



Foto: Kristian Hox (SP Fire Research AS)

Illustrasjon: Grafonaut / Direktoratet for byggkvalitet

Rømning i brann

Funksjonen til ulike visuelle ledesystemer

Karolina Storesund, Ragni F. Mikalsen, Herbjørg
M. Ishol




VERSJON 1	DATO 2014-09-30	NØKKEWORD: Brann Rømning i brann Ledesystemer Rømningsveier Regelverk
FORFATTER(E) Karolina Storesund, Ragni F. Mikalsen, Herbjørg M. Ishol		
OPPDRAGSGIVER(E) Direktoratet for byggkvalitet Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap	OPPGRADSGIVERS REF. Vidar Stenstad Lars Haugrud	
PROSJEKTNR. 107621	ANTALLSIDER OG VEDLEGG: 46 + 2 vedlegg	

SAMMENDRAG

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

Prosjektet har bakgrunn i at myndighetene har mottatt mange spørsmål om krav til ytelser, ytelsesnivå, preaksepterte ytelser og referanser til ulike standarder med hensyn til installasjon av ledesystemer, som viser at det er mye usikkerhet og uenighet blant aktørene.

Et mål med prosjektet har vært å dokumentere det teoretiske grunnlaget som bør tas hensyn til ved vurdering av ytelser med tilhørende ytelsesnivå som veiledning til byggt teknisk forskrift angir til et ledesystem.

UTARBEIDET AV Karolina Storesund	SIGNATUR 		
KONTROLLERT AV Anne Steen-Hansen	SIGNATUR 		
GODKJENT AV Paul Halle Zahl Pedersen	SIGNATUR 		
RAPPORTNR. SPFR A14113	ISBN 978-82-14-00130-3	GRADERING Åpen	GRADERING DENNE SIDE Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
0	2014-06-27	Første utkast for kommentar
1	2014-09-30	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	5
Aktiviteter	5
Konklusjoner og anbefalinger	5
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunn	10
1.2 Målsetning	10
1.3 Metoder	10
1.4 Begrensninger	10
1.5 Hypoteser	11
1.6 Definisjoner	11
2 Introduksjon ledesystemer	12
3 Styrende dokumenter; Norsk regelverk, standarder og bransjeveiledning	14
3.1 Introduksjon og metodebeskrivelse	14
3.2 Byggteknisk forskrift med veiledning	14
3.3 Arbeidsplassforskriften	15
3.4 Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn	16
3.5 NS 3926 del 1-3:2009: Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk 17	17
3.6 NS-EN 1838:2013: Anvendt belysning, nødbelysning	18
3.7 NEK EN 50172:2004: Nørdlyssystemer for rømningsveier	19
3.8 Bransjeveiledninger og andre relevante ressurser	20
3.9 Metodekritikk	21
3.10 Diskusjon – styrende dokumenter	21
4 Faglitteratur om egenskaper og funksjon til ledesystemer og relaterte systemer	26
4.1 Introduksjon og metodebeskrivelse	26
4.2 Ledesystemer- Plassering og systemvalg, med og uten røyk	26
4.3 Ledesystemer som erstatning for tradisjonell nørdlysmarking	30
4.4 Mørklagte rømningsveier- kan etterlysede ledesystemer brukes?	34
4.5 Gjennomføring av forsøk på ledesystemer	34
4.6 Metodekritikk	35
4.7 Diskusjon – gjennomgått faglitteratur	35
5 Kartlegging av bransjens problemstillinger	38
5.1 Introduksjon og metodebeskrivelse	38
5.2 Metodekritikk	38
5.3 Diskusjon av resultatene fra workshopen	38
6 Overordnet diskusjon og konklusjoner	40
6.1 Gjennomgang av faglitteratur	40
6.2 Vurdering av hypotesene	40
6.3 Oppsummering av uklårheter i styrende dokumenter	42
6.4 Behov for videre undersøkelser – anbefaling til eksperimenter	42
Referanser	44

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A – Deltakerliste workshop

Vedlegg B – Referat fra workshop, med hensyn til kommentarer fra deltakere i etterkant

SAMMENDRAG

Dette prosjektet er utført på oppdrag fra Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Bakgrunnen er at myndighetene har mottatt mange spørsmål om krav til ytelser, ytelsesnivå, preaksepterte ytelser og referanser til ulike standarder med hensyn til installasjon av ledesystemer, som viser at det er mye usikkerhet og uenighet blant aktørene.

Prosjektet har hatt som målsetning å dokumentere det teoretiske grunnlaget som bør tas hensyn til ved vurdering av ytelser med tilhørende ytelsesnivå som veiledning til byggt teknisk forskrift angir til et ledesystem. En målsetning har også vært å kartlegge eventuelle mangler ved styrende dokumenter som regelverk, standarder og veiledninger. Det er tydelig at det er mange og motstridende meninger om funksjon og bruksområde til ulike systemer. Denne rapporten vil ikke gi alle svarene på disse problemstillingene, eller anbefale hvilke system som bør brukes i hvilke bruksområder. Rapporten gir imidlertid en oversikt over hvorfor dette fagområdet er uoversiktlig, og forslag til hvordan dette bør løses. Den viser også på hvilke områder det er behov for mer kunnskap, slik at vurdering av ulike løsninger for ledesystemer kan gjøres med basis i dokumentert forskning.

Aktiviteter

Prosjektet har vært relativt begrenset, og har i hovedsak inkludert tre aktiviteter:

- Litteraturstudie av norsk regelverk, standarder og andre bransjerelaterte dokumenter.
- Litteraturstudie av publisert forskning om ledesystemer.
- Workshop med representanter for interessenter (produsenter av henholdsvis elektriske og etterlysende ledesystemer, samt rådgivere).

Konklusjoner og anbefalinger

Gjennomgang av regelverk

De tre forskriftene byggt teknisk forskrift (TEK10), forskrift om brannforebygging og arbeidsplassforskriften, med veiledninger og kommentarer samt relevante standarder, inneholder uklarheter og motstridende krav til ytelser og ytelsesnivåer. En del av problemstillingen har vist seg å bestå i tolkning av ulik ordlyd og begreper i regelverk og andre styrende dokumenter.

På bakgrunn av gjennomgangen konkluderer vi med at det er behov for å samle regelverket og harmonisere begreper og henvisninger bedre. Dette gjelder også veiledninger til forskriftene, slik at det kun er én forskrift med veiledning som stiller ytelseskrav når det gjelder rømning i brann. Det er videre behov for en klargjøring av hvilke ord og uttrykk som skal brukes, og å få på plass tydeligere definisjoner av disse. Dette vil bidra til mindre rom for feiloppfatning av regelverket.

For å unngå diskriminering av enkelte system, og for å ta høyde for at produkter og systemer kan utvikle seg og endres i fremtiden, ser vi det som fornuftig å ikke bare ha "millimeterkrav" i regelverket. Det burde også stilles funksjonskrav til ledeeffekten til ulike system.

Videre er det viktig å tydeliggjøre hvordan kontrastforholdet mellom markeringsskilt og omgivelsene skal måles, og hva kriteriene skal være.

Verken teknisk forskrift med veiledning, eller standardene NS 3926 og NS-EN 1838 omhandler metode for dokumentasjon av optisk røyktetthet. Dette vanskeliggjør prosjektering, ettersom akseptkriterier for optisk røyktetthet eller andre forhold som hindrer rømning ikke er angitt. Det anbefales at VTEK10 inneholder konkrete akseptkriterier, eller at det tas initiativ til en veiledning eller utvikling av en beregningsmetode som kan bidra til at forventet røyktetthet i rømningsvei kan dokumenteres på en god måte. Alternativt kan det henvises til relevant standard på området, dersom det finnes.

Gjennomgang av faglitteratur

I gjennomgangen av faglitteratur på området, ble det funnet en del studier som kan bidra til å dokumentere det teoretiske grunnlaget for ytelseskrav til et ledesystem. Det ble også avdekket flere store kunnskapshull. En oppsummering av de viktigste funnene fra litteraturgjennomgangen, og anbefalinger til videre arbeid for å tette kunnskapshullene, er gitt nedenfor.

- Ledeeffekten av sammenhengende kontinuerlig merking ser ut til å være viktigere for rømning i brannrøyk enn forhold som plassering og belyningsstyrke.
- Lavt monterte ledelinjer (elektriske eller etterlysende) gir like rask eller raskere evakuering enn høyt plassert punktmerking.

På bakgrunn av gjennomgangen konkluderer vi med at kravet til ledesystemer i dagens regelverk er på sin plass. Sammenhengende kontinuerlig merking gjør at rømning i tilfelle brann går like raskt eller raskere enn med kun høytsittende punktmerking. Videre tyder forskning beskrevet i denne rapporten på at ledeneffekten av sammenhengende kontinuerlig merking ser ut til å være viktigere enn plassering og belyningsstyrke. Ifølge VTEK10 må ledesystemet omfatte ledelinjer i form av lavtsittende komponenter. Vi konkluderer med at kravet til lavtsittende ledelinjer i dagens regelverk fungerer slik det er, men at det er behov for videre undersøkelser for å undersøke hvorvidt også høytsittende ledelinjer kan fungere like godt. Effekten av ulike plasseringer bør undersøkes nærmere før ordlyden i regelverket eventuelt endres.

I NS 3926-1:2009 anbefales det at det ikke benyttes elektriske komponenter i kombinasjon med etterlysende komponenter i samme branncelle. I dette prosjektet er det ikke funnet studier som omhandler kombinasjon av disse to typene i samme branncelle. Det er heller ikke funnet studier som undersøker en eventuell blendingseffekt. Det anbefales at det gjennomføres en kombinasjonsstudie for å undersøke funksjonen til ledesystem hvor to typer komponenter brukes, og at resultatene fra studien brukes som grunnlag for anbefalinger i standarden.

Det bør gjennomføres et systematisk studie for å få på plass et objektivt system for vurdering av funksjonen til ulike ledesystemer, uavhengig av om komponentene i systemet er elektriske, etterlysende eller består av andre løsninger. En slik funksjonsbasert testmetode vil kunne dokumentere *ledeneffekten* til et ledesystem, altså hvor fort folk kommer seg til et sikkert sted, fremfor kun belyningsstyrke.

Det er behov for studier av rømning fra store rom med store folkemasser. Slike studier kan være viktig underlag for vurdering av hvilke ytelseskrav som bør stilles i regelverket.

Det anbefales at videre studier undersøker systemer med etterlysende materialer som brukes kommersielt i dag, og at man unngår forsøk med eldre typer materialer som ikke lenger er i bruk.

Anbefalinger vedrørende ordlyd:

Figur 1 gir en oversikt over vår anbefaling om hvilke ord og uttrykk som bør brukes innenfor fagfeltet, og i hvilken sammenheng. Noen av ordene i figuren, som ledesystem, er allerede tydelig definert. Andre er enten brukt på ulike måter, eller mangler en definisjon. Under følger en liste over våre anbefalinger til bruk og definisjon av ord.

Ledelinje:

Det er viktig å få på plass en entydig og tydelig definisjon av ledelinjebegrepet. Definisjonen bør ta med at både etterlysende og elektriske komponenter er inkludert i begrepet.

Forslag til ny definisjon:

Ledelinje: Lett synlige komponenter plassert langs en linje og utgjør en del av det visuelle ledesystemet. Komponenter i en ledelinje kan være belyste, gjennomlyste eller etterlysende, og linjen skal oppfattes som kontinuerlig.

Markeringslys og markeringsskilt:

Det er i dag noe ulik bruk av ordet markeringslys. Det anbefales at ordet markeringslys ikke lenger brukes, men inkluderes innunder *markeringsskilt*. Begrep som *elektrisk markeringsskilt (belyst eller gjennomlyst)* kan brukes dersom det er behov for å presisere at det er snakk om elektriske komponenter.

Forslag til ny definisjon:

Markeringsskilt: Belyst, gjennomlyst eller etterlysende skilt som er en del av et ledesystem. Markerer utgang.

Retningsskilt og henvisningsskilt:

Begge begreper brukes om samme skilt. Dette bør unngås. VTEK10 benytter begrepet retningsskilt, og det anbefales at dette benyttes overalt.

Forslag til ny definisjon:

Retningsskilt: Belyst, gjennomlyst eller etterlysende skilt som er en del av et ledesystem. Viser vei til utgang der det ikke er mulig å se skiltet som markerer utgangen.

Ledelys:

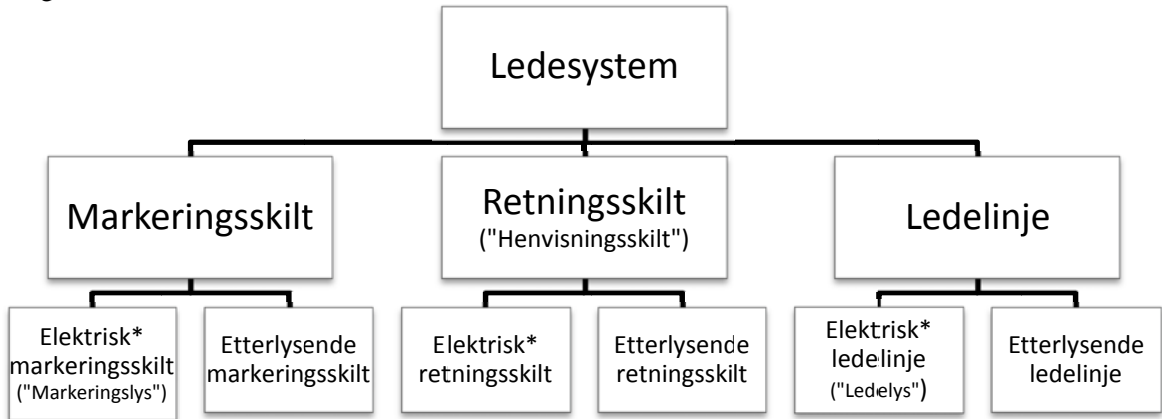
Begrepet brukes flere steder, uten en entydig definisjon. Problematikken rundt begrepet oppstår når ordet "lede" kombineres med ordet "lys", da et lys ikke nødvendigvis vil lede noen steder, men vil lyse opp et rom. Selv om begrepet er godt innarbeidet i bransjen, anbefales det at et annet egnet begrep benyttes der belysning skal lyse opp et areal, mens komponenter som skal lede personer til et trygt sted skal omtales innunder ledesystembegrepet som *ledelinje*. Begrep som *elektrisk ledelinje (belyst eller gjennomlyst)* kan brukes dersom det er behov for å presisere at det er snakk om elektriske komponenter.

Nødllys:

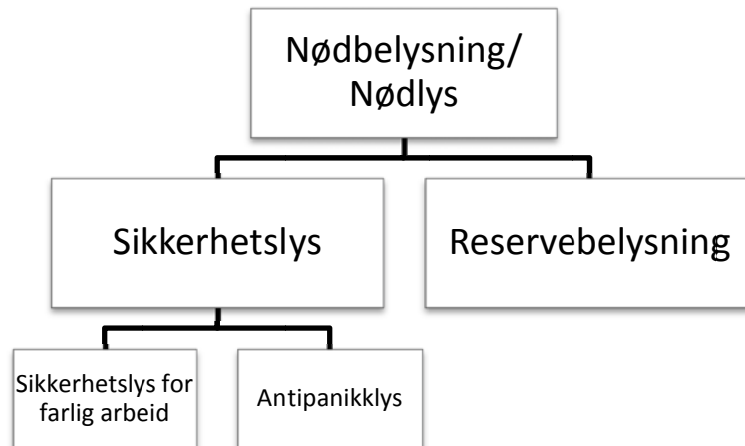
Begrepene nødllys, nødbelysning, rømningslys og rømningsveilys brukes om hverandre. Engelsk litteratur skiller på disse, men det mangler tydelige norske definisjoner. Dette er viktig å få på plass, ettersom begrepene oppfattes som utydelige - til og med innad i

bransjen. En norsk definisjon av ordene bør være veldig tydelig på om dette er synonymer eller helt adskilte begrep. Videre anbefaler vi at begrepene nødbelysning og nødlys holdes adskilt fra begrepet ledesystem, slik det er illustrert i Figur 1. Dette bør tas til følge i regelverket, for eksempel i ordlyden i VTEK10 der ledesystem omtales.

Figur 1a



Figur 1b



Figur 1: Ord og uttrykk i sin sammenheng, basert på gjennomgangen i rapporten. Ledesystem (Figur 1a) og nødbelysning (Figur 1b). Figur basert på referanse [1], [2]. *Eksternt belyst eller gjennomlyst

Utfyllende informasjon om figuren:

- Figur 1a er basert på tekst i VTEK10, men begrepet nødlys er skilt ut i en egen figur.
- Figur 1b er basert på figur fra KBT. Sikkerhetslys er av KBT delt inn i tre underkategorier, deriblant "rømningsveily", som igjen er delt inn i markeringslys og ledelys. Disse er elektriske versjoner av markeringsskilt og ledelinjer og omfattes derfor av begrepet ledesystem (se Figur 1a).
- Ord i anførselstegn: Anbefales at ikke lengre brukes. Noen begrep har tidligere blitt omtalt med to ulike ord, her er begge tatt med for å gi en oversikt.
- Figuren skal leses som at et ledesystem *kan* bestå av markeringsskilt, retningskilt eller ledelinjer, ikke nødvendigvis alle samtidig.
- Denne rapporten omhandler ledesystem. Nødbelysning/nødlys er her tatt med her for å tydeliggjøre forskjellen mellom dette og ledesystem. Definisjoner innenfor nødbelysning og nødlys er utenfor rapportens omfang.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag av Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

Prosjektet har bakgrunn i spørsmål fra rådgiverbransjen og produktleverandører om hva som er de gjeldende krav til ytelser og ytelsesnivåer, preaksepterte løsninger og referanser til ulike standarder med hensyn til installasjon av ledesystemer, som viser at det er mye usikkerhet og uenighet blant aktørene. Det oppgis blant annet at ordlyd i regelverk og standarder er diskriminerende mot spesifikke systemer, og at noen deler av teksten og definisjoner er utydelige eller motsier hverandre.

1.2 Målsetning

Prosjektet har hatt som målsetning å dokumentere det teoretiske grunnlaget som bør tas hensyn til ved vurdering av ytelser med tilhørende ytelsesnivå som veiledning til byggt teknisk forskrift angir til et ledesystem. Med utgangspunkt i innspill fra DiBK og DSB, er det formulert noen hypoteser, se avsnitt 1.5. Målsetningen er å prøve disse hypotesene på et teoretisk grunnlag ved hjelp av en litteraturstudie av forskning på området. Med tanke på bakgrunnen til prosjektet har vi funnet det hensiktsmessig å kommentere utydeligheter og motsigelser mellom ulike regelverk og standarder. Det er også en målsetning å vurdere eksisterende publisert forskning, slik at konkrete områder hvor det mangler kunnskap kan defineres, og slik at vi eventuelt kan foreslå videre forskningsbehov.

1.3 Metoder

Aktivitetene i prosjektet kan oppsummeres i de følgende punktene:

- Kartlegging og sammendrag av styrende dokumenter:
 - Norsk regelverk
 - Standarder
 - Bransjeveiledning
- Kartlegging av forskning på egenskaper og funksjon til ledesystemer
 - Faglitteratur på området
- Kartlegging av problemstillinger og utfordringer i bransjen ved en workshop med representanter for ulike interessenter innenfor temaet.

1.4 Begrensninger

Prosjektet avgrenses til å omfatte visuelle ledesystemer i landbaserte byggverk, da dette er begrensningen til NS 3926 som veiledningen (VTEK10) til teknisk forskrift (TEK10) baserer de preaksepterte ytelsene på.

Prosjektet avgrenses videre til å omfatte rømningstekniske vurderinger i tilfelle brann, ettersom kapittel 11 i TEK10 omhandler sikkerhet ved brann.

Prosjektet omhandler ikke risikovurderinger, energi- eller miljøhensyn, pålitelighet og robusthet til ulike ledesystemer, kostnads- eller levetidsvurderinger ved installering og drift, evakuering som følge av andre hendelser enn brann, eller problemstillinger knyttet

til universell utforming. Prosjektet inneholder ikke forsøksserier eller undersøkelser utover kartleggingen beskrevet i avsnitt 1.3.

1.5 Hypoteser

Ut fra problemstillingen som er utgangspunkt for prosjektet, er innledningsvis følgende hypoteser satt opp:

1. Et høytsittende elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavtsittende etterlysende system.
2. Høytsittende nøddlys kan ikke erstattes av lavtsittende elektrisk eller etterlysende merking.
3. Det er ikke tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk.
4. Etterlysende ledesystemer fungerer ikke der rømningsveiene normalt er mørklagt.

1.6 Definisjoner

Forkortelser/akronymer	Definisjon/ betydning
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
EN	Europeisk standard
NEK	Norsk Elektroteknisk Komité
NS	Norsk Standard
REN	Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk av 1997
TEK10	Forskrift om tekniske krav til byggverk av 2010 (byggteknisk forskrift)
VTEK10	Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk av 2010

Begrep	Definisjon/ betydning
Belysningsstyrke (illuminance)	Mengde lys som når en overflate. Oppgis i lux (lx). Måleenhet er lumen per kvadratmeter (lm/m^2) [3]
Brannobjekt	Enhver bygning, konstruksjon, anlegg, opplag, tunnel, virksomhet, område m.m. hvor brann kan oppstå og true liv, helse, miljø eller materielle verdier [4].
Etterlysende materiale	Materiale med evne til å oppta, lagre og avgi lysenergi [5].
Luminans	Mål på hvor lys en flate er. Måleenhet er candela per kvadratmeter (cd/m^2) [5] (The luminous intensity or the brightness of a light source[3]).
Luminanskontrast	Relativ forskjell i luminans mellom tiliggende flater [5].

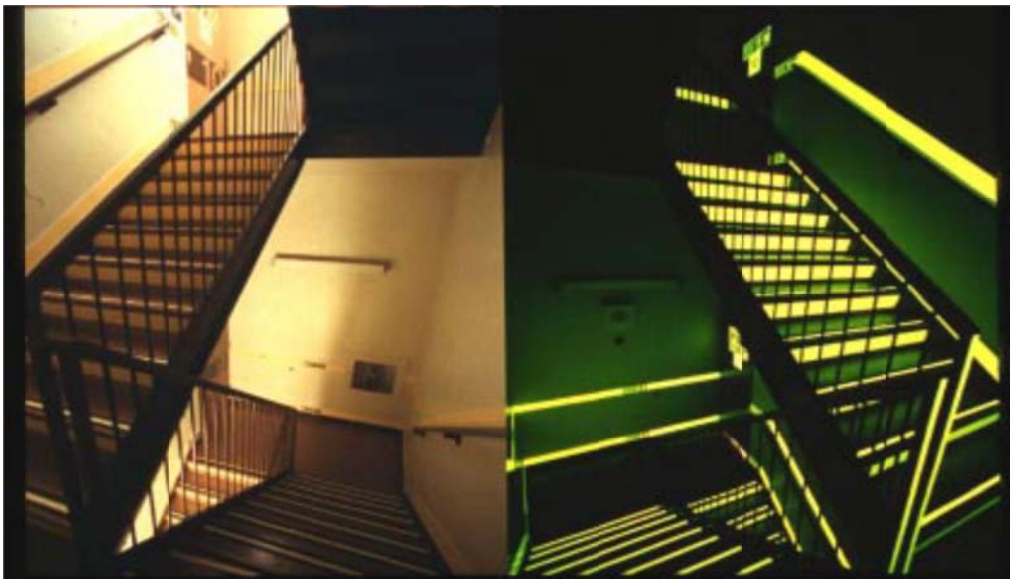
2 Introduksjon ledesystemer

Et ledesystem skal vise vei slik at folk kommer seg raskt og trygt til et sikkert sted i nødssituasjoner [5]. Et visuelt ledesystem kan bestå av markeringsskilt, retningskilt eller ledelinjer som er gjennomlyste, belyste eller etterlysende [4]. Andre typer ledesystemer kan inkludere taleinformasjon eller følbare merking av for eksempel rekkverk, trapper eller gulv [4].

Elektriske ledesystemer er basert på komponenter som er koblet til strøm, og som har en lyskilde (lysrør, lysdiode eller lignende). Lyskilden tenes automatisk ved svikt i strømforsyning til normalbelysningen, eller inngår i normalbelysningen, men med backup slik at den fortsetter å lyse selv om strømtilførselen opphører [6]. Komponentene skal gi tilstrekkelig lys til og i rømningsveier. En komponent i et elektrisk basert ledesystem har som regel et støttesystem dersom strømforsyningen til komponenten svikter, i form av en lokal batteribackup lokalisert innad i komponenten, tilkobling til en sentral batteribackup, og/eller tilkobling til andre deler av strømmettet. Komponentene i et elektrisk basert ledesystem kan være individuelt satt opp, eller koblet sammen via kommunikasjonssystemer. Dersom disse er koblet sammen, er det mulig å styre dem sentralt, enten for å justere luminansnivå etter behov, eller for å loggføre komponenten. Den sentrale styringen er i mange tilfeller mulig å gjennomføre også trådløst, avhengig av systemets oppbygging.

Det er lengst tradisjon i Norge for å bruke elektrisk baserte belysningsløsninger i bygninger på land, og utviklingen har gått fra å bruke glødepærer, via lysstoffrør til dagens komponenter som oftest er basert på LED-system. I følge produsenters hjemmesider går utviklingen på markedet i retning av markeringsskilt og ledelys som, samtidig som de har korrekt utforming og ytelse i henhold til regelverket, også har et design som passer inn i byggets arkitektur.

Etterlysende ledesystemer er basert på komponenter (skilt, plaststriper, maling eller annet) som består av "selvlysende", eller luminescerende materialer [3]. Luminescerende materialer fungerer slik at når de belyses med lys med en viss energi, så vil materialet sende ut fotoner som er i den synlige delen av det elektromagnetiske spekteret. Det menneskelige øyet kan se disse fotonene, og vi oppfatter det som at det luminescerende materialet gløder [7]. Dette er en kontinuerlig prosess, og de etterlysende materialene gløder så snart de har mottatt nok lys med riktig energi. Materialene kan fortsette å sende ut fotoner (lys) i mørket, så lenge materialet har mottatt nok lysenergi før lyset ble slått av [3]. Sammenlignet med normal rombelysning, er glødingen fra det luminescerende materialet ganske svak, så i de fleste tilfeller vil det menneskelige øye først oppfatte glødingen når lyset slås av. Figur 2-1 viser et eksempel på dette. Det etterlysende ledesystemet gløder like sterkt på begge bilder, men det synes bedre for det menneskelige øye når lyset er avslått.



Figur 2-1: Eksempel på trapperom med installert etterlysende markeringsskilt og ledelinjer. I trapperommet til venstre er lyset på (74 lux), til høyre er lyset avslått [8].

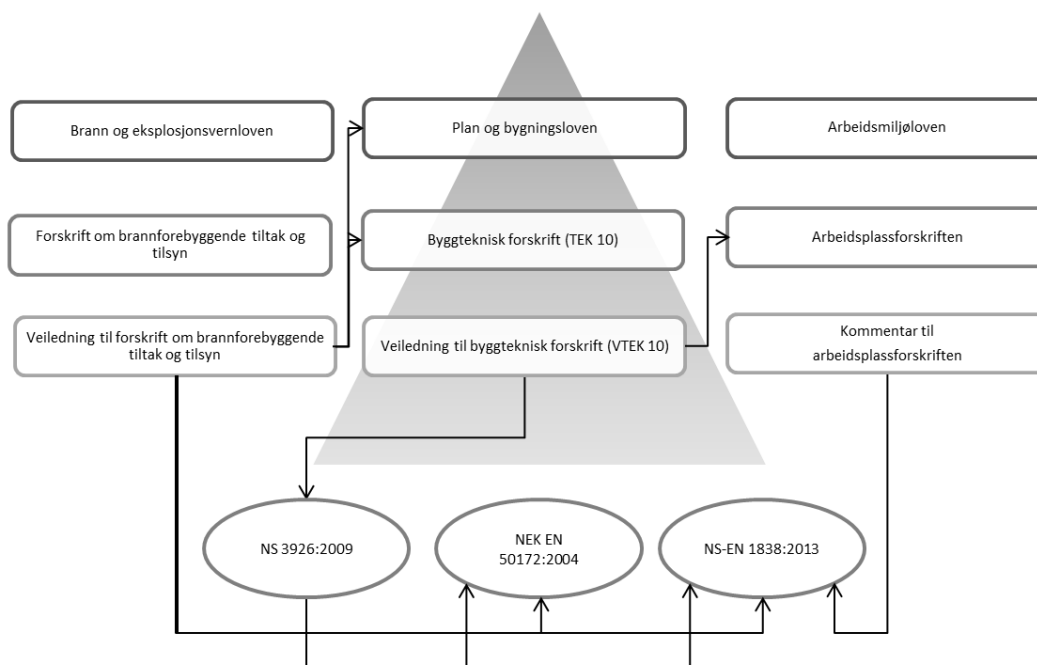
Etterlysende *skilt* har vært brukt i mange tiår, mens det har blitt vanligere å benytte etterlysende *ledelinjer* de senere årene. Tidligere var disse mest brukt offshore og i gruveindustri [3], mens det etter innføring av den første norske standarden som omhandlet ledesystemer i 2009 [5], har blitt vanligere også i andre typer bygg. Utviklingen av bedre etterlysende ledesystemer har fulgt utviklingen av bedre luminescerende materialer. Målet har vært å oppnå bedre egenskaper, det vil si sterkere luminans over en lengre tidsperiode. De første etterlysende ledesystemene i bruk på 1980- og 90-tallet var laget av sinkulfid-baserte materialer dopet med kobber eller kobolt [3]. Senere har det blitt utviklet en rekke luminescerende materialer med forbedrede egenskaper, herunder strontiumaluminater og strontiumsilikater dopet med ulike lantanoider som europium [3], [9]–[11].

Luminansnivåene som et elektrisk basert og et etterlysende ledesystem gir fra seg, er flere størrelsesordener fra hverandre. Mens elektrisk baserte ledesystemer har en luminans som måles i candela per kvadratmeter, (cd/m^2), måles som regel etterlysende ledesystemer i millicandela per kvadratmeter (mcd/m^2). Det menneskelige øye oppfatter luminans i begge størrelsesordener, noe som innebærer at begge ledesystemer vil kunne avgi nok lys for å fungere som ledesystem i nødsituasjoner. Utfordringen kommer dersom det er et ønske om å kombinere elektrisk og etterlysende ledesystemer innenfor samme synsfelt. Høyt monterte elektriske markeringsskilt kombinert med etterlysende komponenter kan, i følge NS 3926-1, gi en uheldig blending og påvirke synligheten til systemet [5]. NS 3926-1 utdyper ikke bakgrunnen for dette.

3 Styrende dokumenter; Norsk regelverk, standarder og bransjeveiledning

3.1 Introduksjon og metodebeskrivelse

Dette avsnittet inneholder en generell beskrivelse av de deler av regelverk og standarder som er mest sentrale for ledesystemer, samt en diskusjon av konflikter i regelverket. Avsnittet vil gi en generell beskrivelse av de viktigste elementene i regelverket, og er ikke ment som en gjengivelse av regelverket i sin helhet. Det er tre aktuelle lovverk, herunder tre forskrifter med veiledninger og kommentarer, som igjen henviser til flere ulike standarder som omhandler ulike deler av ledesystemer. Standardene inneholder en del kryssreferanser til andre standarder. Sammenhengen mellom de ulike lovverk, forskrifter, veiledninger og de mest sentrale standarder som er aktuelle for ledesystemer er illustrert i Figur 3-1. Illustrasjonen viser hierarkiet i lovverket, hvor forskriftskrav stiller sterkere enn det som er angitt i veiledninger, eksempelvis.



Figur 3-1 Illustrasjon av sammenhengen mellom de ulike lover, forskrifter, veiledninger og kommentarer, samt standarder som omhandler ledesystemer. Henvisninger til annet regelverk er indikert med piler.

3.2 Byggeteknisk forskrift med veiledning

Forskrift om tekniske krav til byggverk [12] er hjemlet i plan- og bygningsloven av 27. juni 2008 [13]. Kapittel 11 i TEK10 omhandler sikkerhet ved brann, og stiller krav til rømnings- og redningstiltak i bygninger. Forskriftens § 11-11 angir generelle krav om rømning og redning, og § 11-12 angir tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider. Det medfølger en veiledning til TEK10, hvor det er angitt ytelser som vil tilfredsstille forskriftens krav.

Forskriftens § 11-11 ledd 5 og 6 omhandler røykgasskonsentrasjoner og synlighet av skilt i tilfelle brann.

"(5) I den tid branncelle eller rømningsvei skal benyttes til rømning av personer, skal det ikke kunne forekomme temperaturer, røykgasskonsentrasjoner eller andre forhold som hindrer rømning.

(6) Skilt, symbol og tekst som viser rømningsveier og sikkerhetsutstyr skal kunne leses og oppfattes under rømning når det er brann- eller røykutvikling."

Forskriften stiller særlig strenge krav til bygg beregnet for mange personer, virksomhet i risikoklasse 5 og 6, samt bygg med spesielle planløsninger. TEK10 angir at bygg beregnet for mange personer skal ha merking av, og tilstrekkelig belyste rømningsveier. I bygg med potensiell høy konsekvens ved brann, som idrettshaller, kino, hotell eller sykehus, skal det benyttes ledesystem:

"Store byggverk og byggverk beregnet for et stort antall personer, samt byggverk beregnet for virksomhet i risikoklasse 5 og 6 skal ha ledesystem." [12]

Forskriften angir ikke hva et ledesystem er, dette beskrives nærmere i veiledningen til forskriften, VTEK10 [1]. Her henvises det til den norske standarden NS 3926 for beskrivelse av generelle prinsipper for ledesystemer, og VTEK10 omtaler et visuelt ledesystem slik:

"Et ledesystem kan omfatte markeringsskilt, retningsskilt, ledelinjer og nødlys som skal bidra til å lede personer raskt til et sikkert sted. Komponenter i systemet kan være elektriske, belyste eller etterlysende." [1]

I veiledningen til forskriften kommer det frem at dersom det brukes skilt eller andre systemer for å merke flukt- og rømningsveier, så skal disse være lesbare også under brann og røykutvikling. I VTEK10 påpekes det at et ledesystem må omfatte ledelinjer i form av lavtsittende komponenter på gulv eller vegg som oppfattes som kontinuerlige. Veiledningen angir en del preaksepterte ytelser for et ledesystem i et bygg, og det påpekes at bygg som prosjekteres og utføres i henhold til NS 3926, vil tilfredsstillere kravene gitt i forskriften. Andre ytelser kan altså tilfredsstillere forskriftskravene, men for å kunne benytte slike løsninger må det foreligge en analyse som verifiserer at forskriftens ytelseskrav oppfylles*.

I revisjonen av VTEK10 fra april 2014, ble det inkludert en henvisning til at arbeidsplassforskriften stiller krav til nødbelysning. Videre henvises det til NS-EN 1838 for prosjektering og utførelse av nødbelysning.

Byggteknisk forskrift med veiledning bruker begrepet "ledesystem" konsekvent i omtale av merking av rømningsveier. Her skiller TEK10 med veiledning seg fra sin forgjenger, byggteknisk forskrift fra 1997 [14] med veiledninger (REN)[15]–[18], hvor begrepene "nødlys", "ledelys" og "ledesystem" brukes om hverandre. Dette innebærer at der den gamle forskriften signaliserte at ledesystemet måtte være elektrisk basert, inkluderer TEK10 både strømbaserte (elektriske) og ikke strømbaserte (etterlysende) system.

3.3 Arbeidsplassforskriften

Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften) [19] er hjemlet i arbeidsmiljøloven av 17. juni 2006 [20]. Kapittel 2 omhandler krav til arbeidsplasser og arbeidslokaler, herunder nødbelysning

* Ifølge §2-1, annet ledd i TEK10.

(§ 2-13) og rømningsveier og nødutganger (§ 2-21). Kapittel 5 omhandler skilting og merking, herunder nødsilt som skal brukes (§ 5-7 ledd 4) og krav til varig skilting og merking (§ 5-11).

§ 2-13 stiller krav til at *"Rømningsveier og nødutganger skal være utstyrt med nødlys tilstrekkelig til å dekke behovet i tilfelle svikt i den ordinære belysningen"*. Forskriften stiller videre krav til at arbeidsplasser skal ha *"nødbelysning"* dersom arbeidstakere utsettes for fare ved svikt i den kunstige belysningen. Dersom lyset er dårlig skal sikkerhetsskilt bruke selvlysende eller reflekterende materialer eller kunstig belysning. Forskriften stiller videre krav til utforming og utseende på nødsilt, og påpeker at rømningsveier skal være varig merket.

Det medfølger ikke en veiledning til arbeidsplassforskriften, men Arbeidstilsynet har publisert *kommentarer* til arbeidsplassforskriften [21]. Her spesifiseres det at arbeidsgiver selv må ta stilling til *"risikoen for fare som kan oppstå ved svikt i den kunstige belysningen"*. Kommentarene spesifiserer ikke hvordan en slik vurdering vil kunne påvirke behovet for nødlys, i forhold til forskriftskravet om tilstrekkelig nødlys.

I kommentaren til forskriften henvises det til NS-EN 1838:1999 *Anvendt belysning-Nødbelysning* [22] og *Publikasjon nr. 7 fra Lyskultur: Nøddlysanlegg og ledesystemer* [6]. Kommentarene til forskriften henviser også til TEK10 sin § 11-14 *Rømningsvei*, som omhandler rømningsveier, men ikke ledesystemer. Kommentarene til forskriften har begrenset omfang, og inkluderer blant annet ingen kommentarer til kapittel 5 om skilting og merking.

3.4 Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn [4] forvaltes av DSB, og er hjemlet i brann og eksplosjonsvernloven av 1. juli 2002 [23]. Kapittel 2 omhandler generelle krav til eier og virksomhet/bruker av brannobjekter, mens kapittel 4 inneholder krav til tekniske tiltak i særskilte brannobjekter.

Forskriftens § 2-1 annet ledd henviser til plan- og bygningsloven for krav til brannteknisk utforming. Videre påpeker forskriften at sikkerhetsnivået i eldre bygg skal oppgraderes innenfor en økonomisk forsvarlig ramme (§ 2-1 fjerde ledd), og at eier er ansvarlig for at brannobjekt kontrolleres (§ 2-4). Forskriften stiller krav til at eier av brannobjekt skal *"sørge for at rømningsveiene til enhver tid dekker behovet for rask og sikker rømning"*, og der det er nødvendig skal rømningsveiene ha et ledesystem (§ 2-13). Videre sier forskriftens § 4-1 at eier skal sørge for å *"sikre tilstrekkelig rømningstid for personer gjennom tekniske tiltak som ledesystemer (...)"*. Det vises til at dette skal gjøres i henhold til § 2-1 annet ledd, som igjen viser til gjeldende plan- og bygningslov (se avsnitt 3.2).

I veiledning til forskriften påpekes det at *"rømningssikkerhet må prioriteres høyt"*. Ledesystem er nevnt som et tiltak som kan redusere rømningstiden, og at det kan være nødvendig å sikre at rømningsveier har tilstrekkelig lys og anvisninger i tilfelle brann. I nye bygg skal ledesystemer etableres i henhold til krav satt av plan- og bygningsloven. I eldre bygg skal kontroller gjennomføres (i henhold til § 2-4), og ledesystemer skal etableres dersom det anses som nødvendig. Veiledningen påpeker at etablering av ledesystemer *er* innenfor forskriftskravet om å oppgradere sikkerhetsnivået innenfor en økonomisk forsvarlig ramme. Dette innebærer at ledesystemer skal innføres i *alle* bygg - både nybygg og eldre bygg, dersom plan- og bygningsloven har angitt det som nødvendig for byggets størrelse og risikoklasse.

For særskilte brannobjekter bemerkes det at det kan stilles ytterligere krav utover det som spesifiseres i TEK*.

3.5 NS 3926 del 1-3:2009: Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk

NS 3926 var den første norske standarden som omfattet både elektriske og etterlysende ledesystemer, og ble først publisert i 2009 [5], [24], [25]. TEK10 henviser til standarden som en preakseptert ytelse for prosjektering av ledesystemer.

NS 3926-1:2009 omfatter en detaljert beskrivelse av hvordan et ledesystem basert på elektriske eller etterlysende komponenter kan prosjekteres og utføres, og krav som stilles til ledesystemene. I tillegg til bygg hvor ledesystemer er påkrevd i henhold til TEK10 med veiledning, skal behovet for ledesystemer bestemmes ut fra en risikovurdering av hvert enkelt bygg. Standarden sier at et ledesystem skal identifisere rømningsveier og utganger, samt hjelpe folk å bevege seg i riktig retning i en rømningsvei, under alle forhold. Et ledesystem er definert som følger:

"System som bidrar til å lede personer trygt og raskt til sikkert sted. Merknad: Et visuelt ledesystem omfatter retningsmarkeringer i form av lavtsittende kontinuerlig markering supplert med retningsskilt og utgangsmarkeringer."

Standardens del 1 inneholder fire sentrale punkter når det gjelder ledesystemer:

- Vurdering av røykutvikling i rømningsvei.
- Plassering av ledesystemet.
- Krav til luminans og utseende til ledesystemet.
- Antall typer ledesystemer per branncelle.

Standarden påpeker at røykutvikling er forventet i en brann, også i rømningsveier.

"Dersom kun høyt monterte komponenter prosjekteres, skal det dokumenteres at røyk fra brann ikke vil være til stede i rømningsrutene".

Plassering av ledesystemet gjennomgås i standarden. En ledelinje skal i følge standarden lede til et sikkert sted, og skal monteres så sammenhengende og uavbrutt som mulig langs en rømningsvei. Ledelinjen skal som hovedprinsipp monteres på gulv eller lavt på vegg, og skal oppfattes som kontinuerlig. Dersom det skal brukes høy montering av ledelinjer, må det dokumenteres at rømningsveien er røykfri. Markeringsskilt skal være høyt montert, og skal plasseres over alle dører som er beregnet for rømning.

Det stilles krav til luminansnivå for både elektriske og etterlysende ledesystemer.

Generelt skal skiltet i seg selv ha en luminanskontrast mot omgivelsene på 40 %, og ha et utseende i henhold til ISO 3864 og ISO 7010 [26]–[28]. NS 3926-1:2009 inneholder en kvalitativ definisjon på luminanskontrast, men angir ikke hvordan dette måles, eller hva som er definert som omgivelser [5]. For elektriske ledesystemer stilles det krav til at disse skal ha en alternativ strømkilde, og markeringsskiltene skal lyse med 500 cd/m² innen 5 sekunder etter aktivering. Nattsinking tillates, men systemet må aktiveres ved brannalarm. For etterlysende ledesystemer påpekes det at det menneskelige øye kan se etterlysende komponenter med 2 mcd/m² i mørket, men det stilles krav til at de

* I veiledningen til forskriften spesifiseres det ikke om "TEK" refererer til gjeldende byggt teknisk forskrift eller om dette refererer til TEK 97.

etterlysende komponentene skal ha en luminans på minst 10 mcd/m² i opptil 60 minutter, avhengig av byggets brannklasse og bredden på ledelinjene. Det stilles krav til at de etterlysende komponenter skal få tilstrekkelig ladelys, også ved nattsinking av belysningen og strømsparing. Det er ikke krav til alternativ strømkilde når etterlysende system brukes.

Standarden angir videre at det kun skal brukes enten etterlysende komponenter eller elektriske komponenter i en og samme branncelle. Dersom det brukes etterlysende ledelinjer, så må altså også markeringsskiltene være etterlysende, og tilsvarende for elektriske ledelys og markeringslys. Kravet om ensartet merking begrunnes ikke. Det er to unntak; store forsamlingslokaler som idrettshaller, kjøpesentre og lignende, samt lokaler som ikke betjenes i normal drift, som loft, kulverter og lignende. Disse kan ha en kombinasjon av ulike ledesystemer dersom det anses som nødvendig. Dersom det skal brukes to ledesystemer i kombinasjon, bør elektriske markeringsskilt dempes automatisk i mørke omgivelser for å unngå blanding.

NS 3926-2:2009 beskriver prøving av komponenter i etterlysende systemer, samt måling av luminans av etterlysende systemer som er installert i bygg. Det skal gjøres målinger av de etterlysende komponentene, ladelys og bredden på ledelinjene etter at det etterlysende systemet er montert. Det henvises til NS-EN 1838:2013 for prøving av komponenter i elektriske ledesystemer.

NS 3926-3:2009 beskriver kontroll, ettersyn og vedlikehold av visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, og er utenfor omfanget til denne rapporten.

NS 3926 fra 2009 bygger på den internasjonale standarden ISO 16069 [29]. NS 3926 er ikke en direkte oversettelse av ISO 16069, ettersom NS 3926 inneholder en god del endringer. For eksempel stiller NS 3926-1:2009 strengere krav til luminansnivå for ledesystemene.

3.6 NS-EN 1838:2013: Anvendt belysning, nødbelysning

Den europeiske standarden EN 1838:2013 er fastsatt som norsk standard NS-EN 1838:2013, og omhandler elektrisk nødbelysning. Standarden blir henvist til på litt ulike måter i ulike kilder:

- NS 3926-1 henviser til NS-EN 1838 når det gjelder tekniske krav til elektriske komponenter i ledesystemer.
- Kommentarer til arbeidsplassforskriften henviser til NS-EN 1838:1999.
- NEK EN 50172:2004 henviser til EN 1838 når det gjelder luminansnivå for nødrømningsbelysning.

I følge NS-EN 1838:2013 skal nødbelysning hjelpe folk til å finne en rømningsvei når den normale belysningen svikter. Røyk i rømningsveier omtales ikke i standarden. Den nyeste versjonen av standarden, som kun er på engelsk, definerer emergency escape lighting slik:

"That part of emergency lighting that provides illumination for the safety of people leaving a location (...)" [30]

Ut fra denne definisjonen og definisjonen fra Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT) [2], har vi gått ut fra at den norske betegnelsen for "emergency escape lighting" er "nødlys".

Standarden beskriver escape route lighting som:

"That part of emergency escape lighting provided to ensure that the means of escape can be effectively identified and safely used when the location is occupied" [30]

Ut fra denne definisjonen, og definisjonen fra KBT har vi utgått fra at den norske betegnelsen for "escape route lighting" er "rømningsveilys".

NS-EN 1838:2013 inneholder to sentrale punkter når det gjelder nødlys og rømningsveilys:

- Plassering av nødlys og rømningsveilys
- Krav til luminans og utseende til nødlys og rømningsveilys

Det skal monteres elektriske markeringsskilt (escape route safety signs) langs rømningsveier og ved utganger. Der hvor det ikke er mulig å se utgangsskiltet, skal et eller flere retningsskilt (directional signs) monteres for å vise veien til nødutgang. Elektriske markeringsskilt og armaturer (luminaires for lighting) skal monteres minst 2 meter over gulvet.

Det stilles minimums- og maksimumskrav til belysningsstyrken på gulvet i rømningsveien og i åpne områder i bygget, samt til hvor sterk luminansen fra armaturene skal være. Gulvet i rømningsveier som er opp til 2 meter brede skal være lyst opp med 1 lux midt på gulvet. Brede rømningsveier enn dette skal behandles som en serie med 2 meters rømningsveier. For åpne områder stiller standarden krav til at gulvet skal være opplyst med 0,5 lux.

Armaturer som er montert som en del av nødbelysningen skal ikke ha for sterk luminans, maksnivå avhenger av monteringshøyde for nødbelysningen. Et armatur som er montert for eksempel 3 meter over bakken skal maksimalt ha en luminansintensitet på 900 cd. Egne krav stilles til høyrisikoområder.

Det stilles krav til luminansnivå for nødbelysningen. Et nødlysskilt kan være belyst utenfra eller innenfra, og må ha et utseende i henhold til ISO 3864-1, ISO 3864-4 og EN ISO 7010 [26]–[28]. Alle deler av skiltet skal til enhver tid ha en luminans over 2 cd/m².

Alle luminanskrav nevnt ovenfor skal være 100 % oppfylt innen 60 sekunder. Etter 5 sekunder skal 50 % av kravene være oppfylt. NS-EN 1838:2013 omhandler ikke nattsinking av belysning eller backupsystemer for strømtilførsel. Standarden beskriver metode og kriterier ved måling av luminans og belysningsnivå.

3.7 NEK EN 50172:2004: Nødlyssystemer for rømningsveier

NS-EN 1838:2013 henviser til EN 50172 når det gjelder installering, testing og vedlikehold av nødbelysning. NS 3926-1:2009 henviser til NEK EN 50172 for tekniske krav til elektriske komponenter i ledesystemer, samt prøving og vedlikehold av disse.

Standarden beskriver at formålet med nødrømningsbelysning er at folk skal kunne se og finne retningen i en rømningsvei, og belysningen skal redusere sannsynligheten for panikk i tilfelle tap av den normale belysningen. Nødrømningsbelysningen skal:

"Sikre at belysning forefinnes øyeblikkelig, automatisk, i et egnet tidsrom og i et spesifisert område når den normale strømforsyningen til den normale belysningen svikter."[31]

Standarden inneholder ingen definisjon av hva nødrømningsbelysning er, og gir ingen informasjon om begrepet eventuelt overlapper begrep som nødbelysning eller rømningsbelysning. Det angis at nødrømningsbelysning blant annet skal belyse skilt langs rømningsveier, og lyse opp på og langs rømningsveier sånn at folk kan bevege seg mot en utgang. Det skal monteres retningsskilt i de deler av en rømningsvei der utgangsskiltet ikke er synlig.

Nørdlyssystemet og dets luminansnivå skal være beregnet i overenstemmelse med NS-EN 1838. Utførelsen av skilt som markerer utganger og rømningsveier skal være enhetlig i farge og form. Standarden henviser til nasjonale forskrifter og NS-EN 1838 når det gjelder hvilke områder av et bygg som krever nødbelysning. Standarden legger til at områder utenfor de endelige utgangene, samt heiser, skal utstyres med nørdlys.

Registrering og rapportering, samt utførelse av service og prøving av nørdlyssystemer beskrives i standarden.

Merk at standarden omtaler EN 1838:1999 i kapittel 2 under "referanser som er uunnværlige for anvendelsen av denne norm", mens det refereres til EN 1838 i resten av dokumentet. Sistnevnte innebærer at det er en henvisning til nyeste utgave av standarden, men referansen til den utdaterte 1999-utgaven gjør det uklart hvilken utgave av EN 1838 det henvises til.

3.8 Bransjeveiledninger og andre relevante ressurser

Det finnes flere dokumenter som fungerer som bransjeveiledninger innenfor nørdlys og ledesystemer. Publikasjonen *7 Nørdlys/ledesystem 2013* [6], utgitt av bransjeforeningen Lyskultur, inneholder en generell veiledning til bransjen for prosessen rundt søknad, prosjektering, utførelse, bruk, kontroll, ettersyn og vedlikehold av landbaserte systemer. Den tar utgangspunkt blant annet i NS-EN 1838 og NS 3926.

Byggdetaljbladet *Ledesystem for rømning nr. 321.038* fra 2003, utgitt av SINTEF Byggforsk, inneholder retningslinjer for utforming av ledesystemer i rømningsveier og tiltak for å lette rømning fra et bygg [32]. En ny utgave av dette byggdetaljbladet er under utarbeidelse, og vil være oppdatert med hensyn til TEK10. Publiseringsdato er foreløpig ukjent.

Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT) har utarbeidet en database med brannfaglige uttrykk, og angir følgende definisjoner på begrep relatert til temaet rømning og ledesystemer [2]:

- Ledelys: Nørdlys som tennes automatisk ved svikt i normalbelysningen og som gir tilstrekkelig lys til og i rømningsveien.
- Ledesystem: Tiltak som bidrar til å lede personer trygt og raskt til sikkert sted. (Med kommentaren "Melding HO-3/2000 definerer begrepet slik: Lys og

merking (markeringsskilt, henvisningsskilt, linjemerking) for å lede personer sikkert og raskt ut. Ledesystemer kan også omfatte føling (taktil merking) ved berøring (håndlist), lyd eller tale."

- Markeringslys: Lyskilde som ved behov belyser eller gjennomlyser markeringsskilt.
- Markeringsskilt: Belyst eller gjennomlyst skilt som er en del av et ledesystem.
- Nødlys: Fellesbetegnelse for alle typer lys med alternativ strømkilde som er installert til bruk i tilfelle svikt i normalbelysningen.
- Optisk røyktetthet: Angivelse av hvor tett røyk er. (Kommentar: Bestemmes ved å måle hvor mye en lysstråle dempes av røyken under gitte prøvingsbetingelser.)
- Reservebelysning: Lys som skal muliggjøre fortsatt virksomhet ved svikt i hovedbelysningen.
- Rømningsveily: Del av nødlyset (lede- og markeringslys) som identifiserer rømningsveiene og letter rømning.
- Røyk: Blanding av gasser og aerosoler, inkludert partikler og innblandet luft, som dannes ved forbrenning eller pyrolyse i en brann.
- Røykgass: Forbrenningsprodukt i gassform

Det er ikke mulig å søke på engelske begreper i KBT sin database for å finne norske definisjoner.

Temaveiledningen *Brannvern i kraftforsyningen* gir følgende definisjoner [33]:

- Nødlys: Nødbelysning som forsynes fra en kilde som er uavhengig av høyspenningsanlegget. Kan bestå av håndlykter m/batterier som står under kontinuerlig ladning og som er opphengt umiddelbart innenfor døren eller dørene til stasjonen.
- Ledelys: Nødlysanlegg med egen strømkilde som tennes automatisk ved svikt i hovedbelysningen og som gir tilstrekkelig lys i rømningsvei.
- Markeringslys: Permanent lyskilde som belyser eller gjennomlyser markeringsskilt.

3.9 Metodekritikk

På grunn av begrensede ressurser ble det gjort et utvalg av hvilke standarder og bransjeveiledninger som skulle gjennomgås. Kun de standarder som ble ansett som mest relevante for ytelseskrav til ledesystemer i Norge ble gjennomgått. Noen standarder eller deler av standarder ble ikke gjennomgått i full detalj, for eksempel NEK EN 50171, ISO 16069 og NS 3926-3. NS-EN 1838:1999 foreligger med norsk oversettelse. Denne er ikke gjennomgått i denne rapporten, ettersom det er en tilbaketrasket standard. Standarden ble erstattet av NS-EN 1838:2013, som per juni 2014 kun foreligger på engelsk. Bransjeveiledninger ble ikke gjennomgått i detalj, men det ble registrert hva som finnes. Dette ga en oversikt over hva de ulike aktørene i bransjen har å forholde seg til, men en bredere eller dypere gjennomgang kunne ha avdekket flere problemområder enn det vi fant i dette prosjektet.

3.10 Diskusjon – styrende dokumenter

Kildene beskrevet i avsnittene ovenfor omhandler ledesystemer, men inneholder en del motstridende punkter innenfor:

- Krav til type ledesystem
- Plassering av ledesystemer
- Utseende til skilt

- Luminansnivå i ledesystemer
- Røykfylte eller røykfrie rømningsveier

I tillegg er det en del begreper som brukes i regelverket som kan misforstås eller mistolkes av brukeren. Disse punktene vil bli diskutert i avsnittene som følger.

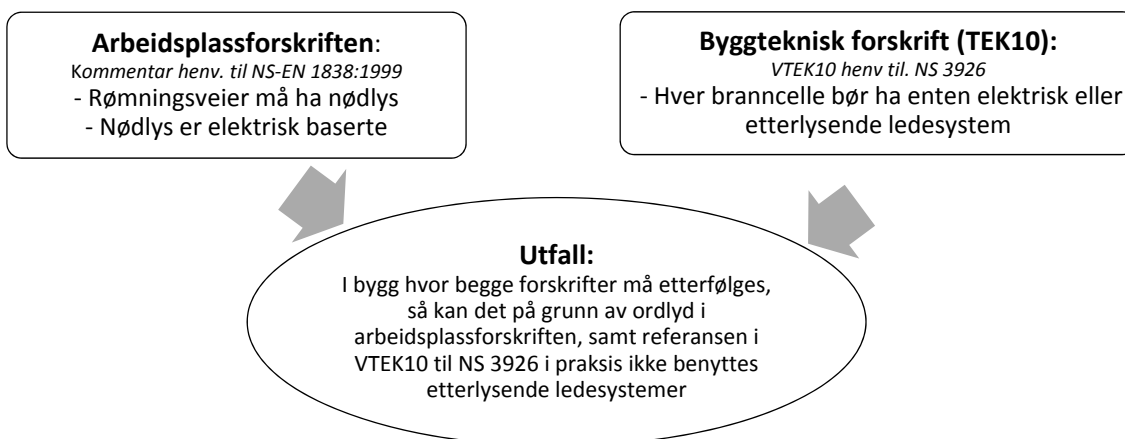
3.10.1 Type ledesystem

Forskriftskravet fra TEK10 omhandler ledesystemer, og inkluderer både elektrisk baserte og etterlysende komponenter. Dette innebærer likevel ikke at disse uten videre kan kombineres i samme branncelle, ettersom forskriftens veiledning henviser til NS 3926, hvor det i NS 3926-1:2009 spesifiseres at det i utgangspunktet kun skal brukes én type ledesystem per branncelle.

Forskriftskravet fra arbeidsplassforskriften angir at rømningsveier skal være utstyrt med *nøddlys*. Dette innebærer at alle faste og midlertidige arbeidsplasser, for eksempel kontorbygg, må ha nøddlys. Forskriften med kommentarer inneholder ingen definisjon av begrepet nøddlys. Arbeidsplassforskriftens kommentarer henviser til Publikasjon nr. 7 fra Lyskultur og NS-EN 1838:1999, som begge primært omhandler elektrisk baserte ledesystemer [6], [21], [22], [30]. Det kan derfor antas at begrepet nøddlys som brukes i arbeidsplassforskriften kun inkluderer elektrisk baserte ledesystemer, og ikke etterlysende.

For bygg hvor *både* arbeidsplassforskriften og TEK10 må følges, det vil si i alle bygg med faste og midlertidige arbeidsplasser, så *kan* det medføre at det i ytterste konsekvens *ikke* benyttes etterlysende ledesystemer. Dette innebærer at ordlyden i arbeidsplassforskriften kan oppfattes som diskriminerende mot etterlysende ledesystemer. Dette er uheldig dersom etterlysende og elektriske ledesystemer viser seg å være like gode. Dette vil bli nærmere diskutert i avsnitt 4.7.

Konflikten mellom arbeidsplassforskriften og byggteknisk forskrift kan forenkles og oppsummeres slik:



3.10.2 Plassering av ledesystemer

Når det gjelder plassering av ledesystemene, stilles det ingen krav i forskriftene, men veiledninger og kommentarer til forskriftene angir hvilke standarder som skal følges. I standardene NS 3926-1:2009 og NS-EN 1838:2013 er det gitt en nærmere beskrivelse av plassering av ledesystemer, som til en viss grad er motstridende. VTEK10 henviser til

NS 3926, hvor det angis at ledelinjer skal være montert lavt og markeringsskilt skal være montert høyt. Unntaksvis kan ledelinjer monteres høyt dersom det kan dokumenteres at rømningsvei er røykfri under brann. Kommentarer til arbeidsplassforskriften og veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn henviser begge til NS-EN 1838:2013, hvor det spesifiseres at nødbelysningsskilt skal monteres minst 2 meter over gulvet. Ledelinjer er ikke omtalt i NS-EN 1838:2013, og standarden inkluderer ikke betraktninger angående røyk eller røyktetthet. Ingen av standardene NS EN 3926:2009 og NS-EN 1838:2013 motsier at ledelinjer kan plasseres lavt samtidig som markeringsskilt plasseres høyt, selv om de inneholder ulike beskrivelser av plassering.

3.10.3 Utseende til skilt

NS-EN 3926-1:2009 angir at utseende til sikkerhetsskilt, herunder farge, utforming og grafikk skal samsvare med ISO 3864 og ISO 7010. Når det gjelder utseende til sikkerhetsskilt, så henviser forskrift om brannforebygging til TEK10, som igjen henviser til NS-EN 3926. Det vil si at både byggteknisk forskrift og forskrift om brannforebygging angir standardene ISO 3864 og ISO 7010 som veiledende for utseendet til sikkerhetsskilting.

Arbeidsplassforskriften angir at rømningsveier skal være varig merket, og viser bilder av hvordan nødskilt skal se ut. Det angis at symbolene som brukes skal være mest mulig lik bildene som vises, og at avvik ikke skal kunne føre til misforståelser. Dette forskriftskravet stiller sterkere enn krav stilt i veiledninger, kommentarer til forskrifter og standarder.

Arbeidsplassforskriften overstyrer dermed både byggteknisk forskrift og forskrift om brannforebygging når det kommer til utseende på nødskilt. Enhver endring i utseende til skilt som gjøres i ISO 3864 og ISO 7010 vil dermed ikke bli gjeldende for sikkerhetsskilt på arbeidsplasser i Norge, så lenge arbeidsplassforskriften stiller konkrete krav til at alle nødskilt skal være i henhold til bildene i forskriften. Et eksempel på dette er at det etter siste utgave av arbeidsplassforskriften har blitt gjort endringer på skiltene i ISO 3864 og ISO 7010, ved at blant annet rømmende mann er plassert inni døra, og pil ned er byttet ut med pil opp, som vist i Figur 3-2.



Figur 3-2: Illustrasjon av konflikten mellom skilt i henhold til arbeidsplassforskriften (til venstre) og skilt i henhold til veiledning til byggteknisk forskrift (hvor det via NS 3926 henvises til ISO 3864 og ISO 7010) (til høyre) [5], [19], [26]–[28].

Andre uklare punkter med hensyn til utseende til skilt, er det tidligere nevnte forholdet mellom kontrast på markeringsskilt og omgivelsene som NS 3926:2009 angir, hvor verken målemetode for kontrastforhold er angitt, eller omgivelser er definert. Dette er viktig, ettersom TEK10 stiller krav til lesbarheten til skilt, og veiledningen til TEK10 angir at dette vil bestemmes av kontrastforhold og skiltstørrelse.

3.10.4 Luminansnivå i ledesystemer

Luminansnivå omtales ikke i forskriftene eller veiledninger og kommentarer til forskriftene, men omtales nærmere i standardene NS 3926-1:2009 (henvises til NS 3926 i

TEK10) og NS-EN 1838:2013 (henvises til i arbeidsplassforskriften og forskrift om brannforebygging). Igjen omhandler NS 3926 både etterlysende og elektriske ledesystemer, mens NS-EN 1838 kun angir ytelser for elektriske ledesystemer. Standardene overlapper til en viss grad, men angir ulike måleposisjoner og tidspunkt for luminansnivåmålinger. Når det angis kvantifiserte minimumskrav i standarder som omhandler det samme systemet, er det svært viktig at det er de samme kravene som stilles.

3.10.5 Røykfylte eller røykfrie rømningsveier

TEK10 angir at skilt, symbol og tekst skal kunne leses og oppfattes når det er brann- eller røykutvikling i et bygg. Selv om rømningsveier ideelt sett er røykfrie, skal det altså likevel tas hensyn til eventuell røykutvikling.

Røykgasskonsentrasjoner trenger ikke være knyttet til optisk røyktetthet, ettersom de fleste røykgasser ikke har farge. Det er sot og andre partikler i røyken som først og fremst gjør at den kan påvirke synlighet til skilt, symboler og tekst. Enkelte typer røyk kan være svart, tett og relativt lite giftig, det vil si at røykgasskonsentrasjonen ikke nødvendigvis er til hinder for rømning, mens den optiske røyken er det. Irriterende røykgasser kan også påvirke en persons evne til å se klart.

Verken teknisk forskrift med veiledning, eller standardene NS 3926 og NS-EN 1838 omhandler metode for dokumentasjon av forventet optisk røyktetthet i rømningsveier. Dette vanskeliggjør prosjektering av ledesystemer, ettersom akseptkriterier for optisk røyktetthet eller andre forhold som hindrer rømning ikke er angitt.

3.10.6 Kryssreferanser i styrende dokumenter

Slik Figur 3-1 viser, er det mange kryssreferanser i de styrende dokumentene. Det er mange regelverk som omhandler dels samme tema. Antallet kryssreferanser rundt omkring i regelverket, særlig i standardene, gjør at man til slutt føres inn i en sirkel.

Alt i alt er det et unødvendig rikholdig regelverk som omhandler rømning i tilfelle brann. Dette gjør at brukeren står i fare for å overse eller se bort fra deler av regelverket. Her er det nødvendig å rydde opp i antall kryssreferanser, samt å ta en grundig gjennomgang på intern ansvarsfordeling. Det bør for eksempel bare være ett regelverk som omhandler rømningsveier.

Et eksempel på punkt i regelverket som i dag er utydelig, er at VTEK10 henviser videre til arbeidsplassforskriften og til NS-EN 1838. Selv om det bare er prosjektering i henhold til NS 3926 som er en preakseptert ytelse i VTEK10, så står både NS 3926 og NS-EN 1838 under henvisninger i VTEK10. Dette kan være en kilde til misforståelser, hvor dette tolkes til at det kan prosjekteres i henhold til begge standarder for å oppnå preakseptert ytelsesnivå i henhold til VTEK10.

Det forekommer referanser til standarder med og uten årstallsversjon. Arbeidsplassforskriften og NEK EN 50172:2004 henviser begge til EN 1838:1999, selv om dette ikke er den nyeste utgaven.

3.10.7 Utydelige begreper brukt i standarder og regelverket

Ordlyden vil ha svært stor betydning for brukere som skal anvende regelverket. Begreper som brukes uten en tydelig definisjon, kan skape grunnlag for bevisste og ubevisste

misforståelser og mistolkninger av regelverket. I løpet av denne gjennomgangen av regelverket, har det kommet frem at følgende begreper er brukt på en utydelig måte:

- **Nødlys og nødbelysning:** Det mangler en norsk definisjon av begrepene, samt en klargjøring av hva eventuelle forskjeller er. Arbeidsplassforskriften med kommentarer bruker begge begrepene, men en definisjon mangler. NS-EN 1838:2013 foreligger ikke på norsk, og det er derfor ikke klart om definisjonene av "emergency escape lighting", "escape lighting" og "escape route lighting" kan brukes her.
- **Ledesystem:** Flere ulike definisjoner er å finne på ulike steder i regelverket, for eksempel i NS 3926:2009 og forskrift om brannforebygging.
- **Ledelys:** Begreper brukes flere steder, uten en entydig definisjon. Problematikken rundt begrepet oppstår når ordet "lede" kombineres med ordet "lys", da et lys ikke nødvendigvis vil lede noen steder, men vil lyse opp et rom. En serie med lys vil kunne lede, men er da inkludert i ledelinjebegrepet. Begrepene ledelinje og ledelys brukes om samme system.
- **Luminanskontrast mot omgivelsene:** NS 3926:2009 beskriver at alle komponenter i et aktivert ledesystem skal ha en luminanskontrast mot omgivelsene på 40 %, men det er ikke angitt hvordan dette måles, og det er ikke gitt en definisjon av omgivelser.
- **Markeringslys og markeringsskilt:** Begge begreper brukes om samme skilt.
- **Retningsskilt og henvisningsskilt:** Begge begreper brukes om samme skilt.
- **Rømningsbelysning, nødrømningsbelysning, nødbelysning:** Det mangler en definisjon av begrepene. Begrepene brukes om hverandre, blant annet i NS-EN 1838:2013, NEK EN 50172:2004 og arbeidsplassforskriften.
- **Rømningsmerking:** Begrepet benyttes i VTEK10, men er ikke definert.

4 Faglitteratur om egenskaper og funksjon til ledesystemer og relaterte systemer

4.1 Introduksjon og metodebeskrivelse

I avsnitt 1.5 presenteres en del hypoteser som denne rapporten har som mål å besvare. Avsnitt 4.2 vil omhandle hypotese 1 og 3. Avsnitt 4.3 vil omhandle hypotese 2, mens avsnitt 4.4 vil omhandle hypotese 4.

Det er foretatt en litteraturstudie av vitenskapelige artikler, konferansepublikasjoner og rapporter, samt et generelt søk på internett etter relevant litteratur. Kun offentlig tilgjengelig litteratur er benyttet.

4.2 Ledesystemer- Plassering og systemvalg, med og uten røyk

Faglitteratur som omhandler hypotese 1: "Et høytstående elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavtstående etterlysende system" og hypotese 3: "Det er ikke tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk" vil bli gjennomgått i dette avsnittet. Hver av disse hypotesene er sammensatte, og for å gi en bedre oversikt, deles resultater fra litteraturen inn i følgende underemner:

- Røykfylte rømningsveier
 - Hvilken plassering gir best resultater; høyt- eller lavtmontert ledesystem?
 - Hvilket system gir best resultater; elektrisk eller etterlysende ledesystem?
- Røykfrie rømningsveier
 - Hvilken plassering gir best resultater; høyt- eller lavtmontert ledesystem?
 - Hvilket system gir best resultater; elektrisk eller etterlysende ledesystem?

4.2.1 Røykfylte rømningsveier

Fordelingen av røyk i rommet vil være viktig for plassering av markeringsskilt og ledelinjer [34]. I dette avsnittet vil det derfor først gis en kort gjennomgang av studier gjort på menneskelig atferd ved rømning i røyk, før ledesystemers funksjon og synlighet i røyk gjennomgås.

Det er gjort flere studier som har evaluert atferd ved rømning i røyk, både i form av evaluering av faktiske hendelser, og ved gjennomføring av eksperimentelle studier. Allerede på 1970-tallet viste forskning at mennesker har en tendens til å evakuere gjennom røyk for å komme ut av bygningen de oppholder seg i [35]. Med dette menes at personer evakuerte gjennom et røykfyllt område, til tross for at de kunne ha evakuert i en annen, røykfri retning. Kobes et al. fant at tendensen til å velge samme vei ut av bygningen som man selv kom inn, var større for personer som er ukjent i bygningen eller bygningstypen, enn for dem som var kjent i bygningen. Tendensen var spesielt sterk dersom det ikke var synlig røyk i rømningsveien. Dersom røyk blokkerte kjent rute ut av bygningen, valgte de fleste å evakuere gjennom alternative rømningsveier [36].

Ved undersøkelse av ganghastighet ved rømning i tunnel, fant Fridolf et al. [35] at ganghastigheten gikk ned når sikten ble redusert. Ved fri sikt og ved tykk røyk var det små individuelle forskjeller. For de forsøkspersonene som evakuerte gjennom moderate

mengder røyk, var imidlertid variasjonen i ganghastighet større. Dette støttes av Jeon et al., som fant at sammenlignet med evakuering gjennom røykfrie områder, ble ganghastigheten redusert med redusert sikt [37]. Når sikten ble redusert, ble retningssansen påvirket, slik at det ble vanskeligere å finne riktig utgang. Tilbakelagt distanse økte også. Dette ga utfordringer ved evakuering gjennom store åpne områder [37].

Fridolf et al. fant også at det var en tendens til økning i ganghastigheten der hvor forsøkspersonene kunne bevege seg langs en vegg [35]. Jeon et al. fant at forsøksdeltakerne i stor grad fulgte vegger eller andre bygningsmessige avgrensninger i stedet for kun å bevege seg i forhold til synlig merking [37]. De fleste av forsøkspersonene i de kartlagte studiene bevegde seg oppreist. Krypning og løping var ikke vanlig oppførsel under evakuering i røyk, selv om det forekom [36]. Det er likevel flere steder i litteraturen at det antas at folk kryper eller bøyer seg ned ved evakuering, uten at antagelsen begrunnes i observasjoner [3].

I den litteraturen som er gjennomgått var det primært to ulike tilnæringer til å anslå hvor godt et ledesystem fungerer i røykfylte situasjoner; å undersøke synlighet og å undersøke funksjon. Synlighet ble i de fleste tilfeller undersøkt ved at en testdeltaker stod i ro og ble bedt om å evaluere hvor synlige og hvor lesbare ulike typer skilt var. Funksjon ble testet ut ved at en person beveget seg gjennom et bygg og skulle finne raskeste vei til en utgang. I funksjonstestene var noen av testene utført i reelle bygninger, andre i testrigger, og andre igjen var utført ved bruk av utstyr for virtuell virkelighet. En test av synlighet vil gi et bilde av hvordan folk oppfatter design og utseende på komponenter, mens en funksjonstest vil gi innsikt i hvordan ledesystemet som helhet vil fungere i en nødsituasjon, og hvorvidt det vil oppfylle sin primære oppgave – å lede personer trygt og raskt til et sikkert sted.

Funksjonen til ulike typer ledesystemer i røyk har blitt undersøkt av forskningsgrupper i Norge på 1990-tallet [34], [38], [39], og i Nederland, USA, Sør-Korea og Storbritannia [40] på 2000-tallet [36], [40], [41].

I en studie fra 1993 gjennomførte Paulsen en forsøksserie for å undersøke hvordan ulike typer merking påvirker folk sin orientering og bevegelighet i røyk [38]. Dette inkluderte undersøkelse av monteringshøyde og sammenligning av elektriske og etterlysende ledesystemer. Resultatene fra studien viste at lav monteringshøyde på gulv ga en vesentlig raskere evakueringstid enn høy montering ved tak. Paulsen forklarte dette ved at majoriteten av de 200 testdeltakerne hadde en tendens til å se ned uansett hvilket system de fulgte, siden de ved sterk siktreduksjon ønsket å se hvor de plasserte føttene. Paulsen foreslår derfor at det er naturlig å se etter informasjon ved gulvet i røykfylte situasjoner, og at lav monteringshøyde er å anbefale. Her må det påpekes at systemet som ble sammenlignet var punktmerking, ikke linjemerking, og det var andre parametere enn bare monteringshøyde (symboler, luminansnivå og fargespekter) som skilte systemene fra hverandre.

Av visuelle ledesystemer sammenlignet Paulsen en gjennomlyst elektrisk linjemerking og en sinkulfid-basert etterlysende linjemerking. Den etterlysende merkingen ble testet i kombinasjon med taktil merking, noe som altså innebærer at de to visuelle ledesystemene ikke ble sammenlignet direkte, ettersom det etterlysende materialet ikke ble undersøkt alene. Forskningsrapporten poengterte at maksimal synsavstand i forsøkene kun var 8 meter, og at testoppsettet hadde en veldefinert start og slutt, uten behov for retningsmarkering i ledelinjene. Resultatene viste ingen signifikante forskjeller i evakueringstid for det elektriske og det etterlysende/taktile ledesystemet.

Jensen [34] tar for seg kritiske faktorer for rømning i røyk i en rapportserie fra 1994. Her ble det undersøkt hvordan testdeltakere forflyttet seg gjennom en testtrigg med høy røykthet. Ulike monteringshøyder for ledesystemene ble undersøkt. Resultatene tydet på at medium monteringshøyde (400-800 mm over gulvet) fungerte bedre enn lavere monteringshøyde. Likevel er hovedanbefalingen til Jensen med hensyn på monteringshøyde, at det legges mer fokus på funksjon enn nøyaktig monteringshøyde. Studien anbefaler at regelverk stiller funksjonskrav til ledeeffektiviteten til systemene fremfor å stille krav til nøyaktige millimetermål [34]. Det anbefales videre at en standard testprosedyre bør utvikles for godkjenning av ulike ledesystemer, hvor kriteriene bør gå på ledeeffektiviteten til systemene.

Wright et al. [40] gjennomførte i 2001 et eksperiment for å studere evakueringstid for personer i røykfylte rom. Her ble elektriske og etterlysende ledesystemer sammenlignet. Studien så på to monteringshøyder for elektriske systemer, enten 200-240 mm over bakken eller på gulvet, samt etterlysende system montert 1000 mm over bakken. Studiet viste at evakueringstiden var lik ned trapper, samt i korte og lange korridorer. Elektriske ledesystemer ga bedre resultat enn etterlysende, altså kortere evakueringstid, for bevegelse langs trappeavsatser i et trapperom. Omfanget av studien var svært lite, og med kun 18 testdeltakere kan det stilles spørsmål ved studiens statistiske signifikans.

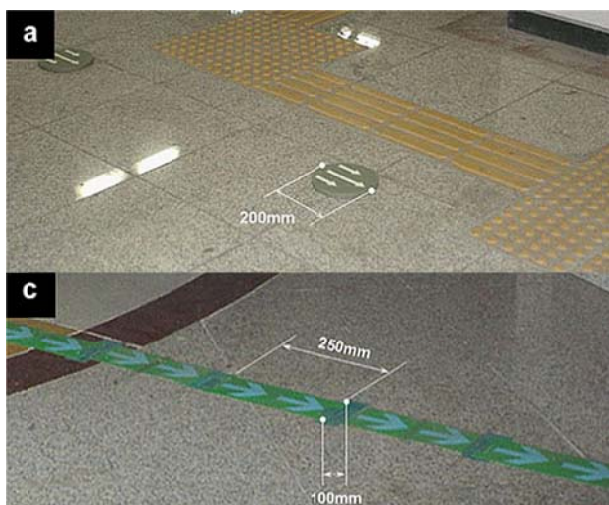
I en studie fra 2010 sammenligner Kobes et al. [36] ulik monteringshøyde for elektriske markeringsskilt i en evakueringsøvelse med brannrøyk på et hotell. Figur 4-1 viser eksempel på studiens testoppsett. De viser til at lavtsittende merking var positivt for rømning i røyk. Lavtsittende merking fører i følge Kobes et al. til at flere velger nærmeste rømningsvei. I denne studien valgte kun 6,7 % av deltakerne som evakuerte med lavtsittende merking en annen vei enn nærmeste utgang, mot 33,3 % for høytsittende merking. Deltakerne som rømte gjennom en annen vei enn nærmeste utgang, gikk ofte gjennom røykfylte områder for å gå ut hovedinngangen. Studien ble utført med utgangspunkt i en parameterkartlegging, som var et forstudie hvor det ble foreslått hvilke parametre de videre forsøkene burde bruke [42]. Forsøkene ble utført ved normalt belyningsnivå i rommene, og en virtuell sammenligning med mørklagte rom ble gjort. Studien inkluderte ikke ledelinjer eller etterlysende materialer, kun elektriske markeringsskilt.

Monteringshøyder på ledesystemer er altså gjennomgått flere steder i litteraturen. Avstanden mellom skiltingen er også undersøkt. Jeon et al. [41] viste i en studie fra 2009 at bevegelseshastigheten til personer som evakuerte ut av et t-baneanlegg økte signifikant når de etterlysende ledelinjene ble montert med intervaller kortere enn en persons steglengde, sammenlignet med større avstander. Figur 4-2 viser deler av studiens testoppsett.



Figur 4-1: Eksempel på testoppsett hvor monteringshøyde for elektriske markeringsskilt undersøkes [36]. Gjengitt med tillatelse fra Copyright Clearance

Center. (Merk at kun de bilder som er ansett å være relevant for denne rapporten er gjengitt.)



Figur 4-2: Eksempel på testoppsett hvor monteringsavstand for etterlysende ledelinjer undersøkes. Til venstre er monteringsavstanden 90 cm, til høyre er det kortere enn en steglengde mellom hvert sett piler[41]. Gjengitt med tillatelse fra Copyright Clearance Center. (Merk at kun de bilder som er ansett å være relevant for denne rapporten er gjengitt.)

Synligheten til markeringsskilt og ledelinjer i røykfylte situasjoner kan variere veldig [43], [44]. Generelt ser det ut til at ved økende røykthet eller synsavstand vil lesbarheten til skilt avta lenge før synligheten minker [34], [43].

En rekke studier har undersøkt synlighet ved å la forsøksdeltakere står i ro og vurdere hvor god de ser ulike markeringsskilt og ledelinjer, eller ved at de går mot et skilt og stopper der det er synlig eller lesbart. Synlighetsstudiene er gjennomført på 1990-tallet og tidlig 2000-tall, noe som innebærer at systemene som er testet ikke nødvendigvis har de samme egenskapene som de produkter som brukes i bygninger i dag. For eksempel er de etterlysende materialene som er testet basert på sinkulfid eller eldre typer etterlysende materialer. Disse vil ha lavere luminans og glødetid enn mye av det som er tilgjengelig på markedet i dag.

Når det gjelder monteringshøyde for markeringsskilt og ledelinjer i røykfylte situasjoner, viser Collins et al. sine resultater at skilt med lav luminans vil være lite synlige når de er montert høyt [43]. Etterlysende komponenter og andre komponenter med relativt lav luminans vil dermed være mer synlige dersom de monteres lavt. Dette støttes av Webber et al., som fant at lavtsittende ledelinjer var synlige fra en større avstand enn de som var montert høyt sittende på vegg [45], [46]. Dette gjaldt både etterlysende og elektriske ledelinjer.

Litteraturen er noe delt når det gjelder sammenligning av synligheten til etterlysende og elektriske komponenter. Det er flere som vurderer luminansen til markeringsskilt og ledelinjer som svært viktig for synligheten [43]. Når skilt med lik luminans sammenlignes, er det ifølge Wright et al. ingen signifikant forskjell på hvor godt et etterlysende og et elektrisk skilt synes [44]. Når skilt med ulik luminans ble sammenlignet, var det oftest skiltene med høyest luminans som testdeltakerne fant til å være mest synlige og/eller lesbare. Webber et al. og Aizlewood et al. fant at elektriske

ledelinjer var mer synlige enn etterlysende ledelinjer i røykfylte rom [45], [46]. De konkluderte med at punktlyskilder (LED) var mer synlige enn plane lyskilder, som de etterlysende sinksulfid-baserte ledelinjene som ble testet.

Det er for øvrig ikke alle som er enige i at luminansen er viktigst for synligheten. Jensen sine resultater viste at etterlysende skilt var synlige, men ikke nødvendigvis lesbare i tett røyk. Rapporten viste at den viktigste faktoren for synlighet i tett røyk er synsavstand og ikke luminansen [34]. Det mest synlige ledesystemet vil være det som har ledelinjer og markeringsskilt nærmest den som skal evakuere, det vil si i hofte høyde, uavhengig av luminans. Jensen påpeker videre at byggets geometri vil være viktig for synligheten til et ledesystem. Tonikian et al. støtter seg til deler av Jensen sin konklusjon i en litteraturgjennomgang fra 2006 [3]. Der fremheves etterlysende systemer som et akseptabelt alternativ til å møte myndighetenes krav, i dette tilfellet britiske krav.

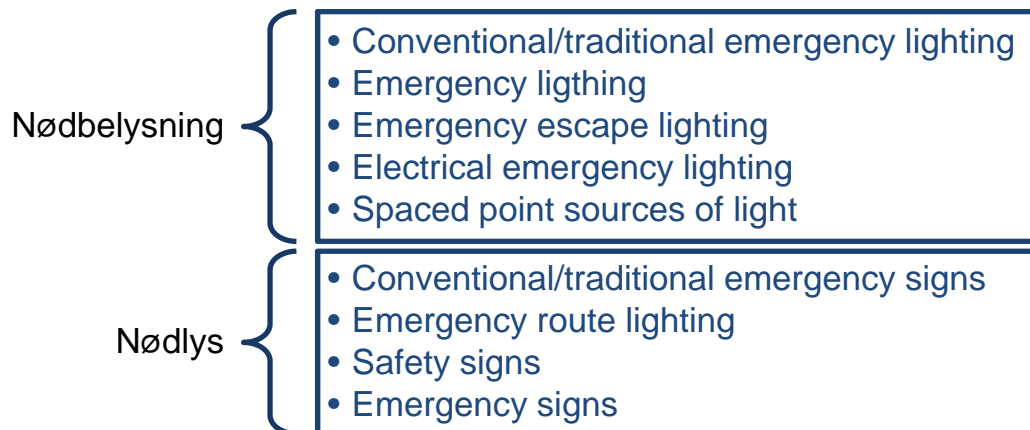
4.2.2 Røykfrie rømningsveier

Rømning i røykfrie situasjoner kan også være aktuelt, ettersom det kan oppstå rømningssituasjoner uten at det er brann- eller røykutvikling. Eksempler på dette kan være gasslekkasjer eller strømbortfall i rom hvor det ikke er trygt å oppholde seg i mørke, som enkelte maskinrom og produksjonslokaler. Det meste av den gjennomgatte faglitteraturen om ledesystemer har tatt for seg rømning i røyk, men det er også noe forskning gjort på rømning uten røykutvikling.

I en studie fra 1993 sammenlignet Webber et al. forflytningshastigheter ved etterlysende og elektriske lavtsittende ledesystemer [47]. Det ble brukt sinksulfid-baserte etterlysende materialer, som ble sammenlignet med to typer elektriske skinner (med såkalte elektroluminescerende lamper og glødelamper). I korridorer var forflytningshastighetene for systemene sammenlignbare. I trapperom ga det elektriske ledesystemet basert på glødelamper raskest forflytningshastigheter. Det elektriske ledesystemet basert på elektroluminescerende lamper hadde lik forflytningshastighet som det etterlysende systemet. Testdeltakerne var mest fornøyde med synligheten til de elektriske ledesystemene, mens de kunne huske plasseringen til skilt i det etterlysende systemet best. Igjen kan det bemerkes at studien ble utført på tidlig 1990-tall, og materialer og utstyr brukt i studien vil ikke nødvendigvis være representativt for det som anvendes i dag.

4.3 Ledesystemer som erstatning for tradisjonell nødlysmarkering

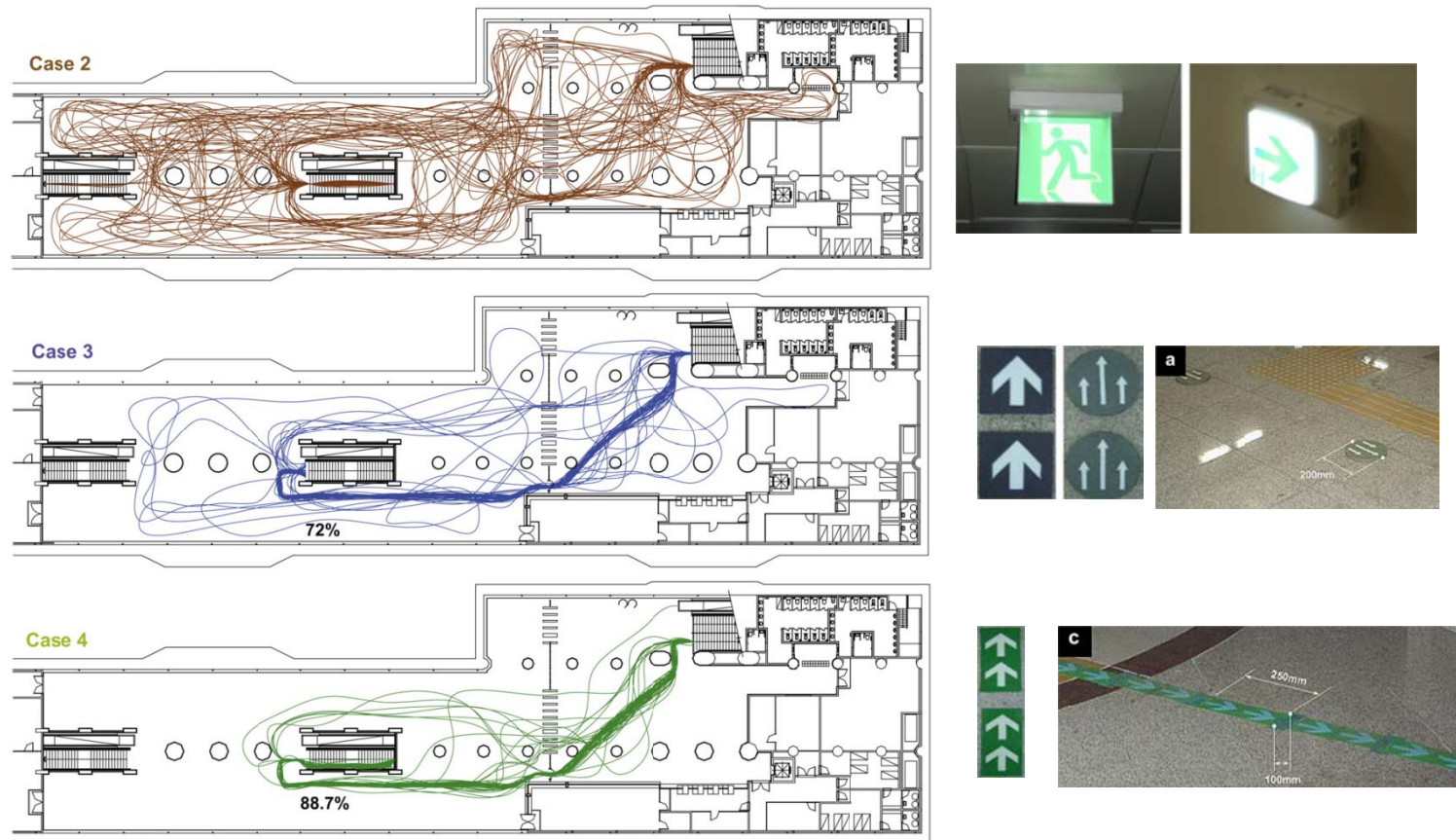
Faglitteratur som omhandler hypotese 2: "Høytsittende nødlys kan ikke erstattes av lavtsittende elektrisk eller etterlysende merking" vil bli gjennomgått i dette avsnittet. Her vil studier som sammenligner lavtsittende ledesystemer (både elektriske og etterlysende) med høytsittende nødlys eller nødbelysning bli presentert. Det meste av litteratur på området er på engelsk, hvor begrep som "conventional emergency lighting" og "emergency signs" brukes. Disse oversettes i denne sammenhengen til henholdsvis "nødbelysning" og "nødlys", se Figur 4-3. I dette avsnittet vil begrepet nødbelysning brukes som et generelt begrep for høytsittende elektrisk lyssetting som er installert til bruk i tilfeller hvor normalbelysningen svikter. Nødbelysning skal gi et visst luminansnivå i rom, noe som kan inkludere andre rom enn rømningsveier. Begrepet nødlys brukes når studiene har brukt høytsittende elektriske retnings- eller markeringsskilt montert med så store avstander i rømningsveier at disse ikke kan forveksles med ledesystemer.



Figur 4-3 : Sammenheng mellom engelske og norske begreper for nødbelysning og nøddlys brukt i faglitteraturen.

Det er flere studier som har tatt for seg nødbelysning enn nøddlys. Likevel anses nøddlysstudiene som mest relevante for denne rapporten, ettersom nøddlys installeres i rømningsvei og dermed kan sammenlignes direkte med ledesystemer.

I en omfattende studie av Jeon og Hong fra 2009 ble høytmonterte nøddlys sammenlignet med etterlysende lavtmonterte ledesystemer [41]. Evakueringsrutevalg, evakueringsstid og bevegelsesfart ble dokumentert. Konklusjonen fra studien var at lavtmonterte ledesystemer ga signifikant kortere evakueringsrutevalg, kortere evakueringsstid og raskere bevegelsesfart sammenlignet med høytmonterte nøddlys. Testdeltakerne brukte delvis gjennomsiktige masker for å oppnå nedsatt sikt tilsvarende et røykfyllt rom, og ble bedt om å finne veien ut fra tredje underetasje i en t-banebygning. Dette inkluderte bevegelse gjennom rom og trapperom av ulik geometri og størrelser. Figur 4-4 viser evakueringsrutevalg for deltakerne som evakuerte ved hjelp av nøddlys sammenlignet med ledesystemer. I følge Jeon og Hong ble testdeltakerne ledet mer problemfritt mot utgang når det var brukt et lavtsittende ledesystem enn med høytmonterte nøddlys, særlig når de skulle evakuere gjennom store rom. Det eneste unntaket var trapperom, hvor evakueringsstid var den samme for alle systemene. I en lignende studie fra 2011 fant den samme forskningsgruppen igjen at bevegelseshastigheten til testdeltakerne var raskest i de områdene av bygget hvor det var installert lavtsittende elektriske LED ledelinjer, sammenlignet med områder med høytmonterte nøddlys [37].



Figur 4-4: Valg av evakueringsvei for testdeltakere i simulert røykfylt situasjon, for nødlis (øverst), ledesystem med 90 cm avstand på gulv (midten) og ledesystem med punkter plassert nærmere hverandre enn steglengde (nederst)[41]. Gjengitt med tillatelse fra Copyright Clearance Center. (Merk at kun de bilder som er ansett å være relevant for denne rapporten er gjengitt.)

I en mindre omfattende studie fra 2001 kom Wright et al. frem til en lignende konklusjon [40]. Her ble høytmonterte nødlys sammenlignet med lavtmonterte elektriske ledesystemer. Studien konkluderte med at de 18 testdeltakernes bevegelsesfart var signifikant lavere for nødlys sammenlignet med ledesystemer, for både korridorer og trapperom. Videre viste studien at det var ikke belyningsstyrken i rommet som avgjorde bevegelsesfarta. Ledesystemene de brukte hadde svakere belysning enn nødlysene, og likevel evakuerte folk raskere. Dette gjaldt også da de hadde normalbelysningen på. Wright et al. forklarte dette med at lede-effekten av en kontinuerlig merking var viktigere enn belyningsstyrken i rommet, ettersom ledesystemer ga den som evakuerte mange visuelle pekepinner på hvor rømningsveien gikk. Proulx et al. sa seg enig i denne konklusjonen, og mente at den uavbrutte visuelle forsterkningen som et ledesystem gir, er en stor fordel i forhold til punktmerking med stor avstand som i et nødlyssystem [48].

Kretz et al. brukte i en studie fra 2013 telepresens-teknologi³ for å sammenligne lavtmonterte ledesystemer opp mot høytmonterte nødlys, ved å se på valg av utgang, evakueringstid, gangavstand og bevegelsesfart for evakuering uten røyk [49]. Studien konkluderte med at ledesystemet var den mest effektive måten å lede folk mot en utgang på ved evakuering. En spørreundersøkelse viste i tillegg at testdeltakerne hadde en klar preferanse for ledesystemer, særlig da de ble spurt om hvilket system de ville foretrukket i tilfelle evakuering ved brann.

Nødbelysning har blitt studert og sammenlignet med ledesystemer i en rekke studier. I de fleste studiene henviser ikke forfatterne til hva de mener med begrepet, utover at de omtaler det som "conventional emergency lighting", eller andre lignende begrep, se Figur 4-3.

Proulx et al.[8], [50] fant i 1999 at nødbelysning og etterlysende ledesystemer ga sammenlignbare forflytningshastigheter i en reell evakuering av et hotell, hvor rundt 500 personer evakuerte ned trapperom. Studien hadde røykfrie rømningsveier, og rapporten tar hensyn til at det var ulike folkemengder som evakuerte ned de ulike rømningsveiene. Her ble det igjen funnet at nødbelysning og ledesystemer ga sammenlignbare bevegelseshastigheter ned trapperom. Gruppen påpeker at etterlysende ledesystemer er et kostnadseffektivt alternativ til nødbelysning. Ifølge Proulx et al. underbygges konklusjonene fra studien i en senere studie gjort i 2006 [51].

Resultatene fra forskningsgruppen bygger opp under tidlige studier gjort av Webber et al. [52], hvor det ble funnet at etterlysende ledesystemer og nødbelysning ga samme bevegelsesfart i røykfylte korridorer. I trapperom fant gruppene ulike resultater; hvor Proulx et al. fant sammenlignbar bevegelsesfart, fant Webber et al. at lavtsittende ledesystemer ga raskere forflytning ned trapper enn 0,2 lux nødbelysning gjorde. I senere studier forklarer Webber et al. dette med at nødbelysning ga spredning av lys i røyk, noe som gjorde det vanskeligere for folk å skille mellom de ulike "escape route elements" [45],[46],[47].

I Paulsens studie fra 1993 ble det også funnet at ledesystemer ga kortere gjennomsnittlig evakueringstid enn nødbelysning, også her i røykfylte rømningsveier [38]. Paulsen konkluderer med at kontinuerlig merking gir best resultat i røyk, mens nødbelysning kun er egnet for evakuering i lett eller ingen røyk. Dette støtter opp under konklusjonen til Jensen fra 1994, hvor det ble funnet at konvensjonell nødbelysning er mest brukbar for lave røyktetthetsnivåer [34].

³ Forsøk der telepresens-teknologi er brukt er gjennomført ved at forsøkspersonene har på seg virtuell virkelighets-briller og beveger seg gjennom et simulert rom ved å gå på stedet.

Når det gjelder synlighet av de ulike systemene, viser en spørreundersøkelse blant testdeltakere hos Webber et al. at folk syntes nødbelysning og ledesystem var minst like gode, og en del av testdeltakerne syntes det var enklere å navigere etter ledesystemet enn nødbelysningen [47],[52]. Proulx et al. rapporterte at folk mente at mer merking ville gi bedre komfort, for eksempel ved bedre merking av trappeavsatser [8].

4.4 Mørklagte rømningsveier- kan etterlysende ledesystemer brukes?

Hypotese 4; "Etterlysende ledesystemer fungerer ikke der rømningsveiene normalt er mørklagt" viser seg å være vanskelig å undersøke ved gjennomgang av litteraturen. Det har ikke blitt funnet noen forskningslitteratur som direkte tar for seg påstanden ovenfor.

Det er funnet litteratur hvor eksiteringstid (tiden som kreves for å "lade opp" materialet) og effektivitet til ulike typer ladelys har blitt undersøkt [53]. Type ladelys har mye å si for luminansen til det etterlysende materialet, ettersom energien (fargen) til ladelyset avgjør hvor raskt og hvor sterkt det etterlysende materialet begynner å gløde. Det har for eksempel blitt funnet at fluoriserende lamper ga raskere oppladning enn wolfram-lamper [3]. Valg av rett type ladelys vil derfor være viktig for delvis mørklagte trapperom.

Det finnes også litteratur som dokumenterer de fotoluminescerende egenskapene til ulike typer etterlysende materialer. Eldre typer etterlysende materialer, som sinkulfid, har mindre luminescens over kortere tid enn nyere typer basert på for eksempel strontiumaluminater [3], [9]–[11]. Dette tyder på at nyere typer etterlysende materialer vil kunne brukes over en lengre tidsperiode i en mørklagt rømningsvei, dersom de blir tilstrekkelig "ladet opp" på forhånd. Dette gjenspeiles også i produktkatalogene til produsenter av etterlysende ledesystemer, hvor det angis at de etterlysende komponentene vil kunne gløde i mange timer, så lenge ladelys benyttes på forhånd.

Det som er beskrevet ovenfor vil altså være gjeldende i rømningsveier som er mørklagte deler av tiden, og som ellers har normalbelysning eller ladelys. Dersom rømningsveien har eksterne vinduer, kan det være at utelyset som slipper inn er tilstrekkelig til at de etterlysende materialene kan gløde. Hvorvidt utelys er nok til å lade opp et etterlysende materiale eller ikke, vil være avhengig av egenskapene til det etterlysende materialet som benyttes. I rømningsveier med hverken normalbelysning, ladelys eller eksterne vinduer, så vil etterlysende ledesystemer forbli mørke.

4.5 Gjennomføring av forsøk på ledesystemer

Denne rapporten presenterer hovedsakelig resultater fra et litteraturstudium, men var i utgangspunktet også ment som en forløper til en eventuell gjennomføring av testserier på ledesystemer. I dette avsnittet inkluderer vi derfor en kort skisse av hvordan slike testserier kan gjennomføres, basert på metodene beskrevet i faglitteraturen.

En testserie på ledesystemer kan gjennomføres ved fysiske eksperimenter eller ved datasimulering. Ved en eksperimentell utprøving vil egenskapene til et ledesystem kunne prøves enten fotometrisk eller psykososialt [43]. Fotometriske målinger vil kunne bestemme luminansen som et ledesystem avgir, men ikke kunne vurdere hvordan mennesker forholder seg til dette. Psykososiale målinger vil kunne innebære enten subjektive vurderinger rapportert av testdeltakerne i form av et spørreskjema, eller ved at en objektiv jury vurderer hvordan testdeltakerne presterer i gjennomføringen av en test. I en testserie basert på datasimuleringer kan egenskapene til et ledesystem prøves ved ren

modellering av gitte situasjoner, eller ved virtuell virkelighet hvor testdeltakere får gjennomføre en simulert evakueringssituasjon for eksempel ved bruk av virtuell virkelighets-briller. Både for reelle eksperimenter og ved bruk av virtuell virkelighet kan deltakernes bevegelsesfart og rutevalg dokumenteres, noe som ifølge Kobes et al. vil gi mer pålitelige resultater enn subjektive vurderinger som ved intervjuer [36].

Begge testmetoder har sine fordeler og ulemper. Ved bruk av datasimulering vil det være mulig å gjennomføre et stort antall testserier, men kvaliteten på testene vil være svært avhengig av at parameterne som brukes er i samsvar med virkeligheten. Resultatene vil også være avhengige av simuleringsprogrammet som blir brukt. Det finnes flere simuleringmodeller tilgjengelig, og de vil sannsynligvis gi ulike resultater ved simulering av samme scenario. Det vil i tillegg ikke la seg gjøre å inkorporere kompleksiteten i menneskelig tankevirksomhet i en datasimulering. Reelle eksperimenter vil reflektere menneskelig oppførsel korrekt, gitt at testserien er satt opp hensiktsmessig. Til gjengjeld kan det være utfordrende å sette opp en hensiktsmessig testserie, og det kan være nødvendig å gjennomføre en kartlegging av mulige studieparametere før en hovedstudie, slik for eksempel Kobes et al. har gjort [42]. En annen utfordring ved reelle eksperimenter, er at det vil være svært ressurskrevende å gjennomføre et stort nok antall tester til å forsikre seg om at resultatet er statistisk korrekt, i tillegg til at sikkerhetsmessige hensyn må tas i en reell testgjennomføring [49].

Det er viktig å være oppmerksom på at ulike testmetoder kan gi svært ulike resultater. Før gjennomføring av et forsøk for å studere ulike ledesystemer, må det gjøres en grundig gjennomgang av testmetode og testparametere, hvor både bygningstekniske og psykososiale aspekter ved testen vurderes. Det er også viktig å vurdere hvilke metoder som skal tas i bruk for å evaluere testresultatene før gjennomføring av forsøkene.

4.6 Metodekritikk

Faglitteraturen innenfor ledesystemer er omfattende og omhandler mye – fra bygningstekniske til psykososiale aspekter. Med de begrensede ressursene som var tilgjengelige i dette prosjektet har det blitt gjort et så bredt litteratursøk som mulig, hvor den mest relevante litteraturen ble plukket ut for nærmere gjennomgang. I denne prosessen er det mulig at noe relevant litteratur har blitt oversett, eller at artikler har blitt utelatt fra gjennomgangen. Eksempler på litteratur som ikke er gjennomgått, men som kunne ha gitt et mer fullstendig bilde på bruk av ledesystemer, er litteratur som omhandler anvendelser på skip, offshoreplattformer eller i tunneler.

Det er lagt vekt på å få frem hovedresultatene fra forskning og forsøk som er funnet ved litteraturstudien. Forsøksmetodikken fra hver enkelt forsøksserie er ikke presentert i detalj. En kort beskrivelse av metodikken er gitt for å gi inntrykk av hvordan forsøkene er gjennomført. Dersom en forskningsrapport har tydelige svakheter eller mangler i sin forsøksmetodikk, så er dette påpekt. Dersom det er interesse for nærmere gjennomgang av parametere brukt i de ulike forsøksseriene, henvises det til referanselisten.

4.7 Diskusjon – gjennomgått faglitteratur

I dette avsnittet vil en del av de funn gjort i den gjennomgåtte litteraturen oppsummeres og diskuteres. Det vil også bli gjort en vurdering av svakheter og mangler ved enkelte av forskningsrapportene, som kan være til hjelp ved videre studier. Konklusjoner basert på gjennomgang av faglitteratur vil bli presentert i avsnitt 6.

Generelt ser det ut til at ledeeffekten av et system er viktigere enn luminans eller belyningsstyrke for komponentene, men det er et eksempel på en studie som stiller spørsmål rundt hvorvidt skilt med lav luminans er synlige for brukere i røyk. Kontinuerlige ledetråder på hvor folk skal bevege seg ved rømning, for eksempel i form av mer eller mindre sammenhengende linjer (elektriske eller etterlysende), øker gjerne rømningshastigheten. Avstanden til disse ledetrådene bør i hovedsak være kort for de som skal bruke dem. Lesbarhet og lysstyrke vil da være av mindre betydning, så lenge funksjonen likevel opprettholdes, det vil si at systemet leder folk effektivt ut til et trygt sted. Men for at skilt med lav luminescens skal ha noen funksjon, så må de være en del av et ledesystem, og ikke frittstående. Lavt sittende merking vil gjøre at avstanden fra person til visuell ledetråd er kortest, og vil av den grunn fungere godt i røykfylte rømningsveier. Imidlertid vil høyt sittende merking kunne ha en viktig funksjon ved rømning uten røyk. Ulike monteringshøyder vil derfor kunne fungere godt i ulike typer situasjoner, det viktigste må være at veien ut er tydelig markert.

Her må det imidlertid poengteres at nødbelysning av et rom ikke nødvendigvis vil ha en ledende funksjon ut mot eller gjennom rømningsvei. Nødbelysning lyser opp rommet, og viser ikke nødvendigvis folk hvor man skal gå for å komme ut. Et ledesystem, det være seg etterlysende eller elektrisk, ser ut til å lede folk fortere ut av et bygg enn punktmerking gjør.

I en av studiene blir det foreslått å utvikle en standard testprosedyre for å bestemme ledeeffekten til systemene. En slik testprosedyre vil gi informasjon om funksjonen til ulike systemer, og gjøre at ulike systemer kan sammenlignes med hverandre basert på resultatene. Dagens regelverk angir "millimeterkrav" til montering, mens det ved hjelp av en slik standard testprosedyre i større grad vil være mulig å stille funksjonskrav i regelverket, til ledeeffekten til systemene, og til resultater med hensyn på funksjonen til ulike system. Et eksempel på hvorfor det er viktig å fremme funksjonen fremfor synlighet, "millimeterkrav" og annet, er studier hvor folk syntes merking med høyest luminans vistes best, men de bevegde seg ikke nødvendigvis raskere mot utgangen av den grunn.

Etterlysende materialer kan fint benyttes i rømningsveier som er delvis mørklagte, men de kan ikke benyttes dersom rømningsveien er mørklagt hele tiden, gitt at den ikke har eksterne vinduer. I slike tilfeller må det vurderes hvorvidt et etterlysende system er optimalt. Spesielt med tanke på at systemet må ha ladelys i en viss tidsperiode for å fungere i en gitt tid etterpå. Trapperom, korridorer og andre deler av lokalene som ikke er i bruk, vil man fra et miljømessig synspunkt kunne ønske å ha mørklagt når de ikke er i bruk, mens etterlysende systemer krever at det i alle fall en viss tidsperiode er belysning der.

Forskningen viser at folk har en tendens til å evakuere på gammel vane, altså gjennom den inngangen de er vant til å bruke eller den samme veien som de kom inn. Dette kan innebære at de må bevege seg gjennom eller mot områder fylt av røyk, når det finnes røykfrie alternative ruter. Når sikten blir redusert, påvirkes både ganghastighet og retningssans negativt. Det er til hjelp dersom man kan følge bygningsmessige avgrensinger (f.eks. en vegg) ved evakuering. Ettersom dette omhandler menneskelig oppførsel, så er det utenfor prosjektets ramme å gå videre med her, men det er observasjoner som kan være viktige ved prosjektering av bygg.

Typen røyk som ble anvendt ved de ulike studiene varierer, og det setter begrensninger på hvilke konklusjoner man kan dra når man sammenligner studier. Noen studier har brukt teaterøyk, noen med tilsatt syre for at røyken skal svi i øynene, og andre brukte briller eller filter foran øynene i stedet for røyk. Andre igjen anvendte utstyr for virtuell virkelighet med simulert røyk. Bruk av røyk gir en variasjon mellom ulike testområder, mens briller og filter gir samme røyktetthet overalt. Det vil være fordeler og ulemper med begge – lik røyktetthet overalt kan være bra for å undersøke ulike systemer ulike steder, men gjenspeiler ikke nødvendigvis virkeligheten.

En utfordring med alle forsøksserier, siden man ikke kan bruke reell, skadelig røyk i forsøk med mennesker, er at den adferd som kommer frem i forsøk er annerledes enn adferden i en reell rømmingssituasjon. Fryktaspektet kan være mindre når det ikke er reell røyk. I forbindelse med forsøk som involverer mennesker, er det også viktig å vurdere etiske problemstillinger.

Det er gjort lite forskning på rømning uten røyk eller røyksimulering. Samtidig vil det i slike situasjoner ikke være stort behov for et ledesystem. Markeringsskilt som angir utgangene kan være tilstrekkelig.

En systematisk sammenligning av elektriske og etterlysende ledelinjer mangler. Flere studier undersøker kun synlighet og lesbarhet fremfor funksjon, og flere studier sammenligner for mange parametre mot hverandre samtidig. Et interessant innspill til diskusjonen om elektriske og etterlysende komponenter fungerer best i brannrøyk, kom fra en forskningsgruppe (Webber et al.) som forklarte lang evakueringstid for elektriske komponenter med at lyset fra komponentene ble spredt i brannrøyk. Det er for øvrig ikke påvist at dette gjelder for alle typer elektriske systemer, her er det behov for mer forskning.

Det er publisert en del forskning om funksjonen til ulike ledesystemer, men studiene har svakheter, i hovedsak i form av at flere testparametere som påvirker hverandre er testet samtidig, og at det er et begrenset antall testpersoner per studie. Dette er sikkert gjort ut fra et kostnadsperspektiv, men det holder ikke nødvendigvis med tanke på å få statistisk signifikante resultater. Det er også en begrensning ved den gjennomgåtte litteraturen at det ikke er funnet studier som ser på rømning i brann for store folkemengder eller grupper i kombinasjon med store lokaler, for eksempel rømning fra en t-banestasjon. Det er heller ikke utført systematiske studier av hvordan ulike systemer plassert i samme branncelle vil påvirke hverandre, og om det her vil være snakk om en blandingseffekt.

Det er nødvendig med flere større forsøk som har mange nok testdeltakere, og som er nøye og godt planlagt. Det er også viktig å ta hensyn til utviklingen som har skjedd de senere år, både med hensyn til etterlysende materialer og elektriske komponenter. Det er viktig at konklusjoner om bruksområder ikke blir basert på tilgjengelig kunnskap om materialer som ikke lenger brukes.

Litteraturstudien har ikke gitt opplysninger om effekten av nyere typer etterlysende materialer. Studiene har enten brukt gamle typer etterlysende materialer (som sinkulfid eller eldre typer), eller har ikke angitt hvilket material den etterlysende merkingen består av.

5 Kartlegging av bransjens problemstillinger

5.1 Introduksjon og metodebeskrivelse

Et utvalg av representanter fra leverandører og produsenter av elektrisk og etterlysende ledesystemer ble, sammen med representanter fra brann- og elektrorådgiverbransjen, samt en representant fra eiendomsforvaltersiden, invitert til å delta på en workshop for å komme med innspill til prosjektet. Hensikten var å få innblikk i hvordan bransjen selv oppfatter problemstillingene vi har arbeidet med, og få respons på de funn som er fremkommet gjennom litteratursøket.

Deltakerne ble innledningsvis presentert for bakgrunnen for prosjektet, hvordan prosjektet var avgrenset og hensikten med workshopen. Deltakerne mottok utkast til referat for kommentarer. Referatet, utformet med hensyn til disse kommentarene gjengis i Vedlegg B.

5.2 Metodekritikk

På grunn av begrensede ressurser var det kun et utvalg av representanter fra bransjen som ble invitert til å delta i workshopen. Utvalget inkluderte for eksempel ikke arkitekter, byggherrer, entreprenører, eller andre mulige interessenter. Det var flere representanter fra produsentleddet (både for etterlysende og elektriske produkter) som meldte interesse for å delta på workshopen, men som det dessverre ikke var rom for. En mer omfattende deltakerliste ville ha kunnet gi en bredere kartlegging av bransjens problemstillinger.

Resultatene fra workshopen er sammenfattet ut fra vår oppfatning av diskusjonene rundt bordet den dagen. Deltakerne på workshopen har fått mulighet til å lese gjennom og komme med synspunkter. Der det har kommet innspill på at deltakerne er uenige i vår oppfatning av diskusjonene, er dette poengtert i teksten. Deltakerne ble gitt en relativt kort tidsfrist på én uke for å komme med tilbakemelding på referatet fra workshopen, og det ble poengtert fra noen av deltakerne at dette var altfor kort tidsfrist.

5.3 Diskusjon av resultatene fra workshopen

I dette avsnittet vil det bli gitt en kort diskusjon av vår oppfatning av workshopens utfall. Det viktigste som fremkom i løpet av workshopen kom det frem at mange av punktene som er belyst i rapportens kapittel 3 og 4, herunder problemstillinger som er diskutert, gjenspeiler bransjens utfordringer.

I gjennomgangen av regelverket kom det frem at det er utfordringer i bransjen omkring ordlyd og begreper i regelverket. Noen av utfordringene kom frem i diskusjoner mellom ulike deler av bransjen. Et eksempel på dette var at produsenter av etterlysende og elektriske ledesystemer ser ut til å ha to dels ulike oppfatninger av ordene "ledelinje" og "nødlys". Videre ser det ut til å være et problem for bransjen at ulike regelverk omhandler samme tema, og at det er motsetninger innad i regelverket. Det kom flere innspill til at det var ønskelig at regelverket gir valgmuligheter. Det ble videre poengtert at det er viktig at det ikke er markedshindringer i regelverket som hindrer optimalisering av løsninger, og at regelverket ikke bør diskriminere spesifikke systemer. Det ble poengtert at vurderinger utover de preaksepterte ytelsene i VTEK10 kan være både tidkrevende og kostnadsdrivende, slik at de ofte ikke er reelle alternativer. Det var få konkrete innspill til endringer eller forbedringer av regelverket, men diskusjonene rundt bordet har vært behjelpelig til å forme våre anbefalinger i denne rapporten.

Det var få innvendinger fra bransjen på resultatene fra gjennomgangen av faglitteratur. Det var noen kommentarer til siste punkt i faglitteratur-gjennomgangen, som omhandler mørklagte rømningsveier. Her var det ikke funnet noe faglitteratur, og bransjen var enige i at beregning av behov for ladelys er en ren matematisk øvelse. Det kom også innspill på at dersom en rømningsvei er permanent mørklagt, så vil ikke etterlysende systemer fungere der.

6 Overordnet diskusjon og konklusjoner

Prosjektet har hatt som målsetning å dokumentere det teoretiske grunnlaget som bør tas hensyn til ved vurdering av ytelser med tilhørende ytelsesnivå som veiledning til byggt teknisk forskrift angir til et ledesystem. En målsetning har også vært å kartlegge eventuelle mangler ved styrende dokumenter som regelverk, standarder og veiledninger.

I dette kapittelet vil prosjektets resultater bli diskutert, inkludert hypotesene som ble presentert innledningsvis.

6.1 Gjennomgang av faglitteratur

Det viktigste som kom frem i gjennomgangen av faglitteraturen var at ledeeffekten av sammenhengende kontinuerlig merking ser ut til å være viktigere for rømning i brannrøyk enn forhold som plassering og belyningsstyrke. Dette forklares med at kort avstand fra person til markering gir visuelle "ledetråder" for veien videre, og dermed raskere rømning. Når kontinuerlig linjemerking ble sammenlignet med punktmerking, ga linjemerking like rask eller raskere rømningstid. Når det gjelder plassering av ledelinjer, har monteringshøyde for ledelinjer ikke blitt studert alene, det har kun vært gjort sammenligninger av lavt monterte ledelinjer mot høyt montert punktmerking. Lavt monterte ledelinjer (elektriske eller etterlysende) gir like rask eller raskere evakuering sammenlignet med høyt plassert punktmerking.

Videre er det funnet at menneskelig oppførsel ved rømning påvirkes av mange faktorer, og at det ikke nødvendigvis kun synlighet til et skilt som avgjør hvor fort personer klarer å evakuere. For skilt med ulik luminans så syntes testdeltakere at merking med høyest luminans vistest best, men de bevegde seg ikke nødvendigvis raskere mot utgangen av den grunn. Det er derfor viktig å skille mellom test av synlighet og test av funksjonen til ledesystemene.

Dersom kun etterlysende ledesystemer skal brukes i et bygg, må systemet være av god nok kvalitet når det gjelder luminans og utladningstid, og det må garanteres at systemet alltid vil ha tilgang til korrekt type ladelys. Uten noen form for ladelys vil det etterlysende systemet forbli mørkt. Uten korrekt type ladelys vil systemet ikke fungere optimalt. Det er derfor kun en matematisk beregning basert på utladningstiden til den etterlysende komponenten og type ladelys som skal til for å avgjøre om rømningsveier har tilstrekkelig ladelys for at et etterlysende system skal fungere der. Utladningstid dokumenteres av produsenten.

De viktigste manglene ved studiene som er gjennomgått ble diskutert i avsnitt 4.7, og en anbefaling til videre arbeid basert på dette er gitt i avsnitt 6.4.

6.2 Vurdering av hypotesene

Basert på gjennomgangen av faglitteratur i kapittel 4, samt oppsummeringen av de viktigste punktene fra faglitteraturen beskrevet i kap 6.1, vurderer vi hypotesene slik:

Hypotese 1: Et høysittende elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavtsittende etterlysende system.

Menneskers atferd ved evakuering blir påvirket på mange måter ved evakuering gjennom røyk. Retningssans, bevegelseshastigheten og veivalg kan påvirkes. Noen forflytter seg oppreist, og noen kryper ved evakuering. Det hender også at noen velger røykfylte rømningsveier på tross av at det finnes røykfrie alternativer. Flere studier har konkludert

med at lav montering leder til raskere evakuering enn høy montering ved tak, for både etterlysende og elektriske ledesystemer. Skilt med lav luminans blir trolig mindre synlige ved høy montering enn ved lav montering. Ved lik luminans er valg av system (etterlysende eller elektrisk) av mindre betydning med hensyn til lesbarhet og synlighet. Avstand mellom merking har også betydning for evakueringshastigheten, kortere avstander gir raskere evakueringshastigheter. Hypotesen at et høysittende elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavsittende etterlysende system kan derfor sies å være falsifisert. I røyk vil et lavsittende etterlysende system kunne lede mennesker ut av en røykfylt rømningsvei mer effektivt enn et elektrisk høysittende system. Men det vil være avhengig av flere parametere enn kun plassering (lavt eller høyt) og type system (etterlysende eller elektrisk).

Hypotese 2: Høysittende nødlys kan ikke erstattes av lavsittende elektrisk eller etterlysende merking.

Basert på at flere studier viser at lavt plasserte ledelinjer fører til like rask eller raskere evakuering enn høyt plasserte nødlys, er også hypotese 2 falsifisert. Ledeeffekten av sammenhengende kontinuerlig merking ser ut å være viktigere enn belysningsstyrke. Dokumentasjon opp mot et funksjonskrav til ledeeffektivitet, som foreslått av Jensen i 1994, ville kunne ha vist hvorvidt høysittende nødlys kan erstattes av lavsittende merking.

Hypotese 3: Det er ikke tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk.

Basert på de refererte studiene, og med hensyn til evakueringseffektivitet, bør det kunne være tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk, om funksjonen til disse er god nok.

Hypotese 4: Etterlysende ledesystemer fungerer ikke der rømningsveiene normalt er mørklagt.

Etterlysende ledesystemer er avhengig av ladelys av korrekt kvalitet. Dersom feil type ladelys installeres, vil ikke det etterlysende ledesystemet fungere optimalt. Dersom rett type ladelys ikke kan garanteres, vil ikke systemet fungere der rømningsveier normalt er mørklagt. Hypotesen er ikke falsifisert; der hvor det er rømningsveier helt uten normalbelysning, ladelys eller tilgang til dagslys, vil ledesystemet forbli mørkt.

6.3 Oppsummering av uklarheter i styrende dokumenter

I dette avsnittet vil det gis en sammenfatning av hva som bør tas tak i for å unngå usikkerhet og uenighet som følge av uklarheter i styrende dokumenter. Dette er basert på vår gjennomgang av styrende dokumenter, samt workshopen hvor vi fikk tilbakemelding fra bransjen.

Det er nødvendig å rydde opp i regelverket for å unngå motstridende krav, anbefalinger og definisjoner. Særlig bør det legges vekt på å være konsekvent med terminologien, og sørge for at begrep som benyttes i styrende dokumenter er entydig definert. Regelverket slik det er i dag har en rekke henvisninger mellom forskrifter, kommentarer, veiledninger og standarder, som til dels henviser til hverandre i sirkel.

Arbeidsplassforskriften definerer utseendet til sikkerhetsskilt ved å bruke bilder. Dette skaper konflikt når nye standarder for sikkerhetsskilt utvikles eller eksisterende standarder revideres. Arbeidsplassforskriften burde derfor henvisne videre til aktuelle standarder eller direktiver. En samlet referanse for utseende på skilt er å foretrekke.

Målemetoder og definisjoner for kontrastforhold mellom markeringsskilt og omgivelsene mangler.

Det ser ut som at enkelte aktører i bransjen tolker byggt teknisk forskrift dithen at den forutsetter røykfrie rømningsveier. Dette virker å være en feiltolkning av ordlyden i §11-11 ledd 5 og 6, hvor røykgasskonsentrasjoner og forhold som påvirker synlighet omhandles. Her sies det ikke at det skal være røykfrie rømningsveier, men at det ikke skal være forhold som er til hinder for rømning.

Røyketetthet og egenskaper til ledesystemer er begge viktige for funksjonen til rømningsveien. Det er behov for en tydelig instruks, veiledning eller lignende for hvordan forventet optisk røyketetthet i rømningsveier kan dokumenteres på en god måte.

Som tidligere beskrevet, er det et behov for en funksjonsbasert testprosedyre for å bestemme ledeeffekten til systemene, ettersom dette ikke finnes i styrende dokumenter i dag. Dette krever arbeid for å få på plass, men kan være viktig for å få på plass hvilke ytelseskrav som bør stilles i regelverket. Det overordnede målet er at folk skal komme seg raskt og trygt til et sikkert sted – noe en funksjonsbasert testprosedyre vil kunne bidra til.

6.4 Behov for videre undersøkelser – anbefaling til eksperimenter

Selv om det finnes mye litteratur på området, er det en del områder hvor det mangler forskning. Det viktigste for god dokumentasjon av ytelseskrav i TEK10 er å gjennomføre følgende undersøkelser:

- Systematisk sammenligning av parametre; særlig sammenligning av funksjonen til elektriske og etterlysende ledelinjer, og funksjonen til ulike plasseringer.
- Kombinasjonsstudier i samme branncelle for å undersøke blandingseffekt.
- Studier med nye typer etterlysende materialer .
- Studier av store rom kombinert med store folkemengder.

Det første punktet er angitt på bakgrunn av at det i litteraturen mangler systematiske sammenligninger hvor parametrene som studeres er adskilt, og at det er fokusert på funksjonen til ledesystemet. Det er oftest flere parametre som sammenlignes i den samme studien, noe som gjør at det er vanskelig å skille mellom hvilke parametre som er viktige for resultatene. Den vanligste typen multi-parameter sammenligning som er publisert, er å sammenligne lavtsittende ledelinjer av etterlysende materialer mot høysittende punktmerking av elektriske komponenter. I slike studier er det umulig å si om det er plassering, punkt, linje eller komponenttype som er avgjørende for resultatene. Vi anbefaler at det gjennomføres en systematisk studie, hvor hver parameter studeres alene, eller hvor man klarer å skille effekten av ulike parametre fra hverandre. Når det gjelder dokumentasjon som grunnlag for ytelseskrav i regelverket (herunder byggt teknisk forskrift med veiledning og standarder), vil det være en sammenligning av elektriske og etterlysende systemer, samt en sammenligning av plassering, som vil være viktigst å få på plass.

Det har ikke lyktes oss å finne publikasjoner på forskning som omtaler den eventuelle blandingseffekten ved bruk av elektriske og etterlysende skilt i samme rom. Slik regelverket er i dag, omtales blanding i NS 3926-1:2009 [5], selv om det finnes få eller kanskje ingen undersøkelser på dette i litteraturen. Studier på området anbefales for å kunne gi et bedre grunnlag for å si noe om en eventuell blandingseffekt i regelverket.

De siste tiårene har nye typer etterlysende materialene blitt utviklet, uten at forskningen på området har tatt disse i bruk i studier. Dette innebærer at det finnes få eller ingen studier hvor nyere typer etterlysende materialer er undersøkt. Egenskapene til systemene skal riktignok dokumenteres av produsentene, men per i dag vil dette bare innebære en måling av luminans, og ikke av funksjon. For å kunne dokumentere ytelseskrav i regelverket, er det derfor viktig at forskningen som ligger til grunn har brukt produkter som er representative for markedet. Det anbefales at alle nye studier som gjennomføres tar i bruk etterlysende materialer som er relevante for dagens bruk. Dersom det er enkelte studier som er særs viktige for ytelseskrav i dagens regelverk, anbefales det at tilsvarende studie gjennomføres på nytt, men denne gangen med nyere typer etterlysende materialer. Dette vil samtidig gi et grunnlag for generell sammenligning av hvor relevante gamle studier er for dagens materialer.

For at regelverket skal kunne si noe om hvilke ytelser et ledesystem bør ha i ulike typer store rom hvor det oppholder seg store folkemengder, er det viktig at det finnes forskning på området. Det gjør det ikke per i dag. Det finnes studier som tar for seg rømning i store rom, for eksempel t-banestasjoner, men da er det én og én forsøksperson som skal finne veien ut. Det tas dermed ikke hensyn til effekten av flere mennesker i rommet. Videre studier i stor skala bør derfor inkludere en systematisk analyse, hvor store rom og store folkemengder studeres i kombinasjon. En slik studie vil være utfordrende, ettersom det er mange parametre som kan ha betydning for rømningen.

Referanser

- [1] Direktoratet for Byggkvalitet, *Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK10)*. 2011.
- [2] “Kollegiet for brannfaglig terminologi,” *Kollegiet for brannfaglig terminologi - Faguttrykk: Nødlys*, 09-Sep-2014. [Online]. Available: <http://www.kbt.no/filer/skisse/n%C3%B8dlys.pdf>. [Accessed: 09-Sep-2014].
- [3] R. Tonikian, G. Proulx, N. Bénichou, and I. Reid, “Literature review on photoluminescent material used as a safety wayguidance system,” *Can. NRC CNRC*, 2006.
- [4] Justis- og beredskapsdepartementet, *Forskrift 26. juni 2002 nr. 847 om brannforebyggende tiltak og tilsyn (Forskrift om brannforebygging)*. 2002.
- [5] Standard Norge, “NS 3926-1:2009 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, Del 1: Planlegging og utforming.” Standard Online AS, 2009.
- [6] “Nødlys/ ledesystemer.” Lyskulturs publikasjon nr. 7, 7. utgave, 2013.
- [7] P. Atkins, *Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry*. Oxford University Press, 2010.
- [8] G. Proulx, D. K. Tiller, B. Kyle, and J. Creak, *Assessment of photoluminescent material during office occupant evacuation*. Institute for Research in Construction, 1999.
- [9] J. Kaur, R. Shrivastava, B. Jaykumar, and N. Suryanarayana, “Studies on the persistent luminescence of Eu²⁺ and Dy³⁺-doped SrAl₂O₄ phosphors: a review,” *Res. Chem. Intermed.*, vol. 40, no. 1, pp. 317–343, 2014.
- [10] K. Van den Eeckhout, P. F. Smet, and D. Poelman, “Persistent luminescence in Eu²⁺-doped compounds: a review,” *Materials*, vol. 3, no. 4, pp. 2536–2566, 2010.
- [11] K. Van den Eeckhout, D. Poelman, and P. F. Smet, “Persistent Luminescence in Non-Eu²⁺-Doped Compounds: A Review,” *Materials*, vol. 6, no. 7, pp. 2789–2818, 2013.
- [12] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift 26. mars 2010 nr. 489 om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK10)*. 2010.
- [13] Kommunal og moderniseringsdepartementet, *Lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (Plan og bygningsloven)*. 2008.
- [14] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Klima- og miljødepartementet, *Forskrift 22. januar 1997 nr. 33 om krav til byggverk og produkter til byggverk (Forskrift om krav til byggverk, TEK97)*. 1997.
- [15] Statens bygningstekniske etat, *REN - Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997*. 1997.
- [16] Statens bygningstekniske etat, *REN - Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997. 2. utgave*. 1999.
- [17] Statens bygningstekniske etat, *REN - Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997. 3. utgave*. 2003.
- [18] Statens bygningstekniske etat, *REN - Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997. 4. utgave*. 2007.
- [19] Arbeidsdepartementet, *Forskrift 6. desember 2011 nr. 1356 om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (Arbeidsplassforskriften)*. 2013.
- [20] Arbeids- og sosialdepartementet, *Lov 17. juni 2005 nr. 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (Arbeidsmiljøloven)*. 2006.
- [21] Arbeidstilsynet, *Kommentarer til forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften)*. 2013.
- [22] Standard Norge, “NS-EN 1838:1999 Anvendt belysning - Nødbelysning.” Pronorm AS, 1999.

- [23] Justis og beredskapsdepartementet, *Lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (Brann og eksplosjonsvernloven)*. 2002.
- [24] Standard Norge, “NS 3926-2:2009 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, Del 2: Laboratoriemåling og måling på stedet av etterlysende produkter.” Standard Online AS, 2009.
- [25] Standard Norge, “NS 3926-3:2011 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, Del 3: Kontroll, ettersyn og vedlikehold.” Standard Online AS, 2011.
- [26] ISO Copyright office, “ISO 3864-1:2011 Graphical symbols- Safety colours and safety signs- Part 1: Design principles for safety signs and safety markings.” ISO Copyright office, published in Switzerland, 2011.
- [27] ISO Copyright office, “ISO 3864-4:2011 Graphical symbols and safety signs- Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials.” ISO Copyright office, published in Switzerland, 2011.
- [28] ISO Copyright office, “ISO 7010:2011 Graphical symbols- safety colours and safety signs- Registered safety signs.” ISO Copyright office, published in Switzerland, 2011.
- [29] ISO Copyright office, “ISO 16069:2004 Graphical symbols- Safety signs- Safety way guidance systems (SWGS).” ISO Copyright office, published in Switzerland, 2004.
- [30] Standard Norge, “NS-EN 1838:2013 Anvendt belysning - Nødbelysning.” Standard Online AS, 2013.
- [31] Standard Norge, “NEK EN 50172:2004: Nøddlyssystemer for rømningsveier, 1. utgave.” Norsk Elektroteknisk Komité, 2004.
- [32] “Byggforskserien - Planløsning - 321.038 - Sending 1 - 2003 - Ledesystem for rømning.” Norges byggforskningsinstitutt, 2003.
- [33] “Temaveiledning brannvern i kraftforsyningen.” Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Norges vassdrags og energidirektorat (NVE).
- [34] G. Jensen, “Rømning i brann- Kritiske faktorer, Hovedrapport,” *IGP AS*, no. NTNFAAS 30482, 1994.
- [35] K. Fridolf, K. Andree, D. Nilsson, and H. Frantzich, “The impact of smoke on walking speed,” *Fire Mater.*, 2013.
- [36] M. Kobes, I. Helsloot, B. de Vries, J. G. Post, N. Oberijé, and K. Groenewegen, “Way finding during fire evacuation; an analysis of unannounced fire drills in a hotel at night,” *Build. Environ.*, vol. 45, no. 3, pp. 537–548, Mar. 2010.
- [37] G.-Y. Jeon, J.-Y. Kim, W.-H. Hong, and G. Augenbroe, “Evacuation performance of individuals in different visibility conditions,” *Build. Environ.*, vol. 46, no. 5, pp. 1094–1103, 2011.
- [38] T. Paulsen, “Eksperimentell utprøving av evakueringsystemer,” *SINTEF STF75 A93021*, 1993.
- [39] G. Jensen, “Wayfinding in heavy smoke: decisive factors and safety products,” *Fire Saf. 98 Fire Prot. Nucl. Install.*, 1998.
- [40] M. Wright, G. Cook, and G. Webber, “The effects of smoke on people’s walking Speeds using overhead lighting and Wayguidance provision,” presented at the Proceedings of the 2nd international symposium on human behaviour in fire. MIT, Boston, 2001, pp. 275–284.
- [41] G.-Y. Jeon and W.-H. Hong, “An experimental study on how phosphorescent guidance equipment influences on evacuation in impaired visibility,” *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 22, no. 6, pp. 934–942, 2009.
- [42] M. Kobes, I. Helsloot, B. de Vries, N. Oberijé, and N. Rosmuller, “Fire response performance in a hotel. Behavioural research.” 2007.

- [43] B. Collins, M. Dahir, and D. Madrzykowski, "Visibility of exit signs in clear and smoky conditions," *Fire Technol.*, vol. 29, no. 2, pp. 154–182, 1993.
- [44] M. Wright, G. Cook, and G. Webber, "Visibility of four exit signs and two exit door markings in smoke as gauged by twenty people," presented at the 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire, March 26-28, 2001, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 2001, pp. 147–157.
- [45] G. Webber and C. Aizlewood, "Investigation of Emergency Way finding Lighting System," *Proc Lux Eur.*, vol. 93, 1993.
- [46] G. Webber and C. Aizlewood, *Emergency wayfinding lighting systems in smoke*. Building Research Establishment Garston, England, 1994.
- [47] C. Aizlewood and G. Webber, "Escape route lighting: Comparison of human performance with traditional lighting and wayfinding systems," *Light. Res. Technol.*, vol. 27, no. 3, pp. 133–143, 1995.
- [48] R. Tonikian, G. Proulx, N. Bénichou, and I. Reid, "Literature review on photoluminescent material used as a safety wayguidance system," *Can. NCR CNRC*, 2006.
- [49] T. Kretz, S. Hengst, A. P. Arias, S. Friedberger, and U. D. Hanebeck, "Using a Telepresence System to Investigate Route Choice Behavior," in *Traffic and Granular Flow'11*, Springer, 2013, pp. 139–148.
- [50] G. Proulx, B. Kyle, and J. Creak, "Effectiveness of a photoluminescent wayguidance system," *Fire Technol.*, vol. 36, no. 4, pp. 236–248, 2000.
- [51] G. Proulx and N. Bénichou, "Photoluminescent Stairway Installation for Evacuation in Office Buildings," *Fire Technol.*, vol. 46, no. 3, pp. 471–495, 2010.
- [52] G. Webber, P. Hallman, and A. Salvidge, "Movement under emergency lighting: Comparison between standard provisions and photoluminescent markings," *Light. Res. Technol.*, vol. 20, no. 4, pp. 167–175, 1988.
- [53] G. Webber and P. Hallman, "Emergency lighting and movement through corridors and stairways," presented at the Proceedings of the Ergonomic Society's 1987 Annual Conference, Swansea, 1987.

Vedlegg A – Deltakerliste workshop

Frank Høyen, Prolink

Christopher J. Dahl, Smart Signs

Øyvind Sylte, Nortek

Marit Sliper Drugli, Sweco

Geir Jensen, Cowi

Anders Unhjem Pettersen, Forsvarsbygg

Svein Erik Brath, Lyskultur

Vedlegg B – Referat fra workshop, med hensyn til kommentarer fra deltakere i etterkant

B.1 Regelverk og styrende dokumenter – utydelig og uklart begrepsapparat

B.1.1 Utydelig regelverk

Kravene til hvor det skal være ledesystemer og hvordan dette skal være utformet er i all hovedsak gitt i medhold av plan- og bygningsloven, brann- og eksplosjonsvernloven og arbeidsmiljøloven med tilhørende forskrifter og veiledninger. Kartleggingen som er gjennomført, viser at regelverket er utydelig, det benyttes et antall ord og begreper som dels er lite definert, dels har overlappende betydning, og regelverket er i noen tilfeller motstridende.

Det var en gjennomgående tilbakemelding fra deltakerne at utformingen av regelverket gjør det vanskelig å holde oversikt over hvilke ytelseskrav som skal stilles til et ledesystem i ulike typer bygg⁴. Regelverket er utydelig, og det er behov for en opprydning. Det kom konkrete forslag på at plan- og bygningsloven som sentralt forvaltes av Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), kunne ta for seg det som omhandler **rømning** mens Arbeidsplassforskriften som forvaltes av Arbeidstilsynet (AT) kun bør fokusere på **belysning**. I etterkant av workshopen kom det kommentarer fra flere som ikke var enige i dette, som mente at det var viktig å se regelverket i sammenheng, og at en harmonisering av regelverket var å foretrekke. Det kom også en kommentar i ettertid på at belysning av rømningsvei er en viktig forutsetning i byggeteknisk forskrift.

I en prosjekteringsfase gir uklart regelverk og mulighet for tolkning, åpning for at løsninger velges på bakgrunn av gammel vane eller kostnadshensyn i stedet for å tilpasses byggets utforming og bruk. Gruppen ga uttrykk for at det er mulig å bruke regelverket slik ”det passer en selv”, og viste til at noen aktører oppfatter veiledninger som juridisk bindende, og dermed velger løsninger som ikke nødvendigvis er rømningsteknisk optimale. Representantene for etterlysende-bransjen fortalte at de iblant møter problemstillingen at arbeidsplassforskriften krever ”nødløs”, og de oppfatter dette som et markedshinder for sine systemløsninger. Her kom det innspill i etterkant av workshopen på at sikkerhet burde settes i første rekke, og ikke økonomiske interesser.

Det var stor enighet om at det i mange tilfeller ikke er rådgivende ingeniør brann (RIBr) som gir føringer for valg av ledesystem. RIBr identifiserer i mange tilfeller kun **hvor** det skal være ledesystemer og hvilke standarder som gjelder. Videre prosjektering og av valg av systemløsning overlates til rådgivende ingeniør elektro (RIE).

RIBr overlater i mange tilfeller detaljprosjektering av ledesystemer til rådgivende ingeniør elektro (RIE), ved å henvise til at det er krav eller ikke er krav til ledesystem, og angi relevante standarder, i stedet for å gjøre en mer inngående vurdering av hvilke krav som bør stilles til funksjon. Det kom frem at dette kunne skyldes både manglende kunnskap hos RIBr og økonomiske hensyn. Det er enklere å henvise til en standard i stedet for å gjøre egne vurderinger. Gruppen fokuserte på at RIBr i større grad burde involveres i, eller ha ansvar for, å angi overordnet utforming. Det var stor grad av enighet om at det er viktig å knytte valg som foretas i prosjekteringsfasen opp mot byggets

⁴ Bygg i denne sammenheng er både bygninger, konstruksjoner, anlegg og tunnelanlegg der disse er omfattet av plan- og bygningsloven.

tiltenkte bruk. De ulike ledesystemene har ulike styrker og svakheter, men den overordnede vurderingen er det få som vil ta, da dette er tidkrevende og det er vanskelig å sette klare vurderingskriterier.

Det kom det frem synspunkter på at VTEK i større grad bør åpne opp for vurderinger i hvert enkelt prosjekt. Det bør stilles større krav til RIBr med hensyn til kompetanse på ledesystemer. Dette gjelder også RIE. Det mangler per i dag et godt verktøy som kan legges til grunn ved valg av løsning. Dermed velges ofte "minste motstands vei", som regel av to grunner:

- a) Man tør ikke å gjøre annet enn å følge preaksepterte ytelser i VTEK.
- b) Det er ikke økonomi i prosjektet for å legge jobb på vurderinger utover preaksepterte ytelser i VTEK.

Et annet innspill var at veien mellom prosjekterende (normalt RIBr eller RIE) og den som eier og drifter bygget er for lang.

En overordnet brannstrategi bør som minimum si noe om hvilket konsept for ledesystem som skal benyttes hvor i bygget. Flere av deltakerne uttrykte ønske om å legge ansvaret for valg av løsning på RIBr, som er den i prosjekteringsgruppen som skal ha kompetanse på rømning. Flere ga uttrykk for at kompetansen på ledesystemer generelt er for dårlig blant brannrådgiverne, samtidig som rådgiverne må få bedre verktøy til å vurdere ulike system enn direkte henvisning til standard.

Gruppen ble enig om at det var greit med en "kokebokløsning", samtidig som det var åpning for alternative løsninger med vurderingskriterier som kunne benyttes som prosjekteringsunderlag. Det ble sagt at "det ene utelukker ikke det andre". Det er vesentlig å legge til rette for at løsninger velges etter byggets eller branncellens bruksområde.

I etterkant av workshopen kom det innspill på behovet for absolutte krav i noen tilfeller, slik at det ikke skal være åpning for skjønnsmessige fravik fra for eksempel krav til lavtsittende ledesystemer.

Et annet innspill som kom i etterkant, til avsnittene ovenfor som omhandler prosjekteringsfasen, var at DiBK burde sortere hvor de ulike systemene har sine fortrinn, hvor styrker og svakheter til de ulike systemene opp mot nødvendig funksjon og ytelse kommer frem. Dette for å forklare de ulike systemene på en "tilgjengelig" måte.

Representant for leverandører og produsenter av elektriske ledesystemer kommenterte i etterkant at VTEK10 kan henvisne til alle norske standarder på området, som NEK 50172, NS-EN 1838 og NS 3926 for å i større grad åpne for vurderinger i hvert enkelt prosjekt.

B.1.2 Uklare og motstridende begrep

I gjennomgangen av det mest sentrale regelverket for ledesystemer, er det avdekket en del ord og uttrykk som brukes om hverandre, samt utydelige definisjoner av ord. I tillegg benyttes det engelske faguttrykk som ikke har entydig norsk oversettelse.

Gruppen ble bedt om å diskutere bruken og innholdet i følgende begrep:

- *Nøddlys, nødbelysning, rømningsbelysning, rømningsveilys, reservebelysning, ledelys og nødrømningsbelysning*
- *Ledelys og ledelinjer*
- *Markeringslys og markeringsskilt*
- *Retningsskilt og henvisningsskilt*

Opprinnelsen til de ulike begrepene ble diskutert, og det ble sagt at nøddlys, nødbelysning og rømningsbelysning kan oppfattes som ulike begreper med samme betydning. Det kom innspill på at ”nødbelysning” er et bedre ord enn ”nøddlys”.

Gruppen var enig om at ”antipanikk-belysning” er belysning av åpne områder. Belysningen skal lyse opp omgivelsene slik at personene i området skal beholde roen. For eksempel skal antipanikk-belysning gi tilstrekkelig lys til at foreldre kan finne igjen barn etc.

Ledelys skal primært sørge for at den som evakuerer har tilstrekkelig sikt til å unngå å snuble. Ledelys er ikke ment til å vise veien ut, men lyse opp veien ut. Det ble derfor gitt forslag om å bruke begrepet ”ganglys” for å tydeliggjøre funksjonen. ”Lede”-funksjonen ivaretas av markeringsskilt med retningsgivende informasjon.

Ledelinje er ikke definert i VTEK. Det gjør det vanskelig å vite hva som er funksjonen til en ledelinje, og hvordan denne kan og bør utformes.

Gruppen ga uttrykk for ulike oppfatninger av hva lede-begrepet i ord som ledesystem og ledelys innebærer. Det kom innspill på at lyspunkt i taket ikke vil lede noen plass, men kun lyse opp, samtidig som det kom motargument for at en rekke med lyspunkter vil kunne lede personer fra A til B. Det var imidlertid enighet i gruppen om at nøddlys kun er elektrisk og er et fellesbegrep for ledelys, markeringslys og antipanikk-belysning.

Det kom innspill fra gruppen på viktigheten av å skille mellom evakuering på grunn av brann, og evakuering på grunn av mørklegging av rømningsveier som følge av nettoutfall. Dette vil være viktig for å skille mellom virkeområdet for byggt teknisk forskrift og arbeidsplassforskriften.

Det kom ingen kommentarer på bruken av og innholdet i begrepene markeringslys, markeringsskilt, retningskilt og henvisningsskilt.

I tillegg til begrepene i kulepunktene ovenfor, ble begrepet ledesystem diskutert. Gruppen ga uttrykk for at ”ledesystem” som begrep ikke oppfattes som utydelig, og gruppen sluttet seg i stor grad til definisjonen av ledesystem som er gitt i NS 3926. Det ble av enkelte stilt spørsmål om hvorvidt denne definisjonen bør inkludere plassering (høyt eller lavt).

Når det gjelder NS-EN 1838:2013, ble det fra en av deltakerne opplyst at det er igangsatt arbeid med norsk oversettelse av denne. Det forventes da at følgende engelske begrep får en norsk oversettelse:

- *Emergency lighting*
- *Emergency escape lighting*
- *Emergency route lighting*

I etterkant av workshopen ble det poengtert at NS-EN 1838:1999 foreligger på norsk. Slik beskrevet i avsnitt 3.9, er ikke denne gjennomgått i denne rapporten, ettersom den er en tilbaketrukket standard.

I etterkant av workshopen kom det flere innspill på bruken av ordet ”ledelys”. Det ene var at ordet ”ganglys” ikke var egnet til å erstatte ordet ”ledelys”, begrepet ble oppfattet som for vagt og generelt i denne sammenhengen. Det andre var at ledelys i tak fungerer som en belysningslinje og derved leder en fra skilt til skilt for så å ende på et sikkert sted, og at ledelys på denne måten faktisk gir en ledefunksjon.

Det kom også innspill i etterkant på at uklare og motstridende begrep beskrevet ovenfor ikke var noe stort problem, ettersom de som er i bransjen kjenner uttrykkene. En annen kommentar sa seg enig i dette; begrep som er godt innarbeidet i bransjen, som ledelys og nødlys, er ikke nødvendig å presisere. Etter vår mening er dette ikke tilfellet, ettersom det kom frem gjennom samtaler på workshopen at det var en del begreper, som ordet ”ledelinje”, hvor det var ulike meninger om hva begrepet innebærer.

B.1.3 Motstridende punkter i regelverket

Type ledesystem

Flere av deltakerne ga også her uttrykk for at det er et behov for en tydeligere definisjon av hva som ligger i begrepet ledesystem og nødlys. Nødlys skal primært gi lys til et område, og bør benevnes nødbelysning.

Deler av gruppen var enig i at nødbelysning og ledesystem er to forskjellige ting. Det at det står ”nødlys” i arbeidsplassforskriften kan være ekskluderende for etterlysende løsninger.

Gruppen ga tydelig uttrykk for at det er behov for en klar definisjon av hva et ledesystem er, og deltakerne mente at det skulle legges vekt på ledesystemets funksjon. Hensikten med et ledesystem er å lede personer som evakuerer til sikkert sted. Meningene rundt bordet varierte fra at TEK10 og VTEK10 kun burde beskrive funksjon og overlate valg av løsning til prosjekterende, til at det ville være en forenkling kun å beskrive funksjon dersom det skulle vise seg at eksempelvis lavtsittende merking gir best sikkerhet.

Plassering

Det var litt uenighet rundt bordet når diskusjonen kom inn på hvorvidt det er ønskelig med spesifikke plasseringsanvisninger i forskrift eller veiledning i større grad enn det er i dag. Det ble også diskutert hvorvidt det er konfliktfylt at NS-EN 1838 angir høytsittende merking, mens VTEK10 og NS 3926 angir lavtsittende merking.

Gruppen var i all hovedsak enig om at regelverket i størst mulig grad skal stille krav til funksjon, slik at de som skal gjøre de branntekniske vurderingene har de forutsetninger som er nødvendige for å ta gode valg. Man bør ha mulighet til å velge det systemet som er best egnet til det aktuelle bygget og branncellen systemet skal fungere i.

Det ble nevnt at tilgjengelig forskning viser at ved røyk i rømningsveien, er lavtsittende merking bra. Hvis det ikke er røyk i rømningsveien, er det fornuftig med høysittende merking. TEK10 og VTEK10 tolkes dithen at prosjekteringen skal forutsette at det kan bli røyk i rømningsveien, og at rømning ved brann vil foregå i mer eller mindre røykfylte omgivelser. Deler av gruppen ga positiv respons til at dette er en fornuftig tilnærming. I etterkant av workshopen kom det innspill på det er viktig å enes om hvor det skal forutsettes rømning gjennom røyk, og i hvilke tilfeller en slik forutsetning er unødvendig.

Det ble sagt at å velge mellom funksjon og plassering er en forenkling av problemstillingen. Det kan være behov for begge deler.

I etterkant av workshopen kom det en kommentar fra en representant for leverandører og produsenter av etterlysende ledesystem på at det i dagens regelverk kan virke som at man kan tolke seg bort fra lavtsittende ledesystemer, uten å dokumentere at den valgte løsning fungerer for eksempel i røykfylte lokaler.

Det kom også innspill i etterkant fra en representant for leverandører og produsenter av elektriske ledesystemer på at plasseringsanvisninger må ligge i standarder og ikke i forskrift og veiledning.

Utforming av skilt

Arbeidsplassforskriften angir utforming av skilt som er i strid med utforming angitt i de standarder VTEK10 viser til (ISO 3864, ISO 7010). Det var stor enighet om at en samlet referanse for skiltutseende er å foretrekke. Dersom forhold knyttet til rømning skal ivaretas av TEK10, innebærer dette at krav til skiltutforming i arbeidsplassforskriften må fjernes.

Representantene fra produsentene oppga å ha ulik praksis når det gjelder pilretning. Dette kom av at skiltutseende, herunder pilretning, er ulikt på ulike steder i regelverket.

En av deltakerne mente at pilretning, piler, piktogram etc. har liten betydning for å lede personer på rett vei, og at det er tilstrekkelig at skiltet har grønn farge. Noen av de andre deltakerne presiserte at de ikke var enige i dette.

I etterkant av workshopen kom det innspill på at skiltutforming burde være entydig og følge internasjonale trender, slik at rømningsmerking er internasjonalt godt forståelig.

Et annet innspill som kom i etterkant av workshopen er at Arbeidsplassforskriften forholder seg til skiltdirektivet "Directive 92/58 EEC". Direktivet er under revisjon og derved kommer ISO 7010 skilt på plass i følge kommentaren.

Krav til luminansnivå

NS 3926 og NS-EN 1838 angir ulike måleposisjoner og tidspunkt for måling av luminans. Deltakerne ga uttrykk for at det var uproblematisk at et etterlysende ledesystem har ett sett funksjonskrav, mens et elektrisk system skal tilfredsstillende et annet sett funksjonskrav; "Du prosjekterer etter det ene eller det andre."

B.2 Støttes hypotesene av tilgjengelig forskning?

Følgende hypoteser var satt opp av oppdragsgiver (DiBK og DSB) som utgangspunkt for hvilke spørsmål prosjektet skulle besvare:

1. Et høytsittende elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavtsittende etterlysende system.
2. Høytsittende nødlys kan ikke erstattes av lavtsittende elektrisk eller etterlysende merking.
3. Det er ikke tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk.
4. Etterlysende ledesystemer fungerer ikke der rømningsveiene normalt er mørklagt.

Etter at diskusjonen rundt regelverk og begrepsbruk ble rundet av, ble funn fra studiet av publiserte forskningsartikler gjennomgått og diskutert i lys av hypotesene. Hensikten var å undersøke om våre funn reflekterte bransjens oppfatning av virkeligheten.

B.2.1 Hypotese 1

Et høytsittende elektrisk ledesystem er bedre i røyk enn et lavtsittende etterlysende system.

Gruppen var enig om at denne hypotesen ikke er riktig. Lavtsittende system kan erstatte høytsittende system, men det er viktig å ta hensyn til branncellens utforming og bruksområde.

Bygg i risikoklasse 5, som varehus, kjøpesenter og idrettshall, ble tatt frem som bygg hvor det må tas stilling til om lavtsittende merking alene er tilstrekkelig. Ledesystemet må ta hensyn til branncellens utforming og bruksområde. Der hvor mange mennesker er samlet og i brannceller hvor interiøret flyttes rundt, kan det være mest fornuftig å velge høytsittende merking selv om videre merking i rømningsvei er lavtsittende. Dette må også gjenspeiles i VTEK10.

Deltakerne pekte på viktigheten av å være oppmerksom på feilkilder i ulike forsøksoppsett, eksempelvis bruk av ulike typer røyk. Deltakerne var enige om at hypotesen var feil både i situasjoner med røyk og uten røyk.

Her kom det en kommentar i etterkant av workshopen på at det er uheldig at mengde røyk ikke er definert i hypotesen.

B.2.2 Hypotese 2 og 3

Høytsittende nødlys kan ikke erstattes av lavtsittende elektrisk eller etterlysende merking.

Det er ikke tilstrekkelig med kun bruk av etterlysende ledesystemer i byggverk.

Deltakerne ga helt tydelig uttrykk for å være uenig i hypotesene. Hypotesene setter systemene opp mot hverandre på feil måte. Det fokuseres på at det ene er riktig og det andre er feil, uten at fokus er på funksjon. ”Vi vil ha gode og sikre løsninger”.

Det kom innspill på at fokus heller bør ligge på systemets evne til å lede folk som evakuerer, *ledeevne*; også omtalt som ”wayfinding capacity”, enn dagens fokus på

lysstyrke og plassering. Ledeevnen er ikke avhengig av luminans, men om den som evakuerer klarer å oppfatte merkingen eller ikke.

For representantene fra leverandører og produsenter av etterlysende ledesystemer oppleves dagens sammenheng mellom krav til luminans og bredde på etterlysende striper som et hinder (jf. avsnitt 7.5.2 i NS 3926-1:2009 [5]). Brede striper kan være problematisk både estetisk og funksjonelt. Det har vært en betydelig utvikling av de etterlysende systemene for at disse skal gi lys i en lengre tidsperiode og være mindre avhengig av (mer eller mindre) kontinuerlig tilførsel av ladelys. Mye av forskningen som er tilgjengelig baserer seg på eldre typer etterlysende systemer, noe som må tas med i vurderingen av eksperimentelle funn.

Deltakerne kommenterte at DiBK bør ha fokus på å bruke VTEK10 til å gi veiledning til riktig fortolkning av TEK10. VTEK10 burde være tydeligere på hvilken dokumentasjon som er god nok. VTEK10 burde også være mer tydelig på hva som forventes ved dokumentasjon av tilgjengelig rømningstid eller mengde røyk i rømningsvei.

På tvers av bransjene var det enighet om at i situasjoner hvor rømning foregår i røykfrie omgivelser er høytsittende merking (skilt eller lys) mest effektivt. Ved rømning gjennom røyk, er ledelinje mest effektivt for å lede personer effektivt til et trygt sted. Et høytsittende system kan ikke konkurrere med et lavtsittende i røyk, enten det er etterlysende eller elektrisk.

Det kom flere kommentarer til dette siste avsnittet i etterkant av workshopen. Fra en representant fra leverandører og produsenter av etterlysende ledesystemer ble det presisert at høyt montert system ikke nødvendigvis er mer effektivt enn et komplett ledesystem med både høyt monterte skilt og lavt montert ledemerking. Videre ble det presisert at i bygg med enkle rømningsveier og ikke store folkemengder vil høyt monterte henvisningsskilt være tilstrekkelig, spesielt hvis faren for røyk er begrenset. Det kom en kommentar i etterkant av workshopen, angående rømning gjennom røyk fra en representant fra leverandører og produsenter av elektriske ledesystemer. På bakgrunn av dette ønsker vi å presisere at der det er snakk om rømning gjennom røyk, er det forutsatt at røykgasskonsentrasjoner og optisk røyktetthet er så lave som TEK10 legger til grunn.

B.2.3 Hypotese 4

Etterlysende ledesystemer fungerer ikke der rømningsveiene normalt er mørklagt.

Beregning av nødvendig mengde ladelys er en ren matematisk øvelse. Hypotesen stemmer i og for seg, men deltakerne var enige i at det er gode muligheter for å finne løsninger som både er energieffektive og samtidig gir tilstrekkelig ladelys. Det anses ikke som nødvendig med mer forskning på dette feltet.

Som regel handler dette om energisparing. I følge deltakerne fra bransjen er det mulig å finne løsninger slik at etterlysende systemer kan få tilstrekkelig ladelys. Dagens etterlysende produkter kan lades i kort tid og likevel lyse lenge. LED-belysning benyttes som et energigjerrig alternativ, og kan også benyttes som ladelys. Eksempelvis kan en lysreduksjon til 10 % av normalbelysningen være gunstig for et etterlysende ledesystem fremfor sensorstyrt av/på-lys.

Norsk Lysteknisk Komité påpekte at det er kommunikasjon mellom de som prosjekterer etterlysende system og de som prosjekterer belyningsanlegg. Normalt ivaretas prosjektering av ladelys av RIE. For å sikre at produktene får tilstrekkelig ladelys, må RIE få informasjon om hvor mye (mengde og temperatur) lys det valgte produktet trenger for å oppnå angitt ytelse. Det er også mulig å stille krav til materialkvalitet tilpasset lysforholdene på stedet.

Informasjon om krav til ladelys eller materialkvalitet må videreformidles til tiltakshaver og eiendomsforvalter slik at funksjonen til ledesystemet opprettholdes gjennom byggets levetid.

B.2.4 Andre viktige punkter som bør ses på?

Workshopen ble avsluttet med en runde rundt bordet for å kartlegge om det var aspekter som ikke var vurdert så langt i prosjektet. Her ble det også tatt opp innspill fra deltakere som var forhindret fra å møte på selve workshopen.

Det var stor enighet om at det innenfor prosjektets arbeidsområde er behov for en klargjøring av funksjons- og ytelseskrav. Energisparing er et stadig mer aktuelt tema. Det er viktig at det blir stilt krav til materialkvalitet tilpasset forholdene (plassering og tilgjengelig ladelys). Forhold som tidsstyring av lys, neddimming og mørklegging av områder må tas hensyn til ved valg av løsning.

Det stilles i større grad krav om at ledesystemet skal inngå i byggets "designprofil" nå enn før. Dette kan legge føringer for valg av løsning og valg av utforming og fargebruk. Tidlig samarbeid med arkitekt gir i stor grad mulighet for gode løsninger.

Deltakerne var enige om at prosjektering av ledesystemer hører hjemme under plan- og bygningsloven – og kun der. Det er viktig at begrep som ledelinje og ledesystem blir klart definert. I følge deltakerne er den delen av VTEK10 som omhandler ledesystemer ofte gjenstand for diskusjon. Valg av ledesystem bør defineres i overordnet brannstrategi. Det vil i større grad sikre at alle forutsetninger for systemvalg er kjent, enn hvis valg av system gjøres senere i prosjekteringsprosessen. Dette er særlig viktig i et marked med høye byggekostnader, og hvor fremtidig bruker i liten grad er involvert i byggeprosessen.

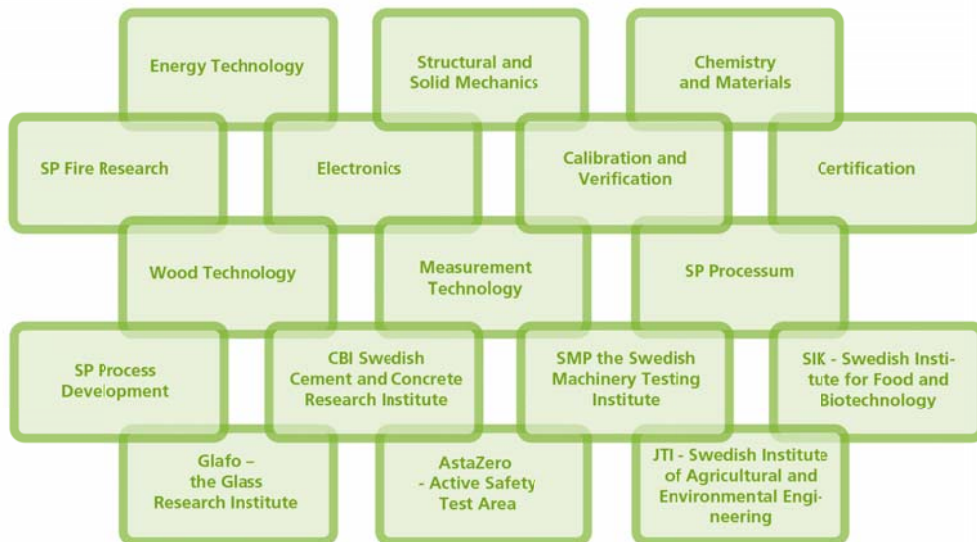
Det ble stilt spørsmål om det finnes tilgjengelig forskning som sier noe om hvorvidt ledesystemer redder liv.

I etterkant av workshopen kom det innspill vedrørende behov for studier av assistert rømning med kun bruk av etterlysende, lavtsittende systemer. Her ble det stilt spørsmål ved om evakueringshastigheten og orienteringsevnen til folk med nedsatt syn er like god ved bruk av etterlysende som elektriske systemer i rømningsveier.

Et annet poeng som ble fremlagt i etterkant av workshopen er at når det gjelder bruken av ordet "ledelinje", så er det viktig å ta hensyn til at begrepet også brukes innenfor universell utforming.

SP Technical Research Institute of Sweden

Our work is concentrated on innovation and the development of value-adding technology. Using Sweden's most extensive and advanced resources for technical evaluation, measurement technology, research and development, we make an important contribution to the competitiveness and sustainable development of industry. Research is carried out in close conjunction with universities and institutes of technology, to the benefit of a customer base of about 10000 organisations, ranging from start-up companies developing new technologies or new ideas to international groups.



SP Fire Research AS

Postboks 4767 Sluppen, 7465 Trondheim

Telefon: 464 18 000

E-post: post@spfr.no, Internett: www.spfr.no

www.spfr.no

SPFR-rapport SPFR A14113

ISBN 978-82-14-00130-3

For mer informasjon om publikasjoner utgitt av SP: www.sp.se/publ