Olsson og Göras, 2018). Røykluker er et annet system som benyttes for å ventilere ut branngasser. Miljøegenskapene til slike systemer vil også variere. Noen røykluker inneholder hormonstøtende stoffer som diisodecyl phthalate (DIDP), og bør unngås (Olsson og Göras, 2018). En sammenligning mellom ulike ventilasjonsløsninger bør gjennomføres, slik at det mest miljøvennlige produktet velges. Mengde materialbruk som benyttes er også noe å ha i bakhodet i denne vurderingen.

Vinduer

Brannklassifiserte vinduer monteres i brannskillende bygningsdeler, og miljøpåvirkningen til slike vinduer vil være varierende (Olsson og Göras, 2018). Generelt gir slike vinduer lave miljøpåkjenninger, men det avhenger av tilsatt mengde boroxid. Dette er et farlig stoff som ofte tilsettes i produksjonsprosessen.

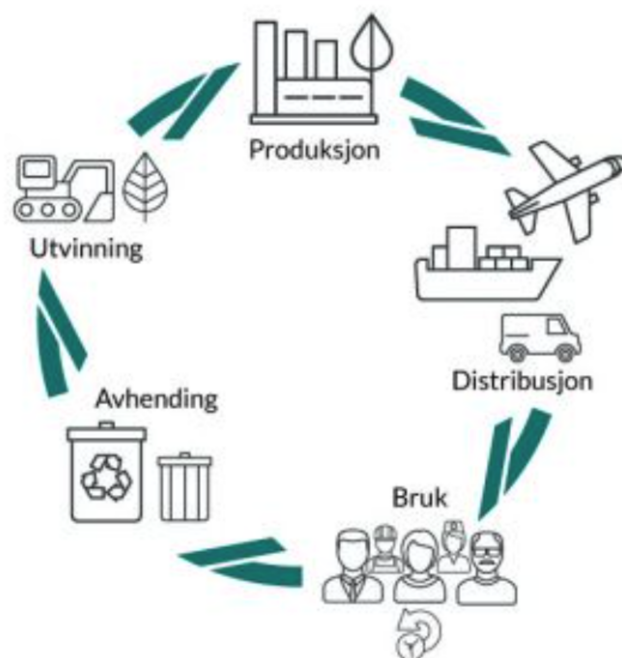
Brannmaling

Brannmaling anvendes for å beskytte konstruksjonsdeler av stål og tre, og gjør de mer robuste mot brann. Miljøpåvirkningen fra slike produkter er imidlertid svært varierende, hvor skalaen går fra produkter som kan anbefales til produkter som sterkt frarådes (Olsson og Göras, 2018). utfordringen er at flere leverandører hemmeliggjør innholdet i produktet, slik at det er umulig for kunde å vite hvilke farlige stoffer som inngår. Eksempler på miljø- og helseskadelige stoffer i brannmaling er ulike typer konserveringsmidler som formaldehyd og biocider (giftig og kreftfremkallende), flyktige organiske stoffer som xylene, etylbensen og metanol (bidrar til dannelsen av ozon), samt klorparafiner (giftig) (Olsson og Göras, 2018). I rapporten «Environmental impact of fire» ble det forsøkt å sammenstille kunnskap om brannmaling (Martin mfl., 2015). Rapporten påpeker at det mangler en oversikt over miljøpåvirkningene fra slike produkter. Etersom det ikke eksisterer solid kunnskap om brannmaling, bør valg av leverandør og produkt gjøres med forsiktighet, og kunde bør informeres om usikkerhetsmomentene.

6.2.4 Bruk av livssløpsvurderinger i prosjekteringen

LCA

Livsløpsvurdering (LCA - Life Cycle Assessment) vurderer potensielle miljøpåvirkninger gjennom en bygnings eller et produkts livsløp, helt fra råvareutvinning via produksjon og frem til bygget eller produktet avhendes (SINTEF, 2015), se figur 19. I dette «vugge-til-grav» perspektivet er det vanlig å ta utgangspunkt i dagens tekniske løsninger og praksis. Det er imidlertid også mulig og se på hvordan endrede forutsetninger i fremtiden kan påvirke analysen. En livsløpsvurdering omtales som en egnet metode når ønsket mål er å redusere miljøpåvirkningene fra et byggeprosjekt, og i mange byggeprosjekter stilles det krav til bruk av slike vurderinger. Metoden gir nyttig sammenlikningsgrunnlag som kan benyttes for å velge ulike designalternativer på bygningsnivå, konstruksjonsnivå eller ved valg av ulike materialer.



Figur 19: Illustrasjon av livsløpet til et produkt eller en bygning som danner grunnlag for livsløpsvurderingen (LCA, 2022).

LCA og brann

Analysen i livsløpsvurderingen beskriver prosessen gitt normale omstendigheter, og tar derfor ikke hensyn til ulykker og andre avvik fra en slik normalsituasjon. En brann vil som nevnt i kapittel 6.1.1 gi miljøutslipp, og verken dette eller fordeler med ulike brannsikringstiltak blir tatt i betraktning i tradisjonelle LCA (P. Andersson mfl., 2007). Boken «Multifunctional Barriers for Flexible Structure» peker på at brann bør betraktes i en livsløpsvurdering der hvor dette anses som en viktig parameter.

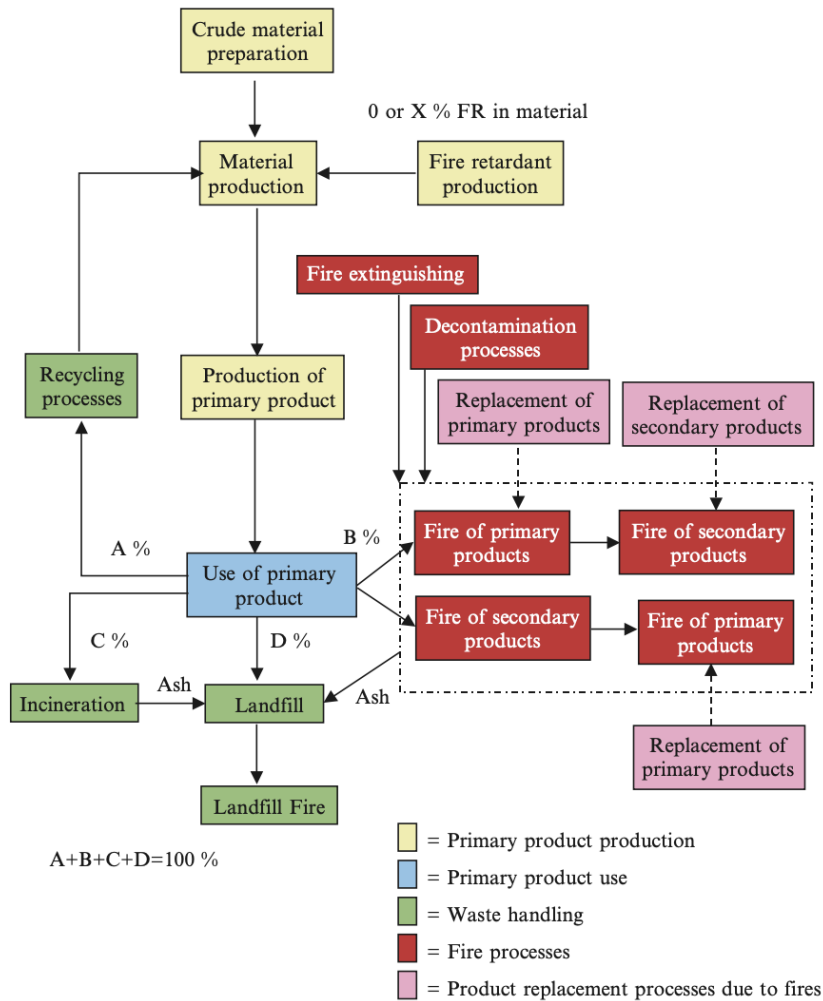
Gjennomføring av LCA faller normalt utenfor brannrådgiver sitt ansvarsområde. Det er identifisert noen metoder for gjennomføring av livsløpsanalyser hvor brannperspektivet inngår, men det ser ikke ut til at det noe utstrakt bruk av disse (P. Andersson mfl., 2007) (Olsson og Göras, 2018). På en konferanse om brann og bærekraft uttalte imidlertid daglig leder for EPD-Norge seg om at han trodde alle bedrifter i nær fremtid vil bli bedt om om å dokumentere sitt miljøavtrykk gjennom livsløpsvurderinger (Hauan, 2022). LCA-vurderinger vil også kunne gi poeng i ulike miljøklassifiseringsverktøy, (Bøe, 2014), og slik fungere som en driver for å inkludere dette i prosjekteringen. Daglig leder for EPD-Norge omtalte også kompetansen til å gjennomføre slike analyser som et sterkt konkurransefortrinn, da flere og flere aktører vil ønske å ta del i denne utviklingen (Hauan, 2022).

I boken «Hållbart brandskydd» er det gitt to modeller som tar hensyn til brann i LCA-vurderingen, utdypt med eksempler (Olsson og Göras, 2018). Den ene metoden benyttes der hvor brannsikkerhetstiltakene gir lik risiko for fysisk skade på bygget ved en potensiell brann. Metoden går ut på å velge ut de komponentene som utgjør de branntekniske barrierene for å så regne ut klimautslippene disse gir. Dette er en forenklet metode hvor det kun fokuseres på brannsikringselementene, og det utføres ikke en fullstendig LCA for hele bygningen. I «Hållbart brandskydd» er det gjort beregningseksempler med metoden for to typer bygninger; et kontorbygg og et boligbygg.

Den andre metoden er mer omfattende og benyttes der hvor brannsikkerhetstiltak medfører ulik risiko for skade på bygningen ved en potensiell brann - for eksempel der hvor ekstra brannsikringstiltak er implementert (Olsson og Göras, 2018). Denne metoden tar hensyn til det samme som den førstnevnte metoden, men betrakter i tillegg brannens klimautslipp, utslipp fra rehabilitering av bygget, og utslipp forbundet med utskiftning av inventar. Metoden tar også hensyn til hvor hyppig brannen forekommer (brannfrekvens). «Hållbart brandskydd» gir beregningseksempler med denne metoden for tre ulike caser; et skolebygg med ekstra brannsikringstiltak, installasjon av komfyrvakt i bolig og ekstra håndsløkkere i leiligheter.

Kapittel 11 i «Multifunctional Barriers for Flexible Structure» beskriver også en metode for hvordan brann kan bli implementert i en LCA. Figur 20 er hentet fra dette kapitlet, og viser en skjematisk fremstilling av en LCA som ivaretar brannperspektivet. Denne figuren gir 5 ulike kategorier, illustrert i 5 ulike fargekoder. De røde boksene viser brannmodulene. Boksen «fire of primary products» beskriver brann i et primært produkt, som sprer seg til omkringliggende produkter (definert som sekundært produkt). Slike branner er definert som primære branner. Boksen «fire of secondary products» beskriver brann i et sekundært produkt, som sprer seg til et primært produkt. Slike branner kalles sekundære branner. De rosa boksene som ligger rundt de røde boksene beskriver tilleggsproduksjon av produkter som erstatter primær- og sekundærproduktene ved brann. I modellen er avfall fra brannaktiviteten gitt i bokser for riving, dekontaminering, deponi, forbrenning og gjenvinning. Brannsløkkingsaktiviteter er også inkludert i modellen. Modellen repre-

senterer en omfattende oversikt over prosesser involvert ved en brann, og i praksis er det noen ganger umulig å inkludere alle aktivitetene. For grundigere forklaring og veiledning til metoden og figuren, henvises det til kapittel 11 i boken (P. Andersson mfl., 2007).



Figur 20: Skjematisk fremvisning av LCA modell som inkluderer brannaspektet (P. Andersson mfl., 2007).

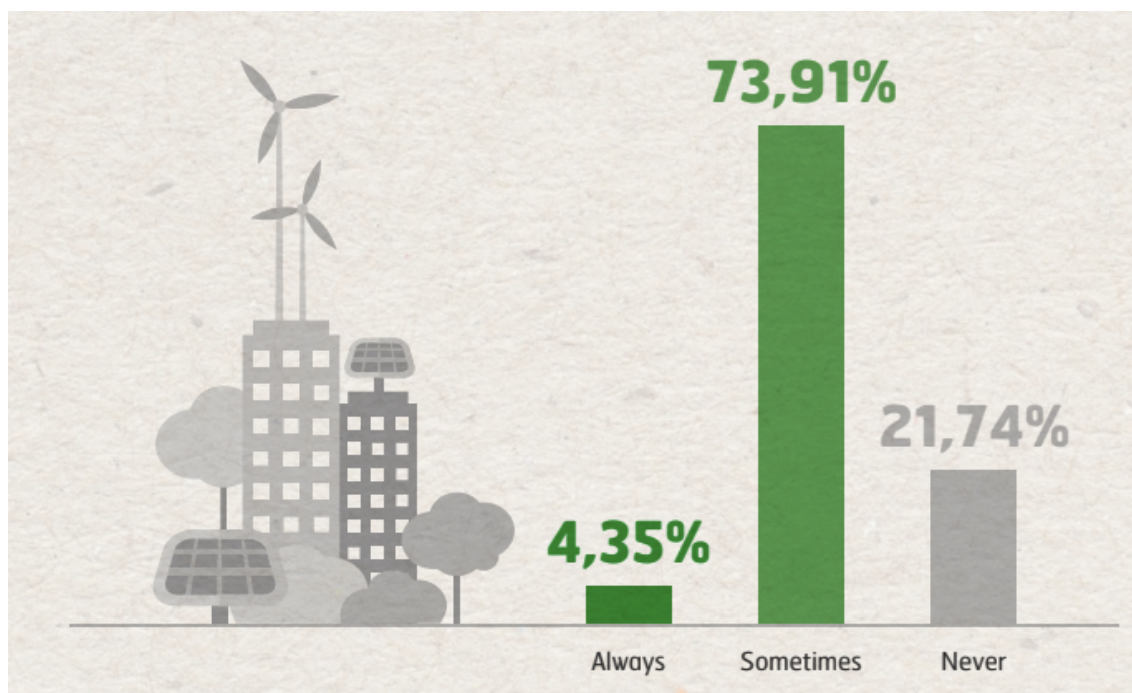
6.2.5 BIM og sensorer

BIM er et annet verktøy som kan benyttes i prosjekteringen, og er forkortelse for building information modeling. BIM gir en digital 3D-modell av bygget, og verktøyet gir informasjon om et bygg gjennom hele dets livssyklus (Linge, 2021). Det er et kraftig verktøy for å utnytte digitaliserte funksjoner i ulike bygninger, og verktøyet bidrar til å forbedre kommunikasjonen og informasjonen gjennom ulike deler av byggeprosessen (Meacham og McNamee, 2020) (Tang mfl., 2019) (Dryjański mfl., 2020). Flere artikler trekker frem digitalisering av bygg som grunnleggende for den grønne utviklingen (Huang, 2016) (Zheng og Chen, 2018) (Cavalera mfl., 2019). BIM-modeller kan hjelpe aktører å ta «grønnere valg» gjennom hele prosjekterings- og byggefasen for eksempel gjennom materialvalg, systemvalg og gjennom vurdering av ønsket karbonavtrykk fra bygget (Meacham og McNa-

mee, 2020). Parametere tilknyttet brannsikkerhet er mangefull i BIM-modellene (Meacham og McNamee, 2020). En litteraturstudie peker imidlertid på at bruken av BIM i forbindelse med brannprosjekteringen har et stort potensiale, og vil kunne bidra til å oppnå en mer helhetlig tilnærming. Studien peker videre på at teknologien har et betydelig potensial i forbindelse med renovering/transformasjon av tradisjonelle bygg (Meacham og McNamee, 2020).

6.2.6 Samarbeid i teamet

God kommunikasjon mellom eier, rådgivere, entreprenører, brukere og brannvesenet vektlegges som svært viktig for å oppnå brannsikre bygninger (SINTEF, 2021a). Kommunikasjon trekkes også frem som en driver for å oppnå bærekraftige bygg. En rapport fra Multiconsult viser viktigheten av dette, da de har funnet ut at dialog med kunden vil kunne resultere i mer bærekraftige prosjekter (Lindmark og Røe, 2019), se figur 21. I tillegg til kommunikasjon, nevner flere artikler at tett og tverrfaglig samarbeid er viktige faktorer for å oppnå brannsikre og bærekraftige bygg (Landgren mfl., 2019) (Rahardjo og Prihanton, 2020). En litteraturstudie peker på at brannrådgiver ofte blir involvert for sent i prosjekteringsfasen. Den sier videre at involvering av brannrådgiver i de tidlige stadiet av prosjektet vil kunne bidra til å redusere utfordringer tilknyttet brannsikkerheten, i tillegg til å tilrettelegge for mer bærekraftige valg (Meacham og McNamee, 2020).



Figur 21: Illustrasjon som viser hvor ofte dialog med kunde fører til bærekraftige bygg (Lindmark og Røe, 2019).

6.2.7 Ombruk

Ombruk av byggematerialer er et viktig tiltak for å redusere ressursbruken i byggenæringen, og det er et ønske og et mål å gjøre byggebransjen mest mulig sirkulær (Kilvær mfl., 2019). For å kunne tilrettelegge for, og utvikle ombruk på industrinivå, er det imidlertid fortsatt en del uavklarte spørsmål (Kilvær mfl., 2019). Som brannrådgiver er det flere ulike forhold som vedkommende bør ha kunnskap om, for å kunne bidra til en mer sirkulær byggebransje. Kjennskap til gjeldende regelverk, samt muligheter og utfordringer er viktig i denne sammenhengen.

Regelverk, muligheter og utfordringer tilknyttet ombruk

Regelverket som omhandler ombruk kan oppleves som komplekst. For å kunne anvende ombrukte byggeprodukter i nye bygg, må man dokumentere at de oppfyller dagens krav. Disse kravene er hovedsaklig beskrevet i to ulike regelverk: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) og Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK). DOK inneholder en del informasjon fra byggevareforordningen (Kilvær mfl., 2019).

Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) og Byggevareforordningen

Denne forskriften inneholder regler for dokumentasjon og omsetning av produkter til byggverk, og beskriver som nevnt en del av byggevareforordningen (Kilvær mfl., 2019). Byggevareforordninger gir regler for dokumentasjon, omsetning og tilsyn av produkter med CE-merking, i tillegg til å legge til rette for omsetning av byggevarer i hele EØS/EU (Kilvær mfl., 2019). I følge Byggevareforordningen finnes det to ulike veier til å CE-merke byggevarer. Den ene måten skjer ved at det finnes en harmonisert produktstandard for byggevaren (Kilvær mfl., 2019). Byggevaren skal da CE-merkes. Dersom det ikke finnes en harmonisert produktstandard, kan det gjennomgås en frivillig prosess for å oppnå CE-merke. Dette blir da gjort basert på en ETA (European Technical Assessment) (Kilvær mfl., 2019). For byggevarer som ikke er omfattet av en harmonisert standard, eller der det ikke er gjennomført en ETA, stiller DOK andre regler og krav. Byggevaren skal da tilfredsstillende grunnleggende krav som stilles til blant annet brannsikkerhet (DiBK, 2022b). Byggevareforordningen (og DOK) slik den er utformet idag, omtaler ikke ombruk av byggevarer da den tilsynelatende var utarbeidet med formål å regulere nye produkter (Kilvær mfl., 2019).

Dokumentasjon i forbindelse med salget/omsetningen av den brukte byggevaren blir ofte trukket frem som utfordrende (DiBK, 2021b). Et høringsnotatet fra DiBK har kommet med et tiltak om å fjerne dokumentasjonskravene i DOK som retter seg mot omsetningsleddet. Formålet med endringen er å tilrettelegge for mer ombruk, i tillegg til å gi et mer forutsigbart og tydelig regelverk (DiBK, 2021a). Status på DiBK sine hjemmesider per nå, er at høringsnotatet er til behandling. En artikkel publisert på bygg.no hevder imidlertid at Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) endres 1. juli, slik at det ikke lenger stilles krav til produktdokumentasjon på brukte byggevarer uten CE-merking ved omsetning (Strand, 2022).

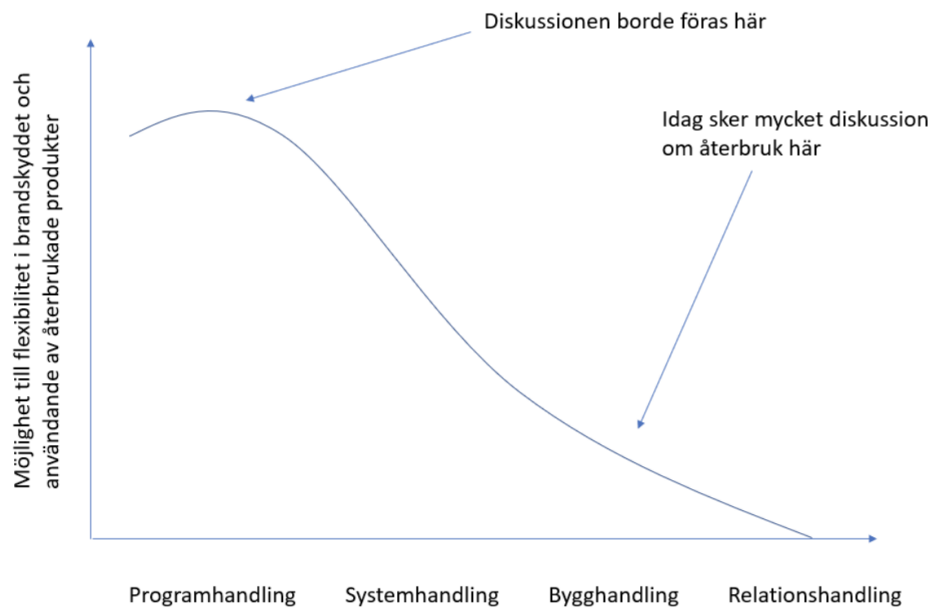
Regelverket setter begrensninger når det benyttes ombrukte materialer inn i nye bygg. Imidlertid vil ikke regelverket være til hinder for ombruk av for eksempel bærekonstruksjoner i rehabiliteringsprosjekter, og regelverket tillater også for ombruk av materialer der de benyttes i det samme bygget som materialene opprinnelig kom fra (DiBK, 2018a).

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17)

At en byggevare kan omsettes i henhold til DOK/Byggevareforordningen vil ikke nødvendigvis bety at produktet kan benyttes i et bygg. Omsetning og bruk reguleres i to forskjellige forskrifter, og krav som stilles til bruk er gitt i TEK17. I forbindelse med ombruk er §2-1 og §2-3 sentrale for hva som gjelder dokumentasjon generelt, og §3-1 angir dokumentasjonskrav til produkter og deres egenskaper (Kilvær mfl., 2019) (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017). §9-5 (2) sier at det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning (Kilvær mfl., 2019) (Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017).

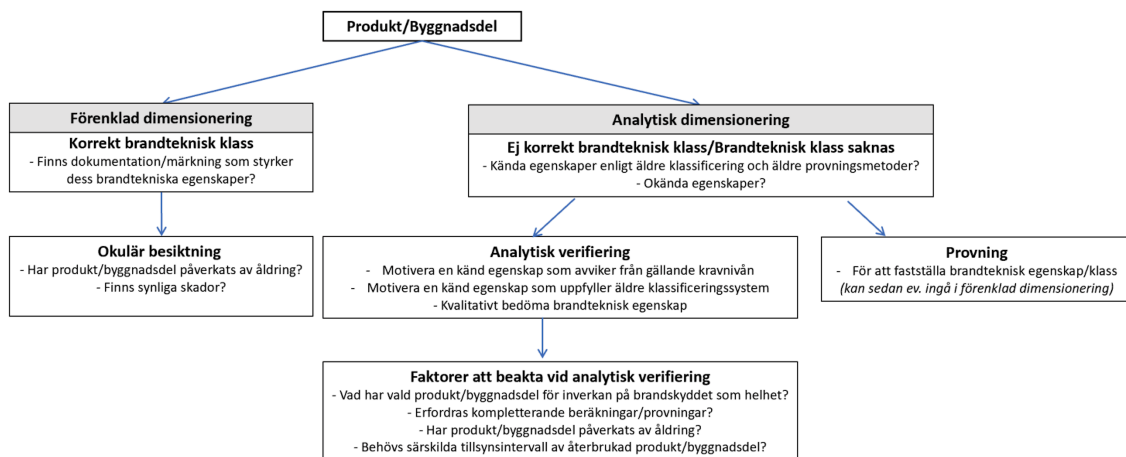
For ombrukte materialer vil det være en utfordring knyttet til dokumentasjon i forbindelse med om varen faktisk kan brukes i et nybygg. Et reelt hinder kan dermed være at ombrukte materialer ikke klare å tilfredsstille de tekniske kravene til bygget (Kilvær mfl., 2019). At byggevarens egenskaper reduseres over tid vil også være et usikkerhetsmoment. Det vil imidlertid finnes byggevarer som ikke blitt pålagt strengere krav og som samtidig har beholdt sine egenskaper (Kilvær mfl., 2019).

Der regelverket i dag innfører strengere branntekniske krav som ikke harmoniserer med eldre forskrifter, vil mulighetsrommet for ombruk reduseres (McNamee mfl., 2021). Det at flere produsenter gjerne tester sine egne konstruksjoner og sammensatte bygningsdeler kan også være et hinder for ombruk. For vinduer er det eksempelvis viktig at hele konstruksjonen testes sammen. Dermed kan det være vanskelig å kombinere gamle resirkulerte vindusrammer med nytt brannklassifisert glass, og samtidig tilfredsstille kravene i forskriften. Et annet hinder for ombruk er at det blir diskutert for sent i prosjektet. Brannrådgiver kommer ofte inn i detaljprosjekteringen, i forbindelse med utforming av byggedokumenter. På dette stadiet er allerede hovedstrukturene for bygningen etablert, og det er ofte vanskelig å endre på. Muligheter for å tilpasse brannprosjekteringen til å kompensere for en egenskap til et resirkulerte produkt vil da være svært begrenset. Dersom problemstillingen behandles på en tidligere tidspunkt, for eksempel i programmeringsfasen, finnes det helt andre muligheter for bruk av resirkulerte byggevarer (McNamee mfl., 2021). I arbeid med eksisterende byggverk er det også viktig å tidlig diskutere gjenbruk, før eventuelle rivningsarbeider blir igangsatt. Figur 22 gir en skisse som viser når mulighetene for å tilrettelegge for ombruk er størst i et prosjekt.



Figur 22: Skisse som viser muligheten for å tilrettelegge for ombruk i sammenheng med branntekniske problemstillinger i løpet av et prosjekt (McNamee mfl., 2021).

I forbindelse med brannprosjektering kan valg av en analytisk prosjekteringsmodell fremme mer ombruk. Da kan det gjøres en helhetlig vurdering av bygget som muliggjør bruk av materialer med nedsatte branntekniske egenskaper, gitt at det er implementert kompensere tiltak (for eksempel brannalarmanlegg) (McNamee mfl., 2021). Litteraturstudien gjennomført ved Lund universitet, som det refereres til i store deler av disse avsnittene, har laget en overordnet tilnærming til hvordan brannrådgiver kan forholde seg til ombruk i prosjekteringen. Denne metoden er vist i figur 23.



Figur 23: Tilnærming til brannprosjektering med ombrukte materialer (McNamee mfl., 2021).

Regelverket åpner som nevnt for ombruk av byggevarer dersom de benyttes i det samme eksisterende bygget. Brannrådgiver er mye involvert i eksisterende bygninger, og det er spesielt her de har gode påvirkningsmuligheter (McNamee mfl., 2021). For eksisterende bygninger kan imidlertid forskrift om tekniske krav til byggverk videre skape utfordringer, da hvilket regelverk som skal benyttes avhenger av når bygningen ble bygget, samt hvilke tiltak som skal gjennomføres. I forbindelse med dette kan en mulighet være å stille spørsmål til kravnivået til bygget (McNamee mfl., 2021). Å kunne veie dette i en analyse, samt kunne forsvare at den branntekniske utforming likevel er god nok, kan være en mulighet i enkelte tilfeller. Eventuelt kan det vurderes å søke om avvik (McNamee mfl., 2021). For tilstandsanalyser i eksisterende bygninger, er det visse risikoforhold som brannrådgiver med fordel bør ha kunnskap om. Disse er listet opp nedenfor, og er hentet fra «Hållbart brandskydd» (Olsson og Göras, 2018).

- Eldre fuger/tettemasser kan inneholde PCB.
- Eldre isoleringsskiver og el-produkter kan inneholde bromerte flammehemmere.
- Eldre gasshåndslukkere kan inneholde haloner.
- Eldre batterier kan inneholde kadium og kvikksølv.
- Eldre isolasjon i ventilasjonskanaler kan inneholde asbest.

For å lykkes med ombruk i større skala kreves både kompetanse, engasjement og en ambisjon for dette i byggeprosjektene (McNamee mfl., 2021). Det krever også at alle aktører er forberedt på å bidra til en delvis endring. Ut fra dagens regelverk er det som nevnt ikke lett å prosjektere brannsikkert med ombrukte byggevarer, dels, fordi eldre byggevarer ikke tilfredsstillende dagens krav, men også fordi det er usikkerhet rundt hvordan enkelte deler av regelverket skal tolkes. Det er manglende praksis på feltet, og problemet vurderes ofte individuelt fra prosjekt til prosjekt. Et veiledningsdokument om ombruk, som tar hensyn til brannsikkerheten, kunne forenklet disse vurderingene betraktelig (McNamee mfl., 2021).

7 Intervju

Dette kapittelet presenterer funnene fra intervjuene. Som nevnt i kapittel 2.4.2 har det blitt intervjuet 11 brannrådgivere fra 11 forskjellige bedrifter, og i de følgende kapitlene er intervjuobjektene anonymisert med koder, RÅD 1 - RÅD 11, der de omtales eller siteres. Det ble også sendt ut en spørreundersøkelse med fem spørsmål til flere brannrådgivere, hvor 25 har svart. Disse spørsmålene sammenfaller med de viktigste spørsmålene fra intervjuguiden, og vil bli presentert sammen med svarene fra de 11 respondentene. Der rådgiverne fra den digitale undersøkelsen siteres eller omtales, brukes RÅD U som anonymiseringsbegrep. De påfølgende kapitlene er delt inn i 4 kategorier, men følger i stor grad strukturen til intervjuguiden og spørsmålene som er stilt vil fremkomme i kapitlene. Resultatene vil bli presentert i form av enkeltmeninger og sitater gjort av intervjuobjektene. Der det råder stor enighet blant respondentene vil resultatene bli gitt i form av sammendrag. Dette kapittelet bidrar til å svare på problemstillingen ved å ta for seg delmål 4.

7.1 Bærekraftig brannprosjektering

Hva innebærer bærekraftig brannprosjektering for deg?

RÅD 1 omtaler bærekraftig brannprosjektering som et diffust begrep, med manglende definisjon. Vedkommende peker videre på at dette innebærer at brannrådgivere bør påvirke til å velge mer bærekraftige løsninger, samt benytte ressursene på en bedre måte. RÅD 2 omtaler begrepet som en «svada-sak» som handler om langvarig prosjektering og materialbruk. RÅD 3 mener også at det ikke finnes noe entydig definisjon av begrepet, og påpeker at det handler mye om dokumentasjonsløsninger. RÅD 4 påpeker analyseløsninger som sentralt, mens RÅD 5 nevner at bærekraftig brannprosjektering handler om hvordan man forholder seg til nye teknologiske løsninger. RÅD 6 og RÅD 7 trekker også frem dette som viktig. RÅD 8 trekker frem ressursbruk, energibruk og levetidskostnader i et miljøperspektiv som sentralt for bærekraftig brannprosjektering. Sirkulærøkonomi og materialhåndtering fremstår som det viktigste for RÅD 9 og RÅD 10. RÅD 11 forteller at bærekraftig brannprosjektering ikke innebærer så mye, da vedkommende mener at rådgivere er rimelig låst i de preaksepterte ytelseskravene. Videre legger RÅD 11 til at massivt er et ønske fra mange kunder, og peker på at ved å tillate for denne bruken, samt gjøre gode fraviksdokumentasjoner, vil en kunne bidra til mer bærekraftig prosjektering.

Spørsmålet ble også stilt i den digitale undersøkelsen og svarene samsvarer i stor grad med svarene til de 11 respondentene. Materialbruk, ombruk, langsiktige løsninger, fleksibilitet, nye teknologier og kompleksitet blir trukket frem som assosiasjoner til bærekraftig brannprosjektering. En av rådgiverne i den digitale undersøkelsen kom med et utsagn om hva vedkommende tenkte på som bærekraftig brannprosjektering, og dette er vist på neste side.

«Bærekraftig brannprosjektering innebærer brannteknisk rådgiving som setter krav om reduksjon av CO₂-avtrykk øverst ved valg av branntekniske løsninger, både i planlegging, bygging og drift av byggverket» - RÅD U

Tenker du at brannprosjektering i seg selv er bærekraftig? Isåfall hvordan er det det/hvordan er det ikke det?

RÅD 1 påpeker at brann i seg selv ikke er bærekraftig, men at den største miljøfaktoren kommer ved gjenoppbygging. Videre nevner vedkommende at dette er en tosidig sak da implementering av for mye brannsikringstiltak igjen vil føre til mer ressursbruk og dermed utslipp. Både RÅD 3, RÅD 8, og RÅD 10 deler dette tosidige synet. RÅD 8 påpeker i tillegg at det mangler en god samfunnsmessig oversikt over kostnadene med brannsikring i et miljøperspektiv. RÅD 2 omtaler brann som et problem som kan ramme viktige samfunns-kritiske funksjoner, slik at forhindring av fenomenet kan ses på som bærekraftig. RÅD 4 mener at bygninger som brenner er lite bærekraftig, og RÅD 5, RÅD 6, RÅD 9 og RÅD 11 støtter også denne tankegangen med at brannprosjektering i seg selv er bærekraftig.

Dette spørsmålet ble også stilt i den digitale undersøkelsen og de 25 rådgiverene er noe uenig. 6 av rådgiverne mener brannprosjektering i seg selv ikke er bærekraftig. En av disse begrunner svaret sitt med at det brenner så sjeldent at konsekvensene ved brann ikke står i forhold til bidraget ved å øke brannsikkerheten. En annen av de seks påpeker at brannteknikk ikke er et enkelstående fag, og alene ikke kan sees på som bærekraftig. 9 av rådgiverne mener brannprosjektering i seg selv er bærekraftig og begrunner dette med blant annet mindre utslipp tilknyttet brann og gjenoppbygging. En annen argumentasjon som blir brukt er at brannrådgivere bidrar til et bærekraftig samfunn ved å tilrettelegge for bruk av nye teknologiske løsninger. De resterende 10 brannrådgiverne har et mer todelt syn på spørsmålet, tilsvarende det beskrevet over.

Har deres bedrift fokus på bærekraft når dere prosjekterer? På hvilken måte?

Her er det en del variasjon mellom rådgiverne. De fleste sier at bærekraft i seg selv gjerne er en grunnstamme i deres bedrift, men at brannsikkerheten som regel ikke inngår i denne tilnærmingen. RÅD 3 forteller at de alltid har som mål å spørre hva kundens miljøambisjonsnivå er, og tilpasse seg til dette. RÅD 1, RÅD 4 og RÅD 6 påpeker at de har begynt å arbeide for å prosjektere mer bærekraftig, og de ser på hvor og hvordan de kan påvirke. Et stort fellestrekk for samtlige av bedriftene er imidlertid at bærekraft og brann er et felt som mangler integrering i den daglige arbeidshverdagen.

«Vi har ikke spesielt fokus på bærekraft når vi prosjekterer, da vi vanligvis prosjekter ut fra TEK17. Om det er ønskelig med bærekraftige løsninger, så er det kunden som må etterspørre dette» - RÅD 7

Opplever dere at det er et ønske fra deres kunder å bygge mer bærekraftig?

Her er alle samstemte og svarer ja. Flere av rådgiverne trekker frem at dette ofte skyldes ønske om å få en miljøsertifisering. De trekker frem at dette imidlertid ikke omhandler branntekniske løsninger, da slike løsninger ikke gir poeng i sertifiseringsystemene.

7.2 Bærekraftige tiltak og verktøy

Hvilke tiltak/hva kan bli gjort for å brannprosjektene på en mer bærekraftig måte?

Her har rådgiverne som ble intervjuene, samt de som svarte på spørreundersøkelsen kommet med mange varierende innspill. Flere av rådgiverne virker enig, og funnene er valgt presentert i form av en liste som siterer rådgivernes eksakte utsagn. Det er flere rådgivere som stiller seg bak de ulike utsagnene, men det er kun valgt å referere til den rådgiveren som ordla seg på en mest forståelig og konkret måte. Sitatene er valgt listet opp da de gir en bedre forståelse av synspunktet til respondentene. Tiltakene er fordelt i to underkategorier - generelle og konkrete tiltak.

Generelle tiltak

- «Brannrådgiveren bør være mer villig til å godta fravikssvurderinger for nye materialer og teknologier» - RÅD 1
- «Vi som brannrådgivere bør i større grad gjennomføre risikovurderinger i forbindelse med bærekraftig brannprosjektering, slik at vi kan prioritere tiltak som betyr mye. Vi bør unngå overdimensjonering» - RÅD 1
- «Vi bør kunne tilrettelegge for ombruk og miljøvennlige produkter gjennom materialanbefalinger» - RÅD 3
- «Vi bør i større grad fokusere på byggets verdi og ikke bare på personsikkerhet. Regelverket åpner for dette» - RÅD 4
- «Tidlig involvering av brannrådgiver kan bidra til å tidlig få kartlagt hvilke branntekniske utfordringer som det må tas hensyn til og hvilke utfordringer som må løses mht. bærekraft. Dette kan være gunstig, da mulighetsrommet er størst i tidlig fase av prosjekter» - RÅD U
- «Riktig vei videre er et tverrfaglig felleskap og samspill, det er bare med samarbeid vi kan komme i mål. Vi må ha flere fag inn som vurderer og ser grensesnittene seg i mellom» - RÅD 10
- «Det er viktig å ta aktiv deltagelse i prosjekteringsmøter og komme med forslag der det er aktuelt, initiativ er viktig» - RÅD 6

-
- «Øke kunnskapen og kompetansen til medarbeidere på bærekraft og brann. Ingen trenger være eksperter, men dersom flere kan litt er mye gjort. Kunnskapsdeling via diskusjonsforum og fagseminarer er viktig i dette arbeidet» - RÅD 7
 - «Vi bør sette oss inn i miljøambisjonene til bedriftene» - RÅD 3
 - «Vi må finne løsninger som minimerer risiko for brann som krever store slokkevannsmengder og dermed restskader også på miljø (utslipp)» - RÅD U
 - «Løsningene vi prosjekterer med skal ha et langt og fleksibelt livsløp, slik at det er muligheter for å endre bruken av bygget uten å måtte gjøre mye endringer ifm. brannsikkerheten» - RÅD 3
 - «Rettede tiltak i bygg der det er dokumentert å brenne hyppigere enn i andre byggverk» - RÅD U
 - «De mest bærekraftige tiltakene er de organisatoriske, det er de som hindrer at brannen oppstår/brannen blir slukket tidlig» - RÅD 10
 - «Rådgiveren kan benytte seg av digitale verktøy som kartlegger bygningsdeler i bygget, slik man kan se hvor mye som kan ombrukes. Kan også brukes i forhold til drift, og til å kartlegge CO₂ avtrykket på bygget» - RÅD 6
 - «Brannsikkerhet bør implementeres i LCA-vurderinger» - RÅD 8

Konkrete tiltak

- «Gjøre flere forsøk for å teste produkter, slik at de raskere kan komme inn på markedet og brukes» - RÅD U
- «Brannalarmanlegg er en god løsning for å skape et bra tiltak med få ressurser, slik balansering av brannsikkerheten blir viktig i bærekraftsarbeidet» - RÅD 2
- «Automatisk slokkeanlegg gir et høyt sikkerhetsnivå, og kan åpne for mer fleksibilitet i bygget både mht. nødvendige brannteknisk oppdeling, og lempelser mht. materialbruk etc.» - RÅD U
- «Plassere ladestasjoner i parkeringsstasjoner i nærheten av utgang så det er lettere å få ut» - RÅD 4
- «Ha med miljøkonsekvenser i brannkonseptet, og synliggjøre det som en del av beslutningsgrunnlaget.» - RÅD 3
- «Lage en veileder eller sjekkliste internt i bedriften. Finne ut av hvordan man kan selge inn bærekraft til kunden» - RÅD 4
- «Foreslå mindre betong, mindre isolasjon og mindre cellerom der kunder er opptatt av bærekraft» - RÅD 10

-
- «Vi som rådgivere kan gjøre kost/nytte vurderinger av materialer og løsninger» - RÅD 11
 - «Rådgiveren bør legge føringer slik at minst mulig teknikk må inn som krever drift og vedlikehold» - RÅD U
 - «Det bør prosjekteres med kortreise materialer» - RÅD U
 - «En robust løsning kan være å bruke brannspjeld som styres på sentral, dette gjør det enklere å gjennomføre service, og sjekke at de fungerer. Det er i tillegg en enklere service for 3. part. sammenlignet med spjeld som lukker på temperatur» - RÅD U
 - «Boligbygg kan prosjekteres med en rømningsvei og brannvesen som nr to kontra to integrerte rømningsveier» - RÅD U
 - «Oppstillingsplasser rundt hele bygget kan være uheldig for flere miljømål knyttet til utendørsanlegg, slik at dette bør tas i betraktning ved prosjektering» - RÅD U
 - «Rettende tiltak mot skolebygg (hyppig brannfrekvens) kan være f.eks. å sprinkle toaletter, sørge for gode søppel håndteringsanlegg (gjærne nedgravde), valg av riktige materialer for å forebygge ildpåsettelse eksempelvis i fasade, osv.» - RÅD U

Har du noen tanker eller forslag til hvordan det kan tas bærekraftig valg for eksisterende bygg, sett fra en brannrådgivers ståsted?

For eksisterende bygninger mener brannrådgiverne uten tvil at det er mest potensiale for bærekraftig prosjektering.

«Ved eksisterende bygg så trekker både brannsikkerhet, økonomi og bærekraft i samme retning, i motsetning til det vi ser med ny teknologi ved nybygg. Det gjelder å rive minst mulig, bevare mest mulig, oppgradere mest mulig skånsomt og økonomisk, med minst mulig ressurser.» - RÅD 8

Flere av rådgiverne som ble intervjuet deler mange like tanker rundt dette teamet. RÅD 1 forteller at rådgivere virkelig bør tenke igjennom brannrisikoen ved slike bygg, og isteden for å eksempelvis bytte ut et enkeltelement som ikke tilfredsstiller kravet det skal, heller se på det totale sikkerhetsbildet. Vedkommende peker videre på at på lik linje som det gjennomføres kost/nytte vurderinger av tiltak i eksisterende bygg, bør kost/nytten av bærekraftige tiltak også vurderes. RÅD 1 peker på at for tilstandsanalyser, har brannrådgiver alle muligheter til å foreta en slik helheltsvurdering av bygget. Vedkommende sier videre at man da kan anbefale for eksempel installasjon av slokkeanlegg kontra å skifte ut bygningsdeler, hvilket i stor grad er tiltak som allerede gjøres idag. For renoveringsprosjekter og andre ombygninger sier RÅD 1 at brannsikre elementer kan kobles på der ting uansett skal skiftes ut, hvilket krever god kommunikasjon og samarbeid i teamet. RÅD 2 trekker frem tilrettelegging for ombruk som viktig, men påpeker dette som vanskelig for rådgiverne å

vurdere. Vedkommende peker også på at tiltak knyttet til utbedring av eksisterende konstruksjon versus utskiftelse er viktig i dette arbeidet, og at det bør legges mer vekt på slike tiltak i tilstandsanalyser. RÅD 3 snakker også om en mer helhetlig vurdering av bygget, og trekker frem at en kan ha nytte av å se bygget på nytt. Vedkommende sier at en kan se på hva bygget brukes til idag og potensielt i fremtiden. Basert på dette kan man for eksempel endre branncelleinndelingen, og gjøre den mer bærekraftig (RÅD 3).

RÅD 4 trekker også frem ombruk og klimaberegninger (kost/nytte) som viktige områder rådgiverne bør kunne bidra på. RÅD 5 sier at regelverket tilknyttet eksisterende bygg og den eldre byggeforskriften fra 85 (som ofte er referanseregelverket ved eksisterende bygg), ikke omhandler bærekraft, og påpeker at bedre tilretteleggelse fra øverste hånd er viktig for å kunne forsvare bærekraftige løsninger. RÅD 7 peker på at involvering av brannrådgiver tidlig er viktig i eksisterende bygg, og peker også på at brannrådgiver bør være med videre i prosjektet. RÅD 8 (se sitat over) mener at regelverket og samfunnet burde være strengere i forbindelse med rivning, og trekker frem at et kriterium for eksempel kan innebære at en gjennomfører en konsekvensanalyse eller bevaringsvurdering i forkant. Vedkommende trekker også frem at regelverket burde tydeliggjøre ombruk av materialer, og i større grad tillate for dette. De øvrige rådgiverne som ble intervjuet kom ikke med nye tanker/anbefalinger enn det som allerede er nevnt.

Er risikovurdering et verktøy som dere bruker i sammenheng med bærekraftig brannprosjektering? Isåfall på hvilken måte?

RÅD 1 sier at det er to måter de benytter seg av risikovurdering i forbindelse med dette. Den ene er ved fraviksvurderingen tilknyttet bærekraftige materialer/teknologier, og den andre er dersom kunden skal ha en BREEAM-sertifisering som krever en slik vurdering. Vedkommende trekker imidlertid frem at risikovurdering som et verktøy har et stort potensiale i bærekraftig brannprosjektering, og bør benyttes i større grad. Rådgiveren peker på at risikovurderingen vil gi et bedre konsekvensbilde slik at målrettede, spesifikke og ressursbesparende tiltak kan implementeres. RÅD 2, RÅD 4 og RÅD 7 har kommet med lignende utsagt som RÅD 1. Alle intervjuobjektene har også pekt på fraviksvurdering som området hvor risikovurdering brukes mest. RÅD 4 nevner også at risikovurdering kan brukes i forbindelse med brannsikkerheten på byggeplass. En slik vurdering vil da kunne redusere utplassering av unødvendig mye slokkeutstyr, i tillegg til at resirkulerbare produkter kan velges (RÅD 4). Den samme rådgiveren forteller også at de bruker risikovurderinger i bygninger med økt risiko for eksplosjon for å bestemme tiltak, og nevner at gode vurderinger kan føre til en bedre ressursutnyttelse.

7.3 utfordringer

På hvilken måte er det utfordrende og forholde seg til ny teknologi som brannrådgiver?

RÅD 1 nevner at veiledningen til TEK17 ikke sier noe om de nye teknologiene, og at det derfor ikke eksisterer klare retningslinjer for hvordan rådgiveren skal forholde seg til slik teknologi. Vedkommende peker på at regelverket henger for langt etter, og dette er en mening samtlige av intervjuobjektene støtter seg på. RÅD 2 trekker frem at det mangler god brannteknisk dokumentasjon for de nye teknologiene og løsningene, og påpeker dette som utfordrende å forholde seg til. RÅD 3 nevner at kunnskapsgrunnlaget til bransjen også kan være et problem i møte med den nye teknologien, og at bransjen generelt er skeptisk til nye løsninger og teknologier. Den samme rådiveren påpeker at utfordringen ligger i å kunne gi konkrete råd og krav, og være klar over risikoen.

«Man ønsker å si ja til bærekraftige løsninger, men det viktigste for oss vil alltid være at det er trygt nok, og da må det være godt nok dokumentert at løsningene gir tilstrekkelig sikkerhet» - RÅD 4

RÅD 5 snakker om mye av det samme som RÅD 1, men trekker også frem at det er mye ulik praksis mellom bedriftene. Vedkommende påpeker at det en konkurransedrevet bransje, og at dette kan føre til at noen tar på seg en større risiko enn andre. Personen påpeker en slik retning hvor det konkurreres på sikkerhet som uheldig, og nevner at bedre tilrettelegging og klarere retningslinjer fra myndighetene kan motvirke denne utviklingen - spesielt i forbindelse med bruk av massivtre. De øvrige personene som ble intervjuet nevner i stor grad dårlige retningslinjer fra myndighetene som den største utfordringen. Flere av rådgiverne påpeker imidlertid at de ikke opplever den nye teknologien som spesielt utfordrende i praksis, da de har opparbeidet seg god erfaring i deres bedrift. RÅD 11 nevner el-biler og parkeringskjeller som en fremtidig utfordring, og et område en ikke helt vet hvordan skal håndteres. RÅD 4 og RÅD 6 nevner også at ny teknologi og kunnskap om denne, fort blir utdatert og trekker frem dette som utfordrende å forholde seg til. RÅD 6 sier videre at brannsikkerhet ofte er erfaringsbasert, og at en lærer mye når ting går galt. Vedkommende påpeker at en ikke har like mye erfaring med brannsikkerheten i forbindelse med den nye teknologien, og at dette vil være en usikkerhet i årene som kommer.

Hva tenker du er de største utfordringer for brannrådgivere for å oppnå bærekraftig prosjektering?

Mangel på gode retningslinjer som nevnt ovenfor blir påpekt som er av de største utfordringene av rådgiverne. RÅD 1 nevner også at ansvarsfordeling kan være utfordrende - hvem har ansvar for risikoen? Vedkommende sier videre at mange rådgivere kanskje ikke tørr å gå ned på krav for å tilrettelegge for bruken av nye teknologier, da de er redde for å stå i igjen med skylden hvis noe skulle gå galt. RÅD 2 trekker frem økonomi som en utfordring, og påpeker at prosjektene ofte har et stramt budsjett hvor det er vanskelig å

selge inn bærekraftige løsninger. Vedkommende fortsetter og sier at dette spesielt er tilfelle i mindre prosjekter.

«Når vi prosjekterer henviser vi til forskriften med veiledning, og det er ingenting der som sier at vi MÅ ta bærekraftige valg, derfor er det vanskelig å fremme slike løsninger i et prosjekt som allerede har et stramt budsjett» - RÅD 2

RÅD 2 nevner også at bedrifter i stor grad kun er opptatt av å få en miljøsertifisering, og ettersom brann i liten eller ingen grad inngår i de ulike poengsystemene, blir ikke fagfeltet tatt i betraktning. Rådgiveren sier også at mange fagfelt, brann inkludert, alt for ofte kun fokuserer på seg selv, og ikke samhandler godt nok med andre fag. Personen nevner dette som utfordrende og påpeker at det er kun gjennom godt tverrfaglig samarbeid det kan oppnås bærekraftige løsninger. RÅD 3 nevner mangelfull motivasjon ovenfra for å etterspørre bærekraftige løsninger som utførende, og begrunner dette i likhet med det RÅD 2 sier om sertifiseringsordningene. Vedkommende påpeker imidlertid at det finnes mye tilgjengelig kunnskap som bør benyttes av rådgivere, for eksempel gjennomføring av brann-LCA, men at utfordringen ligger å få «pushet» kunnskapen på bransjen.

«Det kan være utfordrende å overtale kunden til at penger ikke er det eneste kriteriet, men at også bærekraft bør tas i betraktning. Det virker likevel som om utvikling er på riktig vei og vi har flere verktøy vi kan benytte oss av slik at dette bør bli enklere å få til i fremtiden» - RÅD 2

RÅD 3 nevner også at det kan oppleves utfordrende for brannrådgiveren og uttale seg for mye om miljø, da det i utgangspunktet går utover rådgiverens fagfelt. RÅD 4 trekker igjen frem risikoen tilknyttet bærekraftig løsninger og teknologier som utfordrende, og at god produktdokumentasjon blir viktig i tiden som kommer. Manglende initiativ og kompetanse blant rådgiverne selv blir også trukket frem som potensielle hindere for å oppnå bærekraftig brannprosjektering. RÅD 10 mener at bærekraft og brann mangler en håndfast definisjon, og at det er vanskelig for bransjen å vite hvilke muligheter som faktisk finnes.

7.4 Regelverk

Tenker du at regelverket med veiledninger og standarder legger til rette for/er til hinder for bærekraftig brannprosjektering? Isåfall på hvilken måte?

RÅD 1 sier at veiledningen åpner i noen grad for bruk av brennbare materialer, men forklarer videre at den ikke sier noe om de nye teknologiene som nevnt før eller om bærekraft generelt. Det er tydelig et ønske fra rådgiveren at bærekraft burde vært mer understreket fra sentrale myndigheter, hvilket samtlige av rådgiverne som ble intervjuet er enige i. Dette ønsket kommer også frem i mange av de andre spørsmålene, som kan sees fra de tidligere avsnittene. RÅD 2, derimot, mener regelverket er rimelig fornuftig og åpent, selv om vedkommende likevel omtaler det som lite fremtidsrettet. RÅD 3 nevner mye av det samme som både RÅD 1 og RÅD 2.

«Regelverket er funksjonsbasert, så sånn sett ganske åpent. Produktregler, standarder og testing for nye materialer og teknologier kan være utfordrende så i forbindelse med dette har regelverket noen mangler» - RÅD 3

RÅD 2 sier også at regelverket i forhold til ombruk er komplekst, og at det er uklart hvilke krav som må være ivaretatt. RÅD 1, RÅD 4 og RÅD 11 trekker også frem dette. I forbindelse med ombruk nevner også RÅD 3 at det er store mangler på regelverk for eksisterende bygg, og påpeker dette som utfordrende. RÅD 4 er også enig i dette, og nevner at bærekraft i større grad bør implementeres inn i veiledning til forskrift om brannforebygging. Den samme rådgiveren påpeker også manglende bærekraft-initiativ i standarder som for eksempel benyttes i fraviksvurderinger. RÅD 5 er enig i at forskriften åpner for å velge andre løsninger, men nevner at vurderingene som da gjøres er subjektive og påpeker at det derfor burde være mer veiledning tilgjengelig for nye materialer/teknologier for å ikke skape store forskjeller for hva som blir gjort i praksis. RÅD 7 og RÅD 9 mener at et funksjonsbasert regelverk er bærekraftig og at vi har alle muligheter til å påvirke gjennom det. RÅD 9 nevner likevel at regelverket i større grad bør tilrettelegge for mer involvering av rådgiveren i bærekraftige valg, for eksempel i forbindelse med materialvalg.

«Løsningene kommer før forskriften og sånn vil det alltid være, men en funksjonsbasert forskrift åpner for å kunne velge mer bærekraftige løsninger - systemet legger opp til at man kan ta ansvar selv. Utfordringen ligger i at det ikke er praksis å gjøre det » - RÅD 6

RÅD 8 mener regelverket med forskrifter og standarder ikke er til hjelp ved bærekraftig brannprosjektering og peker på at det henger alt for langt etter den teknologiske utviklingen. RÅD 10 og 11 er også enige i dette, og RÅD 11 mener regelverket er alt for rigid. Vedkommende påpeker at unødvendig mye ressursbruk ikke er bærekraftig og stiller spørsmåltegn til mye som står i TEK17. RÅD 10 påpeker at det selvfølgelig skal være trygt nok, men at løsninger som fører til mye ressursbruk også bør vurderes i et miljøperspektiv. Den samme rådgiveren beskriver også regelverket som bærekraftig i den forstand at det

forebygger og reduserer brann i seg selv, men trekker igjen frem at dette må ses i sammenheng med miljøutslippet fra å bygge selve bygget.

Dette spørsmålet ble også stilt i spørreundersøkelsen og det er mye varierte funn. Mange støtter seg på refleksjonene gjort av de 11 rådgiverne som ble intervjuet. Flere av rådgiverne trekker frem at regelverket ikke er bærekraftig, og begrunner dette med at det har skjedd lite endringer siden de eldre regelverkene.

«Jeg tenker at regelverk, veiledninger og standarder er til hinder for bærekraftig brannprosjektering. Regelverket (TEK17 med veiledning) er veldig likt det regelverket fra 1985, selv om byggetrendene er veldig endret siden den gang. Det er derfor løsninger i veiledningen som ikke passer til hvordan nye bygg i 2022 bygges, noe som gjør at det å brannprosjekttere på en bærekraftig måte begrenses ut fra regelverkets veiledning.» - RÅD

U

Det er også flere av de 25 rådgiverne som nevner kravene til brannklasse 3 som utfordrende, og at regelverket er til hinder for å bruke bærekraftige materialer i slike bygg. Tilrettelegging for ombruk er også noe flere nevner som utfordrende, i likhet med de som ble intervjuet.

«Regelverket kan være et hinder, spesielt for eksisterende byggverk eller ved ombruk av eksisterende byggevarer uten dokumentasjon som tilfredsstillende dagens krav til dokumentering.» - RÅD U

Ønske om bedre regelverk for eksisterende bygg blir faktisk nevnt av hele 17 av de 25 rådgiverne. Det er også flere som påpeker bedre veiledninger for fraviksvurderinger, og bruker samme argumentasjon som RÅD 5.

En av de 25 rådgiverne mener at dette er et vanskelig spørsmål å svare på, og påpeker at hovedutfordringen er at ingen eller få faktisk vet hva bærekraftig brannprosjektering innebærer, og at dette burde fremkomme av regelverk med veiledninger og standarder.

8 Oppsummering/Diskusjon

Denne oppgaven har tatt utgangspunkt i en bred problemstilling, som videre har blitt konkretisert i 4 ulike delmål. Delmålene skal i sum svare på resultatmålet som er å informere brannrådgivere om hvordan de kan gjennomføre helhetlig bærekraftig brannprosjektering, i tillegg til å fungere som et konkret hjelpemiddel i prosjekteringen (ref. kapittel 1.3). For å besvare delmålene er det gjennomført litteraturstudie, dokumentanalyse og intervjuer. I de følgende kapitlene er innholdet fra de ulike metodene samlet og de viktigste funnene er presentert for hvert delmål.

8.1 Kartlegge bærekraftige teknologier og materialer, og informere om brannrisikoen tilknyttet disse (delmål 1)

Flere av de nye bærekraftige teknologiene og materialene kan medføre en økt brannrisiko, og føre til raskere brannspredning. Det finnes lite retningslinjer fra myndighetene for hvordan de ulike teknologiene/materialene skal behandles. For å kunne bidra til bærekraftig brannprosjektering må derfor brannrådgivere ha kunnskap om, og vite hvordan bærekraftig teknologi og bærekraftige materialer skal håndteres. Flere og flere aktører vil i tiden som kommer etterspørre slike løsninger, både fordi de ønsker å være en del av den bærekraftige utviklingen, men kanskje aller helst da slike løsninger gir poeng i ulike sertifiseringsordninger.

En grunn til at brannrisikoen øker for noen av de identifiserte teknologiene skyldes blant annet flere elektriske koblingspunkter. Et omfattende litteratursøk, viser imidlertid at solcelleanlegg og energilagringssystemer ikke gir en større risiko for brann enn andre elektriske anlegg. Dersom det imidlertid skulle begynne å brenne kan konsekvensene være store. TEK17 gir ikke konkrete krav til slike systemer, og regelverket som dekker slike installasjoner kan oppleves delt og utfordrende. En annen utfordring er at dette er relativt ny teknologi, og det er som identifisert i kapittel 4, et behov for grundigere utredning av brannrisikoen, både i forbindelse med solcelleanlegg og energilagringssystemer. Et annet poeng er at implementering av brannsikkerhetstiltak ofte er erfaringsbasert, og det er per nå få branner i Norge hvor slike systemer har vært involvert.

Tre andre trender som ble gjennomgått var mer bruk av trekonstruksjoner, isolasjonsmaterialer og grønne fasader/tak. For disse trendene er det ikke elektronikk som utgjør en økt brannrisiko, men rett og slett at det her er snakk om brennbare materialer. Massivtre har som nevnt i kapittel 4.3 blitt omtalt som et populært produkt, som flere aktører ønsker å benytte seg av ettersom det er en fornybar rådvare med lav miljøbelastning. Konstruksjoner av massivtre har imidlertid noen utfordringer tilknyttet seg fra et brannsikkerhetsspektiv. Det er viktig å ikke glemme at tre brenner, og store konstruksjoner av massivtre vil kunne inneholde betydelige mengder med brannenergi. Litteraturstudien viser at ved brann vil massivtrekonstruksjonens bidrag til brannen øke betydelig dersom

overflatene er eksponerte. Det betyr ikke at slike produkter ikke skal benyttes, men det er viktig å understreke at brann i seg selv heller ikke er bærekraftig, og at brannrådgiver må ta hensyn til dette i prosjekteringen.

Noen typer brennbar isolasjon ønskes brukt foran ubrennbare alternativer pga. bærekraftshensyn. TEK17 åpner som nevnt i kapittel 5.2.1 opp for bruk av brennbar isolasjon, gitt at bygningsdelen oppfyller den forutsatte branntekniske funksjonen, og isolasjonen anvendes slik at den ikke bidrar i brannutviklingen. Brannrådgiver må da være obs på detaljer og bruksområder der hvor slike produkter skal benyttes. Kapittel 4.4 viser innovative isolasjonsmaterialer på markedet, samt gir en sammenstilling av ulike isolasjonsmaterialer med tilhørende brannegenskaper og miljøavtrykk. Flere av de innovative isolasjonsmaterialene er brennbare, men tilrettelegging og korrekt bruk kan likevel fremme bruk av disse materialene. Flere tradisjonelle isolasjonsmaterialer som EPS og XPS kan inneholde miljøfarlige stoffer, så brannrådgiver bør være obs på dette. Det kommer stadig nye isolasjonsmaterialer på markedet, og det foregår mye forskning på dette området, hvilket det er identifisert et behov for.

Grønne vegger og tak er også å regne som brennbare konstruksjoner. Flere studier peker på at dersom slike konstruksjoner holdes fuktige og vedlikeholdes godt, kan brannrisikoen likevel holdes under kontroll. I litteraturstudien er det imidlertid mye som tyder på at andre forhold som vær og vind kan spille inn på risikoen for brannspredning i slike konstruksjoner. Studien konkluderer videre med at det er behov for mer forskning for å finne ut av brannutfordringene slike konstruksjoner kan ha. Grønne vegger og tak tilfredsstiller som regel ikke de preaksepterte løsningene i TEK17, og det må derfor gjennomføres analyse. Det er imidlertid funnet en standard samt annen litteratur fra Sverige som gir veiledning til hvordan analyse og prosjektering av slike konstruksjoner kan gjennomføres, se kapittel 4.5.

Det er tydelig at flere av de bærekraftige teknologiene og materialene potensielt kan utgjøre en økt brannrisiko. Selv om flere studier konkluderer med at brannrisikoen tilknyttet de ulike trendene til en viss grad er under kontroll, er dette noe som krever en grundigere utredning. Et viktig poeng i denne diskusjonen er at selv om man tilsynelatende har kontroll på en trend, er dette kanskje uviktig i det store bildet. Dersom en for alvor skal gjøre et bygg mer bærekraftig, vil det ikke være nok med kun en bærekraftig teknologi eller bruk av et bestemt bærekraftig materiale. Det er ved implementering av mange slike teknologier/materialer at byggene blir bærekraftige. Det er er samspillet mellom de ulike trendene som gir de største gevinstene for bærekraftig utvikling, men også potensielt de største utfordringene for brannsikkerheten. Ved prosjektering er dette noe som må bli tatt hensyn til, og det er viktig at brannrådgiver gjør en god vurdering og implementerer gode kompensierende tiltak der dette er nødvendig. Et viktig poeng er at bærekraftige løsninger skal velges uten at det skal gå på bekostning av brannsikkerheten i bygget.

8.2 Kartlegge hvordan regelverk og merkeordninger behandler brann og bærekraft (delmål 2)

Det er gjort et omfattende dokument søk i relevante lover, forskrifter, veiledninger, standarder og sertifiseringsordninger for å undersøke i hvilken grad bærekraft og brannsikkerhet behandles sammen som disipliner, og hvor de største mulighetene og utfordringene ligger. I plan- og bygningsloven, som befinner seg øverst i hierarkiet, er det i lovens formål blant annet nevnt at loven skal fremme bærekraftig utvikling. Videre sier loven at hvert tiltak skal prosjekteres slik at det oppfyller krav til både helse, miljø, sikkerhet, energi og bærekraftighet. Dette er mange hensyn på en gang, men det er tydelig at loven legger føringer for at både brannsikkerhet og bærekraft skal ivaretas ved prosjektering. De andre lovene som er gjennomgått nevner ingen ting spesifikt om bærekraft og brann, og nevner kun miljø sporadisk uten en videre utredning.

I Forskrift om brannforebygging er det lite som tilrettelegger for bærekraftig brannprosjektering (se kapittel 5.2.2). Miljø er definert som et begrep, men ikke noe som blir forklart eller nevnt videre i forskriften. §8 i denne forskriften gir bestemmelser for eksisterende bygninger, men miljø og bærekraft blir ikke vektlagt i denne paragrafen, og det er tydelig at personsikkerhet er det som er viktigst. Det pekes på at det kan gjennomføres helhetlige vurderinger og tekniske bytter for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet. Dette er tiltak som trekker i en bærekraftig retning, men det er ikke nevnt eller understreket i veiledningen til forskriften. Fra kapittel 3.3, er det tydelig at bærekraftige tiltak i eksisterende bygninger blir viktig i tiden som kommer, og det kan stilles spørsmål til hvorfor ikke Forskrift om brannforebygging tilrettelegger for dette i større grad. I intervjuene kom det også tydelig frem at brannrådgivere mener de har størst mulighetsrom for bærekraftige løsninger i eksisterende bygg, og det er et ønske om mer tydelig og bedre retningslinjer for dette.

Det viktigste dokumentet for brannrådgiver er uten tvil TEK17, og denne er den sentrale myndigheten innenfor bygningsdelen av plan- og bygningsloven. Ettersom plan- og bygningsloven tydelig fremmer bærekraft som en viktig verdi, skulle det kunne forventes at dette ivaretas i TEK17. I realiteten er dette imidlertid ikke tilfelle. Miljø blir i §11-1 nevnt som et kriterium som skal tilfredsstilles gjennom brannprosjekteringen, og det blir også brukt som et kriterium i fastsettelse av brannklasse. Det gis imidlertid ingen veiledning til hva som menes med dette. Forskriften åpner opp for noe bruk av brennbare konstruksjoner, og det er potensielt enkelte steder brannrådgiver kan argumentere for bærekraftige løsninger. Dette kunne for eksempel vært i forbindelse med brannceller, og det som beskrives som en «hensiktsmessig» inndeling (se kapittel 5.2.1). Brannrådgiver kan gjennom inndelingen ta hensyn til fremtidig bruk, og basere inndelingen på ønsket fleksibilitet. Videre kunne brannrådgiver i valg av risikoklasse muligens tatt høyde for endret virksomhet. Dette vil imidlertid være vanskelig å begrunne ut i fra et miljøperspektiv ettersom risikoklasse først og fremst baserer seg på personrisiko, og ikke miljø. En høyere risikoklasse vil dessuten gi strengere krav til bygget, hvilket kan innebære mindre bruk av bærekraftige

materialer og/eller økt ressursbruk. Dette vil trekke i en mindre bærekraftig retning.

Det er ikke funnet noe mer i TEK17 som kan tilrettelegge for bærekraftige løsninger. Et interessant funn var at bygninger i risikoklasse 1 med 1 etasje ikke plasseres i noen brannklasse, hvilket innebærer at slike bygg ikke er gitt preaksepterte ytelser. Dette kan diskuteres som lite bærekraftig, spesielt ettersom ASKO-brannen som ble prosjektert ut i fra et slikt utgangspunkt, ga store miljøutslipp.

Norge har en funksjonsbasert byggeforskrift. Dette innebærer at det finnes andre måter å tilfredsstillere kravene på, enn de preaksepterte ytelsene. Dokumentasjon av brannsikkerheten ved bruk av branntekniske analyser for å tilfredsstillere krav i TEK17, kan betraktes på ulike måter. På den ene siden er det kanskje uheldig at TEK17 og veiledningen ikke gir konkrete retningslinjer for håndtering av nye teknologier og trender. Analyseløsning er en subjektiv vurdering, og den dokumentasjonen som fremstilles vil dermed varieres avhengig av hvem som utfører analysen. Etersom brannrådgivere opererer i et konkurransedrevet marked kan dette gjenspeiles i analysen, og det kan gjøres snarveier for å komme frem til målet. Dette kan resultere i lavere sikkerhetsnivåer for å gjøre kunde fornøyd. Bransjen består imidlertid av seriøse aktører, og sikkerhet for liv og helse vil sjeldent bli neglisjert. Ulik praksis og ulik tilnærming til bruk av løsninger vil likevel kunne oppleves utfordrende, og noe en ville unngått dersom TEK17 og veiledningen ga tydeligere retningslinjer.

På en annen side kan det argumenteres for at et slikt funksjonsbasert regelverk åpner for å prosjektere mer bærekraftig. Brannrådgiver har et stort mulighetsrom innenfor analyseløsningene, blant annet i forbindelse med å gå vekk fra tradisjonelle løsninger eller for å tillate for andre materialer enn de som er oppgitt i forskriften. En annen mulighet, er at det for eksempel gjennom risikoanalyse (en form for analytisk prosjektering), kan gjøres vurderinger for det spesifikke bygget, og optimalisere ressursbruk, samt innføre forebyggende tiltak for dette bygget. Slike vurderinger kan i mye større grad se på konsekvenser og forebygging for hvert enkelt bygg, og er ikke bare basert på en knippe med forhåndsbestemte ytelser. Analyseløsninger vil også kunne tillate for reduserte egenskaper til ombrukte materialer, ved at det identifiseres kompensierende tiltak som tillater for bruk av slike byggevarer.

I forbindelse med analyseløsninger, refererer TEK17 som nevnt i kapittel 5.3.1 og 5.3.2 til NS 3901 og NS-INSTA/TS 950. Det er identifisert lite som trekker i en bærekraftig retning i disse standardene. Miljø nevnes som en mulig konsekvens som kan velges i NS 3901, men det er ikke utdypet hva dette innebærer. Robusthet og fleksibilitet blir trukket frem som viktige hensyn i begge standardene, og kan potensielt ha noe for seg i et bærekraftsperspektiv. Det er likevel ingen klar kobling opp mot dette, og innholdet av bærekraft i standardene vurderes som nevnt til å være lav.

Ref. kapittel 5.2.1 så skal de alternativene ytelsene ved analyse samlet gi minst samme brannsikkerhet som for et bygg der de preaksepterte ytelsene er benyttet. Dette er kanskje årsaken til at komparativ analyse er den vanligste formen for analytisk brann-

prosjektering, for da sammenlignes bygget du har direkte opp mot et referansebyggverk som tilfredsstillende de preaksepterte kravene. Dette kan imidlertid være utfordrende fra et bærekraftig perspektiv. Som nevnt vil ikke alle ulike bærekraftige materialer tilfredsstillende de preaksepterte ytelsene gitt i TEK17. Potensielt må det da implementeres mange sikringstiltak for å komme opp på nivå med de preaksepterte kravene. Dette igjen kan trekke ned bærekraftbidraget i form av økt ressursbruk.

For slike tilfeller burde det derfor gjøres mer helhetlige vurderinger, og risikoanalyse som NS 3901 beskriver, kan være et alternativ. NS-INSTA/TS 951 (se kapittel 5.3.1) er en annen standard som legger til rette for en slik helhetlig vurdering, og baserer seg på absolutte kriterier. Det kan diskuteres hvorfor denne standarden ikke er referert til i veiledningen til TEK17, ettersom den er nært beslektet med både INSTA/TS 950 og NS 3901. Hovedforskjellen er at den kun gir en probabilistisk tilnærming. Et helt sentralt poeng, er at dersom denne standarden skal kunne bli benyttet i forbindelse med bærekraftig prosjektering, må veiledningen til TEK17 åpne for at andre kriterier enn de preaksepterte ytelsene kan brukes som tilstrekkelig sikkerhetsnivå/sammenligningsgrunnlag i en analyse (se kapittel 5.2.1).

Dersom TEK17 hadde åpnet for en slik vurdering, og i tillegg referert til NS-INSTA/TS 951, kunne det tenkes at dette hadde fremmet bærekraftig brannprosjektering. Metoden i NS-INSTA/TS 951 kunne da åpnet opp for at en potensielt kunne gått ned på brannkrav, for å tillate for ulike bærekraftige løsninger, dersom sikkerhetsnivået for det aktuelle bygget er tilfredsstillende. Slike vurderinger måtte imidlertid blitt gjort med forsiktighet. Likevel er dette et viktig poeng, og som nevnt i kapittel 6.1.3 er brannsikkerhet og bærekraft to disipliner som kan påvirke hverandre, og som bør vurderes sammen. En slik metode kunne også begrunnet valg av ekstra brannsikringstiltak der hvor det anses gunstig fra et bærekraftperspektiv. Kapittel 6.2.1 ga et eksempel på et bygg hvor dette er implementert. Det var et fiktivt skolebygg, og det var valgt å implementere ekstra brannsikringstiltak ettersom slike bygninger viste seg å ha en hyppigere brannforekomst. Beregningene som ble gjort viste at de ekstra tiltakene ville ført til en CO₂-reduksjon på 55 % i en 50 årsperiode. Dette illustrerer tydelig fordelene med ekstra sikringstiltak, og dersom miljø og bærekraft fremgikk som et kriterium fra NS-INSTA/TS 951, kunne det vært mulig å argumentere for slike løsninger. Det påpekes at det ikke er slik at bærekraftige tiltak alltid betyr dårligere brannsikkerhet, poenget er å implementere de tiltakene som gir optimal sikkerhet og miljøgevinst basert på det enkelte bygget, og ikke ut fra de preaksepterte ytelsene gitt i forskriften. Det er dette som er gjort for skolebygget, og man ser tydelig miljøgevinsten av slike tiltak.

En slik åpning vil imidlertid kunne gi andre utfordringer. Personer med andre motiver kunne brukt dette som en unnskyldning for å spare penger og tid, og gått ned på krav kun for egen vinning. På den andre siden antas det at bransjen består av seriøse aktører, og en må anta at ingen med vilje vil gå på kompromiss med personsikkerheten. Feilvurderinger og manglende kompetanse derimot, kan likevel føre til at uheldige valg tas. Hvis et slikt system

skulle fungert, måtte det vært en forutsetning at det for eksempel lå en miljøsertifisering i grunn, eller på en annen måte kontrollert for at de valgene som tas blir tatt på rett miljøgrunnlag.

En generell utfordring i forbindelse med analyseløsninger handler om hvor initiativet kommer fra. Dersom kunde ønsker å bygge et bærekraftig bygg, kan det være gode muligheter for brannrådgiver å selge inn analyseløsninger som bidrar til dette. Hvis kunde i utgangspunktet ikke har de samme miljøambisjonene, kan dette på en annen side være svært utfordrende, særlig med tanke på de ekstra kostnadene slike løsninger krever. Analytisk prosjektering er dessuten gjerne mer ressurskrevende, tidskrevende og personer som gjennomfører analysen må inneha rett kompetanse. Et annet poeng det er viktig å understreke er at dersom initiativet primært kommer fra brannrådgiver, er det også vedkommende selv som tar på seg risikoen. TEK17, tilrettelegger ikke for bærekraftig brannprosjektering, slik at det ikke nytter å henvise til denne. Valgene som tas må derfor være grundig og godt nok dokumentert av personen som gjennomfører analysen. Mange rådgivere kan kanskje derfor kvie seg med å ta initiativ til slike løsninger fordi vedkommende ikke ønsker å påta seg noe ekstra risiko. Andre faktorer kan også være at brannrådgiver rett og slett ikke ønsker å fremme slike løsninger, eller ikke har kompetansen til det.

Det at kunder ikke etterspør bærekraftige løsninger fra brannrådgiveren kan primært skyldes to ting. Enten så er vedkommende uinteressert i temaet, eller så er det manglende incentiver til å etterspørre slike løsninger. Oppnåelse av miljøsertifiseringer er noe bedriftene i større og større grad ønsker, og i kapittel 5.4 er 5 relevante sertifiseringsordninger gjennomgått for å undersøke om brannsikkerhet gir poeng i de ulike systemene.

For de sertifiseringsordningene som er mest relevant for Norge var det lite eller ingen ting som tydet på at brannsikkerhetstiltak ga poeng. BREEAM og BREEAM-NOR har imidlertid en kategori som går på tilpasningsevne, og det kan diskuteres om fleksible/langsiktige branntekniske løsninger potensielt kunne bidratt til poeng her. Det at «fire» blir nevnt som et område av betydning under dette punktet styrker denne ideen. BREEAM og BREEAM-NOR har også en kategori som gir innovasjonspoeng, og ut fra beskrivelsen gitt i kapittel 5.4.3, kan det tenkes at brannsikkerhet kunne gitt poeng i denne kategorien. Et viktig funn ble imidlertid funnet i BREEAM In-Use manualen. Her er det et eget punkt som heter «brannrisikostyring», som sier at gjennomføring av risikoanalyse i eksisterende bygg vil kunne gi poeng.

LEED sin sertifiseringsordning gir tilsvarende som BREEAM innovasjonspoeng. LEED gir også poeng for å tilrettelegge for gjenbruk og bevaring i eksisterende bygninger, samt ved forhindring av bruk av farlige eller skadelige materialer. I utgangspunktet har ikke brannrådgiver noen rolle i avgjørelser tilknyttet dette, men det er likevel områder vedkommende potensielt kan ha en påvirkning på. Det er likevel usikkert om dette ville gitt poeng, ettersom forespørsler om slike temaer normalt ikke ville kommet til brannrådgiver, men heller til et fagfelt som spesifikt jobber med miljø/ombruk.

DGNB, skiller seg fra de andre sertifiseringsordningene, da brannsikkerheten både inngår som et eget kriterium, samt som et av minimumskriteriene som må oppfylles (se kapittel 5.4.4). Brannsikringstiltak i denne sertifiseringsordningen vil dermed kunne gi betydelig med poeng som illustrert i Vedlegg E. DGNB inneholder også, tilsvarende som BREEAM og LEED, en kategori som går på fleksibilitet og tilpasningsevne, hvilket som nevnt kan ha noe for seg i en brannsikkerhetssammenheng.

Både BREEAM, LEED og DGNB gir alle poeng for gjennomføring av LCA. Som nevnt i kapittel 6.2.4 inngår normalt ikke miljøpåvirkningen av brann eller fordelene med brannsikringstiltak i slike analyser. Dette vil føre til at brannsikringstiltak gir en negativ miljøgevinst i et slikt regnskap, ettersom brannsikringstiltak kun fører til økt ressursbruk. Dersom det for eksempel skulle blitt implementert flere brannsikringstiltak med bakgrunn i at den totale miljøgevinsten ved brann blir bedre (se skole-eksempel i kapittel 6.2.4), ville dette resultert i en enda dårligere LCA. Bærekraftige materialvalg blir vektlagt som viktig i sertifiseringsordningene, men brannrisikoen tilknyttene slike elementer nevnes ikke.

Fra avsnittene over kan det argumenteres for at det potensielt kan hentes inn brannsikkerhetspoeng i ulike kategorier. Dersom dette er tilfelle, kan en likevel se fra kapittel 5 at poengene ikke utgjør en stor forskjell når den totale scoren skal summeres. Innovasjonspoeng i BREEAM vil kunne gi mange poeng, men det er usikkert om brannsikkerhetstiltak ville slått gjennom her, og det er usannsynlig at dette ville gitt full uttelling. Det samme er tilfelle for de andre kategoriene som potensielt kan gi flere poeng for brannsikringstiltak/bærekraftige brannsikringstiltak. Et annet viktig poeng er at sertifiseringsordningene flere steder også strider mot brannsikkerheten. LCA-vurderinger gir poeng i sertifiseringsordningene, men brannsikkerhetstiltak vil kun gjenspeiles som ressurser og dermed en miljøbelastning. For å balansere denne motstridene effekten kunne inkludering av brann i LCA-analysen vært et mål (se kapittel 6.2.4), gitt at også sertifiseringsordningene åpner opp for dette. Sertifiseringsordningene vektlegger bruk av bærekraftige materialer, men brannrisikoen tilknyttet slike materialer blir ikke nevnt, og ref. kapittel 4 så bør flere slike materialer prosjekteres med forsiktighet ut fra et brannsikkerhetsperspektiv.

Det er ingen tvil om at brannsikkerhet i mye større grad bør implementeres i sertifiseringsordningene for å virke som incentiver ovenfor kundene. Likevel er det positivt at en av de største sertifiseringsordningene i Europa (DGNB) faktisk tar dette perspektivet på alvor, og at BREEAM også i noe grad legger til rette for dette. Selv om det per i dag bør gjøres mer, er det likevel derfor rom for å kunne hente inn poeng, og brannrådgiver kan med fordel ha kunnskap om hvor dette kan gjøres. Som nevnt i kapittel 7, var det tydelig at brannrådgiverne ikke mente at sertifiseringsordningene tilrettela for brannsikkerhet, men fra dokumentøket i kapittel 5.4, er det altså identifisert kategorier som kan gi uttelling. Der brannsikkerheten ikke fremgår som et klart kriterium, vil det være utfordrende å argumentere for dette. Det er fremdeles en mulighet, og noe brannrådgivere kan og bør gjøre frem til mer konkrete kriterier fra sertifiseringsordningene er på plass.

8.3 Definere hva bærekraftig brannprosjektering er, og hvordan det kan gjennomføres i praksis (delmål 3)

I denne oppgaven er det ikke funnet en tydelig definisjon på «Bærekraftig brannprosjektering», eller hva konkret dette innebærer. At det ikke eksisterer en definisjon kan føre til usikkerhet blant rådgiverne, og det er vanskelig å vite konkret hvor de kan bidra. Fra den innsamlede litteraturen, samt intervjuene, har forfatter prøvd å lage en definisjon på «Bærekraftig brannprosjektering». Dette er bare et forslag, og en mer tydelig definisjon fra høyere hold bør bli utarbeidet. Definisjonen er som følger:

«Bærekraftig brannprosjektering innebærer brannteknisk rådgiving som setter krav om reduksjon av CO₂-avtrykk og miljøfarlige stoffer høyt ved valg av branntekniske løsninger, både i planlegging, bygging og drift av byggverket. Utslipp fra en potensiell brann skal også tas i betraktning, og brannbeskyttelsen skal utformes fleksibel og holdbar over tid.»

Gjennom litteratursøket er det funnet artikler som peker på brannprosjektering i seg selv som bærekraftig. Fra kapittel 6.1.3 er det tydelig at brannsikkerhet samsvarer i stor grad med selve definisjonen av bærekraftig utvikling, og det kan argumenteres for at brannsikre bygninger bidrar til flere av bærekraftsmålene. I utvidelsen til bærekraftsmål 11 blir forhindring av katastrofer nevnt som viktig, og en brann vil kunne kategoriseres som en katastrofe. Som nevnt i kapittel 3.2 er det per i dag ingen allment kjent definisjon på hva et bærekraftig bygg er. Cembrit sin definisjon i kapittel 3.2 påpekte at slike bygg må ta hensyn til miljøaspekter og byggets innvirkning gjennom hele byggets levetid. En brann kan være et mulig aspekt å ta hensyn til i et slikt livsløpsperspektiv. Videre gir Bygg21, i samme kapittel, 10 kvalitetsprinsipper som skal bidra til å definere begrepet, og her er brannsikkerheten spesifikt nevnt som et kriterium.

Et bygg som brenner vil ikke være bærekraftig, da en brann kan gi flere miljøutslipp. Dette innebærer utslipp direkte fra brannen i form av ulike branngasser, utslipp til grunnen på grunn av slokkevann, samt utslipp tilknyttet gjenoppbygging, utskiftning av inventar og deponering. I kapittel 6.1 ble årlig miljøutslipp direkte fra brannen og fra gjenoppbygging etter brann beregnet til å være 562 tusen tonn CO₂. Fra dette kom 14 tusen tonn CO₂ direkte fra brannen, mens resterende 548 tusen tonn kom fra gjenoppbygging. Dette illustrer tydelig at de største miljøutslippene ved brann kommer fra gjenoppbygging. Ref. kapittel 6.1.2 så tilsvarende dette 1,7 millioner kvadratmeter smeltet sjøis i Arktis om sommeren, og det kan dermed argumenteres for at dette er et utslipp av betydning. I tillegg kan det nevnes at beregningene ikke har tatt i betraktning miljøutslipp til grunnen og utslipp pga. deponering. Dette er forhold som ville gitt en ytterligere miljøbelastning. Det presiseres at beregningene som er gjort er forenklet, og utført med formål å gi en pekepinne på hvor store CO₂ utslipp en brann kan gi.

Det er tydelig at brannsikre tiltak og brannprosjektering kan argumenteres som bærekraftige tiltak i forbindelse med definisjoner og bærekraftsmål. I tillegg, som det fremgår fra kapittel 6.1, vil en brann kunne gi betydelige utslipp, og vil i seg selv dermed ikke være bærekraftig. Brann og bærekraft er imidlertid to disipliner som kan påvirke hverandre, og må derfor vurderes sammen, på et helhetlig vis. Ref. kapittel 6.1.3 er dette noe flere artikler nevner. Dersom det går med unødvendig mye ressurser for å bygge et brannsikkert bygg, i tillegg til at det benyttes materialer som enten gir store utslipp eller direkte skader miljøet, hvor bærekraftig kan bygget være da? Det er ingen tvil om at brannsikre bygninger bidrar til den bærekraftige utviklingen, og at dette er noe myndigheter i mye større grad burde vektlegge i utforming av sine retningslinjer. Likevel kan og bør brannrådgivere idag bidra på flere områder for å ta del i den bærekraftige utviklingen.

Hvordan brannrådgiveren helt konkret kan bidra har fra litteraturen overordnet vært delt inn i to ulike perspektiver. Det ene går på hvordan håndtering av bærekraftige trender skal foregå slik at disse ikke skal gå på kompromiss med brannsikkerheten (se kapittel 8.1). Initiativet kommer gjerne først og fremst fra kunde da de etterspør bruk av en bestemt teknologi eller et bestemt materiale. Det andre perspektivet har med tiltak som brannrådgiver selv kan gjøre i sitt arbeid, og her er det brannrådgiveren som er initiativtaker. Det kan også være at initiativet om bærekraftige løsninger kommer oven i fra, men det er brannrådgiver selv som kommer med forslag til hvordan dette kan tas hensyn til i prosjekteringen. For dette perspektivet har oppgaven gjennom et omfattende litteratursøk identifisert flere tiltak som brannrådgiver kan gjøre, samt ulike verktøy som kan benyttes. Dette har videre blitt supplert gjennom forslag til tiltak fra bransjen. Det er forsøkt å lage en sammenstilling av de mest relevante tiltakene, delt inn i ulike kategorier. For utfyllende beskrivelser, samt flere og mer konkrete tiltak, henvises til kapittel 6.2 og kapittel 7.1. Tabell 5 viser de utvalgte tiltakene.

Tabell 5: Utvalgte tiltak som kan bidra til bærekraftig brannprosjektering i praksis.

I prosjekteringsteamet	Materialer	Verktøy	Konkrete tiltak
Ta opp bærekraft på et tidlig stadiet i prosjekteringen, og vise initiativ i teamet.	Melde seg på materialdiskusjonen, inneha kunnskap om ulike materialer og deres CO ₂ -avtrykk.	Risikovurdering: Mer bruk av risikovurderingen i prosjekteringen, gjøre helhetlige vurderingen for det spesifikke bygget.	Prosjektører med løsninger som har et langt og fleksibelt livsløp. Brannalarmanlegg og sprinkler er eksempelvis installasjoner som kan føre til økt fleksibilitet. Legge til rette for endret virksomhet og bruk.
Tett og tverrfaglig samarbeid i utforming av løsninger slik at alle fag blir hørt, og det kan tilrettelegges for de mest optimale løsningene – både i forbindelse med bærekraft, men også brannsikkerheten.	Være kjent med hvordan ombruk kan implementeres i prosjektet. Kjenne til relevante regelverk, og potensielle muligheter og utfordringer.	Analyseløsninger: Være mer tilbøyelig for gjennomføring av fraviksvurderinger for å oppnå bærekraftige løsninger.	Implementering av ekstra brannsikringstiltak i bygninger som brenner hyppigere.
Bli tidlig involvert i prosjektet.	Kjenne til miljøfarlige stoffer, materialer og installasjoner. Være kjent med prioriterings- og kandidatlisten.	LCA: Vite hvordan brann kan implementeres i LCA og kjenne til de ulike metodene for dette.	Vite hvor bærekraftige tiltak kan implementeres for eksisterende bygg: beholde mest mulig og heller forsterke eksisterende konstruksjon kontra rivning, ombruk av materialer og gjennomføring av helhetlige vurderinger.
Sette seg inn i miljøambisjonene til bedriftene. Vedlegg G gir en oversikt over bedrifter som har undertegnet strakstiltak fra Grønn Byggallianse. Strakstiltakene har mål å bidra til mer klima- og miljøvennlig bygging og drift.		BIM: Bruke BIM aktivt i prosjekteringen, og bruke det som et hjelpemiddel for å optimalisere ressurser og løsninger på tvers av ulike fag.	Gjøre flere forsøk for å teste nye produkter og materialer på markedet.
Utfordre kunde på alternative løsninger.		Grønn materialguide: Være kjent med denne og kunne anbefale den som et veiledende dokument for kunde.	Innarbeide bærekraft i brannkonseptet og andre maler bedriften eventuelt har. Lage gode interne veiledningsdokumenter som ivaretar bærekraft i prosjekteringen.
			Øke kunnskapen og kompetansen til avdelingen via kunnskapsdeling og fagseminarer/diskusjonsforum.

Det er selvfølgelig varierende hvor gjennomførbart de ulike tiltakene er. For eksempel er det ikke brannrådgivere selv som bestemmer når de skal bli involvert i et prosjekt. Et viktig poeng som gjelder for flere av tiltakene er imidlertid initiativ. Det å ta initiativ, og tørre å utfordre kunde og medarbeidere er viktig. Som nevnt i tabell 5 er det flere verktøy som kan benyttes. Det skal være relativt greit å gjennomføre LCA-brann vurderinger, og denne oppgaven har gitt flere metoder for hvordan dette kan gjennomføres i praksis (se kapittel 6.2.4). BIM har også blitt trukket frem som et viktig verktøy (se kapittel 6.2.5). BIM, sammen med tverrfaglig modellkontroller, gir et enda større potensiale for å luke unna feil på byggeplass og uønsket avfall, samt valg av feil materialer. Kunnskap om materialer kan gi brannrådgiver et konkurransefortrinn, og Grønn Materialguide vil være en godt veiledningsdokument i forbindelse med dette.

En stor utfordring, som nevnt i kapittel 7.3, dreier seg om incentivet for slike tiltak. Brannrådgivere kan ta så mye initiativ som de vil, og komme opp med de beste løsningene, men det har liten nytte dersom kunde ikke ønsker dette. Det er likevel små ting som kan gjøres, og der økonomi ikke utgjør en stor faktor, er det likevel tenkelig at flere av forslagene kan få gjennomslag. Det bør skje en bærekraftig holdningsendring generelt i byggebransjen, hvilket det i stor grad allerede jobbes for idag. Selv om brannrådgiver kommer fra et smalt fagfelt, bør vedkommende ta del i denne utviklingen, og informere kunde om hvordan vedkommende gjennom sitt arbeid kan bidra til mer bærekraftige bygninger.

Ombruk har blitt trukket frem som et tiltak brannrådgiver bør fremme, men dette temaet er også utfordrende å forholde seg til, og det er ingen klare retningslinjer for hvordan ombruk kan gjennomføres i praksis. Regelverket kan oppleves som delt og komplekst. Ref. kapittel 6.2.7, så utgår dokumentasjonskravet i DOK til byggevarer uten CE-merking fra 1.juli. Dette er gjort med formål å gjøre det enklere å omsette ombrukte byggevarer, men på en annen side vil dette kunne skape utfordringer fra et brannsikkerhetsperspektiv. Hovedutfordringen ligger i å bestemme brannegenskapene til produkter som ikke inneholder dokumentasjon om dette. Dokumentasjon skjer ofte gjennom branntester. Disse er som regel destruktive, hvilket innebærer at produktet ikke kan benyttes videre. Branntester egner seg dermed dårlig for ombrukte materialer. Når dokumentasjonskravet utgår, mister man et ledd i kvalitetssikringen av bruk av materialer i byggverk der materialeegenskapene er vesentlige for brannsikkerheten. I tillegg vil en slik endring gjøre det mer utfordrende å etterprøve materialvalg etter en brann, ettersom det ikke foreligger noe dokumentasjon. Hvem som er ansvarlig for dokumentasjonen vil også være forvirrende, og det er usikkert om prosjekterende har kompetanse til å vurdere ombrukte byggevarer inn i nye prosjekter. Entreprenører vil normalt heller ikke ha kompetanse til dette.

8.4 Kartlegge hvordan brannrådgivere i Norge idag forholder seg til bærekraftig brannprosjektering (delmål 4)

Ettersom bærekraftig brannprosjektering er et relativt nytt felt, har kunnskapsdeling i bransjen blitt sett på som en viktig driver, og dermed vært et eget delmål i denne oppgaven. Det er som nevnt i kapittel 7 intervjuet 11 brannrådgivere fra 11 forskjellige bedrifter. I tillegg ble det sendt ut en spørreundersøkelse hvor ytterligere 25 brannrådgivere svarte. En del av svarene er allerede innarbeidet i svar av de andre delmålene (se kapittel 8.2 og 8.3), men de følgende avsnittene oppsummeres helhetsinntrykket til bransjen.

Først og fremst var det tydelig at bransjen syntes dette var et spennende tema, og de fleste som ble intervjuet hadde mange gode ideer og tanker om hva bærekraftig brannprosjektering kunne innebære. Til tross for at rådgiverne var engasjerte, var det også tydelig at flere ikke helt visste hvor de skulle begynne, og at det i svært liten grad ble gjort rettete tiltak i deres bedrift for å fremme samspillet mellom bærekraft og brann. Flere personer fortalte at de hadde etablert grupper som skulle begynne å arbeide med dette, men at dette fremdeles var i startfasen. Et par av rådgiverne derimot, hadde kommet enda lenger på vei, og hadde allerede for alvor begynt å implementere bærekraft i brannprosjekteringen.

Flere av rådgiverne sa at bærekraft generelt holdt en sterk posisjon i deres bedrift, og fortalte at deres kunder også var opptatt av dette. Utfordringen som ble trukket frem var at brann sikkerheten ofte ligger utenfor dette perspektivet. På prosjekteringsmøter blir ikke brannrådgiver tradisjonelt involvert i miljøspørsmål, og dersom initiativet ikke kommer fra kunde, opplever flere at det er vanskelig å fremme slike løsninger. I forbindelse med dette så kunne man blant annet økt incentivet ved å implementere brann sikkerhet i de ulike sertifiseringsordningene, som diskutert i kapittel 8.2. De fleste av brannrådgiverne pekte også på regelverket som et hinder for å oppnå bærekraftig brannprosjektering, og de sa videre at veiledningen til TEK17 ikke gir noen ytelser som fremmer slik prosjektering. Imidlertid var det flere som mente at et funksjonsbasert regelverk åpner for dette, som nevnt i kapittel 8.2. De samme individene konkluderte likevel med at mange er fanget i en «gammel praksis», og at det kreves grep fra myndighetene for å øke mulighetsrommet til brannrådgiver. I forhold til ny teknologi, nevnte flere at det hadde vært gunstig med noen felles retningslinjer, men at kunnskapsdeling og kompetanse intern i bedriften har gjort at de fleste problemstillinger likevel løses. Manglende kompetanse og kunnskap, samt manglende initiativ på individnivå ble videre trukket frem som potensielle hindringer for bærekraftig brannprosjektering.

En annen utfordring dreier seg om personsikkerhet. Rådgiverne var positive til bærekraftig løsninger og teknologier, men påpekte at det viktigste alltid vil være at det er trygt nok. Utilstrekkelig dokumentasjon av løsninger eller teknologier oppleves derfor som svært uheldig av rådgiverne. Det var også flere som kviet seg for å mene noe om miljø, da det i praksis går utover eget fagfelt. Flere rådgivere påpekte videre at samarbeid i prosjekteringsteamet er nøkkelen til å ferdigstille brannsikre og bærekraftige bygg.

Det er for eksisterende bygninger at brannrådgiverne mente de hadde størst påvirkningskraft. Her mente bransjen det kunne gjøres tiltak rettet mot ombruk, tiltak som hindrer riving, og tiltak som baserer seg på et helhetlig risikobilde. Ref. kapittel 6.2.7 så setter ikke regelverket begrensinger når de ombrukte byggevarene brukes til å forsterke eller bygge det samme bygget som de opprinnelig kom fra. Dette åpner opp mulighetsrommet for brannrådgiver i arbeid med slike bygg. Regelverket for eksisterende bygninger blir imidlertid påpekt som utfordrende å forholde seg til, og flere nevnte at dette i større grad burde vært tilrettelagt for bærekraft - spesielt da potensiale er så stort for slike bygninger (som diskutert i kapittel 8.2). I gjennomgang av regelverkene som ivaretar eksisterende bygninger, er det som nevnt i kapittel 5.2.2 og 8.2 ikke funnet noe som kan tilrettelegge for bærekraftig brannprosjektering. Dette kunne enkelt blitt implementert med for eksempel å nevne bærekraft eller miljø sammen med praktisk og økonomisk, under hva som gjelder for oppgraderingsplikten: «Oppgraderingsplikten gjelder så langt den kan gjennomføres innenfor en praktisk, økonomisk og *bærekraftig* forsvarlig ramme.»

9 Konklusjon

Den overordnede problemstillingen til oppgaven er som følger:

Hvordan kan helhetlig bærekraftig brannprosjektering gjennomføres?

Dette er en bred problemstilling som har blitt delt inn i fire delmål. For at brannrådgiver skal kunne klare å gjennomføre bærekraftig brannprosjektering er disse fire perspektivene valgt ut som grunnleggende. Vedkommende bør ha kunnskap om bærekraftige teknologier og materialer, og kjenne til brannrisikoene disse kan gi, samt kunne vite hvor regelverk og veiledninger til prosjektering av disse kan finnes. Brannrådgiver bør også ha kunnskap om relevante lover, forskrifter, veiledninger, standarder og sertifiseringsordninger, og kjenne til hvor mulighetene og utfordringene for bærekraftig brannprosjektering ligger. Videre bør vedkommende ha en formening av hva begrepet innebærer, i tillegg til å ha kunnskap om tiltak og arbeid som konkret kan bli gjort i prosjekteringen. Til slutt er kunnskapsdeling i bransjen helt sentralt, og nøkkelen til videre utvikling.

- Bærekraftige teknologier og materialer, og samspillet de i mellom, kan medføre en økt brannrisiko. Selv om noen studier hevder at denne risikoen er under kontroll, er det likevel behov for mer forskning og testing av de ulike teknologiene/materialene. Oppgaven gir tiltak og litteraturanbefalinger til hvordan de ulike trendene kan tilrettelegges for i prosjekteringen.
- Det er lite i lover, forskrifter, veiledninger og standarder som tilrettelegger for bærekraftig brannprosjektering. TEK17 er funksjonbasert, hvilket åpner for bærekraftige løsninger, men bærekraft må likevel bygges mer inn i ryggraden til forskriften. Sertifiseringsordninger bør også i mye større grad implementere poeng for brannsikkerheten for å styrke incentivet til å etterspørre både tilstrekkelig brannsikkerhet men også bærekraftige brannsikringstiltak.
- En brann vil kunne gi direkte miljøutslipp fra brannen i form av ulike branngasser, utslipp til grunnen fra slokkevann, samt utslipp tilknyttet gjenoppbygging, utskifting av inventar og deponering. Brann i seg selv er dermed ikke bærekraftig. Likevel er ikke dette alene noe brannrådgivere kan lene seg på, og de kan og bør gjøre mer. Brann og bærekraft bør sees på som to nærliggende disipliner, som kan påvirke hverandre. Det er viktig at brannrådgivere selv tar initiativ og kjenner til sine påvirkningsmuligheter og de ulike verktøyene som kan benyttes. Denne oppgaven har identifisert en rekke tiltak som kan bli gjort, og har henvist til mye nyttig litteratur som gir brannrådgivere et solid grunnlag når de skal prosjektere bærekraftig.
- Det er tydelig at bærekraftig brannprosjektering er noe brannrådgiverne i Norge ønsker å oppnå. Utfordringer ligger i å kunne definere helt konkret hva det innebærer, og hvordan det kan utføres. Bedre og tydeligere retningslinjer fra myndighetene er også et sterkt ønske fra bransjen.

9.1 Veien videre

I arbeid med masteroppgaven har det blitt avdekket temaer for videre arbeid, og disse er listet opp nedenfor.

- Generelt så bør brannsikkerhet og bærekraft bli vurdert sammen i betydeligere større grad enn hva som er tilfelle i dag. Myndighetene bør lage bedre og klarere retningslinjer som åpner opp for mer bærekraftig brannprosjektering. I tillegg bør de erkjenne at brann i seg selv ikke er bærekraftig, og fremme dette som et incentiv til bedrifter, for eksempel ved å oppfordre sertifiseringsordningene til å ta dette i betraktning.
- Det er tydelig at ombruk i brannsikker prosjektering kan være utfordrende, og dette er per i dag et område brannrådgivere ikke helt har kontroll på. Ettersom ombruk og sirkulær økonomi står høyt på agendaen i dagens samfunn, er det viktig at brannrådgivere vet hvordan usikkerheten rundt slike byggevarer skal håndteres.
- I denne oppgaven er det bare valgt å intervju brannrådgivere. Samspillet mellom ulike aktører er viktig for å ferdigstille bærekraftige bygg, og det hadde derfor vært interessant å høre hva andre aktører tenker om temaet. Spesielt interessant kunne det vært og snakket med myndighetene, og de som utarbeider de ulike lovene, forskriftene, veiledningene, standardene og sertifiseringsordningene.
- Det foregår kontinuerlig forskning på samtlige av de bærekraftige trendene identifisert i denne oppgaven, og litteraturen oppdateres jevnlig. Det er fremdeles mange kunnskapshull og det er behov for mer forskning for å kunne forstå samspillet mellom trendene og brannsikkerheten.
- Denne oppgaven introduserer løsninger og verktøy som kan bli benyttet i forbindelse med bærekraftig brannprosjektering. Det kunne imidlertid vært interessant å sammenligne ulike brannsikkerhetstiltak, og beregne hvilke som gir minst miljøutslipp. Det hadde blitt for omfattende for denne oppgaven, men er et forslag til videre arbeid.

Referanser

- Andersson, P., Simonson, M. og Stripple, H. (2007). *Multifunctional Barriers for Flexible Structure*. Berlin: Springer.
- Andersson, Stefan (2022). *Samtale*. Norconsult.
- Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco og Schiavoni, Samuele (2015). «A review of unconventional sustainable building insulation materials». I: *Sustainable Materials and Technologies* vol:4, s. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>.
- Aveyard, Helen (2014). *Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide*. Open University Press.
- Barber, David (2018). «Fire safety of mass timber buildings with CLT in USA». I: *Arup*. URL: <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/2662/2509>. Hentet 10.03.2022.
- Barber, David og Gerard, Robert (2015). *Summary of the fire protection foundation report - fire safety challenges of tall wood buildings*. Fire Science Reviews. URL: <https://fire-science-reviews.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40038-015-0009-3.pdf>. Hentet 10.03.2022.
- Bartlett, Alastair mfl. (2016). «Auto-extinction of engineered timber: Application to compartment fires with exposed timber surfaces». I: *Fire Safety Journal*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.050>.
- Biteau, Hubert mfl. (2008). «Calculation Methods for the Heat Release Rate of Materials of Unknown Composition». I: *Fire Safety Science*. URL: https://www.researchgate.net/publication/250275685_Calculation_Methods_for_the_Heat_Release_Rate_of_Materials_of_Unknown_Composition#fullTextFileContent.
- Bjegovic, D. mfl. (2016). «Influence of fire barriers on fire performance of facades with combustible insulation». I: *2nd International Seminar for Fire Safety of Facades, 11-13 May 2016*. Bd. vol:46. EDP Sciences. DOI: [10.1051/mateconf/20164605006](https://doi.org/10.1051/mateconf/20164605006).
- Blueberries Consulting (2018). *In Copenhagen, green roofs are already compulsory*. URL: <https://blueberriesconsulting.com/en/en-copenhagen-ya-son-obligatorias-las-azoteas-verdes/>. Hentet 01.03.2022.
- Boger, Torunn Skofsrud (2019). *Bør du bruke Google Scholar?* URL: <https://www.hiof.no/for-ansatte/arbeidsstotte/forskningsstotte/hva-skjer-a/2019/4420.html>. Hentet 18.04.2022.
- Brandforsk (2021). *Hur påverkar bränder det hållbara samhället, och vad kan vi göra åt det? Fokus: Ekologisk hållbarhet*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BqYFCsliyLk&t=599s>. Hentet 20.05.2022.
- Brandon, Daniel og Östman, Birgit (2016). *Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings – Phase 2*. Fire Protection Research Foundation. URL: <https://www.nfpa.org/News-an>

-
- d-Research/Data-research-and-tools/Building-and-Life-Safety/Fire-Safety-Challenges-of-Tall-Wood-Buildings-Phase-2. Hentet 10.03.2022.
- Brann- og eksplosjonsvernloven (7. jan. 2002). *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)*. Lovdata. URL: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-14-20>. Hentet 22.01.2022.
- Brannmannen.no (2017). *Brannen i Asko-bygget*. URL: <https://www.brannmannen.no/brann/brannen-asko-bygget/>. Hentet 02.05.2022.
- Brannvernforeningen (2022). *Generelt om sprinkler*. URL: <https://brannvernforeningen.no/slokkeanlegg/ulike-slokkeanlegg/sprinkler/generelt-om-sprinkler/>. Hentet 13.02.2022.
- BRE Global Ltd (2021). *BREEAM International New Construction. Version 6.0*. BRE Global. URL: <https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-new-construction/?cn-reloaded=1>. Hentet 10.05.2022.
- (2022a). *About GreenBookLive*. URL: <https://www.greenbooklive.com/page.jsp?id=1>. Hentet 10.05.2022.
- (2022b). *Certification and listings*. URL: <https://bregroup.com/services/certification-and-listings/>. Hentet 10.05.2022.
- Brick (2022). *Asko fryselager*. URL: <https://www.brick.no/prosjekt/asko-fryselager>. Hentet 02.05.2022.
- Brzezińska, D. og Bryant, P. (2021). «Risk index method—a tool for building fire safety assessments». I: *Applied Sciences (Switzerland)* Vol: 11. DOI: 10.3390/app11083566.
- Bygg21 (2018). *10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder*. Bygg21 - etter oppdrag fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet. URL: https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/33019_delrapport-3a_digitalt.compressed.pdf. Hentet 01.02.2022.
- Byggstart (2022). *Bygge hus: Den komplette guiden (priser, regler, prosess)*. URL: <https://www.byggstart.no/guide/bygge-hus>. Hentet 13.02.2022.
- Byggteknisk forskrift (TEK17) (7. jan. 2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. Lovdata. URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>. Hentet 22.01.2022.
- Byggtjeneste (2022). *Hva er BREEAM/BREEAM-NOR?* URL: <https://byggtjeneste.no/breeam-nor/>. Hentet 24.01.2022.
- Bøe, Jeanette (2014). *Forvirring om LCA*. URL: <https://www.bygg.no/forvirring-om-lca/182584!/>. Hentet 20.02.2022.
- Cavalera, Giorgio mfl. (2019). *An Innovative Smart System based on IoT Technologies for Fire and Danger Situations*. 2019 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART og SUSTAINABLE TECHNOLOGIES (SPLITECH). URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8783059>. Hentet 25.03.2022.
-

-
- Cembrit (2022). *Bærekraftige bygg*. URL: <https://www.cembrit.no/verdt-a-vite/baerekraft/faq-baerekraft/baerekraftige-bygg>. Hentet 01.02.2022.
- Centre for Green Shift in the Built Environment (2022). *Green2050 – Centre for Green Shift in the Built Environment*. URL: <https://www.ntnu.edu/green2050/home>. Hentet 20.05.2022.
- Chairman (2019). *Grenfell tower inquiry*. URL: <https://www.grenfelltowerinquiry.org.uk/p-hase-1-report>. Hentet 30.03.2022.
- DGNB (2022a). *Certification requirements*. URL: <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/certification-requirements/>. Hentet 10.05.2022.
- (2022b). *Overview of the criteria*. URL: <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/criteria/>. Hentet 10.05.2022.
- (2022c). *The DGNB*. URL: <https://www.dgnb.de/en/council/>. Hentet 24.01.2022.
- DiBK (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk med veiledning*. URL: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- (2018a). *Ombruk av byggevarer – hvilke krav må oppfylles?* URL: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/ombruk-av-byggevarer--hvilke-krav-ma-oppfylles/>. Hentet 15.05.2022.
- (2018b). *Unngå helse og miljøskadelige stoffer i bygg*. URL: https://dibk.no/globalassets/miljo/publikasjoner/unnga-helse--og-miljoskadelige-stoffer-i-bygg_rev_des_2018.pdf. Hentet 15.02.2022.
- (2021a). *Ombruk av byggevarer: Høringsnotat: Forslag om endring av forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK)*. DiBK. URL: <https://dibk.no/globalassets/pdf/horingsnotat--ombruk-av-byggevarer.pdf>. Hentet 15.05.2022.
- (2021b). *Vil gjøre det enklere å bruke brukte byggevarer om igjen*. URL: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/vil-gjore-det-enklere-a-bruke-brukte-byggevarer-om-igjen/>. Hentet 15.05.2022.
- (2022a). *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning*. URL: <https://dibk.no/regelverk/sak/>. Hentet 20.05.2022.
- (2022b). *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*. URL: <https://dibk.no/regelverk/dok/>. Hentet 15.05.2022.
- Doan, Dat Tien mfl. (2017). «A critical comparison of green building rating systems». I: *Building and Environment* vol:123, s. 243–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>.
- Dokka, Tor helge mfl. (2009). *Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene!* OSLO. SINTEF Community. URL: https://www.sintef.no/globalassets/upload/sb-prrap-40_sammendrag.pdf. Hentet 19.01.2022.

-
- Drevland, Frode (2021). *Litteratursøk og referanseverktøy*. URL: <https://ntnu.blackboard.com>. Hentet 01.05.2022.
- Drivkraft Norge (2022). *Hvilke klimaavtaler har vi i Norge?* URL: <https://www.drivkraftnorge.no/klimabevissthet/overordnede-klimamal/>. Hentet 17.01.2022.
- Dryjański, Marcin mfl. (2020). *Adoption of Smart Cities with a Practical Smart Building Implementation*. IEEE Internet of Things Magazine. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9063412>. Hentet 22.03.2022.
- DSB (2016). *Veiledning til forskrift om brannforebygging*. URL: <https://www.dsb.no/lover/brannvern-brannvesen-nodnett/veiledning-til-forskrift/veiledning-til-forskrift-om-brannforebygging/>.
- (2021). *Risikovurdering og håndtering av brann i Litium-ion batterier*. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. URL: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/v-eiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/veiledere/risikovurdering_og_haadtering_av_brann_i_litium-ion_batterier.pdf. Hentet 27.03.2022.
- EBA (2019). *Vi bygger en bærekraftig fremtid*. Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg. URL: <https://www.eba.no/siteassets/bilder/rapporter-og-publikasjoner/30.09.19-eba-bolipolitikk.pdf>. Hentet 22.01.2022.
- Elias, Alexander mfl. (2017). *Gröna tak - Ur brandteknisk synvinkel*. Brandforsk. URL: https://www.brandskyddsforeningen.se/globalassets/brandforsk/brandforsk_700-161_grona_tak.pdf. Hentet 01.03.2022.
- Elsevier (2021). *Databaser etter kategori*. URL: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15534/supporthub/scopus/#tips. Hentet 15.04.2022.
- EPD Norge (2022a). *EPD-norge*. URL: https://www.epd-norge.no/?lang=no_NO. Hentet 27.03.2022.
- (2022b). *Hva er en EPD?* URL: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>. Hentet 16.05.2022.
- European Commission (2019a). *Endrer forskriften – Nå er det ombruksnæringen sin tur*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>. Hentet 20.05.2022.
- (2019b). *Energy performance of buildings directive*. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en. Hentet 15.02.2022.
- European Commission (2020). *A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives*. European Commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en. Hentet 20.05.2022.
- (2022a). *A European Green Deal*. URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en. Hentet 16.05.2022.

-
- European Commission (2022b). *EU taxonomy for sustainable activities*. URL: <https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities.en>. Hentet 17.01.2022.
- Fagerhult (2022). *Miljøsertifisering BREEAM og LEED*. URL: <https://www.fagerhult.com/no/kunnskapscenter/breeam-og-leed/>. Hentet 24.01.2022.
- Feng, Xuning mfl. (2018). «Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review». I: *Energy Storage Materials* vol:10, s. 246–267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>.
- Finans Norge (2020a). *Bygning og innbo, næring*. URL: <https://www.finansnorge.no/statistikk/skadeforsikring/bransjefordelt-skadeforsikring/bygninginnbo---naring/>. Hentet 13.02.2022.
- (2020b). *Bygning og innbo, privat*. URL: <https://www.finansnorge.no/statistikk/skadeforsikring/bransjefordelt-skadeforsikring/bygninginnbo---privat/>. Hentet 13.02.2022.
- Forskrift om brannforebygging (1. jan. 2016). *Forskrift om brannforebygging*. Lovdata. URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-12-17-1710?q=forskrift%20om%20brannforebygging>. Hentet 25.01.2022.
- Fufa, Selamawit Mamo, Flyen, Cecilie og Venås, Christoffer (2020). *Grønt er ikke bare en farge: Bærekraftige bygninger eksisterer allerede*. SINTEF. URL: https://www.sintefbok.no/book/index/1268/groent_er_ikke_bare_en_farge_baerekraftige_bygninger_eksisterer_allerede. Hentet 20.05.2022.
- Gerard, Robert, Barber, David og Wolski, Armin (2013). *Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings*. The Fire Protection Research Foundation. URL: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/RFTallWoodBuildingsPhase1.ashx>. Hentet 10.03.2022.
- Geze (2022). *Green Building – Sertifisert bærekraftig konstruksjon*. URL: <https://www.geze.no/nb/utforsk/emner/baerekraftig-bygging>. Hentet 24.01.2022.
- Granås, Stig (2021). – *70 prosent av utslippene i bygg og anlegg kommer fra nye bygg*. URL: <https://tekniskenyheter.no/artikler/aktuelt/70-prosent-av-utslippene-i-bygg-og-anlegg-kommer-fra-nye-bygg>. Hentet 13.02.2022.
- Gritz, Louis A. mfl. (2009). *The influence of Risk Factors on Sustainable Development*. FM Global Research Division. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Influence-of-Risk-Factors-on-Sustainable-Gritz-Wieczorek/be94ac33488f43751f77013390fe871ecf2a15de>. Hentet 16.02.2022.
- Grønmo, Sigmund (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Fagbokforlaget.
- Grønn Byggallianse (2019). *BREEAM-NOR 2016 for nybygg: teknisk manual*. BRE group. URL: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/BREEAM-NOR-v6.0_NOR.pdf. Hentet 03.02.2022.
-

-
- Grønn Byggallianse (2020a). *BREEAM In-Use Internasjonal - Teknisk manual: Boligbygg Norsk oversettelse*. BRE Global. URL: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/10/NO_BIU-Internasjonal-Boligbygg_V6.0.0.pdf. Hentet 10.05.2022.
- (2020b). *BREEAM In-Use Internasjonal - Teknisk manual: Næringsbygg Norsk oversettelse*. BRE Global. URL: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/05/BREEAM-In-Use-Internasjonal-manual-Naeringsbygg-V6.0.0.pdf>. Hentet 10.05.2022.
- (2022a). *BREEAM-NOR v6.0 for nybygg*. BRE Global. URL: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/BREEAM-NOR-v6.0_NOR.pdf. Hentet 10.05.2022.
- (2022b). *Bygningsmassen*. URL: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bygg-og-anlegg/statistikk/bygningsmassen>. Hentet 13.02.2022.
- (2022c). *Klimakur for bygg og eiendom*. URL: <https://byggalliansen.no/kunnskapssejter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/#1610543721156-39143120-001d>. Hentet 13.02.2022.
- (2022d). *Om BREEAM In-Use*. URL: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam-in-use/>. Hentet 10.05.2022.
- Hadj, M. (2020). «The Fire Risk in Green Building Caused by Photovoltaic Installations». I: vol:102. DOI: 10.1007/978-3-030-37207-1_49.
- Hagen, Rolf mfl. (2021). *Grønn Materialguide*. Grønn Byggallianse og Context AS. URL: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/09/Gronn-Materialguide-v3_1-002.pdf. Hentet 27.03.2022.
- Haram, Synnøve (2019a). *Nye verktøy for brannteknisk prosjektering og analyse*. URL: <https://www.brennaktuelt.no/brann-brannforebygging-brannradgivning/nye-verktoy-for-brannteknisk-prosjektering-og-analyse/101447>. Hentet 24.01.2022.
- (2019b). *Snart mulig å fjerne forurenset vann og jord etter brannsløkking*. URL: <https://www.brennaktuelt.no/brannforskning-brannsikkerhet-brannsløkking/snart-mulig-a-fjerne-forurenset-vann-og-jord-etter-brannsløkking/101156>. Hentet 13.02.2022.
- Hauan, Håkon (2022). *Bærekraftig Brannsikkerhet – en del av Quality Norway dagene 2022*. URL: <https://qualitynorway.no/kurs/baerekraftig-brannsikkerhet-en-del-av-qn-dagene/>. Fant sted den 02.03.2022.
- Helle, Knut-Erik (2022). *Hva får jeg for et tonn CO2?* URL: <https://www.framtiden.no/gronne-tips/spor-oss/hva-far-jeg-for-et-tonn-co2.html>. Hentet 13.02.2022.
- Hill, Callum (2015). *Environmental Product Declaration*. Aspen Aerogels Inc. URL: <https://greenbuildingencyclopaedia.uk/wp-content/uploads/2015/12/Spaceloft-EPD.pdf>. Hentet 27.03.2022.
- Hoskins, B. L. og Homer, J. (17. mar. 2015). «Effects of Green Roofs on Fire Safety». I: *American Society of Civil Engineers*, s. 514–523. DOI: 10.1061/9780784479070.045.
-

-
- Huang, Wen (2016). *Reflections on the Development of Green Construction*. Wuhan Business Univ., Wuhan, China. URL: <https://ascelibrary.org/doi/epdf/10.1061/9780784480274.076>. Hentet 25.03.2022.
- Hurley, Morgan J. mfl. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Springer.
- Idun (2022). *What is LEED?* URL: https://idunrealestate.com/leed-certificate/?gclid=Cj0KCQiAjJOQBhCkARIsAEKMtO1sWE7aj9Z1m00uM93NGFTTHdORwtoIKpQn5nszYmGRd2EUVh-5FPeYaAsk-EALw_wcB. Hentet 24.01.2022.
- Jacobsen, Dag Ingvar (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm AS.
- (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Cappelen Damm AS.
- Johannessen, Asbjørn, Tuft, Per Arne og Kristoffersen, Line (2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt.
- Jomaas, Grunde og Kristensen, Jens Steemann (2018). «Experimental Study of the Fire Behaviour on Flat Roof Constructions with Multiple Photovoltaic (PV) Panels». I: *DTU Civil Engineering*. DOI: 10.1007/s10694-018-0772-5.
- Jomaas, Grunde, Kristensen, Jens Steemann og Merci, Bart (2017). «Fire-induced reradiation underneath photovoltaic arrays on flatroofs». I: DOI: 10.1007/978-3-030-37207-1_49.
- Karlsson, Bjorn og Quintiere, James (1999). *Enclosure Fire Dynamics*. 1. utg. England: CRC Press Inc.
- Kilvær, Lasse mfl. (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer*. DiBK. URL: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_r-esirqel-2019.pdf. Hentet 15.05.2022.
- Klakegg, Ole Jonny (2004). *Målformulering i store statlige investeringsprosjekt*. URL: <http://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept%206%20Malformulering.pdf>. Hentet 23.01.2022.
- Kleppe, Gunn Iren (2022). *Mange fordeler med grønne tak og vegger*. URL: <https://www.innovasjonvekstogforskning.no/2020/09/01/mange-fordeler-med-gronne-tak-og-vegger/>. Hentet 01.03.2022.
- Kommunal- og distriktsdepartementet (2021). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. URL: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>. Hentet 22.01.2022.
- Kristensen, Jens Steemann (jul. 2016). «Photovoltaic installations on warehouse buildings - an experimental study of the propagation of fire». I: *DTU Civil Engineering*. DOI: 10.13140/RG.2.2.29598.18248.
- kbt (2022). *Faguttrykk på nett*. URL: <http://www.kbt.no/>. Hentet 16.05.2022.
- Kvale, Steinar og Brinkmann, Svend (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. Gyldendal.

-
- Landgren, Mathilde mfl. (15. mar. 2019). «Informing sustainable building design: The importance of visualizing technical information and quantifying architectural decisions». I: *International Journal of Architectural Research* vol:13. DOI: 10.1108/ARCH-12-2018-0025.
- Larsen, Rune og Bjølseth, Thomas (2017). *Brann i ASKO fryselager*. URL: <https://docplayer.me/108020114-Brann-i-asko-fryselager-rune-larsen-brannsjef-thomas-bjolseth-brannmester.html>. Hentet 02.05.2022.
- Laukamp, Herman mfl. (2013). «PV fire hazard - analysis and assesment of fire incidents». I: URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/conference-paper/28-eupvsec-2013/Laukamp_5BV771.pdf.
- LCA (2022). *Hva er LCA?* URL: <https://lca.no/hva-er-lca/>. Hentet 20.02.2022.
- LCA.no (2022). *Livsløpsvurderinger – Grønn konkurransekraft*. URL: <https://lca.no/>. Hentet 16.05.2022.
- Lecocq, Amandine mfl. (2016). «Scenario-based prediction of Li-ion batteries fire-induced toxicity». I: *Journal of Power Sources* vol:316, s. 197–206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2016.02.090>.
- Li, Fang, Jensen, Rolf og Reiss, Martin (2013). «Fire and Life safety Challenges in Sustainable Tall Building Design». I: *International Journal of High-Rise Buildings* Vol:2. URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2274-fire-life-safety-challenges-in-sustainable-tall-building-design.pdf>.
- Lin, S. mfl. (2021). «Extinction of Wood Fire: A Near-Limit Blue Flame Above Hot Smoldering Surface». I: DOI: 10.1007/s10694-021-01146-6.
- Lindmark, Guri M. og Røe, Kristine Gjerstad (2019). *Sustainability report*. Multiconsult. URL: <https://www.multiconsultgroup.com/assets/Multiconsult-Sustainability-Report-2020.pdf>. Hentet 15.02.2022.
- Linge, Geir Nordal (2021). *Hva er egentlig BIM*. URL: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-bim/>. Hentet 22.03.2022.
- LPCB (2022). *About the Red Book*. URL: <https://www.redbooklive.com/page.jsp?id=441>. Hentet 10.05.2022.
- M. Klippel, A. Just (2018). *Guidance document – Fire design of CLT including best practise*. COST FP 1404. URL: <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ibk/costfp1404-dam/dissemination-documents/N223-07-Guidance%20on%20Fire%20design%20of%20CLT%20including%20best%20practise.pdf>. Hentet 11.03.2022.
- M.Palumbo, J.Formosa og A.M.Lacasta (2015). «Thermal degradation and fire behaviour of thermal insulation materials based on food crop by-products». I: *Construction and Building Materials* vol:79, s. 34–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.028>.

-
- Martin, Drew, Tomida, Mai og Meacham, Brian (2015). *Environmental impact of fire*. Fire Science Reviews. URL: <https://firesciencereviews.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40038-016-0014-1.pdf>. Hentet 20.05.2022.
- Mathisen, Stian (2021). *Hvor mye sparer jeg klimaet og miljøet med elbil?* URL: <https://blogg.fortum.no/sparer-miljoet-elbil>. Hentet 12.02.2022.
- McGregor, Cameron James (2013). *Contribution of cross laminated timber panels to room fires*. Department of Civil og Environmental Engineering Carleton University. URL: https://curve.carleton.ca/system/files/etd/a2ebdee2-7ae7-4139-ad58-236c5f2c0fc2/etd_pdf/0b7a69db7e11094e1eb07cf632cb4b9d/mcgregor-contributionofcrosslaminatedtimberpanelsto.pdf. Hentet 10.03.2022.
- McNamee, Margaret mfl. (2021). *Hållbar hantering av byggavfall - återbruk av brandklassade produkter*. Lund University. URL: <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/9841bb5e-3e1b-4295-9daa-ed79f524dc67/FinalReport/SBUF%2014009%20Sutrapport%20H%C3%A5llbar%20hantering%20av%20byggavfall%20%C3%A5terbruk%20av%20brandklassade%20produkter.pdf>. Hentet 15.05.2022.
- Meacham, Brian og McNamee, Margaret (2020). *Fire Safety Challenges of 'Green' Buildings and Attributes*. Fire Protection Research Foundation. URL: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/Building-and-Life-Safety/Fire-Safety-Challenges-of-Green-Buildings>. Hentet 14.02.2022.
- Meacham, Brian, Poole, Brandon mfl. (2012). *Fire Safety Challenges of Green Buildings*. Fire Protection Research Foundation. URL: https://www.researchgate.net/publication/342503673_Fire_Safety_Challenges_of_Green_Buildings_Final_Report. Hentet 15.02.2022.
- Meraner, Christoph, Li, Tian og Meliá, Cristina Sanfeliu (2021). *Avgassing fra litium-ion batterier i hjemmet*. RISE Research Institutes of Sweden. URL: <https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/andre-rapporter/rapport---avgassing-fra-litium-ion-batterier-i-hjemmet.pdf>. Hentet 27.03.2022.
- Messerschmidt, Birgitte (2022). *Samtale*. NFPA.
- Mikalsen, Ragni Fjellgaard mfl. (2019). *Energieffektive bygg og brannsikkerhet*. Sverige. RISE Research Institutes of Sweden. URL: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/andre-rapporter/rise-rapport-2019_2-energieffektive-bygg-og-brannsikkerhet.cleaned.pdf. Hentet 22.01.2022.
- Miljø Direktoratet (2021). *Erstatte farlige kjemikalier (substitusjon)*. URL: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/for-naringsliv/erstatte-farlige-kjemikalier-substitusjon/>. Hentet 15.02.2022.
- (2022). *Kandidatlista i Reach (SVHC-lista)*. URL: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/reach/reach-kandidatlista-svhc-lista/>. Hentet 15.02.2022.
- Miljøfyrtårn (2022a). *Dette er miljøfyrtårn: Sertifisering og miljøledelse*. URL: <https://www.miljofyrtarn.no/virksomhet/om-oss/dette-er-miljofyrtarn/>. Hentet 24.01.2022.
-

-
- Miljøfyrtårn (2022b). *Slik unngår du grønnvasking*. URL: <https://www.miljofyrtarn.no/slik-unngar-du-gronnvasking/>. Hentet 16.05.2022.
- Miljøstatus (2021a). *Bromerte flammehemmere*. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/bromerte-flammehemmere/>. Hentet 15.02.2022.
- (2021b). *Den norske prioritetslista*. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/om-prioriterte-miljogifter/>. Hentet 15.02.2022.
- (2021c). *Fosfororganiske flammehemmere*. URL: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/fosfororganiske-flammehemmere/>. Hentet 15.02.2022.
- Mohamed, Hend Maamoun (2016). «Fire and life safety approach in green buildings». I: *Qatar Green Building Conference*. DOI: 10.5339/qproc.2016.qgbc.22.
- Mæhlum, Mari (2021). *Prosjektoppgave: Bærekraftig brannprosjektering*. NTNU.
- Naturvernforbundet (2022). *Konsekvenser av global oppvarming*. URL: <https://naturvernforbundet.no/klima/konsekvenser-av-global-oppvarming/category974.html>. Hentet 17.01.2022.
- NEK (2019). *Energilagring i vinden*. URL: <https://www.nek.no/energilagring-i-vinden/>. Hentet 27.03.2022.
- Nelfo mfl. (2021). *Batterisystemer i boliger*. Nelfo. URL: <https://drbv.no/wp-content/uploads/2021/03/Batterisystemer-i-boliger-Versjon-2.pdf>. Hentet 27.03.2022.
- NEM (2019). *Veiledning for forskningsetisk og vitenskapelig vurdering av kvalitative forskningsprosjekt innen medisin og helsefag*. URL: <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/med-helse/vurdering-av-kvalitative-forskningsprosjekt-innen-medisin-og-helsefag/>. Hentet 15.04.2022.
- NFSN (2020). *Seminar - Sustainability Assessment*.
- (2021). *NFSN Workshop sep30_2021*. URL: <https://aalto.cloud.panopto.eu/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=3dffc449-ca3a-4142-9c70-adb300b6a788>. Hentet 20.05.2022.
- NHO (2022). *EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans*. URL: https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/#_ftn2. Hentet 17.01.2022.
- Nordløyken, Per Gunnar, Sesseng, Christian og Wormdahl, Espen D. (2016). *Energibesparende bygg og brannsikkerhet*. SP Fire Research AS. URL: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/energibesparende-bygg-og-brannsikkerhet_sp-fire-research_2016.pdf. Hentet 27.03.2022.
- Norsk Gjenvinning (2017). *Avfall med bromerte flammehemmere*. URL: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/farlig-avfall/avfall-med-bromerte-flammehemmer/>. Hentet 15.02.2022.
-

-
- Norsk solenergiforening (2022). *Solceller*. URL: <https://www.solenergi.no/solstrm>. Hentet 10.03.2022.
- NTNU (2021a). *Databaser etter kategori*. URL: https://bibsyst-almaprmo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/dbsearch?query=contains,dbcategori,&tab=jsearch_slot&sortby=title&vid=NTNU_UB&lang=no_NO&offset=0&databases=category,naturvitenskap_teknologi%E2%94%80bygg.konstruksjonsteknikk. Hentet 15.04.2022.
- (2021b). *Finne kilder*. URL: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder>. Hentet 18.04.2022.
- (2022). *Datainnsamling*. URL: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/datainnsamling>. Hentet 20.05.2022.
- NVE (2019). *Energilagring*. URL: <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk-effektivisering-og-teknologier/energilagring/>. Hentet 25.03.2022.
- Nysted, Fredrik (2018). *Tillämpningsstöd vid brandteknisk dimensionering av höga Br0-byggnader med förnyelsebara material (trä)*. Briab Brand and Riskingenjörerna AB. URL: <https://brandskyddslaget.se/rapporter/SBUF-13371-Sammanfattning-av-Verifiering-av-%20brandskydd-i-%20Br0-byggnad.pdf>. Hentet 11.03.2022.
- Olsson, Nils og Göras, Therése (2018). *Hållbart brandskydd*. Bengt Dahlgren AB.
- Page, Matthew J. (2021). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. BMC. URL: https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71?gclid=Cj0KCQjwnNyUBhCZARIsAI9AYIHTNqkIWSun98LhDEARz3Ovkyd-9HGQ17yl6nRNKbYf saYAI0ozSClaAhu8EALw_wcB. Hentet 18.04.2022.
- Peck, Sean T.McKenna Nicola Jones Gabrielle mfl. (2019). «Fire behaviour of modern façade materials – Understanding the Grenfell Tower fire». I: *Journal of Hazardous Materials* vol:368, s. 115–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.077>.
- Produktkontrollloven – prodktrl (1. sep. 1977). *Lov om kontroll med produkter og forbrukertjenester (produktkontrollloven)*. Lovdata. URL: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1976-06-11-79>. Hentet 15.02.2022.
- Quality Norway (2022). *Bærekraftig Brannsikkerhet – en del av Quality Norway dagene 2022*. URL: <https://qualitynorway.no/kurs/baerekraftig-brannsikkerhet-en-del-av-qn-dagene/>. Hentet 20.05.2022.
- Rahardjo, Hary Agus og Prihanton, Morry (2020). «The most critical issues and challenges of fire safety for building sustainability in Jakarta». I: *Dept. of Civil Engineering, Universitas Persada Indonesia Y.A.I., Indonesia* vol:29. DOI: 10.1016/j.job.2019.101133.
- Regjeringen (2021a). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. URL: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>. Hentet 17.01.2022.
-

-
- Regjeringen (2021b). *Meld. St. 13 (2020–2021)*. URL: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/?ch=1>. Hentet 17.01.2022.
- Reitan, Nina K., Friquin, Kathinka L. og Mikalsen, Ragni F. (2019). *Brannsikkerhet ved bruk av krysslaminert massivtre i bygninger – en litteraturstudie*. RISE Research Institutes of Sweden. URL: <https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2019/20385brannsikkerhet-ved-bruk-av-klr-rapport-9-2019.pdf>. Hentet 10.03.2022.
- Robbins, A.P. (2012). *Building Sustainability and Fire-Safety Design Interactions*. BRANZ. URL: https://d39d3mj7qio96p.cloudfront.net/media/documents/SR269_Building_sustainability_and_fire-safety_design_interaction_scoping_study.pdf. Hentet 14.02.2022.
- Roberts, B.C., Webber, M.E. og Ezekoye, O.A. (2014). «A multi-objective fire safety and sustainability screening tool for specifying insulation materials». I: *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition* vol:8A. DOI: 10.1115/IMECE2014-38593.
- (2016). «Why and How the Sustainable Building Community Should Embrace Fire Safety». I: *Current Sustainable/Renewable Energy Reports* vol:3. DOI: 10.1007/s40518-016-0060-2.
- Rolstadås, Asbjørn (2020). *mål (prosjektledelse)*. URL: https://snl.no/m%C3%A5l-_prosjektledelse. Hentet 23.01.2022.
- Ronquillo, Gerard, Hopkin, Danny og Spearpoint, Michael (1. sep. 2021). «Review of large-scale fire tests on cross-laminated timber». I: *Journal of Fire Sciences* vol:39, s. 327–369. DOI: 10.1177/073490412111034460.
- FN-sambandet (2020). *Parisavtalen*. URL: <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>. Hentet 17.01.2022.
- (2021). *Bærekraftig utvikling*. URL: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>. Hentet 18.01.2022.
- (2022). *Klimaendringer*. URL: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>. Hentet 17.01.2022.
- Sander, Kjetil (2022). *Forskningsdesign*. URL: <https://estudie.no/hva-er-forskningsdesign/>. Hentet 15.04.2022.
- Singhal, Sumit (2017). *Plug-In City 75 Paris in France by Studio Malka Architecture*. URL: <https://www10.aecafe.com/blogs/arch-showcase/2017/03/16/plug-in-city-paris-france-by-malka-architecture/>. Hentet 01.03.2022.
- SINTEF (2015). *Byggforskserien 470.102 Metodiske valg og problemstillinger ved livsløpdivurderinger (LCA)*. Oslo: SINTEF Community.
- (2019). *Brannsikkerhet og solcelleanlegg*. URL: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2019/brannsikkerhet-og-solcelleanlegg/>. Hentet 10.03.2022.
- (2020a). *Byggforskserien 471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer*. Oslo: SINTEF Community.
-

-
- SINTEF (2020b). *Byggforskserien 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper*. Oslo: SINTEF Community.
- (nov. 2021a). *Byggforskserien 321.025 Brannsikkerhet. Prosjektering, utførelse og kontroll*. Oslo: SINTEF Community.
- (2021b). *Byggforskserien 321.231 Prosjektering av solcelleanlegg på bygninger*. Oslo: SINTEF Community.
- (nov. 2021c). *Byggforskserien 520.322 Brannmotstand for vegger av tre, mur og betong*. Oslo: SINTEF Community.
- (2021d). *Energilagring*. URL: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2021/er-litiumbatterier-brannfarlige/>. Hentet 25.03.2022.
- Standard Norge (2010). *NS-EN 1995-1-2:2004+NA:2010 - Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner - Del 1-2: Brannteknisk dimensjonering*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=689423>. Hentet 11.03.2022.
- (2014). *SN-INSTA/TS 950:2014 - Analytisk brannteknisk prosjektering - Komparativ metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=692000>. Hentet 23.01.2022.
- (2015). *NS 3840:2015 - Grønne tak - Planlegging, prosjektering, utførelse, skjøtsel og drift - Ekstensive tak*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=790391>. Hentet 01.03.2022.
- (2016). *NS-EN 13501-2:2016 - Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 2: Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving, unntatt ventilasjonssystemer*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=832925>. Hentet 11.03.2022.
- (2018). *NEK 400:2018 - Elektriske lavspenningsinstallasjoner*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=976000>. Hentet 11.03.2022.
- (2019). *NS-EN 13501-2:2016 - Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 2: Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving, unntatt ventilasjonssystemer*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1091300>. Hentet 20.05.2022.
- (2021). *NS 3901:2012 - Risikovurdering av brann i byggverk*. URL: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=532801>. Hentet 23.01.2022.
- (2022). *Bærekraftige byggverk*. URL: <https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/barekraftige-byggverk/>. Hentet 01.02.2022.
-

-
- Statistisk sentralbyrå (2021). *Brann- og ulykkesvern*. URL: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bolig-og-boforhold/statistikk/brann-og-ulukkesvern>. Hentet 12.02.2022.
- Statkraft (2022). *Solkraft*. URL: https://www.statkraft.no/var-virksomhet/solkraft/?gclid=CjwKCAjwxOCRBhA8EiwA0X8hiyjBENE58leHevGonaKqDLV6uzYonhNuPOjgUDgCVGW7te-iJFv4xBoCCR4QAvD_BwE. Hentet 10.03.2022.
- Steen-Hansen, Anne (2020a). *Brannfenomenet*. Hentet 12.02.2022 fra blackboard.
- (2020b). *TBA4175: Brannregelverk*. URL: <https://ntnu.blackboard.com>. Hentet 22.01.2022.
- Steen-Hansen, Anne, Mikalsen, Ragni Fjellgaard og Jensen, Ulla Eidissen (2018). «Smouldering Combustion in Loose-Fill Wood Fibre Thermal Insulation: An Experimental Study». I: *Fire Technology* vol:54, s. 1585–1608. DOI: 10.1007/s10694-018-0757-4.
- Storesund, Karolina mfl. (2020). *Slokkevannsmengder*. SINTEF. URL: <https://dibk.no/globalassets/brann-og-konstruksjoner/rapport-nbla13126-slokkevann.1.pdf>. Hentet 12.02.2022.
- Strand, Sindre Sverdrup (2022). *Endrer forskriften – Nå er det ombruksnæringen sin tur*. URL: <https://www.bygg.no/ender-forskriften-na-er-det-ombruksnaeringen-sin-tur/149832!/>. Hentet 20.05.2022.
- Stølen, Reidar, Mikalsen, Ragni Fjellgaard og Stensaas, Jan Paul (2018). *Solcelleteknologi og brannsikkerhet*. Sverige. RISE Research Institutes of Sweden. URL: https://dibk.no/globalassets/publikasjoner_og_rapporter22/solcelleteknologi-og-brannsikkerhet_rise_fire_research_2018. Hentet 22.01.2022.
- Sucharew, Heidi (2019). *Methods for Research Evidence Synthesis: The Scoping Review Approach*. URL: <https://www.journalofhospitalmedicine.com/jhospmed/article/202729/hospital-medicine/methods-research-evidence-synthesis-scoping-review>. Hentet 15.04.2022.
- Svanemerket (2022). *Miljøsertifisering med Svanemerket*. URL: <https://svanemerket.no/miljosertifisering/>. Hentet 24.01.2022.
- Sweden Green Building Council (2017). *BREEAM-SE Nybyggnad*. SGBC og BRE Global. URL: <https://www.sgbc.se/app/uploads/2018/06/BREEAM-SE-2017-1.1-Swedish-version.pdf>. Hentet 10.05.2022.
- Tang, Shu mfl. (2019). «A review of building information modeling (BIM) and the internet of things(IoT) devices integration: Present status and future trends». I: *Automation in Construction*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.020>.
- The European Parliament og the Council of the European Union (2010). *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*. Official Journal of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>. Hentet 20.05.2022.
-

-
- The European Parliament og the Council of the European Union (2012). *Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*. Official Journal of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027>. Hentet 20.05.2022.
- El-tilsynsloven (24. mai 1929). *Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven)*. Lovdata. URL: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1929-05-24-4?q=eltilsynsloven>. Hentet 25.01.2022.
- Topcamp (2022). *The Mjøstårnet Tower*. URL: <https://topcamp.no/en/mjostarnet-tower>. Hentet 10.03.2022.
- TreFokus (2021). *Massivtre*. URL: <http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/byggesystemer/massivtre>. Hentet 10.03.2022.
- U.S Green Building Council (2021). *Leed v4.1 building design and construction*. LEED. URL: <https://www.usgbc.org/leed/v41>. Hentet 10.05.2022.
- Uggerud, Einar (2020). *forkulling*. URL: <https://snl.no/forkulling>. Hentet 16.05.2022.
- UNIT (2021). *Oria søketjeneste*. URL: <https://www.unit.no/tjenester/oria-soketjeneste>. Hentet 18.04.2022.
- USN (2021). *Google Scholar*. URL: <https://bibliotek.usn.no/oppgaveskriving/sokeveiledning/artikler/google-scholar-article81640-6657.html>. Hentet 15.04.2022.
- Utdanningsforskning (2020). *Hva er en fagfelleverdert artikkel?* URL: <https://utdanningsforskning.no/artikler/2016/hva-er-fagfelleverdert-artikkel/>. Hentet 18.04.2022.
- Vecchiarelli, Tracy (2012). *Fire safety in a sustainable world*. Fire Protection Research Foundation. URL: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Resources/Emergency-Responders/Job-tools-and-resources/NFPA-and-sustainability/Fire-safety-in-a-sustainable-world>. Hentet 14.02.2022.
- Werther, Norman mfl. (2016). *Detailing of CLT with Respect to Fire Resistance*. Technical University of Munich. URL: https://www.researchgate.net/publication/339780188_Detailing_of_CLT_with_Respect_to_Fire_Resistance#fullTextFileContent. Hentet 10.03.2022.
- Wieczorek, Christopher J. (2019). *Grenfell: The perfect Formula for Tragedy*. FM Global. URL: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/sgs-floriaan-s3-bucket/wp-content/uploads/2019/07/23113839/FM_Global_Whitepaper-Grenfell_Tower_Fire.pdf. Hentet 30.03.2022.
- Wohlin, Claes (2014). *Guidelines for Snowballing in Systematic Literature Studies and a Replication in Software Engineering*. Blekinge Institute of Technology. URL: <https://www.wohlin.eu/ease14.pdf>. Hentet 18.04.2022.

-
- World Green Building Council (2013). *The businesscase for green building*. URL: https://www.worldgbc.org/sites/default/files/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11-2.pdf. Hentet 15.02.2022.
- Wormdahl, Espen Daaland mfl. (2017). *Brannsikkerhet i bygg med massivtre*. SP Fire Research AS. URL: <https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/spfr-a16-20229-brannsikkerhet-i-bygg-med-massivtre-spfr-2017.pdf>. Hentet 10.03.2022.
- WWF (2021). *Ny FN-rapport slår klimaalarm: vi velger fremtiden vår nå*. URL: https://www.wwf.no/nyheter/ny-fn-rapport-slaar-klimaalarm?utm_source=1400&gclid=Cj0KCCQiArt6PBhCoARIsAMF5wahmw8I9hCcWIk4r6eOV-I-TL6aGoHDYOqQLUTaaZdbGT0DtCg8xDVMaAmqDEALw_wcB. Hentet 17.01.2022.
- (2022). *Klimaendringer*. URL: <https://www.wwf.no/klima-og-energi/klimaendringer>. Hentet 17.01.2022.
- Zero (2022). *Bygg og anlegg*. URL: <https://zero.no/fagomrade/bygg-og-anlegg/>. Hentet 17.01.2022.
- Zheng, Wenbo og Chen, Jianguo (2018). *Effect of BIM Technology on Green Buildings*. School of Economics og Management, Tongji Univ., Shanghai, China. URL: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784481721.013>. Hentet 25.03.2022.
- Östman, Birgit (2010). *Fire safety in timber buildings - Technical guideline for Europe*. SP Technical Research Institute of Sweden. URL: https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/Fire_Timber_Ch_5-7.pdf. Hentet 11.03.2022.
- Östman, Birgit, Brandon, Daniel og Frantzich, Håkan (2017). «Fire safety engineering in timber buildings». I: *Fire Safety Journal*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.05.002>.
- Östman, Birgit, Schmid, Joachim mfl. (2018). *Fire design of CLT in Europe*. ETH Zurich, UT Tallinn University of Technology, Technical University of Munich og RISE Research Institutes of Sweden. URL: <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/2650/2508>. Hentet 10.03.2022.
- Aanesland (2021). *Fremtiden bygges i limtre*. URL: <http://aaneslandlimtre.no/produkter>. Hentet 27.03.2022.

Vedlegg

A Intervjuguide

Hensikt

Denne intervjuguiden er utarbeidet for å kunne hente inn data for å besvare problemstillingen i emnet TBA4521 Bygnings- og materialteknikk, masteroppgave. Problemstillingen til oppgaven er «Hvordan kan helhetlig bærekraftig brannprosjektering gjennomføres?», og et av delmålene til oppgaven går ut på å finne ut av hvordan bransjen stiller seg til tematikken.

Innledning

- Ønske personen velkommen og takke for at vedkommende tar seg tid til intervjuet
- Informere om hensikten til oppgaven og intervjuet
- Fortelle at dataene blir anonymisert, og spørre om tillatelse for å ta opp intervjuet
- Gi en kort gjennomgang av hva intervjuet skal handle om og hvordan det skal foregå

Oppvarmingsspørsmål

- Hvor lenge har du jobbet innenfor dette fagfeltet?

Hovedspørsmål

1. *Hva innebærer bærekraftig brannprosjektering for deg? Hva tenker du på når du hører dette?*
2. *Tenker du at brannprosjektering i seg selv er bærekraftig? Isåfall hvordan/hvordan ikke?*
3. *Har dere fokus på bærekraft når dere prosjekterer, isåfall på hvilken måte?*
4. *Opplever dere at det er et ønske fra deres kunder å bygge mer bærekraftig?*
5. *På hvilken måte er det utfordrende og forholde seg til ny teknologi som brannrådgiver? Solceller, batterilagringssystemer, grønne vegger og tak, massivtre, osv.*
6. *På hvilken måte er regelverk med veiledninger og standarder til hjelp eller til hinder for dere når dere skal prosjektere bærekraftige brannsikre bygninger?*
7. *Hva tenker du er den største utfordringer for brannrådgivere for å oppnå bærekraftig prosjektering?*
8. *Hvilke tiltak/hva kan bli gjort konkret for å brannprosjekttere på en mer bærekraftig måte?*
9. *Har du noen tanker eller forslag til hvordan det kan tas bærekraftig valg for eksisterende bygg, sett fra en brannrådgivers ståsted?*
10. *Er risikovurdering et verktøy som dere bruker i sammenheng med bærekraftig brannprosjektering? På hvilken måte?*

Avsluttende spørsmål

- Har du mer å tilføye som er relevant for temaet og oppgaven som vi ikke allerede har snakket om?

B Godkjenning fra NSD

09.05.2022, 14:51

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



Vurdering

Referansenummer

714365

Prosjekttittel

Bærekraftig brannprosjektering

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for ingeniørvitenskap / Institutt for bygg- og miljøteknikk

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Kathinka Leikanger Friquin, kathinka.friquin@sintef.no, tlf: 48151158

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Mari Mæhlum, 48263294, tlf: 48263294

Prosjektperiode

15.01.2022 - 10.06.2022

Vurdering (1)

03.03.2022 - Vurdert

<https://meldeskjema.nsd.no/vurdering/61f92a05-9a9c-4d3e-ac12-d35fcc04d83e>

1/3

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg 03.03.2022. Behandlingen kan starte.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 10.06.2022.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18) og dataportabilitet (art. 20).

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema> Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp underveis og ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Kontaktperson hos NSD: Olav Rosness, rådgiver.

Lykke til med prosjektet!

C Informasjonsskriv med samtykkeerklæring

Vil du delta i mastergraden min om *Bærekraftig brannprosjektering*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt for min masteroppgave ved NTNU hvor formålet er å sette brann og bærekraft i rett perspektiv for brannrådgivere. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med denne oppgaven er å belyse temaet brann og bærekraft på brannrådgivere og masterstudenter og informere om viktig tema og vinklinger som kan gjøre at vedkommende får mer kunnskap om hvordan han/hun kan prosjektere på en bærekraftig måte. Helt konkret er det et ønske om at oppgaven skal fungere som et hjelpemiddel for rådgiverne og det er også et ønske om at oppgaven ender ut i et produkt som kan benyttes ved slik prosjektering, f.eks. gjennom en sjekkliste.

Den overordnede problemstillingen til oppgaven er «Hvordan tilrettelegge for bærekraftig brannprosjektering», og ett av forskningsspørsmålene handler om hvordan brannrådgivere forholder seg til temaet i praksis, og hvilke tiltak de eventuelt implementerer. Det er dette jeg vil forsøke finne ut av gjennom intervjuer.

Jeg studerer bygg- og miljøteknikk på NTNU, med fordypning i brannteknikk og oppgaven min er en masteroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du har fått spørsmål om å delta da du selv er brannrådgiver/eller du er brannrådgiver som allerede kan litt om temaet brann og bærekraft. Det har i sum blitt kontaktet 11 selskaper. Måten jeg har fått tak i din kontaktinformasjon er enten ved å ha ringt et sentralbord, fått tips fra veiledere eller å ha funnet mailen selv på hjemmesiden til deres bedrift.

Hva innebærer det for deg å delta?

Gjennomføringen av dette vil skje via et ustrukturert dybdeintervju, hvor jeg har noen temaer/spørsmål jeg ønsker å komme gjennom. Det blir mer en flytende dialog, hvor vi snakker og reflekterer rundt temaet. Ettersom dette er tilfelle ønsker jeg gjerne ha med en lydopptaker slik at jeg kan gå tilbake og høre senere. Det er estimert at intervjuet vil ta rundt 1 time.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Det er kun jeg som vil ha tilgang på materialet, og datamaterialet vil bli lagret på en forskningsserver som kun jeg har tilgang til.

Deltakere vil ikke kunne gjenkjennes i det ferdige produktet, bare deres tanker og refleksjoner.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 11.juni. Personopplysninger og opptak vil da slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Kathinka Leikanger Friquin ved NTNU: tlf: 481 51 158 eller kathinka.friquin@sintef.no
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, tlf: 93079038 eller thomas.helgesen@ntnu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Kathinka Leikanger Friquin

(Forsker/veileder)

Mari Mæhlum

(Student)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

D Spørsmål fra digital spørreundersøkelse

Bærekraftig brannprosjektering

Skjemabeskrivelse

Hva assosierer du med begrepet "bærekraftig brannprosjektering" ? Hva tenker du dette innebærer?

Lang svartekst

Tenker du at brannprosjektering og brannsikkerhet i seg selv er bærekraftig? Isåfall hvordan er det det/hvordan er det ikke det?

Lang svartekst

Hvilke konkrete tiltak/løsninger kan implementeres i prosjekteringen for å oppnå "bærekraftig brannprosjektering"?

Lang svartekst

Tenker du at regelverket med veiledninger og standarder legger til rette for/er til hinder for "bærekraftig brannprosjektering"? Isåfall på hvilken måte?

Lang svartekst

Hva tenker du er de største utfordringene for å kunne oppnå "bærekraftig brannprosjektering" ?

Lang svartekst

E Sjekkliste i DGNB sin sertifiseringsordning



EVALUATION

Fire safety is evaluated based on a checklist. A maximum of 100 points can be attained. For a positive evaluation of these indicators, the design documents must clearly demonstrate that the minimum standards have been achieved. Note that the building inspection authority allows for alternative fire safety concepts and permits deviations from the valid building regulation under certain conditions.

NOTE: Buildings that are without basic fire safety features and do not comply with local building regulations cannot be certified.

ADVICE: The checklist points of indicators 2 and 3 can only be achieved if the additional measures are not mandatory. This means when additional measures are voluntary options which are not part of the local building regulation or compensation measures as part of the fire safety plan. Other local fire safety features of the design and structure (indicator 2) or of the technical building system (indicator 3) not listed below could be considered after consultation from DGNB experts.

NO.	INDICATOR	POINTS
1	Fire safety certificate	max. 50
	Consumer market Shopping centre Department stores Logistics Production Office Education Residential Hotel Assembly buildings	
	Fire safety features have been designed in accordance with the local building regulations, or deviations from local building regulations have been approved by the relevant authorities and meet the required safety level.	
2	Additional fire safety features of the design and structure	max. 60
	Consumer market Shopping centre Department stores Logistics Production Office Education Residential Hotel Assembly buildings	
	■ Creating smaller fire and smoke compartments	10
	■ Providing direct external access to fire alarm centre and equipment room / fire brigade control panel, or fire brigade information system.	5
	■ Providing escape routes which are at least 20% shorter than the maximum permissible length	10
	■ Providing escape routes which are at least 25% wider than the minimum required width.	10
	■ Installing a photoluminescent guiding pathway close to the ground	10
	■ Installing self-closing panic locks/bolts on the building entrance doors or emergency exit doors	10
	■ Providing a glass panel on all doors on escape routes	5



3 Additional fire safety features of the technical building system

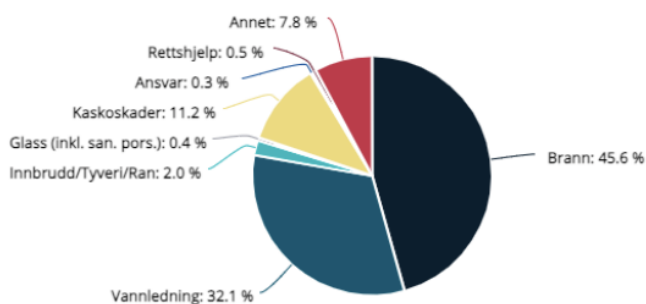
	Consumer market	Shopping centre	Department stores	Logistics	Production	max.
	Office	Education	Residential	Hotel	Assembly buildings	100
■	Installing a comprehensive fire reporting and alarm system beyond the extent required by building regulations					15
■	Installing a dynamic escape and rescue guidance system					12.5
■	Increasing illumination of safety lighting (at least 10 Lux)					7.5
■	Fitting smoke extraction systems with air vents / air supply apertures that open automatically.					7.5
■	Installing an additional (i.e. not required) automatic fire extinguishing system (e.g. sprinkler system)					12.5
■	Implementing the automatic fire extinguishing system as a low pressure water mist extinguishing system					7.5
■	Implementing the automatic fire extinguishing system as a high pressure water mist extinguishing system					12.5
■	Equipping the building with a radio system tuned to the Emergency services bandwidth and linked to the fire brigade where this is not required by building regulations					7.5
■	Installing safety equipment e.g. fire extinguishers, wall hydrants, emergency buttons with photoluminescent materials when this is not already required by fire safety regulations					2.5
■	Installing a lift for the fire brigade or designating a planned passenger lift as a fire brigade lift when this is not already required by building regulations					15

F Beregning av erstatningssum fra brann i 2021

Bygning og innbo, næring

For næringsbygg og løssøre i 2021, er antall meldte skader rundt 48 000. Anslått erstatning for året er 6 milliarder kroner.

Erstatningsfordeling 2021



Kilde: Finans Norge

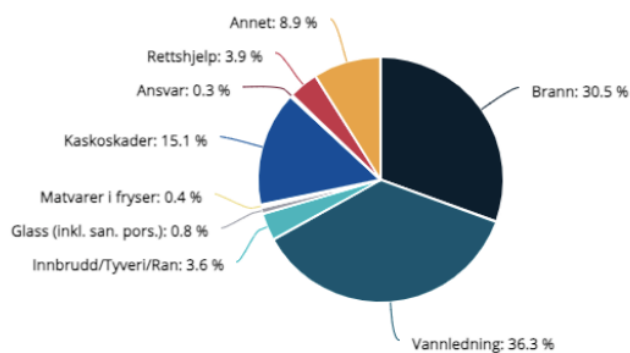
Erstatningssum på grunn av brann:

$$6\,000\,000\,000 * 0,456 = 2\,736\,000\,000$$

Bygning og innbo, privat

I 2021 ble det meldt inn 470 000 større og mindre erstatningstilfeller på boliger. Anslåtte erstatninger i overkant av 9 milliarder kroner.

Erstatningsfordeling 2021



Kilde: Finans Norge

Erstatningssum på grunn av brann:

$$9\,000\,000\,000 * 0,305 = 2\,745\,000\,000$$

Total erstatningssum grunnet brann i 2021:

$$2\,736\,000\,000 + 2\,745\,000\,000 = 5\,481\,000\,000$$

G Bedrifter som har skrevet under strakstiltak for utbyggere og byggeiere fra Grønn Byggallianse

Aktører som har underskrevet strakstiltak for utbyggere og byggeiere fra Grønn Byggallianse			
Privat eiendomsselskap	Forvaltere	Offentlige eiendomsselskap	Boligutviklere
<ul style="list-style-type: none"> • Aberdeen Investment • Anthon B Nilsen • Arbeidernes Økonomiske Fellesorganisasjon • Aspelin Ramm • Avantor • Bane NOR Eiendom • Backer • Bache Prosjekt • Braathen Eiendom • Bulk Industrial Real Estate • DNB Næringseiendom • Entra • Fabritius Gruppen • Ferd Eiendom • Fram Eiendom • GC Rieber • Høegh Eiendom • Hundholmen Byutvikling • J.B Uglund Eiendom • Klavness Marine • KLP Eiendom • Linstow • Mallin Eiendom • Mustad Eiendom • Møller Eiendom • NCC Property Development • Neptune Properties • Nordea Liv • Norgesgruppen Eiendom • OBOS Næring • Oslo AreaL • Oslo Pensjonsforsikring • Oslo S Utvikling • Oxer eiendom • Profier • R. Kjeldsberg • R8 Property • Schage Eiendom • SEFF Holding • Selvaag Eiendom • Skanska Commercial Development • Storebrand • Studentsamskipnaden SiO • Ticon Eiendom • Værste 	<ul style="list-style-type: none"> • Malling & Co • Newsec Basale • Union Gruppen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bærum kommune eiendom • Forsvarsbygg • Helse Sør-Øst • Kultur- og Idrettsbygg • Omsorgsbygg • Siva Eiendom Holding • Statsbygg • Universitetet i Oslo Eiendom • Undervisningsbygg 	<ul style="list-style-type: none"> • AF Eiendom • Avantor (bolig) • Diakonhjemmet (bolig) • Ferd Eiendom (bolig) • Folksom (bolig) • Fredensborg Bolig (bolig) • Nordr (bolig) • OBOS Nye hjem (bolig) • Oslo S Utvikling (bolig) • Pilares (bolig) • Stor-Oslo Eiendom (bolig) • Skanska (bolig) • Ticon Eiendom (bolig) • USBL (bolig)

