

Planleggingskriterier for nødlysanlegg og ledesystemer

Vegar Ingebrigtsen
Murberg

Master of Science in Electric Power Engineering
Innlevert: juni 2015
Hovedveileder: Eilif Hugo Hansen, ELKRAFT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for elkraftteknikk



MASTEROPPGAVE

- Kandidatens navn : Vegar Ingebrigtsen Murberg
- Fag : ELKRAFTTEKNIKK
- Oppgavens tittel (norsk) : **Planleggingskriterier for nødlysanlegg og ledesystemer**
- Oppgavens tittel (engelsk) : **Planning Criteria for Emergency Lighting Systems and Safety Way Guidance Systems (SWGS)**
- Oppgavens tekst : I bygg som er offentlig tilgjengelige og har ansatte, er det krav om nødlysanlegg og ledesystemer. Under prosjektering beskriver brannteknisk rådgiver hvorvidt det er krav til ledesystem. Behov for nødlysanlegg vurderes sammen med byggeier. Brannrådgiver henviser da videre til aktuelle standarder uten noe mer tekst. Brannplanen inneholder en rekke grønne piler og skraverte områder, som indikerer fluktveier og rømningsveier. Det blir da opp til leverandør av etterlysende system eller elektrorådgiver/installatør å komme fram til løsninger som tilfredsstiller forskriftene/standardene. Det er ønskelig å finne planleggingskriterier som synliggjør de ulike designvalgene til systemene.

Studenten skal

- kartlegge aktuelle krav (forskrifter/standarder)
- kartlegge aktuelle løsninger, og praksis i bransjen
- med eksempler på anlegg vurdere ulike nødlysanlegg og ledesystemer
- foreslå planleggingskriterier for nødlysanlegg og ledesystemer

- Oppgavens gitt : 15.01.15
- Besvarelsen leveres innen : 11.06.15
- Kandidatens veileder : Eilif Hugo Hansen

Trondheim, 15.01.15

faglærer

Forord

Denne rapporten er produktet av en masteroppgave som ble utført våren 2015, og er en del av sivilingeniørutdanningen ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Temaet for oppgaven var «Planleggingskriterier for nødlýsanlegg og ledesystemer». Oppgaven gikk ut på å komme fram til planleggingskriterier som skulle vise de ulike designvalgene til nødlýsanlegg og ledesystemer, og dermed kunne bidra til å forenkle planleggingen, oppnå sikrere bygg og komme fram til bedre løsninger.

Jeg vil rette en takk til veileder Eilif Hugo Hansen ved NTNU. Samtidig vil jeg takke Gjert Guddingsmo ved Sweco Alta for tips til oppgave og hjelp underveis. Videre vil jeg takke Geir Drangsholt ved Tekøk Rådgivning for utforming av oppgave og svar på spørsmål underveis.

Samtidig må jeg rette en takk til Sven Erik Brath i Schneider Electric, Stian Moe ved Nordic Safety Engineering og Bjørn Pedersen ved Prolink International. De har bidratt med tips og innspill underveis, samt at de har svart på mine mange spørsmål.

Vil gjerne takke de øvrige kontaktpersonene rundt om på de bygningene jeg har besøkt, og da spesielt Sør-Trøndelag fylkeskommune med Vidar Skjetne i spissen.

Trondheim, Juni 2015

Vegar Ingebrigtsen Murberg

Sammendrag

Målet med oppgaven er å komme fram til planleggingskriterier som skal vise de ulike designvalgene til systemene. Brannrådgiver definerer om det er krav til ledesystem og utarbeider brannplaner som viser rømnings- og fluktveier, og henviser til standard som skal følges uten noe mer beskrivelse. Nødløslanlegget bestemmes ut fra bruksområde og innholdet i bygget. Planleggingskriteriene skal kunne bidra til å forenkle planleggingen, oppnå sikrere bygg og utarbeide bedre løsninger.

Jeg har først utført et litteraturstudie for kartlegge de viktigste kravene i forskrifter og standarder. Kartleggingen av aktuelle løsninger og praksis i bransjen har blitt gjort ved å dra på befaring på ulike bygninger i Trondheimsområdet, samt snakket med ulike aktører innenfor både drift/vedlikehold, prosjektering og installering. Videre har jeg gjort en vurdering av nødløslanlegget og ledesystemet på et forretningsbygg og et skolebygg opp mot forskrifter og standarder. Til slutt har jeg satt opp forslag til planleggingskriterier for nødløslanlegg og ledesystemer.

Nødløslanlegg og ledesystemer prosjekteres etter to ulike standarder. Disse standardene har ulikt formål og utforming, noe som medfører at løsningene har sine begrensinger i både funksjon og plassering. Undersøkelsen har vist at ofte er det ikke tilstrekkelig å utforme anleggene etter kun en standard og at noen ganger bør standardene kombineres.

Planleggingskriteriene er basert på egne erfaringer og vurdering av skolebygg og forretningsbygg. Hovedkriteriene med en liten beskrivelse er videre presentert:

1. Forskrifter
2. Krav
3. Behov
4. Utforming
 - a. Sikkerhet (Risikoklasse, persontall, hindringer og drift/vedlikehold)
 - b. Økonomi (Innkjøps- og driftskostnader)

I alle nybygg og bygninger med ansatte gjelder TEK10 og arbeidsplassforskriften. Disse forskriftene stiller krav til henholdsvis ledesystem og nødløslanlegg. Behovet er med på å bestemme hvilken standard løsningen skal basere seg på, og løsningen bør dekke behovet. Ved utformingen av anlegget er parametere innenfor både sikkerhet og økonomi tatt med.

Abstract

The purpose of this thesis is to find planning criteria that indicate the different design choices of the systems. Fire Adviser defines whether a safety way guidance system (SWGS) is required and prepare fire plans showing escape and emergency routes, and refers to standards without any further description. The need for emergency lightning system depends on the use and content of the building. It is desirable to arrive at planning criteria that will help to facilitate planning, achieve safer buildings and develop better solutions.

I first made a literature survey to get an overview of the key requirements in regulations and standards. I have done inspections and talked to different stakeholders within both operations/maintenance, engineering and installation to get an overview of the current solutions and practices in the industry. In addition, I have done an assessment, against the requirements of the emergency lighting system and SWGS in a commercial building and a school building. Lastly, I have made suggestions for the planning criteria for emergency lighting systems and SWGS.

In this thesis, I found that planning of emergency lighting systems and SWGS are according to two different standards. These standards have different objectives and design, which means that the solutions have limitations in both function and location. A combination of the standards are required in some cases to ensure that the solution is sufficient.

Based on my gained experience and assessment of the school and commercial building, the suggestions for the main planning criteria are:

1. Regulations
2. Requirements
3. Need
4. Design
 - a. Safety (Risk class, number of persons, obstacle, operation/maintenance)
 - b. Economy (Purchase and maintenance costs)

In all new buildings and buildings with employees, the regulations TEK10 and arbeidsplassforskriften apply. The regulations requires respectively a SWGS and emergency lighting system. The need defines which standard the solution should be based on, and the solution should cover the need. Parameters within safety and economics are included under the design of the system.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Nødllysanlegg og ledesystemer	2
3	Krav til nødllysanlegg og ledesystem	4
3.1	Byggteknisk forskrift (TEK10)	4
3.2	Arbeidsplassforskriften.....	8
3.3	NS 3926:2009 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk	9
3.3.1	Prinsipper for utforming av ledesystemer	10
3.3.2	Særlige krav til elektriske komponenter.....	14
3.3.3	Særlige krav til etterlysende komponenter	14
3.3.4	Måling på stedet av etterlysende produkter.....	14
3.3.5	Spesielle krav til systemer med både elektriske og etterlysende komponenter .	15
3.3.6	Sluttattest og dokumentasjon	16
3.3.7	Kontroll, ettersyn og vedlikehold i driftsfasen.....	16
3.4	NS-EN 1838:2013 Anvendt belysning – Nødbelysning.....	17
3.4.1	Rømningsbelysning, belysning av rømningsveier og fluktveier og sikkerhetsskilt 18	
3.5	NEK EN 50172:2004 Nødllyssystemer for rømningsveier	19
3.5.1	Konstruksjon av system for nød-rømningsbelysning.....	20
3.5.2	Registrering og rapportering for nødllyssystemer.....	20
3.5.3	Utførelse av service og prøving	21
3.6	Forskjeller mellom NS 3926 og NEK EN 50172/NS-EN 1838	21
3.6.1	Formålet med ledesystemene	21
3.6.2	Utformingen av ledesystemene	22
3.6.3	Prosjektering.....	22
3.7	ISO 16069:2004 Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)	23
3.8	ISO 30061:2007 Emergency Lighting.....	23
3.9	Hvordan standardene benyttes i Europa og Norden	25
3.10	Motsetninger i bransjen	25
3.10.1	Etterlysende	26
3.10.2	Elektrisk	26
3.11	Statistikk.....	27
3.11.1	Bygningsbranner mellom år 2010-2014.....	27
3.11.2	Avbruddsstatistikk mellom år 2010-2013	28
3.11.3	Antall omkomne i brann.....	29
3.11.4	Arbeidsskadedødsfall	29
3.11.5	Oppsummering	29

4	Metode	31
5	Aktuelle løsninger og praksis i bransjen	35
5.1	Løsninger	35
5.1.1	Elektriske komponenter.....	35
5.1.2	Etterlysende komponenter	38
5.1.3	Generelt	43
5.2	Praksis.....	43
6	Vurdering av eksisterende nødlýsanlegg og ledesystemer	45
6.1	Anlegg 1: Forretningsbygg	45
6.1.1	Sokkeletasje.....	50
6.1.2	1 etasje.....	51
6.1.3	2 etasje.....	52
6.1.4	Øvrige etasjer	52
6.2	Anlegg 2: Skolebygg	52
6.2.1	Underetasje U2.....	58
6.2.2	Underetasje U1	61
6.2.3	Øvrige etasjer	62
7	Planleggingskriterier for nødlýsanlegg og ledesystemer	63
8	Diskusjon	66
8.1	Forretningsbygg	66
8.2	Skolebygg	68
8.3	Planleggingskriterier.....	70
8.4	Generelt	70
8.5	Evaluering av undersøkelse	72
8.6	Videre arbeid	73
9	Konklusjon.....	74

Figurliste

Figur 3-1: Oversikt over lover med forskrifter og veiledninger/kommentarer [5, side 36].	4
Figur 3-2: Sammenhengen mellom tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmargin ved rømning [8].	6
Figur 3-3: Ledelinjer av etterlysende materiale [5].	11
Figur 3-4: Ledelinjer med punktluskilder [5].	11
Figur 3-5: Ledelinjer med enkeltstående armaturer [5].	12
Figur 3-6: Ledelinjer med linjelyskilder [5].	12
Figur 3-7: Merking av trapp med ledelinje på vegg og dotter på de horisontale delene av trinnet. Bildet er tatt på Charlottenberg VGS.	13
Figur 3-8: Merking av trapperom med etasjenummerering og rømningsretning oppover. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.	13
Figur 3-9: Individuelle typer av nødbelysning [13].	17
Figur 3-10: Individuelle typer av nødbelysning [16].	25
Figur 4-1: Måleprotokollskjema for etterlysende komponenter fra Prolink International.	33
Figur 5-1: Loggbok for ettersyn og vedlikehold av lede- og markeringslys.	37
Figur 5-2: Heltrukken ledelinje som er sveiset inn i gulvbelegget. Bildet er tatt på Charlottenlund VGS.	39
Figur 5-3: Ledelinje utført som små sirkler som er limt på gulvet eller felt inn i belegget med en gitt avstand mellom hverandre. Bildet er tatt på HIST Kalvskinnet.	39
Figur 5-4: Heltrukken veggmontert ledelinje som er montert i spesiallagde aluminiumskinner for veggmontasje. Bildet er tatt på Lerkendal studentby.	39
Figur 5-5: Innfelte heltrukne ledelinjer mellom bord på veggen. Bildet er tatt på Scandic Lerkendal.	39
Figur 5-6: Viser merking i trapperom med ledelinje langs vegg, horisontal del av trinnene er merket, rømningsretning og etasjenummer integrert i ledelinje og etasjenummerering på høyt nivå. Bildet er tatt på Lerkendal studentby.	40
Figur 5-7: Merking av trapp med etterlysende materiale i fugen. Bildet er tatt på Scandic Lerkendal.	40
Figur 5-8: Resultater fra test av Pro 50 med 50 lx ladelys.	42
Figur 6-1: Symbolforklaring til branntegninger.	47
Figur 6-2: Branntegning for sokkeletasje.	47
Figur 6-3: Branntegning for 1-etasje.	48
Figur 6-4: Branntegning for 2-etasje.	49

Figur 6-5: Tegnforklaring til branntegninger	55
Figur 6-6: Branntegning for plan U2.....	56
Figur 6-7: Branntegning for plan U1.....	57
Figur 6-8: Ledelinje går gjennom treningsapparater og ribbevegg. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.....	60
Figur 6-9: Hindringer langs rømningsveien er ikke merket. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.	60

Tabelliste

Tabell 3-1: Risikoklasser.....	5
Tabell 3-2: Brannklasser.	5
Tabell 3-3: Brannlarmkategori avhengig av risikoklasse med unntak som gitt under preaksepterte ytelser til annet ledd bokstav a og b.....	7
Tabell 3-4: Sammenligning av navn mellom NS-EN 1838 og KBT.	17
Tabell 3-5: Antall branner i blokk/leilighet og næringsbygg mellom 2010-2014.	28
Tabell 3-6: Oversikt over kortvarige avbrudd til sluttbruker mellom år 2010-2013 [18].....	28
Tabell 3-7: Oversikt over langvarige avbrudd til sluttbruker mellom år 2010-2013 [18].	28
Tabell 3-8: Omkomne i brann etter brannsted I mellom år 2010-2013 [19].....	29
Tabell 5-1: Oversikt over hvilke bygg jeg har vært på befaring på.	35

Definisjoner/terminologi

Tabell 1 og Tabell 2 viser oversikt over forkortelser og lystekniske begreper som benyttes i rapporten.

Forkortelser

Tabell 1: Forkortelser med forklaring.

NS	Norsk Standard
NEK	Norsk Elektroteknisk Komite
ISO	International Organization for Standardization
EN	Europeisk standard
CIE	International Commission on Illumination
CEN	Europeiske standardiseringskomiteen
TEK10	Byggteknisk forskrift
VTEK10	Veiledning til byggteknisk forskrift
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
SSB	Statistisk sentralbyrå
LED	Light-emitting diode
RIE	Rådgivende Ingeniør Elektroteknikk
RIBr	Rådgivende Ingeniør Brannteknikk
DNV	Det Norske Veritas
BKL	Brannklasse
RKL	Risikoklasse
LLL	Low Level Lightning
KBT	Kollegiet for brannfaglig terminologi
M	Maintained (nøddlys som lyser i normal drift og ved nettutfall)
NM	Non Maintained (nøddlys som lyser kun ved nettutfall)
SD	Sentral driftskontroll
HWC	Handicaptalett
FG	Forsikringsselskapenes godkjennelsesnevnd
SWGS	Safety way guidance system
ENØK	Energiøkonomisering
KNX	Bussbasert styringssystem
DALI	Digital Adressable Light Interface
SMS	Short Message Service
FDS	Fire Dynamics Simulator (Røyksimuleringsprogram)

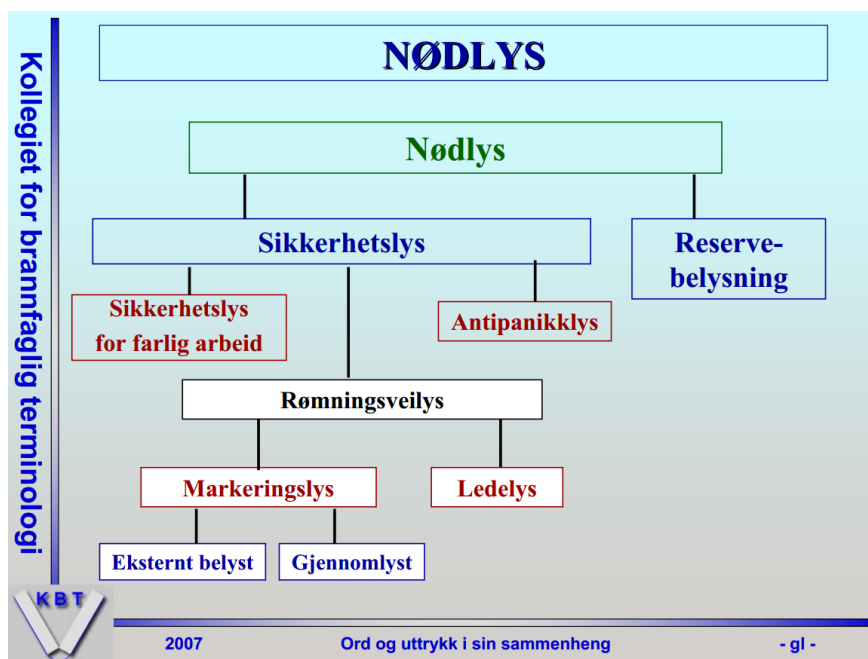
Lystekniske begreper

Tabell 2: Lystekniske begreper med forklaring [1].

Belysningsstyrke	Angivelse av lysflyks (hvor mye lys) som faller på en flate (lm/m^2). Måleenhet er lux (lx).
Luminans	Mål for hvor lys en flate er. Måleenhet er candela pr kvadratmeter (cd/m^2). For etterlysende materialer benyttes millicandela per kvadratmeter (mcd/m^2).
Lysstyrke	Mål for hvor mye lys en lyskilde sender i en retning. Måleenhet er candela (cd).

Spesifikke definisjoner- nødlys

I oppgaven har jeg valgt å benytte definisjonene som er gitt av Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT). De har som sitt primære formål å samle og systematisere aktuelle faguttrykk tilknyttet brannfaget og presentere disse på en oversiktlig og lettfattelig måte. Faguttrykk og deres definisjoner kan forekomme i svært mange forskjellige publikasjoner. Ulike definisjoner av samme begrep er derfor ikke uvanlig. Der KBT har vært nødt til å velge, har de valgt definisjonen fra referanser til følgende prioriterte rekkefølge: Lov, forskrift, veiledning til forskrift, standarder og private regelverk, og andre typer publikasjoner [2]. Figur 1 viser hva begrepet nødlys omfatter.



Figur 1: Viser hva begrepet nødlys omfatter [2].

I Tabell 3 er det en oversikt over definisjoner innenfor nødlysanlegg og ledesystemer.

Tabell 3: Definisjoner innenfor nødlysanlegg og ledesystemer.

Nødlys	Fellesbetegnelse for alle typer lys med alternativ strømkilde som er installert til bruk i tilfelle svikt i normalbelysningen [2].
Ledesystem	Tiltak som bidrar til å lede personer trygt og raskt til sikkert sted. Melding HO-3/2000 definerer begrepet slik: Lys og merking (markeringsskilt, henvisningsskilt, linjemerking) for å lede personer sikkert og raskt ut. Ledesystem kan også omfatte føling (taktil merking) ved berøring (håndlist), lyd eller tale [2].
Reservebelysning	Lys som skal muliggjøre fortsatt virksomhet ved svikt i hovedbelysningen [2].
Sikkerhetslys	Del av nødlys som er lovbestemt og normert for å ivareta sikkerheten ved svikt i normalbelysningen og ved rømning [2].
Sikkerhetslys for farlige arbeidsplasser	Nødlys som opprettholder en sikkerhetsmessig forsvarlig belysning på farlige arbeidsplasser/steder [1].
Antipanikklys	Lys til bruk i arealer med udefinerte rømningsveier f.eks. i haller eller områder med stort antall publikum eller ansatte, for å unngå risiko for panikk og å skaffe tilstrekkelig nødlys fram til utganger (rømningsveier) [2].
Rømningsveilys	Del av nødlyset (lede- og markeringslys) som identifiserer rømningsveiene og letter rømning [2].
Markeringslys	Lyskilde som ved behov belyser eller gjennomlyser markeringsskilt.
Ledelys	Nødlys som tennes automatisk ved svikt i normalbelysningen og som gir tilstrekkelig lys til og i rømningsveien [2].
Visuell ledelinje-rømning	Lett synlige lineære markører som utgjør en del av det visuelle ledesystemet og som skal lede personer til sikkert sted [2]. I rapporten for øvrig er det bare kalt ledelinje.
Etterlysende materiale	Materiale med evne til å oppta, lagre og avgi lysenergi [2].
Markeringsskilt	Belyst eller gjennomlyst skilt som er en del av et ledesystem [2].

1 Innledning

I bygg som er offentlig tilgjengelig og har ansatte, er det i dag krav om nødlysanlegg og ledesystemer. Nødlysanlegget skal sørge for belysning hvis den normale belysningen faller fra. Det stilles krav til minimumsbelysning både i høyrisikoområder og de områdene som benyttes til rømning. Ledesystemet skal sikre at folk kommer seg raskt og trygt til et sikkert sted i en nødsituasjon. Det finnes en rekke krav til utformingen av nødlysanlegg og ledesystem, som er beskrevet i både forskrifter, standarder og veiledninger.

Prosjektering av bygg er en tverrfaglig oppgave, der de forskjellige disiplinene prosjekterer ulike deler. Brannteknisk rådgiver har ansvaret for å vurdere om det er krav til ledesystem. Om det skal være nødlysanlegg avgjøres sammen med bruker av bygget. Hvis det er krav om nødlysanlegg og ledesystem henvises det da til aktuelle standarder, men uten at det gis noen ytterligere beskrivelse. Det blir da opp til leverandør av etterlysende komponenter, eller elektrorådgiver/installatør å komme fram til løsninger som tilfredsstillere kravene i forskriftene og standardene.

Opgaven er utarbeidet i samarbeid med rådgivere innenfor både brann og elektro. Det er ønskelig å komme fram til planleggingskriterier som skal synliggjøre de ulike designvalgene til systemene. Dette vil kunne bidra til å forenkle planleggingen, oppnå sikrere bygg og utarbeide bedre løsninger.

For å løse oppgaven må jeg først sette meg inn i hvilke krav som gjelder. Deretter må jeg undersøke hvilke løsninger som finnes på markedet, og samtidig få kjennskap til hvordan dette prosjekteres. Så skal nødlysanlegg og ledesystemer undersøkes i to forskjellige bygninger. Dette innebærer å se nærmere på et forretningsbygg og et skolebygg. Jeg vil da få kjennskap til utfordringer som kan oppstå ved prosjektering. Dette vil bidra til at jeg kan vurdere hvilke parametere og hvilken kombinasjon av parameterne som skal bestemme kompleksiteten til nødlysanlegget og ledesystemet. Ut ifra dette vil det være mulig å trekke ut planleggingskriterier.

2 Nødllysanlegg og ledesystemer

I denne oppgaven er nødlly og nødbelysning definert til å være det samme. Et nødlly er en «fellesbetegnelse for alle typer lys med alternativ strømkilde som er installert til bruk i tilfelle svikt i normalbelysningen» [2]. Den alternative nødllystrømkilden er enten et batteri integrert i armaturen eller plassert eksternt i en nødllyssentral. Lyskilden kan være glødelampe, lysrør eller LED, der sistnevnte er det mest brukte i dag. Et nødlly kan være blant annet markeringslys, ledelys eller reservebelysning.

Det finnes både sentraliserte og desentraliserte nødllyssystemer. Sentraliserte systemer kan deles inn i tre hovedgrupper: Manuelle systemer, kursovervåkede systemer og adresserbare systemer. Manuelle systemer tilfredsstiller kravene i NEK EN 50171, der funksjonene internt testes automatisk, mens nødllyene må testes manuelt. Kursovervåkede systemer har lik virkemåte internt, men der har kursene en overvåking av lasten (armaturene). Adresserbare systemer har overvåking av interne funksjoner, samtidig som at alle nødllyene er overvåket via et adresseringssystem. Alle nødllyene i anlegget forsynes fra nødllyssentralen og ved bortfall av normalforsyningen, forsynes armaturene fra batteripakke internt i nødllyssentralen [1].

Desentraliserte systemer deles gjerne inn i tre hovedgrupper: Manuelle systemer, selvtestede systemer eller adresserbare systemer. Ved valg av system må en vurdere kompleksiteten til bygget, men oftest er det antall og tilgjengeligheten til armaturene som bestemmer om det skal være et manuelt eller selvtestede system. Desentraliserte armaturer med batteribackup kan gjerne leveres som Non Maintained (NM), Maintained (M) eller en kombinasjon av disse, der NM varianten lyser kun ved nettutfall, mens M varianten lyser ved både normaldrift og nettutfall. Ofte benyttes armatur som er en kombinasjon av disse og så innstilles armaturen ettersom hvilken funksjon det skal ha [1].

Ved kontroll av de manuelle systemene sjekkes ladeindikator, og at det lyser ved nettutfall. Siden dette er lovpålagt og skal utføres på månedlig og årlig basis, så skal det ikke være installert mange armatur før det bør vurderes et selvtestede system. De selvtestede systemene gjør månedlig og årlig kontroll av seg selv og så indikerer dioder på armaturen tilstanden. Ved adresserbare systemer kan en benytte sentral drift og overvåking (SD), der alle armaturene kan styres fra en datamaskin [1].

Et ledesystem er definert av KBT til å være: «Tiltak som bidrar til å lede personer trygt og raskt til sikkert sted.» [2]. Videre beskriver VTEK10 at: «Ledesystemene kan bestå av visuell, akustisk, taktil eller en kombinasjon av disse merkesystemene. De visuelle ledesystemene kan

bestå av markeringsskilt, retningsskilt eller ledelinjer som er gjennomlyste, belyste eller etterlysende» [3].

De elektriske komponentene i ledesystemet er en del av nødllysanlegget og er beskrevet ovenfor. Ledelys og markeringslys er rømningsveilys, som er tiltak som skal bidra til å lede personer raskt og trygt til sikkert sted. Derfor er dette en del av både nødllysanlegget og ledesystemet. I Norge er det lengst tradisjon for å benytte elektriske komponenter for ledesystemer.

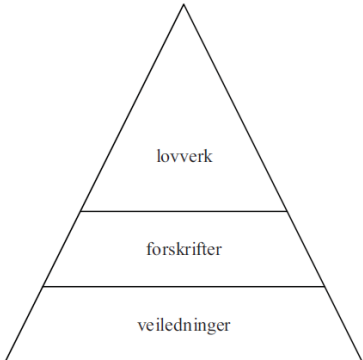
De etterlysende komponentene i ledesystemet baserer seg på bruk av luminescerende eller selvlysende materialer. Det kan være skilt, plaststriper, maling, etc. Når materialet eksponeres for lys med en viss energi over tid, begynner det å sende ut fotoner. Disse fotonene er elektromagnetisk stråling som vi mennesker oppfatter som gløding. Glødingen fra materialet er ganske svakt og det er vanskelig å se i lyse omgivelser. Når lyset skrur av, ses glødingen mye bedre, og materialet lyser en viss tid avhengig av hvor mye energi det tok opp før lyset ble slått av [3].

Etterlysende materialer har blitt brukt i flere tiår i Norge til skilt, men de senere årene har det blitt vanlig å benytte etterlysende ledelinjer. Ved innføring av den første norske standarden som omhandlet ledesystemer i 2009 [4] har det blitt vanlig å benytte etterlysende materialer i noen typer bygg. Teknologien innenfor etterlysende materialer er stadig i utvikling og det fører til at materialene oppnår en sterkere luminans over en lengre tidsperiode. Da det tidligere ble benyttet sinkulfid-baserte materialer dopet med kobber og kobolt, er det i dag strontiumaluminater og strontiumsilikater dopet med ulike lantanoider som europium [3]. Pro 50 som er et etterlysende produkt levert av Prolink International inneholder naturlige alkaliske jord aluminater og er ikke radioaktivt.

Luminansnivåene mellom elektriske og etterlysende materialer er store, men siden begge systemene oppfattes av det menneskelige øyet er det mulig å bruke begge systemene. I bygg hvor det er høyt persontall vil det være aktuelt å blande disse systemene. Dette vil i utgangspunktet ikke være gunstig, siden de elektriske komponentene sørger for å lade de etterlysende komponentene slik at de aldri vil få anledning til å lades ut og avgi gløding [1]. Samtidig vil det kunne oppstå en uheldig blanding hvis disse systemene kombineres [4].

3 Krav til nødlysanlegg og ledesystem

Det finnes en rekke ulike krav til nødlysanlegg og ledesystemer. Det er et omfattende regelverk og mye å sette seg inn i. En oversikt over lover, forskrifter, samt deres veiledninger eller kommentarer er presentert i Figur 3-1.

	Plan- og bygningslov (pbl)	Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (Brann- og eksplosjonsvernloven, bel)	Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (Arbeidsmiljøloven)	Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (Tilsynsloven)
	Teknisk forskrift (TEK)	Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (Forebyggende-forskriften)	Forskrift om arbeidsplasser og arbeidslokaler	Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk (FKE)
	Veiledning til TEK (VTEK)	Veiledning til Forebyggende-forskriften	Veiledning til arbeidsmiljøloven	Veiledning (FEL) Veiledning (FKE)

Figur 3-1: Oversikt over lover med forskrifter og veiledninger/kommentarer [5, side 36].

De forskriftene med tilhørende veiledninger eller kommentarer som er mest aktuell for brannteknisk rådgiver, elektrorådgiver/elektroinstallatør og etterlysende leverandør er beskrevet nærmere. Videre er de viktigste standardene som er nevnt i veiledninger eller kommentarer, og som omhandler krav til nødlysanlegg og ledesystemer også inkludert. Samtidig er det inkludert hvilke standarder som følges i Norden og Europa. I tillegg er det inkludert et kapittel som omhandler motsetninger i bransjen, samt ulike statistikker som er relatert til de ulike kravene.

3.1 Byggteknisk forskrift (TEK10)

Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (TEK10) er hjemlet i plan- og bygningsloven av 27. juni 2008 [6]. Kapittel 11 omhandler sikkerhet ved brann. På bakgrunn av denne oppgaven vil det være viktig å se nærmere i forskriften på risikoklasser, brannklasser, generelle krav om rømning og redning, samt tiltak for å påvirke rømning- og redningstider.

I forskriftens § 11-2 Risikoklasser står det:

«Ut fra den trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse skal byggverk, eller ulike bruksområder i et byggverk, plasseres i risikoklasser etter tabellen nedenfor. Risikoklassene skal legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre rømning og redning ved brann» [7].

Tabell 1 viser hvordan byggverkene deles inn i de ulike risikoklassene.

Tabell 3-1: Risikoklasser.

Risikoklasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	Ja	Ja	Nei	Ja
2	Ja/nei	Ja	Nei	Nei
3	Nei	Ja	Nei	Ja
4	Nei	Ja	Ja	Ja
5	Nei	Nei	Nei	Ja
6	Nei	Nei	Ja	Ja

I forskriftens § 11-3. Brannklasser står det at:

«Ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø, skal byggverk, eller ulike deler av et byggverk, plasseres i brannklasser etter tabellen nedenfor. Brannklassene skal legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre byggverkets bæreevne mv. ved brann» [7].

Tabell 3-2 viser hvordan brannklassene er inndelt.

Tabell 3-2: Brannklasser.

Brannklasse	Konsekvens
1	Liten
2	Middels
3	Stor
4	Særlig stor

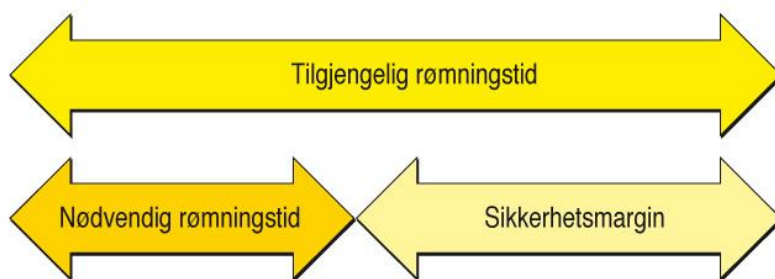
Forskriften § 11-11 ledd 2, 5 og 6 omhandler rømningstid, røykgasskonsentrasjoner og synlighet av skilt under rømning av personer.

«(2) Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn tilfredsstillende sikkerhetsmargin.

(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» [7].

Figur 3-2 fra VTEK10, viser tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmarginen. Tilgjengelig rømningstid er tiden fra brann oppstår til det blir kritisk, nødvendig rømningstid er tiden det tar å rømme bygningen og differansen mellom disse er sikkerhetsmarginen.



Figur 3-2: Sammenhengen mellom tilgjengelig rømningstid, nødvendig rømningstid og sikkerhetsmargin ved rømning [8].

I veiledningen står det at «et byggverk skal utføres slik at de mennesker som oppholder seg i eller på byggverket under brann kan rømme eller bli reddet til sikkert sted uten at de påføres alvorlige helseskader». Videre står det «kriterier for menneskers tåleevne for temperaturer, stråling, røykgasstemperaturer, mv. skal fastsettes med referanse til anerkjent litteratur» [8].

Veiledningen fastsetter videre at god belysning og merking vil redusere nødvendig rømningstid. Det henvises videre til, NS 3926 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk, del 1 og del 2.

Forskriften § 11-12 ledd 2a og 3 stiller krav om brannalarmanlegg og at det skal være god belysning i rømningsveiene og et ledesystem.

(2) Byggverk skal ha utstyr for tidlig oppdagelse av brann slik at nødvendig rømningstid reduseres. Følgende skal minst være oppfylt:

a) Byggverk beregnet for virksomhet i risikoklasse 2 til 6 skal ha brannalarmanlegg.

«(3) I byggverk med mange personer eller hvor flukt- og rømningsveiene kan være lange og ha retningsendringer, skal rømningsveiene ha god belysning og være merket slik at rømning kan skje på en rask og effektiv måte. Store byggverk og byggverk beregnet for et stort antall personer, samt byggverk beregnet for virksomhet i risikoklasse 5 og 6, skal ha ledesystem» [7].

I VTEK 10 finnes det oversikt over hvilken brannalarmkategori som skal benyttes i de ulike risikoklassene med unntak av de preaksepterte ytelsene gitt i annet ledd bokstav a og b. Tabell 3-3 viser denne oversikten.

Tabell 3-3: Brannalarmkategori avhengig av risikoklasse med unntak som gitt under preaksepterte ytelser til annet ledd bokstav a og b.

Risikoklasse	Antall etasjer	Brannalarmkategori
2 ¹	1	1
	2 og flere	2
3	1	1
	2 og flere	2
4	1	1
	2 og flere	2
5	1	2
	2 og flere	2
6	1 og flere	2

Brannalarmkategori 1: Optiske røykdetektorer i rømningsveier og fellesarealer.

Brannalarmkategori 2: Heldekkende brannalarmanlegg med optiske røykdetektorer i alle områder.

¹ For driftsbygninger med husdyrrom kan FGs ”Regler for automatiske brannalarmanlegg for gårdsbruk og gartnerier” legges til grunn.

Videre i VTEK10 står det at «ledesystemet skal kunne benyttes av de som oppholder i bygget i følgende enkeltscenarier eller en kombinasjon av disse:

- Ved evakuering som følge av en utløst brannalarm der det ikke er tegn til brann- eller røykutvikling i bygget.
- Ved rømning og evakuering ved bortfall av kunstig belysning.
- Ved rømning og evakuering som følge av uforutsette hendelser som brann- og røykutvikling».

Som nevnt tidligere står det i VTEK10 at «et ledesystem kan omfatte markeringsskilt, retningsskilt, ledelinjer og nødlis som skal bidra til å lede personer raskt til et sikkert sted. Komponenter i systemet kan være elektriske, belyste eller etterlysende». Ledesystemet må omfatte ledelinjer bestående av lavtsittende komponenter som oppfattes som kontinuerlige, og det henvises til NS 3926 for utforming ledesystem som tilfredsstillende forskriftene. Ved prosjektering av bygg som kommer inn under arbeidsplassforskriften stilles det krav til nødlis. Hvis det kreves både nødlysanlegg og ledesystemer anbefales det at NS 3926 og NS-EN 1838 Anvendt belysning – Nødbelysning, ses i sammenheng.

3.2 Arbeidsplassforskriften

Forskrift om utforming av og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften) [9] er hjemlet i arbeidsmiljøloven av 17 juni 2006 [10]. Kapittel 2 omhandler krav til arbeidsplasser og arbeidslokaler, herunder nødbelysning og rømningsveier og nødutganger. Kapittel 5 omhandler skilting og merking, herunder nødskilt og krav til varig skilting og merking.

Forskrift § 2-13. Nødbelysning sier:

«Arbeidsplasser hvor arbeidstakerne kan bli utsatt for fare ved svikt i den kunstige belysningen, skal være forsynt med nødbelysning av tilstrekkelig styrke.

Rømningsveier og nødutganger skal være utstyrt med nødlis tilstrekkelig til å dekke behovet i tilfelle svikt i den ordinære belysningen» [9].

I Kommentarer til arbeidsplassforskriften [11] står det arbeidsgiver «må selv vurdere risikoen for fare som kan oppstå ved svikt i den kunstige belysningen», og videre henvises det til Publikasjon nr.7 fra Lyskultur: Nødlis og ledesystemer og NS-EN 1838:1999 Anvendt

belysning- Nødbelysning. Sistnevnte referanse henviser til en standard som er blitt erstattet av en nyere utgave.

Forskrift § 2-21. Rømningsveier og nødutganger sier:

«Ved fare skal arbeidstakerne raskt og på en sikker måte kunne evakueres fra alle arbeidsplasser og personalrom.

Rømningsveier og dører som er plassert i rømningsveier, skal være tilstrekkelig merket» [9].

Kommentarer til arbeidsplassforskriften henviser til byggt teknisk forskrift (TEK 10) til plan- og bygningsloven § 11-14, men dette omfatter rømningsveier og ikke ledesystemer.

I Forskrift § 5-7 Sikkerhetsskilter som skal brukes, ledd 4 Nødskilt, angis det form, forhold mellom hvit symbol og grønn bakgrunn, og hvordan skiltene skal utformes.

Forskrift § 5-11. Varig skilting og merking sier:

«Det skal være varig merking med sikkerhetsskilt der hvor arbeidstakerne kan bli utsatt for fare og der hvor det er innført forbud eller ufravikelige krav for å ivareta sikkerheten.

Rømningsveier og utstyr for rømning, redning, førstehjelp og brannsløkking skal være varig merket» [9].

Kommentarer til arbeidsplassforskriften har begrenset med kommentarer tilknyttet kapittel 5, og ingen av disse omhandler noen av punktene nevnt ovenfor. Som nevnt ovenfor i forbindelse med TEK10, vil det være krav til både ledesystem og nødlys i bygninger som er omfattet av både TEK10 og arbeidsplassforskriften.

3.3 NS 3926:2009 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk

NS 3926 er utarbeidet av Standard Norges komite SN/K 270 Grafiske symboler og den tar utgangspunkt i ISO 16069:2004 *Graphical symbols - Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)*. Standarden er noe omarbeidet i forhold til ISO 16069:2004, og regnes ikke som en ren oversettelse.

I veiledning til byggt teknisk forskrift (VTEK10) henvises det til NS 3926 for hvordan et ledesystem som tilfredsstillende kravene i TEK10 kan utformes. Visuelle ledesystemer kan bestå av både etterlysende og elektriske komponenter. NS 3926 er delt inn i tre deler:

- Del 1: Planlegging og utforming
- Del 2: Laboratiemåling og måling på steder av etterlysende produkter
- Del 3: Kontroll, ettersyn og vedlikehold

Denne oppgaven vil fokusere mest på de viktigste punktene i del 1 og del 2. Siden ulike anlegg skal vurderes opp imot kravene og målinger skal utføres på stedet vil det være mest aktuelt å se nærmere på. Det som er presentert videre er hentet fra del 1 [5] om ikke annet er beskrevet.

3.3.1 Prinsipper for utforming av ledesystemer

- Sørge for konsekvent og logisk informasjon til bruker av byggverk, og sørge for effektiv evakuering til sikkert sted.
- Symboler og farger skal utformes i henhold til ISO 7010 og ISO 3864.
- Hovedprinsippet er lav lokalisering av komponenter på golv eller vegg. Plassering på mellom- og høyt nivå anses som supplerende merking, for eksempel i forbindelse med rømningsdører.
- Tilleggsinformasjon kan legges inn i ledelinjer i form av avstand til utgang og retningspil. Pil skal kun benyttes hvis det er blindkorridor. Videre skal dører langs rømningsvei merkes ekstra i form av utgangsmarkeringsskilt, dørklinkebeslag og vertikaler.

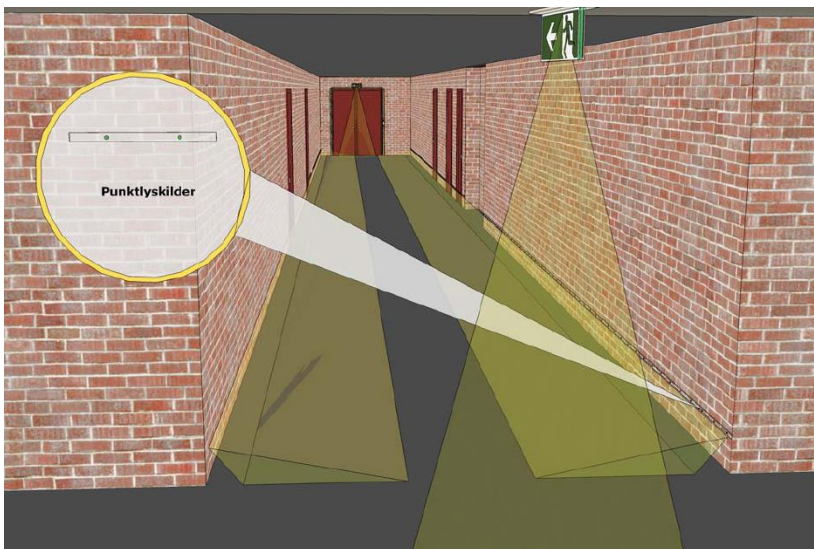
I fra NS 3926 er det listet opp flere måter ledelinjer kan utformes på. Disse er videre presentert og illustrert ved figurer.

- Sammenhengende uavbrutt linje av etterlysende materiale, se Figur 3-3;



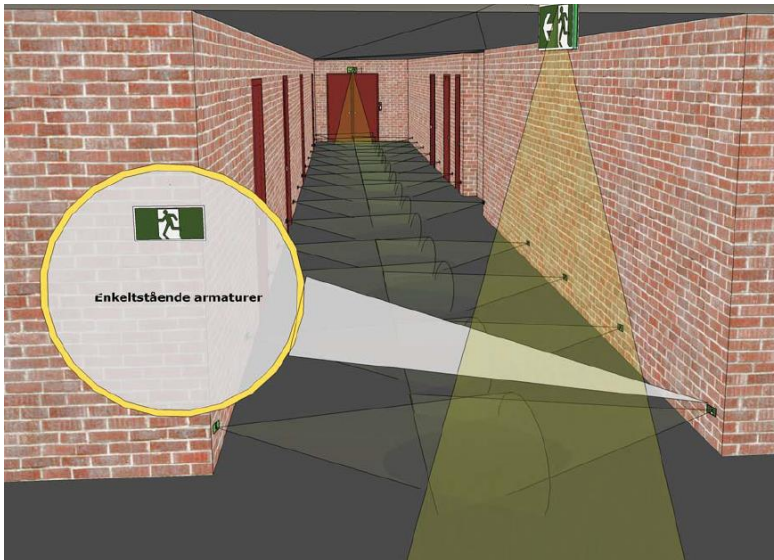
Figur 3-3: Ledelinjer av etterlysende materiale [5].

- Punktlyskilder- kilder med et lysende område $< 100 \text{ m}^2$ ordnet i en kjede med største avstand 0,2 m mellom punktene, se Figur 3-4;



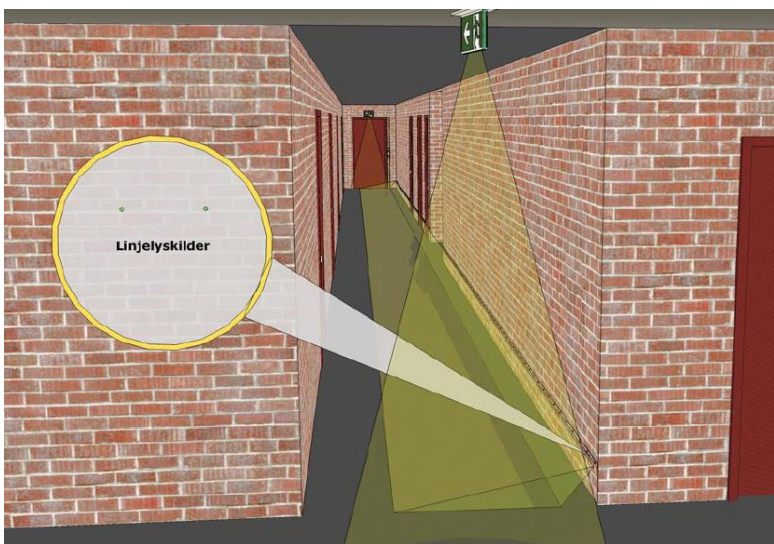
Figur 3-4: Ledelinjer med punktlyskilder [5].

- Atskilte lysarmaturer – punkter med et lysende område på minst 50 mm x 100 mm ordnet i en kjede med største avstand mellom armaturene som angitt under: Særlige krav til elektriske komponenter, se Figur 3-5.



Figur 3-5: Ledelinjer med enkeltstående armaturer [5].

- Linjekilder med varierende størrelse og luminans som i utgangspunktet skal utføres kontinuerlig, se Figur 3-6.

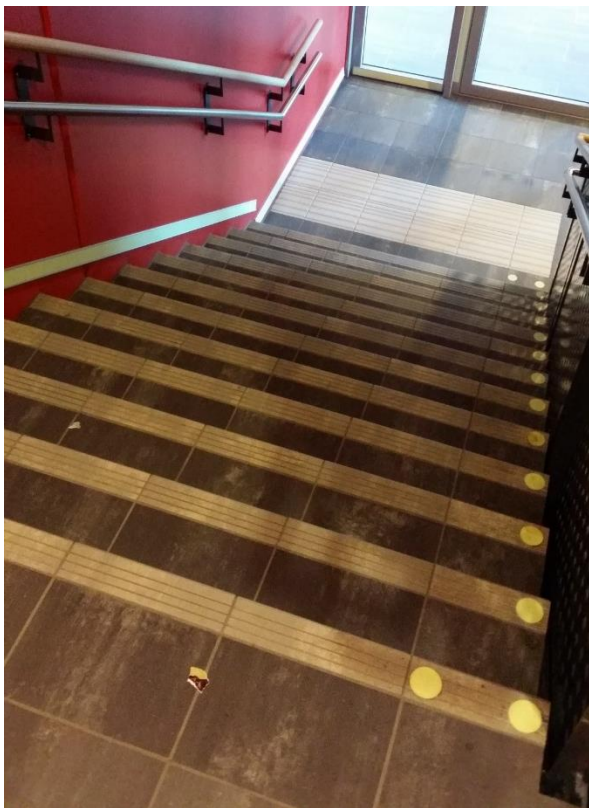


Figur 3-6: Ledelinjer med linjelyskilder [5].

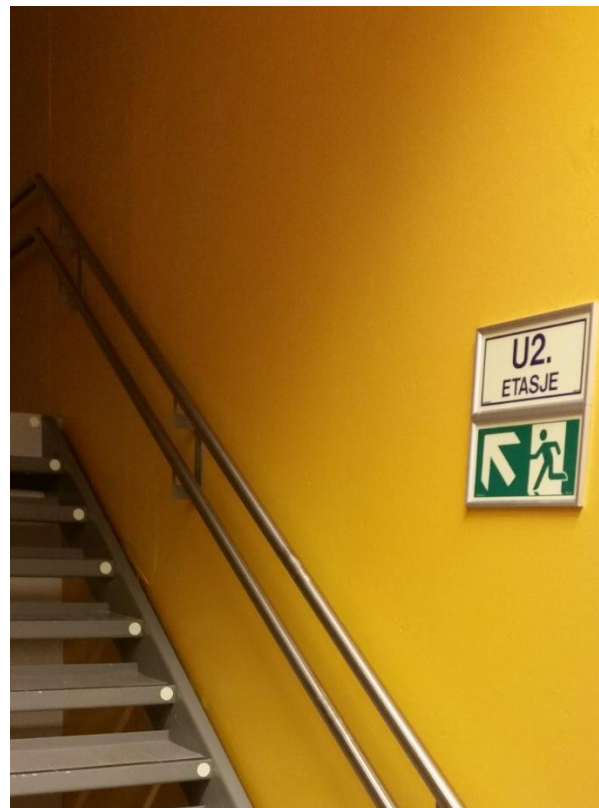
Videre presenteres det krav og anbefalinger til avstander, plassering og utforming av ledesystemer i byggverk. De mest aktuelle er tatt med her:

- I rom eller åpne områder kan ledelinjer benyttes for å definere fluktvei gjennom nevnte område.

- Ledelinjer skal lede personer forbi hindringer og alle arkitektoniske elementer.
- «Konturene av trapper, enkelttrinn, eller ramper skal merkes med ledelinje på vegg. Det skal tydelig merkes hvor en nivåendring starter, fortsetter eller slutter. Den horisontale delen av trinn skal merkes eller belyses, og det anbefales i tillegg å merke eller belyse den vertikale delen»[5, side 10] , se Figur 3-7.
- «Ledelinjer kan i tillegg monteres på rekkverk og viktige støtteinnredninger. Opptrinn skal kun merkes der rømning skjer oppover» [5, side 10].
- Hindringer langs rømningsveier merkes i henhold til ISO 3864 og brannsløkkings- og sikkerhetsutstyr i henhold til NS-ISO 6309 og ISO 3864.
- I bygninger med flere etasjer (over to) skal det finnes etasjenummerering i alle trapperom, etasjeplan for hjelp til orientering i hver etasje eller hovedkorridor som fører til utgang, samt at det skal vises særskilt oppmerksomhet der rømningsanvisninger viser vei oppover i etasjene, se Figur 3-8.



Figur 3-7: Merking av trapp med ledelinje på vegg og dotter på de horisontale delene av trinnet. Bildet er tatt på Charlottenberg VGS.



Figur 3-8: Merking av trapperom med etasjenummerering og rømningsretning oppover. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.

3.3.2 Særlige krav til elektriske komponenter

Det stilles spesielle krav hvis det benyttes elektriske komponenter. Disse er blant annet:

- Elektriske komponenter skal ha alternativ kraftforsyning i tilfelle svikt i den normale forsyningen.
- Trappeneser kan merkes på to ulike måter. Lysende striper bestående av linje- eller punktluskilder på hvert trappetrinn. Eller ved ledelinjer eller supplerende armatur slik at det oppnås en belysningsstyrke i trappens senterlinje på minst 1 lx.
- Gulvet i rampens senterlinje skal ha en belysningsstyrke på minst 1 lx.

3.3.3 Særlige krav til etterlysende komponenter

I NS 3926 stilles det generelt krav til at etterlysende komponenter skal «sikres tilstrekkelig oppladning av lys i tiden forut for en rømningssituasjon. Dette skal det tas hensyn til også i de byggverk der det etableres bruk av nattbelysning eller strømsparing».

Videre stilles det en rekke krav til blant annet plassering, utforming og luminansverdier. Noen av de viktigste kravene presenteres under:

- Ledelinjer i gulv skal beskyttes mot fysisk påkjenning.
- «Etterlysende komponenter som er montert i et byggverk, skal ha luminansverdier $L = 10 \text{ mcd/m}^2$ etter 30 min i brannklasse 1 og 60 min i brannklasse 2 og 3 når komponentene er fulladet (> 85%). For bygning i brannklasse 4 skal luminansverdiene tilpasses rømningstiden».
- Luminanskravene som er fastsatt ovenfor er basert på ledelinjer med bredde på 50 mm. Ved å benytte smalere ledelinjer må luminansverdier økes i henhold til ligning gitt i NS3926-1:2009 punkt 7.5.2.
- Etterlysende ledesystemer har ikke krav til nødstrømsforsyning.

3.3.4 Måling på stedet av etterlysende produkter

I NS 3926-2:2009 [12] er det beskrevet hvordan laboratoriemålinger skal utføres på etterlysende komponenter. Etter at ledesystemet er montert skal ladelys måles med lux-meter og luminansen måles med et luminansmeter over tid. Områder med dårlig ladelys er spesielt viktig. Ved utføring av disse målingene må det blant annet tas hensyn til:

- Målinger må utføres minst to steder på det samme etterlysende produktet som belyses av samme lyskilde. Disse målingene skal tas av hvert etterlysende produkt i installasjonen og der ladelyset kommer fra en annen lyskilde.
- Glødelamper, halogenlamper og lysstoffrør er eksempel på de ulike lyskildene. På lysstoffrør kan det være nødvendig å utføre målinger på de forskjellige fargetemperaturene.
- Bredden på ledelinjen må noteres der luminansmålinger er utført.
- Måling utføres under normale ladelysbetigelser i bygget. Strølys fra gatelys, andre bygninger, etc. må unngås for å få korrekte målinger. De etterlysende komponenten skal være minst 85 % oppladet før målinger utføres.
- Egenskapene til lux-meter og luminansmåleren står beskrevet i NS 3926-2:2009.
- Belysningsstyrken måles parallelt med overflaten til det etterlysende materialet på det stedet luminansen skal måles.
- Luminans skal måles etter 10, 30 og 60 min etter at oppladningsperioden er over og resultatene registreres for hvert målepunkt/prøvestykke, se Figur 4-1.

For mer utfyllende informasjon om hvordan målingen skal utføres, se NS 3926-2:2009.

3.3.5 Spesielle krav til systemer med både elektriske og etterlysende komponenter

Elektriske og etterlysende komponenter skal normalt sett ikke benyttes i samme branncelle. Unntakene er:

- «Lokaler med høy persontetthet, der det er nødvendig med belysning for å redusere muligheten for panikk blant publikum (idrettshaller, gymsaler, forsamlingslokaler, kjøpesentre, osv.);
- Lokaler som ikke betjenes i normal drift (tekniske rom, kulverter, kjellerboder, loft, osv.)» [5, side 16].

Ved bruk av kombinerte systemer i bruksarealer stilles det krav om at:

- Elektriske komponenter for lavt monterte ledelinjer (eventuelt høyt montert antipanikklys) skal være avslått i en normal brukssituasjon.

3.3.6 Sluttattest og dokumentasjon

I NS 3926-1:2009 er det sammenfattet hva entreprenør skal utstyre bruker med, samt at det nevnt hva loggboken som benyttes i forbindelse med risikovurderingen skal inneholde. Entreprenøren skal overlevere bruker:

- «en sluttattest der det framgår at systemet oppfyller relevante krav i denne standarden, eller som angir nærmere eventuelle avvik fra kravene;
- et fullstendig sett med driftsinstrukser og «som bygd»-tegninger, inkludert angivelse av alle komponenter og alt utstyr som skal brukes ved prøving og drift, og en brukerinstruks for inspeksjon og kontroll» [5, side 17].

Videre skal loggboken inneholde:

- «Godkjenningsprotokoll (overtakelsesprotokoll);
- Alle modifiseringer og resultater som følge av kontroll/vedlikehold;
- Type kraftforsyning, komponenter, ladelys og belysning med tilhørende kapasitet;
- Produktopplysninger fra leverandør;
- Informasjon om produsent;
- Kontrollprotokoll (måleprotokoll).

Som et minstekrav skal etterlysende produkter kunne dokumenteres ved hjelp av utladningskurver» [5, side 17].

En mer omfattende beskrivelse finnes i NS 3926-3 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk – Kontroll, ettersyn og vedlikehold.

3.3.7 Kontroll, ettersyn og vedlikehold i driftsfasen

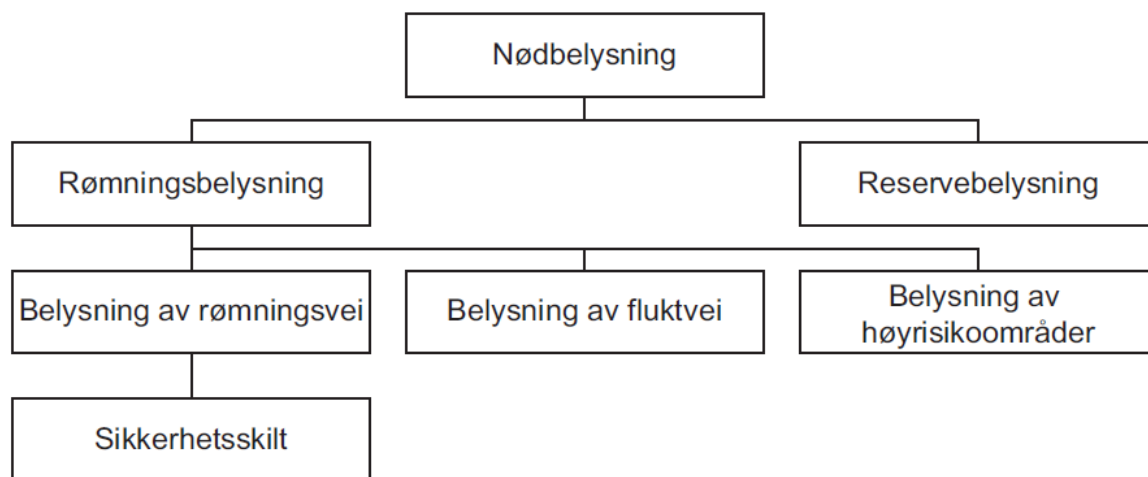
Dette arbeidet er underlagt forskrifter og standarder, og i NS 3926-1 står det at «de personene som utfører kontroll, ettersyn og vedlikehold, skal kunne dokumentere tilstrekkelig kompetanse for utførelse av oppgavene, herunder for eksempel anerkjente godkjenninger/sertifiseringer på det ledesystemet som er montert» [5, side 17].

Kontroll av elektriske baserte ledesystemer skal utføres minst hvert år, og etterlysende ledesystemer skal utføre minst hvert 5. år. Det skal etableres et system for ettersyn (internkontrollsystem) av byggeier. Vedlikehold skal gjøres fortløpende og innebærer reparasjoner, utskiftninger og oppdateringer slik at anlegget fungerer som forutsatt.

3.4 NS-EN 1838:2013 Anvendt belysning – Nødbelysning

NS-EN 1838:2013 er fastsatt som norsk standard og er utarbeidet fra den europeiske standarden EN 1838:2013. Denne standarden omfatter kun elektriske komponenter og «spesifiserer belysningskravene til systemer for rømningsbelysning og reservebelysning installert i lokaler eller områder der slike systemer er nødvendige. Den gjelder hovedsakelig for områder som er tilgjengelig for allmennheten eller arbeidstakere» [13, side 5]. Standarden omfatter ikke supplement til nødbelysningsarmaturer i rømningsveier, som kan bidra til å øke effektiviteten til armaturene i en nødssituasjon.

NS-EN 1838 benytter ikke de samme navnene på de individuelle typene av nødlys slik som KBT gjør, men definisjonen og funksjonen til lysene er svært lik. Figur 3-9 viser de individuelle typene av nødlys hentet fra NS-EN 1838.



Figur 3-9: Individuelle typer av nødbelysning [13].

Videre er det definert at: «Det overordnede målet til rømningsbelysning er å sørge for at det er mulig å komme trygt fra et område hvis det oppstår svikt i den normale strømforsyningen» [13, side 4]. I Tabell 3-4 ser en oversikt over hvilke ord som benyttes i NS-EN 1838 og KBT.

Tabell 3-4: Sammenligning av navn mellom NS-EN 1838 og KBT.

NS-EN 1838:2013	KBT
Nødbelysning	Nødlys
Rømningsbelysning	Sikkerhetslys
Reservebelysning	Reservebelysning
Belysning av rømningsvei	Rømningsveilys
Belysning av fluktvei	Antipanikklys
Belysning av høyrisikoområder	Sikkerhetslys for farlig arbeid
Sikkerhetsskilt	Markeringslys

I standarden er ikke belysning av rømningsvei (rømningsveilys) delt opp i en egen markerings- og ledelys, men her nevnes det belysning av sikkerhetsskilt. Sikkerhetsskiltene kan enten være internt eller eksternt belyst, derfor vil det være markeringslys. Belysning av rømningsvei (rømningsveilys) skal også i spesielle områder sørge for at det er lett å finne fram til brannslukkings- og sikkerhetsutstyr. Dette betyr at ledelys vil komme inn under denne kategorien. Kravene som er presentert videre er hentet fra NS-EN 1838 [13], om ikke annet er presisert.

3.4.1 Rømningsbelysning, belysning av rømnings- og fluktveier og sikkerhetsskilt

Det finnes en rekke krav til rømningsbelysning, belysning av rømningsveier og fluktveier og sikkerhetsskilt. De viktigste kravene er tatt med her:

- Belysningsarmaturer eller sikkerhetsskilt skal monteres minst 2 m over gulvet.
- «Der direkte sikt til nødutgang ikke er mulig, skal et belyst skilt med retningsanvisning (eller en rekke skilt) settes opp for å vise veien til nødutgangen» [13, side 7].
- Ved bredde på opptil 2 m skal det horisontale belysningsstyrken på senterlinjen ikke være mindre enn 1 lx. Det midtre båndet skal ikke være mindre enn halve bredden av rømningsveien, og minst 50 % av området tilsvarende denne verdien skal belyses. Brede rømningsveier kan behandles som et antall 2 m brede bånd, eller belyses som fluktvei.
- «Den horisontale belysningsstyrken i fluktveier skal ikke være mindre enn 0,5 lx i det tomme kjerneområdet, med unntak av ytterkant på 0,5 m av omkretsen til området» [13, side 9].
- Den horisontale belysningsstyrken kan kontrolleres med målinger eller ved å sammenligne godkjente data.
- «Belysning av fluktveier er påkrevd i toaletter for personer med nedsatt funksjonsevne.
- Belysning av fluktvei/rømningsvei: Hvis rømningsbelysning er påkrevd i et rom, og det ikke er noen direkte tilgang fra dette rommet til den tilstøtende branncellen, er det også nødvendig med belysning av rømningsveien mellom dem» [13, side 9].
- «Alle sikkerhetsskilt og tilleggsskilt med pilsymboler som er nødvendig under rømning skal, skal oppfylle kravene i NS-ISO 3864-1, NS-ISO 3864-4 (fotometriske krav) NS-EN ISO 7010 (utførelseskrav)» [13, side 10].

Ved plassering av nødbelysningsarmaturer er det en rekke punkter som skal framheves, disse er:

- a) «I nærheten av (se merknad 1) hver utgangsdør som skal brukes i en nødsituasjon.
- b) I nærheten av (se merknad 1) trapper, slik at hver trappesats belyses direkte.
- c) I nærheten av (se merknad 1) alle nivåendringer.
- d) Utvendig belyste sikkerhetsskilt for rømningsveier, retningsskilt for rømningsveier og andre sikkerhetsskilt som det er nødvendig å belyse under forhold med nødbelysning.
- e) Ved hver retningsendring (se merknad 2).
- f) Ved hvert sted der korridorer krysser hverandre (se merknad 2).
- g) I nærheten av (se merknad 1) hver rømningsutgang og utenfor bygningen fram til sikkert sted.
- h) I nærheten av (se merknad 1) hver førstehjelpspost slik at 5 lx vertikal belysningsstyrke blir sikret på førstehjelpsskrinet.
- i) I nærheten av (se merknad 1) hvert enkelt brannsløkkingsutstyr og hver enkelt manuelle melder slik at 5 lx vertikal belysningsstyrke blir sikret på manuelle meldere for brannalarm, brannsløkkingsutstyret og brannsentralen.
- j) I nærheten av (se merknad 1) rømningsutstyr for personer med nedsatt funksjonsevne og
- k) I nærheten av (se merknad 1) venteplasser og manuelle meldere for personer med nedsatt funksjonsevne. Det gjelder også toveis kommunikasjonssystemer inkludert manuelle meldere på toaletter og venteplasser for personer med nedsatt funksjonsevne.

MERKNAD 1 I dette punktet anses «i nærheten av» å være innenfor 2 m målt horisontalt.

MERKNAD 2 I bokstav e) og f) betyr «ved» at armaturen for nødbelysning vil belyse begge retninger ved retningsendringen eller i krysningpunktet» [13, side 7].

3.5 NEK EN 50172:2004 Nødlyssystemer for rømningsveier

Denne norske normen utgjør den norskspråklige utgaven av Europanormen EN 50172:2004. Norsk elektroteknisk komite (NEK) svarer for den norske oversettelsen.

«Formålet med nød-rømningsbelysning er å sikre at belysning forefinnes øyeblikkelig, automatisk, i et egnet tidsrom og i et spesifisert område når den normale strømforsyningen til den normale belysningen svikter. Installasjon skal sikre at nød-rømningsbelysningen tilfredsstillende følger følgende funksjoner:

- a) å belyse skilt for rømningsveier;
- b) å gi belysning på og langsmed slike rømningsveier slik at man kan bevege seg med sikkerhet mot og igjennom utgangene som fører til et sikkert område;
- c) å sikre at samlingssteder ved manuelle meldere til brannalarm, samt brannvernutstyr som er satt opp langs rømningsveiene enkelt kan lokaliseres og anvendes;
- d) å tillate handlinger som har å gjøre med sikkerhetstiltak.» [14, side 8].

Denne standarden stiller krav til hvordan nødlyssystemer for rømningsveier skal utføres, der NS-EN 1838 beskriver minimumsløsning for bygget. Krav og veiledninger som er presentert her er hentet fra NEK EN 50172 [14], om ikke annet er spesifisert.

Retningskilt skal plasseres om utgangen ikke ses direkte. Det skal fra enhver plass langs rømningsveien være synlig retnings- eller utgangsskilt. Disse skiltene skal være i enhetlig utførelse mht. farge og format, samt at deres luminans skal være i samsvar med EN 1838.

Anvendelse av antipanikklys benyttes i områder med udefinerte rømningsveier, store lokaler med gulvareal over 60 m² eller mindre lokaler med stort antall mennesker.

3.5.1 Konstruksjon av system for nød-rømningsbelysning

Før systemkonfigurasjonen påbegynnes skal det foreligge tegninger som viser planløsning, eksisterende eller foreslåtte rømningsveier, manuelle meldere, brannslukkingsutstyr og bygningsdeler som kan utgjøre hinder ved rømning.

Ved svikt i den normale forsyningen i en del av lokalet skal nødlysarmaturene fungere. Nødbelysning av enhver del av rømningsveien skal komme fra to eller flere armaturer slik at det ikke blir helt mørkt hvis det ene armaturen svikter. Av samme grunn skal det benyttes to eller flere armatur i åpne områder (antipanikk).

Spesifikke områder som krever nødbelysning er spesifisert i EN 1838 i 4.2 til 4.5. Øvrige områder er spesifisert i denne normen i 5.4.1 og 5.4.2. Dette gjelder utvendige områder nær ved utganger fram til sikkert sted og heiser.

3.5.2 Registrering og rapportering for nødlyssystemer

Ved slutført arbeid skal det foreligge tegninger som skal lagres i lokalene. Disse skal identifisere alle lysarmaturer og hovedkomponenter, og skal oppdateres ved endringer. Tegningen skal underskrives av kompetent person og skal verifisere at utførelsen oppfyller kravene i denne normen.

«Ved avslutningen av en årlig inspeksjon og et prøvingsprogram som krevet i den periodiske inspeksjon bør et prøvingssertifikat overleveres til den person som er ansvarlig for lokalene.» [14, side 11].

Den ansvarlige personen skal ha en loggbok som skal være lett tilgjengelig for gransking av hvilken som helst autorisert person. Minimumsinholdet i loggboken er spesifisert under punktet 6.3 Loggbok (Rapportering).

3.5.3 Utførelse av service og prøving

Ved automatisk testing av systemet skal resultatene registreres månedlig. For alle andre systemene skal det gjøres som beskrevet i 7.2 og resultatene skal registreres. Eier/bruker av anlegget skal utnevne en kompetent person til å overvåke servicearbeidet på systemet. Personen skal gis tilstrekkelig autoritet for å sikre utførelse av arbeid som er nødvendig for å holde systemet i riktig drift.

Tidsintervallene og hvordan de ulike testene skal utføres gis videre i normen under punkt 7.2.2-7.2.4.

3.6 Forskjeller mellom NS 3926 og NEK EN 50172/NS-EN 1838

Som en ser ovenfor stilles det en rekke krav til de ulike løsningene og de viktigste forskjellene mellom de er sammenfattet i Nødlis/ledesystemer [1]. De to ulike systemene som benyttes i Norge er basert på ulike forutsetninger. NS 3926 forutsetter at det er røyk i rømningsvei i en rømningssituasjon, mens NEK EN 50172/NS-EN 1838 forutsetter røykfrie rømningsveier, og at nød-rømningsbelysningen erstatter manglende kunstig belysning.

3.6.1 Formålet med ledesystemene

NS 3926:

«Grunnlaget for prosjektering av ledesystemer for rømning er at det forventes røykutvikling ved brann, og at rømning kan foregå i gjennom røykfylte områder» [1, side 13].

NEK EN 50172/ NS-EN 1838:

«Formålet med nød-rømningsbelysning er å sikre at belysningen forefinnes øyeblikkelig, automatisk, i et egnet tidsrom og i et spesifisert område når den normale strømforsyningen til den normale belysningen svikter» [1, side 13].

3.6.2 Utformingen av ledesystemene

NS 3926:

«Hovedprinsippet med hensyn til et visuelt ledesystem for rømning i byggverk er lav lokalisering av komponenter på gulv eller vegg. Plassering av komponenter på mellom- og høyt nivå skal betraktes som supplerende merking, for eksempel i forbindelse med rømningsdører» [1, side 14].

NEK EN 50172/NS-EN 1838:

«Det er nødvendig med belysning i størstedelen av området for å sikre synbarhet ved evakuering. Anbefalingene i denne standarden oppfylles ved at det monteres armaturer minst 2 meter over gulvet. Skilt ved alle utgangene som skal brukes i en nødssituasjon og langs rømningsveien skal være gjennomlyst, slik at rømningsvei til et sikkert sted angis tydelig» [1, side 13].

3.6.3 Prosjektering

De to ulike løsningene har ulike måter å utføre merking av rømningsveier. Der har NS 3926-1 fire alternativer til hvordan ledelinjer kan utformes og NS-EN 1838 spesifiserer hvordan belysning av rømningsvei kan utføres. Disse er allerede nevnt tidligere i teksten, men for å se de i sammenheng nevnes de igjen.

NS 3926-1:

- Sammenhengende uavbrutt linje av etterlysende materiale;
- Punktkilder - kilder med et lysende område $< 100 \text{ m}^2$ ordnet i en kjede med største avstand 0,2 m mellom punktene;
- Atskilte lysarmaturer – punkter med et lysende område på minst 50 mm x 100 mm ordnet i en kjede med en største avstand mellom armaturene som angitt i punkt 6;
- Linjekilder med varierende størrelse og luminans som i utgangspunktet skal utføres kontinuerlig.

NS-EN 1838:

- For rømningsveier som er opptil 2 m brede, skal den horisontale belysningsstyrken på gulvet langs midtlinjen til rømningsveien være minst 1 lx, og midtfeltet som består av

minst halvparten av bredden til rømningsveien, skal være belyst med minst 50 % av denne verdien.

3.7 ISO 16069:2004 Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)

ISO 16069:2004 er en internasjonal standard som er utarbeidet av den tekniske komiteen ISO/TC 145 *Graphical symbols*, og underkomiteen SC 2, *Safety identification, signs, shapes, symbols and colours*. For å få publisert en internasjonal standard må minst 75 % av medlemslandene godkjenne standarden. Hovedformålet med et standardisert safety way guidance system (SWGS) er å sørge for felles internasjonal forståelse for utformingen av ledesystem. Samtidig skal dette systemet sørge for at personer skal kunne evakueres effektivt fra områder med mye mennesker i tilfelle brann eller andre faresituasjoner [15].

Belysning av rømningsveier er ikke en del av et SWGS-system og er ikke dekket i denne publikasjon. SWGS skal ikke erstatte belysning av rømningsvei. Det vil være enkelte steder der det ikke er behov for belysning av rømningsvei, mens det vil forekomme spesielle situasjoner, spesielt ved røyk, at belysningen mister sin funksjon. I slike tilfeller vil SWGS være mer effektivt for rømning. Det anbefales at belysning av rømningsveier kombineres med et SWGS-system, slik at systemet er optimalt under flere ulike evakueringsscenarioer [15].

Siden ISO 16069:2004 er benyttet som utgangspunkt for NS 3926 er det en del krav som er like i de to standardene. De viktigste endringene som er gjort i NS 3926 i forhold til ISO 16069 er:

- «Økt luminansnivå for etterlysende komponenter.
- Prinsipp om likeverdige rømningsalternativer.
- Endret utforming av symbol for lavtsittende armaturer brukt som ledelinje» [5, side 2].

NS 3926 inneholder et tillegg som omhandler planlegging av ledesystemer i forhold til norsk lov, samt at laboratoriemåling og måling på stedet av etterlysende komponenter er skilt ut i en del 2.

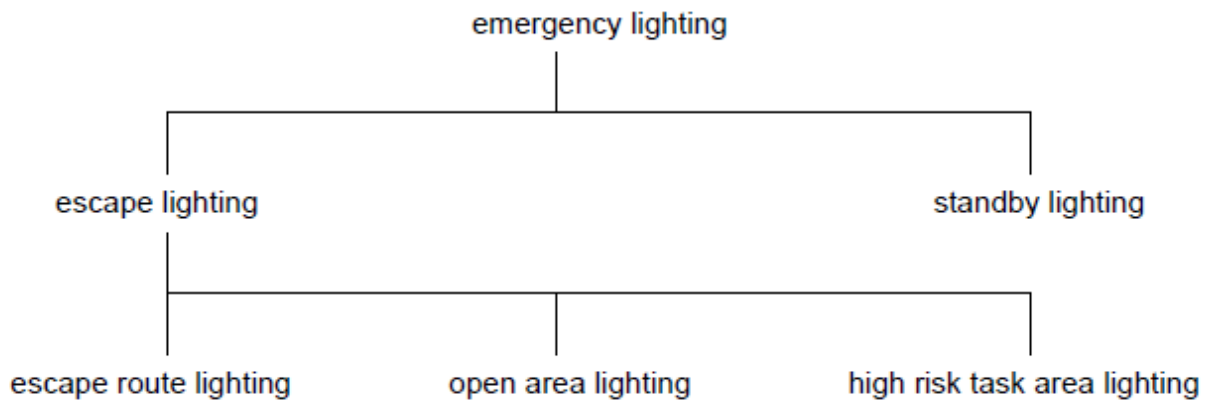
3.8 ISO 30061:2007 Emergency Lighting

ISO 30061 er gitt ut som Standard CIE S 020/E av CIE, som er godkjent av ISO som et internasjonalt standardiseringsorganisasjon. Etter en avstemning mellom medlemslandene ble den gitt ut som en felles ISO/CIE utgave. Hovedoppgaven til nødbelysningen er at den skal sørge for belysning som kan forhindre panikk å sørge for sikker rømning av bygningen ved feil i strømforsyningen til normalbelysningen, ved både røykfrie og røykfylte omgivelser [16].

ISO 30061 stiller en rekke krav og anbefalinger som er lik i NS-EN 1838. Siden NS-EN 1838 allerede er gjennomgått tidligere skal de største forskjellene mellom disse standardene studeres nærmere. Forskjellen er blant annet:

- ISO 30061 spesifiserer ikke at nødbelysning og sikkerhetsskilt skal plasseres minst 2 m over gulvet for å oppfylle kravene i standarden.
- Ved punkter som skal framheves med plassering av belysningsarmaturer er det noen forskjeller:
 - ISO 30061 har ikke noe ekstra krav til fremheving av punkter for personer med nedsatt funksjonsevne, slik som det er i NS-EN 1838.
 - ISO 30061 stiller krav om 5 lx i trapper og alle nivåendringer, mens det er krav om 1,0 lx i NS-EN 1838.
- NS-EN 1838 beskriver at kontroll av kravene til belysning av rømningsveier og fluktveier kan kontrolleres ved målinger eller ved sammenligning av godkjente data, ISO 30061 sier ikke noe om dette.
- ISO 30061 stiller ikke krav om belysning av fluktveier på toalett for personer med nedsatt funksjonsevne.
- I NS-EN 1838 stilles det krav om belysning av fluktvei/rømningsvei: «Hvis rømningsbelysning er påkrevd i et rom, og det ikke er noen direkte tilgang fra dette rommet til den tilstøtende branncellen, er det også nødvendig med belysning av rømningsveien mellom dem» [13, side 9], ISO 30061 sier ikke noe om dette.
- Kravene til sikkerhetsskiltene er svært lik, men det finnes noen forskjeller. ISO 30061 henviser til ISO 6309, mens NS-EN 1838 henviser til ISO 3864-4 (fotometriske krav). For øvrig henviser de begge til ISO 3864-1 og ISO 7010.
- ISO 30061 har eget kapittel som omhandler påvirkning av røyk. Ved røyk tilstede kan høyt plasserte sikkerhetsskilt bli tildekket og da anbefales det følgende:
 - Lavt plasserte SWGS-komponenter (ISO 16069) bør benyttes.
 - Luminansen til hvilket som helst område av sikkerhetsfargen (ifølge ISO 3864-1) til markeringslys og retningspiler bør være minst 10 cd/m².
 - Nødlisene bør monteres minst 0,5 m under taket for å unngå å bli dekket av røyk. Synlighet og farge må tas med i vurderingen for å unngå for høy luminans.
 - Eksternt belyste skilt bør ikke benyttes.

I Figur 3-10 ser en de individuelle typene av nødbelysning hentet fra ISO 30061.



Figur 3-10: Individuelle typer av nødbelysning [16].

Som en ser av figuren vil det i fra ISO 30061 være mest interessant å se nærmere på escape route lighting og open area lighting.

3.9 Hvordan standardene benyttes i Norden og Europa

I Europa er det totalt 33 land som er medlem av CEN, deriblant Norge [17]. Når en ny europeisk standard vedtas, slik som for eksempel EN 1838, må medlemslandene ta den inn som ny nasjonal standard og fjerne andre standarder som er i konflikt. Dette er gjort i Norge ved at EN 1838 ble til NS-EN 1838. ISO-standarder er fritt å følge for alle land, men CEN-medlemmene må følge EN-standardene hvis det finnes en tilsvarende standard som dekker samme område. Det innebærer at alle CEN-medlemmene må følge EN 1838, framfor å følge ISO 30061.

Ved prosjektering av nødlysanlegg og ledesystemer i Europa benyttes EN 1838 i kombinasjon med ISO 16069 i områder der det er hensiktsmessig, gjerne der det er fare for røyk. I Norge benyttes NS 3926 som bygger på ISO 16069, men som stiller strengere krav til produktene. Her finnes det bygninger som kun er utført etter NS 3926, og som i hovedsak er etterlysende komponenter. Dette er i strid med hva resten av Europa gjør og imot intensjonen til ISO 16069 om at et SWGS ikke skal erstatte belysning av rømningsvei. Ulike byggemetoder og krav til brannalarmanlegg kunne vært et mulig argument, men i Norden der byggemetodene og krav til brannalarm er ganske like som i Norge, praktiseres standardene likt som i resten av Europa.

3.10 Motsetninger i bransjen

NS 3926 og NEK EN 50172/NS-EN 1838 representerer forskjellige løsninger, etterlysende eller elektrisk. Der dekker riktignok NS 3926 lavtsittende elektrisk, men ut fra hva bransjen for de elektriske løsningene påstår, finnes det ikke konkurransedyktige løsninger tilgjengelig på

markedet i dag. NS-EN 1838 omfatter kun høyt plasserte elektriske komponenter. Dette har resultert i en del uenigheter og påstander mellom leverandør av elektrisk og etterlysende komponenter og noe av det som har kommet frem er listet opp nedenfor:

3.10.1 Etterlysende

- Bransjen for de elektriske løsningene er svært sterk og sentral. Dette har resultert i lobbyvirksomhet som har medført at anbefalinger i VTEK10 har inkludert arbeidsplassforskriften. Arbeidsplassforskriften bærer preg av å være gammel og utdatert og har ikke fulgt utviklingen innenfor faget. Etterlysende komponenter og lavtsittende ledesystemer er ikke nevnt i forskriften. De etterlysende materialene er mye bedre i dag enn de var da arbeidsplassforskriften ble utformet.
- Bransjen for de elektriske løsningene vil ikke at lavtsittende skal være et krav siden de ikke kan konkurrere.
- LED bruker ikke så lite strøm. Samme batteripakken benyttes i armaturene selv om de benytter LED.

3.10.2 Elektrisk

- Både TEK10 og arbeidsplassforskriften krever god belysning og dette kan ikke etterlysende komponenter gi.
- For at ett etterlysende system skal fungere som tiltenkt må man ta hensyn til korrekt ladelys i forhold til ladetid, lysfarge og lux nivå. Av erfaring er det ingen lysleverandører i det norske markedet som ivaretar kravene i NS 3926 når man planlegger belysningen. Dette kan i verste tilfelle bety at forutsetningen for at systemet skal fungere som tiltenkt bli eliminert.
- LED lader ikke opp etterlysende materiale. De må ha lys med UV-stråler.
- Ved utarbeidelse av NS 3926-1 ble den «kuppet» da ingen leverandør av elektrisk komponenter var med i komiteen.
- NS 3926 fører til at etterlysende komponenter får monopol da lavtsittende elektriske komponenter ikke er konkurransedyktige på pris.
- NS 3926 er en oversettelse av ISO 16069. En oversettelse skal i prinsippet være ordrett og at intensjonene skal videreføres i sin helhet. I ISO 16069 finner man en del forutsetninger for standarden som ikke er videreført i NS 3926.
- Noen rådgivermiljø er av den oppfatningen at VTEK10 gjelder over TEK10.

Disse uenighetene og påstandene er bare noe av det som jeg har fått høre om under mitt arbeid. Grunnen til uenighetene og påstandene skyldes at de forskjellige bransjene har ulike måter å tolke forskrifter med tilhørende veiledninger og standarder på. Mangel på kunnskaper om produkter fra konkurrentene kan også være en faktor. Noe av disse påstandene som kommer fram er både enkel å bekrefte og avkrefte, mens andre blir mer et tolkningsspørsmål.

Det som bør være av felles interesse for de ulike aktørene bør være å komme fram til løsninger som ivaretar best mulig den funksjonen de ulike evakueringsscenarioene krever. Sikkerheten til personene i bygningen bør være det viktigste og løsningene bør baseres på dette, fremfor å bare holde seg til et system.

3.11 Statistikk

VTEK10 har laget en liste over tre ulike enkeltscenarioer eller en kombinasjon av de scenarioene som fører til at ledesystemet i bygninger skal kunne benyttes. Statistikk som viser hvilke hendelser som fører til evakuering kunne vært interessant å se nærmere på. En tilsvarende statistikk fra land i Norden eller Europa, hadde vært nyttig å fa tak i. Da kunne en sammenligne hvilke hendelser som førte til evakuering og hvordan regelverket var utformet i Norge i forhold til Europa. På den måten kunne en sett hvor godt sikret Norge var basert på gjeldende lover og regler, samt hvilke type hendelser/byggverk som er særskilt utsatt.

Verken DSB eller SSB hadde en slik statistikk tilgjengelig og det har ikke lyktes å få tak i tilsvarende fra land i Norden eller Europa. DSB hadde en oversikt over alle utrykninger til boligbranner mellom 2010-2013, som jeg fikk tilsendt. Fra denne statistikken vil det være mulig å skille ut de ulike bygningstypene som mest sannsynlig har nødlýsanlegg og ledesystem. I tillegg har NVE lagt ut statistikker over korte og lange nettutfall til sluttbruker [18]. Dette vil gi en indikasjon på hvor mange avbrudd det er på årsbasis, samt hvor lenge de varer i snitt.

3.11.1 Bygningsbranner mellom år 2010-2014

Statistikken fra DSB har flere ulike kolonner der informasjonen er fylt inn. Det innebærer kommune, brannsted, arnested, brannårsak, situasjonsbeskrivelse ved ankomst, om det er montert automatisk brannalarmanlegg og om den virket. Av interesse for oppgaven vil antall branner og brannsted være viktigst. Under kategorien brannsted ligger: Annen bygning, blokk/leilighet, enebolig, fritidsbolig, garasje, næringsbygg og rekkehus. Næringsbygg og blokk/leilighet anses som de stedene der det kan stilles krav til nødlýsanlegg og ledesystem.

Tabell 3-1 viser antall branner i blokk/leilighet og næringsbygg mellom 2010 og 2014.

Tabell 3-5: Antall branner i blokk/leilighet og næringsbygg mellom 2010-2014.

Årstall	Brannsted		Totalt antall branner
	Blokk/leilighet	Næringsbygg	
2010	593	1039	1632
2011	771	1084	1855
2012	660	900	1560
2013	721	857	1578
2014	664	747	1411

I fra tabellen ser en at høyest antall branner var i år 2011 med 1855 branner og minst antall var i år 2014 med 1411 branner.

3.11.2 Avbruddsstatistikk mellom år 2010-2013

Hvert år gis det ut statistikk over avbrudd som følge av hendelser (driftsforstyrrelser og planlagte utkoblinger) i høyspentnettet. Disse avbruddene er delt inn i korte og lange avbrudd, der de korte gjelder avbrudd under 3 min. I Tabell 3-6 og

Tabell 3-7 er det hentet ut avbruddsstatistikk for både kortvarig og langvarig avbrudd i mellom år 2010-2013. Her er antall avbrudd og gjennomsnittlig varighet presentert.

Tabell 3-6: Oversikt over kortvarige avbrudd til sluttbruker mellom år 2010-2013 [18].

Årstall	Antall avbrudd	Total varighet [min]	Gjennomsnittsavbrudd [sekunder]
2010	4231743	3013271	43
2011	6846429	4835821	43
2012	4568792	3575725	47
2013	5521732	4317099	47

Tabell 3-7: Oversikt over langvarige avbrudd til sluttbruker mellom år 2010-2013 [18].

Årstall	Antall avbrudd	Total varighet [timer]	Gjennomsnittsavbrudd
2010	4367218	4654279	1 time 4 min
2011	7548251	12077166	1 time 36 min
2012	4554507	4960084	1 time 5 min
2013	5648289	6883734	1 time 13 min

Fra statistikken fremkommer det at antall kortvarige avbrudd til forbruker var lavest i 2010 med cirka 4,2 millioner avbrudd med gjennomsnittlig varighet på 43 sekunder. Største antall korte

avbrudd ble registrert i 2011 med cirka 6,8 millioner avbrudd med gjennomsnittlig varighet på 43 sek. Minste antall langvarige avbrudd var i 2010 med cirka 4,4 millioner avbrudd og gjennomsnittlig varighet på 1 time og 4 sekunder. Største antall var 2011 med 7,5 millioner og gjennomsnittlig varighet på 1 time og 36 min.

3.11.3 Antall omkomne i brann

Tabell 3-8 viser en oversikt over antall omkomne i brann etter brannsted og år i fra DSB.

Tabell 3-8: Omkomne i brann etter brannsted I mellom år 2010-2013 [19].

Årstall	Blokk/leilighet	Næringsbygg	Totalt
2010	17	5	22
2011	12	3	15
2012	7	7	14
2013	14	5	19

Disse tallene viser bygninger som det kan stilles krav om nødløsløst, ledesystem og automatisk brannvarslingsanlegg. Disse tiltakene kan bidra til å redusere antall omkomne.

3.11.4 Arbeidsskadedødsfall

I 2013 var det totalt 48 arbeidsskadedødsfall i Norge [19]. Av disse var det ingen som døde under kategorien som dekker eksplosjon/sprengning/brann. Bortsett fra brannkategorien er det ingen av de andre kategoriene som kan tolkes til å ha noen direkte sammenheng med nødløsløst og ledesystemer. I 2012 og 2011 var det henholdsvis 37 og 52 mennesker som døde i arbeidsskadeulykker og i disse to årene var det en person hvert år som døde på grunn av noe innenfor eksplosjon/sprengning/brann. I 2014 var antallet 43 personer, men her det ikke kommet ut noe tall som viser de forskjellige ulykkestypene.

3.11.5 Oppsummering

Fra statistikkene ser en at antall branner i blokk/leilighet og næringsbygg ligger mellom 1400-1600 i løpet av årene 2010-2013. Antallet korte avbrudd ligger mellom 4,2-6,8 millioner avbrudd med gjennomsnittlig varighet på 43-47 sekunder. De langvarige avbruddene har et antall på 4,4-7,5 millioner med gjennomsnittlig varighet på 1 time 4 min til 1 time 36 min. Antall branner kan ikke sammenlignes med antall ganger det er avbrudd i forsyningen slik at sluttbruker blir berørt. Dette gir en indikasjon på hvilke av evakueringsscenarioene som forekommer oftest, rømning i røyk eller bortfall av kunstig belysning. Statistikken over antall omkomne i brann viser at det er vesentlig flere som dør i blokk/leilighet framfor næringsbygg. Mangel på tiltak for å redusere rømningstiden kan være noe av årsaken til dette. I statistikken

over arbeidsskadedødsfall fremkommer det at få dødsfall skyldes eksplosjon/sprengning/brann. Arbeidsplassforskriften stiller krav til nødlysanlegg i bygninger som har ansatte. Nødlysanlegget skal sørge for sikker rømning i flukt- og rømningsveier, samt i høyrisikoområder. Ubekreftet forskning sier at ved 97 % av tilfellene når nødlysanlegget benyttes er det på grunn av strømbrudd. Disse tallene er tatt ut fra loggingen på nødlysanlegget og brannalarmsentralen. Dette gir ingen konkrete svar, men er en god indikasjon på hvilke scenarioer som forekommer oftest.

4 Metode

Oppgaven er delt opp i fire ulike deler, som betyr at det er benyttet ulike metoder på de forskjellige delene. Dette innebærer kartlegging av krav, kartlegging av praksis og løsninger i bransjen, vurdere ulike anlegg i forskjellige bygninger og så komme fram til planleggingskriterier.

For å løse oppgaven har jeg først utført et litteraturstudie på de ulike kravene som er gitt i forskrifter med veiledninger, samt standarder. For å finne ut hvilke løsninger som benyttes og hva som er praksis i bransjen i dag, har jeg vært på befarings på ulike bygninger i Trondheimsområdet. Jeg har valgt ut de bygningene med de nyeste nødlysanleggene og ledesystemene. Dette for å kunne se hvilke løsninger og praksis som er aktuell etter de nyeste forskriftene/standardene. Jeg har vært på totalt 15 ulike bygninger og på noen av disse har jeg vært i kontakt med blant annet rådgivere, driftsleder/vaktmester (byggherre), elektroinstallatør, samt leverandører av både elektriske og etterlysende komponenter. For å finne praksisen i bransjen vil det være naturlig at alle deler av bransjen belyses. Siden alle disse ulike aktørene har mye å gjøre, og dermed er vanskelig å få tak i, vil det kanskje ikke være alle som er like godt representert.

Under befaringene har jeg tatt bilder og stilt de ulike aktørene spørsmål alt etter hvilken rolle de har. Noen av bildene er brukt i rapporten for å vise de ulike løsningene. De bildene jeg har tatt selv har jeg ikke satt noen referanse på. Grunnen til at jeg valgte å dra på befaringer og stille spørsmål var at da fikk en muligheten til å se løsningene, framfor å bare lese om dem. En spørreundersøkelse kunne vært aktuelt, men fra tidligere erfaringer med spørreundersøkelser gir de lav svarprosent. Jeg valgte derfor å ringe rundt å spørre om å få komme på befarings og sa meg fornøyd når jeg hadde kommet i kontakt med 8 ulike aktører. Det må nevnes at det var ikke så lett å få kontakt med de ulike aktørene, men de jeg har fått kontakt med har vært svært så hjelpelig.

Når jeg vurderer løsningene i to ulike bygninger har jeg tilgang til brannkonseptet til brannrådgiveren, tegninger over nødlysanlegget og ledesystemet, samt at jeg får dratt på befarings og gjort målinger og sett på anlegget. På denne måten får jeg sett nærmere på hvilke forutsetninger de som prosjekterer nødlysanlegg og ledesystem har, samt at jeg får litt kjennskap til prosjekteringsverktøy og produktene som benyttes. Brannkonsept, bruksområde og innhold i bygget legger føringer på hvordan nødlysanlegget og ledesystemet skal utføres.

Erfaringen fra disse undersøkelsen vil kunne gjøre det lettere å komme fram til planleggingskriterier. De to byggene som skal vurderes er et forretningsbygg og et skolebygg.

For å vurdere forretningsbygget er det gjennomgått brannkonsept, branntegninger, lystegninger, gjort befaringer og utført lysmålinger. Lysmålingene skal undersøke om belyningsnivået tilfredsstillende gjeldende krav. Målingene ble gjort på kvelden, under de mørkeste forholdene som blir på denne tiden av året. Dette for å unngå strølys fra utsiden. For og kun få belysningen fra ledelysene ble sikringen tatt og markeringslysene ble dekket til med søppelsekker. Belysningsstyrken ble markert på tegning og tegnet inn i ettertid. Målingene er utført med et lux-meter av typen Sonel LXP-1 levert av ELIT.

På skolebygget er det gjennomgått samme dokumentasjon som for forretningsbygget. I dette bygget er det benyttet etterlysende komponenter og derfor har det blitt målt luminans i tillegg til belysningsstyrke. Målingene ble utført i underetasjen for å unngå strølys. Måling av belysningsstyrken ble utført med et lux-meter av typen Pocket-lux (NTNU-nummer: P28) levert av LMT. Dette instrumentet har blitt kalibrert mot et mer nøyaktig instrument under et annet prosjekt på NTNU og kalibreringsfaktoren er satt til 0,95. De lux-verdien som blir oppgitt videre i oppgaven vil ta hensyn til denne faktoren. Måling av luminans er utført med en luminans-kikkert av typen CS-100 A (NTNU-nummer: N03-0058) levert av Minolta. På de rommene med etterlysende komponenter ble belysningsstyrken målt først og deretter ble luminansen målt på samme plass. Luminansen ble målt etter både 10 min og 60 min. Det viste seg å være litt vanskelig å måle luminansen i noen av rommene på grunn av at de var så mørk når strømmen ble skrudd av. I de rommene med elektriske komponenter ble belysningsstyrken målt etter at strømmen var tatt. Målepunktene ble markert på tegningen og resultatene fra målingene ble ført på samme måleprotokollskjema som Prolink International benytter, se Figur 4-1.

testet. På bakgrunn av dette vil det gi bedre forutsetninger for å kunne vurdere fordeler og ulemper med de ulike systemene.

I denne oppgaven er det gjort noen avgrensinger innenfor både nødlysanlegg og ledesystemer. Det innebærer at nødlysanleggene vil kun omfatte rømningsveilyk og antipanikklyk og ikke reservebelysning og belysning av høyrisikoområder. Ledesystemer er avgrenset til og kun gjelde visuelle ledesystemer. Det betyr at taktil merking (følbare, dynamiske og retningsvisende rekkverk, tau, etc.) og automatisk taleinformasjon ikke er inkludert i oppgaven.

5 Aktuelle løsninger og praksis i bransjen

De bygningene jeg har vært på befaring på, samt byggeår og hvilken standard de har fulgt er presentert i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Oversikt over hvilke bygg jeg har vært på befaring på.

Bygg	Type	Ferdigstilt	Standard
City Lade	Kjøpesenter	2011/2013	NS-EN 1838/NEK EN 50172-NS 3926
City Syd	Kjøpesenter	2011	NS-EN 1838/NEK EN 50172
Charlottenlund VGS	Skolebygg, idrettshall	Des. 2011	NS 3926
NTNU-mange ulike bygninger	Skolebygg, idrettshall, etc.	Hele tiden	NS-EN 1838/NEK EN 50172-NS 3926
Strinda VGS	Skolebygg, idrettshall	Oktober 2013	NS-EN 1838/NEK EN 50172
Scandic Lerkendal	Hotell	August 2014	NS 3926
Royal Garden	Hotell	August 2014	NS-EN 1838/NEK EN 50172
Kunnskaps-senteret	Skolebygg	2013	NS-EN 1838/NEK EN 50172

I fra tabellen ser en at fire av anleggene er elektrisk basert, to stykker er etterlysende og to er begge deler. På befaringen har jeg stilt generelle spørsmål om bygget, hvilket utstyr som er montert, hvilke tiltak de har for å beskytte mot brann, rutiner for kontroll, ettersyn og vedlikehold og om de har gjort seg opp noen erfaringer ved det anlegget de har montert.

5.1 Løsninger

Hvilken løsning som blir valgt på de ulike byggene avhenger først og fremst av hvilken norm brannrådgiver oppgir som skal følges, samt bruksområde og innhold i bygg ifølge byggeier. Ut fra dette planlegges utførelsen av enten RIE/elektroinstallatør eller etterlysende leverandør. Når det er definert hva som skal følges er det mange ulike systemer og måter å utføre nødlýsanlegg og ledesystemer på. En kan gjerne skille mellom elektriske og etterlysende komponenter.

5.1.1 Elektriske komponenter

Innenfor elektriske komponenter til nødlýsanlegg kan det velges mange ulike typer komponenter og systemer. De elektriske komponentene omfatter høyt plasserte markeringslys, ledelys og antipanikklys. Ved valg av system bør en vektlegge blant annet: Økonomi, antall komponenter, bygningsstruktur, drift og vedlikehold, pålitelighet, nybygg/rehabilitering, etc. Under mine undersøkelser har jeg funnet ut at de ulike aktørene har ulike prioriteringer på hva som er viktig ved valg av system, og dette er beskrevet videre.

Drift- og vedlikeholdsavdelingen på bygningene vil helst ha et system som er enkelt å drifte og vedlikeholde. Det innebærer at de ønsker et system med overvåking av alle komponenter, der de har daglig kontroll av systemet og kan utføre kontinuerlig vedlikehold etter hvert som det oppstår feil. Mange av de anleggene jeg har vært og sett på har et overvåket adresserbart system. Driftsavdelingen på NTNU, som er ansvarlig for 160 bygninger, sier at de foretrekker sentraliserte overvåkede anlegg og dette systemet er foretrukket hvis det skal bygges nye anlegg. Dette styringsprogrammet er enkelt og oversiktlig å bruke. Det viser tilstand på komponent, nummer og type. Plasseringen finnes enkelt ved å sjekke tegningene over anlegget. Inntrykket er at dette systemet er foretrukket fordi de synes det er enkelt og oversiktlig å drifte og vedlikeholde, de kjenner til de ulike komponentene og har god dialog med leverandøren.

RIE/elektroinstallatør vil gjerne ha et system som dekker kravene, men ikke blir for kostbart. Et kostbart nødlisystem og ledesystem vil gjerne medføre at det må spares inn på andre løsninger. Samtidig må de ta hensyn til den tekniske utførelsen. Ved å benytte et desentralisert anlegg med trådløs overvåking, kan en koble nødlisene direkte og strekke kabel mellom de øvrige lysene internt i rommet. Dette gjør slik at de tenner ved bortfall av normalforsyning. Ved å benytte et sentralisert anlegg er det gjerne en begrensning på antall armaturer på hver kurs. Dette innebærer at en kurs kan forsyne flere rom med nødlis. For å sikre at nødlisene tenner ved bortfall av normalforsyningen må kursene til de ulike rommene ha spenningsovervåking. Et slikt system bidrar til å komplisere og fordyre anlegget, og der det benyttes undersentraler må det kables mellom disse.

På de byggene jeg har vært på varierer det litt på hvilke systemer som er benyttet. Det benyttes både sentraliserte og desentraliserte systemer. De sentraliserte systemene er både kursovervåket og adresserbart, mens de desentraliserte systemene er selvtestene og adresserbare. De adresserbare systemene er gjerne overvåket av en datamaskin og kan ha varsling (SMS) til driftsansvarlig hvis det oppstår feil i systemet.

Kontroll, ettersyn og vedlikehold utføres etter NEK EN 50172, og dette virker det som at alle har rutiner for. De som ikke har egne kompetente personer for å utføre årskontroll på nødlisystemet, har gjerne avtale med et firma som utfører denne jobben. De som utfører kontrollen har gjerne fagbrev gruppe L, og opplæring/kjennskap til systemet og komponentene. Ettersyn gjøres daglig for de som har overvåket adresserbart system, mens det gjøres månedlig for de øvrige. Hva som blir gjort føres enten i loggbok eller det registreres elektronisk i programmet som overvåker nødlisene. Figur 5-1 viser hvordan driftsavdelingen på NTNU

utfører dette. Vedlikehold utføres fortløpende, enten av vaktmester, ansatt elektriker eller av firma som har serviceavtale.

2. etasje								
Armatur nr.	Dato	Tiltak						Merknad
		Ny armatur	Nye lysrør	Ny starter	Nye batteri	Ny elektronikk	Annet	
201	27.03.2014		2		1			
202	27.03.2014		2					
203	27.03.2014		1					

3. etasje								
Armatur nr.	Dato	Tiltak						Merknad
		Ny armatur	Nye lysrør	Ny starter	Nye batteri	Ny elektronikk	Annet	
301	27.03.2014		2		1	1		
302	27.03.2014		2		1			
303	27.03.2014		1					

Figur 5-1: Loggbok for ettersyn og vedlikehold av lede- og markeringslys.

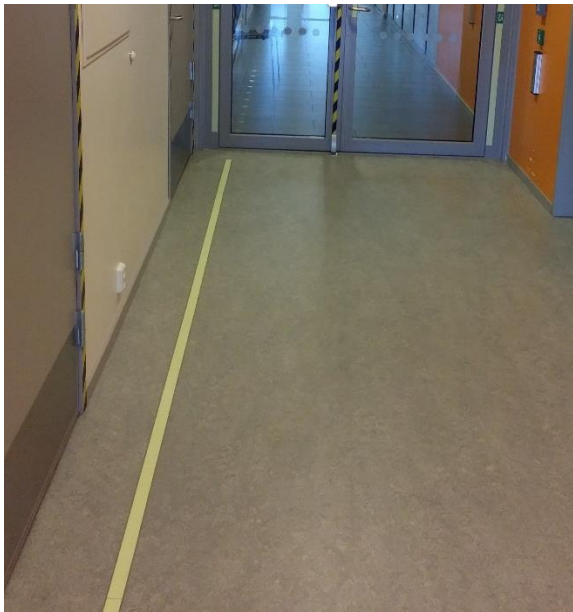
Vedlikeholdskostnader for nødllysanlegget og ledesystemet var vanskelig å få noe eksakt svar. Under vedlikeholdskostnader ligger det gjerne kostnader for hele bygget, slik at det er vanskelig å skille ut kun den ene kostnaden. Som oftest hadde de oversikt over hva de årlige avtalene på kontrollene kostet, men hvor mye de brukte på komponenter var vanskelig å vite. I tillegg var flere av anleggene nye og ennå innenfor garantitiden slik at mye av utskiftingene var reklamasjoner. Utstyret som ble byttet var for det meste lyskilder, batteri, batteripakker, drossel, etc. Batterier, batteripakker og lyskilder var det som ble byttet mest ut. Noe av utskiftingene skyldes produktfeil, mens mye inngår i det periodiske vedlikeholdet.

Under befaringene mine spurte jeg hvilke erfaringer de forskjellige aktørene har hatt ved de ulike anleggene. Det kan være fordeler/ulempes, driftsproblemer, hvordan dette er sammenlignet med andre anlegg og eventuelle forbedringspunkter. Som nevnt før er adresserbart overvåket system lett å utføre drift/vedlikehold på og desentralisert nødllysanlegg med trådløs overvåking er enkelt å montere. Systemer med kursovervåking er vanskeligere å finne feilen på. Komponentene i nødllysene inneholder mye elektronikk, og dette fører til at de er mye mer utsatt for feil enn normal belysning. En installatør nevnte at de helst benytter produkter som har vært i bruk i minst 5 år slik at de unngår alle barnesykdommene. På flere av byggene hadde de ikke gjort seg opp en mening enda ettersom systemene var relativt nye.

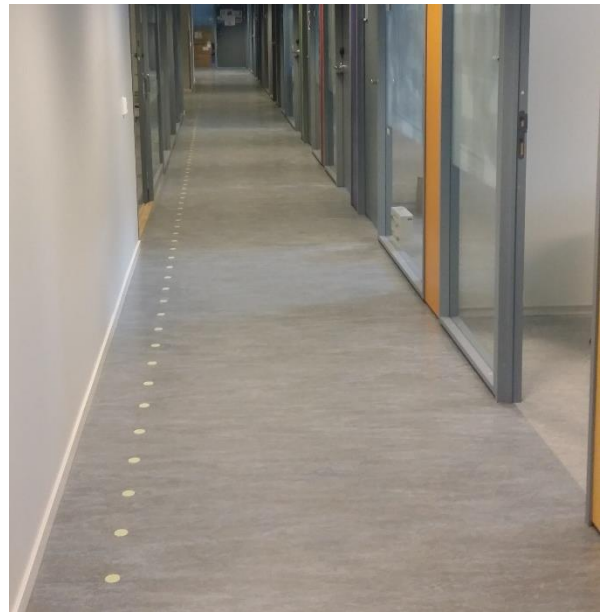
5.1.2 Etterlysende komponenter

Utformingen av ledesystem med etterlysende komponenter kan utføres på mange ulike måter. Valg av løsning bør avhenge av: Økonomi, bygningsmessige løsninger, leverandørens krav, erfaring med tilsvarende systemer, drift- og vedlikehold, ladelys, etc. Ledesystemene er bygd opp av ledelinjer, retningsskilt og henvisningsskilt. Hvordan disse systemene er integrert i bygget varierer veldig fra bygning til bygning. Eksempler på hvordan ledelinjen kan utformes er:

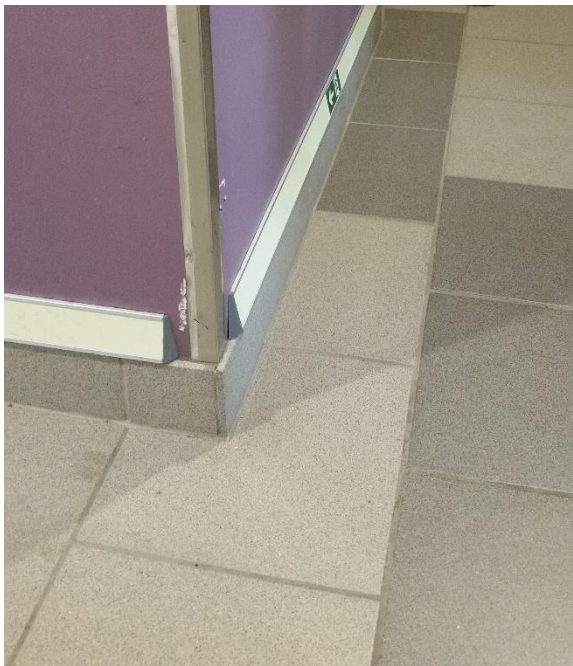
- Heltrukken linje som er sveiset inn i gulvbelegget, se Figur 5-2.
- Små sirkler som er limt på gulvet eller felt inn i belegget med en gitt avstand mellom hverandre, se Figur 5-3.
- Heltrukken veggmontert linje som er montert i spesiallagde aluminiumskinner for veggmontasje, se Figur 5-4.
- Innfelt heltrukken ledelinje mellom bord på veggen, se Figur 5-5.



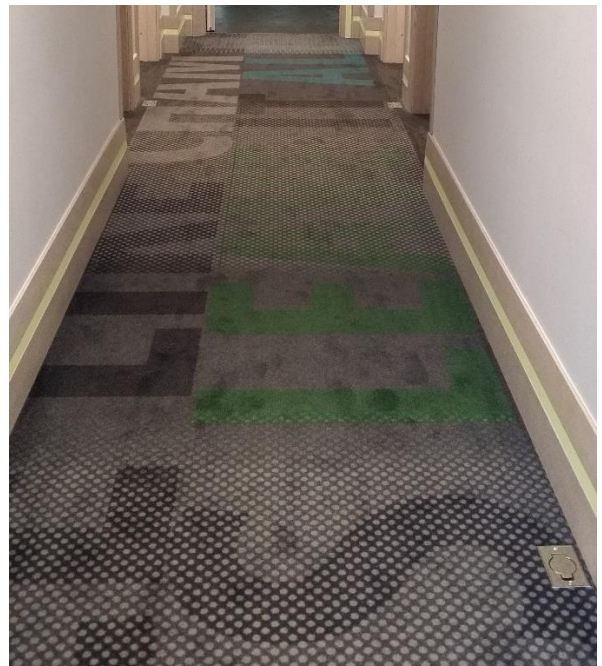
Figur 5-2: Heltrukken ledelinje som er sveiset inn i gulvbelegget. Bildet er tatt på Charlottenlund VGS.



Figur 5-3: Ledelinje utført som små sirkler som er limt på gulvet eller felt inn i belegget med en gitt avstand mellom hverandre. Bildet er tatt på HIST Kalvskinn.



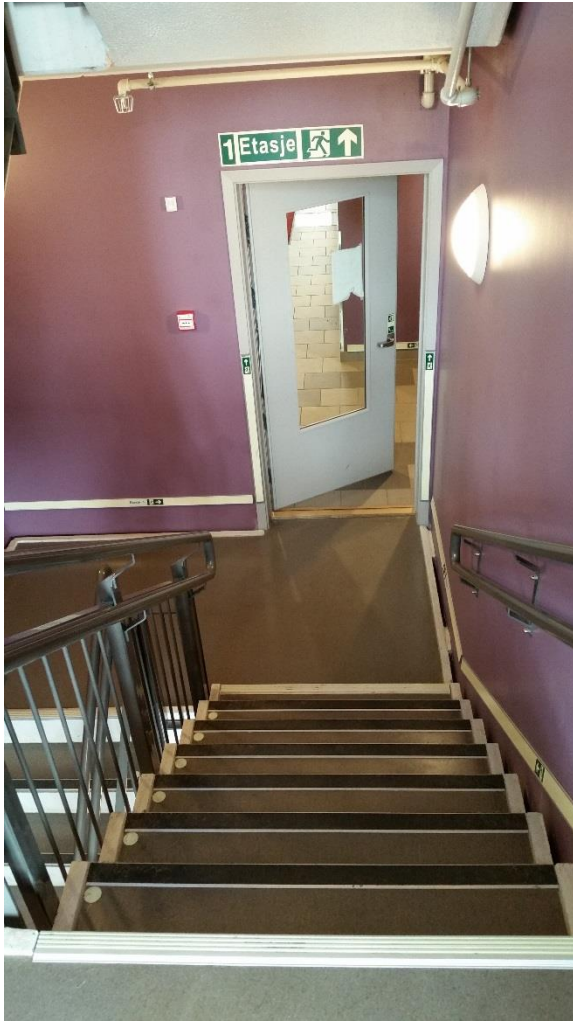
Figur 5-4: Heltrukken veggmontert ledelinje som er montert i spesiellagde aluminiumskinner for veggmontasje. Bildet er tatt på Lerkendal studentby.



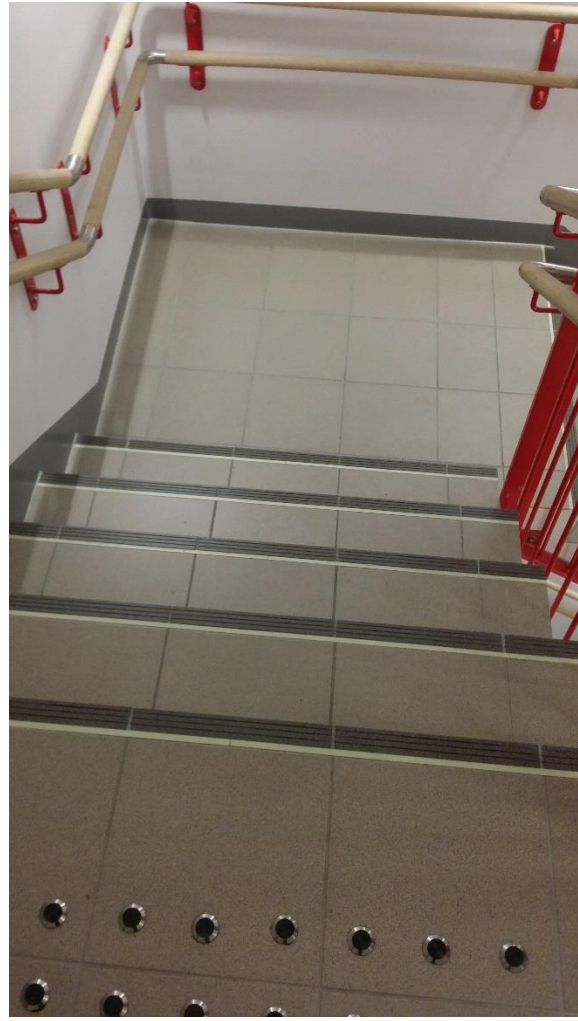
Figur 5-5: Innfelte heltrukne ledelinjer mellom bord på veggen. Bildet er tatt på Scandic Lerkendal.

Dette er bare noen av løsningene som er valgt. I tillegg til ledelinjene finnes det markeringskilt som både er høyt plassert og på mellomnivå. Merking av trapper/trapperom gjøres også på ulike måter. Det kan blant annet være:

- Heltrukken veggmontert ledelinje parallelt med trappevangen og plata, se Figur 5-6.
- Supplerende merking på ledelinjen og høyt nivå som indikerer etasje og rømningsretningen, se Figur 5-6.
- Merking av trinnene. Enten med punktmerking, heltrukne linjer langs trappetrinnene eller med heltrukken linje i fugen, se Figur 5-6 og Figur 5-7.



Figur 5-6: Viser merking i trapperom med ledelinje langs vegg, horisontal del av trinnene er merket, rømningsretning og etasjenummer integrert i ledelinje og etasjenummerering på høyt nivå. Bildet er tatt på Lerkendal studentby.



Figur 5-7: Merking av trapp med etterlysende materiale i fugen. Bildet er tatt på Scandic Lerkendal.

Som nevnt ovenfor er det mange hensyn en bør ta ved utforming av ledesystemet. For at systemet skal fungere optimalt er det avhengig av tilstrekkelig ladelys og at komponentene vedlikeholdes etter behov. Under befaringene mine fikk jeg litt forskjellige inntrykk av hvor god rutinene var på kontroll, ettersyn og vedlikehold av etterlysende komponenter. Noen steder var det bra vedlikehold, mens andre steder virket det ikke som at det ble prioritert. Jeg innbiller meg at kompetansen på etterlysende er litt mangelfull og mange forbinder disse systemene med

de gamle uklare skiltene som en så vidt klarte å tyde. Dagens komponenter av høy kvalitet skal både være tydeligere, lade fortere og lyse lenger.

Samtidig vil holdningen til disse systemene være med på å legge en føring på hvor mye dette blir prioritert. En driftsleder sa rett ut at de ikke ville ha etterlysende, grunnlaget var at de mente lysstyrken var for dårlig, samt at det ikke var forenelig med ENØK tiltak. Videre sa han at de ikke hadde noen rutiner for ettersyn og vedlikehold av etterlysende.

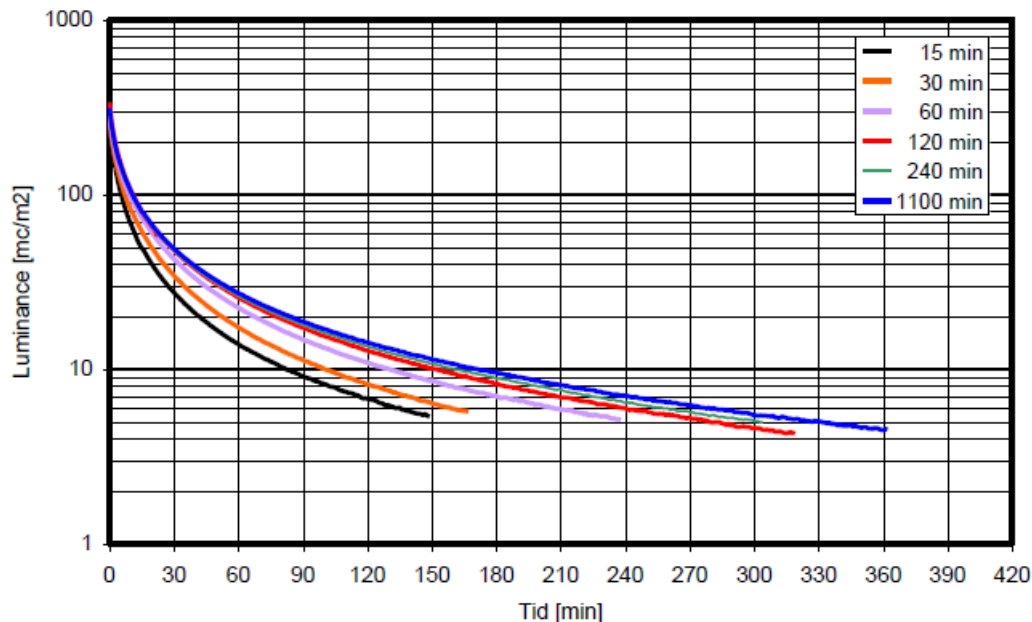
Under befaringene mine spurte jeg hvilke erfaringer de forskjellige aktørene har hatt ved det etterlysende anlegget. Det framkom da at fordelene var mindre og enklere vedlikehold. Ulempene kan være at merkingen blir slitt etter hvert som byggene blir eldre. Dette reduserer ytelsen og det må byttes ut etter hvert. På en bygning har de vært plaget med at de ikke har fått festet de etterlysende til underlaget slik at det løsnet. Siden materialet er festet på en metallskinne har det medført at det har blitt bulker og resultert i at det har måtte byttes. Videre nevnes det at materialet ikke lades opp av LED. Løsningene som er benyttet her er ikke de beste for å unngå slitasje, eksempelvis kan herdet glass over ledelinjen redusere slitasjen. Lysstyrke og ladetid er noe som er forbedret betydelig de siste årene, så dette innebærer at det vil være litt feil å sammenligne med gamle komponenter. Alle byggene er relativt ny, så ikke alle hadde fått gjort seg opp en mening rundt disse anleggene.

Ved svikt i normalforsyningen har noen av bygningene antipanikklys eller ledelys i områder der det er mye mennesker. I trapperom er det ikke vanlig med noe elektrisk belysning. Ladelyset til de etterlysende komponentene blir i det ene anlegget ivaretatt ved at lyset styres av bevegelsessensor og tidsur som sørger for at lyset skrur på når det har gått for lang tid. På de andre stedene er det helt mørkt i løpet av natten og lyset skrur på neste dag.

Det finnes en rekke ulike kvaliteter av etterlysende materialer. På de beste kvalitetene skal glødingen ved fulladet produkt kunne holde i 15 timer innenfor kravet på 10 mcd/m² [20]. Dette er kvaliteter som er svært dyre og ikke benyttes i vanlige bygninger. Pro 50 benyttes til Low Level Lightning (LLL), og er en kvalitet som benyttes ved spesielle behov og ved redusert ladelys. Denne kvaliteten er benyttet til et ledesystem på et skolebygg, som blir presentert senere i rapporten. På alle kvalitetene er det utført godkjente laborietester ved DNV godkjent lab i Sør-Sverige. I Figur 5-8 ser en resultater av testene på Pro 50 ved 50 lx ladelys og fargetemperatur på 3000 Kelvin. Her fremkommer det utladningsforløp som funksjon av eksponeringstid, lystetthet som funksjon av eksponeringstid og utladningstid, samt levetid (min) som funksjon av eksponeringstid.

Ledelyskvalitet : Pro50
 Belysningsstyrke : 50 lux
 Lysrørkvalitet : Philips TD-L 58W/830
 Fargetemperatur : 3000 K

Utladningsforløp som funksjon av eksponeringstid



Lystetthet (mcd/m^2) som funksjon av eksponeringstid og utladningstid

Glødetid	Eksponeringstid					
	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min	1100 min
10 min	67	82	95	105	102	104
30 min	27	34	43	48	48	49
60 min	14	17	22	26	26	27

Levetid (min) som funksjon av eksponeringstid

Lystetthet	Eksponeringstid					
	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min	1100 min
8 mcd/m^2	102	123	159	183	198	211
10 mcd/m^2	82	100	130	153	161	169

Figur 5-8: Resultater fra test av Pro 50 med 50 lx ladelys.

Fra figuren ser vi at ved en belysningsstyrke på 50 lx og fargetemperatur på 3000 Kelvin gir 15 minutters eksponeringstid en levetid på 82 minutter. Dette er relativt lenge med en så lav belysningsstyrke. I korridorer er gjennomsnittlig vedlikeholdt belysningsstyrke (E_m) lik 100 lx på referanseoverflaten [21], og dette er den laveste belysningsstyrken som er oppgitt blant de ulike romtypene som er sett på videre i oppgaven. Ladetiden vil i praksis være mindre enn 15

minutter og fortsatt innenfor luminanskravene. Informasjonen som er presentert ovenfor er hentet fra dokumenter jeg har fått oversendt fra Prolink International.

5.1.3 Generelt

Alle bygninger jeg besøkte hadde brannalarmanlegg som sørget for tidlig varsling. Skolebygg er i tillegg lovpålagt å ha minst to brannøvelser hvert år, samt at brannvesenet har årlig kontroll. Under denne kontrollen gjennomgår de dokumentasjon og tar en befaring der stikkprøver kan forekomme. Hvis det dukker opp mangler, etableres et avvik, som det gis frist på å utbedre. Systemer for å åpne utgangsdører og lukke dører til brannceller er tilstede og styres av brannalarmanlegget. Røykluker er etablert og styres av brannvesenet.

Mitt inntrykk er at byggherren ofte er svært konservativ ved valg av løsning. Har de først lært seg med et system og dette fungerer, vil de gjerne ikke prøve noe nytt. Samtidig tror jeg at de ulike leverandørene har stor påvirkningskraft på byggherren. Jeg har opplevd å få høre de samme argumenter/påstander fra byggherren om de ulike systemene, som jeg har hørt fra leverandører av etterlysende og elektriske produkter.

5.2 Praksis

Som det ble observert på befaringen er det to ulike standarder som blir fulgt, NS 3926 og NS-EN 1838/NEK EN 50172. Hvilke som skal følges, er som tidligere nevnt, beskrevet av brannrådgiver og i samarbeid med byggeier. Det har skjedd svært mye innenfor dette feltet den siste tiden, og uenigheten som jeg har nevnt tidligere mellom leverandører av elektriske og etterlysende systemer pågår fortsatt.

Etter å ha vært i kontakt med både rådgivere og installatører, så har jeg fått litt innblikk i praksisen i bransjen. Det virker ikke til at det er noen fast standard som brukes på de forskjellige bygningstypene. Videre er det heller ikke et fast system eller leverandør som er foretrukket. En installatør jeg har snakket med sier at de fleste av deres prosjekter er totalentreprise, og at de da må prosjektere anlegget innenfor de rammene som er gitt. Dette innebærer at de ikke har muligheten til å låse seg til et spesielt system eller leverandør.

Fra befaringen kommer det fram at det er benyttet forskjellige standarder på like bygningstyper. De to kjøpesentrene har valgt å følge ulike standarder. På det første kjøpesenteret er den gamle delen utført etter NS-EN 1838, mens den nye følger NS 3926. Ved det andre kjøpesenteret er det gjort en rehabilitering av nødlysanlegget etter NS-EN 1838. Hvilke vurderinger som ligger til grunn for at de har ulike systemer på like bygningstyper er ikke kjent. Uansett vil det være

en del forutsetninger som vil være lik på disse bygningene, blant annet stor takhøyde, mye mennesker og tidlig varsling.

Jeg har vært og sett på to nye hoteller i Trondheim som følger NS 3926, mens rehabilitering av et annet hotell er utført etter NS-EN 1838. Dette viser at det benyttes litt ulike løsninger på hoteller også. Ved to nye fylkeskommunale skoler i Trondheim er det valgt elektrisk på det ene, mens det andre har etterlysende. Så det er helt klart at det gjøres ulike vurderinger på de relativt like bygningstypene, slik at det finnes ikke noen fast måte å gjøre det på. Trondheim kommune satt allerede krav i 2003 om at de skulle ha etterlysende system på alle sine barne- og ungdomsskoler. Dette begrunnet de med at skolene skulle også kunne brukes til overnatting.

En rådgiver jeg har snakket med nevnte at mellom 2006 og 2014 var etterlysende systemer mer og mer dominerende, mens i dag virker det litt som at trenden har snudd litt.

6 Vurdering av eksisterende nødlysanlegg og ledesystemer

Vurderingen av eksisterende nødlysanlegg og ledesystem er gjort på et forretningsbygg og et skolebygg, som inneholder blant annet korridorer, trapperom, idrettshaller, auditorium og garderober. De to bygningene er svært innholdsrik og vil gi et bra overblikk over hvilke løsninger som benyttes i en rekke forskjellige rømnings- og fluktveier.

6.1 Anlegg 1: Forretningsbygg

Bygningen som er vurdert består av 5 etasjer med en grunnflate på ca. 1600 m² BTA. Hovedfokuset vil være kjeller, treningssenter i første etasje og den ene kontordelen i andre etasje. De øvrige etasjene består av kontorlokaler og leiligheter, som enten er utleid eller under bygging. Det skal i tillegg anlegges takhage som skal være tilgjengelig for alle som benytter bygningen. I kjelleren er det kantine til 70 personer, garderober til treningssenter, parkering til leiligheter og kontorer, kjøkken, teknisk rom og driftssentral. I første etasje er det forretningslokale og treningssenter med tilhørende lager og personalrom, samt at det er søppelrom til hele bygningsmassen. Andre etasje består av kontorlokaler og teknisk rom.

I fra brannkonseptet til brannrådgiver er det satt at bygget skal ha et ledesystem, og det forutsettes at dette gjelder alle etasjene. Videre har brannrådgiveren referert til NS3926, som ifølge VTEK10 vil tilfredsstille forskriftenes krav til ledesystem.

Nødlysanlegget som det er behov for i dette bygget vil være for å få personer ut i tilfelle en av eller en kombinasjon av evakueringsscenarioene i VTEK10. De øvrige komponentene i nødlysanlegget havner utenfor avgrensingen til oppgaven. Samtidig er det ikke sett noe behov for slike anlegg på de rommene som er undersøkt.

De ulike delene av bygningen er definert til å tilhøre følgende risikoklasse (RKL):

- Kjeller: RKL 2 og RKL 5 (kantine for egne ansatte der det ikke er utleie og garderober til treningssenter)
- Plan 1: RKL 5
- Plan 2: RKL 2









Maksimal personbelastning vil være på plan 1 med 120 personer. Bygget er definert til å være i brannklasse 3.

I brannkonseptet er det listet opp hvilke tiltak som skal forhindre spredning av røyk og brann, og redusere rømningstiden. Disse er videre listet opp under:

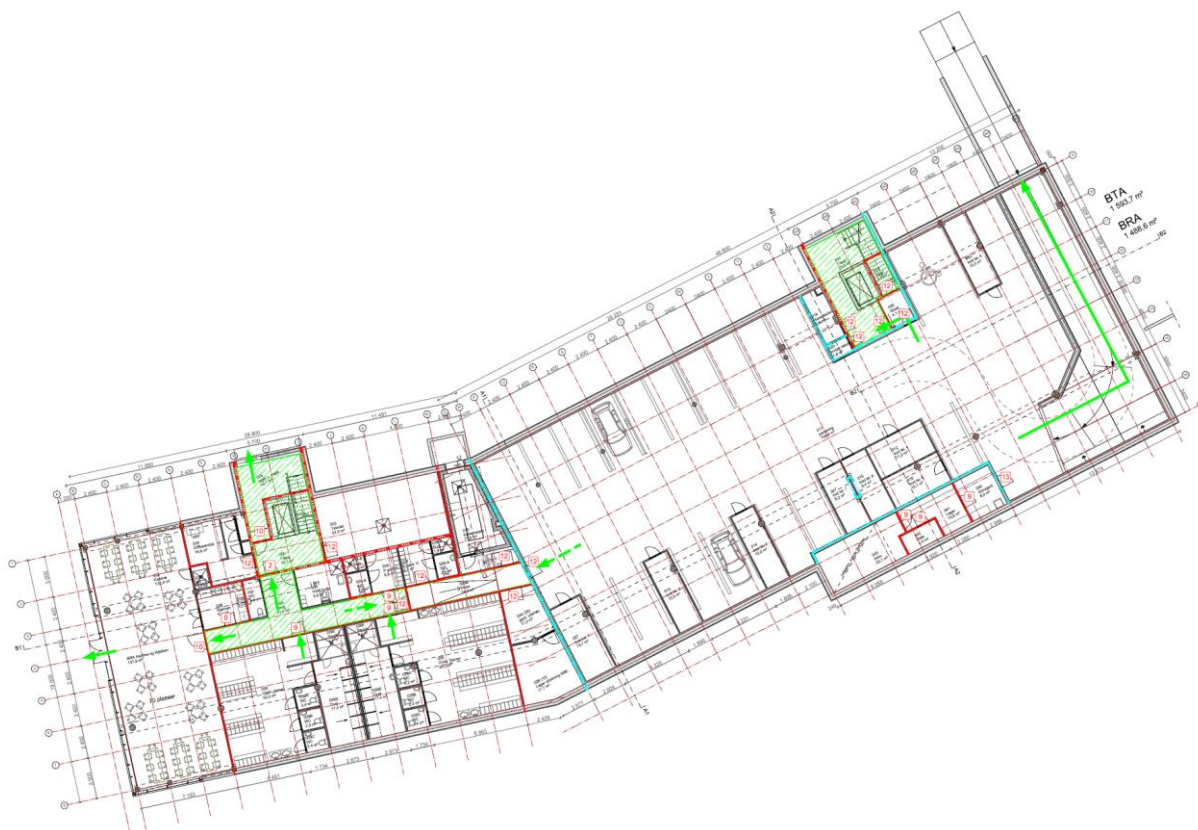
- Ventilasjon
 - Mellomliggende rom og sluse knyttet til trapperom i underetasjen må ha mekanisk balansert ventilasjon. Dette for å lette brannvesenets innsats, samt begrense røykspredningen til trapperommet.
 - Funksjonssikker kabel til ventilasjonsaggregat slik at røyk kan trekkes ut.
 - Ventilasjon går for fullt ved brann. Hvis det detekteres røyk i tilluftskanal skal det stoppe. Hvis anlegget går ved redusert effekt skal det skrues opp til maks.
- Tverrstilt røykskjørt i svalgang i 4 etasje.
- Sprinkel.
- Brannalarmanlegg kategori 2.
 - Utrykningstid brannvesen 8-10 minutter.
 - Alle er våken, dette vil redusere rømningstiden.
 - Optiske detektorer vil gi alarm allerede ved 3 % siktreduksjon noe som sørger for at rømning skjer tidlig.
- Ledesystem.

I følge VTEK10 skal ledesystemet benyttes av de som oppholder seg i bygget ved tre ulike enkeltscenarier eller en kombinasjon av disse som er nevnt ovenfor under punkt 3.1. Utformingen av ledesystemet bør baseres på hvilke enkeltscenarier som kan forekomme og hvordan en skal sikre seg best mulig mot disse. I denne bygningen vil det være ansatte og dermed gjelder ikke bare TEK10, men også arbeidsplassforskriften. Det vil derfor være krav til tilstrekkelig med nødlis i rømningsveier og nødutganger ved svikt i den ordinære belysningen.

Figur 6-1 viser symbolforklaring til branntegninger. Figur 6-2 viser branntegning for sokkeletasjen.

SYMBOLFORKLARING	
	EI 60/A2-s1.d0 [A60]
	REI 90/A2-s1.d0 [A90]
	Dører EI2 30-CSa [B30S selvlukker, terskel og tettelist]
	Dører EI2 60-CSa [B60S selvlukker, terskel og tettelist]
	Dører EI2 60-CSa [B60 terskel og tettelist]
	Rønningsretning
	Rønningszone
	Alternativ rønningsretning

Figur 6-1: Symbolforklaring til branntegninger.



Figur 6-2: Branntegning for sokkeletasje.

Forutsetninger for prosjektering av nødlysanlegg og ledesystem i sokkeletasjen er:

- Kantine i kjeller benyttes kun av egne ansatte og skal ikke leies ut.
- Garderobeanlegget skal benyttes av personer som ikke nødvendigvis er kjent med rømningsveiene. Evakueringstiden øker ved at personene kan være i dusjen når

brannalarmen går. Dette vil kunne resultere i at det kan ha spredd seg røyk i rømningsveien.

- Garasjeanlegget benyttes som alternativ rømningsvei hvis rømning gjennom kantine og trapperom ikke er mulig.

Figur 6-3 viser branntegning for første etasje. Forutsetninger for prosjektering av nødlysanlegg og ledesystem i første etasje er:



Figur 6-3: Branntegning for 1-etasje.

- Personene som oppholder seg i enten treningssenteret eller forretningslokalet vil være våken og påkledd. Dette innebærer at de vil kunne rømme raskt ved utløst brannalarm.
- Det kan ikke forutsettes at alle personene er kjent og vet hvor de skal rømme.
- I første etasje er det den største personbelastningen på maksimalt 120 personer. Dette innebærer at det bør være god belysning for å unngå panikk.

Figur 6-4 viser branntegning for andre etasje. Forutsetninger for prosjektering av nødlysanlegg og ledesystem for første etasje er:



Figur 6-4: Branntegning for 2-etasje.

- Personene som oppholder seg i denne etasjen er kjent i bygget eller så er de sammen med noen som er kjent. Rømning kan skje gjennom nærmeste trapperom eller via tilstøtende branncelle og det andre trapperommet. Personene trenger nødvendigvis ikke å være kjent i tilstøtende branncelle, og dette stiller krav til at rømningsvei gjennom branncelle er tilstrekkelig merket.
- Personene som oppholder seg her er påkledd og våken. Dette innebærer at evakuering skjer raskt og effektivt. Sannsynligheten for rømning i røyk anses som liten.

I 3 etasje er det samme prinsipp som i 2 etasje. I 4 etasje er det leiligheter. Dette betyr at personene kan ligge å sove når det begynner å brenne og evakueringstiden vil øke. Her vil evakuering i røyk kunne forekomme og ledesystemet bør ta hensyn til dette.

Nødllysanlegget og ledesystemet er leverandørprosjektert for RIE. Elektroinstallatør har totalentreprise på prosjektet. Brannkonseptet ble utarbeidet i 05.11.13. Nødllysanlegget og ledesystemet er prosjektert etter NS-EN 1838/NEK EN 50172 og NS 3926. Siden NS-EN 1838:1999 ble erstattet av NS-EN 1838:2013 i januar 2014, antas det at dette anlegget er prosjektert etter 1999-utgaven. Forskjellene mellom standardene er ikke så stor, men det finnes noen og disse vil bli kommentert underveis.

Komponentene i nødlýsanlegget og ledesystemet er desentralisert, med adresserbart DALI-system med et toppsystem som går over KNX. Feilalarmene kommer opp på SD anlegget. Bygningen driftes og vedlikeholdes av et eget firma som sitter i et annet bygg.

6.1.1 Sokkeletasje

I sokkeletasjen er nødlýsanlegget og ledesystemet utført etter NS-EN 1838:1999/NEK EN 50172:2004 og NS 3926:2009. I hovedrømningsveien er det valgt en kombinert løsning, mens i de alternative rømningsveien er det valgt å følge NS-EN 1838:1999/NEK EN 50712:2004. Det er montert markerings- og ledelys etter NS-EN 1838, og elektrisk ledelinje etter NS 3926. Fra befarings- og lysmåling er det observert følgende:

- Ledelinjer i korridor og utenfor heis er tegnet på tegning, men er ikke montert i bygget. Ved å montere vertikaler langs listen til dørene det skal rømmes ut fra vil det kunne bidra til å unngå forvirring.
- Ledelinjer montert ved trapp og til utgangsdøren tente ikke når strømmen ble tatt. Ifølge NS 3926 punkt 6.1 skal elektriske komponenter utstyres med en alternativ kraftforsyning i tilfelle den primære skulle svikte, samt at det skal være en belysningsstyrke i senterlinjen til trappen på 1,0 lx.
- Ledelysene som er montert i bygget er svært bra og gir tilstrekkelig belysningsstyrke selv om de ikke plasseres innenfor 2 meter til punkter som skal fremheves, slik som NS-EN 1838 punkt 4.1.2 beskriver.
- Ledelys i heis ble ikke sjekket under befarings- og lysmålingen. Heiser som skal anvendes av personer skal ha antipanikklys ifølge NEK EN 50172 punkt 5.4.2.
- Alternativ rømningsvei gjennom kantine og brannmelder ved dør antas å ha for dårlig belysning. Dette lot seg ikke måle på grunn av strølyst fra utsiden. NS-EN 1838:1999 stiller krav om 1,0 lux i rømningsvei og ved brannmelder, samt 0,5 lux i fluktvei.
- Ved utgang utenfor kantine er det ikke montert ledelys. NS-EN 1838:1999 spesifiserer ikke at dette gjelder fram til sikkert sted, men i 2013-utgaven er det spesifisert.
- Det er ikke montert ledelys ved brannsløkkingsapparatet på kjøkkenet. NS-EN 1838 stiller krav til et belysningsnivå på 5,0 lx på brannsløkkingsutstyr plassert utenfor rømningsvei.
- Garderober og dusj er utstyrt med ledelys, men det finnes ikke noen ledelys i personalgarderoben. Dette vil kunne bidra til å unngå panikk og samtidig vil det kunne sørge for at personalet raskere kan hjelpe til i en evakuerings situasjon.

- Ledelyset plassert i brannsluse er skjult av ventilasjon og resulterer i at belyningsstyrken på den manuelle melder blir for liten. Plasseringen av ledelyset er ikke optimal og kravet til belyningsstyrke på manuell melder plassert i rømningsvei er 1,0 lx etter 1999-utgaven.
- Belysningsnivået i garasjen er ikke innenfor kravene i rømningsvei (1,0 lx) og fluktvei (0,5 lx). Samtidig bør det monteres ekstra markeringslys langs rømningsveien slik at kravet til at utgangs- eller retningsskilt skal være synlig fra alle punkter av rømningsveien, spesifisert i NEK EN 50172 punkt 4.2.
- I gang ut til garasjen er det ikke montert noe ledelys som sørger for en belyningsstyrke på 1,0 lx på brannslukkingsapparatet.

6.1.2 1 etasje

I første etasje er det prosjektert nødlysanlegg og ledesystem etter NS-EN 1838:1999/NEK EN 50172:2004 og NS 3926:2009. Det kombinerte systemet gjelder bare rømningsvei fra treningssenter og ut i det fri, ellers på treningssenteret er det prosjektert etter NS-EN 1838/NEK EN 50172. Treningssenteret er en egen branncelle, som trenger belysning av åpne områder slik at de som oppholder seg der finner rømningsveien eller utgang til det fri. Arealene på treningssenteret er store, kan være utstyr i veien som hindrer rømning og det kan være et stort antall personer der. Dette stiller krav til at det er tilstrekkelig belysning av åpne områder (antipanikklys). Under befaringen og lysmålingen ble det observert følgende:

- Ledelinjer fra utgangen til treningssenter er tegnet på tegning, men er ikke montert i bygget.
- Sal 1 og Sal 2 var det ikke montert noe antipanikklys, kun markeringslys. I NEK EN 50172 står det at i områder med udefinerte rømningsveier, i haller eller lokaler større enn 60 m² gulvareal eller mindre områder der det kan oppstå farer som at det benyttes av et stort antall mennesker. Disse rommene har gulvareal på henholdsvis 71,3 m² og 67,7 m², samt at treningsutstyret kan flyttes å hindre rømning.
- I rommet utenfor utgangen til Sal 2 mangler det ledelys. Dette området sørger for rømning fra Sal 2, samt at det er plassert ulike treningsapparater i dette området.
- På HWC er det ikke montert ledelys. NS-EN 1838:2013 krever at det skal monteres på toaletter for personer med nedsatt funksjonsevne, om dette var krav i 1999-utgaven er det ikke funnet ut av.

- I Sal 3 (156,6 m²) er det montert ledelys i hovedrommet, men ingenting bak deleveggen der utstyret står.
- I trappesatsen, som er del av rømningsveien, er det ingen belysning ved utgangen og brannsentralen. Her stilles det krav til 1,0 lx ifølge NS-EN 1838:1999. NS 3926 stiller også krav til at det ledelinjer eller ekstra lysarmaturer skal sørge for 1,0 lx i rampens senterlinje.
- I NEK EN 50172 er det krav til at det skal være et utgangs- eller retningskilt synlig fra alle punkter langs rømningsveien. I rømningsveien til bygget er ikke dette tilfellet og det vil være hensiktsmessig å sette opp flere utgangsskilt som viser veien ut i trapperommene.

6.1.3 2 etasje

I andre etasje er nødlysanlegget og ledesystemet utført etter NS-EN 1838:1999/NEK EN 50172:2004. Under befaringen og lysmålingen ble det observert følgende:

- Ikke montert ledelys i korridor utenfor cellekontorer. Belysningsstyrke som for fluktveier vil være hensiktsmessig her.
- I likhet med 1 etasje er det ikke montert ledelys på HWC.
- I trapperom og korridor i kontordel, som begge er en del av rømningsveien, vil det være hensiktsmessig å supplere med noen markeringslys for å sikre at utgangs- og retningskilt er synlig fra alle punkter langs rømningsveien.

6.1.4 Øvrige etasjer

Kontorlokalene benytter løsninger basert på NS-EN 1838 slik som i 2 etasje. I 4 etasje kan det være lengere rømningstid og det vurderes som sannsynlig at røyk kan samles i trappeoppgang. Installasjonen i 4 etasje er ikke ferdig ennå og det foreligger ikke lystegninger over denne etasjen. Det er på bakgrunn av dette valgt og ikke se nærmere på denne etasjen.

6.2 Anlegg 2: Skolebygg

Bygningen som er vurdert er Thora Storm VGS i Trondheim, et nybygg på 8000 m² fordelt på 5 etasjer, der to av etasjene befinner seg under bakkeplan. I forbindelse med nybygget er det også et eksisterende bygg på ca. 2200 m², og består av totalt 6 etasjer der 4 av etasjene er over bakkeplan. Informasjonen om bygget er hentet fra brannkonseptet, som er utarbeidet av brannteknisk rådgiver (RIBr). Denne oppgaven vil i hovedsak omhandle nybygget og da primært underetasjen, U2. I U2 er det idrettshall, styrkerom, spinningssal, lager og garderober.

Videre er det i U1 blant annet to store auditorier, toaletter, lager, kantine og tekniske rom. I U1 er det sett nærmere på det største av auditoriene. De øvrige etasjene består hovedsakelig av undervisningsrom og lærerarbeidsplasser/administrasjon. I mellom plan U1 og 3 er det et stort område med åpenhet med innganger til rom på alle plan, samt kantine på plan 1.

Skolen har en maksimal personbelastning på 850 stk, og idrettshallen med tilhørende funksjoner har maksimalt persontall på 500 stk. Det forutsettes at totalt antall personer på skolebygget ikke overstiger 850 stk. I auditoriene på U1 er det sitteplasser til ca. 150 og 65 personer.

Bygningsmassen er forutsatt benyttet til videregående skole. Idrettshallen er kun ment til bruk for idrettsaktiviteter, samt at den kan benyttes for eksamen. Konserter og tilsvarende vil ikke være aktuelt da den branntekniske løsningen ikke er beregnet for en slik brannbelastning, spesielt ikke røykventilasjonen. Røykventilasjonen i åpenheten er dimensjonert for minimal brannbelastning og fri bredde i rømningstraseen skal ikke være mindre enn 1,2 m. Dette innebærer at garderobe- og oppbevaringsskap skal være av ubrennbart materiale og møbleringsplaner skal oversendes RIBr for vurdering.

Videre framkommer det fra brannkonseptet at bygget skal ha et fullverdig ledesystem. NS 3926 legges til grunn for prosjektering av ledesystemet. Videre står det i brannkonseptet forutsetninger for ledesystemet i nybygget:

- I rømningsveier og lærerarbeidsplasser plan 1 akse F-H skal det være lavtsittende ledelinjer.
- I åpenhet skal det være høytstående markeringsskilt i kombinasjon med antipanikklys. Dette er et røykventilert område, og følgelig liten sannsynlighet for at området er røykfyllt. Dette er en løsning skissert i NS 3926.
- Rømningvinduer skal ha utgangsmarkeringer.

Ledesystemet skal fungere i minst 60 minutter etter utløst brannalarm eller bortfall av kunstig belysning (strømbrudd).

Nødllysanlegget som det er behov for i dette bygget vil være for å få personer ut i tilfelle en av eller en kombinasjon av evakueringsscenarioene i VTEK10. De øvrige komponentene i nødllysanlegget havner utenfor avgrensingen til oppgaven. Samtidig er det ikke sett noe behov for slike anlegg på de rommene som er undersøkt.

På skolebygget er det utført beregninger av nødvendige rømningstid og røyksimuleringer ved rømning fra plan 2 og 3 via henholdsvis 3 og 2 trapper. Nødvendig rømningstid er beregnet ved hjelp av Sintef Byggforsk kunnskapssystemer [22] og røyksimulering er utført med Fire Dynamics Simulator (FDS). Tilsvarende simuleringer er ikke utført for rømning fra U2 og U1 som er de etasjene som er fokusert på i denne oppgaven.

De ulike delene av bygningen er definert til å tilhøre følgende risikoklasse (RKL):

- Eksisterende bygg: RKL 3
- Nybygg
 - Plan U2, RKL 5 (inkludert tilhørende rømningsvei)
 - Plan U1-3, RKL 3

Risikoklasse (RKL) 3 og 5 legges til grunn for videre prosjektering og utførelse. Brannklasse (BKL) 3 legges til grunn for begge bygg for videre prosjektering og utførelse.

I brannkonseptet er det listet opp hvilke tiltak som skal forhindre spredning av røyk og brann, og redusere rømningstiden. Noen av disse er videre listet opp under:

- Ventilasjon:
 - Åpenhet skal ha løsning for termisk røykventilasjon. Idrettshall skal ha mekanisk røykavtrekk basert på desentralisert avsug.
 - Heissjakter skal ha mekanisk røykventilasjon, styrt av lokal detektor i heissjakt.
 - Eventuelle tekniske sjakter som går åpne over flere plan skal ha termisk røykventilasjon.
 - Alle trapperom i nybygg skal trykksettes og røykventileres. Det er tilstrekkelig med luke eller vindu med fri åpning med minimum 1,0 m² øverst i trapperommet. Disse skal kunne åpnes via betjeningstablå ved inngangsplan.
 - Ventilasjonsaggregatet skal gå ved brann for å hindre røykspredning. Ved deteksjon av røyk på tilluftssiden skal ventilasjonsaggregatet stoppe. Røykdetektor anbefales plassert etter aggregatet slik at eventuell røykutvikling i aggregatet blir detektert.
- Sprinkel
 - Etableres i hele bygget, bortsett fra idrettshall. Åpenhet blir delsprinklet.
- Brannalarmanlegg

- Kategori 2 i begge bygg og utløst alarm skal varsle hele bygningsmassen. Aspirasjon benyttes i de åpne volumene i åpenheten, mens ellers benyttes det punktdeteksjon.
- Automatisk varsling til brannvesenet som har en innsatstid på under 10 minutter.
- Ledesystem.
- Funksjonssikker strøm til installasjoner som skal ha en funksjon under brann.
 - Dette omfatter; dørautomatikk, sprinklersentral, brannalarmsentral, alarmklokker, ledesystem, samt røykventilasjonsløsninger (luker, vifter, etc.).

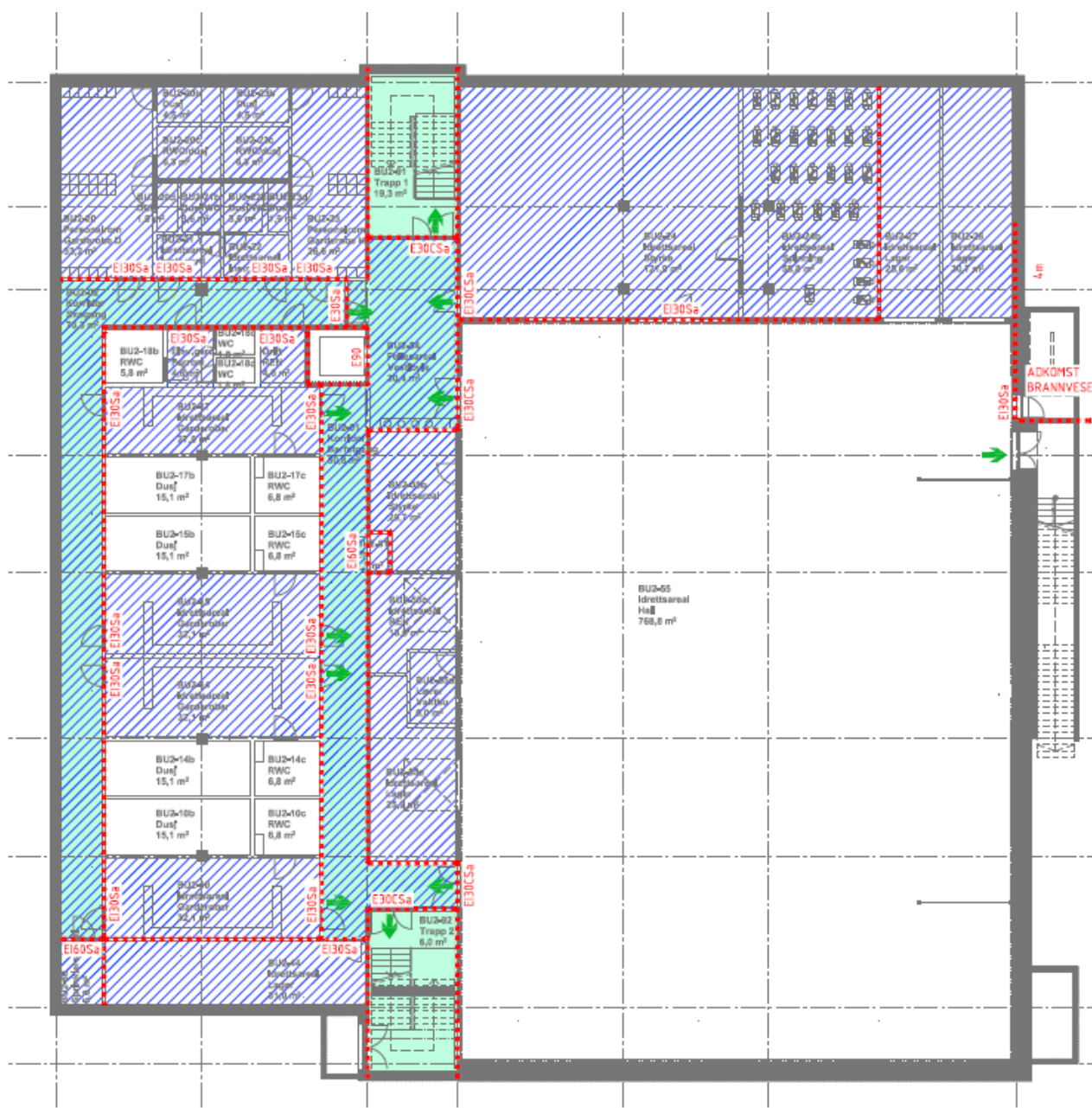
De samme kravene til nødlysanlegg og ledesystem som er stilt til forretningsbygget vil gjelde for nybygget til skolen. Dette innebærer at skolebygget må følge kravene til både TEK10 og arbeidsplassforskriften.

Figur 6-5 viser tegnforklaring til branntegninger. Figur 6-6 viser branntegning for plan U2. Forutsetninger for prosjektering av nødlysanlegg og ledesystem for U2 er presentert videre:

TEGNFORKLARING

	BRANNCELLE BEGRENSENDE VEGG KLASSE: EI60/A2-s1,d0 Glass mot åpenhet kan ha klasse E 30
	RØMNINGSRETNING
	RØMNINGSVEI
	FLUKTVEI
	SPRINKLET OMRÅDE

Figur 6-5: Tegnforklaring til branntegninger

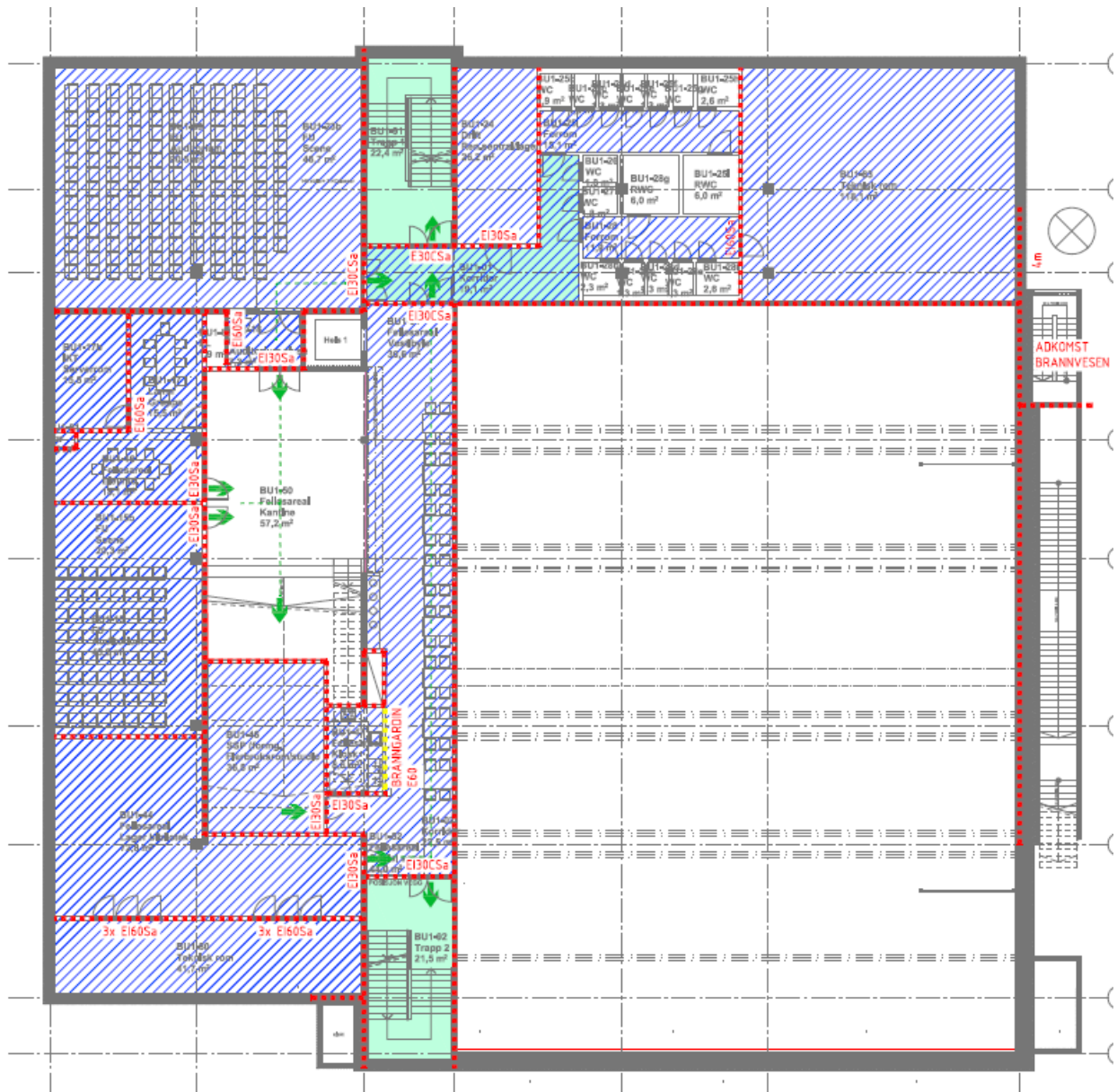


Figur 6-6: Branntegning for plan U2.

- Risikoklasse 5. Idrettshall, spinningssal, styrkerom og garderobes skal benyttes av personer som nødvendigvis ikke er kjent. Lokalene er ikke ment for overnatting, dette medfører at alle er våken og kan evakuere raskere.
- Rømning fra idrettshall til utvendig trapp eller korridor som leder til to trapperom. Øvrige brannceller rømmer til korridor.
- Maksimalt persontall på 500 personer i U2. Dette er stort antall mennesker og god belysning er viktig for å unngå panikk.
- Idrettshall er røykventilert. Foldevegg går til åpen stilling ved utløst brannalarm. Rømning i røyk anses ikke som aktuelt fra branncellen.

- Korridorer, styrkerom og trapperom har ikke like effektiv røykventilering som idrettshall. Det anses at røyk kan forekomme under rømning.

Figur 6-7 viser branntegning for plan U1. Forutsetninger for prosjektering av nøddlysanlegg og ledesystem for det største av auditoriene i U1 er presentert videre:



Figur 6-7: Branntegning for plan U1.

- Stort antall personer. Krav til antipanikklys.
- Oversiktlig rømning fra branncelle.
- To rømningsretninger. Enten ut i korridor og så via trapperom ut til fri eller auditorium sluse og så via åpenhet til det fri.
- T-profil himling i tak. Relativt lavt under tak.

I de øvrige etasjene i plan U1-3 er det risikoklasse 3, og det er forutsatt høyt plassert markeringskilt i kombinasjon med antipanikklys i åpenhet (røykventilerte områder). I rømningsveier (ikke røykventilerte områder) kan røyk forekomme og nødlysanlegget og ledesystemet bør ta hensyn til det.

Nødlysanlegget og ledesystemet er prosjektert av RIE for elektroinstallatør. Etterlysende leverandør har kun vært utførende, som blant annet innebærer montering og testing av ledesystemet. Nødlysanlegget antas å være montert og testet av installatør. Dette anlegget er prosjektert etter NS 3926 og NS-EN 1838:2013/NEK EN 50172:2004.

Kvaliteten på de etterlysende komponentene som er valgt er Pro 50. Ladelys og utladningsgrafer er presentert tidligere i rapporten. Denne kvaliteten er beregnet for Low Level Lightning (LLL) og benyttes for spesielle behov og ved redusert ladelys. I auditorium er det benyttet markeringslys og ledelys fra Glamox. Lysene i bygningen styres med Dali og det antas at markerings- og ledelys er overvåket via Dali og at feilalarmer kommer opp på SD-anlegget. Lysene på skolen styres av bevegelsessensorer og de rommene som ikke er i bruk er helt mørke. Antipanikklys er levert av Effekta Power Systems og er armaturer som er Non Maintained (NM), uten noen form for overvåking. Bygget driftes og vedlikeholdes av egne folk som har kontor på skolen.

6.2.1 Underetasje U2

I U2 er nødlysanlegget og ledesystemet utført etter NS 3926. Her er det benyttet lavt plasserte ledelinjer, vertikale lister på rømningsdører, merking av dørvidere og høyt plasserte markeringskilt. I idrettshall er det i tillegg supplert med antipanikklys slik NS 3926 beskriver. Under befaringen og lysmålingene ble det blant annet observert:

- Laveste ladelyset som ble målt var til et dørklinkebeslag på et lager, der ble det målt 10 lx. Luminansen ved både 10 og 60 minutter var begge innenfor kravet med 30 mcd/m² på begge målingene. Som nevnt i metoden var det litt vanskelig å utføre luminansmålinger og siden målingene er lik ved både 10 og 60 minutter kan det tyde på at målingene er unøyaktig.
- I dette bygget er ledelinjen utført med dotter med diameter på 40 mm og senter-senter avstand på 240 mm. Denne løsningen er ikke beskrevet i NS 3926. Der står det at ledelinjer med etterlysende materiale skal utføres som en sammenhengende uavbrutt linje. Etter å ha snakket med en som har vært med å utarbeide standarden, så kom det fram at intensjonen med ledelinja var at denne skulle kunne oppfattes kontinuerlig. Ved

neste revidering som kommer ut over sommeren 2015 jobber de med en mulig regneformel der dottenes diameter skal kunne relateres til avstand mellom dottene i gulvet.

- Alle luminansmålingene er målt til 20 mcd/m² eller bedre etter 60 min. Ifølge NS 3926 er kravet 10 mcd/m² ved en bredde på ledelinjen på 50 mm. Som nevnt ovenfor er ikke ledelinjen heltrukket og har ikke bredde på 50 mm. Ved at en benytter formelen som er oppgitt og setter inn 40 mm som bredde kommer det fram at luminansen etter 60 min skal være 16 mcd/m². Denne formelen vil også bli revidert slik at det tas hensyn til diameter og avstand mellom dottene.
- I alle rommene er det T5-lystoffrør med en fargetemperatur på 3000 Kelvin. Ladelyset i korridorer styres av bevegelsessensorer og er programmert opp mot byggets driftstid. I områder der det er mye innfall av dagslys vil det være dagslyskompensasjon. For å ivareta ladelys til de etterlysende komponentene skrues lyset på før personell ankommer om morgenen. I de øvrige rommene som er undersøkt vil det være lokale bevegelsesfølere som sørger for ladelys når personer er tilstede i rommene.
- I trapperom er det ikke indikert første og siste trinn ved 2 prikker slik som tegning viser. Det er ikke montert ledelinje langs vegg. Den vertikale delen av trinnet er merket, men ikke den horisontale delen. I følge NS 3926 punkt 5.2.5 skal det monteres ledelinje langs vegg, alle nivåendringer skal tydelig merkes og den horisontale delen av trinnet skal merkes, samt at det anbefales at den vertikale delen merkes. Supplerende merking på høyt eller mellomnivå i trappeoppgang kunne vært hensiktsmessig. Ledefunksjonen til ledesystemet i trappen ble vanskelig å teste på grunn av strølys fra U1.
- Ledelinjen som er montert på styrkerommet går gjennom to treningsapparater og en ribbevegg. Ved et eventuelt scenario som innebærer rømning i røyk eller bortfall av kunstig belysning vil det være problematisk å følge ledelinjen ut av branncellen. I punkt 4.3 står det blant annet at møbler skal ikke tildekke ledesystemets komponenter slik at funksjonen til ledesystemet forringes, se Figur 6-8.
- I korridoren som er en del av rømningsveien stikker det ut en søyle som tar cirka 1/3 av bredden til rømningsveien. Denne er ikke merket på noen måte. Punkt 5.5 i NS 3926 sier at hindringer langs rømningsveien, som for eksempel søyler, skal merkes med hensiktsmessig varselmerking i henhold til ISO 3864, se Figur 6-9



Figur 6-8: Ledelinje går gjennom treningsapparater og ribbevegg. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.



Figur 6-9: Hindringer langs rømningsveien er ikke merket. Bildet er tatt på Thora Storm VGS.

- Antipanikklys i idrettshallen var innenfor belysningskravene på 0,5 lx.
- Manuelle meldere er ikke merket langs rømningsveien. Punkt 11 sier at sikkerhetsutstyr langs rømningsvei skal merkes i henhold til ISO 7010 og med farger i henhold til ISO 3864. Ved bruk av etterlysende ledesystem skal sikkerhetsutstyret omrammes eller det skal plasseres etterlysende lokaliseringsskilt.
- Erfaringer
 - Ved bortfall av kunstig belysning gikk det greit å finne ut ved hjelp av ledesystemet i rømningsveien. Ved 0 min så en enda omgivelsene, men det ble gradvis redusert med tiden. Etter 60 min så en fortsatt ledesystemet, men omgivelsene var vanskelig/umulig å se. Funksjonen til ledesystemet i rømningsveien fungerte bra. Her var det ingen hindringer i veien bortsett fra den nevnte søylen. Ved bortfall av kunstig belysning, at lyskursen ble tatt, så måtte dørene som ikke var programmert til å stå åpen på dagtid, åpnes ved å benytte døråpner bryteren. Denne var ikke merket og var vanskelig å se. Ved brannalarm åpner og lukker dørene automatisk alt etter hvilken funksjon de har. Da vil

dørhåndtak/antipanikkåpner være mulig å bruke. Derimot hvis strømmen går til hele bygget inkludert adgangskontrollen vil det være mulig å åpne dørene med dørhåndtak/antipanikkåpner.

- Brannslangen var synlig og kunne betjenes ved 0 min, mens det lot seg ikke gjøre etter 60 min. Da var kun skiltene synlig.
- Ved bortfall av kunstig belysning i treningsrom og lager var det vanskeligere å finne veien ut. Lager og spinningssalen hadde bare markeringsskilt og dørhåndtaksskilt. Skiltene var synlig, men de lyste ikke opp noe av rommet slik at en ikke så hindringer som var i veien når en skulle rømme. Strølyset fra gymsal bidro til at rømning gikk greit fra spinning og styrkerommet. Hadde det ikke vært tilstede hadde en kun sett ledesystemet, og ikke hindringene. Funksjonen til ledelinjen i styrkerommet uteble på grunn av alle hindringene.
- Garderober og dusj ble helt mørkt. Det var kun plassert markeringsskilt og dørklinkebeslag. Vanskelig å finne både håndduk og klær. HWC hadde dørklinkebeslag.
- Ledelinjen er plassert på gulvet. Det kan føre til økt slitasje, den blir skjult ved mye mennesker i rømningsveien og om personer besvimer vil de kunne dekke over ledelinjen. Plassering på vegg kan være en alternativ løsning.

6.2.2 Underetasje U1

I underetasje U1 er nødllysanlegget og ledesystemet utført etter NS 3926 i alle rom bortsett fra de to auditoriene. Det er benyttet samme komponenter som i ledesystemet for U1. I auditoriene er nødllysanlegget og ledesystemet utført etter NS-EN 1838:2013/NEK EN 50172:2004, og består av markeringslys og ledelys. Det ble utført lysmåling på det ene auditoriet. Resultater fra lysmålingen og observasjoner fra befaringen blir videre presentert under:

- Lysmålingen avdekket at midt på bakerste rekke var det litt mørkt. Her ble det målt 0,2 lx. Samtidig var den vertikale belysningsstyrken på den manuelle melderer på 2,2 lx. I NS-EN 1838 stilles det krav om 0,5 lx i fluktveier og 5 lx vertikal belysningsstyrke på manuelle meldere.
- I kantineområdet ble det observert at møblelement dekket over ledelinjen. Dette er i strid med punkt 4.3 i NS 3926.

6.2.3 Øvrige etasjer

De øvrige etasjene baserer seg på løsninger etter NS 3926 og er utformet etter samme prinsipp som underetasjene. Siden det ikke har latt seg gjøre å utføre noen målinger eller å teste funksjonen til ledetystemet på grunn av strølyss er ikke disse etasjene undersøkt noe nærmere.

7 Planleggingskriterier for nødlysanlegg og ledesystemer

Bygningene som er vurdert i denne oppgaven kommer inn under TEK10 og arbeidsplassforskriften. Arbeidsplassforskriften var ny i 2013 og antas å være funksjonsbasert, mens TEK10 er funksjonsbasert. Siden forskriftene ikke er kravbasert blir ikke løsningen så fastlåst til et bestemt system, og det muliggjør å benytte det systemet/løsningen som er best egnet. Dette betyr at det første planleggingskriteriet vil være hvilke forskrifter som gjelder og deretter bestemmes krav ut fra dette.

1. Forskrifter
 - a. Byggteknisk forskrift (TEK10)
 - b. Arbeidsplassforskrift

TEK10 stiller krav til ledesystem og arbeidsplassforskriften stiller krav til nødlysanlegg. Brannkonseptet inneholder den branntekniske vurderingen utarbeidet av brannrådgiver. Her fremkommer det hvilke tiltak som skal forhindre spredning av røyk og brann, hvilken risikoklasse bygget er, samt om det er krav til ledesystem og henvisning til standard som skal følges for å prosjektere ledesystemet. Krav til nødlysanlegg avhenger av innhold og bruk av bygget og avtales med eier. Dermed er det andre kriteriet hvilke krav som gjelder.

2. Krav
 - a. Ledesystem
 - i. Brannkonsept
 - b. Nødlysanlegg
 - i. Bruk og innhold i bygg

For å finne hensiktsmessig løsning på nødlysanlegget og ledesystemet er det viktig at deres formål ivaretar de scenarioene som kan oppstå i bygget. Brannrådgiver har simuleringsprogrammer og tabeller for å beregne siktforhold, røykspredning, varmetransport og nødvendig rømningstid. Disse kan være nyttig for å få kjennskap til om rømning i røyk vil kunne forekomme, og bør vurderes å benyttes som dokumentasjonsverktøy. Et godt samarbeid med brannrådgiver vil være nyttig for å få kjennskap til bakgrunnen for hvilken standard de har satt et ledesystemet skal prosjekteres etter. Dette vil sikre at funksjonskravene blir ivarettatt. Hvis rømning kan forekomme i både røykfrie og røykfylte områder må nødlysanlegget og ledesystemet ta hensyn til dette. Standarder som har som formål å dekke de ulike scenarioene er foretrukket og står nevnt i parentes. Siden det er gjort avgrensinger i oppgaven og at de rommene som er undersøkt på byggene ikke har hatt behov for annet enn belysning av

rømnings- og fluktveier så er belysning av høyrisikoområder og reservebelysning satt i parentes. Det tredje kriteriet vil være hvilke behov nødlysanlegget og ledesystemet skal dekke for det aktuelle bygget.

3. Behov

a. Evakueringsscenarioer

- i. Røykfrie områder (NS-EN 1838/NEK EN 50172)
- ii. Røykfylte områder (NS 3926)
- iii. Begge deler (NS-EN 1838/NEK EN 50172 og NS 3926)

b. Bruk og innhold

i. Rømningsbelysning

1. Belysning av rømningsvei (Evakueringsscenarioer)
2. Belysning av fluktvei (Evakueringsscenarioer)
3. (Belysning av høyrisikoområde) (NS-EN 1838/NEK EN 50172)
 - ii. (Reservebelysning) (NS-EN 1838/NEK EN 50172)

For å oppfylle funksjonskravene i forskriftene må løsningen på bygget utføres etter standarder som dekker behovet til nødlysanlegg og ledesystem. Utformingen kan gjøres på mange ulike måter selv innenfor samme standard. Kriteriene for utforming bør være avhengig av flere ting.

Sikkerheten til personene i bygningen bør være det viktigste. Riktig løsning vil bidra til å ivareta sikkerheten. Samtidig må en tenke over hvilke personer som skal oppholde seg i bygningen, om de er kjent og om de finner veien ut selv. Dette vil stille krav til at retningsanvisningen må ses fra alle deler av rømningsveien. Antall personer og hindringer i flukt- og rømningsveien vil legge føringer på hvilke løsninger som er foretrukket. Ved mye folk vil antipanikkbelysning være et krav, samt at en må ta hensyn til at lavtsittende merking på gulv kan bli tildekket og at merking på veggene bør vurderes. Etterlysende komponenter gir dårlige synsforhold og derfor må hindringer i flukt- og rømningsveier merkes. Flyttbar møblering kan dekke over ledelinjer og hindre rømning. Dette innebærer at risikoklassen, persontallet og hindringer er viktig for hvor omfattende nødlysanlegget og ledesystemet skal utformes. Drift og vedlikeholdsavdelingen må ha et system som de er fornøyd med og det er enkelt å utføre vedlikehold på. Enkel vedlikehold kan omfatte tilstandsovervåking av elektriske komponenter eller å benytte etterlysende komponenter som kun krever visuell inspeksjon og vedlikehold av ladelys. Dette forutsetter at de plasseres slik at slitasje unngås. Kontinuerlig vedlikehold er viktig for å opprettholde samme sikkerhetsnivå under hele anleggets levetid.

Økonomi er samtidig en viktig faktor å vurdere. Da må en se på helheten av investeringa, dette innebærer både innkjøps- og driftskostnader. Ofte er ikke drift/vedlikehold inne i planleggingen på et så tidlig tidspunkt, slik at innkjøpskostnader blir mest vektlagt ved valg av system. Det fjerde kriteriet går på utformingen med en rekke parametere innenfor både sikkerhet og økonomi som må tas hensyn til.

4. Utforming

a. Sikkerhet

- i. Risikoklasse
- ii. Persontall
- iii. Hindringer
- iv. Drift og vedlikehold

b. Økonomi

- i. Innkjøpskostnader
- ii. Driftskostnader

Ut fra de kriteriene som er listet opp her er det mange hensyn en må ta under prosjektering av nødløsanlegg og ledesystemer og dette er forslag til hvilke kriterier som bør vektlegges.

8 Diskusjon

I dette kapitlet skal resultatene fra kapittel 6, oppsummeres og diskuteres. Videre skal det inkluderes en diskusjon av planleggingskriteriene, en mer generell diskusjon og en evaluering av undersøkelsen. Til slutt presenteres det forslag til videre arbeid innenfor temaet.

8.1 Forretningsbygg

I de ulike etasjene er det valgt litt forskjellige løsninger. Disse løsningene er testet under et av evakueringscanariene, bortfall av kunstig belysning. Fra funksjonstesten viser det seg at det gikk greit å evakuere og betjene sikkerhetsutstyr i de områdene der belyningsstyrken var tilstrekkelig. Videre diskuteres valg av løsning og om de anses å være hensiktsmessige.

I sokkeletasje er det valgt en kombinert løsning, det vil si NS 3926 og NS-EN 1838/NEK EN 50172. Den kombinerte løsningen ivaretar rømning i røyk på en bedre måte enn ved kun høyt plasserte komponenter. Ved at det er valgt et kombinert system vil det ta høyde for lengre rømningstid fra garderoben og at røyk kan forekomme. Dette anses som en hensiktsmessig løsning i rømningsvei fra garderobene. I de alternative rømningsveiene og fluktveiene er det valgt et system basert på NS-EN 1838/NEK EN 50172. Rømningstiden i disse områdene antas å være kortere, videre finnes det alternative rømnings- og fluktveier slik at sannsynligheten for rømning i røyk vurderes til lav. Den valgte løsningen anses som hensiktsmessig ut fra den vurderingen som er gjort ovenfor.

I 1 etasje er det valgt en løsning basert på NS-EN 1838. Personene som oppholder seg på de ulike rommene vil kunne evakuere før røyken vil være noen hindring. Hvis trapperommet er fylt med røyk vil det være mulig å evakuere ut gjennom en av de andre nødutgangene. I denne etasjen er det store åpne områder med mange hindringer og potensielt mye mennesker så det er viktig å ha tilstrekkelig antipannikklys. Ut ifra de vurderingspunktene ovenfor anses løsningen som akseptabel.

I 2 etasje er det valgt en løsning basert på NS-EN 1838. Personene som befinner seg her er våken og kjent i bygningen eller sammen med noen som er det. Dette betyr rask og effektiv rømning og sannsynligheten for at rømning skjer i røyk vurderes som lav, og løsningen anses som hensiktsmessig.

I fra befaringen og lysmålingene har det kommet fram at nye ledelys er svært gode og at ledelysene ikke må plasseres innenfor 2 meter målt horisontalt for å gi tilstrekkelig belyningsstyrke. Dette kan bidra til å redusere antall nødlys og dermed redusere kostnadene.

Belysningsstyrken har flere steder ikke vært tilstrekkelig. Det omfatter både rømningsveier og fluktveier. Noen steder har det blitt vurdert som hensiktsmessig å montere ekstra ledelys for å hindre panikk og sørge for enklere rømning. Videre er det viktig å huske at markeringslysene skal ses fra alle punkter langs rømningsveien. Ledelinjene som var på tegningen var ikke montert og de ledelinjene som var montert virket ikke ved strømbrudd. Brannrådgiver har beskrevet at ledesystemet skulle utføres etter NS 3926, men mesteparten av anlegget er utført etter NS-EN 1838. Det er kun beskrevet lavt plasserte ledelinjer i rømningsvei i de deler av bygget som er definert til å være risikoklasse 5.

TEK10 sier at rømningsveien skal ha god belysning og være merket slik at rømning kan skje på en rask og effektiv måte. Videre sier arbeidsplassforskriften at bygningen skal utstyres med nødlys av tilstrekkelig styrke som dekker behovet ved svikt i den ordinære belysningen. Ut ifra hva som er observert på befaringen og ved lysmålingene, vurdert opp mot kravene i standardene, bør det gjøres noen forbedringer før anlegget anses som tilfredsstillende i henhold til forskriftene.

Bakgrunnen for at jeg vurderer at nødlysanlegget og ledesystemet ikke er innenfor kravene skyldes at det er for dårlig belysning på sikkerhetsutstyr og flere steder i flukt- og rømningsveiene. Samtidig er ikke rømningsretningen tilstrekkelig merket i rømningsveien. De øvrige punktene er bare forslag til forbedringer.

Det er viktig å se på hvorfor dette anlegget ikke er tilfredsstillende. Under befaringen ble det blant annet oppdaget at det var noen steder det manglet ledelinjer, og de ledelinjene som var montert virket ikke. Dette er en glipp fra installatøren sin side og burde i hvert fall vært oppdaget ved overlevering. Flere steder var det tegnet inn for få markerings- og ledelys av leverandøren som prosjekterte anlegget. Bakgrunnen kan selvsagt være at de har gjort andre vurderinger enn det jeg har gjort, men samtidig er det en mulighet for at de har lagt seg på et minimum for å vinne anbudet. Ved alle anlegg som prosjekteres bør det vurderes å få en annen person å kvalitetssikre arbeidet, slik at de åpenbare manglene oppdages. Riktignok må det nevnes at før lysmålingen ble det antatt at det var behov for flere ledelys, men det viste seg at disse var svært bra og ga tilstrekkelig belysningsstyrke flere steder enn først antatt. Vurderinger i brannkonsept, og informasjon om bruksområde og innhold i bygg vil være viktig. En bør forsikre seg om at formålet med standarden nødlysanlegget og ledesystemet utføres etter vil dekke behovet, og først da vil det være mulig at funksjonskravene i forskriftene oppfylles.

8.2 Skolebygg

I de ulike etasjene og områdene er det valgt litt ulike løsninger. Disse løsningene diskuteres videre og så gjøres det en vurdering på om det er hensiktsmessig løsning. Nødløsanlegget og ledesystemet som er montert i U2 ivaretar rømning i røyk svært godt, da det er utført etter NS 3926. Dette innebærer at ledesystemet tar hensyn til lengre rømningstid fra garderoben og at røyk kan ha samlet seg i rømningsveien. Ved det evakueringsscenarioet som har blitt testet her, bortfall av kunstig belysning, går det fint å evakuere fra områder uten hindringer eller der sikkerhetsutstyr ikke skal betjenes. Der det er hindringer eller sikkerhetsutstyr er det mulig å montere nødløys, sikkerhetsskilt eller så må det lages en trygg passasje ut av området. Hindringer kan omfatte ting som er i veien langs flukt- og rømningsvei og at du ikke finner klær og håndduken din. I noen områder anses ikke den valgte løsningen som akseptabel og tiltakene ovenfor kan benyttes, eventuelt en kombinasjon for å sikre alle evakueringsscenarioer.

Nødløsanlegget og ledesystemet for U1 har de samme forutsetninger i røyk som for U2. På auditoriene er det benyttet elektrisk basert nødløsanlegg og ledesystem. Utformingen og persontallet på disse rommene gjør slik at det stilles krav til antipanikklys, men de lysene som benyttes til dette formålet er ikke egnet for montering på auditoriene. Det antas at det er grunn for at det er valgt en løsning basert på NS-EN 1838/NEK EN 50172. Sannsynligheten for at røyk vil hindre rømning fra auditoriene vurderes som lav og dette anses som en hensiktsmessig løsning.

I fra befaring og lysmålinger har det kommet fram at belysningsstyrken og fargen til ladelyset er tilstrekkelig for å sikre at luminansen på de etterlysende komponentene er innenfor kravene i 60 minutter. Ladelyset i korridorer skrur på før bygget tas i bruk om morgenen og styres av bevegelsesdetektorer resten av dagen. Lyset på de øvrige rommene styres bare av lokal bevegelsesdetektor. Ledesystemet bidrar til å få folk ut ved svikt i kunstig belysning, men i områder der det er hindringer eller sikkerhetsutstyr bør det gjøres tiltak for å sikre rømning og betjening av utstyret. Brannkonseptet beskriver at ledesystemet skal utføres etter NS 3926 og dette er ivare tatt i de områdene det er nødvendig og hensiktsmessig.

Kravene i TEK 10 sier at rømningsveien skal ha god belysning og være merket slik at rømning kan skje på en rask og effektiv måte. Videre sier arbeidsplassforskriften at bygningen skal utstyres med nødløys som dekker behovet ved svikt i den kunstige belysningen. Som nevnt er TEK10 funksjonsbasert, og det samme antas for arbeidsplassforskriften. Det betyr at hvis rømning kan skje på en rask og effektiv måte og behovet er dekket vil det være innenfor

forskriftene. Dette muliggjør at en kan benytte ulike løsninger selv om de nødvendigvis ikke gir god belysning eller er definert til å være nødlys. I dette tilfelle vil ikke rask og effektiv rømning være mulig fra rommene med hindringer, samt at sikkerhetsutstyr ikke er merket. Ut i fra observasjoner i bygget vil det måtte gjøres noen forbedringer før dette anlegget anses å være innenfor kravene som er gitt i de forskjellige standardene.

Grunnen til at dette anlegget ikke er tilfredsstillende er fordi at de etterlysende komponentene ikke gir tilstrekkelig lysforhold i områder der det er hinder, samt at ledelinjen skjules av møblering. De øvrige punktene som er nevnt i kapittel 6 er bare erfaringer og forslag til forbedringer. For å benytte etterlysende komponenter på rom med hinder bør det lages en trygg passasje ut av rommene slik at personene slipper å føle seg frem, eventuelt at det benyttes et elektrisk basert system med markerings- og ledelys. Videre bør sikkerhetsutstyr og døråpnere merkes bedre.

Ladelyset styres av bevegelsesdetektorer og lyset i rømningsveier skrur på litt før skolen tas i bruk om morgenen. At det ikke finnes noen lysstyring som ivaretar ladelys i løpet av dagen anses som akseptabelt. De etterlysende komponentene som er benyttet her har en glødetid på 82 min ved en eksponeringstid på 15 min med 50 lx og 3000 Kelvin. Belysningsstyrken som er målt i anlegget er på de fleste plasser langt høyere enn 50 lx, noe som bidrar til at eksponeringstiden minker. I verst tenkelige tilfelle kan det oppstå en rømningssituasjon på morgenen fra en branncelle der de etterlysende komponentene ikke har fått ladet seg tilstrekkelig opp. Muligheten for dette anses som svært liten og det vurderes slik at ladelyset er tilstrekkelig ivaretatt.

Ledelinjen er plassert på gulvet i form av dotter med en gitt avstand mellom hverandre. Ved at det benyttes dotter fremfor en heltrukken ledelinje vil det føre til at det vil gi mindre glødeområde, og dermed vil lysforholdene bli dårligere. Intensjon til ledelinjen er at den skal oppfattes kontinuerlig og skal kunne følges i en nødsituasjon. Dette innebærer at glødearealet ikke er det viktigste. På en annen side ville en heltrukken linje gitt betraktelig bedre lysforhold enn ved kun dotter. Som jeg nevnte tidligere var det stor forskjell ved 0 min og 60 min etter at ledesystemet var aktivert.

Plasseringen av ledelinjen på gulvet vil kunne føre til økt slitasje og i en eventuell nødssituasjon kan ledelinje bli tildekket ved mange personer i rømningsveien eller hvis personer besvimer oppå ledelinjen. Løsningen kunne vært å plassert ledelinje på veggen, eventuelt plassert noe

beskyttelse over ledelinjen. Slitasje vil selvsagt forekomme etter hvert som anlegget blir eldre, mens de øvrige eksemplene er mer verst tenkelig scenario.

Under prosjekteringen av anlegget var det mest sannsynlig ikke merket opp hvor det ulike utstyret skulle plasseres. Derfor var det vanskelig for RIE å vite hvor ledelinjen burde vært plassert. De som har montert treningsutstyret var sannsynligvis ikke klar over at ledelinjen ikke skulle tildekkes. I dusj/garderobe er det helt mørkt når strømmen tas, og å finne håndduk og klær er svært vanskelig. Grunnen til at det er så mørkt i branncellene er at de er prosjektert etter en standard som ivaretar rømning i røyk og ikke bortfall av kunstig belysning. Resultatet er at anlegget ikke dekker alle scenarioene som kan forekomme, noe som bidrar til at funksjonskravene i forskriftene ikke er oppfylt.

8.3 Planleggingskriterier

Målet med planleggingskriteriene er å synliggjøre de ulike designvalgene til systemene og på den måten kunne bidra til å forenkle planleggingen, oppnå sikrere bygg og utarbeide bedre løsninger. De kriteriene som er valgt baserer seg på egne undersøkelser og vurderinger som er gjort underveis i arbeidet. Hadde arbeidet blitt utført av andre personer hadde de muligens kommet fram til andre kriterier.

Kriteriene er ment å kunne brukes under planleggingen. De ulike punktene er satt opp i en rekkefølge som for meg virker ryddig og naturlig under planleggingen. Forhåpentligvis vil dette bidra til sikrere bygg og bedre løsninger. Bevisstgjøring av formålet med de ulike systemene og standardene er svært viktig, og bør sørge for at det blir et tettere samarbeid mellom brannrådgiver og de som prosjekterer nødlisyanlegg og ledesystem.

Likevel er det noen begrensinger i forhold til disse kriteriene. De er i hovedsak basert på forretningsbygget og skolebygget jeg har undersøkt. Noe har jeg selvsagt plukket opp på andre bygninger og hos andre personer jeg har vært i kontakt med. Dette innebærer at hadde en gjort en tilsvarende undersøkelse på andre bygningstyper ville en ha kunnet kommet fram til andre kriterier. I tillegg har jeg ikke noe erfaring med prosjektering av slike anlegg. Derfor er sannsynligvis mye av dette kjent for de som jobber med det daglig.

8.4 Generelt

Underveis med prosjektoppgaven har det blitt observert at to ulike standarder benyttes for å utforme nødlisyanlegg og ledesystemer. Som nevnt tidligere har disse ulike formål og dermed dekker ulike behov. Dermed betyr det at de forskjellige løsningene er svært forskjellige.

Konsekvensen er at løsningene ikke er hensiktsmessig i alle bygninger. Samtidig dekker ikke alltid løsningen det behovet den er ment til. Dette kan føre til at rask og sikker rømning ikke lar seg gjøre og dermed er funksjonskravet i forskriftene ikke ivaretatt. Sikkerheten til personene i bygningene blir direkte berørt og den anses som det viktigste.

Videre er det to ulike bransjer som leverer produkter til nødlysanlegg og ledesystem. Leverandører av etterlysende og elektriske komponenter er konkurrenter, og leverer komponentene som beskrives i de ulike standardene. De ulike bransjene holder seg til hver sin løsning og kombinasjon av systemene i samme branncelle anbefales ikke i NS 3926. Som tidligere nevnt kombineres systemene i Norden og Europa. Revideringen av NS 3926, som kommer ut over sommeren 2015, skal åpne opp for mer sambruk av høyt- og lavtsittende systemer og dette vil kunne bidra til å gi mer tilpassede løsninger og et økt sikkerhetsnivå.

Brannkonseptet til brannrådgiveren legger premissene for om det skal være et ledesystem. Dette innebærer at vurderingene brannrådgiveren gjør bør komme frem i større grad i brannkonseptet enn det gjør i dag. I de fleste brannkonsept står det at det skal være ledesystem og så henvises det til en standard uten noe mer tekst. Brannkonseptet burde gitt en beskrivelse av hvilke evakueringsscenarioer som kan oppstå slik at riktig nødlysanlegg og ledesystem blir valgt. Mange brannrådgivere henviser bare til NS 3926 siden den er preakseptert løsning ifølge VTEK10. Det betyr at mange ikke vet hva de henviser til og at det kan virke som at de er av den oppfatningen at VTEK10 gjelder over TEK10. Valg av ledesystem bør baseres på beregninger og analyser ved tilfredsstillende og anerkjente metoder. Sintef Byggforsk har gitt ut et blad som beregner nødvendig rømningstid ved brann [22]. Røyksimuleringer kan utføres med et program som heter Fire Dynamics Simulator (FDS). Programmet kan beregne røyk, siktforhold og varmetransport ved brann. Da vil det være mulig å simulere ulike brannscenario med beregnet rømningstid og med tiltakene som skal begrense spredning av røyk og brann, og dermed se hvilke evakueringsscenarioer som kan forekomme.

Fra statistikkene ser en at antall branner i blokk/leilighet og næringsbygg ligger mellom 1400-1600 i løpet av årene 2010-2013. Antallet korte avbrudd og lange avbrudd ligger mellom 4,2-6,8 og 4,4-7,5 millioner i samme tidsperiode. Snittvarigheten på korte og lange avbrudd er mellom 43-47 sekunder og 1 time 4 min-1 time 36 min. Antallet sluttbrukere og blokk/leilighet/næringsbygg skulle kanskje vært inkludert slik at en ser i snitt hvor mange ganger det forekommer hvert år. Loggingen på nødlysanlegget og brannalarmsentralen støtter opp om at bortfall av kunstig belysning forekommer langt oftere enn brann. Det er viktig å sikre

mot det som forekommer oftest, framfor unntaket. Samtidig kan en ikke ekskludere systemer på grunn av at det er statistisk lite sjanse for at det forekommer, spesielt med tanke på at en eventuell brann gir større konsekvenser.

8.5 Evaluering av undersøkelse

Under mitt arbeid har jeg vært i kontakt med mange ulike aktører innenfor bransjen for både elektriske og etterlysende komponenter. Det innebærer at jeg har fått en god del synspunkter både for og imot de ulike systemene. Min oppgave har vært å gjøre en objektiv vurdering av de ulike løsningene opp imot hverandre. Det innebærer at jeg har vært på befaringer på både etterlysende og elektrisk baserte anlegg, slik at jeg har fått hele bredden. De ulike leverandørene har svært mye å gjøre, og det innebærer at tilbakemeldingene fra de ulike delene av bransjen har variert en del. Jeg skulle gjerne ønske at det var likt fordelt slik at jeg fikk like mye innspill fra begge sidene, men leverandørene er nødt til å prioritere kunder framfor studenter.

Som tidligere nevnt under kapittel 4, testes kun ledefunksjonen ved en av tre evakueringsscenarioene på forretnings- og skolebygget. Det innebærer at det er lett å favorisere et system framfor et annet siden det ikke lar seg teste med rømning i røyk. I tillegg er forsøkene kun gjort ved at en person har beveget seg i rømningsveien. Tildekking av ledelinjer og trengsel i rømningsveien vil derfor ikke være noe som er belyst i denne undersøkelsen.

Lysmålingene jeg har utført i oppgaven er gjort slik de er beskrevet i standarder. Selvsagt kan det være noen mindre unøyaktigheter i fra både instrument, strølys og målemetode, men dette anses ikke som noen avgjørende faktor da verdiene stort sett har vært innenfor standarden med tilstrekkelig margin.

En oppgave som dette kan gjøres på mange ulike måter. Det kan gjøres et rent teoretisk studie med å lese seg opp på forskrifter, standarder, veiledninger og forskningsartikler. Jeg har til en viss grad gjort noe av dette, men jeg har valgt å se på kravene og så gjøre egne undersøkelser rundt temaet. Det betyr at forskningsartikler ikke har blitt prioritert i så stor grad som undersøkelsene. Jeg mener at for å kunne prosjektere slike anlegg i fremtiden bør en ha litt kjennskap til hvordan de fungerer i noen av scenarioene. Det ideelle hadde selvsagt vært og kjørt en fullskalatest, men det har det dessverre ikke vært mulighet til.

Denne undersøkelsen er som nevnt tidligere basert på lysmålinger og dokumentasjon som er tilgjengelig for den som skal prosjektere nødlýsanlegg og ledesystemer. Mine vurderinger og tilgjengelig dokumentasjon ligger til grunn for det jeg kommer fram til. Til tross for de punktene

jeg har skrevet ovenfor så håper jeg at resultatene kan benyttes av både brannrådgivere og de som prosjekterer nødlysanlegg og ledesystemer i fremtiden.

8.6 Videre arbeid

Innenfor nødlysanlegg og ledesystemer er det en stadig utvikling, både på produktsiden og ved utforming av standarder. Det innebærer at etter hvert som nye produkter og standarder introduseres, gir det muligheter for å benytte andre løsninger. Samtidig er det viktig å gjøre forsøk ved ulike evakueringsscenarioer for å se hvordan de ulike systemene fungerer. Nødlysanlegg og ledesystemer er et spennende tema og jeg har noen forslag til videre arbeid:

- En revidert utgave av NS 3926:2009 kommer ut over sommeren 2015. Denne skal blant annet åpne mer opp for sambruk av høytsittende og lavtsittende systemer og ekstra retningskilt på mellomnivå. Hvilke forandringer er gjort og hvordan det vil påvirke fremtidige nødlysanlegg og ledesystemer kunne vært undersøkt nærmere.
- Utført forsøk med rømning i røyk for å studere nærmere hvordan høyt- og lavtsittende systemer fungerer under slike forhold.
- Evakuering av store folkemengder under de ulike scenarioene. Da spesielt hvordan høytsittende og lavtsittende systemer fungerer ved mye mennesker i rømningsveien.
- Finne ut hvorfor Norge praktiserer et annet regelverk ved prosjektering av nødlysanlegg og ledesystemer enn Norden og Europa. En sammenligning av statistikker på hvilke hendelser som fører til rømning og hvilket byggverk som er mest utsatt, samt hvilke krav de stiller til byggene vil være nyttig å se nærmere på.

9 Konklusjon

I denne oppgaven har jeg funnet ut at nødlysanlegg og ledesystemer prosjekteres etter to ulike standarder. Disse standardene har ulikt formål og utforming, noe som medfører at løsningene har sine begrensinger i både funksjon og plassering. Undersøkelsen har vist at ofte er det ikke tilstrekkelig å utforme anleggene etter kun en standard og at noen ganger bør standardene kombineres. Simuleringsprogrammer og tabeller for å beregne siktforhold, røykspredning, varmetransport og nødvendig rømningstid ved brann bør vurderes for å finne ut hvilke evakueringsscenario som kan forekomme.

Planleggingskriterier er utarbeidet for å kunne synliggjøre de ulike designvalgene til systemene. Disse kriteriene er ment for å kunne forenkle planleggingen, oppnå sikrere bygg og utarbeide bedre løsninger. Planleggingskriteriene som jeg har kommet fram til er basert på egne erfaringer og vurderinger av skolebygg og forretningsbygg. Hovedkriteriene med en liten beskrivelse er videre presentert:

1. Forskrifter
2. Krav
3. Behov
4. Utformingen
 - a. Sikkerhet (Risikoklasse, persontall, hindringer og drift/vedlikehold)
 - b. Økonomi (Innkjøps- og driftskostnader)

I alle nybygg og bygninger med ansatte gjelder TEK10 og arbeidsplassforskriften. Disse forskriftene stiller krav til henholdsvis ledesystem og nødlysanlegg. Kravene er basert på vurdering utført av brannrådgiver i brannkonseptet og ut fra bruksområde/innhold i bygningen. Behovet er med på å bestemme hvilken standard løsningen skal basere seg på, og løsningen bør dekke behovet. Ved utformingen av anlegget er parametere innenfor både sikkerhet og økonomi tatt med.

Referanser

- [1] “Lyskultur publikasjon 7 (nett).” [Online]. Available: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=649901>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [2] “Faguttrykk.” [Online]. Available: <http://www.kbt.no/faguttrykk.asp>. [Accessed: 06-Feb-2015].
- [3] “Rapport om ledesystemer - Direktoratet for byggkvalitet.” [Online]. Available: <http://www.dibk.no/no/Tema/Sikkerhet/Nyheter-sikkerhet/rapport-om-ledesystemer/>. [Accessed: 04-Feb-2015].
- [4] “NS 3926-1.E:2009.” [Online]. Available: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=595000>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [5] “NS 3926-1:2009.” [Online]. Available: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=396800>. [Accessed: 27-Feb-2015].
- [6] “Lovdata - Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).” [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71?q>. [Accessed: 13-Feb-2015].
- [7] “Lovdata - Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK).” [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1997-01-22-33?q=r%C3%B8mningsveier>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [8] “Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) - Direktoratet for byggkvalitet.” [Online]. Available: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>. [Accessed: 10-Feb-2015].
- [9] “Lovdata - Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler (arbeidsplassforskriften).” [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1356?q=arbeidsplassforskriften>. [Accessed: 04-Feb-2015].
- [10] “Lovdata - Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven).” [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62?q>. [Accessed: 13-Feb-2015].
- [11] “Forskrift: Arbeidsplassforskriften.” [Online]. Available: <http://www.arbeidstilsynet.no/forskrift.html?tid=236079>. [Accessed: 13-Feb-2015].

- [12] “NS 3926-2:2009.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=396801>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [13] “NS-EN 1838:2013.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=726123>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [14] “NEK EN 50172:2004.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=279603>. [Accessed: 16-Jan-2015].
- [15] “ISO 16069:2004.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=116921>. [Accessed: 26-Mar-2015].
- [16] “ISO 30061:2007.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=299922>. [Accessed: 26-Mar-2015].
- [17] “Who we are.” [Online]. Available: <https://www.cen.eu/ABOUT/Pages/default.aspx>.
[Accessed: 23-Apr-2015].
- [18] “Norges vassdrags- og energidirektorat.” [Online]. Available:
<http://www.nve.no/no/Energi1/Kraftsystemet/Leveringskvalitet/Avbruddstatistikk/>.
[Accessed: 28-Apr-2015].
- [19] “Seksjonstekst: Oversikt over arbeidsskadedødsfall.” [Online]. Available:
<http://www.arbeidstilsynet.no/seksjon.html?tid=206959>. [Accessed: 28-Apr-2015].
- [20] “Etterlysende ledesystem - din sikkerhet.” [Online]. Available:
<http://www.prolink.no/om-etterlysende.html>. [Accessed: 23-May-2015].
- [21] “NS-EN 12464-1:2011.” [Online]. Available:
<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=507703>. [Accessed: 07-May-2015].
- [22] “520.385 Nødvendig rømningstid ved brann.” [Online]. Available:
<https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=322§ionId=2>.
[Accessed: 27-May-2015].