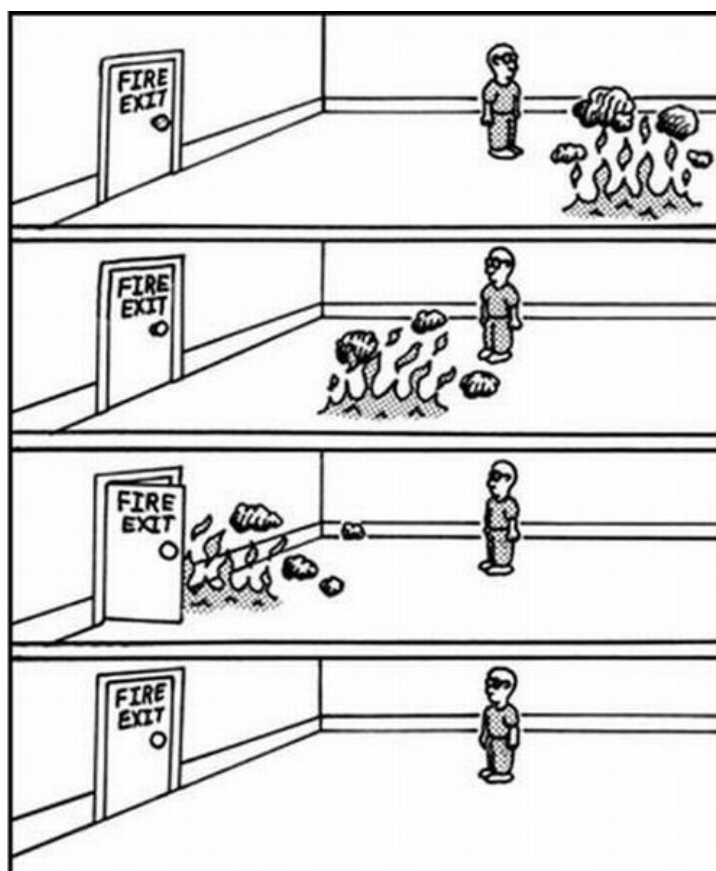




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Forledet av ledesystem

– en vurdering av visuelle ledesystem for rømning i byggverk



Illustrasjon: Paul Kinsella

Hovedprosjekt utført ved

Høgskolen Stord/Haugesund – avd. Haugesund – Ingeniørfag

Studieretning: *Brannsikkerhet*

Av: Terese Berge

Kandidatnummer: 2

Haugesund

Våren 2013



HOVEDPROSJEKT

Studenten(e)s navn: Terese Berge

Linje & studieretning Sikkerhet, Brannteknikk

Oppgavens tittel: *Forledet av ledesystemer – en vurdering av visuelle ledesystemer for rømning i byggverk.*

Oppgavetekst:

Ledesystem brukes for å effektivisere rømning, hindre panikktendenser og fjerne usikkerhet ved rømning. Ledesystemet kan bestå av markeringsskilt og retningsskilt som markerer utganger og retning til rømningsvei, og lavtsittende ledelinjer som tydelig definerer rømningsveien, og er veileder ved rømning i røyk. Ledesystemet bidrar til å redusere nødvendig rømningstid ettersom forflytningstiden reduseres. På grunn av påvirkningen ledesystem har på rømningstid er det viktig å ha en samlet forståelse i fagmiljøet for hvordan dette skal prosjekteres.

Veiledning om tekniske krav til byggverk (2010) stiller krav til ledesystem i bygg, der flukt- og rømningsvei skal utstyres med lavtsittende ledelinjer. I 2009 kom det ut en ny standard, *NS 3926 Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk*, som setter krav til prosjektering og utforming av ledesystem i bygg. Standarden er omdiskutert i fagmiljøet, der den har fått motstandere og tilhengere.

Denne oppgaven skal redegjøre for bakgrunnen for NS 3926, samt praktisk bruk av standarden. Gjennom samtaler med aktører i fagmiljøet skal det kartlegges hvilke områder i standarden som fremstår som problematiske. Oppgaven skal også drøfte mulige løsninger på problemområdene.

Endelig oppgave gitt: Torsdag 7. mars 2013

Innleveringsfrist: Fredag 10. mai 2013 kl. 12.00

Intern veileder: Kristian Grimstvedt

Ekstern veileder: Ole Henry Hallgren

Adresse ekstern veileder: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, 1338 Sandvika

Godkjent av studieansvarlig:

Dato:

BMT Fullo
24/4 - 13

Forord

Debatten rundt ledesystem i bygg er veldig aktuell på nåværende tidspunkt, og temaet ble derfor valgt. Målet er å kunne være med på de faglige diskusjonene og gjøre opp egne meninger på grunnlag av kunnskap og objektiv tilnærming. Problemstillingen rundt denne oppgaven ble presentert med utgangspunkt i at det er vanskelig å forholde seg til Veiledningen til byggt teknisk forskrift (2010) (VTEK) og NS 3926 *Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk*. Det er derfor mulig at fremgangsmåten kan ha vært noe farget av dette synet.

Det har vært spennende og utfordrende å gå i dybden i et tema ved hjelp av hovedprosjektet. Jeg har blitt bedre kjent med brannsikkerhetsmiljøet, og fått oppleve at det er tidkrevende og utfordrende å drive med forskning.

I oppstarten av hovedprosjektet var jeg så heldig å få være med på rømningsøvelse med og uten røyk der det ble sammenlignet høytsittende elektrisk ledesystem og etterlysende ledesystem med lavtsittende ledelinje. Øvelsene gjorde at jeg fikk se hvordan lavtsittende og høytsittende ledesystem fungerer i praksis, noe som har vært en fin erfaring å ta med seg.

Jeg vil gjerne takke:

- Min interne veileder Kristian Grimstvedt for god oppfølging, oppmuntring og grundige tilbakemeldinger.
- Min eksterne veileder Ole Henry Hallgren i Norconsult AS for tålmodighet og engasjement i oppgaven.
- Geir Drangsholt, for grundige tilbakemeldinger og stort engasjement.
- Geir Jensen, for gode tilbakemeldinger og innspill.
- Sven-Erik Brath, for grundige tilbakemeldinger og navigasjonshjelp i jungelen av standarder.
- Jonas Segtnan Berg, for hjelp ved de praktiske delene av oppgaven.
- Erlend Kirkeng Jørgensen, for støtte og gode samtaler.

Haugesund 10.05.2013

Terese Berge



Innholdsfortegnelse

Forord	III
Figurliste	VI
Definisjoner	VII
1 Sammen drag	VIII
2 Innledning	1
2.1 Teori	1
2.2 Problemstilling for prosjektet	2
2.3 Avgrensninger.....	2
2.4 Formål	2
3 Metode	3
3.1 Begrensninger.....	3
3.2 Fornebuporten.....	3
3.2.1 Regelverk og retningslinjer	4
3.2.2 Tegneprogram	5
3.2.3 Avvik.....	5
3.2.4 Avgrensninger	5
4 Bakgrunn	6
4.1 Typer ledesystem.....	6
4.1.1 Etterlysende ledesystem.....	6
4.1.2 Elektrisk basert ledesystem	7
4.1.3 Kombinert ledesystem	8
4.2 Nødllys	8
4.2.1 Arbeidsplassforskriften	8
5 Retningslinjer	9
5.1 Dagens regelverk	9
5.2 Retningslinjer for ledesystem.....	9
5.3 Tidligere regelverk	10
5.4 Standarder.....	11
5.5 Anbefalinger i NS 3926.....	13
5.6 Involverte aktører.....	14
5.7 Forskning	15
6 Løsninger og retningslinjer i Europa	16
6.1 ISO 16069	16
6.1.1 Blending.....	16
6.2 NS-EN 1838 og NEK EN 50172.....	16
7 Samtaler med aktører	18
7.1 Vanskeligheter knyttet til VTEK.....	18
7.2 Problematiske områder ved NS 3926	19
7.3 Oppsummering av samtaler	21
7.3.1 Vanskeligheter i VTEK:	21
7.3.2 Begrunnelse for valg i VTEK:	21
7.3.3 Vanskeligheter i NS 3926:	21
7.3.4 Begrunnelse for valg i NS 3926:	22
8 Diskusjon	23



8.1	Byggteknisk forskrift med veiledning	23
8.1.1	Praktiske utfordringer med lavtsittende ledelinjer i fluktvei/åpne områder	23
8.1.2	Definisjon av spesielt tilrettelagte fluktveier	25
8.1.3	Personers kjennskap til rømningsvei	28
8.2	Innvendinger mot NS 3926	28
8.2.1	Vanskeligheter ved ensartet merking	29
8.2.2	Hva skjer med høysittende ledesystem?	29
8.2.3	En vurdering av behovet for lavtsittende ledesystem	30
8.3	Avviket NS 3926	32
8.3.1	Ny revisjon av NS-EN 1838	32
8.3.2	Ettervirkninger av innføringen av NS 3926	33
8.4	Vanskeligheter knyttet til de ulike ledesystemer	33
8.4.1	Etterlysende ledesystem	33
8.4.2	Elektrisk basert ledesystem	36
8.5	På kant med arbeidsplassforskriften	37
8.5.1	Virksomheter med farlig maskineri	38
8.5.2	Virksomheter uten farlig maskineri	38
9	Case: Ledesystem i Fornebuporten	40
9.1	Nødløys og ledesystem	40
9.2	Valg	40
9.3	Hovedprinsipper	41
9.3.1	Valg av type ledesystem	42
9.3.2	Plan K2	43
9.4	Garasje	43
9.4.1	Matvarebutikk	43
9.5	Plan 03	45
9.5.1	Spesielt tilrettelagt fluktvei	45
9.5.2	Ledelinjenes omfatning	46
9.5.3	Ledelinjer i plan 03	47
9.5.4	Alternativ løsning til ledelinjer i plan 03	49
9.6	Konsept og detaljprosjektering	49
9.7	Utarbeidelse av dokumentasjon	50
9.8	Røykspredning utenfor brannrommet (sjiktdannelse)	50
10	Konsekvenser	52
10.1	Tiltak	52
11	Konklusjon	54
12	Referanser	56
Vedlegg		i
Vedlegg I: Samtale med aktører		i
Vedlegg II: Ledelinjer i plan 03, alternativ 1		ii
Vedlegg III: Ledelinjer i plan 03, alternativ 2		iii
Vedlegg IV: Ledelinjer i plan K2		iv



Figurliste

Figur 1 – Snitt av bygget. Plasseringen av plan K2 og 03 markert med rødt.....	5
Figur 2 - Nødvendig rømningstid.....	6
Figur 3 - VTEK: Lavt monterte ledelinjer i rom med røyk.....	10
Figur 4 - TEK97: Anbefaling om lavtsittende ledelys ved mye røyk i rømningsvei.....	11
Figur 5 - Retningslinjer for ledesystem ved rømning i røyk.....	12
Figur 6 - Retningslinjer for ledesystem ved rømning uten røyk.....	13
Figur 7 - Norges forhold til internasjonale standarder.....	17
Figur 8 - Krav til nødlys og ledesystem.....	21
Figur 9 - Ledelinjer i åpent område.....	23
Figur 10 - Mulig utvikling av anbefaling om ledelinjer i bygg.....	25
Figur 11 - Åpent kontorlandskap med overdrevet bruk av ledelinjer.....	26
Figur 12 – Eksempel på spesielt tilrettelagt fluktvei.....	27
Figur 13 - Spesielt tilrettelagt fluktvei i møterom.....	28
Figur 14 - Hendelsestre over behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg med sprinkleranlegg og brannalarmanlegg.....	31
Figur 15 - Illustrasjon av etterlysende ledesystem ved bortfall av allmennbelysning. Foto: Geir Drangsholt.....	34
Figur 16 - Elektrisk og etterlysende ledesystem.....	36
Figur 17 - Detaljprosjektering utarbeides på bakgrunn av brannsikkerhetsstrategi. [3].....	41
Figur 18 - Linjevertikaler ved rømningsdør.....	42
Figur 19 - Punktmarkering nedfelt i gulv. Foto: Drangsholt.....	43
Figur 20 - Plan K2: Omfattende bruk av ledelinjer i butikk.....	44
Figur 21 - Plan K2: Ledesystem i butikk.....	45
Figur 22 - Plan 03: Fluktvei for evakuerende fra nordvest.....	46
Figur 23 - Plan 03: Utsnitt av prinsipp for ledesystem. Nordvest i bygget.....	47
Figur 24 - Plan 03: Avstander ved rømning.....	48
Figur 25 - Plan 03: Alternativ løsning til ledelinjer.....	49
Figur 26 - Konsept for røykspredning i et kompleks bygg. Figur: DiNenno m.fl.....	51

Definisjoner

1. **Arbeidsplassforskriften** – forskrift under Arbeidsmiljøloven. [12]
2. **Branncelle** – avgrenset del av bygning hvor en brann i løpet av en fastsatt tid fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre deler av bygningen. [25]
3. **Byggteknisk forskrift** – forskrift under Plan- og bygningsloven
4. **Etterlysende** – materiale med evne til å ta opp, lagre og avgi lysenergi. [25]
5. **Fluktvei** – del av branncelle som brukes til rømning og evakuering fram til rømningsvei eller sikkert sted. [25]
6. **Forskriftskrav** – krav til bygg som må oppfylles, kan ikke fravikes. [5]
7. **Ledelinjer** – tydelig synlige lineære markeringer som er en del av ledesystemet som markerer rømningsvei eller definerer fluktvei i et åpent område. [19]
8. **Ledelys** – del av nødlys som avgir tilstrekkelig med lys for sikkerheten til mennesker som forlater et område eller som prøver å avslutte en potensielt farlig prosess før de evakuerer. [19]
9. **Ledesystem** – system for å vise informasjon på en iøynefallende og utvetydig måte, støttet av tilstrekkelig visuelle ledere for å legge til rette for at mennesker kan evakuere et område ved en nødsituasjon langs en spesifisert rute markert med visuelle komponenter, skilt og markeringer. (Fritt oversatt.) [19]
10. **Luminans** - den lysstyrken som et lite flateelement av en lyskildes overflate har når det sees fra en bestemt retning, dividert med den tilsynelatende størrelsen av flateelementet når det sees fra den samme retningen. Målebegrep. [26]
11. **Lux** - en lux er illuminansen i en meters avstand fra en punktstråler som stråler likt i alle retninger og har en lysstyrke på en candela. Målebegrep. [26]
12. **Nødlys** – lys som automatisk lyser ved tap av allmennbelysning. [19]
13. **Preakseptert løsning** – forhåndsgodkjent løsning som oppfyller forskriftskravet. [5]
14. **Rømningsrute** – vei fra oppholdssted til sikkert sted (fluktvei + rømningsvei). [25]
15. **Rømningsvei** – én eller en rekke brannceller tilrettelagt for rømning mellom oppholdsrom/branncelle og sikkert sted. [25]
16. **Sikkert sted** – område hvor kritiske forhold ikke er eller vil kunne være en trussel for mennesker og dyr. [25]

1 Sammendrag

Rapporten belyser det som kan oppfattes som problematisk ved anbefalingen i *Veiledning om tekniske krav til byggverk* (2010) (VTEK) om lavtsittende ledelinjer i flukt- og rømningsvei, samt standarden NS 3926 *Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk* (2009)[4].

Standarden NS 3926 er basert på den internasjonale standarden ISO 16069 *Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)* (2004), men skiller seg fra den internasjonale standarden ved at NS 3926 beskriver at det skal være ensartet merking i samme branncelle. Ensartet merking betyr at elektriske og etterlysende komponenter ikke skal blandes. Ved bruk av utelukkende etterlysende komponenter kommer anbefalingen om ensartet merking i konflikt med *Arbeidsplassforskriften* (2013), som krever nødlys i rømningsveier og ved nødutganger ved alle arbeidsplasser. NS 3926 er også kritisert for oppfordringen om dokumentasjon på røykfrie områder der det skal brukes utelukkende høytstående ledesystem.

Anbefalingen om ledelinjer i bygg stammer fra retningslinjer for ledesystemer i båt, men det er behov for dokumentasjon i form av rapporter eller forskning som bekrefter behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg.

På grunn av overgangen fra bruk av høytstående ledesystem til lavtsittende ledesystem vil det bli større utbredelse av etterlysende ledelinjer ettersom de er billigere og lettere å montere enn de elektriske ledelinjene. Større utbredelse av etterlysende systemer gjør at energibesparende tiltak i bygg kan bli vanskeliggjort, da de etterlysende komponentene har behov for elektrisk ladelys.

Opgaven drøfter at det vil være lettere å forholde seg til NS 3926 dersom anbefalingen om ensartet merking i samme branncelle fjernes, slik at bruk av både ledesystem og nødlys blir lettere. NS 3926 bli praktisk talt umulig å følge gjennomgående på grunn av at etterlysende komponenter kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften, noe som kan føre til at standarden mister troverdighet

I henhold til VTEK og NS 3926 ikke behøver å installere ledelys/nødlys i bygg som har etterlysende ledesystem med lavtsittende ledelinjer. Disse ledelinjene avgir ikke belysning, og det vil være behov for nødlys i tillegg for å tilfredsstille forskriftskravet § 11-12, 3. ledd i TEK10 som krever ”god belysning” av rømningsvei.

Forskning viser at lavtsittende ledelinjer er det mest effektive ved rømning i røyk. Ved å legge til rette for vurdering av sannsynlighet for røyk ved prosjektering av ledesystem vil det være lettere å skreddersy løsninger som ivaretar byggherres interesser og rømningssikkerheten.

Fleksible løsninger som åpne kontorlandskap og reoler i butikker bør tas hensyn til ved å legge linjene langs vegger eller andre solide konstruksjoner som er fastskrudd.

2 Innledning

Etterlysende ledelinjer er ukompliserte å installere, og har lavere vedlikeholdskostnader enn elektriske ledelinjer. Når det har blitt anbefalt i VTEK å bruke lavtsittende ledesystem, hvilken effekter har dette? På hvilket faglig og erfaringsmessig grunnlag ble denne nye standarden fattet, og vil det bli en økonomisk gevinst av innføringen av lavtsittende ledesystem framfor høyttsittende? Og er dette er en fordelaktig omlegging?

Da denne omleggingen har skapt stor debatt i brannskringmiljøet er det både ønskelig og nødvendig å kartlegge for- og motargumenter. Når brannsikringstiltak er av stor samfunnsmessig betydning bør de tiltak og reguleringer som iverksettes baseres på et så fornuftig grunnlag som mulig. Dette er viktig for at de skal oppfylle sin egentlige funksjon: å sikre liv og verdier i på en så effektiv og ukomplisert måte som mulig.

2.1 Teori

Ledesystem består av markerings- og retningsskilt som skal lede til rømningsveier eller sikkert sted ved evakuering som følge av brann. Ledesystem er med på å påvirke den nødvendige rømningstiden i et bygg [1], og er dermed en viktig del av rømningssikkerhet. Dette er en av grunnene til at det er så viktig å få en samkjørt forståelse og norm for bruk og utforming av ledesystem. Ledesystem har i Norge vært en del av brannsikkerhet i byggverk siden Byggeforskrift av 1969¹ [7].

Ledesystem kan i dag deles inn i tre typer:

- 1) Elektrisk basert ledesystem
- 2) Ledesystem med etterlysende komponenter
- 3) Kombinert ledesystem med bruk av både etterlysende og elektriske komponenter.

Byggteknisk forskrift (2010) (TEK10) [5] krever at det skal være ledesystem i bygg som har virksomhet i risikoklasse 5 og 6, store bygg, samt bygg beregnet for et stort antall personer. I dag beskriver VTEK [6] at disse byggene må ha lavtsittende ledelinjer i flukt- og rømningsveier.

Anbefalingen om lavtsittende ledelinjer har vekket en diskusjon i fagmiljøet rundt behovet for lavtsittende ledelinjer. Enkelte i fagmiljøet mener det er vanskelig, dyrt og unødvendig med lavtsittende ledelinjer, andre hevder det er nødvendig med lavtsittende ledesystem for å ivareta personsikkerheten ved rømning. Tidligere retningslinjer har nesten utelukkende beskrevet høyttsittende elektrisk ledesystem, og VTEK bryter dermed med godt innarbeidede rutiner.

En ny nasjonal standard, NS 3926, ble i 2009 utarbeidet. Denne tar for seg planlegging og utforming, laboratoriemåling og måling på stedet av etterlysende komponenter, samt kontroll, ettersyn og vedlikehold av både elektrisk og etterlysende ledesystem. I all hovedsak tar standarden for seg lavtsittende ledelinjer slik det er beskrevet i VTEK.

Slik normen har vært fram til VTEK ble utgitt, var det brannrådgiver som lagde konseptet for ledesystem, og elektrorådgiver som utarbeidet detaljprosjekteringen på bakgrunn av konseptet fra brannrådgiver. Arbeidsfordelingen kan bli noe annerledes etter VTEK og NS 3926 trådte i kraft grunnet mindre bruk av elektrisk ledesystem.

¹ Byggeforskrift 1949 tar for seg belysning i trapperom, men ikke markering av utgangsdører.

2.2 Problemstilling for prosjektet

Denne oppgaven skal redegjøre for bakgrunnen for NS 3926, samt praktisk bruk av standarden. Gjennom samtaler med aktører i fagmiljøet skal det kartlegges hvilke områder i standarden som fremstår som problematiske. Oppgaven skal også drøfte mulige løsninger på problemområdene.

2.3 Avgrensninger

Det vil i denne oppgaven ikke bli tatt hensyn til problematikken rundt vernede bygninger, grafiske symboler i ledesystemet, orienteringskart, eksisterende bygg eller universell utforming. Det blir ikke fokusert på universell utforming, da dette vil gjøre oppgaven for omfattende, og det velges å ikke fokusere på eksisterende bygninger da disse bygningene faller inn under andre regelverk enn nye bygg. Grafiske symboler og orienteringskart faller litt på siden av ledesystembegrepet, og det blir derfor sett bort fra dette.

Det vil fokuseres på nybygg som omfavnes av anbefalingen til lavtsittende ledesystem, og oppgaven vil i et case ta for seg problematikk tilknyttet lavtsittende ledesystem i et bygg, Fornebuporten, for å belyse vanskeligheter. I Fornebuporten vil det bli utarbeidet forslag for ledesystem i to av åtte plan for at illustrasjonen ikke skal bli for stor og repetitiv.

2.4 Formål

Teorien om ledesystem blir hentet fra forskningsrapporter, standarder og personer med spesiell kunnskap om ledesystemer. Aktørene vil bidra til å belyse problematikken rundt retningslinjene for ledesystem. Ved å gjøre et litteraturstudie som omhandler emnet vil det være mulig å finne ut hva slags kunnskap NS 3926 er tuftet på.

Formålet er å gjøre en objektiv og saklig drøfting av problematikken rundt VTEK og standarden NS 3926 for å belyse sakens kjerne. Det vil først gjøres rede for bakgrunn og teori ved å vise til forskning og tidligere regelverk, deretter vil det gjøres rede for hvilke retningslinjer som er gjeldende per dags dato. Oppgaven vil også gjøre rede for hvilke standarder som brukes i utlandet. Det vil videre diskuteres rundt de forskjellige argumentene som brukes for og mot standarden. Ved å gjøre et case med Fornebuporten vil problematikk som man støter på ved prosjektering av lavtsittende ledesystem vises med praktiske eksempler. Til slutt vil det gjøres en vurdering av hva de potensielle konsekvensene av VTEK og standarden NS 3926 kan bli.

3 Metode

Denne oppgaven skal benytte et litteraturstudie supplert med samtale med personer i fagmiljøet for å belyse problemstillingen. Det foreligger få eller ingen relevante data og det er ikke gjort tidligere forsøk på å få systematisk oversikt over feltet bortsett fra Lyskulturs 7. utgave, *Nødløys/ledesystemer* [16]. Lyskulturs 7. utgave omhandler i liten grad problematikken, og samtaler med fagkyndige fremstår dermed som den beste fremgangsmåten.

I prosessen med å hente informasjon skal det gjennomføres samtaler med personer fra fagmiljøet som har god kjennskap til NS 3926. Personene som kontaktes har arbeidet med standarden, og de som daglig er i kontakt med den på grunn av arbeid:

- Brannrådgivere som har arbeidet med utarbeidelse av konsept for ledesystem i henhold til VTEK og TEK10.
- Elektrorådgivere og brannrådgivere som har arbeidet med detaljprosjektering av ledesystem i henhold til NS 3926.
- Fagkyndig som har vært med i arbeidsgruppen til NS 3926.
- Fagkyndig som har forsket på effekten av høytsittende og lavtsittende ledesystem ved rømning i røyk.

Målet er å få fram et nyansert bilde av hva som framstår som problematisk, hva som er bakgrunnen for standarden og på hvilken måte den oppfattes av de som forholder seg til den. Ved å snakke med disse utvalgte personene vil forskjellige synspunkter komme frem. En begrensning kan være at utvalget er for lite for å danne et totalt bilde av problematikken, da det kan være personer som har mye kunnskap på området ikke har blitt kontaktet eller som det ikke har vært mulig å få tak i.

Ved kontakt av brann- og elektrorådgivere vil samme oppsett og spørsmål blitt benyttet, se Vedlegg I: Samtale med aktør. Spørsmålene dreier seg om hvordan det er å forholde seg til standarden, og hva som framstår som problematisk. Ved samtale med aktør fra arbeidsgruppen til NS 3926 vil spørsmål knyttet til bakgrunnen for standarden, konflikt med arbeidsplassforskriften og formuleringer i standarden være tema. Aktøren med forskningsbakgrunn får de samme spørsmålene som brann- og elektrorådgivere i tillegg til oppfølgingsspørsmål for utdypelse rundt spørsmål. Generelt blir aktørene kontaktet fortløpende etter hvert som nye spørsmål dukker opp.

3.1 Begrensninger

Grunnet lite eller ingen litteratur på området, vil det ikke vært mulig å bruke utelukkende litteratursøk for å belyse problematikken rundt regelverk og standarder. En kvantitativ metode ville vært vanskelig å gjennomføre i denne oppgaven, da noe av hensikten er å kontakte ressurspersoner for å høre deres vurdering av retningslinjene som foreligger for ledesystem.

3.2 Fornebuporten

Etter den teoretiske drøftingen av begreper i TEK10, VTEK og NS 3926 vil det bli prosjektert et ledesystem for deler av et bygg. I prosjekteringen er målet å benytte kunnskap tilegnet fra den teoretiske delen, og gjøre velbegrunnede valg som både er funksjonelle og praktiske. Det vil fokuseres på områder som er problematiske, og det skal drøftes rundt valgene som tas. Detaljprosjektering av retnings- og markeringsskilt vil ikke gjøres, da retningslinjene for disse fortoner seg som relativt enkle å forholde seg til, samt at omfanget av oppgaven må begrenses.

I vurderingen av ledesystemet skal det tas hensyn til evakueringssituasjoner som rømning i røyk, mulig panikk og stort personantall. Det må gjøres vurderinger av behovet for tosidig definert



fluktvei og plassering av komponenter. Ledesystemet skal redusere behovet for endring av fluktvei ved evakuering, og gjøre de evakuerende sikrere på retningen til rømningsvei. Utformingen av ledesystemet skal dermed være konsekvent og logisk utformet. Et viktig mål er å opprettholde et estetisk uttrykk i bygget uten at de lavtsittende ledelinjenes funksjon svekkes. Montering på gulv skal sikres mot fysisk påkjenning.

3.2.1 Regelverk og retningslinjer

Fornebuporten er et kontorbygg med 8 tellende etasjer, derav to under terreng. Bygget er i risikoklasse 2 og 5 og brannklasse 3, og det gjør at bygget faller inn under TEK10 § 11-12, 3. ledd:

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.

I tillegg faller bygget inn under anbefalingene i VTEK om at kontorlandskap skal ha ledesystem (s. 148):

Store uoversiktlige brannceller som større salgslokaler og andre lokaler med mange personer, kontorlandskap, undervisningsbaser, store boligbygg med flere boenheter i mer enn 2 etasjer der beboerne har felles rømningsveier og byggverk med behov for assistert rømning, må ha ledesystem. Der det ikke er spesielt tilrettelagte fluktveier i branncellen fram til rømningsveiene, må hele branncellen utstyres med ledesystem tilsvarende som for rømningsveiene. Det kan være nødvendig at ledesystemet omfatter automatisk taleinformasjon.

VTEK (s. 148) beskriver også:

I fluktveier og rømningsveier må ledesystemet omfatte ledelinjer i form av lavtsittende komponenter på golv eller vegg som oppfattes kontinuerlig. Rømningsmerking skal være synlig og lesbar fra alle steder i fluktveien og rømningsveien. Lesbarheten bestemmes av skiltstørrelse og kontrastforhold

Bygget skal dermed utstyres med lavtsittende ledelinjer i flukt- og rømningsveier. Fornebuporten består av Bygg A og Bygg B, der etasjene under terreng strekker seg over begge byggene. Rømningsveiene fra etasjene over og under bakkeplan er i trapperommene i midten av bygget, og rømning til sikkert sted foregår fra plan 01. Se Vedlegg III: Ledelinjer i plan 03, alternativ 2 og Vedlegg IV: Ledelinjer i plan K2 for trapperommenes plassering.

Etasjene det blir utarbeidet ledesystem for er plan K2 og 03. Plan K2 består av parkeringskjeller, treningsrom, fotballbane og atrium i friluft. Plan 03 er et rent kontorplan som består av møterom av forskjellige størrelser, åpent kontorlandskap og lukkede kontorer, se Figur 1.



Figur 1 – Snitt av bygget. Plasseringen av plan K2 og 03 markert med rødt.

Problematikken som oppstår ved prosjektering av ledesystem i dette bygget er hovedsakelig ved vurdering av omfanget av lavtsittende ledelinjer og definisjon av ”spesielt tilrettelagt fluktvei”. For å få til en praktisk, gjennomførbar og estetisk løsning som ikke mister effekten ved røyk som følge av brann, må det gjøres vurderinger uten støtte i litteratur. NS 3926 beskriver lite om omfanget av ledelinjene i fluktveier, noe som gjør prosjekteringen utfordrende.

3.2.2 Tegneprogram

I utarbeidelsen av ledesystem for bygget blir CAD-tegneprogrammet AutoCad 2011 benyttet. Programmet kan brukes til 2D- og 3D-tegning, og er et nyttig hjelpemiddel for å måle avstander og samkjøre tegninger med andre som arbeider med samme prosjekt.

3.2.3 Avvik

Det ble ved forberedelsene til prosjekteringen av ledesystemet gjort noen forenklinger av tegningsunderlaget, som å definere samme farge for tegningsunderlaget. Det ble også fjernet streker og markeringer som ikke viser konstruksjoner og fjerne streker som åpenlyst ikke definerer vegger. Dette fører til noen avvik fra det opprinnelige tegningsunderlaget.

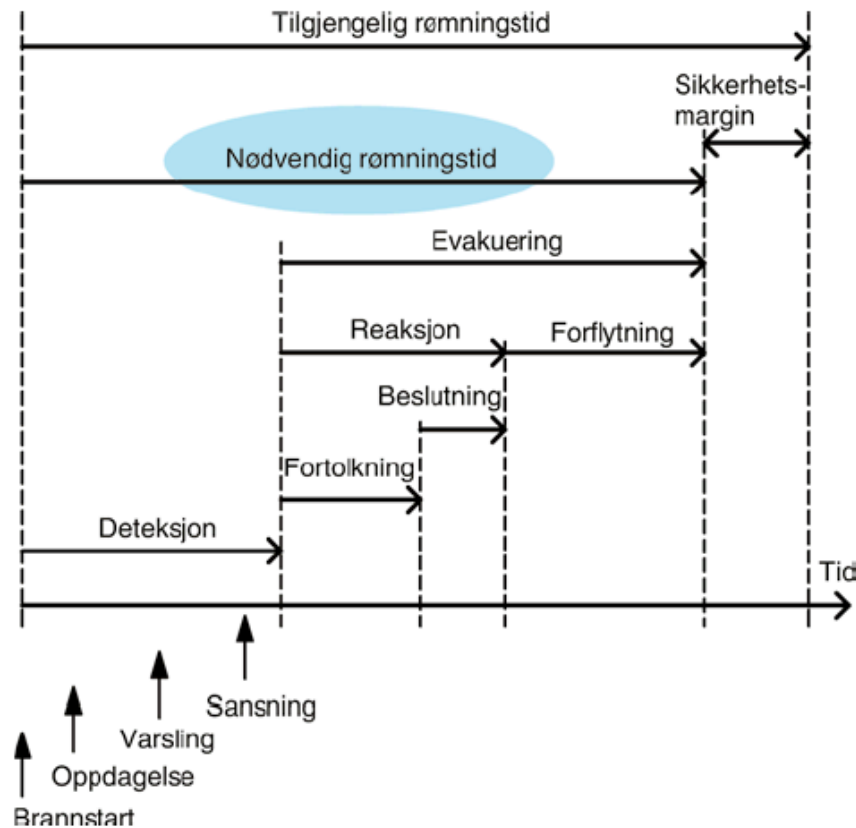
3.2.4 Avgrensninger

Til denne oppgaven forelå det ikke branntegninger eller brannsikkerhetsstrategi, og alle valg er dermed gjort på bakgrunn av faglige vurderinger og tegningsunderlaget (skissene) som har vært fremlagt. Tegningsunderlaget kan i ettertid bli forandret, noe som ikke tas hensyn til i denne oppgaven. Det er heller ikke fokusert på branntekniske løsninger som dørslagsretninger, branncellebegrensende konstruksjoner o.l. Rømningsveiene som skal benyttes ved rømning blir markert på tegningen som beskriver ledesystemet, for at det tydelig skal komme fram hva det er tenkt ledelinjene skal lede mot.

Det vil ikke dokumenteres at områder er røykfrie.

4 Bakgrunn

Ledesystem i bygg brukes for å markere flukt- og rømningsveier som skal benyttes ved evakuering. Ledesystem skal ved hjelp av kontinuerlig markering av rømningsvei og retning til denne være med på å fjerne usikkerhet og panikktendenser hos de evakuerende. Ved at evakueringen effektiviseres, og at ved de evakuerende raskt er i stand til å ta seg til sikkert sted, vil den nødvendige rømningstiden reduseres og tilgjengelig rømningstid øke. Se Figur 2.



Figur 2 - Nødvendig rømningstid.

Hovedprinsippet for ledesystem i dag er at lavtsittende ledelinjer i gulv eller vegg er kontinuerlig veiviser for de evakuerende, mens høytsittende markeringskilt og retningskilt er generelle retningsanvisninger.

De tidligere forskriftene beskrev at ledesystem bestod av høytsittende, elektrisk markerings- og retningskilt, samt ledelys. Komponentene skulle fungere som nødlys og dermed ha dobbel strømkilde i tilfelle svikt i normalbelysningen.

4.1 Typer ledesystem

4.1.1 Etterlysende ledesystem

Etterlysende komponenter består av et materiale med evnen til å ta opp lysenergi og senere avgi dette i form av gløding ved bortfall av lys.

Etterlysende materiale kommer i forskjellige kvaliteter, men felles for alle er at de er avhengig av oppladning for å gløde ved bortfall av allmennbelysning. I henhold til Lyskulturs 7. utgave [16] vil materialet lades raskere dersom ladelyset har høy fargetemperatur (f.eks. 4500 K) enn ved lys med lavere fargetemperatur (f.eks. 2700 K). Lyskulturs 7. utgave beskriver også at det i

Norge vanlig med lys med fargetemperatur på rundt 2700 - 3000 K, og dette bør tas hensyn til ved prosjektering av ledesystem med etterlysende materiale. Det er en fordel at de etterlysende komponentene monteres i gulv, da de i denne posisjonen lettere kan motta lys fra ladelys enn ved plassering i vegg. Velges allikevel veggmontert ledelinje, kan det kreves at ladelysene er skrudd på i lengre perioder ved energisparende tiltak eller at det er høyere fargetemperatur på lysene.

Lyskulturs 7. utgave (s. 44) tar for seg forskjellige måter etterlysende komponenter kan monteres, og nevner blant annet:

- Limt direkte på overflaten og dekkes med beskyttelseslag (betonggulv)
- Linjene slisses² ned i betongen og dekkes med et beskyttelseslag
- Linjene sveises ned i gulvbelegget (vinylgulv)
- Linjene legges i aluminiumsskinner som freses ned (teppebelegg)
- Linjene freses/bores ned sirkulære markeringer hver 200-300 mm, der sirkelens diameter er 50 mm (keramiske fliser/skifer)
- Veggplassering der det er gulvlist: linjene monteres i aluminiumsskinner som er skråstilt over gulvlisten.

Ved montasje i gulv vil komponentene bli utsatt for slitasje i større grad enn ved montasje i vegg. Det oppgis av produsent³ av etterlysende komponenter at det for ledelinjer i gulv garanteres for en levetid på fem år ved vanlig slitasje.

4.1.2 Elektrisk basert ledesystem

Tidligere veiledninger har alltid hatt krav til god belysning og merking av rømningsvei [11][9], noe som har ført til utbredt bruk av elektrisk basert ledesystem.

Ved valg av elektrisk ledesystem må man støtte seg til flere standarder. NS 3926 beskriver lavtsittende, elektriske ledelinjer, mens standardene NS 1838 *Anvendt belysning – Nødbelysning* [15] og NEK-EN 50172 *Nødlssystemer for rømningsveier* [14] tar for seg elektrisk høytsittende ledesystem og krav til disse.

Konseptet for elektrisk ledesystem skal beskrives av brannteknisk rådgiver (RIBr), men det kan være en fordel at elektrorådgiver (RIE) gjør detaljprosjekteringen. Dette på grunn av bakgrunnskunnskapen som behøves om elektriske kretser og kurser ved detaljprosjektering av de elektriske komponentene.

I henhold til NS 3926 må lyspunktene i ledelinjen ligge maksimalt 20 cm fra hverandre ved bruk av lavtsittende elektrisk ledesystem. Lyspunktene er avhengig av strømtilførsel tilknyttet brannalarmanlegget, og kablene må brannsikres⁴. I tillegg til strømtilførsel er det krav til at det er en alternativ strømforsyning ved brudd i primærforsyningen. Dette kan løses ved for eksempel et batteri. Det er ikke krav til at elektrisk ledesystem skal fungere utenom nødsituasjoner.

Elektrisk ledesystem kan være noe dyrere enn etterlysende ledesystem. Dette blant annet på grunn av vedlikehold, der NS 3926 (s. 18) beskriver:

Kontrollintervallene skal være i henhold til følgende:

- elektrisk baserte ledesystemer: Minst hvert år

² Sammenføyningsmåte ved hjelp av spor i flatene som skal kobles sammen

³ Smart Signs, leverandør av etterlysende skilt og ledelinjer, privat korrespondanse per e-post 26.04.2013

⁴ Oppgitt av brannteknisk rådgiver med ledesystem som hovedområde . Privat korrespondanse per e-post 11.03.2013

- etterlysende ledesystemer: Minst hvert 5. år

Samlet sett blir kostnadene ved bruk av elektrisk ledesystem mye høyere enn ved bruk av etterlysende system grunnet brannsikring av kabler til hvert punkt forriglet til brannalarmanlegget, sammenkobling av lyspunkt og vedlikehold av systemet.

4.1.3 Kombinert ledesystem

I NS 3926 kommer det fram at de ulike systemene (etterlysende og elektrisk) ikke kan benyttes i samme brannceller med normal bruk. Standarden begrunner dette med at de elektriske komponentene kan føre til blanding⁵ av de etterlysende komponentene, og dermed hindre god synlighet til det etterlysende systemet.

Ved noen spesielle tilfeller kan man i henhold til NS 3926 benytte kombinerte systemer i samme branncelle. Disse unntakene beskrives som lokaler med høy persontetthet, eksempelvis idrettshaller, gymsaler, forsamlingslokaler, kjøpesentre eller lokaler som ikke betjenes i normal drift, som tekniske rom, kulverter, kjellerboder eller loft.

4.2 Nødlys

Nødlys var tidligere en del av ledesystemet [10][8], der det var krav til ledelys i tillegg til markerings- og retningsskilt. Nødlys er belysning med alternativ strømkilde som aktiveres ved svikt i normalbelysningen, og skal sørge for trygg evakuering ved bortfall av allmennbelysning.

Nødlys har ingen ledefunksjon, og er i dag ikke en del av ledesystem. Hensikten til nødlys er å lyse opp områder for å lette evakuering og hindre panikk [15]. TEK10 beskriver ingen krav til nødlys.

4.2.1 Arbeidsplassforskriften

Arbeidsplassforskriften [12] § 2-13, 1. ledd beskriver: ”Arbeidsplasser hvor arbeidstakerne kan bli utsatt for fare ved svikt i den kunstige belysningen, skal være forsynt med nødbelysning av tilstrekkelig styrke.”

Forskriftens § 2-13, 2. ledd beskriver deretter: ”Rømningsveier og nødutganger skal være utstyrt med nødlys tilstrekkelig til å dekke behovet i tilfelle svikt i den ordinære belysningen.”

⁵ Blanding: elektriske komponenter hindrer at etterlysende komponenter kommer til utlading slik at de gløder.

5 Retningslinjer

Ved å gjøre rede for både dagens og tidligere regelverk og retningslinjer, dannes et bakteppe for videre diskusjon.

5.1 Dagens regelverk

Dagens regelverk, TEK10, beskriver krav som er relevante for videre diskusjon om ledesystem. Kravene legger rammer for konseptet som skal legges til grunn for prosjektering av ledesystem.

Følgende krav er relevante for videre diskusjon:

§ 11-8, 2. ledd: ”Brannceller skal være slik utført at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tid som er nødvendig for rømning og redning.”

Videre står det:

§ 11-11, 1. ledd: ”Byggverk skal prosjekteres og utføres for rask og sikker rømning og redning. Det skal tas hensyn til personer med funksjonsnedsettelse.”

§ 11-11, 2. ledd: ”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.”

§ 11-11, 5. ledd: ”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.”

§ 11-11, 6. ledd: ”Skilt, symbol og tekst som viser rømningsveier og sikkerhetsutstyr skal kunne leses og oppfattes under rømning når det er brann- eller røykutvikling.”

Forskriftskravet spesifikt for ledesystem er § 11-12, 3. ledd:

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.

5.2 Retningslinjer for ledesystem

Ved prosjektering av ledesystem er det viktig å ha oversikt over hvilke retningslinjer som skal følges for utarbeidelse av konseptet. TEK10 stiller krav til ledesystem i forskjellige typer bygg, og det er flere måter å oppfylle forskriftens krav på.

VTEK beskriver følgende til § 11-12, 3. ledd (s. 148):

1. God merking av fluktveier og utganger til rømningsveier og god belysning og merking i rømningsveiene, vil redusere den nødvendige rømningstiden.
2. Behovet for ledesystem vil være avhengig av hvor godt menneskene som oppholder seg i bygget kjenner rømningsveiene.
3. I fluktveier og rømningsveier må ledesystemet omfatte ledelinjer i form av lavtsittende komponenter på golv eller vegg som oppfattes kontinuerlig. Rømningsmerking skal være synlig og lesbar fra alle steder i fluktveien og rømningsveien. Lesbarheten bestemmes av skiltstørrelse og kontrastforhold.

Se Figur 3.

De preaksepterte ytelsene om § 11-12, 3. ledd i VTEK beskriver at følgende bygg utenom risikoklasse 5 og 6 skal ha lavtsittende ledesystem i flukt- og rømningsvei:

1. Store uoversiktlige brannceller som større salgslokaler og andre lokaler med mange personer, kontorlandskap, undervisningsbaser, store boligbygg med flere boenheter i mer enn 2 etasjer der beboerne har felles rømningsveier og byggverk med behov for assistert rømning, må ha ledesystem. Der det ikke er spesielt tilrettelagte fluktveier i branncellen fram til rømningsveiene, må hele branncellen utstyres med ledesystem tilsvarende som for rømningsveiene. Det kan være nødvendig at ledesystemet omfatter automatisk taleinformasjon.
2. Byggverk eller del av byggverk som er offentlig tilgjengelig og ligger under terreng, må ha ledesystem.



Figur 3 - VTEK: Lavt monterte ledelinjer i rom med røyk.

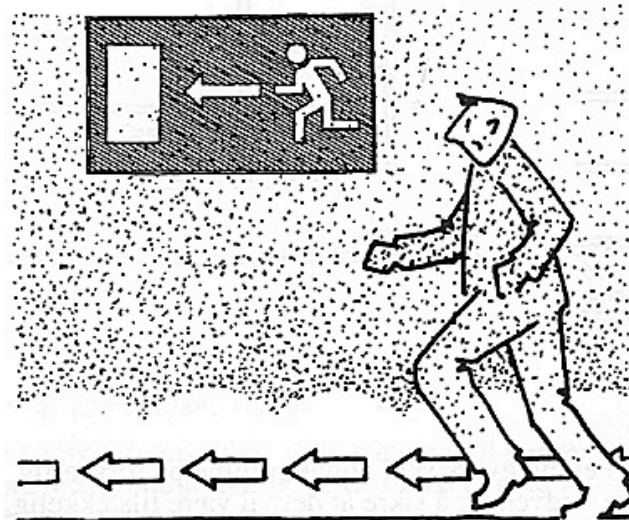
VTEK viser til NS 3926, og presiserer at ledesystem utført og prosjektert i samsvar med denne vil tilfredsstille forskriftens krav til ledesystem. Det er mulig å benytte analyse i samsvar med TEK10 § 2-1, 2. ledd, for å oppfylle forskriftskravet.

5.3 Tidligere regelverk

I veiledningen til byggeforskrift 1987 [9] er det kort beskrevet at markeringskilt med markeringslys over dør til rømningsvei, henvisningsskilt til rømningsvei, samt ledelys *bør* kreves ved uoversiktlige lokaler. Dette gjelder bygninger for industri, håndverk og lager, og for kontor.

Veiledningen til teknisk forskrift 1997 [11], *REN*, beskrev mer utførlig anbefalinger og retningslinjer for ledesystem. Der ble det anbefalt bruk av ledesystem i risikoklasse 5 og 6, bygninger som er offentlig tilgjengelige og ligger under terreng, samt i store uoversiktlige

brannceller. Veiledningen oppfordret til å bruke lavtsittende ledelys hvis det blir røyk i rømningsveiene, og om lavtsittende ledelys ble valgt, skulle det suppleres med høytsittende lysmarkering over dører. Den prosjekterende fikk dermed frihet til selv å vurdere sannsynlighet for røyk i områdene.



Figur 4 - TEK97: Anbefaling om lavtsittende ledelys ved mye røyk i rømningsvei.

Byggforskbladet⁶ 321.038 *Ledesystem for rømning* [2] anbefaler etterlysende lavtsittende merking først og fremst i åpne arealer, men også i korridorer for å bedre rømningsikkerheten. Bladet ble gitt ut mens TEK97 var gjeldende, og innfører anbefalinger om lavtsittende markering fremfor lavtsittende ledelys.

Det viste seg vanskelig å få svar på hva slags forskning eller internasjonale standarder som lå til grunn for anbefalingen om lavtsittende merking i åpne arealer slik byggforskbladet anbefaler.

5.4 Standarder

Standardene skal være til hjelp for detaljprosjekteringen av ledesystem, men det er ikke krav til at disse skal følges. Standardene må ikke følges.

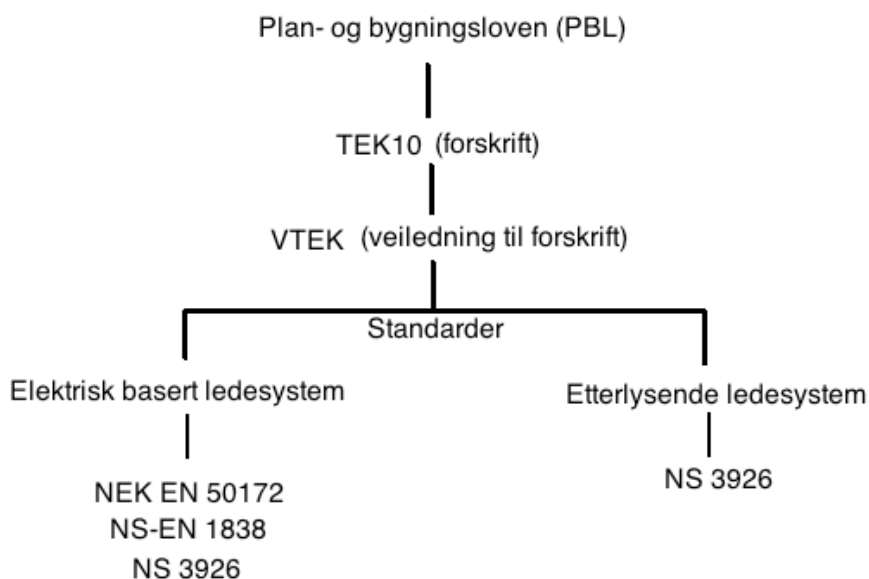
Den største forskjellen mellom dagens standard og tidligere standarder er at det i NS 3926 forutsettes at det forekommer røyk i rømningsvei ved brann, og at ledesystem skal prosjekteres med hensyn til dette. Hensynet omfatter lavtsittende ledelinjer i flukt- og rømningsvei. Tidligere veiledninger har forutsatt at det ikke forekommer røyk i rømningsvei, og har dermed akseptert bruk av høytsittende ledesystem.

VTEK viser til standarden NS 3926 for generelle prinsipper for elektriske og etterlysende komponenter i ledesystemet. Prinsippene går ut på beskrivelser av komponentenes plassering og utforming samt merking for best mulig effekt. Standarden beskriver først og fremst lavt plasserte ledelinjer, både for elektriske og etterlysende ledesystemer.

NS 3926 beskriver at det skal dokumenteres røykfrie områder dersom det skal prosjekteres høytsittende ledesystem. Standarden beskriver videre prosjektering, utforming og krav til etterlysende og elektrisk lavtsittende ledesystem i tillegg til høytsittende, etterlysende ledesystem. For å finne krav til ytelser for høytsittende, elektrisk ledesystem må man benytte NS-EN 1838 [15] og NEK-EN 50172 [14] i tillegg til NS 3926. Se Figur 5.

⁶ Byggforskblader blir utarbeidet av fagpersoner på oppdrag av SINTEF Byggforsk, og er et abonnementsstilbud som blir gitt byggenæringen.

Retningslinjer for ledesystem ved rømning i røyk



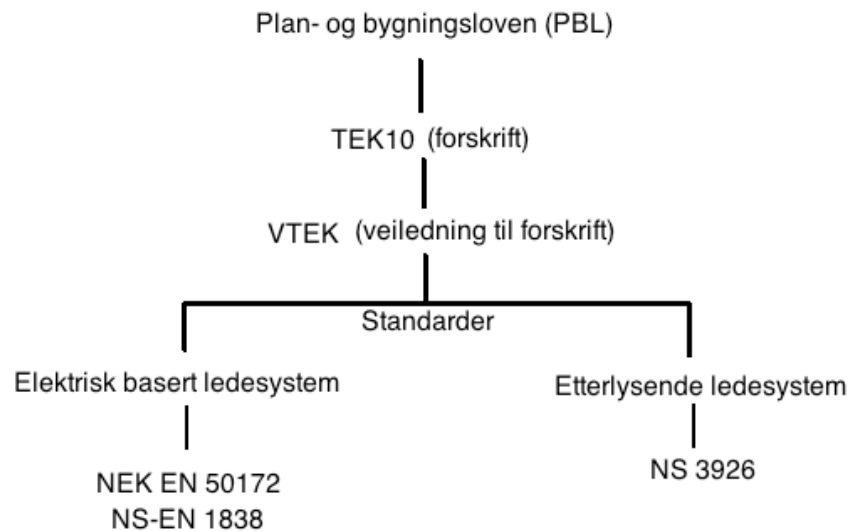
Figur 5 - Retningslinjer for ledesystem ved rømning i røyk.

Før NS 3926 kom ut var det standardene NEK EN 50172 og NS-EN 1838 som ga retningslinjer for prosjektering av ledesystem. NS-EN 1838 beskriver belyningskravene til nødbelysningsystemer installert i lokaler eller områder der slike systemer er nødvendige, hovedsakelig områder tilgjengelig for allmennheten eller arbeidstakere. NEK EN 50172 beskriver tekniske krav til elektriske komponenter i ledesystemet.

Dersom man kan dokumentere at det ikke oppstår røyk i områdene det skal rømmes gjennom, kan man prosjektere ledesystem med høytsittende elektriske komponenter etter NS-EN 1838 og NEK EN 50172 uten å benytte NS 3926. Se Figur 6.

Man kan si at NS 1838 med NEK-EN 50172 beskriver et nød- og ledesystem for rømning uten røyk, mens NS 3926 i hovedprinsipp tar for seg ledesystem for rømning i røyk.

Retningslinjer for ledesystem ved rømning uten røyk (høytsittende komponenter)



Figur 6 - Retningslinjer for ledesystem ved rømning uten røyk.

5.5 Anbefalinger i NS 3926

NS 3926 bygger på den internasjonale standarden ISO 16069 *Graphical symbols – Safety signs - Safety Way Guidance System (SWGS)* [19]. Hovedprinsippet til NS 3926 er lavtsittende markering, noe som harmonerer med beskrivelsene i VTEK.

NS 3926 beskriver følgende:

Dersom kun høyt monterte komponenter prosjekteres, skal det dokumenteres at røyk fra brann ikke vil være til stede i rømningsrutene. [...] Rømningshøyden og skilting for aktuelle arealer skal være fri for røyk innenfor tilgjengelig rømningstid⁷. Dette er spesielt aktuelt for rom med stor takhøyde, men i sammenheng med røykkontrollsystemer kan også andre arealer dokumenteres som røykfrie.

Den norske standarden beskriver følgende som er relevant for videre diskusjon:

- Hovedprinsippet med hensyn for et visuelt ledesystem for rømning i byggverk er *lav lokalisering av komponenter på gulv eller vegg*. Plassering av komponenter på mellom- eller høyt nivå kan betraktes som supplerende merking, for eksempel i forbindelse med rømningsdører (s. 7).
- Ledesystemets komponenter skal ikke tildekkes eller skjermes av andre informasjonssystemer, møbler eller andre installasjoner slik at den komplette funksjonen til ledesystemet forringes (s. 7)
- Ledesystemer skal sørge for konsekvent og logisk informasjon til brukere av byggverk, slik at de fra enhver bruksenhet kan evakueres på en effektiv måte til et sikkert sted (s. 7).

⁷ I standarden er det beskrevet at det skal være røykfritt innen tilgjengelig rømningstid, det antas at det skal stå nødvendig rømningstid.

- Ledesystemet skal utformes slik at den visuelle informasjonen gir tilstrekkelig kontrast mot omgivelsene i den tiden det er dimensjonert for rømning (s. 8).
- Utgangsskilt skal benyttes i tilknytning til rømningsveier [...] i brannceller større enn 50 m² eller i rom som benyttes av mer enn 10 personer, skal det installeres utgangsmarkeringsskilt som viser mot rømningsvei. I tillegg markeres rømningsdør med utgangsmarkeringsskilt, dørklinkebeslag og vertikaler (s. 8).
- Retningsindikatorer i kombinasjon med ledelinje skal kun benyttes i forbindelse med blindkorridorer og rømningsrute med kun én rømningsretning, og ikke der rømning kan skje i ulike retninger (s. 9).
- Ingen brudd i ledelinjen skal være større enn 0,2 m, med mindre det er dører langs rømningsruten. I så fall kan ledelinjer på vegg aksepteres å ha et brudd på høyst 1 m. Dørblad kan merkes med ledelinje (s. 10).
- Ledelinjer kan utformes ved hjelp av (s. 10):
 - o Sammenhengende uavbrutt linje av etterlysende materiale.
 - o Punktlyskilder – kilder med et lysende område < 100 mm² ordnet i en kjede med største avstand 0,2 m mellom punktene.
 - o Atskilte lysarmaturer – punkter med et lysende område på minst 50 mm x 100 mm ordnet i en kjede med største avstand 0,2 m mellom punktene.
- For rømningsvei med bredde mindre enn 2,0 m er det tilstrekkelig med ledelinje på én side. Ledelinjen kan monteres enten på golv eller vegg. (s. 10)
- I rom eller åpne områder kan ledelinjen benyttes til å definere en fluktvei gjennom nevnte område (s. 10).
- Ledelinjen skal lede personer forbi hindringer og alle arkitektoniske elementer (s. 10).
- Konturer av trapper, enkelttrinn eller ramper skal merkes med ledelinje på vegg. Det skal tydelig merkes hvor nivåendringen starter, fortsetter og slutter. Den horisontale delen av trinn skal merkes eller belyses, og det anbefales i tillegg å merke eller belyse den vertikale delen (s. 10)
- Ledelinjen skal være synlig over en avstand på inntil 30 m (s. 10).
- Høyt monterte sikkerhets- og retningskilt skal benyttes for å sikre best mulig synlighet ved middels til lange betrakningsavstander, dvs. fra 10 m til 30 m (s. 10).
- Høyt monterte utgangsskilt skal plasseres ved alle dører beregnet på bruk i en nødssituasjon, og om nødvendig langs rømningsveier for å angi rømningsretningen (s. 10).

Kombinerte system:

- Høyt monterte elektriske markeringsskilt skal dempes automatisk i mørke omgivelser ved strømbrudd når de er kombinert med etterlysende komponenter. Dette for å unngå blanding og sørge for god synlighet til systemet (s. 17).

5.6 Involverte aktører

Tidligere har det vært naturlig at elektrorådgiver har utført detaljprosjekteringen av ledesystem etter konseptet utarbeidet av brannrådgiver på grunn av nesten utelukkende bruk av høytstående, elektriske komponenter. Brannrådgiver har utarbeidet konseptet på bakgrunn av forskriftskrav fra byggeforskrifter og anbefalinger fra veiledninger.

Etter at TEK10 og VTEK ble innført har det blitt større utbredelse av etterlysende komponenter, og det kan drøftes om det fremdeles er naturlig at elektrorådgiver gjør detaljprosjekteringen når det ikke er elektriske komponenter inne i bildet.

5.7 Forskning

I april 1990 brant det på bilfergen Scandinavian Star, og 159 mennesker døde som følge av brannen. Brannen startet i korridoren og i tillegg til uoversiktlige rømningsveier, var korridorvegger brennbare, branddører sto åpne og ventilasjonsanlegget var ikke skrudd av. Rapporten [13] som ble utgitt etter katastrofebrannen påpekte at de dårlige rømningsforholdene kunne føre til at de evakuerende mistet orienteringen.

I kjølvannet av rapporten oppsto det en debatt i fagmiljøet om hvorvidt ledesystemet det var krav om i byggverk i daværende regelverk (Byggeforskrift av 1987) var effektivt nok. Diskusjonen utløste forskning på området. Det ble forsket på punktbelysning og ledelinjer av etterlysende materiale, og i tillegg ble det gjort rømningsøvelser med ulike typer ledesystem hvor personer skulle rømme gjennom røyk. Rømningsøvelsene som ble gjennomført var med rømning i korridorer og ganger med retningsendringer.

Geir Jensen [21] utførte flere forsøk med forskjellige typer ledesystem ved rømning av blinde og seende i røyk. Han kom i den sammenheng fram til at de mest effektive tiltakene var rekkverk med taktile retningsanvisninger og visuelle ledelinjer. I tillegg viste det seg at det beste visuelle systemet var kontinuerlige ledelinjer av etterlysende materiale ved gulvlist. Han påpekte deretter at punktmerking med elektriske komponenter ga dårligere resultater og mer forvirring blant testpersonene.

Jensen [24] anbefalte primær merking i hoftehøyde og over utgangsdør og lavtsittende merking langs gulv som sekundær merking med begrunnelsen at merking i hoftehøyde har kortere synsavstand og oppfordrer til oppreist gange framfor krabbing. ”Sikten er ikke bedre ved gulvet dersom man må se mellom mange mennesker – og det skjer oftere enn man rømmer under et røyksjikt (s. 33)”

Truls Paulsen [17] gjennomførte lignende forsøk som Jensen i 1993. Han mente derimot at lavtsittende ledelinjer er det beste på grunn av tendensen de evakuerende hadde til å se ned, uansett hvilket system de fulgte. Videre sa han at dette er naturlig da man ved sterk siktreduksjon vil fokusere på hvor man setter beina. Paulsen kommer i sin rapport med konkrete anbefalinger til hva slags merking som bør brukes alt ettersom hvilken tetthet man kan forvente av røyken.

Felles for forskningsrapportene er at ledeevnen ikke avhenger av høy spenning, høy effekt, høy luminans eller høy lux fra det ledende materialet, men heller kontrastforhold og skiltstørrelse. Etterlysende komponenter anses dermed som det materialet med best ledeevne.

Paulsen foreslo i sin rapport å undersøke fremkommelighet i større rom der sikten er redusert. Han sier at folk i stor grad bruker veggene i korridorer, men mener det blir problematisk når man beveger seg i åpne rom, der behovet for merking blir enda større. Det er sannsynlig at denne rapporten er lagt til grunn ved utarbeidelse av Byggforsksbladet 321.038 *Ledesystem for rømning*, ettersom rapporten til Paulsen er oppført som referanse.

Rapportene fra 90-tallet er opptakten til anbefalinger om lavtsittende ledesystem i bygg, og i Byggforsksdatabladet 321.038 *Ledesystem for rømning* fra 2003 er det særlig anbefalt med lavtsittende ledelinjer i åpne arealer.

Norske forskningsrapporter som undersøker rømning i åpne rom, som Paulsen foreslår, er ikke å finne per dags dato.

6 Løsninger og retningslinjer i Europa

De europeiske standardene NS-EN 1838 og NEK EN 50172 er gjeldende for store deler av Europa. I tillegg til disse standardene er ISO 16069 *Graphical symbols – safety signs – safety way guidance systems* [19] gjeldende for de samme områdene.

6.1 ISO 16069

ISO 16069⁸ er standarden som NS 3926 er basert på. Standarden beskriver grafiske symboler, markeringsskilt og ledesystem for bygg. ISO-standarden påpeker at ledesystem i bygg ikke er ment å erstatte nødlis, men at ledesystem og nødlis kombineres for å få best mulig effekt av systemet.

ISO 16069 beskriver at lavtsittende ledelinjer skal brukes som hovedprinsipp, men beskriver muligheten for høytsittende ledesystem. ISO-standarden krever, i motsetning til NS 3926, ikke dokumentasjon på røykfrie områder ved bruk av høytsittende ledesystem.

I den internasjonale standarden står det følgende om etterlysende komponenter (s. 15): ”In bright surroundings or emergency lighting conditions, these components are conspicuous by providing contrast with the mounting surface or by phosphorescent borders to provide contrast with safety colours.” ISO-standarden fordrer dermed ikke ensartet merking i flukt- og rømningsvei, men viser til at etterlysende komponenter vil være tilstrekkelig iøynefallende dersom bakgrunnen skaper fargekontrast mot ledelinjen, eller ved at de etterlysende kantene skaper kontrast med sikkerhetsfargene på skilt og lignende (fri tolkning).

6.1.1 Blending

ISO 16069 beskriver at elektriske markeringsskilt skal dempes ved mørke omgivelser i tilfelle strømbrudd når de er kombinert med etterlysende komponenter. Dette skal gjøres for å sikre god synlighet av systemet ettersom de etterlysende komponentene ikke kommer til utladning ved påvirkning av elektriske lyskilder. Dette beskrives også i NS 3926 i de tilfeller der det er åpent for kombinerte ledesystemer.

6.2 NS-EN 1838 og NEK EN 50172

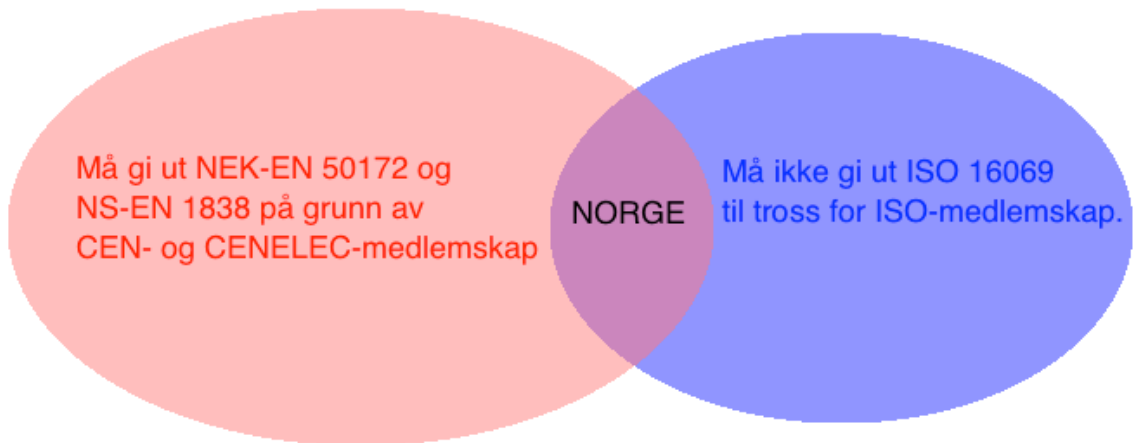
Sven-Erik Brath⁹ uttaler at NS-EN-standarder utgis som EN-standarder av Den Europeiske Standardiseringsorganisasjonen (CEN). De oversettes deretter til norsk og utgis av Norsk Standard som NS-EN. Videre sier han at NEK EN-standarder utgis som NEK-standarder av Den Europeiske Elektrotekniske Standardiseringsorganisasjonen (CENELEC). De oversettes deretter til norsk, og utgis av Norsk Elektroteknisk Komité som NEK-EN. Norge er som CEN- og CENELEC-medlem forpliktet til å utgi disse standardene. Se Figur 7.

Kravene i NS-EN 1838 er minstekrav til utforming av nødlyssystemer og elektrisk baserte høytsittende ledesystemer. Standardens hensikt er å beskrive belysning og skilting til og i rømningsveier for å sørge for at man trygt kommer seg ut fra et område hvis det oppstår svikt i normalbelysningen. NS-EN 1838 tar ikke spesifikt for seg rømning ved brann, men beskriver at hensikten er å belyse rømningsveier ved bortfall av allmennbelysning.

NS-EN 1838 brukes vanligvis i kombinasjon med NEK EN 50172, der NEK-standardene beskriver tekniske krav til komponentene.

⁸ ISO-standarder utgis av Den internasjonale standardiseringskomitéen, og er standarder utarbeidet for internasjonalt bruk. Norge er ISO-medlem, men er ikke forpliktet til å gi ut standarden.

⁹ Sven-Erik Brath, medlem i Norsk lysteknisk komité og norsk medlem i CEN TC 169/ WG 3 (organisasjonen som utarbeider europeiske standarder for nødlis/ledesystemer).



Figur 7 - Norges forhold til internasjonale standarder.

7 Samtaler med aktører

I dette kapittelet presenteres resultater som har fremkommet gjennom samtaler med aktører. Aktørene som har blitt kontaktet er brannrådgivere, elektrorådgivere og fagkyndige som har vært med i arbeidsgruppen for standarden eller forsket på ledesystem. Målet har vært å belyse hva som framstår som problematisk ved TEK10/VTEK og NS 3926. Slik det er nå er det en debatt hvor det er to hovedposisjoner om formuleringer i VTEK og NS 3926. Etter hvert som aktører har kommet med utsagn eller problematikk, har det blitt søkt etter å belyse bakgrunnen eller begrunnelsen for formuleringene.

Denne resultatdelen går nærmere inn på detaljene rundt debatten.

7.1 Vanskeligheter knyttet til VTEK

Aktørene som har blitt kontaktet i forbindelse med denne oppgaven har ytret flere forholdt som oppfattes som problematiske ved VTEK. Det er generelt brannrådgivere som finner teksten i VTEK problematisk, ettersom det er VTEK som legger rammene for konseptet for ledesystem. Ved å belyse problematikken vil argumenter som brukes i debatten komme fram, og potensielle løsninger drøftes i senere kapitler.

Blant brannrådgivere som må forholde seg til TEK10 og VTEK er det en utbredt oppfatning at VTEK er formulert på en måte som virker forvirrende fordi *må* være lavtsittende ledelinjer i fluktvei og rømningsvei. Frustrasjonen dreier seg rundt at formuleringen er så rigid at anbefalingen framstår som et forskriftskrav. Vidar Stenstad¹⁰ ved Direktoratet for byggkvalitet svarer på påstanden ved å si at det ikke er meningen at formuleringen ”må” skal tolkes som et forskriftskrav, men at man kan verifisere at forskriftskravet er oppfylt ved bruk av alternative løsninger. Stenstad uttaler videre at utarbeidelsen av VTEK foregikk parallelt med arbeidet av NS 3926. Han nevner at dette er årsaken til anbefalingen om lavtsittende ledelinjer.

Videre har noen aktører poengtert det som snevert at VTEK bare støtter seg til én standard for prosjektering av ledesystem, og at det burde vært henvist til de internasjonale standardene NS-EN 1838 og NEK-EN 50172 som også er gyldige i Norge. Dette vil drøftes senere i oppgaven.

VTEK beskriver at det i bygg som ikke har ”spesielt tilrettelagte fluktveier” skal utstyres med ledesystem på lik linje som i rømningsvei. Det beskrives som vanskelig å tolke hva som menes med ”spesielt tilrettelagte fluktveier”, ettersom det ikke finnes beskrivelse av dette i verken VTEK eller NS 3926. I Sintef-rapporten *Ledelinjer inne i bygninger* [22] kommer det fram at solide vegger aksepteres som naturlige ledelinjer for blinde og svaksynte. Begrepet vil drøftes senere i oppgaven.

TEK10 krever at rømningsveier skal ha god belysning, og noen aktører peker på at det ikke er sikkert at etterlysende komponenter kan regnes som belysning. Etterlysende materiale gløder, og vil ikke avgi lys på samme måte som elektriske komponenter. Drangsholt¹¹ svarer på påstanden ved å si at etterlysende komponenter regnes som belysning ettersom VTEK beskriver at ledesystem utført i henhold til NS 3926 oppfyller forskriftskravene.

¹⁰ Vidar Stenstad, senioringeniør i Direktoratet for byggkvalitet som utgir TEK10 og VTEK. Privat korrespondanse per e-post 02.04.2013

¹¹ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomiteén for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS Privat korrespondanse per e-post 13.02.2013

I VTEK er det beskrevet at personers kjennskap til rømningsvei skal påvirke behovet for ledesystem (se kapittel 5.2). Dette er pekt på som et element som totalt overses i de preaksepterte ytelsene.

7.2 Problematiske områder ved NS 3926

NS 3926 har trigget en nerve hos flere aktører, og flere momenter ved standarden har blitt ytret som problematiske. Ikke alle uttalelsene til aktørene vil diskuteres videre, da oppgaven må begrenses, eller utsagnene omhandler detaljer som ikke er relevant for å få forståelse for det store bildet. NS 3926 benyttes ved detaljprosjektering av ledesystem, og bygger på konseptet utarbeidet på grunnlag av VTEK.

Det er problematisk at det har blitt en helomvending fra bruk av høytsittende ledesystem til bruk av lavtsittende. Dette er en påstand som de aller fleste aktørene er enige om.

Selv om NS 3926 beskriver løsninger for både etterlysende og elektriske lavtsittende ledelinjer, framstår det som nesten umulig å prosjektere elektriske ledelinjer på grunn av forrigling til brannalarmanlegg, brannsikring av kabler og store inngrep i bygget. Prisforskjellen på elektriske og etterlysende ledelinjer er så vesentlig at det i praksis nesten utelukkende benyttes elektriske ledelinjer.

Blant brannrådgivere og elektrorådgivere som må forholde seg til NS 3926 ved detaljprosjektering er det ytret frustrasjon rundt at standarden framstår som en ”produktstandard” for etterlysende komponenter og ikke kobles tett nok til NS-EN 1838 og NEK-EN 50172 som beskriver elektriske ledesystem. Stenstad¹² svarer at det bare henvises til NS 3926 fordi dette er den eneste standarden som beskriver lavtsittende ledelinjer.

Etterlysende ledesystem i bygg kan være med på å vanskeliggjøre energisparende tiltak i bygg på grunn av behov for elektriske ladelys. I dag er det stort fokus på energisparende tiltak i bygg, og overdreven bruk av etterlysende komponenter kan øke energiforbruk og komplisere energisparende tiltak. Etterlysende komponenter krever ladelys med tilstrekkelig ladeevne for å avgi tilstrekkelig med lading ved bortfall av allmennbelysning. Det kommer fram fra andre aktører at det kan være mulig å installere tidsur på ladelysene slik at de skrur seg på med jevne mellomrom. Det er også mulig å bruke etterlysende komponenter som lades raskt opp med utlades (gløder) sakte.

Noen aktører mener det er snevert å kreve dokumentasjonen på røykfrie områder som skal benytte høytsittende ledesystem. De mener det burde være lagt opp til vurdering av sannsynlighet for røyk i områdene. Det har også blitt hevdet at anbefalingen til dokumentasjon strider med TEK10, § 11-11, 5. ledd: ”Det ikke skal kunne forekomme temperaturer, røykgasskonsentrasjoner eller andre forhold som hindrer rømning.”, ettersom det ikke skal kunne oppstå røyk. Drangsholt¹³ mener dokumentasjonen på røykfrie områder kommer fra den samme forskriftsparagrafen, § 11-11, 5. ledd. Han mener forskriften ikke utelukker røyk, men at røyken ikke skal hindre rømning. Dette er årsaken til at NS 3926 krever dokumentasjon på røykfrie områder ved bruk av utelukkende høytsittende komponenter, ettersom røyken vil skjule høytsittende komponenter. Det er følgende to forskjellige måter å tolke paragrafen på.

¹² Vidar Stenstad, senioringeniør i Direktoratet for byggkvalitet som utgir TEK10 og VTEK. Privat korrespondanse per e-post 02.04.2013

¹³ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomiteén for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 25.02.2013.

En teori som flere ganger har blitt nevnt under argumentasjon mot bruk av lavtsittende ledesystem, er at ledelinjene bare er velfungerende når røyken er sjiktet. Det påstås videre at høysittende ledesystem vil fungere like godt som lavtsittende ledelinjer når røyken er uniformt spredd i rommet. Forskning fra 90-tallet [17] [21] beskriver at lavtsittende ledelinjer er det beste ved rømning i røyk. TEK97 beskriver at ”spesielt tilrettelagte fluktveier” er utstyrt med ledelys.

NS 3926 har vesentlige forskjeller fra ISO 16069, og dermed fra internasjonal gjøremåte. De andre landene som også benyttes CEN/CENELEC-standardene benytter i tillegg ISO 16069. Dette betyr at landene tillater bruk av kombinerte ledesystem, og anbefaler bruk av nødlys og ledesystem for best mulig nytte av systemet. Sven-Erik Brath¹⁴ forteller at Norge er det eneste CEN/CENELEC-landet som tillater bruk av utelukkende etterlysende løsninger. Han sier videre at det sommeren 2013 skal komme ut en ny revisjon av NS-EN 1838 som beskriver at det ikke skal brukes etterlysende komponenter uten bruk av elektrisk nødbelysning.

NS 3926 blir veldig vanskelig å anvende på arbeidsplasser ettersom disse i henhold til arbeidsplassforskriften har krav til nødbelysning, og standarden anbefaler ensartet merking. Drangsholt¹⁵ svarer at det har vært en brist i samkjøringen mellom Direktoratet for Byggkvalitet (DiBk), Standard Norge og Arbeidstilsynet, og at arbeidsplassforskriften har blitt utarbeidet med henvisninger til utgåtte referanser og gamle terminologier som ikke harmonerer med CEN-/CENELEC-standarder eller TEK10. Han sier videre at forskriften bare gjelder arbeidsplasser der det er fare for personell ved bortfall av belysningen, slik som prosessanlegg, industri o.l.

Et annet poeng som er påpekt av flere av aktørene som problematisk, er at dokumentasjonen for behovet for lavtsittende ledesystem i bygg er fraværende. Dokumentasjonen for behovet av lavtsittende ledelinjer i båter/skip er dokumentert, men dette gjelder ikke bygg. Dette fører til at de som arbeider med ledesystem i bygg ikke vet på hvilket grunnlag de lavtsittende ledelinjene anbefales, og dermed undergraves troverdigheten i anbefalingen. Geir Drangsholt¹⁶ sier at NS 3926 er basert på den internasjonale standarden ISO 16069 som igjen stammer fra standarden ISO 15370 som omhandler lavtsittende ledelinjer om bord på skip.

Den nye revisjonen av NS-EN 1838, ISO 16069 og arbeidsplassforskriften er basert på samme prinsipp, hvor det anbefales bruk av nødlys uavhengig av type ledesystem. NS 3926 skiller seg betraktelig fra de andre retningslinjene ved å beskrive behovet for ensartet merking. Se Figur 8

¹⁴ Sven-Erik Brath, medlem i Norsk lysteknisk komité og norsk medlem i CEN TC 169/ WG 3 (organisasjonen som utarbeider europeiske standarder for nødlys/ledesystemer). Privat korrespondanse per e-post 26.02.2013.

¹⁵ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomitéen for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 13.02.2013.

¹⁶ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomitéen for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 12.02.2013.

Bygger på samme prinsipp	}	Arbeidsplassforskriften	Krever nødlys ved enhver arbeidsplass.
		NS 1838	Beskriver nødlys. Ny revisjon krever nødlys ved bruk av etterlysende komponenter.
		ISO 16069	Beskriver at ledesystem og nødlys skal brukes sammen for best nytte av systemet.
	NS 3926	Krever ensartet merking i branncelle, dvs. ingen kombinasjon av etterlysende og elektriske komponenter.	

Figur 8 - Krav til nødlys og ledesystem.

En aktør nevner at NS 3926 ikke tar luminansanbefalinger fra forskning til etterretning, og oppfordrer til høyere luminans enn nødvendig. Dette gjør det vanskeligere å finne tilstrekkelig gode ledelys, og effekten av ledesystemet blir ikke bedre. Dette vil ikke drøftes videre i oppgaven.

Det er også stilt spørsmålsteget til hva NS 3926 definerer som sikkert sted, ettersom det i standarden beskrives at ledesystemet skal lede fram til nødutgang. Nødutgangen i seg selv er ikke nødvendigvis sikkert sted. Det påpekes også at det sent kommer fram at standarden bare gjelder rømning ved røyk på grunn av brann, ikke rømning i forbindelse med terror, gass eller andre forhold. Dette vil ikke drøftes videre i oppgaven.

Det kommer fram at det i fagmiljøet er liten forståelse for forskjellen mellom nødlys og ledesystem, og mener en definisjon av dette i NS 3926 kunne lagt lokk på mange diskusjoner. Dette vil ikke drøftes i oppgaven.

7.3 Oppsummering av samtaler

Her gis en kort oppsummering av punktene som drøftes videre i oppgaven.

7.3.1 Vanskeligheter i VTEK:

1. Det *må* være lavtsittende ledelinjer.
2. Det henvises til én standard (NS 3926).
3. Hva er ”spesielt tilrettelagte fluktveier”?

7.3.2 Begrunnelse for valg i VTEK:

1. Selv om det står *må*, kan man fravike anbefalingen.
2. VTEK ble utarbeidet parallelt med NS 3926, og standardens prinsipp om lavtsittende ledelinjer ble derfor adoptert. Det henvises derfor til NS 3926.
3. Ikke svar. Vil drøftes.

7.3.3 Vanskeligheter i NS 3926:

1. Etterlysende komponenter er vanskelige å bruke i bygg med energisparende tiltak.



2. Røykfrie områder må dokumenteres ved bruk av høysittende ledesystem, dette er motstridende med TEK10.
3. Lavtsittende ledesystem fungerer best ved røyksjiktning, og mister effekt når røyken er uniformt spredt i rommet.
4. NS 3926 skiller seg fra ISO 16069, NS-EN 1838 og NEK EN 50172 og dermed internasjonal gjøremåte.
5. Det dokumenteres ikke at det er behov for lavtsittende ledesystem i bygg.
6. Prinsippet om ensartet merking kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften
7. Kan etterlysende materiale regnes som belysning?
8. Det er i praksis nesten umulig å benytte elektriske ledelinjer.

7.3.4 Begrunnelse for valg i NS 3926:

1. Ved å installere tidsur som skrur på belysningen med jevne mellomrom kan etterlysende brukes i bygg med energisparende tiltak. Det finnes også ledelinjer som raskt lades opp, men utlades (gløder) sent.
2. Dokumentasjon på røykfrie områder kommer fordi TEK10 krever at røykgasser ikke skal hindre rømning. Høysittende ledesystem vil kunne skjules av røyken.
3. Forskning viser at lavtsittende ledesystem fungerer best uansett om røyken er sjiktet eller uniformt spredt.
4. TEK10 gjør at NS 3926 skiller seg ut.
5. Ikke begrunnet. Dette vil drøftes.
6. Det er bare arbeidsplasser med farlig maskineri som rammes av konflikten. Disse kan bruke elektrisk ledesystem
7. Fordi VTEK beskriver at ledesystem utført i henhold til NS 3926 oppfyller kravene i TEK10, kan etterlysende komponenter regnes som belysning.
8. Ikke begrunnet. Dette vil drøftes.

8 Diskusjon

I denne delen vil teorien drøftes. Hittil er teorien og grunnlaget for oppgaven lagt frem, og videre skal det diskuteres mulige løsninger og konsekvenser som kan fremkomme. Diskusjonen dreier seg i all hovedsak rundt tre punkter: 1) behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg, 2) oppfordringen om ensartet merking i samme branncelle, og 3) hvorvidt det er nødvendig å kreve dokumentasjon på røykfrie områder dersom det bare skal benyttes høytstående ledelinjer.

8.1 Byggteknisk forskrift med veiledning

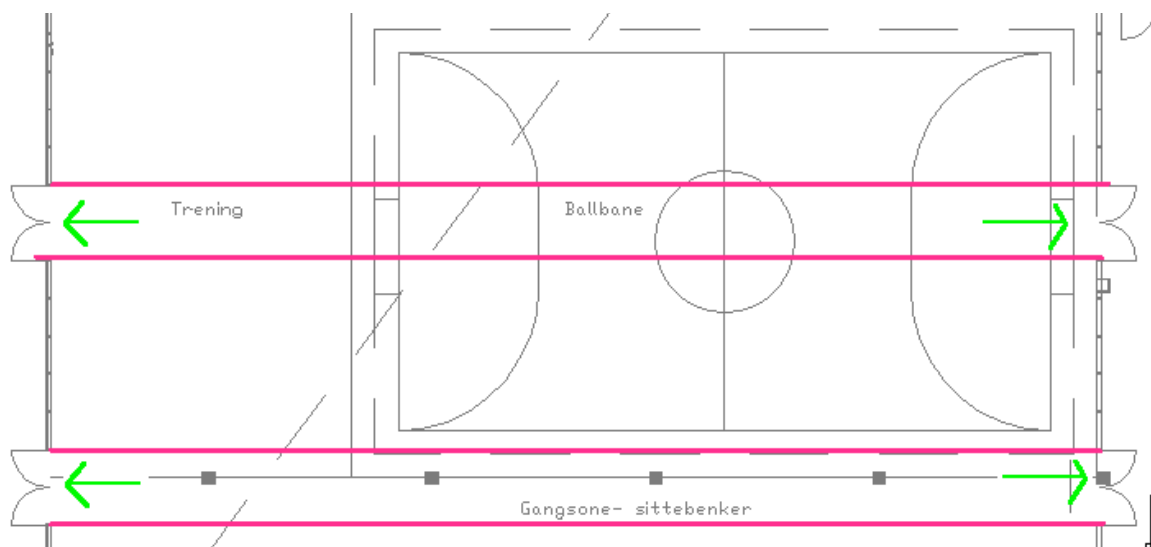
Noen momenter ved VTEK framstår som usammenhengende og rigide. Fordi VTEK angir hvordan man kan oppfylle forskriftskravene fra TEK10, har teksten veldig stor påvirkningskraft. Ved at VTEK anbefaler løsninger som tidligere ikke har vært brukt og som ikke er veldokumentert, kan det oppstå uenigheter blant prosjekterende. Uenighetene kan føre til forskjellige løsninger og faglige diskusjoner.

8.1.1 Praktiske utfordringer med lavtsittende ledelinjer i fluktvei/åpne områder

Teksten i VTEK beskriver at det *må* være lavtsittende ledelinjer i bygg som skal ha ledesystem (se kapittel 5.2 for veiledningstekst). Formuleringen *må* fører til usikkerhet rundt om kravet er på lik linje som et forskriftskrav, eller om det kan fravikes slik som resten av VTEK. Dersom formuleringen er gjeldende på lik linje som et forskriftskrav må alle nybygg med krav til ledesystem benytte lavtsittende ledelinjer.

Lavtsittende ledesystem fremstår som en vanskelig oppgave å prosjektere ledelinjene i bygg som ikke har entydige flukt- og rømningsruter, og det er vanskelig å tolke om man skal ta hensyn til fleksible kontorløsninger eller ikke. I rømningsveier, som er fri for møbler, er lavtsittende ledesystem er relativt enkelt å prosjektere. I fluktveier kan prosjekteringen derimot bli problematisk, disse kan ha møblering, fleksibel kontorløsning og lignende. Problematikken vil først og fremst ramme detaljprosjekterende.

Ledelinjer i åpne områder må integreres i gulvflater ettersom det ofte kan være tungvint å legge linjene langs veggene. Dette kan føre til at linjene blir fremtredende i det arkitektoniske uttrykket, slik som eksempelet fra Plan K2 i Fornebuporten, se Figur 9. Ledelinjer som dette kan også stå i fare for å bli skjult dersom det er større folkemengder i området, og det er mulig kombinert system med elektrisk belysning må benyttes.



Figur 9 - Ledelinjer i åpent område.

8.1.1.1 Årsaken til og behovet for lavtsittende ledelinjer

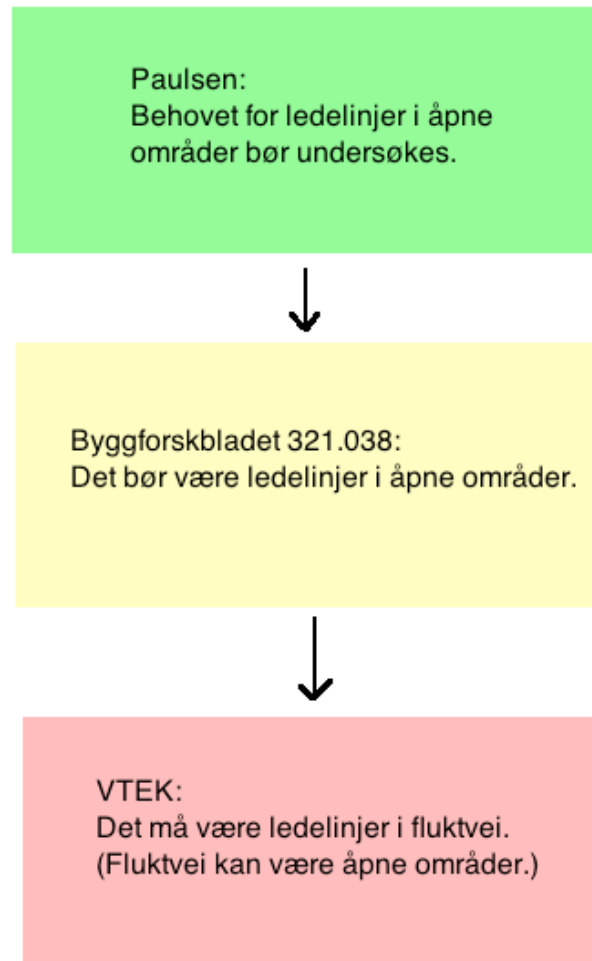
Ved å finne ut årsaken til anbefalingen om lavtsittende ledelinjer kom, kan det være mulig å avdekke rapporter eller forskning som tyder på et behov dette i bygg. Dette kan videre være med på å ”stille stormen” slik at anbefalingene aksepteres.

For å finne ut hvorfor anbefalingen om lavtsittende ledelinjer ble inkludert i VTEK, har Vidar Stenstad¹⁷ i Direktoratet for byggkvalitet blitt kontaktet. Han sier at utarbeidelsen av VTEK ble gjort parallelt med utarbeidelsen av NS 3926. Anbefalingen om at det må være lavtsittende ledelinjer stammer dermed fra standarden og dens oppfordring om at det må dokumenteres røykfrie områder der kun høysittende komponenter skal benyttes. Stenstad sier deretter at ”må” brukes ytelse som minst skal til for å oppfylle forskriftskravene. Det er ikke meningen at teksten i VTEK skal tolkes som et forskriftskrav, men at det kan utarbeides alternative eller minst like gode løsninger forutsatt at det verifiseres at forskriftskravet er oppfylt.

Det er altså NS 3926 som har lagt rammene for hva som står i VTEK, og standarden er roten til anbefalingen om lavtsittende ledesystem. Det ser dermed ut som VTEK ikke har støttet seg til forskning eller andre rapporter som beskriver behovet for lavtsittende ledelinjer.

Til tross for at anbefalingen om lavtsittende ledesystem stammer fra NS 3926, er det ingen norske forskningsrapporter som har undersøkt behovet for lavtsittende ledelinjer i åpne områder. Paulsen [17] beskrev behovet for å undersøke dette videre ettersom man i åpne områder ikke har noe å støtte seg til, noe man har i rømningsveier. Byggforskdatabladet *Ledesystem for rømning* [2] bygde videre på Paulsen sin uttalelse og beskrev at det er særlig aktuelt med lavtsittende ledelinjer i åpne områder. Denne formuleringen kan ha vært opptakten til anbefalingen om lavtsittende ledesystem i fluktvei, selv om den avviker fra anbefalingene til Paulsen. Mens Paulsen anbefaler å undersøke behovet for ledelinjer i fluktvei, mener byggforskbladet at det er spesielt aktuelt med ledelinjer i åpne områder.

¹⁷ Vidar Stenstad, senioringeniør i Direktoratet for byggkvalitet som utgir TEK10 og VTEK. Privat korrespondanse per e-post 02.04.2013.



Figur 10 - Mulig utvikling av anbefaling om ledelinjer i bygg.

Anbefalingen om lavtsittende linjer i åpne områder kan også ha rot i den utenlandske standarden ISO 16069 [19], som NS 3926 er tuftet på. ISO-standardene beskriver at lavtsittende ledelinjer skal være en av hovedkomponentene i et ledesystem, men dokumenterer heller ikke behovet for ledesystem i bygg. ISO-standardene gjør dermed samme feil som NS 3926; manglende dokumentasjon. ISO 16069 stammer i følge Drangsholt¹⁸ fra skipsstandarden ISO 15370, der behovet for lavtsittende ledesystem kan se ut til å være mer nødvendig på grunn av smale, uoversiktlige rømningsveier.

Det har ikke vært mulig å finne svar på hvorfor anbefalingen om ledelinjer i bygg kom. Det har heller ikke vært mulig å få svar på om det er utført forskning på behovet for lavtsittende ledelinjer i åpne områder, slik Paulsen foreslo.

8.1.2 Definisjon av spesielt tilrettelagte fluktveier

I dag er det både brannrådgivere og elektrorådgivere som mener det er for omfattende å kreve lavtsittende ledelinjer i både flukt- og rømningsvei. Det framstår også som utydelig hva som kan defineres som ”spesielt tilrettelagte fluktveier”. Å ha en god forståelse for hva som kan menes med begrepet kan forenkle prosjektering av ledesystem.

¹⁸ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomitéen for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 12.02.2013.

VTEK beskriver at dersom det i brannceller ikke er ”spesielt tilrettelagte fluktveier” fram til rømningsveien, må hele branncellen utstyres med ledesystem tilsvarende som for rømningsvei. Dette betyr blant annet at brannceller uten spesielt tilrettelagte fluktveier må ha tosidig markering med lavtsittende ledelinjer der bredden på fluktveien er bredere enn 2 m. (Se standardens anbefalinger i kapittel 5.5)

Det gis liten forklaring i VTEK, NS 3926 eller annen litteratur på hva begrepet ”spesielt tilrettelagte fluktveier” defineres som. Ved å sende et skråblikk til universell utforming, ser man at bygninger som har korridorer med solide vegger aksepteres som naturlige ledelinjer for blinde og svaksynte [22]. Dersom denne vinklingen velges for å definere spesielt tilrettelagte fluktveier, vil det kreve omfattende bruk av ledelinjer i større brannceller som for eksempel åpne kontorlandskap. Åpne kontorlandskap som på Figur 11 har ikke solide vegger langs hele rømningsruten, og passasjene som har bredde mindre enn 2 m må derfor ha tosidig markering (se kapittel 5.2 og 5.5). Ledelinjene kan føre til mer forvirring enn hjelp.



Figur 11 - Åpent kontorlandskap med overdrevet bruk av ledelinjer.

En annen tolkning av formuleringen kan være så se på bredde og møblement i fluktveien. Korridorer i brannceller uten møblement kan fungere som en ”hovedvei”, og kan anses som spesielt tilrettelagt. Alle evakuerende må inn på denne ”hovedveien” for å komme til rømningsveien. Fraværet av møbler vil også unngå tildekning av lavtsittende ledelinjer slik NS 3926 anbefaler. Se eksempel fra Plan 03 i Fornebuporten: Figur 12.

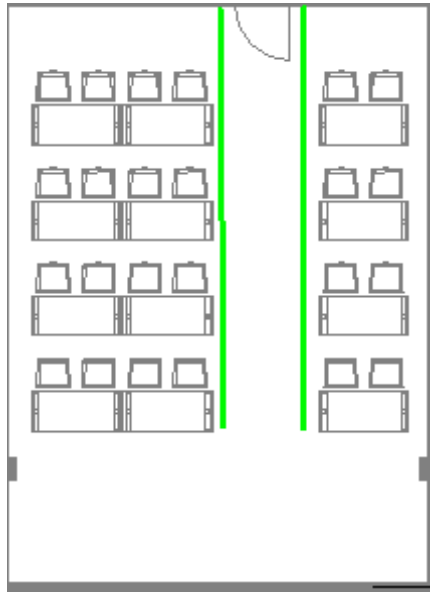


- Møblement i fluktvei hindrer spesielt tilrettelagt fluktvei
- Spesielt tilrettelagt fluktvei

Figur 12 – Eksempel på spesielt tilrettelagt fluktvei.

TEK97 [10] bruker også formuleringen ”spesielt tilrettelagte fluktveier”, og der forutsettes det at disse har ledelys. Dersom denne vinklingen skulle brukes, ville det kommet i konflikt med anbefalingen om ensartet bruk av type ledesystem i samme branncelle. Ettersom arbeidsplassforskriften allerede kommer i konflikt med anbefalingen om ensartet merking, vil det ikke være noe i veien for å benytte ledelys i fluktvei. Dette vil også følge samme prinsipp som ISO 16069 og den nye revisjonen til NS-EN 1838.

Den beste løsningen for å definere spesielt tilrettelagte fluktveier vil være å se på møblement og tilrettelagte gangpassasjer som kan benyttes ved rømning. Som oftest er det gangpassasjer i bygg som er fri for møblement, og disse kan defineres som spesielt tilrettelagte fluktveier. Disse passasjene kan i tillegg utstyres med ledelys for å gi best nytte av systemene. Se eksempel fra Plan K2 i Fornebuporten: Figur 13.



Figur 13 - Spesielt tilrettelagt fluktvei i møterom.

8.1.3 Personers kjennskap til rømningsvei

Teksten som omhandler ledesystem i VTEK motsier seg selv til en viss grad. Det fremkommer at behovet for ledesystem i bygg er avhengig av hvor godt menneskene som oppholder seg der kjenner rømningsveiene. Se kapittel 5.2 for veiledningstekst. Et eksempel på dette er kontorbygg, der de ansatte er godt kjent med rømningsveier. De preaksepterte ytelsene beskriver videre at kontorbygg skal ha ledesystem, og undergraver dermed den første påstanden om at menneskers kjennskap til rømningsveier skal være en tellende faktor ved vurdering av behovet for ledesystem.

Slik VTEK formuleres, kan personers kjennskap til rømningsveier være en gyldig grunn til å utelate bruk av ledesystem. Ved å samtidig anbefale ledesystem for enkelte bygg hvor personene kjenner rømningsveiene (kontorbygg), vil det kreves fraviksdokumentasjon. Dette betyr bruk av ekstra ressurser på noe som enkelt kunne vært løst. Hvilken effekt vil ledesystem ha i et bygg hvor de ansatte kjenner rømningsveier? Hvis det er slik at VTEK legger opp til at ledesystem skal brukes i bygg det egentlig ikke er behov for det, vil både veiledningen og ledesystemet være lite hensiktsmessige. Det bør være en åpning for bruk av skjønn ved vurdering av behovet for ledesystem.

Dersom personers kjennskap til rømningsveier kan være en faktor som tas hensyn til ved vurdering av type ledesystem, vil det kunne bli lettere å prosjektere høysittende ledesystem. Dersom det blir lettere å prosjektere høysittende ledesystem kan mye av diskusjonen rundt lavtsittende ledelinjer opphøre.

8.2 Innvendinger mot NS 3926

Frustrasjonen rundt NS 3926 gjelder flere punkter: hovedsakelig dreier det seg om oppfordringen til dokumentasjon av røykfrie områder der det skal brukes høysittende ledesystem og anbefalingen om ensartet merking. Problemer oppstår også ved detaljprosjektering hvor det finnes få retningslinjer for hvordan utforming av ledelinjene i fluktveien skal være og i hvilken grad de skal være tilstede i bygget.

Forskning viser at lavtsittende ledelinjer er best ved rømning gjennom røyk. NS 3926 tar høyde for dette røyk ved å anbefale lavtsittende ledelinjer, og rømningssikkerheten i bygg med dette være forberedt for nødssituasjoner som brann- og røykutvikling.

8.2.1 Vanskeligheter ved ensartet merking

Ensartet merking framstår som et problem fordi man fra tidligere er vant til nødlys som sørger for tilstrekkelig belysning slik at rømning kan foregå på en sikker måte ved bortfall av allmennbelysning. I tillegg krever arbeidsplassforskriften, fra og med januar 2013, nødlys i rømningsveier og nødutganger ved alle arbeidsplasser.

NS 3926 beskriver ikke at det er unødvendig med nødlys, men prinsippet om ensartet merking er vanskelig å overholde på grunn av arbeidsplassforskriften. På grunn av NS 3926 er Norge det eneste CEN-/CENELEC-landet som tillater utelukkende bruk av etterlysende komponenter. De andre medlemslandene bruker NS 1838 og NEK-EN 50172, og den nye revisjonen av NS 1838 beskriver at det må brukes nødlys i bygg som benytter etterlysende ledesystem¹⁹. Også ISO 16069 beskriver at ledesystem skal brukes i kombinasjon med nødlys for å få best nytte av systemet.

ISO 16069 løser elegant problematikken rundt potensiell blending fra elektriske markeringsskilt som hindrer synligheten til etterlysende komponenter (se kapittel 6.1). Dette gjøres ved å kreve at de elektriske komponentene dempes ved tap av normalbelysning slik at de etterlysende komponentene kommer til syne. En slik løsning kunne også vært mulig her i Norge, og det kunne løst problematikken med ensartet merking i brannceller.

En ulempe ved bruk av bare lavtsittende ledelinjer er risikoen for at evakuerende kan skjule ledelinjene. Ved bruk av nødlys i tillegg til ledelinjene opplyses området slik at de evakuerende både kan se ledelinjene og området de rømmer fra. Dette vil ta høyde for flere nødsituasjoner, og vil gi god nytte av systemet [19].

I det store og det hele synes det snevert å kreve ensartet merking i brannceller når det er mulig å dempe elektriske markeringsskilt ved bortfall av allmennbelysning. I tillegg skaper NS 3926 problemer knyttet til nødbelysning ved å kreve ensartet merking. En løsning på problemet kan være å fjerne anbefalingen om ensartet merking. Problematikken kunne også vært unngått dersom det var flere elektriske ledelinjer på markedet slik at man hadde mulighet til å velge noe annet enn etterlysende ledesystem, eller ved å åpne for kombinerte systemer i større grad.

8.2.2 Hva skjer med høytsittende ledesystem?

Tidligere regelverk har lagt til rette for bruk av høytsittende ledesystem. Ved å begrense muligheten til å benytte høyt plasserte ledesystem bryter VTEK og NS 3926 med godt innarbeidede rutiner. Hovedsakelig kan problematikken spores tilbake til nettopp den store omveltningen med anbefaling om lavtsittende markering fremfor høytsittende, ettersom hele fagmiljøet har blitt nødt til å omstille seg.

At det både er mindre lønnsomt og vanskeligere å installere elektrisk ledesystem kan være en fordel, da forskning tyder på at etterlysende ledesystem er mer effektivt ved rømning i røyk [17][24]. På en annen side kan det diskuteres hvor ofte man evakuerer gjennom røyk sammenlignet med evakuering uten røyk. Ved rømning gjennom røyk er etterlysende ledelinjer det beste, ved rømning uten røyk er høytsittende tilfredsstillende.

¹⁹ Sven-Erik Brath, medlem i Norsk lysteknisk komité og norsk medlem i CEN TC 169/ WG 3 (organisasjonen som utarbeider europeiske standarder for nødlys/ledesystemer). Privat korrespondanse per e-post 26.02.2013.

Ved å bruke lavtsittende ledelinjer vil man kunne se markeringen uansett røykfrie eller røykfulle områder. Bruk av høytsittende ledesystem kan vanskeliggjøre rømning gjennom røyk, men det er ingen rapporter som tyder på at høytsittende ledesystem ikke fungerer tilfredsstillende i rømningssituasjoner.

Dersom det åpnes vurdering av sannsynlighet for røyk ved valg av type ledesystem kan fremme bruk av høytsittende ledesystem og forenkle prosjekteringen av ledesystem.

Behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg bør undersøkes, ettersom det på nåværende tidspunkt ikke kan konkluderes med om det er behov eller ikke. Sannsynlighet for røyk i bygg bør være en faktor som tas med i vurderingen rundt valg av type ledesystem.

8.2.3 En vurdering av behovet for lavtsittende ledesystem

Verken VTEK eller NS 3926 dokumenterer behovet for lavtsittende ledesystem for rømning av bygg i røyk. Drangsholt²⁰ forteller at ISO-standard 16069, som NS 3926 er tuftet på, igjen er utarbeidet på grunnlag av standarden ISO 15370 *Ships and Marine Technology – Low location lighting (LLL) on passenger ships – Arrangement*. Dette tyder på, noe som også støttes av fagekspertene, at retningslinjene for ledesystem har blitt adoptert fra skipsindustrien uten at det er gjort berettiget undersøkelser for behovet i bygg. En sammenligning kan trekkes til kravet om røykvarslere, som i følge Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap [23] redder 10-15 liv hvert år. Behovet for røykvarslere i hjem er dermed dokumentert, men det finnes ikke lignende rapporter for ledesystem.

Dersom behovet for lavtsittende ledesystem i fluktvei i bygg kan dokumenteres er det mulig at mye av diskusjonen rundt standarden vil opphøre. Forskingen fra 90-tallet var utført i bygg og korridorer som lignet skipskorridorer, da de var trange og uoversiktlige. Fluktvei i brannceller i bygg er ofte større enn korridorer i skip, og sammenligningen mellom skip og bygg er gjort på feil grunnlag.

Selv om forskning har vist at lavtsittende ledesystem er mest effektivt ved rømning i røyk, har det ikke vært mulig å få tak i rapporter som undersøker behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg. Rapporter fra branner som beskriver at manglende ledelinjer i bygg har vært en direkte årsak til tap av liv har heller ikke vært mulig å oppdrive. Det er dermed få eller ingen norske rapporter som tyder på at høytsittende ledesystem er utilstrekkelig.

Det er drøftet for at lavtsittende ledelinjer er mest effektive ved rømning i røyk. Lavtsittende ledelinjer bør dermed vurderes der det er sannsynlighet for røyk i flukt- og rømningsvei. Slik det er i dag er det heller ikke gjort undersøkelser om hvorvidt det er behov for lavtsittende ledesystem i bygg, forsøkene fra 90-tallet baserte seg på trange korridorer som lignet rømning i skip. Per dags dato er det krav til flere branntekniske tiltak i bygninger som også har krav til ledesystem. Tiltakene er:

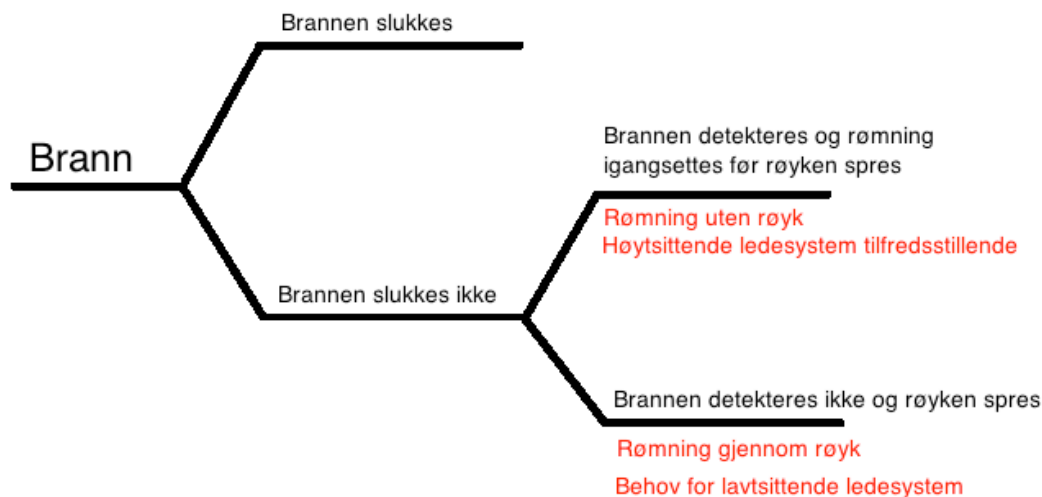
- Automatisk slokkeanlegg, krav til byggverk i risikoklasse 6 og byggverk i risikoklasse 4 med heis. (TEK10, § 11-12, 1. ledd)
- Brannalarmanlegg, krav til byggverk i risikoklasse 2 - 6 (TEK10, §11-12, 2. ledd)

Det er altså krav til brannalarmanlegg i alle bygg som også har krav til ledesystem.

²⁰ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomiteén for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 12.02.2013

I båter og trange korridorer vil det ta kort tid før røyken spres over hele takflaten og skjuler høytsittende ledesystem ettersom den ikke kan spres andre steder enn nedover. I større areal som kontorlokaler vil røyken bruke lenger tid på å spre seg til hele lokalet og på å skjule de høytsittende ledesystemet. Det er også sannsynlig at de ansatte oppdager røyken, eller at brannalarmanlegget detekterer brannen slik at rømning igangsettes på et tidlig stadium. De evakuerende behøver da ikke evakuere gjennom større mengder røyk. Se Figur 14 for hendelsestre som illustrerer når det er behov for lavtsittende ledelinjer i bygg med både sprinkleranlegg og brannalarmanlegg.

Bygg med sprinkleranlegg og brannalarmanlegg



Figur 14 - Hendelsestre over behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg med sprinkleranlegg og brannalarmanlegg.

Av Figur 14 kan man se at det i bygg med både sprinkleranlegg og brannalarmanlegg er få tilfeller som utløser et reelt behov for lavtsittende ledelinjer. TEK10 stiller i dag mange krav til brannsikkerhet i bygg og det er dermed mange tiltak som skal feile før det er behov for lavtsittende ledelinjer ved rømning.

Det kan også hende at utbredt bruk av lavtsittende ledesystem fører til at evakuerende velger rømningsveien fordi de ser ledelinjene i gulvet. Man bør på generell basis ikke rømme gjennom røyk. Dersom man kan se ledelinjen i området man skal rømme fra, kan det hende at ledelinjen oppfordrer til rømning i større grad enn høytsittende ledesystem. Dette er en vanskelig drøftning, ettersom reelle brannsituasjoner i så fall må undersøkes.

Det kan også ses på et scenario i et stort bygg med lavtsittende ledesystem. Dersom det bryter ut brann i en av etasjene, er det ikke så mange i bygget som rammes direkte av røyk fra brannen, og det er kanskje 10-20 % som har behov for det lavtsittende ledesystemet. På en annen side vil det være umulig å forutsi hvor brannen oppstår, og dersom 10 % virkelig har behov for det lavtsittende ledesystem er det et velfungerende tiltak for å ivareta rømningssikkerhet. Det er heller aldri mulig å forutse hvor brannen oppstår i et bygg, og lavtsittende ledelinjer tar høyde for dette.

Til tross for dette er det noen typer bygg som vil ha større behov for lavtsittende ledelinjer, dette kan eksempelvis være sykehus, omsorgshjem og offentlig tilgjengelige områder hvor personene ikke er kjent med rømningsveier.

Sannsynligheten for røyk og personers kjennskap til rømningsveiene bør derfor være en tellende faktor ved vurdering av type ledesystem i bygg.

8.3 Avviket NS 3926

Som tidligere nevnt (se kapittel 5.4), må man forholde seg til flere standarder dersom man skal prosjektere elektrisk ledesystem. NEK EN 50172 var i kombinasjon med NS-EN 1838 tidligere de eneste standardene som forelå for prosjektering av ledesystem. Nå er NS 3926 kommet i tillegg.

Lyskulturs utgave nr. 7, Nødlys/ledesystemer [16] beskriver at forskjellen mellom NS-EN 1838 og NS 3926, er at NS-EN 1838 forutsetter rømningsveier uten røyk og at nødbelysningen erstatter manglende kunstig belysning, mens NS 3926 forutsetter at det røyk i rømningsveiene.

Hensikten til standardene er forholdsvis like, der begge vil sikre trygg forflytning mot og i rømningsveier. Lyskulturs utgave nr. 7 [16] (s. 13), påpeker derimot disse forskjellene i formuleringene av formålet i standardene:

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 belysningen svikter.”

NS 3926: ”Grunnlaget for prosjektering av ledesystemer for rømning er at det forventes røykutvikling ved brann, og at rømning kan foregå gjennom røykfylte områder.”

Geir Drangsholt²¹ sier at intensjonen med standarden var at den skulle dekke behovet for prosjektering av ledesystem uten bruk av NS-EN 1838. Under arbeidet med NS 3926 ble arbeidsgruppa klar over at NS-EN 1838 var en internasjonal CEN-standard som Norge automatisk godkjenner og dermed ikke kunne erstattes. NS 3926 henviser derfor til NS-EN 1838 som en nødlysstandard.

Norge plikter å gi ut NS-EN 1838 og NEK EN 50172 på grunn av CEN-/CENELEC-medlemskap, men har ingen plikt til å gi ut NS 3926. NS 3926 henviser til de andre standardene på de første sidene av standarden, men svikter oppfølgingen av dette.

Ved å inkludere henvisning til NS-EN 1838 og NEK EN 50172 i VTEK vil man lettere kunne vise til alternative måter å prosjektere ledesystem på. Man må ikke benytte lavtsittende ledesystem, og NS-EN 1838 beskriver høysittende ledesystem i tillegg til nødbelysning.

8.3.1 Ny revisjon av NS-EN 1838

Sven-Erik Brath²², uttalte at det sommeren 2013 skal komme ut en ny revisjon av NS-EN 1838 med krav til at etterlysende komponenter brukes i kombinasjon med nødlys. Dette strider med prinsippet om ensartet merking som NS 3926 bygger på, men integrerer kravet arbeidsplassforskriften stiller til nødlys. NS-EN 1838 vil også gå i tråd med ISO 16069, standarden NS 3926 er tuftet på.

²¹ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomitéen for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 12.02.13.

²² Sven Erik Brath, medlem i Norsk Lysteknisk Komité og norsk medlem i CEN TC 169/WG 3 som utarbeider Europeiske standarder på området. Privat korrespondanse per e-post 01.03.2013

Ettersom NS-EN 1838 er en standard som automatisk blir godkjent i Norge, vil det bli to standarder for ledesystem med motstridende prinsipp, og rådgivere som skal lage konsept for ledesystem får enda et hensyn å ta i betraktning. Ettersom prinsippet i NS 3926 om ensartet merking er vanskelig å følge, bør VTEK også vise til NS-EN 1838 som anbefaler bruk av nødlys i kombinasjon med etterlysende komponenter.

8.3.2 Etervirkninger av innføringen av NS 3926

Etervirkningene av at NS 3926 ble innført som tillegg til NS-EN 1838 og NEK-EN 50172 blir at man kan bli nødt til å forholde seg til tre forskjellige standarder ved prosjektering av elektriske ledesystem uavhengig om det er lavtsittende eller høysittende. Ved prosjektering av etterlysende ledesystem kan man utelukkende forholde seg til NS 3926 som med sine tre deler tar for seg alle aspektene denne prosjekteringen.

I Norge er NS 3926 et tillegg i retningslinjene for ledesystem, og selv om de europeiske standardene fremdeles er gyldige i Norge, henvises det i VTEK til den norske standarden NS 3926. NS 3926 er den eneste standarden som beskriver lavtsittende ledesystem, slik det anbefales i VTEK. At VTEK er tuftet på NS 3926 kan anses som snevert, ettersom de europeiske standardene fremdeles er gyldige, selv om de blir totalt oversett.

Ved å åpne for branntekniske vurderinger i teksten, vil det kunne bli lettere å skreddersy løsninger som tilfredsstiller oppdragsgivers krav uten at rømningsikkerheten i bygget svekkes.

8.4 Vanskeligheter knyttet til de ulike ledesystemer

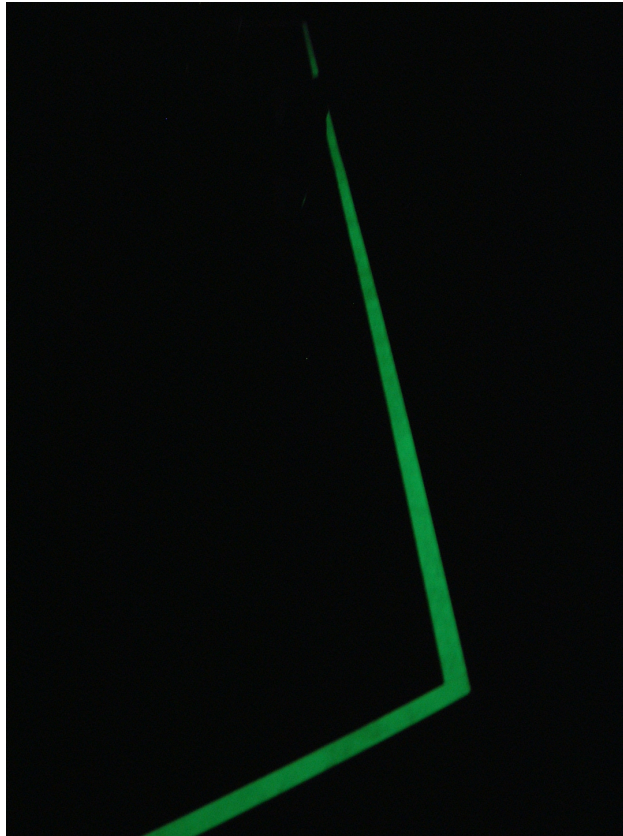
8.4.1 Etterlysende ledesystem

Ved valg av etterlysende ledesystem kan man utelukkende følge standarden NS 3926 sine tre deler; NS 3926-1, NS 3926-2 og NS 3926-3, og retningslinjene er dermed oversiktlig samlet i én standard.

8.4.1.1 God belysning i rømningsveier

På bakgrunn av forskriftsteksten (se kapittel 5.1) som krever god belysning i rømningsvei, er det stilt spørsmål til hvordan det skal være mulig å prosjektere et ledesystem utelukkende ved bruk av etterlysende komponenter.

VTEK viser til standarden NS 3926 og beskriver at denne tilfredsstiller kravene gitt i TEK10. Dette kan bety at standarden kan følges uten ekstra innretninger, og det er ikke behov for ytterligere belysning. Om etterlysende komponenter er belysning kan diskuteres. Etterlysende komponenter avgir ikke lys, men gløder i mørke omgivelser. De vil dermed markere og definere rømningsrutene, men ikke belyse den på lik linje som elektrisk belysning, se Figur 15.



Figur 15 - Illustrasjon av etterlysende ledesystem ved bortfall av allmennbelysning. Foto: Geir Drangsholt.

Som man kan se av Figur 15, avgir ikke linjene nevneverdig med lys, og det er vanskelig å se hva som er i rømmingsveien. Dette kan føre til at rømning foregår saktere enn ved bruk av elektrisk ledesystem, som i større grad lyser opp området det skal rømmes fra.

I praksis betyr dette at man i henhold til VTEK og NS 3926 ikke behøver å installere ledelys/nøddlys i bygg som har etterlysende ledesystem med lavtsittende ledelinjer. De etterlysende ledelinjene forutsettes å avgis nok lys til at rømning kan foregå på en trygg måte, men mengden lys som avgis vil ikke være tilstrekkelig stor til å belyse rømmingsvei på lik linje som elektrisk belysning. Det kan trekkes slutningen at man for å oppfylle forskriftskravet i TEK10 vil det være behov for nøddlys for å sørge for ”god belysning”. Etterlysende komponenter bør ikke brukes alene. Det samme prinsippet brukes i de internasjonale standardene.

8.4.1.2 Bruk av kombinerte systemer

Noen områder kan i følge NS 3926 benytte kombinert system for å hindre panikk og høyne rømmingssikkerheten. Det beskrives da at de elektriske komponentene skal dempes ved bortfall av allmennbelysning for å sikre synligheten til de etterlysende ledelinjene (se kapittel 5.5).

Det gjøres unntak fra anbefalingen om ensartet merking i rom med høy persontetthet, der det anbefales bruk av kombinert system for å øke effekten av systemet samt redusere risikoen for panikk. De høyt monterte elektriske komponentene skal dempes ved strømbrydd for å hindre blending. Begrunnelsen for bruk av kombinert system er fordi store menneskemengder kan risikere å skjule de lavtsittende ledelinjene som er i gulvet. Ved å supplere med høytsittende elektriske komponenter, vil markeringsskiltene bli iøynefallende slik at evakuerende raskt kan lokalisere utganger. Ved bortfall av allmennbelysningen skal de elektriske markeringsskiltene

dempes, men antipanikkbelysning vil fremdeles belyse områdene. Antipanikkbelysningen vil dermed fungere på samme måte som nødlys.

Det framstår som usammenhengende at kombinerte systemer ikke er akseptert for øvrige områder. Kombinerte systemer gir mulighet for nødlys/antipanikkbelysning, og denne typen belysning skal ikke dempes ved bortfall av allmennbelysningen. Dette støtter saken om å fjerne anbefalingen om ensartet merking.

8.4.1.3 Allmennbelysning og nødlys

Drangsholt²³ sier at ved detektert røyk uten bortfall av allmennbelysning forutsettes det at kontrasten i de etterlysende ledelinjene og markerings- og retningskilt er gode nok til å lede menneskene til rømningsvei. Dette kan virke motstridende til anbefalingen om ensartet merking i brannceller, ettersom nødlys vil kunne belyse de lavtsittende ledelinjene på samme måte som allmennbelysningen. NS 3926 beskriver ikke nødlys, men prinsippet om ensartet merking motarbeider elektrisk nødlys.

Det er altså tillatt til å ha etterlysende ledesystem sammen med elektrisk allmennbelysning i en nødssituasjon, men ikke etterlysende ledesystem sammen med elektrisk ledelys/antipanikkbelysning i en nødssituasjon. Overgangen mellom hva som er lov og hva som ikke er lov synes dermed å være veldig smal.

Begrunnelsen er den samme som ved kombinert ledesystem: nødlyset vil bli de eneste elektriske lyspunktene dersom allmennbelysningen bortfaller, og vil potensielt kunne blende de etterlysende komponentene slik at de ikke kommer til utlading. Allmennbelysning gir jevnere lys enn nødlys, og kontrastforholdene i de etterlysende komponentene vil fremdeles synes, til tross for at de ikke kommer til utlading.

8.4.1.4 Slitasje

De etterlysende komponentene består av et plastikkmateriale som limes på eller slisses ned i gulv eller vegger. Ved installasjon i gulv kan komponentene lett bli utsatt for slitasje, men ved normalt bruk garanteres levetiden for i 5 år. Ved bruk av etterlysende komponenter i garasjeanlegg kan slitasjen bli særdeles stor på grunn av biltrafikk. I slike områder kan det være fordelaktig å bruke høytstående, elektrisk ledesystem, da disse i mindre grad blir utsatt for fysisk slitasje.

8.4.1.5 Energisparende tiltak i bygg med etterlysende komponenter

Et av problemene man kan støte på når man jobber med etterlysende ledesystem er prosjektering av system som fungerer i bygg med energisparende tiltak. De energisparende tiltakene kan være at lys i bygget skrur av ved inaktivitet, eller utbredt bruk av LED-lys. LED-lys avgir ikke UV-lys²⁴, noe som er avgjørende for oppladningen av etterlysende komponenter. Dersom lysene i bygget skrur av ved inaktivitet kan de etterlysende komponentene få for lite oppladning til at de er i stand til å gi fra seg lys ("gløde") i den tid det er krav til dette. Det er også viktig at ledesystemet er i tråd med det estetiske uttrykket til bygget, og kan for noen se ut som en utfordring med etterlysende komponenter.

For å ivareta ladeeffekten til det etterlysende systemet ved energisparende tiltak i bygget, kan det være nødvendig å installere et tidsur som slår lyset på i korte intervaller for å sikre kontinuerlig

²³ Geir Drangsholt, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 13.02.13.

²⁴ Opplysninger fra Sven-Erik Brath, medlem i Norsk Lysteknisk Komité og norsk medlem i CEN TC 169/WG 3 som utarbeider Europeiske standarder på området. Privat korrespondanse per e-post 25.02.2013

lysstyrke i det etterlysende systemet. Bygg med energisparende tiltak som for eksempel avskrudd belysning ved inaktivitet, kan benytte seg av ladelys med høy fargetemperatur. På den måten vil det etterlysende materialet raskere lades opp, og ladelyset kan raskt skrues av igjen.

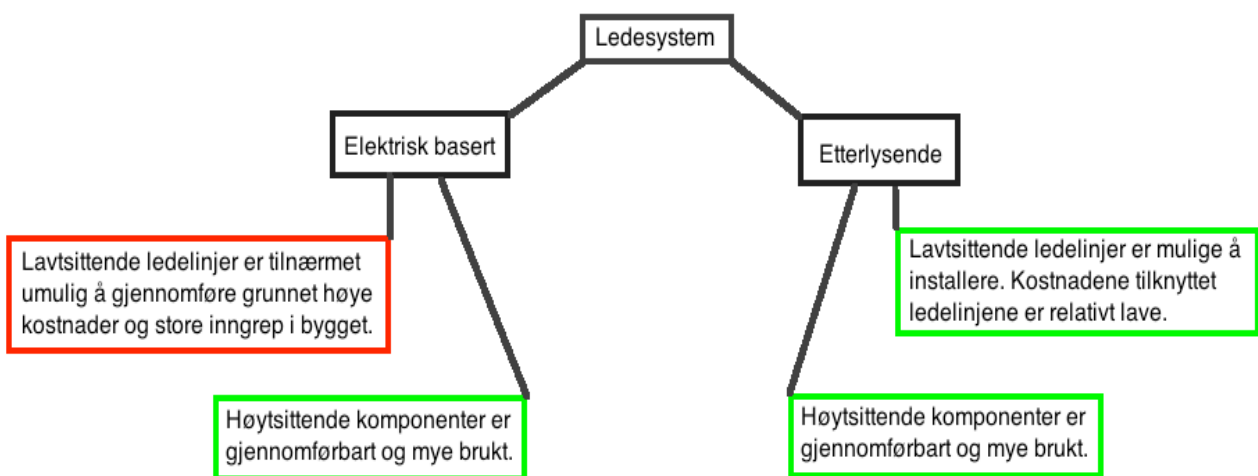
Dersom det er utbredt bruk av LED-lys kan det være nødvendig med vanlige lysarmaturer langs de etterlysende komponentene som med jevne tidsintervall skrues på for å lade opp. Om dette ikke er en mulighet blir man tvunget til å bruke elektrisk basert ledesystem eller til å dokumentere røykfrie områder.

En annen mulighet ved bygg som har energisparende tiltak, er å prosjektere ledesystem som har etterlysende komponenter som lades raskt opp men har lang glødetid ved bortfall av allmennbelysningen. Av en produsent²⁵ blir det opplyst at denne typen ledelinjer er nesten dobbelt så kostbare som vanlige ledelinjer.

8.4.2 Elektrisk basert ledesystem

En fordel ved bruk av elektrisk basert ledesystem er at man kan benytte ledelys som lyser opp rømningsruten. Denne typen belysning omtales av fagpersoner som mer effektiv i rømnings situasjoner der det ikke er røyk tilstede, ettersom de evakuerende kan se hvor de skal rømme. Etterlysende ledelinje er mer effektiv enn elektriske punktlyskilder dersom det er røyk i rømningsveien, og det kan dermed konkluderes med at de forskjellige typene ledesystem er best på hvert sitt område; rømning med eller uten røyk.

I praksis er det omtrent umulig å benytte lavtsittende, elektriske ledelinjer grunnet store kostnader. Dette betyr at dersom man følger NS 3926 kan elektrisk ledesystem nesten utelukkende brukes der det dokumenteres røykfrie områder.



Figur 16 - Elektrisk og etterlysende ledesystem.

8.4.2.1 Montering og vedlikehold

Dersom det planlegges at den elektriske ledelinjen skal legges i gulvet er det sannsynlig at gulvet må skjæres opp for å få plassert komponentene. Gulvet bør deretter behandles med epoxy, silikon eller lignende for å sikre at det ikke blir skade i gulvet og for at systemet ikke skal bli utsatt for slitasje. Ved plassering i vegg er det mindre behov for å skjære seg inn i veggen, men det kan oppstå situasjoner der det er nødvendig også ved denne plasseringen. Kablene til de

²⁵ Smart Signs, leverandør av etterlysende skilt og ledelinjer, privat korrespondanse per e-post 29.04.2013 sjekk alle datoene

elektriske ledelinjene må brannsikres og forrigles til brannalarmanlegget slik at de aktiveres ved utløst brannalarm/nødsituasjon.

Montering i gulv eller på vegg samt behandling av epoxy/silikon gjør at de elektriske ledelinjene blir lite fleksible, og det kan være nødvendig med luker inn til de elektriske komponentene for å lette vedlikehold. Samlet sett anses det som tungvint med elektriske ledelinjer.

8.4.2.2 Dokumentasjon av røykfrie områder

Geir Drangsholt²⁶ sier oppfordringen om dokumentasjon av røykfrie områder der det bare skal brukes høytsittende ledesystem stammer fra TEK10 § 11-11, 5. ledd (se kapittel 5.1). Forskriften beskriver at det ikke skal kunne forekomme temperaturer, røykgassforekomster eller andre forhold som hindrer rømning. Formuleringen i forskriftskravet kan tolkes på to forskjellige måter:

- 1) Det skal **ikke** kunne oppstå temperaturer, røykgassforekomster eller andre forhold som hindrer rømning, det vil si ingen røyk i det hele tatt.
- 2) Det forutsettes at det **kan** oppstå temperaturer, røykgassforekomster eller andre forhold, men disse skal ikke kunne hindre rømning.

Konsekvensen av de ulike tolkningene av forskriften fører til faglige uenigheter. Drangsholt tolker forskriften dithen at røyk kan oppstå, men at den ikke skal kunne hindre rømning. Han mener dermed at høytsittende ledesystem vil kunne skjules av røyken, og dermed begrense muligheten for rømning, noe som er motstridende til TEK10.

Det kan påpekes at det er særdeles vanskelig å sikre at det ikke forekommer røyk, da man aldri kan vite for sikkert om eller hvor det oppstår brann. Det synes dermed at Drangsholt tolker forskriften på best måte, ettersom det er praktisk talt umulig å hindre at det forekommer røyk.

Røykventilasjonsanlegg har ofte en pålitelighetsfaktor, ved en pålitelighetsfaktor lik 0,9 forventes det at røykventilasjonsanlegget fungerer i 9 av 10 tilfeller. Det vil dermed være 10 % sjansje for at røykventilasjonen ikke fungerer, og til tross for dokumenterte røykfrie områder kan rømning foregå gjennom røyk. Dette taler for å benytte sannsynlighet ved vurdering av hvilken type ledesystem som skal benyttes.

Om det er slik at røyken vil fullstendig skjule høytsittende ledesystem i bygg som har brannalarmanlegg og sprinklersystem bør undersøkes.

8.5 På kant med arbeidsplassforskriften

Det kan se ut til at NS 3926 kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften [12]. I forskriften, § 2-13 1. ledd (se kapittel 4.2.1 for forskriftstekst), kreves nødbelysning av tilstrekkelig styrke ved arbeidsplasser der arbeidstakerne kan bli utsatt for fare ved svikt i den kunstige belysningen. § 2-13, 2. ledd i samme forskrift krever nøddlys tilstrekkelig til å dekke behovet i rømningsveier og nødutganger i tilfelle svikt i den ordinære belysningen.

Konflikten oppstår som følge av at NS 3926 beskriver ensartet merking i samme branncelle, og det er omfattende og dyrt med lavtsittende elektriske ledelinjer, samt at det er få av de elektriske produktene som tilfredsstillende kravene i standarden.

Arbeidsplassforskriften er en forskrift på lik linje med TEK10, og forskriftskravene kan dermed ikke fravikes.

²⁶ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomitéen for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 25.02.13

8.5.1 Virksomheter med farlig maskineri

Arbeidsplasser der arbeidstakerne kan bli utsatt for fare ved svikt i den kunstige belysningen skal i følge arbeidsplassforskriften ha nødbelysning av tilstrekkelig styrke. Dette fører til at disse bygningene må ha elektrisk nødlys i kombinasjon med ledesystem både i flukt- og rømningsvei. Dersom man velger å følge NS 3926 kan konflikten vanskeliggjøre prosjektering av ledesystem, ettersom man må ta hensyn til anbefalingen om ensartet merking. For å følge prinsippet om ensartet merking må man benytte elektrisk ledesystem med lavtsittende ledelinjer, noe som er tungvint og dyrt.

Ved spørsmål om uoverensstemmelsen NS 3926 ser ut til å ha med arbeidsplassforskriften, svarer Drangsholt²⁷ at det er har vært en kommunikasjonsbrist mellom Direktoratet for Byggkvalitet, Norsk Standard og Arbeidstilsynet. Han sier at det i arbeidsplassforskriften henvises til eldre standarder og det brukes uttrykk som ikke harmonerer med CEN-standarder (NEK-EN 50172 og NS-EN 1838) eller TEK10 og VTEK.

Videre sier Drangsholt at arbeidsplassforskriften krever nødlys der det er fare for at personell ved bortfall av allmennbelysning (gjelder i områder der utstyr kan medføre fare for personell ved forflytning i ikke opplyste områder), samt at det er krav til markeringsskilt. Arbeidsplassforskriften krever ikke at det installeres et ledesystem, det er det TEK10 og VTEK som krever. Han mener dermed at etterlysende ledesystem ikke kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften.

Fordi NS 3926 ikke vil blande etterlysende og elektriske komponenter, kan det bety at disse typene virksomheter må ta hensyn til kravet om nødlys. Bedriftene kan basere seg på enten å ha ulike typer ledesystem i de forskjellige branncellene eller et rent høytstående elektrisk ledesystem dersom det kan dokumenteres at det ikke oppstår røyk.

Det er også mulig å oppfylle forskriftskravet ved å bruke alternative løsninger uten bruk av NS 3926.

8.5.2 Virksomheter uten farlig maskineri

Slik det framstår, kan det tolkes som at arbeidsplassforskriftens § 2-13, 2. ledd også gjelder for virksomheter hvor ansatte kan bli utsatt for fare ved bortfall av kunstig belysning. På forespørsel uttaler svartjenesten i Arbeidstilsynet²⁸ at § 2-13, 2. ledd gjelder alle virksomheter, uavhengig av farlig maskineri. Det betyr at arbeidsplassforskriften krever nødlys i rømningsveier og ved nødutgang i alle bygg med ansatte. Dette gjør prosjektering av ledesystem i slike bygg noe mer komplisert ettersom byggene har krav til nødlys i rømningsvei og ved nødutgang fra arbeidsplassforskriften, og de i følge VTEK må ha lavtsittende ledesystem.

Det viser seg meget vanskelig å følge anbefalingene i NS 3926 om ensartet merking ved bruk av etterlysende komponenter uten å komme i konflikt med arbeidsplassforskriften, som krever nødlys. Fordi det er dyrt og vanskelig å prosjektere lavtsittende elektriske ledelinjer i bygg, vil det bli ressurskrevende å følge prinsippet til NS 3926.

Mulige løsninger på problematikken kan være:

- Flere (rimelige) løsninger til elektriske ledelinjer som tilfredsstiller kravene til NS 3926.
- Fjerne punktet om ensartet merking i samme branncelle.

²⁷ Geir Drangsholt, leder for arbeidsgruppa til standardiseringskomiteén for NS 3926, avdelingssjef ved SINTEF NBL og brannteknisk rådgiver ved TekØk AS. Privat korrespondanse per e-post 13.02.2013

²⁸ Arbeidstilsynet, kontroll- og veiledningsorgan for arbeidsmiljø. Privat korrespondanse per e-post 11.04.2013



- Fravike VTEK og dermed NS 3926 ved å enten benytte høysittende ledesystem eller bruke elektriske og etterlysende komponenter i samme branncelle.

9 Case: Ledesystem i Fornebuporten

Ved å utarbeide et forslag til ledesystem i Fornebuporten, kan problematikken rundt detaljprosjektering av ledesystem lettere belyses.

Fornebuporten er et bygg bestående av 8 etasjer med kontorplan og plan med offentlig tilgjengelige butikker. Etasjene med butikker er under terreng, og innehar blant annet garasje, matvarebutikk, treningsrom og atrium i friluft. Se Vedlegg II: Ledelinjer i plan 03, alternativ 1, Vedlegg III: Ledelinjer i plan 03, alternativ 2 og Vedlegg IV: Ledelinjer i plan K2

Den største utfordringen ved detaljprosjektering av ledesystem i bygg, er å definere omfanget av det lavtsittende ledesystemet i fluktvei og finne en løsning der man ikke kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften.

9.1 Nødlys og ledesystem

På grunn av konflikten med arbeidsplassforskriften er det ikke mulig å følge prinsippet til NS 3926 om ensartet merking i samme branncelle. Arbeidsplassforskriften krever nødlys i rømningsvei og ved nødutgang, og dette kravet må etterkommes. Fornebuporten blir følgelig nødt til å ha nødlys til og i alle trapperom, ettersom de fungerer som rømningsvei og alle dører som leder inn til rømningsvei.

Det anbefales å bruke nødlys i resten av bygget for å få best nytte av begge systemene, slik ISO 16069 anbefaler (se kapittel 6.1). Lavtsittende ledelinjer må benyttes for å tilfredsstille anbefalingene fra VTEK.

9.2 Valg

Valgene som er tatt i bygget er gjort på bakgrunn av tolkninger av NS 3926 og forskrifter. Det er kun utarbeidet et forslag til lavtsittende ledelinjer i bygget, nødlys, retnings- og markeringskilt må prosjekteres i ettertid. Avstandene på tegningene er ikke eksakte, men angir prinsippet for ledelinjene.

Som regel foreligger tegningsunderlag i form av branntegninger av byggverket når prosjekteringen av ledesystem gjøres, ettersom brannstrategi med branntegninger utarbeides på konseptnivå, og prosjektering av ledesystem gjøres på bakgrunn av det ferdige konseptet. Se Figur 17. Prosjekteringen gjøres med utgangspunkt i arkitektens tegninger, men med støtte av branntegninger for å identifisere rømningsveier og sikre områder.



Figur 17 - Detaljprosjektering utarbeides på bakgrunn av brannsikkerhetsstrategi. [3]

9.3 Hovedprinsipper

Hovedprinsippet til prosjektering av ledesystem i samsvar med NS 3926 er lavtsittende ledelinjer supplert med markerings- og retningskilt på mellom eller høyt nivå. I henhold til VTEK skal både flukt- og rømningsvei utstyres med lavtsittende ledelinjer. NS 3926 beskriver at ledelinjen ikke skal ha brudd som er større enn 0,2 m, dersom det ikke er dører i rømningsruten (se kapittel 5.5).

Rømningsdører skal markeres med utgangsmarkeringsskilt, dørklinkebeslag og vertikaler se Figur 18. Retningsindikator (retningskilt eller piler i ledelinje) i kombinasjon med ledelinje skal kun brukes i blindkorridorer og rømningsrute med kun én rømningsretning, og ikke der rømning kan foregå i ulike retninger. I fluktvei skal retningsendringer markeres, og ved lange avstander (10-30 m) skal det være høysittende markeringsskilt. Både horisontal og vertikal del av trapp skal merkes i tillegg til helningen. Dersom bredden i trapperommet er større enn 2 m skal begge sider av trappene markeres med lavtsittende ledelinjer. Se kapittel 5.5 for anbefalingene fra NS 3926.

Det er viktig å markere rundt arkitektoniske utstikk, også dersom de er over gulvnivå. Retningskilt vil ikke beskrives i tegninger for å begrense oppgavens omfang.



Figur 18 - Linjevertikaler ved rømningsdør.

På grunn av kontorlandskapsløsningene i bygget, vil det være vanskelig å markere fluktvei med noe annet enn gulvmonterte ledelinjer på grunn av avstikkere fra midtkorridor. Ved valg av veggmonterte ledelinjer vil man måtte bruke gulvmonterte ledelinjer der det er korridor kryss. Det er en fordel å bruke samme type ledesystem i hele bygget for å gi bygget et helhetlig og gjennomført uttrykk.

På grunn av kravet arbeidsplassforskriften stiller til nødlys i rømningsvei og ved nødutgang, er det vanskelig å ta hensyn til oppfordringen fra NS 3926 om ensartet merking i samme branncelle ved bruk av etterlysende komponenter. ISO 16069 (se kapittel 6.1) anbefaler bruk av ledesystem i kombinasjon med nødlys, og dette prinsippet videreføres til Fornebuporten.

9.3.1 Valg av type ledesystem

Det er mulig å benytte enten elektrisk eller etterlysende ledesystem med lavtsittende ledelinjer i bygget. Elektriske ledelinjer er vanskelig og dyrt å installere, men kommer ikke i konflikt med nødlys.

Det er i dag få løsninger til elektriske ledelinjer på markedet som tilfredsstillende NS 3926, og det anbefales dermed å bruke etterlysende komponenter i ledesystemet til tross for konflikten med arbeidsplassforskriften.

Det er fordelaktig å benytte etterlysende komponenter i bygget ettersom installasjons- og vedlikeholdskostnadene er lavere enn ved elektriske ledelinjer, samt at etterlysende ledelinjer beviselig er mer effektive ved rømning i røyk (se kapittel 5.7). I områder med parkett eller keramiske fliser, kan punktmarkeringer av etterlysende materiale slisses ned i underlaget. Se Figur 19. Der det er annet underlag må sammenhengende linjer benyttes.



Figur 19 - Punktmarkering nedfelt i gulv. Foto: Drangsholt.

9.3.2 Plan K2

I kjellerplanet K2 er det matvarebutikk, garasje, utendørs atrium, apotek og treningssenter. Det kan ikke forutsettes at alle som benytter seg av dette planet kjenner til rømningsrutene, og omfanget av ledelinjer vil dermed bli mer omfattende her.

9.4 Garasje

Garasjer som ligger under terreng kan ha behov for ledesystem med tosidig markering av fluktvei ettersom de ofte er offentlig tilgjengelig. VTEK beskriver at byggverk eller del av byggverk som er under terreng, må ha ledesystem. Samtidig regnes garasjer som sekundære arealer ettersom de ikke betjenes i normal drift. De faller dermed ofte inn under risikoklasse 1 og 2, noe som taler mot behovet for ledesystem.

Det kan være vanskelig å montere ledelinjer i garasjeanlegg. Linjene må integreres i underlaget, og i garasjer er det gjerne asfalt. Eventuelle ledelinjer som integreres i garasjeunderlag vil også utsettes for slitasje i større grad enn innendørs på grunn av biltrafikk. Dette fører til at anses som usikkert om ledelinjer i slike garasjeanlegg er bedre enn høysittende ledesystem.

Behovet og omfanget av ledesystem i garasjer under terreng må avgjøres på konseptnivå.

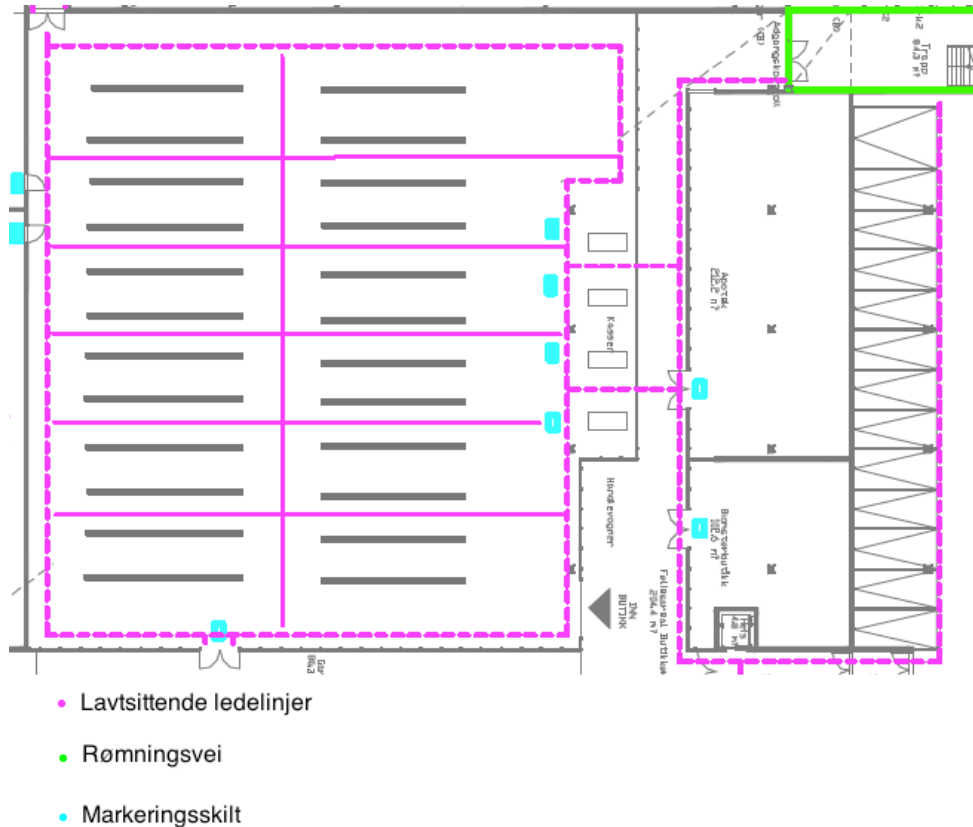
9.4.1 Matvarebutikk

Matvarebutikken er offentlig tilgjengelig og ligger under terreng, og har dermed behov for ledesystem i henhold til VTEK.

I en nødssituasjon vil menneskene som oppholder seg i matvarebutikken trekke mot området de kom inn. Det kan forutsettes at det vil være mange reoler med gangpassasjer mellom i butikken,

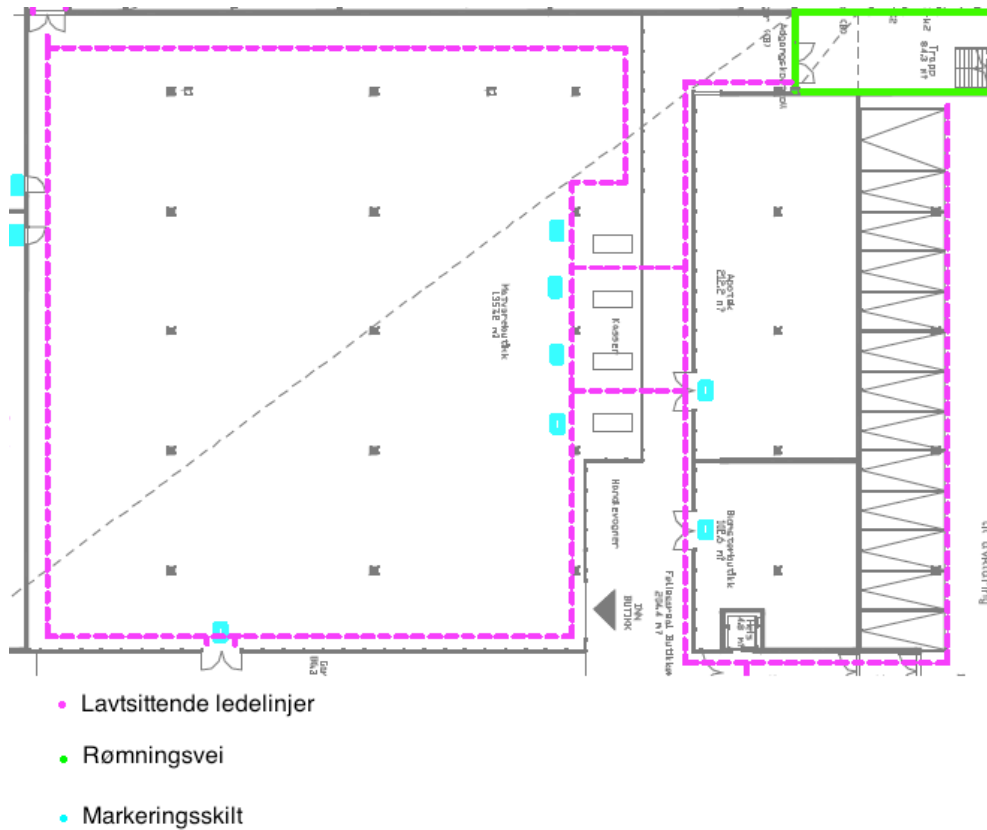
og disse kan være fleksible til en viss grad. Det er ikke mulig å forutse menneskers plassering i butikken ved en nødssituasjon. Dette taler for omfattende bruk av ledelinjer, se Figur 20.

Først ved avklart møblering og plassering av reoler o.l. er det formålstjenlig å beskrive plassering av retningskilt slik at skiltene ikke skjules av reoler og møblement.



Figur 20 - Plan K2: Omfattende bruk av ledelinjer i butikk.

Markering med ledelinjer i alle gangpassasjer kan føre til mer forvirring enn hjelp, ettersom man støter på et ledelinjekryss ved hver retningsendring. Ved å legge ledelinjene i gulvet langs veggene vil de evakuerende ha noe å følge når de kommer til veggene, og kan på den måten enkelt bli loset til utgangen. Ved å ha denne tilnærmingen er det ekstremt viktig med supplerende merking med høy plassering for å rettlede personene i butikken. Denne løsningen tar dessuten hensyn til fleksibel løsning. Se Figur 21.



Figur 21 - Plan K2: Ledesystem i butikk.

Se Vedlegg IV: Ledelinjer i plan K2 for fullstendig løsning av ledelinjer i plan K2

9.5 Plan 03

9.5.1 Spesielt tilrettelagt fluktvei

I plan 03 er det hovedsakelig kontorlandskap med lukkede kontorer, åpent kontorlandskap og lukkede møterom i forskjellige størrelser. Her fungerer korridoren som en "åre" i bygget, og den kan anses som "spesielt tilrettelagt fluktvei" ettersom den er bred, forutsigbar og fri for møblement. På en annen side er det ikke sammenhengende vegger som de evakuerende kan støtte seg til ved rømning, og fluktveien er dermed ikke utvetydig. Se Figur 22. Ledelinje på den ene siden av fluktveien vil være med på å definere fluktveien. De evakuerende som skal benytte seg av ledesystemet er godt kjent i bygget ettersom de daglig benytter bygget (se kapittel 5.2). Det vil dermed ikke være behov for tosidig ledelinje i fluktveien.



Figur 22 - Plan 03: Fluktvei for evakuerende fra nordvest.

Noen prinsipper fra NS 3926 (se kapittel 5.5 for fullstendig tekst) som har blitt tatt hensyn til ved prosjekteringen:

- Linjene skal synes på 30 meters avstand.
- Ledelinjene skal være sammenhengene.
- Ledelinjene skal være i fluktveien og lede utenom arkitektoniske hindringer og hindringer i fluktvei
- Ledesystemet skal sørge for konsekvente og logisk informasjon.

9.5.2 Ledelinjenes omfatning

Utfordringen ved prosjekteringen av det lavtsittende ledesystemet i dette planet er å tydelig lede til rømningsveien uten at det oppstår forvirring rundt hvilken ledelinje som skal følges – og hvor langt. Ettersom trapperommene ligger plassert som fire ”øyer” på rekke midt i bygget (se Vedlegg II: Ledelinjer i plan 03, alternativ 1), og ikke i blindkorridorer, er det viktig å tydelig lede til rømningsveien uten at man leder i sirkel rundt døren det skal rømmes gjennom. Ved å løse det slik som på Figur 23, kan man unngå denne problematikken. Problemet med denne løsningen er at den kan være veldig omfattende, og gå ut over estetikken i bygget. Ledelinjer skal legge opp til at det kan foregå rømming i flere retninger, og for å legge til rette for dette må det brukes ledelinjer i stor grad.



Figur 23 - Plan 03: Utsnitt av prinsipp for ledesystem. Nordvest i bygget.

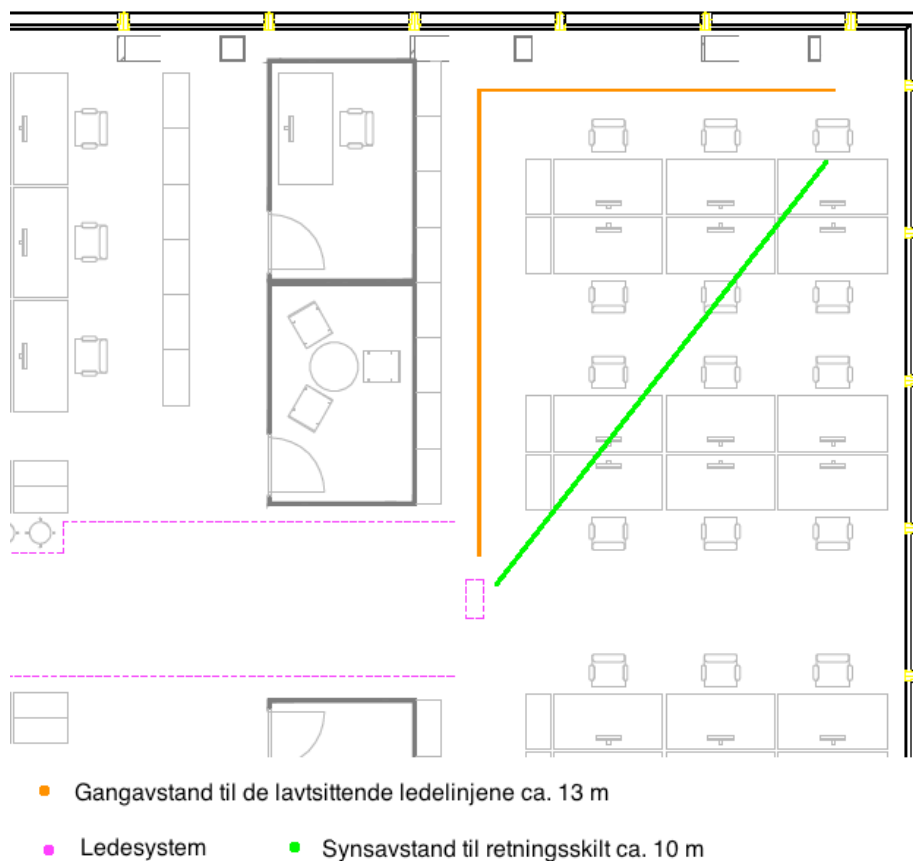
I kontorlandskapet kan man ikke forutsette at møbler er fastskrudd i gulvet, og det bør dermed tas hensyn til at kontorløsningene i det åpne landskapet er fleksibelt. Hvis man lar ledelinjene gå inn i det åpne kontorlandskapet vil de ansatte raskere være i stand til å finne ledelinjene de skal følge, men det er fare for at ledelinjene blir skjult av møblement ved ommøblering. Fleksible løsninger bør dermed tas hensyn til. Se bokstav E i Figur 23.

9.5.3 Ledelinjer i plan 03

Ved å ikke installere ledelinjer inn til de åpne kontorlokalene, vil de evakuerende bli nødt til å rømme ca. 10 m uten støtte av lavtsittende ledelinje. De evakuerende vil ha fritt syn til det høyt monterte retningsskiltet, og ettersom bruker bygget daglig, vil de vite hvordan de skal komme seg til ledelinjene i korridoren. Det er for øvrig ingen rømningsvei i andre retninger enn mot ledelinjene, og det vil være naturlig for de evakuerende å trekke denne veien. I blindkorridorer som her kan det suppleres med piler i ledelinjene. Denne løsningen bør være mulig, da synsavstanden til de lavtsittende ledelinjene er mindre enn 30 meter (ref. kapittel 5.5).

Dersom det er høye skillevegger mellom kontorplassene vil det, til og med når den evakuerende står, være vanskelig å se de lavtsittende ledelinjene. Den høytstående markeringen vil spille en rolle i en slik situasjon, da den vil være synlig også i sittende stilling.

NS 3926 beskriver i liten grad omfatningen av ledelinjer i fluktvei, men beskriver at ledelinjene skal være sammenhengende. Dette betyr at ledelinjene må krysse korridoren der det er nødvendig, i dette bygget vil ledelinjene krysse korridoren flere steder, blant annet ved bokstav **A** og **B** på Figur 23. Det er valgt å legge ledelinje rundt hele komponenten merket **C** ettersom det kan oppholde seg mennesker i rommene på begge sider av øya. For menneskene som oppholder seg i kontor **D** er det kortest fluktvei i retning nordvest, og disse skal også ha ledelinjer å følge. Ved å ha ledelinjer rundt hver eneste ”øy” er det lett å følge linjen til nærmeste rømningsvei. Prinsippet med markering i gangen kan gjøres fordi de små rommene er oversiktlige og har én utgangsdør. Ved bortfall av allmennbelysning vil rommene bli helt mørke, og det kan være vanskelig å orientere seg. På grunn av de små arealene og fordi det bare er én vei ut, vil evakueringen av de små rommene gå raskt. Når de evakuerende kommer ut i den tilrettelagte fluktveien i har de en ledelinje som kan følges.



Figur 24 - Plan 03: Avstander ved rømning.

Møterommene er på tegningene dimensjonert for 16 personer. Som en følge av at det bare er én dør inn til rommet, og rommene er små, vil det ikke være behov for lavtsittende ledelinjer i disse rommene. NS 3926 anbefaler at det skal være markeringsskilt over utgangsdør i rom beregnet for flere enn 10 personer (se kapittel 5.5). Man kan ta utgangspunkt i regelen om at rom større enn 50 m² eller rom beregnet for mer enn 10 personer skal ha markeringsskilt i tillegg skal ha ledelinjer, men dette kan i mange tilfeller virke overdrevet. Det vil derfor ikke brukes ledelinjer i mindre rom.

9.5.4 Alternativ løsning til ledelinjer i plan 03

Ved å la ledelinjene gå rundt hele øya med rømningsvei slik som på Figur 23, kan det oppstå forvirring hos de evakuerende ettersom ledelinjene går i ring rundt samme øy. Ved å begrense omfanget av ledelinjer vil det bli tydeligere hvilken linje som skal følges, og i hvilken retning. Som man kan se på Figur 25, bokstav **A**, hindrer en sittegruppe at rømning kan foregå på en sikker måte. Ved å tilrettelegge for bredere frie fluktveier, kan rømning foregå gjennom området, men slik tegningene beskriver løsningen, vil det ikke være optimalt å ha lavtsittende ledelinjer gjennom dette området. Dette fører til at ledelinjene viser en lang omvei, og fluktveien blir mye lenger enn nødvendig. Dette er ikke en ideell løsning.

Bokstav **B** på Figur 25 viser kontorøya som ikke har ledelinjer helt inntil døra. Dette kan være en god løsning, ettersom de evakuerende vil få øye på en ledelinje når de går ut av kontoret, da ledelinjene er plassert nærmere enn 30 meter. De evakuerende fra denne øya vil også ha to rømningsretninger ved behov.

Bokstav **C** på Figur 25, viser at ledelinjen krysser korridoren. Dette gjøres for at ledelinjene skal være uten brudd.



Figur 25 - Plan 03: Alternativ løsning til ledelinjer.

9.6 Konsept og detaljprosjektering

På grunn av tidligere løsninger med elektriske, høysittende ledesystem gikk prosjekteringsoppgaven av ledesystem rett til elektrorådgiver (RIE). Denne tilnærmingen er ikke naturlig lenger, da det kan være behov for branntekniske vurderinger bak utformingen av ledesystemet. Dersom ledesystemet skal bestå av etterlysende komponenter faller prosjekteringen utenfor RIE sitt fagområde, ettersom ledesystemet ikke lenger innbefatter elektroniske komponenter.

En løsning på problematikken er å opprette et samarbeid mellom elektrorådgiver og brannrådgiver. På den måten kan elektrorådgiver, som har erfaring med retnings- og markeringsskilt, bistå brannrådgiver. I tillegg til brannrådgiver må følgende ha en finger med i spillet når det gjelder utarbeidelse av de lavtsittende linjene:

- Arkitekten er opptatt av byggets uttrykk, og ledelinjer kan være med på å ødelegge estetikken.
- Interiørarkitekt vil også være med i utarbeidelse av ledelinjer, da disse deler arkitektens interesser, men på detaljnivå.
- Byggherre vil sannsynligvis også ha meninger om saken, da det er han/hun som skal holde orden på utgiftene og vil være interessert i det ferdige produktet.
- Brukeren av bygget bør også ha en finger med i utarbeidelsen av ledelinjer, da disse blir fremtredende i bygget.

Samlet sett er det veldig mange som kan komme til å ha meninger rundt utformingen av lavtsittende ledelinjer i bygg, og det kan bli en omfattende og tidkrevende jobb å finne en løsning alle er fornøyd med.

9.7 Utarbeidelse av dokumentasjon

NS 3926 oppfordrer til at det utarbeides dokumentasjon på at det ikke forekommer røyk i rømningsrutene. Slik det er i dag, er det brannrådgiver som utarbeider konseptet for ledesystemet og stiller krav til dimensjonering. Elektrorådgiver gjør detaljprosjekteringen, og følger konseptet brannrådgiver har utarbeidet.

I VTEK er det liten fleksibilitet rundt hvilke bygg som har behov for lavtsittende ledesystem og hvilke som ikke har det. Dersom et kontorbygg, undervisningsbygg, barnehage eller lignende ikke skal ha lavtsittende ledesystem må det gjøres en fravikes for å dokumentere at rømningssikkerheten er tilfredsstillende uten bruk av lavtsittende ledesystem.

Bygg med høy risikoklasse og mennesker som ikke kjenner rømningsveier, som hoteller, sykehus og sykehjem/omsorgsboliger vil ha andre behov enn kontorbygg. Der vil bruk av lavtsittende ledesystem framstå som mer logisk.

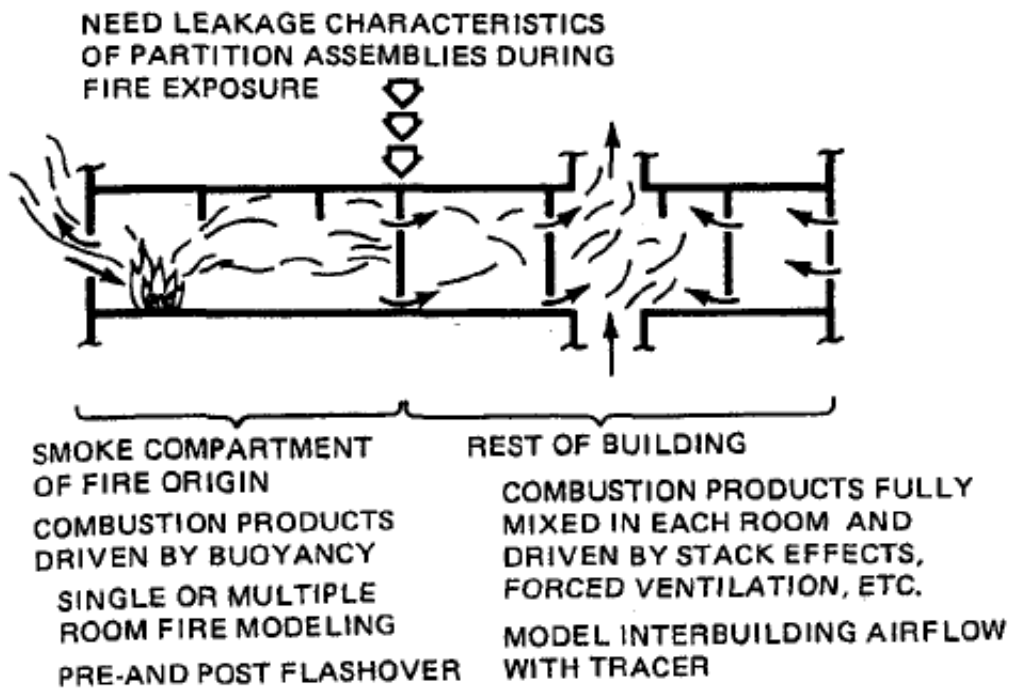
Ressursene som blir brukt på utarbeidelsen av dokumentasjon kan bli store, og faglige uenigheter kan oppstå rundt hva som anses som tilfredsstillende. Problemer kan videre oppstå dersom prosjekterende og kontrollerende har motstridende meninger og ikke blir enige om en løsning. På en annen side er slike faglige uenigheter ikke mulige å unngå, da man ved blant annet fraviksdokumentasjon kan få samme uenigheter mellom prosjekterende og kontrollerende brannrådgiver. Til tross for samme faglige bakgrunn vil påvirkningen fra byggherrer veie tungt ved avgjørelsen av hva slags type ledesystem som skal benyttes.

Slik er i dag, vil prosjektering av ledesystem i bygg i henhold til VTEK og NS 3926 koste mer enn tidligere uansett om det dokumenteres røykfrie arealer eller installeres ledesystem med lavtsittende ledelinjer.

9.8 Røykspredning utenfor brannrommet (sjiktdannelse)

Noen aktører i fagmiljøet bruker røykens spredning utenfor brannrommet som argumentasjon mot lavtsittende ledelinjer. Utgangspunktet for bruk av lavtsittende ledesystem er at det er lettere å følge linjer i gulv ved røyk i rømningsvei, ettersom røyken stiger og danner et sjikt i rommet. Aktørene mener at punktlys vil fungere like godt som lavtsittende ledelinjer utenfor brannrommet, der røyken ikke lenger er sjiktet.

I SFPEs Handbook of Protection Engineering beskrives det slik at det vil dannes et røyksjikt i brannrommet, men at det er rimelig å anta at røyken spres uniformt i resten av bygget [18], se Figur 26.



Figur 26 - Konsept for røykspredning i et kompleks bygg. Figur: DiNenno m.fl.

Argumentasjonen møter dog motstand i forskningsrapportene fra 90-tallet, der rømningsovelser ble utført med kunstig røyk uten sjuktdannelse. Forskningen hadde delt oppfatning av hva som var best, der Paulsen [17] kom fram til at det lavtsittende ledesystemet var meget godt, og Jensen [21] mente ledesystem i hofte høyde supplert med lavtsittende ledelinjer var det beste.

Uansett tilnærming vil altså sammenhengende linjer montert i lav høyde være det mest effektive ledesystemet ved rømning i røyk, men i situasjoner der det ikke er røyk vil høytsittende komponenter være tilfredsstillende.

10 Konsekvenser

NS 3926 ble utarbeidet for å erstatte NS-EN 1838 og innføre lavtsittende ledelinjer som hovedprinsipp. Standarden skulle rydde opp i retningslinjer for ledesystem, og gjøre det lettere å bruke lavtsittende ledesystem som bevist er mer effektivt ved rømning i røyk. Det har blitt redegjort for bakgrunnen for denne beslutningen, og den vurderes som lite holdbar fordi prinsippet om ensartet merking i brannceller ser ut til å skape mer problemer enn den løser på grunn av konflikt med arbeidsplassforskriften.

At standarden ikke kan erstatte NS-EN 1838 på grunn av Norges CEN-/CENELEC-medlemskap, og at disse ikke henvises til i VTEK framstår også som ullent. At NS 3926 beskriver at det skal. Ved bruk av etterlysende ledesystem er det ikke mulig å følge prinsippet om ensartet merking uten å komme i konflikt med arbeidsplassforskriften. Ved bruk av elektrisk ledesystem er det praktisk talt umulig å benytte ledelinjer grunnet store inngrep i bygget og høye kostnader.

Det tas som en forutsetning at det er ønskelig med de beste ledesystemene på en så kostnadseffektiv måte som mulig. Dette skaper utfordringer i møte med NS 3926 på særlig tre punkter: 1) kostnader, 2) nytte/behov i bygg der mennesker er godt kjent, og 3) energibesparende tiltak.

1). VTEK gir lite rom for faglig vurdering av behovet for lavtsittende ledesystem i byggverk og henviser utelukkende til NS 3926. Kombinert kan det føre til at man må legge mer ressurser i prosjektering av ledesystem pga. dokumentasjon på røykfrie områder dersom det ikke er ønskelig eller mulig med lavtsittende ledesystem. Ledesystem i bygg vil bli mer omfattende enn tidligere fordi det skal brukes markering med ledelinjer i fluktveier i tillegg til rømningsveier. En annen konsekvens av kombinasjonen av formuleringer i VTEK og NS 3926 er at bruk av elektrisk ledesystem kan komme til å bli mindre utbredt. Per dags dato finnes det begrenset antall elektriske ledesystem med lavtsittende komponenter som har en overkommelig prislapp, i tillegg til at det framstår som omfattende å installere elektriske ledelinjer i bygg.

2). Undervisningsbygg, barnehager og kontorbygg skal i henhold til VTEK ha lavtsittende ledesystem, og det kan være verdt å spørre seg hvilken nytte lavtsittende ledesystem får i disse byggene. I undervisningsbygg og kontorbygg vil menneskene som benytter seg av bygget kjenne rømningsveiene, slik som VTEK beskriver.

3). Ved energisparende tiltak i bygg kan man bli tvunget til å tenke ut kreative løsninger for å tilfredsstille både krav til etterlysende ledesystem og energisparing. Ved bruk av etterlysende ledesystem kan man bli forhindret fra å bruke energisparende belysning som LED-lys, ettersom de etterlysende komponentene er avhengig av oppladning for å fungere. Dette kan føre til at energibehovet i bygg blir høyere enn det har vært tidligere.

10.1 Tiltak

Ved å fjerne teksten i standarden som anbefaler ensartet merking, vil noen av problemene løses ettersom man kan bruke nødlys sammen med etterlysende komponenter, men fremdeles gjenstår problematikken med lavtsittende markering i fluktvei. Det bør i større grad åpnes for branntekniske vurderinger om hvorvidt det er behov for lavtsittende ledelinjer i bygg eller ikke, slik at menneskers kjennskap til rømningsveier kan bli en tellende faktor ved vurdering av behovet for lavtsittende ledelinjer.



Behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg bør dokumenteres gjennom rapporter, forskning eller lignende. Per dags dato finnes få eller ingen dokumenter som bekrefter eller avkrefter dette behovet. Fram til det dokumenteres at det er behov for lavtsittende ledelinjer i bygg, vil det fortsette å være uenigheter i fagmiljøet.

VTEK kan med hell bli mer kritisk til standardhenvisningen sin, og heller vise til flere standarder fremfor å låse seg til én. Ved å vise til NS-EN 1838 i tillegg til NS 3926, vil standarden som tilfredsstillende Arbeidsplassforskriften også komme til sin rett.

En løsning på problematikken, som i tillegg kan være med på å redusere dokumentasjonskostnader, kan være å tydeligere avgrense i VTEK hvilke bygg som må ha lavtsittende ledesystem og hvilke som bør ha det. Det bør i større grad legges vekt på evakuerendes kjennskap til rømningsveier i formuleringene i VTEK.

Kort oppsummert er det tre tiltak som vil kunne løse store deler av dagens uenighet, nemlig: 1) å omformulere formuleringen i VTEK der ordet *må* byttes til *kan* eller *bør*, 2) vise til NS-EN 1838 og NEK-EN 50172 i VTEK, og 3) fjerne punktet om ensartet merking i NS 3926.

11 Konklusjon

Oppgaven startet med en flerleddet problemstilling og skulle redegjøre for bakgrunnen for NS 3926, samt praktisk bruk av standarden. Det kommer fram gjennom aktører i fagmiljøet at standarden ble utarbeidet for å dekke behovet for prosjektering av ledesystem uten bruk av NS-EN 1838. NS 3926 er tuftet på den internasjonale standarden ISO 16069 *Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)*, som igjen stammer fra skipsstandarden ISO 15370 *Ships and Marine Technology – Low location lighting (LLL) on passenger ships – Arrangement*.

Gjennom samtaler med aktører som daglig forholder seg til NS 3926 har det kommet fram at standarden framstår som problematisk på grunn av anbefalingen om ensartet merking i samme branncelle, noe som nærmest utelukker bruk av nødlys. Det er praktisk talt umulig å benytte lavtsittende, elektriske ledelinjer på grunn av de omfattende inngrepene i bygget og de høye kostnadene ved installasjon dette krever. De etterlysende komponentene vil i kombinasjon med nødlys komme i konflikt med anbefalingen om ensartet merking i samme branncelle. Etterlysende ledesystem vil også komplisere bruk av energibesparende tiltak i bygg på grunn av behovet for elektrisk ladelys.

At VTEK er tuftet på NS 3926 kan anses som snevert, ettersom de europeiske standardene NS-EN 1838 og NEK-EN 50152 fremdeles er gyldige, og om de blir totalt oversett.

Slik det kommer fram av forskningsrapporter er lavtsittende ledelinjer er det mest effektive ledesystemet ved rømning i røyk. NS 3926 tar høyde for dette, og ved å anbefale lavtsittende ledelinjer vil rømningssikkerheten i bygg med dette være forberedt for nødssituasjoner som brann- og røykutvikling.

I henhold til VTEK og NS 3926 ikke behøver å installere ledelys/nødlys i bygg som har etterlysende ledesystem med lavtsittende ledelinjer. Disse ledelinjene avgir ikke belysning, og det vil være behov for nødlys i tillegg for å tilfredsstille forskriftskravet § 11-12, 3. ledd i TEK10 som krever ”god belysning” av rømningsvei.

Fleksible løsninger som åpne kontorlandskap og reoler i butikker bør tas hensyn til ved å legge linjene langs vegger eller andre solide konstruksjoner som er fastskrudd. Møblement skal ikke kunne dekke ledelinjene ved ommøblering. Slike vurderinger som er av stor praktisk betydning, vitner om behovet for skjønn i den daglige utøvelsen av forskriftens krav.

Ved å åpne for branntekniske vurderinger knyttet til valg av lavt- eller høytsittende ledesystem vil man i større grad kunne tilfredsstille byggherre og ivareta rømningssikkerheten samtidig. Risikovurderinger bør gjøres for å kartlegge behovet for lavt- eller høytsittende ledesystem, og sannsynligheten for røykspredning bør være en tungt tellende faktor ved vurdering av type ledesystem.

Per dags dato finnes det få eller ingen rapporter som viser til at tidligere ledesystem i bygg har vært for dårlige. Behovet for lavtsittende ledelinjer i bygg bør derfor undersøkes. At det ikke foreligger dokumentasjon på behovet for lavtsittende ledesystem i bygg svekker troverdigheten til NS 3926 og VTEK, og skaper frustrasjon. Formuleringen ”må” i VTEK bør endres til ”kan” eller ”bør” for å tydeligere vise at det ikke er et krav å bruke lavtsittende ledesystem. En slik formulering vil minske mulighetene for motstridens fortolkninger og dermed redusere forvirringen rundt hva som er forskriftskrav og hva som er anbefalte løsninger.



NS 3926 bli praktisk talt umulig å følge gjennomgående på grunn av at etterlysende komponenter kommer i konflikt med arbeidsplassforskriften, noe som kan føre til at standarden mister troverdighet.

12 Referanser

- [1] Spets, A. (2006). 520.385 *Nødvendig rømningstid ved brann*, sending 1, Oslo: Norges byggforskningsinstitutt
- [2] Støren, G. (2003). 321.038 *Ledesystem for rømning*, sending 1, Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- [3] Stenstad, V. (2003). 321.027 *Brannteknisk detaljprosjektering. Dokumentasjon og kontroll*, sending 1, Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- [4] Standard Norge. (2009). *Visuelle ledesystemer for rømning i byggverk. Del 1: Planlegging og utforming* (NS 3926-1:2009).
- [5] Byggteknisk forskrift. (2010). *Forskrift om tekniske krav til byggverk*. Hentet 13.01.2013 fra <http://www.lovdatabank.no/lovdata/ltavd1/filer/sf-20100326-0489.html>
- [6] Veiledning om tekniske krav til byggverk. (2011). Hentet 13.01.2013 fra <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/>
- [7] Byggeforskrift 1969. (1969). Hentet 20.01.2013 fra <http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Byggeforskrift-1969/>
- [8] Byggeforskrift 1987. (1987). Hentet 20.01.2013 fra <http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/byggeforskrift-1987/>
- [9] Rett og slett en veiledning til byggeforskrift 1987. (1987). Hentet 20.01.2013 fra http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Veiledning-til-Byggeforskrift-1987_Rett-og-slett/.pdf?expand-content=on
- [10] TEK. (1997). *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*. Hentet 20.01.2013 fra <http://www.lovdatabank.no/for/sf/kr/xr-19970122-0033.html>
- [11] Ren veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997. (1997). Hentet 20.01.2013 fra [http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Veiledning-REN-til-forskrift-om-krav-til-byggverk-\(TEK\)-2-utgave/.pdf?expand-content=on](http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Veiledning-REN-til-forskrift-om-krav-til-byggverk-(TEK)-2-utgave/.pdf?expand-content=on)
- [12] Arbeidsplassforskriften. (2013). *Forskrift om utforming og innretning i arbeidsplasser og arbeidslokaler*. Hentet 20.01.2013 fra <http://www.lovdatabank.no/lovdata/ltavd1/filer/sf-20111206-1356.html>
- [13] I.A. NOU 1991: 1A. Kapittel 3. (1991). "*Scandinavian Star*"-ulykken, 7. april 1990. *Hovedrapport*.
- [14] Norsk elektroteknisk komité (2004). *Nøddlyssystemer* (NEK-EN 50172). Brussel: European Committee for Electrotechnical Standardization.
- [15] Standard Norge (1999). *Anvendt belysning* (NS-EN 1838) Brussel: European Committee for Electrotechnical Standardization.
- [16] Gudim, H., Bratli, E., Sylte, Ø., Randgaard, K., Havsgård, J., Brath, S. E., Drangsholt, G. (2013) *Nøddlys/ledesystemer*, 7. utgave, Lysaker: Norsk kunnskapsenter for lys.
- [17] Paulsen, T. (1993). *Eksperimentell utprøving av evakueringsystemer*. (STF75 A93021). Trondheim: SINTEF Sikkerhet og pålitelighet.
- [18] DiNunno, P. J., Quincy, M. A., Beyler, C. L., Custer, R. L. P., Walton, W. D. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 2. utgave. Boston: National Fire Protection Association.
- [19] ISO, *Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS)* (ISO 16069:2004).
- [20] ISO. *Ships and Marine Technology – Low location lighting (LLL) on passenger ships – Arrangement*. (ISO 15370:2010).
- [21] Jensen, G. (1991) *Brannkatastrofer – bedre brannrømningsmetoder*. Trondheim: IGP AS/Sintef.
- [22] Denizou, K. & Christophersen, J. (2008). *Ledelinjer inne i bygninger*. Oslo: SINTEF Byggforsk.



- [23] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2010, 30. november). *Røykvarslere redder liv*. Hentet 17.03.12 fra <http://www.dsb.no/no/Ansvarsomrader/Brannvern/Hjem-og-fritid-privat/Roykvarsler1/>
- [24] Jensen, G. (1993). *Rømming i røyk. Sammendragsrapport*. Trondheim: IGP AS.
- [25] Kollegialet for brannfaglig terminologi. (2013). *Faguttrykk på nett*. Hentet fra <http://kbt.no/>
- [26] Store norske leksikon. (2013). Hentet fra <http://snl.no/>



Vedlegg

Vedlegg I: Samtale med aktører

Hei!

Jeg arbeider for tiden med mitt hovedprosjekt ved Høgskolen i Stord/Haugesund, avdeling brannikkerhet. Temaet for hovedprosjektet er ledesystem med spesielt fokus på NS 3926, som deler av fagmiljøet finner vanskelig å forholde seg til. Målet mitt er å gjøre rede for bakgrunn, løsninger og behovet for lavtsittende ledesystem, og i den forbindelse greie ut det som for noen fortoner seg som en floke.

Min veileder ved høgskolen er Kristian Grimstvedt (Kristian.Grimstvedt@hsh.no).

Jeg sender denne mailen til deg fordi du har spesiell kompetanse på feltet, og jeg håper du har lyst til å hjelpe meg med å belyse temaet. Jeg kommer ikke til å bruke navnet ditt i hovedprosjektet om du ikke ønsker å bli navngitt. Dersom du ønsker å se hvordan ditt bidrag har blitt benyttet i hovedprosjektet kan jeg oversende utdrag før sensuren har falt, eller fullstendig rapport etter at sensuren har falt.

Til slutt vil jeg påpeke at jeg er ute etter en faglig forståelse for standarden, og om den fungerer slik den er tiltenkt.

Håper du tar deg tid til å bidra i min læringsprosess!

Med vennlig hilsen
Terese Berge

- Finner du noen områder problematiske ved NS 3926? I så fall hvilke?
- Har du noen forslag til hvordan standarden kan forbedres? Hvilke?
- Et annet tema som er interessant å ta opp er hvordan man lager et funksjonelt ledesystem i et bygg med energisparing der lysene skrur av ved inaktivitet. Hva skjer dersom man jobber overtid? Hvordan kan man benytte etterlysende ledesystem i denne typen bygg?
- Er det brannrådgiver eller elektrorådgiver som dokumenterer at det ikke er røyk i rømningsveien dersom dette er aktuelt i bygget? I hvilken grad beskriver brannrådgiver kravene som gjelder for ledesystemet? Er du enig i ansvarsfordelingen slik den er i dag? Hvorfor/hvorfor ikke?



Vedlegg II: Ledelinjer i plan 03, alternativ 1





Vedlegg III: Ledelinjer i plan 03, alternativ 2





Vedlegg IV: Ledelinjer i plan K2

