

Rapport

Elektriske kabler og brannrisiko

Branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger

Forfattere

Anne Steen-Hansen

Jan P Stensaas

Sindre Fjær

Karolina Storesund



SINTEF NBL as

Postadresse:
Postboks 4767 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73591078
Telefaks: 73591044nbl@nbl.sintef.no
www.nbl.sintef.no
Foretaksregister:
NO 982 930 057 MVA

Rapport

Elektriske kabler og brannrisiko

Branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger

EMNEORD:Brann
Sikkerhet
Regelverk
Kabler
Elektriske installasjoner**VERSJON**

1.0

DATO

2012-09-06

FORFATTER(E)Anne Steen-Hansen
Jan P Stensaas
Sindre Fjær**OPPDRAGSGIVER(E)**Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
Direktoratet for byggkvalitet**OPPDRAGSGIVERS REF.**Jostein Ween Grav
Vidar Stenstad**PROSJEKTNR**

107500

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

88 + 3 vedlegg

SAMMENDRAG**Overskrift sammendrag**

Den overordnede målsettingen med dette prosjektet har vært å avklare, definere og spesifisere branntekniske egenskaper og ytelser til kabler, ledningssystemer og fordelingskapslinger basert på regelverk for elektriske installasjoner (forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og elektroteknisk norm NEK 400) og regelverk for bygninger (byggteknisk forskrift – TEK10).

Rapporten utreder sammenhenger mellom branntekniske krav til kabler, ledningssystemer, kapslinger og bygningsmaterialer, og vurderer også de branntekniske prøvingsmetodene som er knyttet til de to regelverkene.

Ulike problemstillinger knyttet til brannfaren ved denne gruppen av elektriske produkter er også belyst gjennom analyse av statistikk, litteratursøk og brannteknisk prøving.

UTARBEIDET AV

Anne Steen-Hansen

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Kjell Nygård

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Atle William Heskestad

SIGNATUR

**RAPPORTNR**

NBL A12123

ISBN

978-82-14-00110-5

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2012-06-30	Endelig utkast oversendt oppdragsgivere for kommentar
1.0	2012-09-06	Endelig rapport

Innholdsfortegnelse

Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger	6
Noen elektrotekniske og brannfaglige ord og uttrykk	8
Akronymer	10
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn.....	11
1.2 Målsetting.....	12
1.2.1 Hovedmål.....	12
1.2.2 Delmål.....	12
Referanser til kapittel 1	13
2 Brannfaren i forbindelse med kabler og ledningssystemer	14
2.1 Statistikk.....	14
2.1.1 Utvikling i antall branner med elektrisk årsak i norske boliger (1995-2004).....	14
2.1.2 Hyppigheten av brannårsaker i kabler og annet installasjonsmateriell.....	18
2.1.3 Gjennomgang av brannstatistikk fra NFPA.....	19
2.1.4 Analyse av 105 branner med elektrisk årsak i USA.....	21
2.1.4.1 Fordeling av brannene etter typen installasjonsmateriell.....	21
2.1.4.2 De viktigste feiltypene som forårsaket brannene.....	22
2.1.5 Hyppigheten av branner med elektrisk årsak i Chicago 1995-2000.....	23
2.2 Beskrivelse av de viktigste elektriske brannårsakene.....	25
2.2.1 Lysbuer.....	25
2.2.2 Motstandsoppvarming.....	27
2.2.3 Utvendig varmetilførsel.....	28
2.3 Brannårsaker i ledninger og kabler med PVC-isolasjon.....	28
2.3.1 Generelt om antennelse av kabler.....	28
2.3.2 PVC-isolasjon i kabler.....	29
2.3.3 Antennelsestemperaturen til PVC-kabel.....	29
2.3.4 Nedbryting av PVC-kabel.....	30
2.3.5 Årsaker til feil som kan gi antennelse av PVC-isolerte kabler.....	31
2.4 Betydningen av sekundærskader og branninduserte skader på kabler.....	33
2.4.1 Sekundære skader på kabler.....	33
2.4.2 Branninduserte skader på kabler.....	36

2.4.3	Forhold som kabler kan forventes å utsettes for før brann.....	36
2.4.3.1	Generell aldring av kabler	37
2.4.4	Forhold som kabler kan forventes å utsettes for under brann.....	42
2.4.4.1	Temperatur	42
2.4.4.2	Varmestråling.....	43
2.5	Kabelbranner i media	44
2.5.1	Brannen på Oslo S, 2007	44
2.5.2	Brannen på Hotel Caledonien i Kristiansand, 1986.....	44
2.5.3	Brannen i Frogner telefonsentral i Oslo, 1986.....	45
2.5.4	Brann i Rockefeller Center, New York, 1996.....	45
2.5.5	Ilmenittsmelteverket i Tyssedal, 1988	45
2.5.6	Brann i papirfabrikk i Sverige, 1998	45
2.5.7	Brann i papirfabrikk i Sverige, 2007	45
2.5.8	Nyhetsnotiser	46
2.6	Oppsummering.....	46
Referanser til kapittel 2.....		47
3	Brannteknisk prøving av kabler før og etter aldring	51
3.1	Innledning.....	51
3.2	Prøving i konkallorimeteret (ISO 5660).....	52
3.3	Vurdering av resultater fra prøving i konkallorimeteret.....	53
3.4	Prøving av flammespredningsevne (ISO 5658, IMO FTPC Part 5)	54
3.5	Vurdering av resultater fra prøving av flammespredningsevne	55
3.6	Oppsummering.....	55
Referanser til kapittel 3.....		56
4	Sammenhenger mellom branntekniske krav til kabler, ledningssystemer, kapslinger og bygningsmaterialer.....	57
4.1	Bakgrunn.....	57
4.2	Byggereglene - krav til brannegenskaper for kabler og ledningssystemer	57
4.2.1	Byggevederdirektivet og byggevevareforordningen	57
4.2.2	Byggteknisk forskrift - TEK10.....	58
4.2.3	Veiledning til byggteknisk forskrift.....	59
4.3	Regelverket for elektriske installasjoner - krav til brannegenskaper for kabler og ledningssystemer	61
4.3.1	Lavspenningsdirektivet	61
4.3.2	Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg.....	62
4.3.3	NEK 400 – elektriske lavspenningsinstallasjoner	63
4.3.3.1	Generelt om NEK 400.....	63
4.3.3.2	NEK 400-4-42. Beskyttelse mot termiske virkninger.	63
4.3.3.3	422 Beskyttelse mot brann hvor særlig risiko er til stede.....	64
4.4	Brannteknisk prøving og klassifisering av kabler, ledningssystemer og kapslinger	66

4.4.1	Produktstandarden for kabler – krav til dokumentasjon av brannegenskaper	66
4.4.2	Branntekniske standarder og prøvingsmetoder	66
4.4.3	Euroklasser for byggevarer	66
4.4.4	Euroklasser for kabler	68
4.4.5	Prøving og klassifisering av brannmotstand for kabler.....	72
4.4.6	Utvidet anvendelse av prøvingsresultater for kabler	73
4.4.7	Prøvingsmetoder i henhold til NEK 400	74
4.4.8	Er det samsvar mellom prøvingsmetodene?	74
4.5	Harmonisering av brannkrav til kabler i Europa – status i Norden	77
4.6	Oppsummering	78
4.6.1	Oppsummering av krav i det norske byggeregelverket	78
4.6.2	Oppsummering av krav i det norske regelverket for elektriske installasjoner	78
4.6.3	Oppsummering - brannteknisk prøving og klassifisering av kabler, ledningssystemer og kapslinger	78
Referanser til kapittel 4.....		79
5	Hvilke brannkrav bør stilles til kabler, ledningssystemer og kapslinger i byggverk?.....	83
5.1	Hvilket grunnlag bør brannkravene velges ut fra?	83
5.2	Hvilken brannklassifisering er det realistisk å oppnå?	83
5.2.1	Egenskaper ved brannpåvirkning for kabler	83
5.2.2	Egenskaper ved brannpåvirkning for ledningssystemer og kapslinger.....	84
5.2.3	Brannmotstand for kabler.....	84
5.3	Identifisering av områder i VTEK10 der det bør stilles brannkrav til kabler, ledningssystemer og kapslinger	85
5.3.1	Brannkrav avhenger av byggverkets risikoklasse og brannklasse.....	85
5.3.2	Hvilke brannkrav bør stilles?	85
5.3.3	Eksempel: forslag til brannkrav i rømningsveier.....	86
5.4	Forslag til endringer i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)	87
5.5	Forslag til endringer i NEK 400	87
5.6	Oppsummering	88
Referanser til kapittel 5.....		88

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A: Kort beskrivelse av standarder for branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger

Vedlegg B: Euroklasser for dagens norske kabler

Vedlegg C: Resultater fra brannteknisk prøving av kabler før og etter aldring

Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger

Dette prosjektet er utført under forskningsavtalen mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og SINTEF NBL. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har delfinansiert prosjektet.

Den overordnede målsettingen med prosjektet har vært å avklare, definere og spesifisere branntekniske egenskaper og ytelser til kabler, ledningssystemer og fordelingskapslinger basert på regelverk for elektriske installasjoner (forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og elektroteknisk norm NEK 400) og regelverk for bygninger (byggteknisk forskrift – TEK10).

Brannfaren i forbindelse med kabler og ledningssystemer

Kapittel 2 gir en oversikt over brannfaren knyttet til ledningssystemer, og konsekvenser ved brann i ledningssystemer. Analyse av norsk brannstatistikk viser at antall branner med årsak i elektrisk installasjonsmateriell har hatt en økende tendens. I 2009 startet 150 boligbranner i elektrisk installasjonsmateriell, og dette utgjorde 4,5 % av alle boligbranner dette året. Branner som startet i kabler utgjør en stor andel av disse brannene. Serielysbue er den vanligste registrerte brannårsaken ved brannstart i kabler og installasjonsmateriell.

I følge en studie av om lag 19 000 branner knyttet til elektriske installasjoner i USA, oppsto over 40 % i ledningsnettet (ikke nærmere spesifisert). Om lag 20 % oppsto i stikkontakter, og 18 % i forgreiningsledninger.

Fra en analyse av 105 branner med elektrisk årsak i USA, går det frem at kabler og ledninger var involvert i brannstart i over en tredel av brannene. I 61 % av disse brannene ble det oppdaget brudd på forskrifter i forbindelse med det elektriske anlegget.

De viktigste elektriske brannårsakene er lysbue, motstandsoppvarming og eksponering for ytre varmekilder. Noen eksempler på branner der kabler har spilt en viktig rolle er presentert i rapporten. Noen av disse brannene har hatt store konsekvenser med hensyn til personskader, materielle skader eller skader på infrastruktur.

Brannteknisk prøving av kabler før og etter aldring

I kapittel 3 er branntekniske egenskaper til kabler før og etter kunstig aldring undersøkt ved hjelp av prøving i liten skala. Hensikten med prøvingen var å undersøke hvilke resultater kabler med isolasjon av PVC og kabler med halogenfri isolasjon ville oppnå i ved prøving i henhold til ISO 5660 og i henhold til IMO FTPC Part 5. Dette er tester som brukes for andre typer bygningsprodukter, blant annet overflatematerialer. Forskjeller i brannegenskaper mellom de to kabeltypene ble undersøkt og det ble undersøkt om kunstig aldring ved 80 °C i 4, 8 og 16 uker ga noen endring i resultatene. Det var ikke mulig å oppdage noen åpenbar endring i brannegenskapene på grunn av denne aldringen.

Det var tydelig forskjell på brannegenskapene til de to materialtypene i de to testene. Kablene med PVC-basert isolasjon antente lettest, og avga vesentlig mye mer røyk enn kabelen med halogenfri isolasjon. PVC-kabelen hadde også størst evne til flammespredning. Den halogenfrie kabelen avga mer varme, men dette skjedde i en senere fase av branntestene.

Sammenhenger mellom branntekniske krav til kabler, ledningssystemer, kapslinger og bygningsmaterialer

Kapittel 4 gir en oversikt over hvordan byggeregelverket og elregelverket regulerer brannrisiko knyttet til kabler, ledningssystemer og kapslinger. En oversikt over ulike prøvingsmetoder knyttet til de to regelverkene er gitt i Vedlegg A. Oversikten tar utgangspunkt i EU-kommisjonens klassifisering av kablers branntekniske egenskaper fra 2006, og elektriske standarder (CENELEC/IEC/NEK) for testing av kablers branntekniske egenskaper.

Byggeregelverket

Det er ikke stilt krav til at brannegenskaper for kabler skal være dokumentert ved prøving i dagens byggetekniske forskrift. Preaksepterte ytelser basert på euroklassene er enda ikke angitt i veiledningen, og ytelser til brannmotstand er ikke angitt i form av klasser.

I byggeregelverket er det heller ikke satt spesifikke krav til branntekniske ytelser for kapslinger, elementer som kabelstiger og -broer, strømskinner og mindre komponenter i tilknytning til elektriske installasjoner. Det er imidlertid logisk at slike produkter også omfattes av de generelle kravene til brannsikring i byggevaredirektivet, og dermed også av de branntekniske kravene til materialer og til tekniske installasjoner i byggeteknisk forskrift TEK10.

Regelverket for elektriske installasjoner

NEK 400 er akseptert som en metodebeskrivelse for å tilfredsstillere sikkerhetskravene gitt i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL), og angir branntekniske krav til kabler, ledningssystemer og kapslinger for ulike bruksområder. Enkelte krav er i samsvar med byggeregelverket, mens andre ikke helt samsvarer med definisjoner og ytelser i byggeregelverket. Det vil derfor være behov for å revidere regelverkene, slik at beskrivelser av branntekniske ytelser er i samsvar med hverandre.

Brannteknisk prøving og klassifisering av kabler, ledningssystemer og kapslinger

Under byggevaredirektivet er det utviklet et system for prøving og brannklassifisering av kablers egenskaper ved brannpåvirkning. Dette systemet vil snart være klart til å ta i bruk, og det vil bli mulig å CE-merke kabler med angivelse av brannklasse. Det vil også innføres metoder for bestemmelse av brannmotstand til kabler, det vil si hvor lenge en kabel vil være strømførende i en brannsituasjon.

Dagens system for brannprøving av kabler og dokumentasjon av brannegenskaper er beskrevet i standarden for elektriske installasjoner, NEK 400. Noen av testmetodene som er angitt i NEK 400 vil også inngå i det nye systemet under byggevaredirektivet.

Hvilke brannkrav bør stilles til kabler, ledningssystemer og kapslinger i byggverk?

I kapittel 5 er det vurdert hvilke brannkrav byggereglene bør stille til kabler, ledningssystemer og kapslinger i byggverk. Vurderingene tar utgangspunkt i oversikten som er gitt i kapittel 4, og bygger også på resultater fra vurdering av brannfare og konsekvenser i kapittel 2. Som et eksempel er det gitt forslag til hvordan brannkrav til byggeprodukter i rømningsvei bør reguleres.

Et hovedprinsipp bør være at kablers egenskaper ved brannpåvirkning reguleres på samme måte som andre byggevarer. I områder der det er strenge krav til overflatematerialer på vegger, gulv og tak, bør det også stilles strenge krav til brannegenskapene til elektriske kabler. Kravene kan i tillegg vurderes på grunnlag av mengde og plassering av kablene. I områder med spesielt strenge krav til brannsikkerhet, som for eksempel rømningsveier, kan en alternativ løsning være å bygge inn eller dekke til kablene slik at de ikke vil delta vesentlig i en tidlig fase av brannutviklingen. I tillegg må kablene reguleres med hensyn til muligheter for antennelse på grunn av elektrisk feil. Denne risikoen er i stor grad ivaretatt i dagens elregelverk.

Det er også beskrevet kort hvordan krav til funksjonssikre kabler (brannmotstandskrav) bør ivaretas i de to regelverkene.

Et endelig forslag til hvordan de nye brannklassene kan innarbeides i veiledning til byggeforskrift, bør imidlertid koordineres med de andre nordiske landene. Denne rapporten vil danne et godt grunnlag for et videre nordisk samarbeid.

Det er også foreslått mindre endringer av tekst i forskrift til elektriske lavspenningsanlegg (FEL) og i NEK 400, for å skape bedre samsvar mellom byggeregelverket og det elektriske regelverket.

Noen elektrotekniske og brannfaglige ord og uttrykk

Faguttrykk	Definisjon
antennelighet ³	mål på hvor lett et prøvelegeme kan antennes av en ekstern varmekilde under angitte prøvingsbetingelser
antennelse ³	starten av en forbrenning
brennende dråper ³	smeltet materiale som blir avgitt fra et brennende objekt, og som fortsetter å flamme i løpet av en brann eller en brannprøving
elektrisk lavspenningsanlegg ²	anlegg med høyeste nominell spenning til og med 1.000 V vekselspenning eller 1.500 V likespenning
EXAP	utvidet anvendelse av prøvingsresultater (EXtended APplication of test results)
FIGRA ³	Flre Growth RAte - indeks som angir hastigheten for brannutvikling, og som brukes til klassifiseringsformål
flammefront ³	grensen av en flammebrann på overflaten av et materiale eller i en gassblanding
flammespredning ³	utbredelse av en flammefront
forbrenningsvarme ³	total varmemengde per masseenheter [kJ/g] som kan bli avgitt ved fullstendig forbrenning av et materiale
fordeling ¹	sammenkobling av utstyr som benyttes for å fordele elektrisk energi til forskjellige kurser
GWFI	glow-wire flammability index
GWIT	glow-wire ignition temperature
HRR	hastighet for varmeavgivelse (Heat Release Rate)
ikke-flammespredende komponent ⁴	en komponent som er tilbøyelig til å bli antent på grunn av tilført flamme, men der flammen ikke sprer seg, og som slokner av seg selv i løpet av en begrenset tid etter at flammen er fjernet
installasjonsrør ¹	del av et lukket ledningssystem, normalt med sirkulært tverrsnitt, for isolerte ledere og/eller kabler i en elektrisk installasjon eller i en IKT-installasjon, og som tillater inntrekking og utskifting av ledninger/kabler
kabel ¹	sammensetning som i tillegg til en eller flere isolerte ledere består av: <ul style="list-style-type: none"> • en eller flere beskyttende kapper • eventuell skjerm og/eller armering • eventuelt annet som benyttes for å omslutte de isolerte lederne • eventuelt en eller flere uisolerte ledere
kabelbro ¹	sammenhengende bærekonstruksjon for kabel med sidekanter, men uten lokk eller deksel MERKNAD En kabelbro kan være med eller uten hull/perforering.
kabelstige ¹	bærekonstruksjon for kabel, som består av tverrgående bærende deler festet til langsgående hovedbærere
kapsling ¹	omsluttende del som gir type grad av beskyttelse som er hensiktsmessig for den planlagte anvendelse
koblingsboks ⁴	lukket eller beskyttet koblingsutstyr som gjør en eller flere forbindelser mulig
ledning ¹	<ul style="list-style-type: none"> • en eller flere ledere, eller • en eller flere isolerte ledere, eller • en eller flere kabler med felles anvendelse i en elektrisk installasjon, et apparat eller annen konstruksjon

Faguttrykk	Definisjon
(tilgjengelig) ledningskanalsystem ¹	system av lukkede kapslinger som består av underdel og avtagbart lokk, som er beregnet for helt å omslutte isolerte ledere og kabler, og for plassering av annet elektrisk utstyr, inkludert IKT-utstyr.
ledningssystem ¹	sammensetning av én eller flere isolerte ledere, kabler eller skinner og de deler som sikrer deres forlegning og om nødvendig deres mekaniske beskyttelse Merknad: Dette innebefatter alt fra ledninger, kabler, skinner, rør for trekking av kabler og ledninger, kabelstiger, kabelkanaler og koblingsbokser.
lukket ledningskanalsystem ¹	system av lukkede kapslinger, med ikke-sirkulært tverrsnitt, for isolerte ledere og/kabler i en elektrisk installasjon, og som tillater inntrekking og utskifting av ledninger/kabler
PCS	brutto forbrenningsvarme (pouvoir calorifique supérieur)
selvslokke ⁴	avslutte forbrenning uten ytre påvirkning
selvslokkende ⁴	dette er ikke en materialegenskap, og bør ikke brukes
SMOGRA ³	SMOke Growth RAte - indeks som angir hastighet for røykutvikling. Brukes til klassifiseringsformål
SPR	hastighet for røykproduksjon (Smoke Production Rate)
THR	total varmeavgivelse (Total Heat Release)
TSP	total røykproduksjon (Total Smoke Production)
tungt antennelig materiale ⁴	relativt begrep for antennelighet knyttet til spesifikke branntekniske prøvingsmetoder og klassifiseringskriterier
ubrennbart materiale ³	materiale som ikke er i stand til å brenne under gitte prøvebetingelser (ISO 1182)

¹ Termen er hentet fra NEK 400:2010

² Termen er hentet fra forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (DSB 1998)

³ Termen er hentet fra KBTs ordliste, www.kbt.no

⁴ Termen er hentet fra Electropedia og oversatt til norsk (IEC)

Akronymer

Akronym	Forkortelse for
BE	Statens bygningstekniske etat (fra 1. januar 2012: Direktoratet for byggkvalitet)
CEN	European Committee for Standardization
CEMAC II	CE marking of electrical cables (tittel på europeisk forskningsprosjekt)
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CPD	Construction Products Directive (byggevaredirektivet)
CPR	Construction Products Regulation (byggevareforordningen)
DiBK	Direktoratet for byggkvalitet (tidligere Statens bygningstekniske etat)
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
EN	europeisk norm
FEL	Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
FIPEC	Fire Performance of Cables (tittel på europeisk forskningsprosjekt)
hEN	harmonisert europeisk produktstandard
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Standardization Organization
LVD	Low Voltage Directive (lavspenningsdirektivet)
NEK	Norsk elektroteknisk komite
OJ	European Official Journal
SINTEF NBL	Norges branntekniske laboratorium
TEK10	Byggteknisk forskrift (trådte i kraft 1. juli 2010)
TKO	Teknisk kontrollorgan
VTEK10	Veiledning til byggteknisk forskrift (TEK10)

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Dette prosjektet er utført under forskningsavtalen mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og SINTEF NBL. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har delfinansiert prosjektet.

Ledningssystemer er satt sammen av kabler, isolerte ledere, kabelkanaler, installasjonsrør, kabelbroer og bokser (for kontakter og brytere), og er i hovedsak basert på forskjellige typer plastmaterialer. Ved en brann kan dette innebære en vesentlig varmeavgivelse og fare for brannspredning. Røyken fra brennende kabler og ledningssystemer kan inneholde giftige og korrosive gasser som kan hindre rømning og medføre store materielle skader. Plastmaterialer kan smelte og falle ned ved høy temperatur, og dette kan være til hinder for slokke- og redningsarbeid. Normalt skal ledningssystemer i brennbart materiale være "selvslokkende", men dette er en relativ egenskap som er vanskelig å identifisere og verifisere.

Kabler kan ha en begrenset funksjonstid ved brann. Bevisste valg og utførelse av ledningssystemer som inngår i et nødstrømsystem vil derfor være avgjørende for å opprettholde forventet funksjon ved en brann. Dette gjelder for eksempel ledningssystemer som forbinder nødstrømsforsyning med brannvarslingsanlegg, ledelyssystemer, nødbelysning, røykventilasjon og brannheiser.

Visse kabler har også stor betydning for sentrale funksjoner i samfunnet. Dette innebærer kommunikasjonskabler og kabler som forsyner sentrale systemer med elektrisk energi. Om slike kabler blir ødelagt i brann, kan viktige funksjoner i samfunnet lammes, og det kan ha svært negative konsekvenser for mange. Et moderne samfunn er helt avhengig av sikker strømforsyning og kommunikasjon.

Ledningssystemer vil utgå fra fordelinger og tavler. Det kan derfor være nødvendig å inkludere fordelingskapslinger for å kunne vurdere de totale branntekniske egenskapene for hele ledningssystemet.

Faste kabelinstallasjoner i bygninger er i den senere tid blitt inkludert i byggevaredirektivet, og en bestemmelse vedrørende klassifisering av kablens egenskaper ved brannpåvirkning ble publisert i EUs Official Journal i 2006 (COMMISSION DECISION of 27 October 2006). Bestemmelsen omfatter kabler beregnet for alle spenningsnivåer, i tillegg til kommunikasjonskabler med ledere av metall eller optisk fiber.

Det er ikke etablert felles metoder for definisjon og testing av branntekniske egenskaper eller ytelser for kabler og tilhørende utstyr som oppfyller krav i både det byggtekniske regelverket og elregelverket. Byggregelverket skal oppfylle kravene i byggevaredirektivet, mens elregelverket baserer seg på internasjonale elektriske normer for klassifisering.

Det er derfor behov for å avklare sammenhengen mellom de forskjellige metodene for klassifisering av branntekniske egenskaper til ledningssystemer og fordelingskapslinger, og å definere entydige og klare spesifikasjoner som både leverandører av ledningssystemer, fordelingskapslinger, prosjekterende og utførende av elektriske anlegg kan forholde seg til når de skal kommunisere med aktørene i bygningsbransjen. Dette må relateres til branntekniske krav i byggevaredirektivet.

1.2 Målsetting

1.2.1 Hovedmål

Den overordnede målsettingen med prosjektet er å avklare, definere og spesifisere branntekniske egenskaper og ytelser til kabler, ledningssystemer og fordelingskapslinger basert på regelverk for elektriske installasjoner (forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og elektroteknisk norm NEK 400) og regelverk for bygninger (byggteknisk forskrift – TEK10).

Forslaget skal utarbeides med bakgrunn i EU-kommisjonens klassifisering av kablers branntekniske egenskaper (COMMISSION DECISION of 27 October 2006), det nordiske harmoniseringsprosjektet (Thureson et al 2008), og elektriske standarder (CENELEC/IEC/NEK) for testing av kablers branntekniske egenskaper. Det har også vært en målsetting å utarbeide et tilsvarende forslag for ledningssystemer og fordelingskapslinger.

1.2.2 Delmål

Målsettingen kan deles inn i flere delmål:

- Analysere brannfaren knyttet til ledningssystemer, og konsekvenser ved brann i ledningssystemer.
- Utarbeide en oversikt over hvilke branntekniske krav som gjelder for kabler, ledningssystemer og fordelingskapslinger i byggeverdirektiv, byggregelverk, elsikkerhetsregelverk og i standarder dette referer til, og beskrive sammenhengen mellom disse. Hvilke løsninger finnes?
- Analysere hvordan og i hvilken grad regelverk og standarder for ledningssystemer og fordelingskapslinger oppfyller krav til brannsikkerhet, flammespredning, funksjonssikkerhet og el-sikkerhet.
- Forslag til branntekniske krav til kabler, ledningssystemer og fordelingskapslinger generelt
- Forslag til særskilte krav i rømningsveier, brannskiller osv. Aktuelle egenskaper er
 - o brannenergi
 - o flammespredning (selvsløkkende egenskaper)
 - o varmeavgivelse
 - o røykutvikling (optisk tetthet og giftighet)
 - o mekaniske egenskaper (kabler og ledningssystemer skal ikke falle ned og hindre rømning)
 - o tetthet mot spredning av røyk (fordelingskapslinger)
- Vurdere hvilke belastninger ledningssystemer kan forventes å utsettes for ved brann, og foreslå krav for å opprettholde funksjon for ledningssystemer med krav til funksjonssikkerhet.

Referanser til kapittel 1

COMMISSION DECISION
of 27 October 2006

amending Decision 2000/147/EC implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction-to-fire performance of construction products. Official Journal of the European Communities, L305/8, 4.112006.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:305:0008:0012:EN:PDF>
(januar 2011)

Thureson P, Sundström B,
Mikkola E, Bluhme D,
Steen-Hansen A and
Karlsson B:

The use of classification in the Nordic countries – Proposals for harmonisation. SP RAPPORT 2008:29. ISBN 978-91-85829-46-0, ISSN 0284-5172, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2008.

www.sintef.no/upload/Byggforsk/SINTEF%20NBL%20as/dokumenter/SP%20Report%202008;29.pdf

2 Brannfaren i forbindelse med kabler og ledningssystemer

2.1 Statistikk

Det er gjennomført flere statistiske undersøkelser av hvilke komponenter i elektriske anlegg som hyppigst fører til brann, både i Norge og i andre land. Vi vil her presentere en slik undersøkelse fra Norge i tiårsperioden 1995-2004 (Stensaas, 2007), og en fra USA i femårsperioden 2003-2007 (Twomey og Ahrens, 2006), samt en analyse av 105 branner med elektrisk brannårsak i USA (Hall, 1983). Til slutt i dette kapittelet har vi også sett på ”tilfellet Chicago”, som innebærer at brannskadene i elektriske installasjoner i Chicago er vesentlig mindre enn i resten av landet (Arendt, 2006), blant annet som følge av nye og strenge krav til kabler.

2.1.1 Utvikling i antall branner med elektrisk årsak i norske boliger (1995-2004)

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) fører statistikk over branner i Norge, for å gi et bilde av brannskadeutviklingen. Denne statistikken inneholder opplysninger om blant annet årsaken til branner hvor både brannvesen og politi har rapportert til DSB. DSB lager hvert år på grunnlag av denne statistikken en oversikt over hvilke elektriske apparater og type elektrisk materiell som forårsaket brannene. Det er det lokale elektrisitetstilsyn (DLE) som gransker branner med hensyn til en eventuell elektrisk brannårsak.

I den statistiske undersøkelsen fra Norge tiårsperioden 1995-2004 (Stensaas, 2007), ble det konkludert med at mens antall branner i husholdningsmaskiner nesten ble halvert i løpet av perioden, så har antall branner med årsak i elektrisk installasjonsmateriell (kabler, stikkontakter, koblingsbokser, brytere etc.) hatt en økende tendens. Mens det var dobbelt så mange branner i elektriske apparater som i elektrisk installasjonsmateriell i 1995, var det omtrent like mange branner i de to gruppene i 2004. Statistikken har i denne rapporten blitt utvidet med fem nye år, det vil si årene 2005-2009.

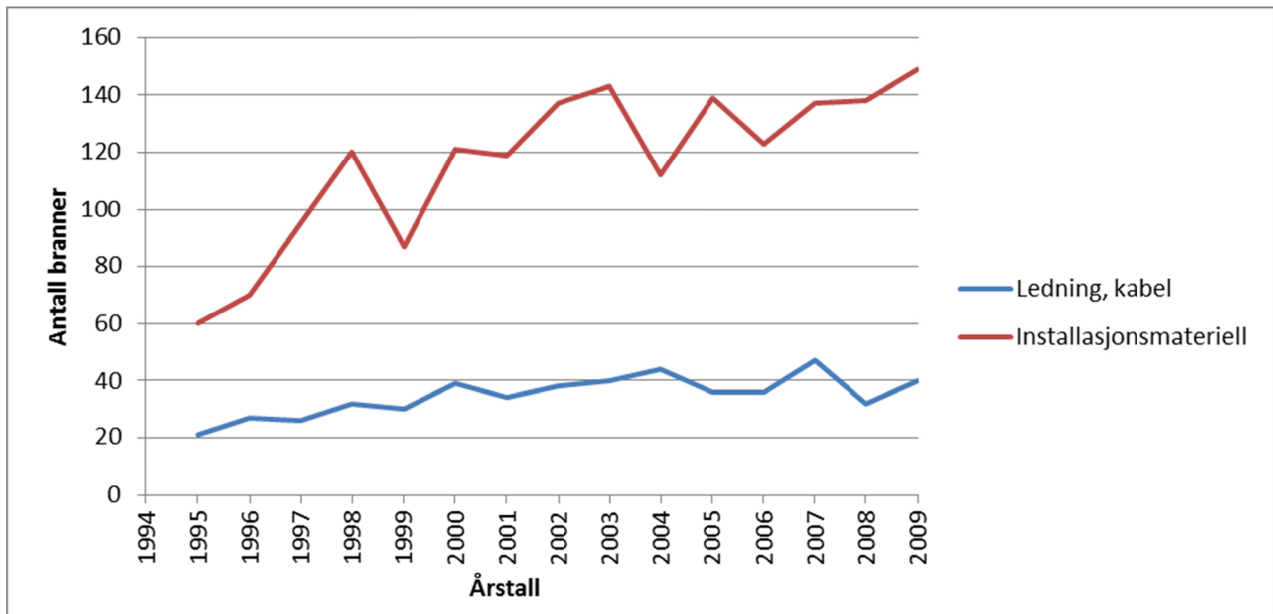
Figur 2-1 viser utviklingen i antall branner i installasjonsmateriell. Det gjennomsnittlige årlige antallet branner i installasjonsmateriell har steget fra ca. 60 branner i 1995 til ca. 150 branner i 2009. Det har altså vært over en fordobling av antall branner i installasjonsmateriell i løpet av 15 år. Antall branner i undergruppen ledninger og kabler har økt fra 21 branner i 1995 til 40 branner i 2009, altså nesten en fordobling her også i løpet av perioden.

I gjennomsnitt for 15-årsperioden var det 117 branner som startet i elektrisk installasjonsmateriell. Branner på grunn av feil i elektrisk installasjonsmateriell utgjorde i begynnelsen av tiåret i gjennomsnitt ca. 23 % av brannene med elektrisk årsak i boliger. Denne andelen har økt til ca. 41 % ved slutten av 15-årsperioden.

Det ble ifølge DSB (Grav, 2011) innført endringer i regelverket i 1998, 2002 og 2006, som man forventer har hatt innvirkning på disse tallene. Med NEK 400 kom det i 2002 nye krav om jordfeilbryter på alle forbrukerкурser som beskyttelse mot brann. Isolasjonssvikt vil i jordet utstyr og materiell kunne føre til kontakt med jord eller jordleder, og dermed rask utkobling før det skapes for høy temperatur i kontaktstedet. Typisk er tilkoblingspunkter for kabel i elektrisk utstyr, kontakter, lysbrytere og lignende. Etter hvert smelter isolasjonen, og det dannes en jordfeil som fører til at jordfeilbryter og kursen kobles ut før det blir farlig, men bare hvis slikt materiell og utstyr er jordet.

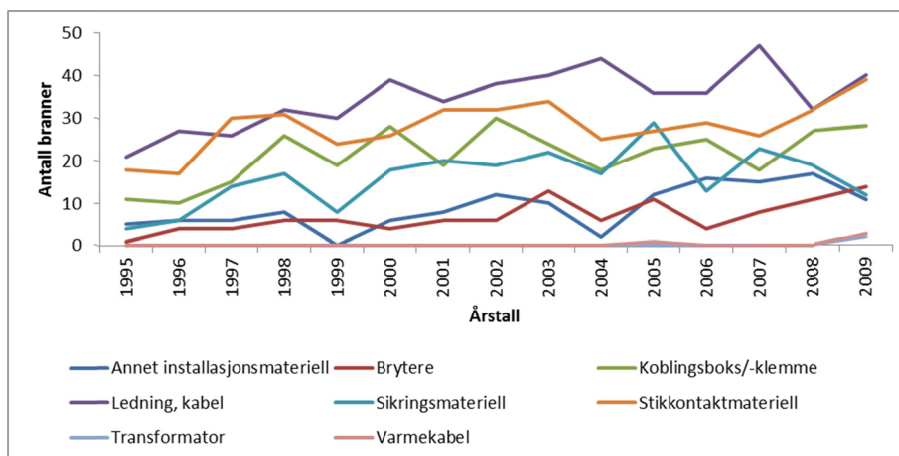
I 2002 ble det innført regelstyring for overbelastningsvern av kabler i isolert vegg (Grav, 2011). Kablene må sikres med vern som kobler ut ved lavere belastning enn det som fremkommer av internasjonalt regelverk. Bakgrunnen for kravet er en prosjektoppgave som ble gjennomført på NTNU, og som viste at kabler kunne anta en temperatur på over 110 °C i vegger som er isolert etter norsk byggeskikk. Tradisjonelle kabler tåler maksimalt 70 °C før de begynner å svekkes. Det ble også innført strengere krav til når overspenningsvern skal installeres. NEK 400 kom ut i revidert versjon i 2006, og deretter i 2010. Den nye revisjonen fra 2010 justerer og innskjerper kravene. Dette er det for tidlig å se spor av i brannstatistikken, men vi bør sannsynligvis se en ny trend om 5 – 6 år. Det var imidlertid klare forventninger til at innføring av kravene i 2002 ville få betydning for brannstatistikken. Dette er tett knyttet til kabler og koblingspunkt for kabler og ledninger.

Som det fremgår av Figur 2-1, så kan vi ikke se at de ovennevnte endringene gjenspeiler seg særlig tydelig i utviklingen av branner som starter i verken kabler eller i alt installasjonsmateriell samlet. Andelen disse brannene utgjør av alle boligbranner, har vist en økende tendens i hele perioden 1995-2009.



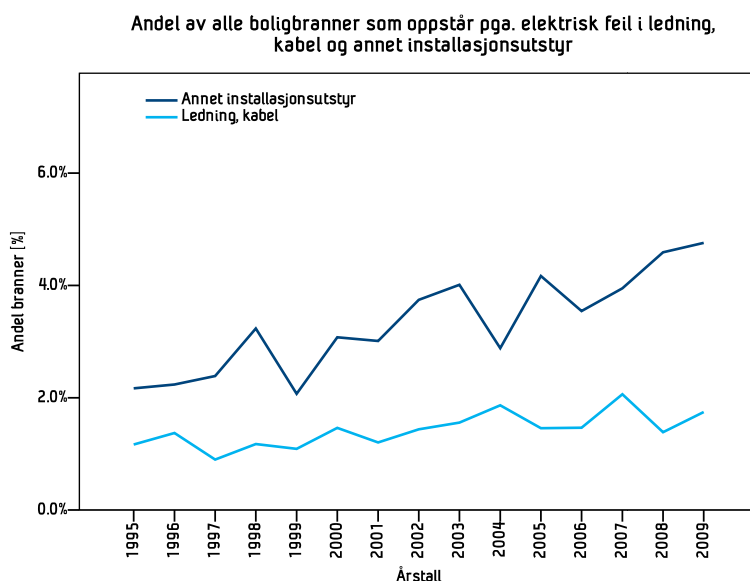
Figur 2-1: Utviklingen i antall boligbranner som startet i installasjonsmateriell og i ledninger og kabler i 15-årsperioden 1995-2009. *Ledning, kabel* er inkludert i *Installasjonsmateriell* (figuren er basert på data fra DSBs brannstatistikk).

Figur 2-2 viser utviklingen av branner som skyldtes forskjellig installasjonsmateriell. Man ser her at *kabler* forårsaket flest branner i installasjonsmateriell, og at antallet slike branner har vært økende i løpet av femtenårsperioden, fra vel 20 til over 40 branner årlig. Det må her påpekes at det i statistikken til DSB ikke fremgår om brannen for eksempel skyldes varmgang i termineringspunktet (stikkontakt, koblingsboks etc.), eller overbelastning av kabel. Videre fremgår det ingenting i statistikken om det er sammenbrudd i kabel grunnet aldring, eller om det er snakk om at kableten er ødelagt mekanisk, for eksempel ved gjennomspikring. Det skilles heller ikke mellom brann i installasjonskabel og skjøteledninger i statistikken til DSB. Man ser av figuren at stikkontaktmateriell er det installasjonsmateriellet som forårsaker nest flest branner, med mellom 20 og 40 branner per år.



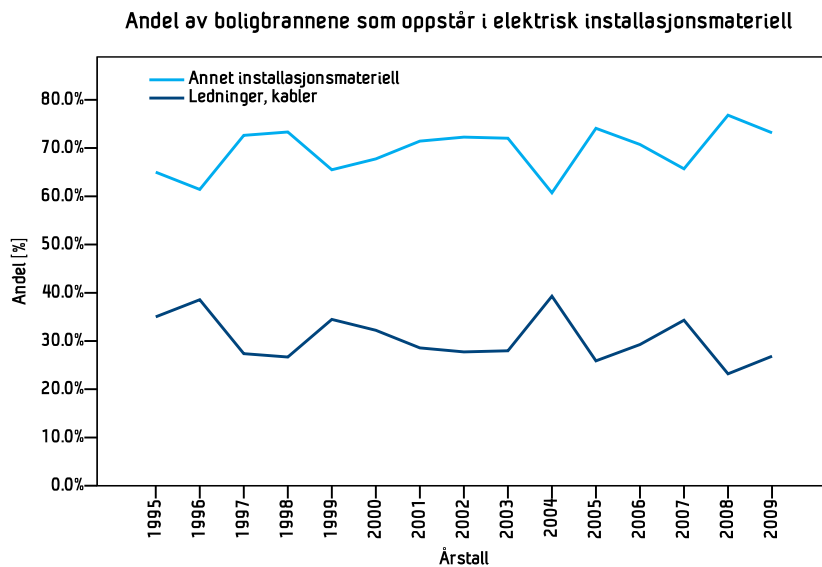
Figur 2-2 Fordelingen av antall boligbranner etter typen installasjonsmateriell som forårsaket brannen i perioden 1995-2009 (figuren er basert på data fra DSBs brannstatistikk).

Figur 2-3 viser at andelen branner i kabler og i annet installasjonsmateriell, utgjorde henholdsvis vel 1 og 2 % av alle boligbrannene i 1995. Det fremgår også at andelen branner som starter i installasjonsmateriell har vist en stigende tendens til ca. 4,5 % i 2009. Andelen branner som starter i kabler viser også en økende tendens, men det kan synes som om økningen har vært vesentlig svakere enn for installasjonsmateriell i perioden 1995-2009.



Figur 2-3: Den prosentvise andelen boligbranner som oppstår i kabler og i andre typer installasjonsmateriell av alle boligbranner i perioden 1995-2009 (figuren er basert på data fra DSBs brannstatistikk).

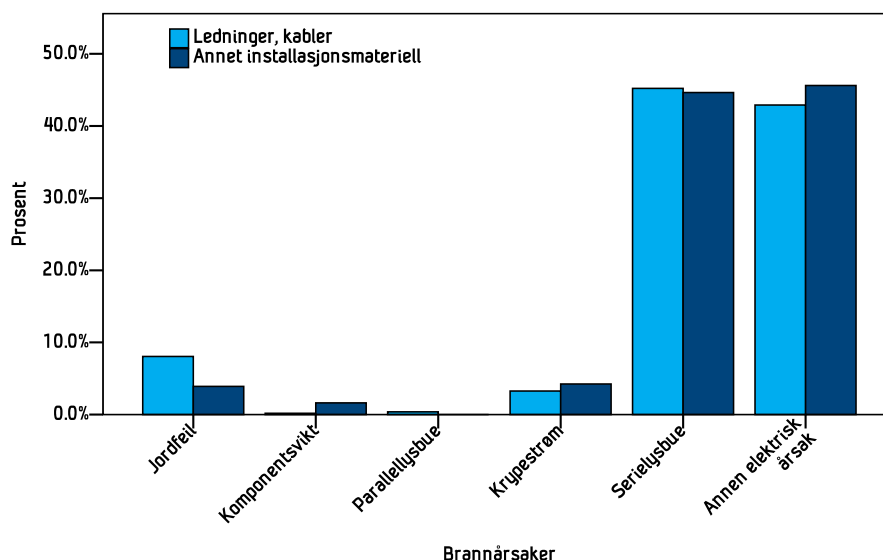
Figur 2-4 viser at boligbrannene med brannårsak knyttet til kabler utgjorde mellom 25-40 % av brannene i installasjonsmateriell frem til og med 2009, mens annet installasjonsmateriell forårsaket 60-75 % av boligbrannene i samme periode.



Figur 2-4: Utviklingen av andelen av boligbranner som var forårsaket av kabler, i forhold til andelen forårsaket av annet installasjonsmateriell (figuren er basert på data fra DSBs brannstatistikk).

2.1.2 Hyppigheten av brannårsaker i kabler og annet installasjonsmateriell

Figur 2-5 viser fordelingen av brannårsakene¹ knyttet til kabler og annet installasjonsmateriell i forhold til alle branner med årsak knyttet til installasjonsmateriell i femtenårsperioden 1995-2009. Det fremgår at fordelingen av brannårsakene for kabler er temmelig lik fordeling av de samme brannårsakene for annet installasjonsmateriell. Nesten halvparten av brannene i både kabler og annet installasjonsmateriell hadde serielysbue som brannårsak, mens knapt 10 % av brannene i kabler skyldtes jordfeil (7,2 %) og krypstrøm (2,3 %).



Figur 2-5: Fordeling av brannårsakene for boligbranner med brannårsak knyttet til installasjonsmateriell i perioden 1995-2009.

Vel 40 % av brannene blir kategorisert under ”Annen elektrisk årsak”. Brannene i denne gruppen hadde elektriske årsaker som ikke dekkes av de fire kategoriene i DSBs brannårsaksstatistikk. På grunnlag av en gjennomgang av kommentarfeltet i brannårsaksstatistikken, kan det se ut til at disse brannene i første rekke skyldtes *varmgang/overoppheting* og *kortslutning*. Kontaktsvikt og smeltet ledning etc. ble også nevnt relativt ofte i brannene kategorisert under ”Annet” (annen brannårsak). Den største andelen av disse brannene besto imidlertid av branner hvor brannårsaken eller den elektriske feilsituasjonen ikke var definert, annet enn at brannen trolig hadde en elektrisk feilsituasjon i installasjonsmateriell som brannårsak.

¹ De mest vanlige brannårsakene i elektriske anlegg er omtalt i avsnitt 2.2, men vi vil her gjengi DSBs definisjoner av brannårsakene:

- *Serielysbue* skyldes dårlig kontakt i en kobling (Se kap.2.2 pkt.5). Kontaktsvikt gir lokalt høyere motstand med påfølgende varmgang og kan føre til en stående lysbue. Dette kan føre til avbrenning eller antenning av isolasjon, med påfølgende brann som resultat (DSB).
- *Jordfeil* betyr at en eller flere faseledere har tilfeldig eller uønsket forbindelse med jord, for eksempel til metallkapslinger på utstyr eller metallskjerm i kabler. Denne typen feil oppstår ofte på grunn av isolasjonssvikt (DSB).
- *Krypstrøm* er strøm på ville veier. På grunn av dårlig rengjøring (støv, oljesøl etc.) og lynoverspenninger kan det bli dannet uønskede strømbaner mot jord eller mellom strømførende ledere, med oppvarming som resultat (DSB).

2.1.3 Gjennomgang av brannstatistikk fra NFPA

National Fire Protection Association (NFPA) i USA har registrert og analysert data fra i gjennomsnitt ca. 19 100 branner i boliger per år som er forårsaket av elektriske anlegg i femårsperioden 1999-2003 (Twomey og Ahrens, 2006). Disse brannene førte i gjennomsnitt til 140 omkomne, 610 skadete personer og 349 millioner dollar i materielle skader (ca 2,1 milliarder kroner) per år.

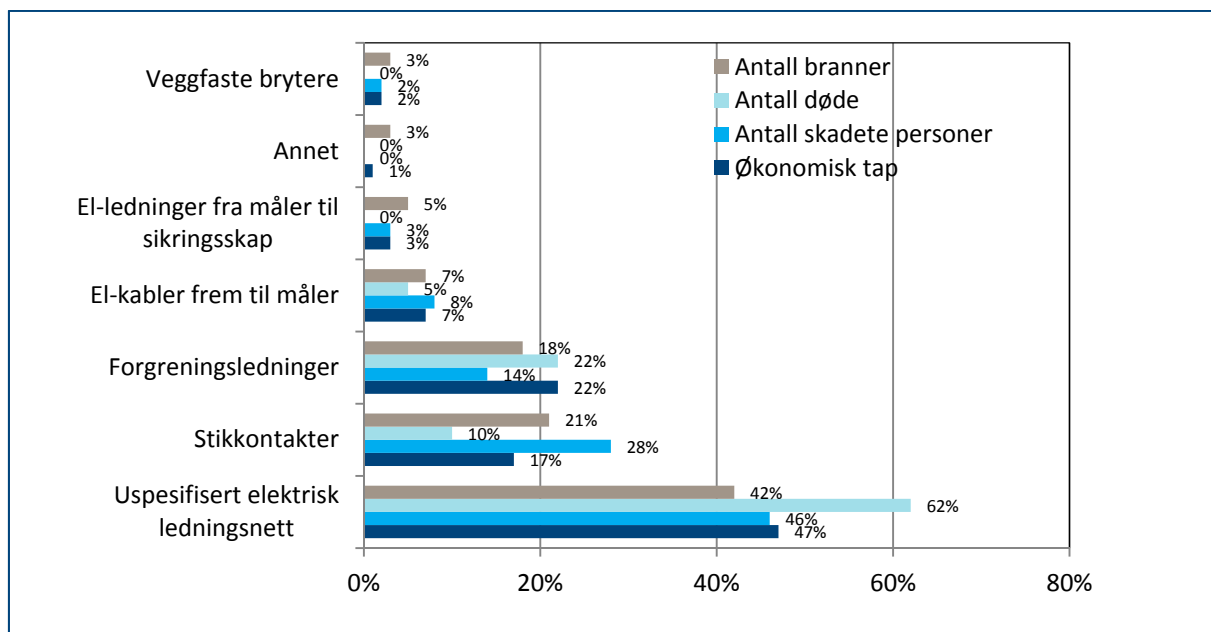
2.1.3.1 Ledningsnett og kabler, brytere eller stikkontakter

Figur 2-6 viser fordelingen av branner i elektriske installasjoner i USA med hensyn til forskjellig installasjonsmateriell. Det fremgår at elektriske feil i kabler medførte flest branner, det største antallet skadde og døde personer, samt de største økonomiske tapene, i gjennomsnitt litt over 8 000 branner per år. Videre forårsaket disse brannene hvert år i gjennomsnitt 87 døde, 280 skadete personer og nesten 1,1 milliarder kroner i materielle skader.

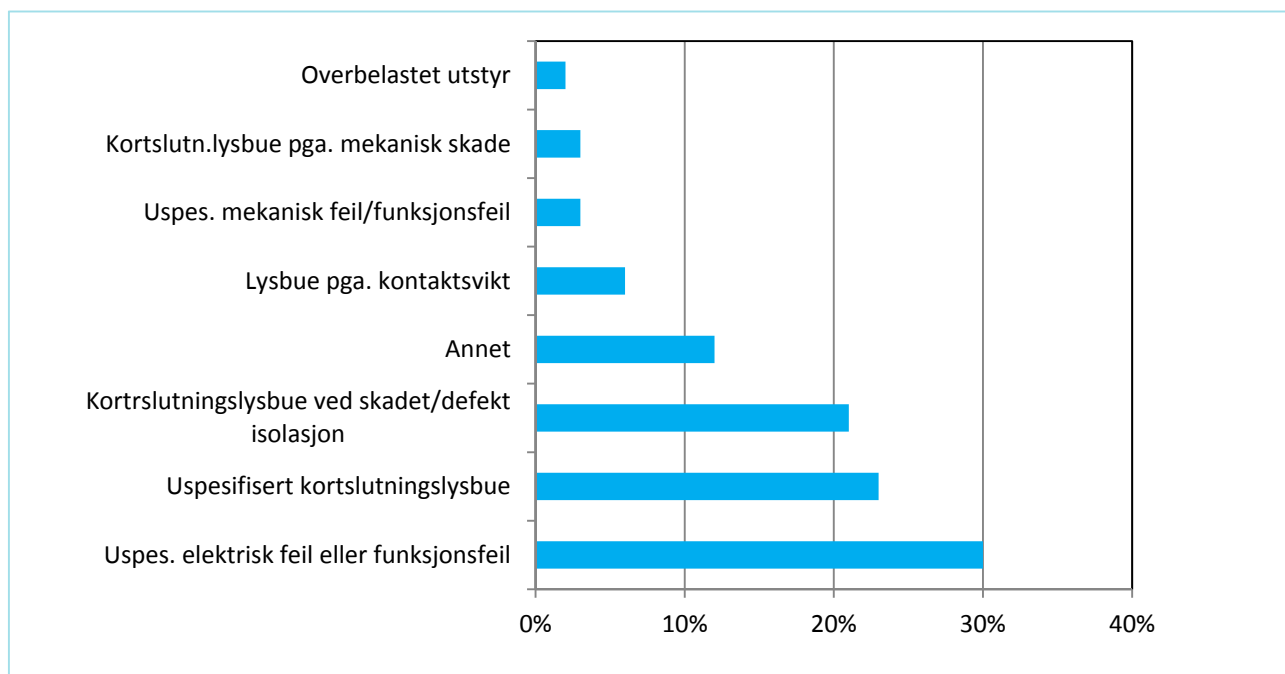
Av Figur 2-7 ser man at den største kjente enkeltårsaken var uspesifisert kortslutningslysbue (23 % av brannene), mens kortslutningslysbue i forbindelse med skadet eller defekt isolasjon utgjorde 21 % av brannene. Lysbue på grunn av kontaktfeil (det vil sannsynligvis si serielysbue) stod for 6 % av brannene. Hele 47 % av brannene hadde kortslutningslysbue som brannårsak, mens bare 6 % av brannene hadde altså serielysbue som brannårsak. I Norge forårsaket serielysbue nærmere 50 % av brannene både i kabler og annet installasjonsmateriell, mens kortslutningslysbue ikke er en brannårsak i DSBs statistikk.

Fra Figur 2-8 fremgår det at det materialet som først blir antent i brannene i installasjonsmateriell var isolasjonen på ledninger og kabler (34 %). Branner det det første antente materialet var i bygningsdel (reisverk, rammeverk, stendere) og bygningsisolasjon utgjorde henholdsvis 20 % og 8 %. Branner der innvendig og utvendig veggkledning først ble antent, representerte begge 6 % av brannene som skyldtes elektrisk installasjonsmateriell. Innvendig takkledning, madrass eller sengetøy, og golvbelegg var alle det først antente materialet i 2 % av disse brannene.

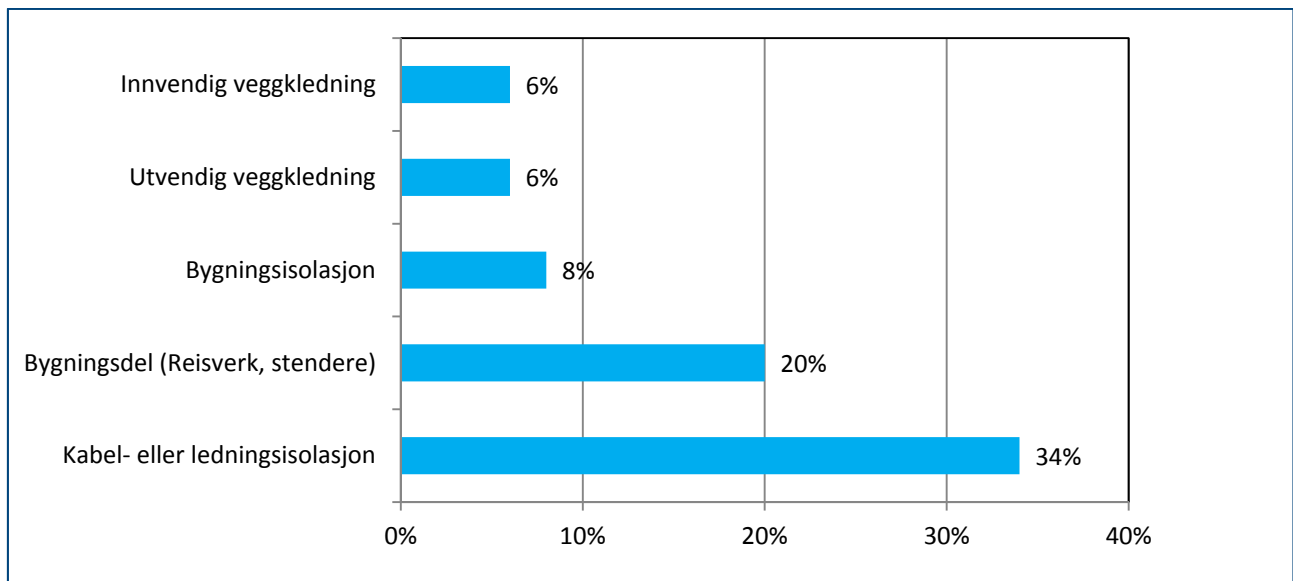
Omtrent en tredel av brannene startet i skjulte, innelukkede eller vanligvis folketomme områder. Dette inkluderer loft eller skjulte områder over himling (14 %), i vegg (12 %), krypekjeller (5 %) og i etasjeskiller (5 %). 12 % av brannene oppsto på soverommet, mens 8 % oppsto på kjøkkenet, og 6 % oppsto i stua eller andre oppholdsrom. Det er verdt å merke seg at mens DSBs brannstatistikk viser at nesten halvparten av brannene i elektrisk installasjonsmateriell i Norge (49 %) har serielysbue som brannårsak, har nesten like stor andel av brannene i USA (49 %, i følge NFPA) en eller annen form for kortslutning som brannårsak. Et spørsmål man kan stille seg, er om denne store forskjellen i elektriske feil i installasjonsmateriell mellom Norge og USA, skyldes at disse landene har forskjellig elektriske systemer (IT-/TN-system) og spenning (230 V/150 V), eller om dette skyldes at man tolker de elektriske feilene forskjellig.



Figur 2-6: Fordelingen av ca. 19 000 branner med årsak knyttet til elektriske installasjoner i USA i perioden 1999-2003 på forskjellige typer elektrisk installasjonsmaterieell etter andel av brannene, andelen av døde og skadete personer, og andelen av det totale økonomiske tapet som følge av brannene (Twomey og Ahrens, 2006).



Figur 2-7: Fordeling av ca. 19 000 branner med årsak knyttet til elektriske installasjoner i USA i perioden 1999-2003 med hensyn til hvilken faktor som bidro til antenning (Twomey og Ahrens, 2006).



Figur 2-8: Fordelingen av ca. 19 000 branner med årsak knyttet til elektriske installasjoner i USA i perioden 1999-2003 med hensyn til det objektet som først ble antent i brannen (Twomey og Ahrens, 2006).

2.1.4 Analyse av 105 branner med elektrisk årsak i USA

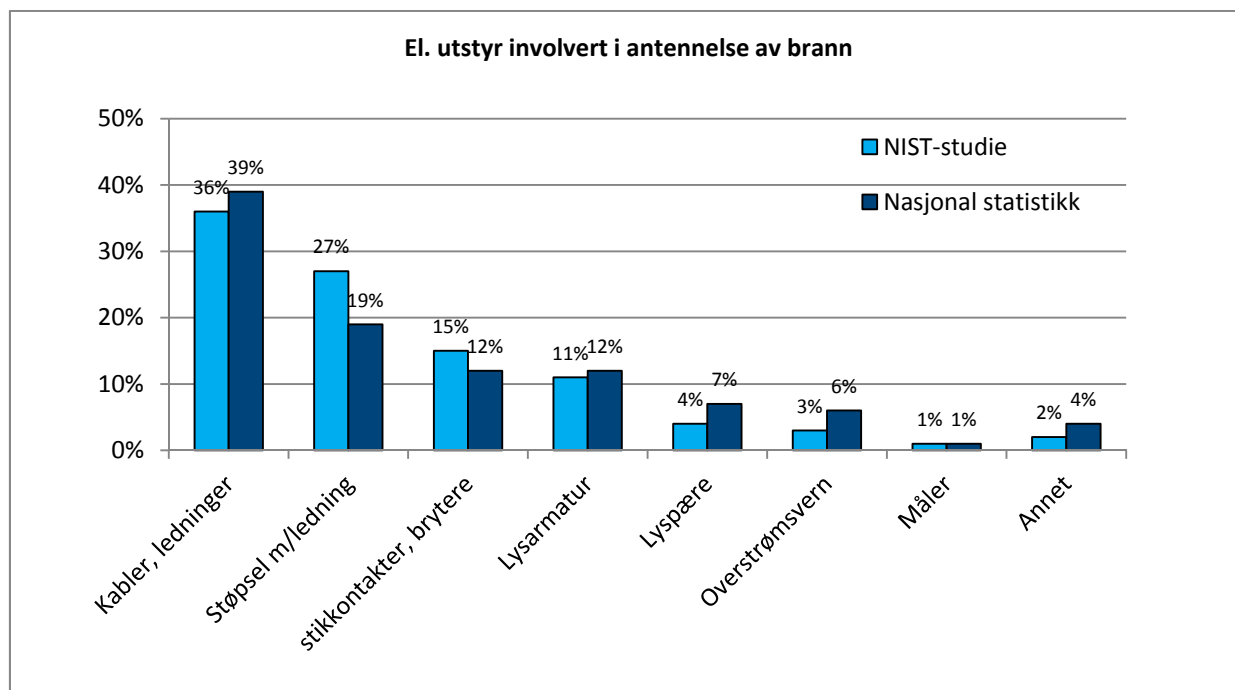
Ved NIST i USA ble det i 1983 gjennomført en detaljert analyse av 105 branner i boliger med elektrisk årsak i installasjonsmateriell og belysningsutstyr (Hall, 1983). Selve etterforskningen av brannene ble utført i perioden mars 1980 til desember 1981. Hensikten med analysen var å finne typiske mønstre og kjennetegn for branner med elektrisk årsak i installasjonsmateriell og belysning, samt identifisere mekanismene som førte til at det oppsto elektrisk feil og brann.

I brannene som ble valgt ut, var det mulig å analysere og identifisere den elektriske brannårsaken relativt enkelt. Dette utelukket blant annet branner med store brannskader, hvor det elektriske installasjonsmaterialet var for skadet til at man kunne finne klare elektriske brannårsaker. Data ble samlet inn, systematisert og kategorisert etter de samme konvensjoner som i den øvrige nasjonale brannstatistikken.

2.1.4.1 Fordeling av brannene etter typen installasjonsmateriell

Figur 2-9 viser fordelingen av forskjellig installasjonsmateriell og utstyr som var involvert i antenne av de 105 brannene. I samme figur kan man også sammenligne med fordelingen fra tilsvarende nasjonal statistikk i USA. Figur 2-9 viser fordelingen i denne studien ("NIST-studien") med hensyn til hvilket utstyr som forårsaket brann, og i nasjonal statistikk fra USA.

Det fremgår her, i likhet med DSB-statistikken i Figur 2-2, at de fleste branner i installasjonsmateriell starter i kabler/ledninger og stikkontakter/brytere. Figur 2-2 og Figur 2-9 er riktignok ikke sammenlignbare, først og fremst på grunn av forskjellig inndeling av installasjonsmateriell, samt at NIST-studien også inkluderer belysning.



Figur 2-9: Fordelingen av forskjellig installasjonsmateriell involvert i antennelse av de 105 brannene i NIST-studien, og sammenligning med tilsvarende nasjonal statistikk fra USA.

2.1.4.2 De viktigste feiltypene som forårsaket brannene

Tabell 2-1 viser fordelingen av ulike typer feil som forårsaket de 105 brannene, avhengig av typen installasjonsmateriell. Det fremgår at løs eller defekt forbindelse (kontaktsvikt) var den viktigste årsaken til alle brannene i installasjonsmateriell (30 %). Løs eller defekt forbindelse (kontaktsvikt) var den klart viktigste årsaken til brann i ledninger og kabler (38 %), selv om mekanisk skade (22 %), defekt eller skadet isolasjon (19 %) og overbelastet materiell (19 %) også var viktige årsaker til feil. For løse ledninger med støpsel (ofte skjøteledninger), var mekanisk skade (46 %) og overbelastet materiell/utstyr (33 %) de viktigste feilene som forårsaket brann.

Det ble trukket følgende konklusjoner etter analysen av de 105 boligbrannene med elektrisk årsak:

- I 72 % av brannene var det gjort forandringer med det elektriske systemet i huset før brannen. Disse forandringene omfattet alt fra mindre forandringer (for eksempel bruk av skjøteledning), til omfattende oppgraderinger av det elektriske systemet (slik som utskiftning av ledninger og kabler, eller annet elektrisk arbeid).
- I 44 % av brannene hadde man opplevd problemer med det elektriske systemet før brannen, enten like før eller i løpet av en lengre periode før brannen. Sikringene gikk eller strømvernet løste ut, det oppsto flimring eller plutselig demping av lyset, elektriske apparater fungerte ikke som de skulle etc.
- I 61 % av brannene ble det oppdaget brudd på forskriftene i forbindelse med det elektriske systemet i huset. Dette var oftest tilfelle med lysarmatur (86 % av tilfellene), og med ledningsnett i huset (70 %), mens forskriftsbrudd var sjeldnest i forbindelse med stikkontakter (39 %). Disse forskriftsbruddene medførte som regel overbelastning av det elektriske anlegget (46 %). Uheldig eller feilaktig bruk av skjøteledninger (14 %), ledninger som var montert eller brukt i strid med forskriftene (15 %), og uheldig skjøting av ledninger (18 %), forårsaket ofte brann.

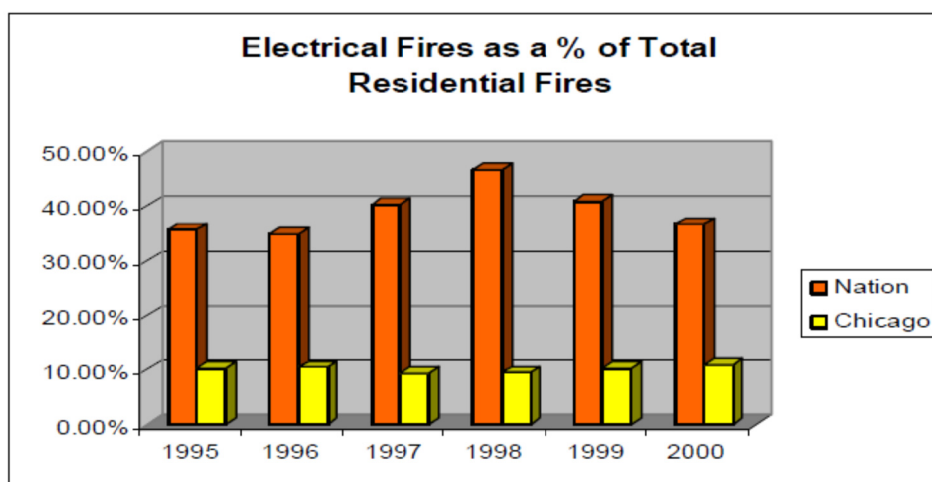
Tabell 2-1: Fordelingen av ulike typer feil som forårsaket de 105 brannene i NIST-studien, avhengig av typen installasjonsmateriell.

Installasjonsmateriell (alle tall i %)	Fuktskade	Mekanisk skade	Defekt eller slitt isolasjon	Løs eller defekt forbindelse (kontaktsvikt)	Overbelastet materiell	Annet	Totalt
Ledning, kabel	3	22	19	38	19	0	100
Stikkontakt, bryter	0	15	8	62	15	0	100
Lysarmatur, lampeholder	0	10	10	30	20	30	100
Støpsel m/ledning	4	46	4	13	33	0	100
Lyspære, lysrør	0	0	0	25	0	75	100
Annet	33	0	17	0	50	0	100
Totalt*	4	24	11	30	24	7	100

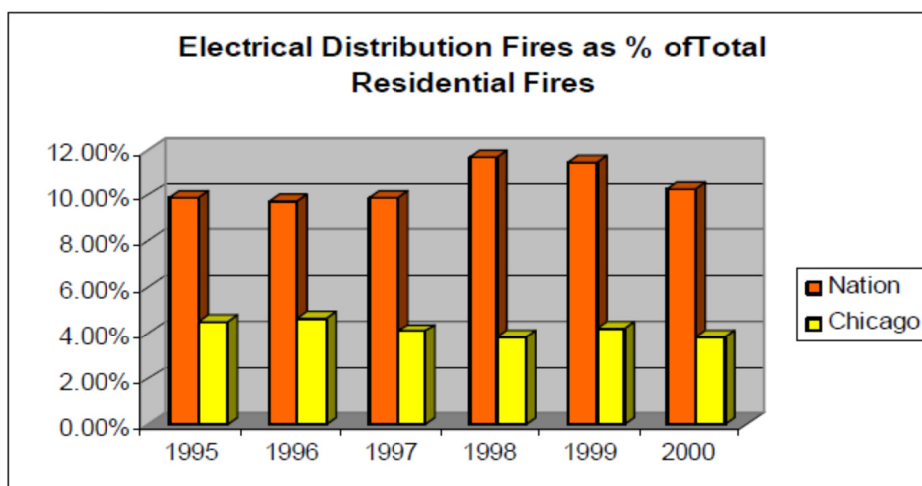
* Den prosentvise andelen hver type feil utgjør av alle de 105 brannene.

2.1.5 Hyppigheten av branner med elektrisk årsak i Chicago 1995-2000

På grunn av mange og kostbare branner opp gjennom historien, har myndighetene i Chicago etablert strenge regler for elektriske installasjoner og utstyr. Dette har, som vist Figur 2-10 og Figur 2-11, medført at andelen av kostnadene for elektriske branner i boliger, regnet av de totale kostnadene til boligbranner, er vesentlig lavere i Chicago enn i resten av USA.



Figur 2-10: Kostnadsestimat for skader på grunn av alle branner i boliger med elektrisk årsak i prosent av de totale kostnadene for boligbranner i Chicago og i hele USA i perioden 1995-2000 (Arendt, 2006).



Figur 2-11: Kostnadsestimat for skader på grunn av branner i elektriske installasjoner i prosent av de totale kostnadene på grunn av boligbranner i Chicago og i USA i perioden 1995-2000 (Arendt, 2006).

Kostnadene for elektriske branner generelt i Chicago, er nesten en firedel av gjennomsnittet for hele USA. Som vist i Figur 2-11, er de tilsvarende kostnadsestimatene for branner på grunn av elektriske installasjoner i Chicago godt under halvparten av tilsvarende tall for resten av USA. Hva er det man gjør i Chicago som medfører en så drastisk reduksjon i antall branner i det elektriske anlegget i boliger?

En viktig årsak til disse forskjellene, er at man i Chicago i lang tid har hatt et krav om ledningsrør av metall (vanligvis stålrør) for ledningsnettet i boliger. På denne måten blir elektriske ledninger, som er det installasjonsmaterieell som medfører flest branner i boliger (jf. Figur 2-2 og Figur 2-9), effektivt isolert fra brennbart materiale ved hjelp av en ubrennbar barriere. Dette blir fremholdt som den eneste forskjellen som kan forklare at det er færre branner i elektriske installasjoner i Chicago enn i resten av USA. Isolasjonen i ledninger og kabler kan brytes ned over tid, slik at den antennes lettere. Gamle ledninger og kabler kan på denne måten skiftes ut på en enkel og rimelig måte. Dessuten vil stålrør i høy grad gi økt beskyttelse mot mekaniske og termiske skader. Gnagere som mus, rotter og ekorn, gjør for eksempel mye skade på det elektriske ledningsnettet i boliger USA.

I Chicago erfarte man at denne praksisen ikke har medført nevneverdig økning i byggekostnadene sammenlignet med resten av landet.

2.2 Beskrivelse av de viktigste elektriske brannårsakene

Elektrisk materiell og utstyr som blir brukt riktig, og som er korrekt koordinert med vern mot overbelastning og kortslutning, vil vanligvis ikke representere noen brannfare. Slikt materiell og utstyr kan likevel utgjøre en antenneskilde, dersom det ligger inntil lett brennbare materialer, dersom det er svekket eller skadet, eller dersom det elektriske materialet og utstyret blir feilaktig installert eller anvendt.

For at elektrisk materiell og utstyr skal utgjøre en tennkilde, må elektrisk energi føre til tilstrekkelig høye temperaturer lokalt i det elektriske anlegget, for eksempel i et koblingspunkt. Tilstrekkelig energi til å kunne antenne brennbare materialer i umiddelbare nærhet av elektrisk installasjonsmateriell, kan, ifølge Babrauskas (2003), produseres av følgende fenomener:

1. Lysbue
2. Motstandsoppvarming
3. Ytre varmekilder

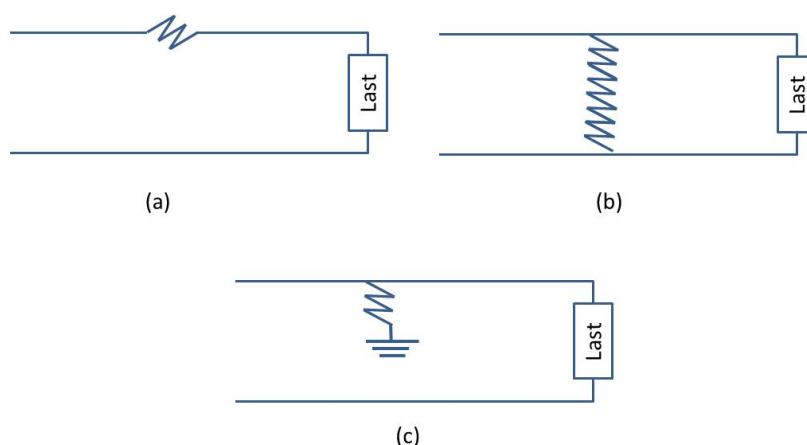
I noen tilfeller kan antennelse oppstå som følge av en kombinasjon av disse tre mekanismene.

2.2.1 Lysbuer

En lysbue er en høytemperatur lysende elektrisk utladning via en ionisert gass, over en spalte eller sprekk. Det frigis varme, lys, ultrafiolett lys og radiobølger. Temperaturen i en lysbue kan bli flere tusen grader, avhengig av strøm, spenning og type metall. Fordi luft er en dårlig leder, opprettholdes lysbuen ved at metallet varmes opp så mye at det skapes en bro av metalledamp som leder strømmen. En lysbue kan enten oppstå som en serielysbue eller parallelllysbue (kortslutningslysbue). Noen mener at det også eksisterer en tredje form for lysbue, nemlig jordfeillysbue. I prinsippet er imidlertid dette det samme som en parallelllysbue, ettersom lasten ikke er i serie med lysbuen (jf. Figur 2-12).

En serielysbue kan ikke eksistere uten at det er strømbelastning. Serielysbuen vil opphøre dersom strømmen slås av.

Brann på grunn av lysbue kan oppstå ved at lysbuen kommer i direkte kontakt med brennbart materiale, på grunn av at materialer nær lysbuen eksponeres for varmestråling, eller på grunn av varme metallbiter. Den førstnevnte måten er nok den hyppigst forekommende, men varme metallbiter kan også føre til brann. Antennelse på grunn av varmestråling fra lysbuen forekommer sannsynligvis sjeldent.



Figur 2-12: Tre forskjellige måter lysbuer kan oppstå i et ledningsnett på. (a) serielysbue, (b) parallelllysbue og (c) jordfeillysbue.

Parallelllysbuer anses som generelt mer risikable enn serielysbuer med hensyn til faren for antennelse. Dette skyldes at energien i lysbuen er mye større, og de kan opptre nærmest eksplosjonsartet, det vil si med kraftig trykkbølge og

smell. Dette kan medføre at deler av koblingen, for eksempel kabelen eller andre deler av koblingen, slynges ut med stor kraft. Det faktum at parallelllysbus er mer risikable enn serielysbus, underbygges av statistikk fra for eksempel NFPA i USA for 5-årsperioden 1999-2003 (Twomey og Ahrens, 2006), som det tidligere ble referert til i avsnitt 2.1.3. Her nevnes det at en eller annen form for kortslutning var årsaken til 49 % av brannene i kabler, stikkontakter og brytere². I avsnitt 2.1.2 ble det konkludert med at nesten halvparten av brannene i installasjonsmaterieell skyldes serielysbus, mens kortslutning ikke nevnes som brannårsak, på grunn av at DSB ikke benytter kortslutning som en årsakskategori. Dette til tross for at det i kommentarfeltet i statistikken for branner med ukjent årsak, relativt hyppig ble notert kortslutning som brannårsak av DLE. I statistikken fra NFPA angis det en brannårsak som ”*Arc from faulty contact or broken conductor*” for 6 % av totalt 8 520 branner med elektrisk årsak. Dette er etter all sannsynlighet branner som skyldes serielysbus. Prosentandelene 49 % og 6 % for henholdsvis kortslutning og serielysbus som brannårsak i USA, skulle tydelig dokumentere påstanden om at kortslutningslysbus er vesentlig mer risikable enn serielysbus med hensyn til antennelse.

Kortslutninger kan, i tillegg til å danne kraftige lysbus som smelter metall i løpet av meget kort tid, også forårsake glødende eller smeltete metallbiter, som kan bli slynget ut med eksplosiv kraft. Dette medfører dermed også større sannsynlighet for antennelse av brennbart materiale.

Lavnivå kortslutning, langt ute i en krets med mye motstand og lav strømstyrke, kan medføre at kortslutningsstrømmen i gjennomsnitt over en periode er lavere enn den strømstyrken strømvernet løser ut ved. Dette kan medføre repeterende kortslutningslysbus over lengre tid, uten at strømvernet løser ut. Dette er noe som kan føre til brann.

Lysbus kan oppstå på grunn av følgende årsaker:

1. **Lysbus-krypstrømsdannelse** som følge av forkulling av isolasjonen, som igjen kan skyldes fukt og forurensninger eller termisk påvirkning. I en 230 V AC strømkrets er det ikke vanskelig å fremkalle en lysbus, dersom det eksisterer et forkullet spor i isolasjonen. Et slikt spor kan oppstå som følge av fukt og forurensninger på overflaten, eller som følge av overspenninger i anlegget forårsaket av lynnedslag. Dette kan føre til lekkasjestrømmer på overflaten av isolasjonen, som over tid kan danne forkullede spor, skape lysbus og krypstrømmer i isolasjonen (engelsk: ”arc tracking”). Termisk påvirkning av PVC (i området 200-300 °C) kan også føre til at et forkullet spor blir dannet i PVC-isolasjonen. Slike spor kan føre til lekkasjestrømmer og kortslutningslysbus, og til slutt antennelse av isolasjonen. En vedvarende brann i kabelen kan dermed oppstå, til tross for at brannklassifiserte kabler skal være såkalt ”selvslokkende”³.
2. **Ionisering av luften:** Lysbus kan vanskelig oppstå over større luftgap dersom luftrommet ikke er ionisert eller forurenset på en eller annen måte. Hvor lite luftgapet må være før det blir overslag, er avhengig av spenning, temperatur, lufttrykk, ionisering og forurensning. Norge, som anvender høyere spenninger enn USA, burde kunne forvente noe høyere forekomster av lysbus enn USA. Dersom det for eksempel oppstår alvorlig varmgang i en fordelingsskinne, vil store mengder ionisert gass bli dannet. Denne gassen kan bli ført bort til en annen strømkrets, og kan dermed medføre lysbusdannelse på dette stedet. Røykgassene som produseres i en brann vil også lett bli ionisert. Brannindusert lysbusdannelse kan dermed være den mest vanlige situasjonen der brannskader blir forårsaket av lysbus (Beland, 1984). Antennelse på grunn av disse lysbusene vil dermed ikke være den primære brannårsaken; dette er sekundære lysbus forårsaket av selve brannen.

² Denne prosentandelen fordelte seg på følgende måte:

Unspecified short circuit arc:	1980 branner (23 %)
Short circuit arc from defective or worn insulation:	1810 “ (21 %)
Short circuit arc from mechanical damage:	280 “ (3 %)
Water caused Short circuit arc:	170 “ (2 %)

³ Selvslokkende er en brannfaglig term som i høy grad er relativ, og knyttet til den standardiserte testen materialet er prøvet og klassifisert etter. Brukes ofte om kabler, men er listet som en frarådet term i *ISO 13943 Fire safety terminology: 2008*, og er ikke omtalt i *NEK IEC 60695-4:2005 Fire Hazard testing. Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products*. Termen er heller ikke anvendt om kabler i NEK 400.

3. **Kortslutning på grunn av metallkontakt:** Brannfaren ved en slik kortslutning består av både lysbuen og den oppvarmingen som resten av kretsen blir utsatt for. En kortslutningslysbue oppstår når det er uønsket forbindelse med svært lav motstand mellom to ledere, og når strømmen blir begrenset av motstanden i ledningsnettet. Vanligvis vil kortslutningsstrømmen være mye høyere enn den strømstyrken som strømvernet løser ut ved, men det kan være forhold som kan føre til at strømbryteren ikke løser ut. Dette kan forekomme dersom kortslutningsstrømmen for eksempel er intermitterent, og gjennomsnittsverdien til strømmen er lavere enn det strømvernet løser ut ved. Dersom det er snakk om et langt ledningsnett eller utstrakt bruk av skjøteledninger, er det heller ikke sikkert at strømvernet løser ut. I slike tilfeller skyldes dette den forholdsvis høye motstanden i ledningsnettet, noe som reduserer strømstyrken. Da vil overbelastningsdelen i vernet løse ut etter en gitt tid (termisk vern eller bimetall). Det kan imidlertid ta opptil flere timer (Grav, 2011).

Det hevdes at det er relativt vanskelig å antenne brennbare materialer ved en kortslutningslysbue i en vanlig strømkrets med 20 A eller mindre sikring. Slike kortslutningslysbuer kan for eksempel ikke antenne treverk, selv om forsøk har vist at løse trefibre fra treverk kan antennes i noen tilfeller. I japanske tester har man greid å antenne gasbind ved hjelp av en lysbue med 1,6 mm tykke kabler. Enkelte typer av parallelllysbuer, forårsaket av kortslutning, kan imidlertid ha relativt høy sannsynlighet for å antenne lett antennelige materialer, slik som papir og støv (Babrauskas, 2003 s. 546).

2.2.2 Motstandsoppvarming

Årsakene til motstandsoppvarming kan inndeles på følgende måte:

1. **Overbelastning:** Det er relativt lett å forårsake brann ved å kjøre en stor overbelastning i en elektrisk kabel, men de nødvendige omstendighetene for å få dette til, samsvarer ikke med de forholdene der branner i kabler vanligvis starter. Dersom overbelastning alene skal føre til antennelse, vil det vanligvis være nødvendig med en strømstyrke i størrelsesorden 3-7 ganger det kablet er dimensjonert for. Ettersom strømkretser normalt er beskyttet ved hjelp av 10-20 A sikringer, må kraftig overbelastning i kabler imidlertid betraktes som en sjelden årsak til branner (Babrauskas, 2001).
2. **For mye isolasjon:** Kabler som verken er skadet eller er blitt utsatt for stor overbelastning, kan forårsake brann på ulike måter. Om kablet kveiles opp tilstrekkelig mange ganger, eller om det er for mye isolasjon rundt kablet, eller om begge forholdene er til stede samtidig, kan dette medføre brannfare. Laboratorieforsøk har vist at brennbart materiale kan antennes forholdsvis lett i slike tilfeller. I et tilfelle var det tilstrekkelig å kveile kablet opp tre ganger og dekke kabelkveilen med klær (Babrauskas, 2003, s. 776).
3. **Lekkasjestrøm og jordfeil:** Lekkasjestrømmer opptrer når omstendigheter forårsaker at strømmen går veier som ikke skulle være strømførende. Jordfeil er et godt eksempel på slike lekkasjestrømmer. Slike fenomener kan oppstå hvis kablet er slitt eller skadet, og lederen kommer i kontakt med metall som har forbindelse med et jordpotensiale. Det er dokumentert i et tilfelle at en strømstyrke på bare 5 A var tilstrekkelig til å forårsake antennelse av en PVC-isolert kabel, som kom i kontakt med et galvanisert ståltak.
4. **Overspenning eller spenningsstøt:** Alt tyder på at dette er en relativt sjelden form for antennelse ved avgreininger i strømkretsen. Materialene som blir brukt i kabler er som regel i stand til å motstå vanlige spenningsvingninger i strømnettet. For at det skal oppstå brann, må antennesen forårsakes av lynnedslag, eller ved tilfeldig levering av høy spenning i lavspenningskabler på grunn av nettfeil. Lynnedslag⁴ kan

⁴ Lynnedslag omfatter følgende to situasjoner: a) direkte lynnedslag i elektrisk anlegg eller i ledningene som distribuerer elektrisk energi til anlegget, og b) lynnedslag i nærheten av i ledningene, som distribuerer elektrisk energi til anlegget. Den første situasjonen vil kunne føre store energimengder inn i anlegget med direkte skader og antennelse. Den andre situasjonen kan i flere tilfeller indusere så høye spenninger i distribusjonsnettet at deler av isolasjonen i ledningsnettet i installasjonen

medføre antennelse, ikke bare av kabelisolasjonen, men av alle typer brennbare materialer. Dette problemet er lite undersøkt i forbindelse med lavspenningsanlegg (Babrauskas, 2001). Tilfeller med tilfeldig levering av høy spenning som har medført brann direkte eller sekundært, er så sjeldent registrert at det ikke finnes noen systematisk studie av dette fenomenet.

5. **Dårlig kontaktforbindelse (kontaktsvikt):** Når det oppstår dårlig kontakt i et koblingspunkt, vil det ofte medføre økt motstand, og dermed kan lokal oppvarming av koblingspunktet forekomme. Det kan oppstå en såkalt progressiv feil som utvikler seg over tid. Dette kan føre til at høy motstand langsomt bygger seg opp. Lokal oppvarming kan føre til oksidering og siging av metall i koblingspunktet. Dette oksidet leder strøm, selv om motstanden i oksidbelegget er vesentlig høyere enn i metallet i lederen. Kontaktforbindelsen blir mindre fast, og ytterligere oppvarming finner sted inntil høye temperaturer er oppnådd i koblingen. Et slikt kontaktpunkt kan ved 15-20 A generere en varmeutvikling på 30-40 W. Ettersom denne varmemengden utvikles i et lite punkt, kan det medføre svært høye temperaturer i punktet. Ved et visst stadium kan slike løse kontaktforbindelser bli glødende. Brennbare materialer i nærheten kan dermed bli antent. Dersom denne oppvarmingen vedvarer lenge nok, kan isolasjonen i nærheten svikte, slik at en kortslutning også kan oppstå. Dette er trolig den feilen i elektriske installasjoner, sammen med kortslutning, som hyppigst fører til brann. Ettersom dette er en seriefeil, blir det sannsynligvis ofte antatt at den skyldes serielysbue. I internasjonal litteratur vedrørende elektriske brannårsaker, betraktes ikke serielysbue å være en særlig hyppig brannårsak, i motsetning til i Norge (jf. avsnitt 2.1.1), verken i elektriske installasjoner eller utstyr. Dette skyldes neppe forskjellig definisjon av brannårsaker, men mer en manglende forståelse av elektrisk årsak som fenomenet.

2.2.3 Utvendig varmetilførsel

De fleste tilfeller av utvendig varmetilførsel innebærer at ledningen, eller utstyret knyttet til ledningen, blir utsatt for brannpåkjenning, og det er dermed ikke ledningen som forårsaker brannen. I noen tilfeller kan imidlertid utvendig eksponering av kabel fra andre varmekilder enn brann føre til antennelse av kabelisolasjon.

Fulcomer (1979) undersøkte hvordan en 60 °C-klassifisert vanlig kabel til belysning reagerte ved eksponering for høyere temperaturer. Lyspærer med større effekt enn det lampen var beregnet for (engelsk: "overlamning"), førte til temperaturer på ca. 200 °C i en elektrisk koblingsboks. Elektrisk feil oppsto i boksen etter mindre enn 65 timer. Kabelisolasjonen ble sprø, fikk sprekkdannelser eller revnet. Til slutt løsnet isolasjonen fra lederne, noe som førte til kortslutning.

Det henvises til avsnitt 2.4.4 for mer informasjon vedrørende hvilke forhold kabler kan utsettes for under brann, både med hensyn til ren varmestråling (fra for eksempel flammer som ikke omhyller kabelen), og med hensyn til hovedsakelig konveksjon (hvor kabelen omhylles av røykgasser med relativt moderat temperatur).

2.3 Brannårsaker i ledninger og kabler med PVC-isolasjon

2.3.1 Generelt om antennelse av kabler

De mest kjente faktorene som fører til antennelse av kabler er følgende (Babrauskas, 2005):

- Fabrikasjonsfeil
- Ekstreme strømstyrker
- For mye isolasjon i forhold til strømføringsevne (i kombinasjon med overstrøm)
- Lokal oppvarming på grunn av delvis brudd i en flertrådet leder

punkteres av lysbuer med påfølgende kortslutning eller jordfeil. Da kan det oppstå brann i kabel over tid ettersom forkullede rester begynner å lede strøm (Grav, 2011).

- Lokal oppvarming på grunn av mekanisk skade på en leder, fordi en stift eller spiker var slått gjennom kabelen
- Lokal oppvarming på grunn av dårlig eller feil i tilkobling

2.3.2 PVC-isolasjon i kabler

PVC er det mest vanlige isolasjonsmaterialet i lavspenningsledninger og -kabler. I tillegg benyttes PVC som isolasjonsmateriale i andre elektriske produkter, slik som i støpsler og stikkontakter. Ettersom PVC er et relativt stivt materiale, må det blandes med mykningsmidler for å gjøre det tilstrekkelig mykt og fleksibelt. Ifølge Wickson (1993) har en typisk PVC-kabel følgende innhold:

- 52-63 % PVC-harpiks
- 25-29 % mykningsmiddel
- 5-16 % fyllstoff
- 2-4 % stabiliseringsmiddel
- 0,2-0,3 % voks
- mindre mengder smøringsmidler, fargestoffer, og noen ganger brannhemmende middel.

Så mye som opp til 50 % av massen i PVC-kabler består altså av forskjellige tilsetningsstoffer. Man kan derfor forvente at disse stoffene, spesielt mykningsmiddelet, vil ha stor effekt på degraderingen av PVC. Myknere blir også tilsatt PVC for å hindre termisk nedbryting av isolasjonen. Mykneren i en kabel blir valgt i henhold til temperaturen kablene skal benyttes ved. De mest brukte kablene er klassifisert for brukstemperaturer på 60-70 °C.

PVC vil ikke oksidere i forbindelse med aldring, men mykningsmidlene og andre stoffer vil langsomt forsvinne ved varmpåvirkning. Dermed blir isolasjonen hard og sprø. Jo høyere varmeeksponeringen av kabelen er, jo mer av mykningsmidlet vil forsvinne. Ved høye temperaturer blir PVC stadig mykere, men ren PVC begynner ikke å smelte før ved 175 °C. Ved enda høyere temperatur, som ved eksponering i branner, vil PVC forkulle og avgi den korrosive gassen hydrogenklorid (HCl).

Oppvarming til 150-200 °C under senere bearbeiding, og eventuell senere påvirkning av sollys, gjør at plasten må tilsettes *stabilisatorer*. Dette gjøres for å hindre for sterk avspaltning av hydrogenklorid, og dermed korrosjonsangrep på ulike typer teknisk utstyr. Stabilisatorene vil også motvirke misfarging og rask aldring.

2.3.3 Antennestemperaturen til PVC-kabel

Antennestemperaturer i brannlitteraturen er i første rekke anvendelig for å vurdere antennelse ved eksponering fra eksterne tennkilder, slik som flamme, glør, gnist eller varme flater, men ikke alltid i forbindelse med effekter på grunn av elektrisitet. Antennestemperaturen til ren PVC er temmelig høy, men denne temperaturen er ikke relevant i forbindelse med kabler. Spontanantennestemperaturen⁵ til PVC rapporteres til å ligge i området 263-454 °C, mens antennestemperaturen når materialet i tillegg til varmeeksponeringen også utsettes for en mindre tennkilde (for eksempel gnist, liten flamme), ligger i området 240-422 °C. Det er verdt å merke seg at begge disse antennelsesområdene er svært vide.

Spontanantennestemperaturer i området 240-250 °C er blitt rapportert, men disse lave temperaturene skyldtes primært at såkalte sekundære mykningsmidler var blitt brukt. Dette er enkle organiske stoffer, som for eksempel vanlig mineralolje, klorinerte parafiner etc.

⁵ Laveste temperatur der det under angitte prøvebetingelser oppnås antennelse ved oppvarming uten annen tennkilde.

2.3.4 Nedbryting av PVC-kabel

PVC forkuller ved høye temperaturbelastninger. Det er vist at PVC opptrer som en halvleder ved korttids varmeeksponering (ca 10 timer) ved 160 °C. PVC-kabelen vil ved denne temperaturen også begynne å forkulle. Ved langtidseksponering kan endog forkulling av PVC skje ved så lave temperaturer som 70 °C.

Ved langtids eksponering (i ca. 1 måned) kan oppvarmingen forårsake at PVC blir en halvleder ved temperaturer ned mot 110 °C. Enkelte hevder at brannprøving i henhold til både UL- og IEC-standardene gir urimelig optimistisk klassifisering, spesielt med hensyn til PVC (Babrauskas, 2005).

Tap av HCl (dehydroklorinering)

Flere studier har vist at når temperaturen på kabelisolasjon i PVC kommer opp i området 60-80 °C, vil målbare mengder av HCl avgis fra materialet. Ved 250-285 °C vil den første fasen av dehydroklorineringen være ferdig. Ved 350-500 °C starter den andre fasen av pyrolysen. Denne fasen omfatter flere parallelle reaksjoner, som blant annet en fortsettelse av dehydroklorineringen, aromatisering (ringdannelse) og splitting av kjemiske reaksjonskjeder (Babrauskas, 2005). Sluttproduktet etter denne prosessen vil være et sterkt forkullet restprodukt.

Tap av mykningsmiddel

Mykneren i PVC kan avgis ved moderate temperaturer. Utstrakt tap av mykner vil medføre at kabelen blir sprø, noe som kan gi sprekkdannelser. Det er ikke utført forskning på hvilke elektriske feil som kan oppstå som følge av dette (Babrauskas, 2005).

DOP (dioktylfталat, også kalt DEHP) blir på grunn av dets mange gode egenskaper og lave pris, i stor grad brukt som mykningsmiddel i PVC. En studie viste at en 30 timers eksponering av PVC ved 100 °C medførte at 30 % av mykningsmiddelet DOP forsvant (Babrauskas, 2005). Dette viste at DOP bare kan benyttes i kabler klassifisert for bruk ved maksimalt 60 °C. I en annen studie ble det påvist at betydelige mengder av mykneren dampet av ved 85 °C. Det er påvist at ca. 25 % av mykneren forsvant ved oppvarming av kabelen til 120 °C i 70 dager, og ved oppvarming til 130 °C i 24 dager. Stricker (1974) hevder at det betydelige tapet av mykner ved så lave temperaturer som ca. 70 °C, er årsaken til at dette er maksimal, akseptabel temperatureksponering for kabler.

På grunnlag av dette ble det konkludert med at spesiell fare kan oppstå i miljø hvor de avdampete nedbrytings- eller pyrolyseproduktene ikke så lett vil forsvinne, slik som i innelukkete områder. I slike tilfeller kan man forvente at disse produktene antennes. Dette er ifølge Babrauskas (2005) ikke forutsett i IEC 60695 og UL94-testene, ettersom disse testene gjennomføres i godt ventilerte områder.

Klassifisering av PVC-isolasjon

Både UL og IEC-standarder grupperer elektriske isolasjonsmaterialer i temperaturklasser på grunnlag av forskningsresultater fra midten av 1950-tallet. Disse testene har ført til at PVC kan bli klassifisert for bruk opp til 105 °C.

Levetiden til en elektrisk kabel er ikke bestemt, men en levetid i området 20-50 år bør kunne forventes. Sticker (1974) testet 8 forskjellige kabler, noen uten kappe, mens andre hadde PVC- eller nylonkappe. Betydelige mengder av mykningsmiddelet forsvant ved 71-77 °C i løpet av en måneds eksponering på 20-50 år gamle varmekabler. Det ble konkludert med at ingen av kablene, som var klassifisert for 90 eller 105 °C, burde anvendes ved temperaturer over 70 °C (Stricker, 1974).

2.3.5 Årsaker til feil som kan gi antennelse av PVC-isolerte kabler

Tabell 2-2 viser de viktigste årsakene som kan føre til elektrisk feil og mulig antennelse av PVC-isolerte, strømførende kabler og elektriske produkter. Tabellen angir også hvilke typer feil som kan oppstå som følge av produksjonsfeil, og feil som kan oppstå ved installering av kablene.

Tabell 2-2: Årsaker som kan føre til antennelse av PVC-isolerte elektrotekniske produkter (Babrauskas, 2005).

Årsak	Produksjonsfeil	Mangelfull installering og feil bruk
Feil i sammensetning: overflødig fyllstoff, inkompatible myknere, uheldige stabiliseringsmidler.	x	
Feil i ekstruderingen: Lederen er ikke i sentrum av isolasjonen, tynne punkter i isolasjonen, hulrom, luftbobler, oppsamling av bestanddeler.	x	
Forurensninger (for eksempel støv, fukt, salter, ozon og lignende).	x	
Oppsamling av fuktighet: PVC er ikke hygroskopisk, men enkelte tilsetningsstoffer er det, spesielt de som brukes til å produsere sort PVC-kabel.	x	
Ekstrem strømstyrke: Alt tilsier at dette er en relativt sjelden brannårsak. Generelt er det nødvendig med en strømstyrke på 3-7 ganger det kablet er beregnet for, dersom det skal oppstå brann i kablet.		x
For mye isolasjon, ofte forsterket av overstrøm (lar kablet gå i isolasjonen i en vegg, eller ved å kveile opp kablet).		x
Lokal oppvarming på grunn av skade på isolasjonen forårsaket av spiker eller stifter: Dersom strømmen går via en spiker eller stift, kan det oppstå dårlig kontakt (oksidert kabel), noe som kan utgjøre en kilde til antennelse.		x
Lokal oppvarming på grunn av delvis brudd i en flertrådet leder: Antennelse er også mulig dersom lederen er brutt, og det oppstår dårlig kontakt i bruddstedet.		x
Mislykket kobling: Dette er en vanlig årsak til branner som skyldes elektrisitet. Det oppstår kontaktsvikt og dermed høy motstand og lokal oppvarming av feilstedet (jf avsnitt 2.2.2, punkt 5).		x
Dielektrisk nedbryting av PVC: PVC blir strømlerende.	x	x
Lysbue gjennom et forkullet spor i isolasjonen (krypstrøm).	x	x
Siging av isolasjonen.	x	x
Kjemisk samvirke av effekter.	x	x
Spenningsstøt (kan medføre svekkelser som for eksempel dielektrisk nedbryting som er nevnt over).	x	x

Krypstrøm eller lysbuedannelse i forkullede spor (tørr eller våt spordannelse)

Strømførende innretninger og utstyr kan antenne dersom et forkullet spor forbinder lederne. Forkullede spor dannes ved nedbryting av isolasjonen som forklart foran. Dannelse av slike forkullede spor som følge av elektrisk aktivitet kan beskrives som *tørr spordannelse* og *våt spordannelse*.

- Tørr spordannelse:** Dersom fuktighet ikke er med i bildet, må polymeren være utsatt for forhøyete temperaturer. Nødvendig temperatur for å oppnå forkulling av PVC er som nevnt ca. 160 °C ved korttidseksponering. Ved langtidseksponering kan dette kan skje ved så lav temperatur som 71 °C (Stricker, 1974).

2. **Våt spordannelse:** Våt spordannelse kan skje dersom en vannfilm etablerer et spor mellom to ledere. Slike spor kan dannes dersom en elektrisk kobling blir eksponert for fuktige omgivelser. Våt spordannelse kan spesielt være et problem i forbindelse med kabler og ledninger i fly. Våt spordannelse oppstår når elektrisk strøm ledes på overflaten av en polymer. Høy relativ fuktighet i luften kan føre til elektrisk feil i situasjoner hvor dette ellers ikke ville ha skjedd. Dersom den relative fuktigheten økes til 100 % og vann begynner å kondensere på overflater i det elektriske anlegget, vil forholdene for kryptstrøm bli meget gunstige.

Spenningsstøt og forsinket antennelse

Til tross for at spenningen i avgreininger i ledningsnett i bygninger her i landet vanligvis er 220 V, må man forvente vesentlig høyere spenninger enn dette ved spenningsstøt. Spenningsstøt oppstår som følge av lynnedslag, feil hos kraftleverandør og feil på elektrisk utstyr i bygningen. Armaturer i lysstoffrør med induktiv forkobling er også kjent for å forårsake høye spenninger når de slås av og på, og også når lysrøret er defekt og begynner å blinke. Dette forårsaker også høye spenninger og varmgang.

Spenningsstøt av tilstrekkelig styrke eller antall kan forårsake sammenbrudd av isolasjonen. Dette kan også medføre at isolasjonen blir mer utsatt for feil som oppstår en tid etter hendelsen, eller sammenbrudd. Ved både små og store spenningsstøt kan utfallet bli at det oppstår kryptstrøm. Antennelse behøver imidlertid ikke skje før etter lang tid, etter at skadene på grunn av kryptstrømdannelsen har utviklet seg tilstrekkelig.

Et eksempel på hvor høy spenning som kan oppstå i vanlige elektriske strømmett, kommer fra USA. General Electric fikk på 1950-tallet mange av sine elektriske klokke i retur. Det ble oppdaget at vindingene i klokkene var brent som følge av spenningsstøt. Dette skjedde selv om klokkene var beregnet for å tåle overspenninger på 2000 V. Når denne grensen ble øket til 6000 V, ble antallet klokke som kom i retur redusert til en hundrededel (Babrauskas, 2005).

Oksiddannelse og gløding

1. **Stålspiker i kabel:** Ettlign (1983) fikk frem glødende koblingspunkter ved å bruke en stålspiker som var i kontakt med en aluminiums- eller kobberkabel. Han varierte strømlasten ved å bruke ett eller to varmeelementer. Det oppsto overoppheting og oksiddannelse på kobber og jern som følge av det dårlige koblingspunktet. Koblingspunktet ble stadig varmere, inntil det begynte å gløde (jf. fenomenet beskrevet under punkt 5 i avsnitt 2.2.2).
2. **Kabel og skruelemme:** Det glødende koblingspunktet beskrevet i avsnittet over var avhengig av oksidasjon av kabel og skruelemme. I en ny, upåvirket kabel med en oksidert skruelemme, oppsto det lett gløding. Så snart glødingen startet, ble glødingen kontrollert av strømstyrken. Uten strøm ville glødingen opphøre, og når strømmen ble slått på igjen, oppsto glødingen igjen nesten øyeblikkelig (Ettlign, 1983).

2.4 Betydningen av sekundærskader og branninduserte skader på kabler

2.4.1 Sekundære skader på kabler

Mange branntilfeller som skyldes kabler, sannsynligvis de fleste, har strengt tatt oppstått som følge av at kabelen er blitt skadet eller påvirket på en eller annen måte. Eksempler på slike sekundære skader og eventuelle konsekvenser av slike skader kan være følgende:

- **Utvendig temperatureksposering** (består hovedsakelig av konvektiv varmeoverføring) av kabler kan forårsake nedbryting av kabelisolasjonen, og føre til såkalt tørr spordannelse. Dette kan forårsake ”arc tracking” (lysbue- eller krypstrømdannelse) i et forkullet spor i isolasjonen, som kan føre til brann i kabelen.
- **Varmestråling** fra en ekstern, intens varmekilde som kan medføre kortslutning og brann i kabelen.
- **Mekanisk skade** oppstår ofte i støpsler som følge av at det rykkes i ledningen, eller på grunn av at møbler eller dører støter mot, eller settes oppå støpselet. Dersom et støpsel blir rykket i tilstrekkelig mange ganger, kan ledningstrådene i støpselet brytes av, noe som kan føre til lysbue, overoppheting og brann.

Det er gjennomført flere forsøk for å undersøke feil som kan oppstå ved mekanisk skade av støpsler. Uchida (1981) fant at tilbøyeligheten til at kabelen ville separeres fra koblingspunktet, avhang i stor grad av typen støpsel og kabel som ble brukt. Det ble gjennomført forsøk hvor kabelen ble rykket i gjentatte ganger inntil feil oppstod. For noen arrangementer kunne man imidlertid foreta 20 000 rykninger i støpselet (støpselet ble ikke rykket ut av kontakten) uten at det oppsto feil.

I tilfeller hvor kontaktforbindelsen mellom kabel og støpsel var dårlig, oppsto feil etter 2 000 rykninger i støpselet (uten strømlast) og 4 000 rykninger (med 7 A strømlast). I disse forsøkene ble ikke koblingspunktene utsatt for annen belastning. Dette kan imidlertid ofte være tilfelle i virkeligheten, for eksempel dersom større objekter (møbler etc.) skyves mot støpselet. Antall rykninger som var nødvendige for at feil skulle oppstå i de omtalte forsøkene, må derfor betraktes som en øvre grense. Dette kan føre til brudd i lederen, som igjen kan medføre serielysbue eller varmgang med gløding i bruddet.

Skader som medfører at deler av kabelisolasjonen fjernes, kan føre til kortslutning eller jordfeil, som igjen kan føre til kraftige lysbuer.

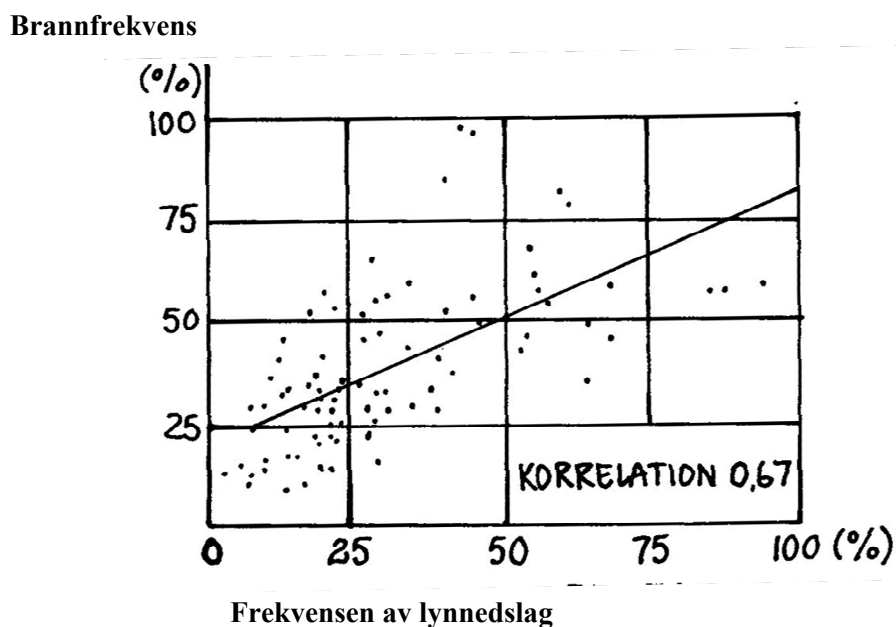
Stålpiker i kabel, som diskutert i avsnittet foran, er også et eksempel på sekundær skade som kan føre til brann.

- **Skader som følge av lynnedslag:** Lynnedslag lager ofte høye overspenninger på ledningsnettet til energiverkene og teleselskapene. Overspenninger søker til jord, og stopper derfor ofte i sikringsskapet eller i ledningene i bygninger. Et lynnedslag kan derfor gi ledningsnettet i boliger mange svakheter, noe som medfører at risikoen for forsinket elektrisk feil og brann øker. I løpet av 1994 registrerte forsikringsselskapene ca. 3 700 skader som følge av lyn, og over 100 millioner kroner (1994-kroner) i utbetalinger (Aasheim, 1995).

Det finnes en rekke eksempler på tilfeller hvor det har oppstått branner i bygninger flere dager at lynnedslaget fant sted. Babrauskas (2005) beskriver for eksempel et tilfelle i Sverige, hvor det oppsto brann fire måneder etter at lynet slo ned i huset. Like før brannen kunne beboerne rapportere om uregelmessigheter med det elektriske anlegget i huset. Forklaringen på brannen var at lynnedslaget hadde forårsaket krypstrøm. Antennelse skjedde ikke før krypstrømmen hadde utviklet seg. En tidsforsinkelse på så mye som to år er også rapportert i USA. Det blir ofte rapportert om mange branner i tiden etter mye lynaktivitet (Huse, 1989).

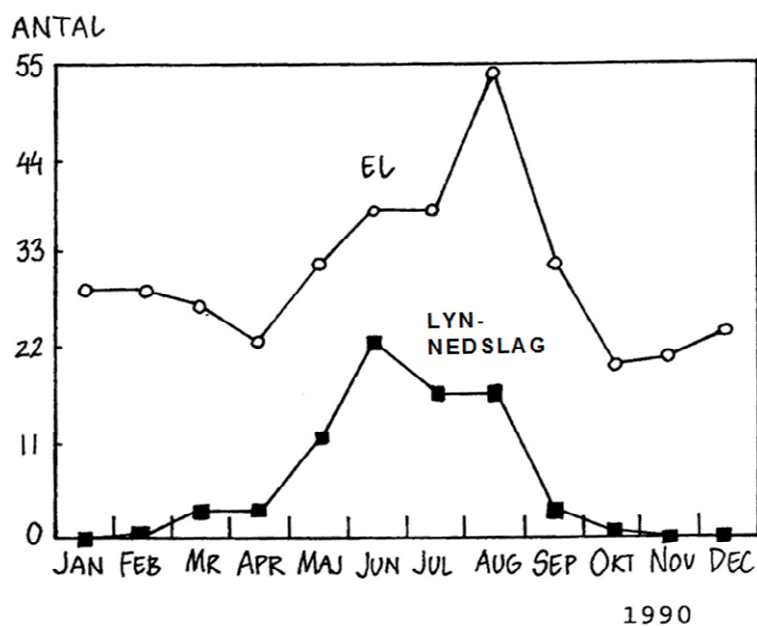
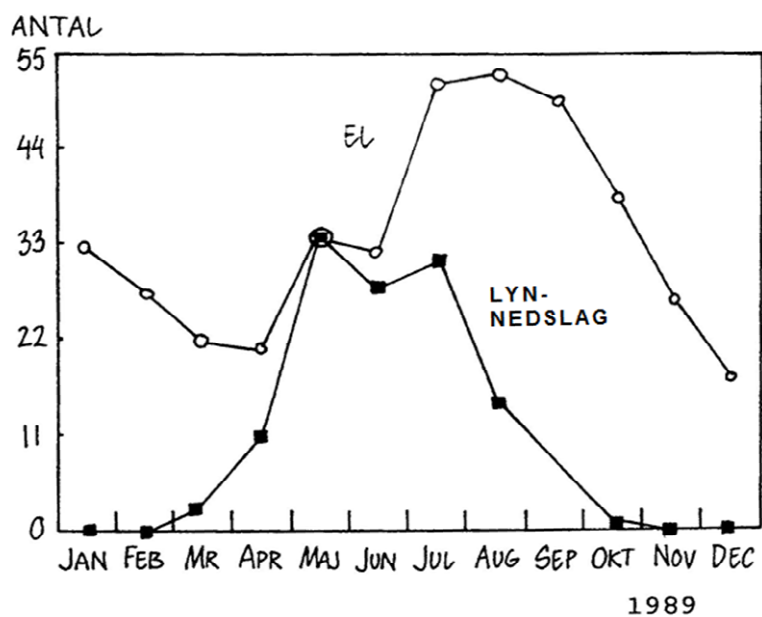
Det er gjort flere undersøkelser av sammenhengen mellom lynnedslag og brann i Norge, og resultatene fra disse undersøkelsene samsvarer med resultatene fra utlandet. Det er verdt å merke seg at bymessig bebyggelse kommer bedre ut på statistikken når det gjelder branner forårsaket av lynnedslag, sammenlignet med områder med spredt bebyggelse. Dette kan skyldes at bebyggelsen i byer er mindre utsatt for direkte lynnedslag og lyninduserte overspenninger, enn bygninger som er tilknyttet luftkabler, som det er mest av i områder med spredt bebyggelse. Det ble også funnet at bygninger i landbruket og andre bygninger, hvor luftledninger for elektrisitet og telefon er vanlige, blir spesielt rammet av lynnedslag (Huse, 1989).

Figur 2-13 viser sammenhengen mellom frekvensen av lynnedslag og frekvensen av branner i Norge for perioden 1975-1980. Som det fremgår av figuren, ble det beregnet en korrelasjonskoeffisient lik 0,67 mellom brannfrekvensen og frekvensen av lynnedslag. Huse (1989) konkluderer med at det er en viss sammenheng mellom branner i eneboliger forårsaket av feil i elektriske installasjoner og antallet branner forårsaket i hovedsak av lynnedslag.



Figur 2-13: Frekvensen av branner i eneboliger og frekvensen av lynnedslag i Norge for perioden 1975-1980 (Huse, 1989).

Figur 2-14 viser sammenhengen mellom antall branner på grunn av lynnedslag og antall branner med elektriske årsaker for hver måned i Østerrike i perioden 1989-1990. Her ser man en tydelig sammenheng, nemlig at de skader som lynnedslag forårsaker på de elektriske installasjonene, medfører forsinket brannstart. Det viste seg at de store overspenningene som ble forårsaket av lynnedslag, medførte skader på kabelisolasjonen. Disse skadene utviklet seg over tid, inntil det oppsto krepstrømmer i forkullede spor i isolasjonen og til slutt kortslutning, med brann som resultat innen et tidsrom på 1-2 måneder etter lynnedslaget.



Figur 2-14: Sammenhengen mellom antall branner på grunn av lynnedslag og antall branner med elektriske årsaker for hver måned i Østerrike for perioden 1989-1990 (Lundquist, 1992).

En masteroppgave ved NTNU, Elkraft, diskuterer elektriske branner i lavspenningsanlegg og årsaker til variasjoner i antall slike branner mellom kommuner og år (Stangeland, 2007). Her konkluderes det med at hendelser på høyspenningsnettet fører til brannskader i lavspenningsinstallasjoner, og at det er den store forskjellen i lynaktivitet mellom områdene som har størst innvirkning på brannfrekvensen. Forskjellige jordingsforhold og forskjellige fordelingsnett (TT- og IT-nett) ser ut til å ha mindre betydning.

- **Fuktig klima:** Våt spordannelse som kan forårsake kryptstrøm og brann.
- **Kjemisk nedbryting** kan forårsakes av små metalliske forurensninger i isolasjonen til kabelen, som igjen kan forårsake ekstrem nedbryting på grunn av oksidasjon av polymeren. Spesielt er den skadelige effekten av salt og sinkstøv på PVC blitt fremhevet. Oksidering eller korrosjon av en leder kan oppstå på grunn varmeutvikling som følge av for løs kobling, eller korrosive kjemikalier av termisk nedbrutt PVC-isolasjon. Dette kan resultere i glødende kontaktforbindelser eller en serielysbue i bruddet i lederen.
- **Skadedyr:** Skadedyr, slik som rotter, slanger og insekter, kan påføre kabelisolasjonen store skader. Det blir ofte antatt at rotter ikke vil gnage på moderne plastisolasjonsmaterialer. Dette er i følge Babrauskas (2001) ikke korrekt. Kabler som er blitt gnaget på av rotter, kan medføre direkte metallkontakt. Skader på isolasjonen kan føre til kryptstrøm, kontaktkortslutning, lysbueoverslag og overoppheting. Slike skader kan igjen føre til kortslutning og jordfeil. Selv om maur er mye mindre enn rotter, kan de ifølge Babrauskas (2001) likevel gjøre vel så mye skade som rotter på elektriske anlegg.

2.4.2 Branninduserte skader på kabler

Kabler som har vært eksponert for brann kan bli skadet, selv om de tilsynelatende fungerer som de skal etter brannen. Disse skadene kan føre til at det senere kan oppstå brann i disse kablene. Ekstern varmetilførsel, enten i form av varme gasser som omhyller kablene, eller varmestråling på grunn av brann, er typiske branninduserte skader på kabler. Kjemiske skader i form av korrosive gasser (ofte forårsaket av brann i kabler med PVC-isolasjon), er også typiske branninduserte skader på kabler. Dette kan forårsake oksidasjon og varmgang i kabler, som til slutt kan føre til brann.

2.4.3 Forhold som kabler kan forventes å utsettes for før brann

Kabler kan utsettes for *interne forhold* og *eksterne forhold*. Interne forhold er forhold som skyldes elektriske feilsituasjoner i kabelen, eller overbelastning av det elektriske anlegget. Slike forhold er allerede blitt beskrevet relativt grundig i kapittel 0 og 2.3. Eksterne forhold er forhold som det ytre miljøet eller mennesker eksponerer kablene for i løpet av kablens levetid. Begge typer forhold kan føre eller medvirke til brann i kabelen, eller at den brenner lettere når den blir utsatt for en brann.

Det er ikke et skarpt skille mellom interne og eksterne forhold. Mange av de feilsituasjonene som oppstår i en kabel, og som kategoriseres som elektriske feil, skyldes ofte eksterne forhold. Feilene kan for eksempel skyldes feilmontering, fabrikkasjonsfeil, feil bruk av det elektriske anlegget eller eksternt påførte skader.

1. *Interne forhold:* I kapittel 0 og 2.3, som omhandlet henholdsvis brannårsaker i elektriske anlegg generelt og brannårsaker i kabler med PVC-isolasjon spesielt, er disse forholdene beskrevet relativt grundig.
2. *Eksterne forhold,* det vil si forhold som det eksterne miljøet eller mennesker eksponerer kablene for, og som kan føre til brann. Dette er beskrevet i kapitlene foran. I tillegg til de forholdene som er omhandlet tidligere, skal vi her se på *generell aldring* av kabler.

2.4.3.1 Generell aldring av kabler

Til tross for at isolasjonsmaterialene i kabler og installasjonspraksisen for kabler har endret seg gjennom årene, har det vært relativt ukjent hvilken effekt aldring av kabler har hatt på brann sikkerheten. Man kan stille seg spørsmålet om eldre kabler, som er blitt eksponert for ulike forhold gjennom mange tiår, er mer brannfarlige enn relativt nye kabler. Bør eldre kabler skiftes ut etter en viss tid? En studie utført av United States Consumer Product Safety Commission i USA i 1987, indikerte nemlig at frekvensen av branner med elektrisk brannårsak var uforholdsmessig høy i boliger som var mer enn 40 år gamle (McCoskrie, 1990).

Elektriske installasjoner har vært et fast inventar i boliger i mer enn 100 år. I USA antar man at i over 20 millioner boliger, eller en tredel av boligene, er det elektriske anlegget mer enn 50 år gammelt. Til tross for at det elektriske anlegget er skiftet ut eller delvis oppgradert, er det mange hus som fortsatt har det opprinnelig elektriske anlegget intakt. I løpet av denne perioden har det skjedd mye med hensyn til utviklingen av kabler, kabelmaterialer, installasjonspraksis og forskrifter. Mens de tidligste kablene hadde gummiisolasjon, ble slike kabler i 1920-årene erstattet med kabler med kappe av stoff eller kappe av stål. Da de moderne termoplastene ble mer tilgjengelige i løpet av 1950-årene, ble isolasjonsmaterialet i kabler byttet ut med moderne plastmaterialer.

Potensialet for farefulle elektriske installasjoner er økende, siden folk flest belaster det elektriske anlegget med et stadig økende antall elektrisk apparater i form av husholdningsmaskiner, elektrisk verktøy, TV-er, PC-er og media- og annet elektrisk utstyr. Slikt utstyr kan, i hvert fall når et stort antall apparater benyttes samtidig, bruke vesentlig mer strøm enn det anlegget opprinnelig var dimensjonert for. Det hevdes at halvparten av boligene i USA ble bygd før 1970, da det meste av dette utstyret ikke var tilgjengelig (McCoskrie, 1990). Videre mangler folk flest den ekspertisen som er nødvendig for å vite om det elektriske anlegget er dimensjonert for det aktuelle strømforbruket i moderne boliger. Dersom det ikke har vært noen kontroll av det elektriske anlegget på mange år, kan dette bidra til at feilsituasjoner i det elektriske anlegget kan oppstå, noe som igjen kan føre til brann.

En nyere undersøkelse som ble gjennomført av The Fire Protection Foundation i USA, hadde som oppgave å analysere tilstanden til forskjellige typer installasjonsmateriell med ulik alder, blant annet elektriske kabler (Dini, 2008). Dette ble gjort ved å kartlegge og analysere innsamlete prøver av gammelt installasjonsmateriell fra forskjellige deler av USA. Målsettingen var å forstå bedre hvilken betydning aldring av elektrisk installasjonsmateriell generelt har for brann sikkerheten. Det ble kartlagt i hvilken grad aldring kunne relateres til overhyppigheten av branner med elektriske årsaker i eldre boliger. Elektrisk installasjonsmateriell i boliger som var 30-90 år gamle ble samlet inn, kartlagt og analysert.

For å oppnå et godt gjennomsnitt av grunnlagsmaterialet, måtte man undersøke og samle inn prøver i boliger fra forskjellige tiår, det vil si fra 1910-, 1920- og opp til 1970-årene. Den opprinnelige målsettingen var å undersøke og hente materialer fra ca. 100 boliger, men i 2007, da innsamlingen av prøver ble avsluttet, var det samlet inn prøver fra bare totalt 30 boliger. Dette grunnlagsmaterialet og de data man fikk ved analyse av dette materialet, ble likevel ansett som representativt.

Dette materialet ble undersøkt av eksperter med kunnskap om hvordan elektrisk materiell kan forårsake branner i boliger. Arbeidet omfattet også identifisering av problemer relatert til ukvalifisert arbeid med elektriske installasjoner, skade på elektrisk utstyr, og mangelfull overholdelse av forskrifter. Andre risikomomenter ble også vurdert, slik som å benytte lyspærer med for høy wattstyrke, permanent bruk av skjøteledninger etc.

Det innsamlete materialet ble analysert og testet med utgangspunkt i vanlige produktstandarder og testmetoder, for å avdekke eventuell temperaturøkning i det elektriske materialet, og evnen til å motstå overstrøm i vanlig bruk. Materialet ble testet med hensyn til eventuelle skader, varmgang, misbruk av materiell eller utstyr, manglende overholdelse av forskrifter, og dårlig håndverk i forbindelse med elektriske installasjoner.

Selv om flere forhold kan være årsaken til den store hyppigheten av branner i eldre hus, ble det antatt at følgende faktorer var de som hadde størst betydning:

- a) Generell aldring av elektriske installasjoner.
- b) Det elektriske anlegget var ikke dimensjonert for dagens strømbelastning.
- c) Det elektriske anlegget tilfredsstilte ikke dagens vesentlig strengere regler.

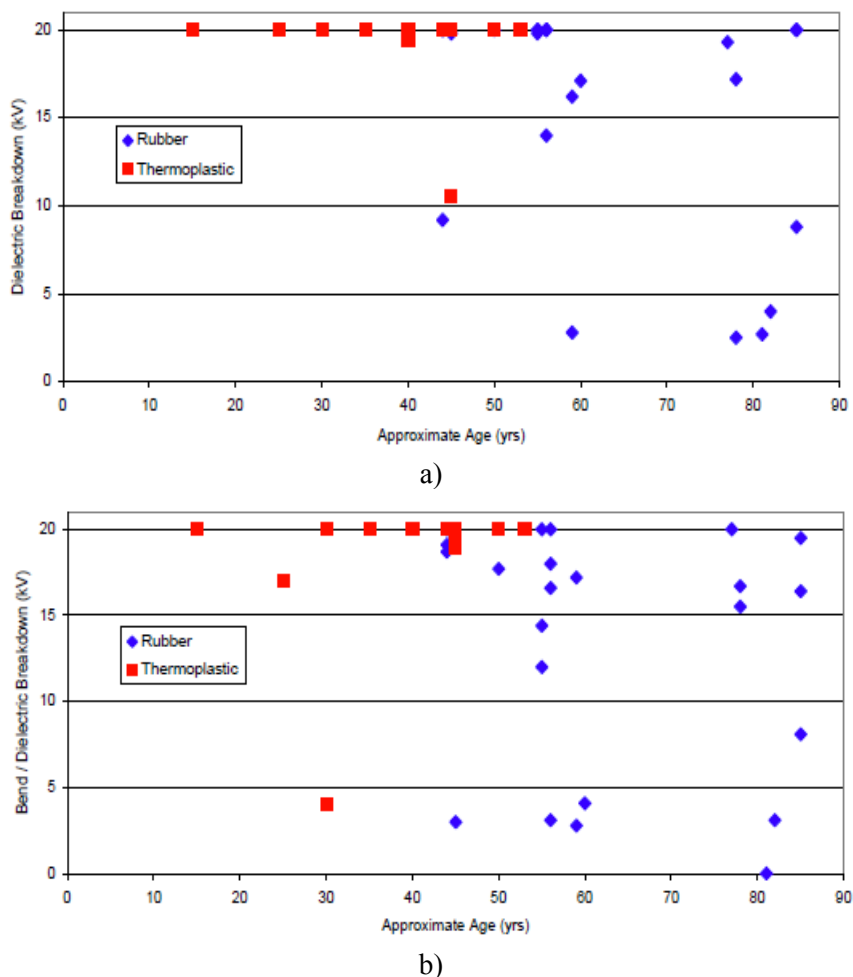
Alderen på kablene kunne som regel bestemmes på grunnlag av boligens alder, eller opplysninger fra de som foretok innsamlingen av kablene. Man kunne også bruke følgende generelle kriterier:

- a) Kabler med isolasjon av herdeplast var fra før 1960.
- b) Kabler med isolasjon av termoplast var fra etter 1950.
- c) Kabler uten metallisk ytterkapsling, men med kappe av flettet duk var fra før 1970.
- d) Ikke-metalliske kapslede kabler med isolasjon av termoplast var fra etter 1960.
- e) Armerte kabler med jording var fra etter 1962.
- f) Armerte kabler med jordleder av aluminium var fra etter 1959.

Kablene gjennomgikk følgende tester og analyser:

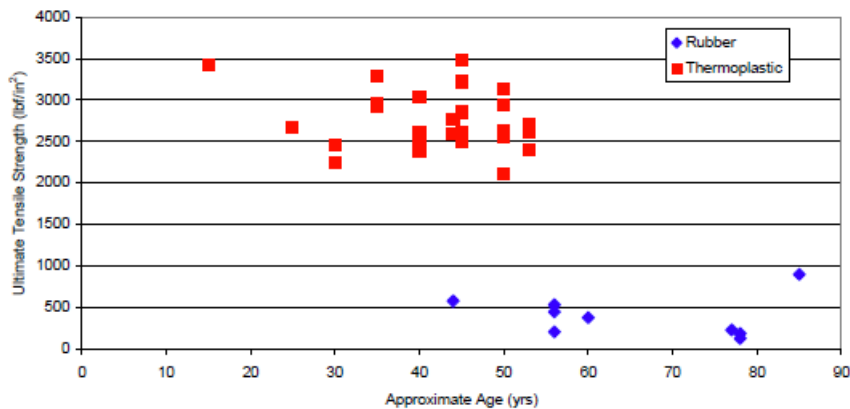
1. *Dielektrisk test* (evnen det elektriske materialet har til å tåle forbigående spenningsstøt).
2. *Bøye- og dielektrisk test* (for å analysere kabler bøyd rundt en spindel, samtidig som anlegget ble utsatt for dielektrisk test).
3. *Strekstyrke og forlengelsesmålinger*.
4. *Nedre oksygenindeks* som er et mål for materialets brennbarhet (nedre oksygenindeks er laveste volumfraksjon av oksygen i en blanding av oksygen og nitrogen, som akkurat underholder flammebrann i et materiale ved spesifiserte prøvingsbetingelser).
5. *Test i bombekalorimeter* (metode for å måle energiinnholdet i materialer).
6. *FTIR-målinger* (analysemetode for å identifisere og kvantifisere materialer og kjemiske forbindelser).
7. *Termogravimetrisk analyse* (TGA, måling av forandring i masse som følge av forandring i temperatur).

For kabler med gummiisolasjon ble det målt en tydelig reduksjon i den dielektriske motstandsevnen, og i evnen til å tåle bøyning med kabelens alder, se Figur 2-15 under. Kabler med isolasjon av termoplast fungerte, som det fremgår tydelig av samme figur, generelt meget tilfredsstillende med hensyn til disse egenskapene, selv etter 40-50 års bruk.

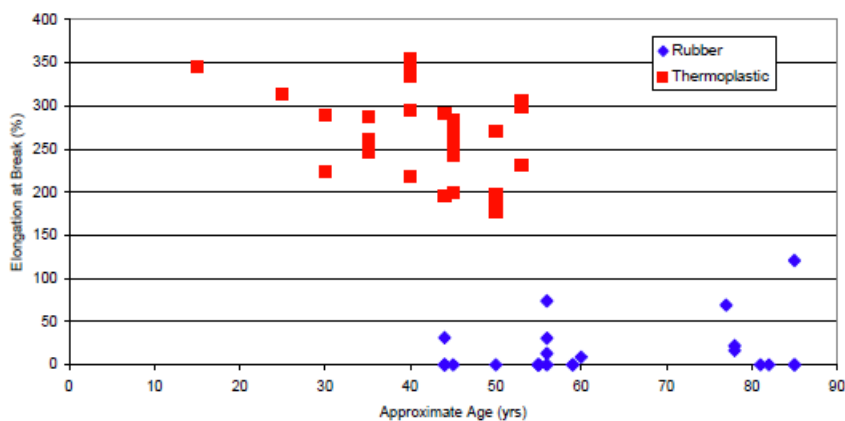


Figur 2-15: a) Dielektrisk motstandsevne og b) bøyning/dielektrisk motstandsevne som funksjon av alderen på kablene (Dini, 2008).

Figur 2-16 viser resultatene etter tester av strekkfasthet og forlenging av kablene ved brudd, som funksjon av kablens alder. Her var det også klare forskjeller mellom kablene med isolasjon av termoplast og gummi. Selv om elastisiteten til mange av de eldre kablene med gummiisolasjon var temmelig lav, var det noen av denne typen som hadde beholdt mye av sin opprinnelige styrke, selv ved relativt høy alder. Kablene med termoplastisolasjon viste også i dette tilfellet meget gode resultater, med lite eller intet tap av elastisitet med alderen.



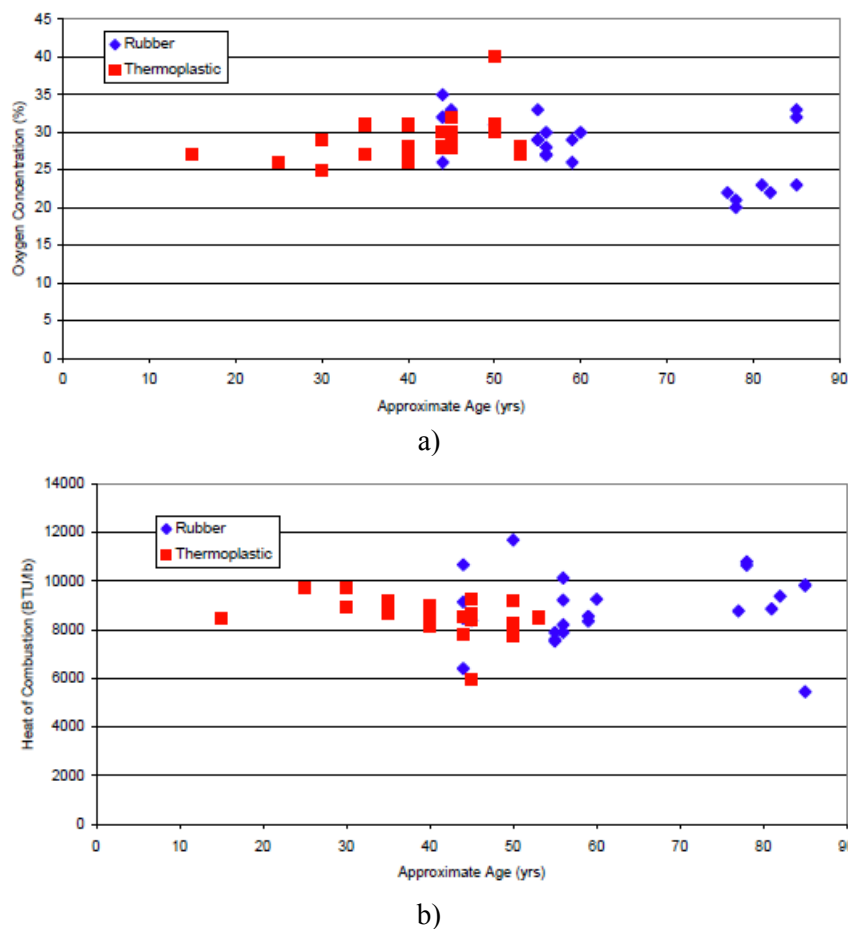
a)



b)

Figur 2-16: a) Strekkfasthet og b) forlenging av kablene ved brudd som funksjon av alderen til kablene (Dini, 2008).

Av Figur 2-17 som viser resultatene fra testene av oksygenindeks og forbrenningsvarme (bombekalorimeteret), ser man imidlertid at resultatene ikke på lang nær var så entydige som for de øvrige egenskapene.



Figur 2-17: a) Oksygenindeks og b) forbrenningsvarme som funksjon av alderen til kablene (Dini, 2008).

Dini (2008) påpekte at kanskje noe av det mest risikofylte som kunne skje med det elektriske materiellet, var at forskrifter og retningslinjer ikke var fulgt. Mer enn 25 ulike forskriftsbrudd ble funnet i minst ett av husene. De fleste typene av forskriftsbrudd ble funnet i flere av husene. Til tross for at enkelte brudd på forskriftene gir høyere risiko enn andre, ble det konkludert med at alle medførte en viss økt risiko for beboerne.

Potensialet for elektriske installasjoner med høy risiko er økende, siden folk flest belaster det elektriske anlegget med stadig flere elektriske apparater som til sammen ofte bruker mye strøm i forhold til det anlegget opprinnelig var dimensjonert for.

Dini (2008) hadde følgende konklusjoner på grunnlag av denne studien:

- De mest farefulle forholdene i de 30 husene som var med i denne undersøkelsen, kunne tilskrives at kravene i forskriftene ikke var oppfylt.
- Gummiisolasjon blir sprø med alderen, noe som kan medføre fare, spesielt når slike kabler blir bøyd (for eksempel rundt hjørner), utsatt for slitasje og hardhendt bruk.
- Kabler isolert med termoplastisolasjon, typisk for 1950-årene og senere, fungerer generelt utmerket, selv etter 50 års bruk i boliger. De elektriske og mekaniske egenskapene til disse kablene så ut til å være bedre enn de forventningene man opprinnelig hadde til ytelsene.
- En klar trend som ble observert, var at den dielektriske motstandsevnen og evnen til å tåle bøyning av kablene ble redusert med alderen for kabler med gummiisolasjon, men at termoplastisk isolasjon generelt fungerte meget bra med hensyn til disse egenskapene.

- Kabler og ledningssystemer kan være blant de mest sårbare delene av det elektriske anlegget med hensyn til aldring. Anleggene ligger ofte skjult i vegger og himlinger, eller er installert på loft eller i krypekjellere, og blir sjelden inspisert. Anleggene kan derfor ofte være utsatt for uheldige forhold med hensyn til temperatur og fukt. Dette er faktorer som kan bidra til aldring, og til å akselerere effektene av aldring.
- Gummiisolerte kabler av typen herdeplast, typisk for 1950-årene og tidligere, *kan* fortsatt fungere tilfredsstillende, men slike kabler bør nøye kontrolleres for skade, spesielt der hvor slike kabler er blitt utsatt for bøyning, slitasje og hardhendt bruk i løpet av kablernes levetid.
- Dini konkluderte videre med at følgende forhold i høy grad kunne påvirke sannsynligheten for brann i kabler og ledningssystemer:
 1. Effekten av aldring (jf. diskusjonen foran).
 2. Misbruk eller feilaktig installasjon av kabler og ledningssystemer.
 3. Installasjon av kabelsystemer som var i strid med forskriftene ved oppgradering eller reparasjon av det elektriske anlegget.
 4. Kabler og ledningssystemer som hadde blitt installert feil, kunne vise tegn på aldring og forringelse eller nedbryting, som var større enn det man kunne forvente. Et eksempel på feilinstallasjon er når kabler som egentlig er beregnet for innendørs bruk blir montert utendørs
 5. Skjøteledninger brukt på permanent basis, i stedet for fastmonterte kabler.

2.4.4 Forhold som kabler kan forventes å utsettes for under brann

I løpet av en brann kan kabler utsettes for ulike påkjenninger:

- Temperaturbelastning (jf. også avsnitt 2.2.3)
- Varmestråling (jf. også avsnitt 2.2.3)
- Korrosive gasser

Vi ser her bort fra mekanisk skade av kabler når bygningskonstruksjonen kolliderer under brann, og vannskader under slukking av brannen.

Ekstern varmebelastning ved enten konveksjon og stråling, eller kun varmemestråling alene, er allerede diskutert i avsnitt 2.3, men vi vil her diskutere dette noe nærmere.

2.4.4.1 Temperatur

Når kablene eksponeres for varme røykgasser, utsettes de for både konvektiv varmebelastning og varmemestråling. De prosentvise andelene varmemestråling og konveksjon utgjør, vil være avhengig av temperaturen på røykgassene, og mengden sotpartikler i røykgassene. Varmemestrålingen i branner i bygninger vil være dominerende ved temperaturer over ca. 100 °C. Andelen av varmemestråling vil være sterkt økende med økende temperatur. Etter overtenning (ved omlag 5-600 °C), vil varmemestrålingen være den klart dominerende varmeoverføringsmekanismen i bygningsbranner.

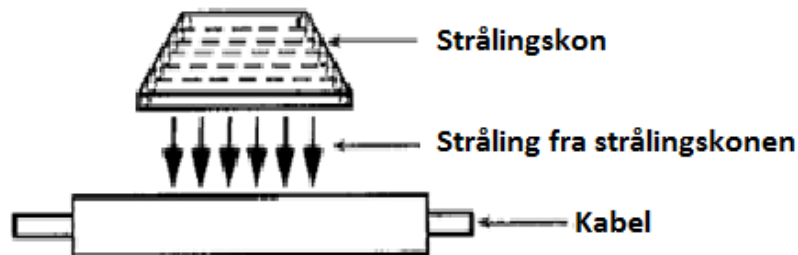
P. Andersson og B. Persson (2001) ved Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) har gjennomført tester med 3 ulike strømførende kabler i en rørformet ovn. Kablene ble testet ved temperaturer i området 185-300 °C i ovnen. Tiden til kortslutning og temperaturen kablene ble eksponert for ble registrert i forsøkene.

Det viste seg at kablene ikke ble særlig skadet på utsiden når kortslutning av kabelen inntraff. De utvendige skadene var vesentlig mindre ved temperaturbelastning (konvektiv varmebelastning) enn i tilsvarende forsøk, hvor kablene ble eksponert for konstant varmemestråling, inntil kortslutning inntraff (se avsnittet om varmemestråling under).

Kortslutning inntraff når eksponeringstemperaturen nådde et visst nivå, og denne temperaturen varierte noe, avhengig av type kabel. Kritisk nivå var 180 °C for F24 datakabel, 190 °C for F25 datakabel, og 215 °C for Ekk lavspenningskabel.

2.4.4.2 Varmestråling

Andersson og Van Hees (2000) gjennomførte en forsøksserie med kabler som ble utsatt for varmemestråling. Dette ble gjort for å bestemme nødvendig varmemestråling for å oppnå kortslutning i kabelen. Forsøkene ble gjennomført i konkalorimeteret (ISO 5660). Her ble kablene eksponert for en konstant varmemestrålingsintensitet (i kW/m²) fra en strålingskon (se Figur 2-18).



Figur 2-18: Skjematisk tegning av varmemestrålingseksponering av strømførende kabel i konkalorimeteret (Andersson og Van Hees, 2000).

Ved varmeeeksponering i 20 minutter eller mer, måtte man opp i en varmemestråling på 10-20 kW/m² for å forårsake kortslutning. For kortere eksponeringstider enn dette, måtte man øke varmemestrålingen for oppnå det samme. Ved 10 minutters eksponering måtte man opp i varmemestrålingsintensitet på 15-40 kW/m² for å oppnå kortslutning.

Det ble observert synlige skader på kabelen i alle testene før det oppsto kortslutning. Antennelse av kabelen oppsto som regel samtidig med kortslutningen, når varmemestrålingen var 15 kW/m² eller større. Noen ganger ble det ingen antennelse i forbindelse med kortslutningen, mens andre ganger ble kabelen antent før kortslutningen oppsto. Det ble testet både brannhemmet og ikke brannhemmet kabel i disse forsøkene. Det ble konkludert med at om kabelen var brannhemmet eller ikke, påvirket ikke tiden til kortslutning eller antennelse av kabelen i nevneverdig grad.

Følgende konklusjoner ble trukket på grunnlag av disse forsøkene:

- I alle testene ble kablene betydelig skadet på utsiden før kortslutning oppsto. For Ekk-kabelen og spesielt F22-kabelen, smeltet nesten all isolasjon og kappemateriale, selv om kablene fortsatt fungerte.
- Kablene antente som regel da de kortsluttet.
- F25-kabelen hadde kappe av brannhemmet materiale, mens kappen til F24-kabelen ikke var brannhemmet. Dette påvirket imidlertid ikke tiden til kortslutning i særlig grad.
- For datakablene (F24 og F25) syntes kritisk varmemestråling for å oppnå kortslutning, å ligge på ca. 9 kW/m². For Ekk-kabelen lå denne verdien på ca. 18 kW/m², og på ca. 25 kW/m² for F22-kabelen.
- Det ble til slutt konkludert med at metoden for å finne kritisk varmemestrålingsnivå var nyttig, men flere forsøksserier var nødvendig for å oppnå mer presise konklusjoner.

Korrosive gasser

PVC er det mest vanlige isolasjonsmateriale benyttet i lavspenningsledninger og -kabler (220 V). Når PVC brenner, utvikles det blant annet saltsyre (HCl) når branngassene kondenseres og kommer i kontakt med fuktighet.

Saltsyre er en syre som er sterkt korrosiv, og kan dermed forårsake skade på elektriske komponenter, samtidig som den er giftig for mennesker.

2.5 Kabelbranner i media

En gjennomgang av forskjellige mediekilder ble gjort for å finne eksempler hvor brann i kabler har spilt en viktig rolle. Et artikkelsøk i nyhetsdatabase ga en rekke eksempler på brann i bolig hvor brann i kabel angis som trolig brannårsak. Ofte dreier disse artiklene seg om relativt små branner, og er skrevet rett etter brannen. Dette betyr at brannårsaken ikke har blitt bekreftet gjennom en etterforskning. Det finnes også mange eksempler gjennom årene på brann i kabler i tunnelbane. Som regel har ikke disse brannene ledet til personskader, men til togstans og store konsekvenser for trafikken.

Tips fra kabelbransjen og søk på internett ga eksempler på større branner med store konsekvenser for samfunnet. I Norge er brannene på Oslo S i 2007, på hotell Caledonien i Kristiansand i 1986 og i Frogner Telefonsentral i Oslo i 1986 kjente branner hvor kabler har spilt en viktig rolle, og der brannene har medført store konsekvenser for samfunnet. Disse brannene har også blitt utredet av myndighetene. National Fire Protection Association, NFPA, i USA har gjennomført en rekke granskninger av branner. Blant annet har de utredet brannen i Rockefeller Center i New York i 1996, en brann som startet og spredte seg via kabler. En annen brann som NFPA har utredet (Comeau 1996) og som i noen kilder (EFRA 2007) angis som en kabelrelatert brann, er brannen på Düsseldorf Airport i Tyskland i 1996. Utredningen konkluderte med at brannen startet som følge av at brennbar isolasjon ble antent ved sveisearbeid. I NFPAs rapport er det ikke nevnt at kabler spilte noen rolle i brannen.

2.5.1 Brannen på Oslo S, 2007

Det finnes mange eksempler på branner omtalt i media som oppgis å ha startet på grunn av elektrisk feil. En av brannene med elektrisk årsak som fikk store samfunnsmessige konsekvenser, var brannen på Oslo S i november 2007. Brannen som oppsto da en høyspentkabel ble gravd over, skapte problemer for omkring 80 000 pendlere på Østlandet, siden togene ble stående. Røyken spredte seg via ventilasjonsanlegget, slik at hele Oslo S, inkludert togledersentralen, ble evakuert. Men brannen i kabelen medførte også at politiets datasystem og flere politistasjoner sto uten dataforbindelse. Netttilgangen for mange andre abonnenter ble også slått ut ved hendelsen (Thoresen 2007, digi.no 2007). Kabelbrannen på Oslo S ble gransket av DSB, og det ble utarbeidet en rapport som gjennomgår hendelsen, avklarer roller og ansvar, og har til hensikt å forebygge slike hendelser i fremtiden (DSB 2008). I følge rapporten ble en høyspentledning skadet under graving. Skaden på kabelen ledet til følgefeil på kabler som tilhørte samme transformator-krets. Kabelskjøtene på denne kretsen angis som sannsynlig kilde til brannen. Brannen førte til at all togtrafikk ble stanset, og trafikken var ikke i gang igjen før om ettermiddagen neste dag. 25 000 internett-kunder og mange telefonkunder, også banker og butikker, var uten internettilgang i ca. 10 timer.

2.5.2 Brannen på Hotel Caledonien i Kristiansand, 1986

Den 5. september 1986 inntraff en brann i hotell Caledonien i Kristiansand. Brannen, som krevde 14 menneskeliv, ble gransket av Statens bygningstekniske etat, sammen med det daværende Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern (DBE og BE 1986). Sannsynlig brannårsak ble funnet å være elektrisk feil i en ledning til en lampe. Kriminalpolitisen konkluderte med at den direkte årsaken var en elektrisk lysbue som oppsto i armaturen, enten ved brudd i en av lederne, eller på grunn av dårlig kontakt der lederen var koblet til lampeholderen. Bruddet eller den dårlige kontakten kan i følge granskingsrapporten ha oppstått som følge av vibrasjoner fra en nærliggende dør. Den høye temperaturen ved lysbuen antente brennbart materiale i nærheten. Det var ved arnestedet brukt ekspandert polystyren (EPS) som isolasjon og til dekorasjoner på veggene. Overflater på veggene ved arnestedet besto av trepanel. Flere faktorer bidro til at brannen utviklet slik den gjorde. Blant annet bidro brennbart materiale i fast innredning i fellesarealer, brennbar isolasjon i flere vegger og dårlig tettete nedløpsrør for takvann til brannspredning. Røykspredningen var omfattende via utette dører. Noen dører ble også gjennombrant, noe som ledet til en ytterligere økning i røykspredningen.

2.5.3 Brannen i Frogner telefonsentral i Oslo, 1986

En brann i Frogner telefonsentral i Oslo i oktober 1986 forårsaket store skader, og totalt 25 000 abonnenter mistet telefonforbindelsen. Mot Brann (1986) refererte i en artikkel til en undersøkelse om brannen, utført av Televerkets Forskningsinstitutt. Den trolige årsaken til brannen var overoppheting av komponenter, og at brannen startet i den midterste av 3 etasjer. Televerkets undersøkelser viste at røyken spredte seg via utette kabelgjennomføringer til den øverste etasjen. Det fantes ikke sprinkleranlegg, fordi det var antatt at vann ville ha skadet utstyret like mye som en brann ville ha gjort. Televerkets egne tap ble beregnet til å være 100-150 millioner kroner i den tidens kroneverdi. I tillegg var tapene for næringsdrivende i området store, siden de ble uten telefonforbindelse, noen i lang tid.

2.5.4 Brann i Rockefeller Center, New York, 1996

En større brann som inntraff i Rockefeller Center i New York i 1996 hadde elektrisk årsak (NFPA 1996). Arnestedet var en elsentral (elektromot?) i 5. etasje, hvor "service" kom inn i bygningen for distribusjon videre til forskjellige deler av bygget. Kabler inne i rommet tok fyr, og produserte store mengder med røyk. Deretter tok 4 andre elektromotrom fyr, med kraftig røykutvikling. Brannen ble vanskelig å slokke, siden den spredte seg dypt inne i kabelsystemet i flere etasjer. Omtrent 300 brannmenn deltok i slokkearbeidet, og det tok ca. 4 timer å slokke brannen. Siden brannen startet tidlig om morgenen, var det relativt få mennesker i bygget, og alle ble evakuert. 5 sivile og 12 brannmenn ble skadd i brannen.

Kablene var plassert på åpne kabelgater, og med årene hadde flere og flere kabler blitt lagt til, slik at det ikke fantes noen fri spalte mellom kablene eller mellom kabelsamlingen og bjelken de lå under. Dette ble angitt som medvirkende faktorer til at brannen utviklet seg slik den gjorde. Det er antatt at kablene ved et tidspunkt var fri for isolasjon, slik at store mengder strøm gikk gjennom den samlede massen av kabler.

2.5.5 Ilmenittsmelteverket i Tyssedal, 1988

Ved tapping av slagge i ilmenittsmelteverket i Tyssedal ble kabelisolasjon i en kabeltrasé antatt av strålingsvarme. Kabeltraséen var montert vertikalt, og isolasjonen på kablene var ikke brannbeskyttet på noen måte. Brannen hadde kraftig røykutvikling, og spredte seg videre via kabeltraséen, til tross for brannklassifiserte gjennomføringstettinger. Skadene fra brannen ble antatt å utgjøre mellom 50-100 millioner kroner i den tidens kroneverdi, og 171 ansatte ble permittert i 3 måneder (Engdahl, 1988).

2.5.6 Brann i papirfabrikk i Sverige, 1998

En brann som i følge en av våre kilder skulle være kabelrelatert, er en brann i en papirfabrikk i Sverige på 1990-tallet. Det ble gjort forsøk på å finne nyhetsklipp om brannen ved søk i en nyhetsdatabase. I 1998 var det en storbrann i Korsnäs pappersfabrikk. Denne brannen startet i gassledningene til en gassdrevet truck, og var altså ikke relatert til brann i kabel (TT 1998).

2.5.7 Brann i papirfabrikk i Sverige, 2007

I januar 2007 inntraff det en brann i papirfabrikken SCA Packaging i Obbola i Sverige (Martikainen, 2007). Brannen startet i kabler og kabelstiger mellom to bygninger. Brannen kunne dermed begrenses, slik at ingen personer ble direkte berørt. 7 kabelstiger ble totalskadd i brannen som ledet til strømbrudd og produksjonstopp.

2.5.8 Nyhetsnotiser

Brannalarmanlegget ved Vassbonn skole i Oppegård kommune ble utløst da det tok fyr i det elektriske anlegget ved strømtilførselen til et varmeskap. Brannvesenet fikk raskt kontroll over brannen og skadene ble begrenset (Wisløff, 2008).

25 hester mistet livet i en gårdsbrann i Skedsmokorset i 2008. Antatt arnested var i eller ved et sikringsskap, hvilket baserer seg på at varmen på dette stedet var kraftigst, og at vitner pekte ut dette stedet som mest aktivt under brannen (Bolstad, 2008).

I januar 2009 ble det oppdaget åpne flammer ved sildeoljefabrikken i Vadsø. Brannvesenet fikk raskt brannen under kontroll, og skadene ble ikke store på bygningen. Antatt brannårsak i følge ansatte på fabrikken, var feil ved en varmekabel som var knyttet til en vannledning (Gundersen, 2009).

Elektrisk feil ble angitt som brannårsaken da Balsfjordhallen, som ble brukt til idrettshall, samfunnshus og klubbhus i Storsteinnes, brant ned til grunnen i januar 2010. Ingen ble skadd, men omkring 60 naboer til bygget ble evakuert på grunn av giftig røyk (Adresseavisen, 2010).

En boligbrann med brannårsak i det elektriske anlegget ble rapportert fra Mylla på Hadeland i juni 2010. Brannen antas å ha startet i stuen, og førte til at huset ble totalskadd. Beboeren og hans hund reddet seg ut (Krågsrud, 2010).

Også i svenske medier rapporteres det om togstans forårsaket av branner i kabler (Carlqvist 2006, tt 2008). Et eksempel er en brann hvor et arbeidstog som rengjorde skinnene forårsaket at vann trengte inn i en skadet strømkabel. Dette medførte overslag og en kraftig lysbue. Lysbuen ledet over til andre kabler, og forårsaket flere branner. Brannen oppsto ved et punkt hvor strøm mates inn til sporenes strømskinner (Björkqvist, 1995).

En leirskole-gård ble skadd i brann i Floda i Sverige. Årsaken fant politiet i en elkabel som hadde blitt skadd ved graving i området (Eikeland, 2010).

2.6 Oppsummering

Analyse av norsk brannstatistikk viser at antall branner med årsak i elektrisk installasjonsmaterieell har hatt en økende tendens. I 2009 startet 150 boligbranner i elektrisk installasjonsmaterieell, og dette utgjorde 4,5 % av alle boligbranner dette året. Branner som starter i kabler utgjør en stor andel av disse brannene.

Den vanligste registrerte brannårsaken ved brannstart i kabler og installasjonsmaterieell er serielysbue.

I følge en studie av om lag 19 000 branner knyttet til elektriske installasjoner i USA, oppsto over 40 % i ledningsnett (ikke nærmere spesifisert). Om lag 20 % oppsto i stikkontakter, og 18 % i forgreingsledninger.

Fra en studie av 105 branner med elektrisk årsak i USA, går det frem at kabler og ledninger var involvert i brannstart i over en tredel av brannene. I 61 % av disse brannene ble det oppdaget brudd på forskrifter i forbindelse med det elektriske anlegget.

De viktigste elektriske brannårsakene er lysbue, motstandsoppvarming og eksponering for ytre varmekilder, og blir beskrevet nærmere i kapittelet. Årsaker til brannstart i kabler, og antenlighet for kabler blir også beskrevet.

Noen eksempler på branner der kabler har spilt en viktig rolle er presentert. Noen av disse brannene har hatt store konsekvenser med hensyn til personskader, materielle skader eller skader på infrastruktur.

Referanser til kapittel 2

- Adresseavisen: *Brannen i Balfjordshallen skyldtes elektrisk feil. adressa.no* [online]. (2010) [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: <http://www.adressa.no/nyheter/innenriks/article1476911.ece>.
- Andersson P, Van Hees P: Performance of cables subject to elevated temperatures, SP Report 2000:24, Swedish National Testing and Research Institute, Borås, Sweden 2000.
- Andersson P, Persson, B: Performance of cables subject to thermal radiation, SP Report 2001:36, Swedish National Testing and Research Institute, Borås, Sweden 2001.
- Arendt T: Fire Safety Options in Design and Code Practices to Minimize Fire Problems Due to Aged Electrical Wiring Systems, 2006 Aged Electrical Systems Symposium, Crown Plaza O'Hare, NFPA, 2006.10.18.
- Babrauskas V (2001): How do electric wiring faults lead to structure ignition, 7th International i Fire & Materials conference, San Francisco, USA, 2001.
- Babrauskas V (2003): Ignition Handbook, Interscience Communications, ISBN 0-9728111-3-3, 2003.
- Babrauskas V (2005): Mechanisms and Modes for Ignition of Low-Voltage PVC Wires, Cables and Cords, s 291-309 i Fire & Materials 2005, Interscience Communications Ltd.
- Béland B: Electrical Damages – Cause or Consequence?, J. Forensic Sciences 29, 1984
- Björkqvist K: Rengöring orsakade branden. *Svenska Dagbladet*, 1995-01-28, 34
- Bolstad E: -Brannen startet ved eller i sikringsskapet. *rb.no* [online]. 2008-10-20 [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: http://www.rb.no/lokale_nyheter/article3864182.ece?service=print.
- Carlqvist M: En brand i en kabel kopplad. *Svenska Dagbladet*, 2006-02-15, 16
- Comeau E et al: Office building fire, Rockefeller center, New York, October 10, 1996
- DBE og BE: *Rapport om brannen ved Hotel Caledonien i Kristiansand fredag den 5. september 1986*. Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern og Statens bygningstekniske etat Oslo 1987.
- digi.no: *Sårbart politi satt ut av kabelbrann. digi.no* [online]. 2007-11-28 [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: <http://www.digi.no/498379/saarbart> -politi-satt-ut-av-kabelbrann.

- Dini DA: Residential Electrical System Aging Research Project, Technical Report, the Fire Protection Research Foundation, July 1, 2008.
- DSB: *Brann i kabelkulvert - Oslo Sentralstasjon 27.11.2007*. Rapport, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Tønsberg 2008.
- EFRA: Fire safety of cables. European_Flame_Retardants_Association (2007)
- Eikeland K: Skadad kabel bakom brand i lægergård. *Göteborgs-Posten*, 2010-11-13, 17
- Engdahl Ø: Kabelbrann til 100 millioner i Tyssedal. *Brann & Sikkerhet*, 88, 6-7. (1988)
- Ettling B: Glowing connections, *The fire and arson investigator*, vol. 33, nr. 3, s 3-5, 1983.
- Fulcomer PM: Temperature Measurement on operating surface mounted lighting fixtures, report nr. NBSIR 79-1912, National Bureau of Standards, Gaithersburg, USA, 1979.
- Grav JW: Notat for kabelprosjektet, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), 2011-03-04
- Gundersen O: *Kan være elektrisk feil. Finnmarken* [online]. [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: http://www.finnmarken.no/lokale_nyheter/article4081812.ece?service=print. (2009)
- Hall JR, Bukowski R, Gomberg A: Analysis of electrical fire investigations in ten cities, National Bureau of Standards (NIST) rapport nr NBSIR 83-2803, December 1983.
- Holmquist J: Restvärdes räddning i samverkan; Svenska brandförsvärsföreningen, 1993; ISBN 91-7144-033-X.
- Huse J: Brannsikring av elektriske lavspenningsinstallasjoner, *Installasjonsteknikk*, br. 5, 1989.
- Krågsrud H: *Elektrisk feil førte til brann. hadeland* [online]. (2010) [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: http://www.hadeland.net/Nyheter/lokale_nyheter/article5158925.ece?service=print.
- Lundquist S: Brand efter överspänningar i elinstallasjoner, Statens Rädningsverk, 30.11.1992.

- Martikainen R: Pappersfabrik i Obbola utslagen av brand. *Expressen.se*, 2007-01-25, (2007)
- McCoskrie D, Smith L: "What Causes Wiring Fires in Residences?" *Fire Journal*, Jan.-Feb. 1990.
- Mot Brann: Frognerbrannen - Ingen katastrofe. *Mot Brann*, 86, 8., 1986.
- NFPA: *Fire investigation summary. Rockefeller Center - High Rise Fire, Rockefeller Center, New York City, October 10, 1996.*
- Stangeland H: Elektriske branner i lavspenningsanlegg Undersøkelse av årsaker til variasjoner mellom kommuner og år, Master i energi og miljø, Juni 2007, NTNU, Elkraft
- Stensaas JP: Branner på grunn av elektrisk installasjonsmateriell, SINTEF NBL rapport nr. NBL A06121, 2007-02-12.
- Stricker S: Thermal design of PVC-insulated heating cable, Report 74-26-K, Ontario Hydro, Toronto Canada, 1974.
- Thoresen S: Oslo S - Brann lammer politiet. NRK Østfold [online]. 2007-11-28 [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra:
<http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/ostfold/1.4159412>.
- Thorvilson og Green: Protecting Electrical/Electronic Equipment From Fire Ant Damage, Dept. of Engineering Technology, Box 43103, Texas Tech University, Lubbock,
<http://fireant.tamu.edu/research/projects/ttu/protect.html>, 2012.
- TT (1998): Ödesdigert sätta släckaren fel. *Svenska Dagbladet, Tidningarnas Telegrambyrå*, 1998-09-27, 1
- TT (2008): 20081210. *Tidningarnas Telegrambyrå*, 2010-12-10,
- Twomey ER, Ahrens M: Electrical Distribution And Lighting Equipment Involved In Home Structure Fires, Fire Analysis and Research Division, NFPA (National Fire Protection Association – www.nfpa.org), oktober 2006.
- Uchida M m.fl.: Experiments on the heat due to poor connections inside male plugs and on the breaking of wires due to repeated pulling out, Report of the Fire Science Laboratories of the Tokyo Fire Department, No 18, 8-16, 1981.
- Wickson EJ: Handbook of Polyvinyl Chloride Formulating, Wiley, New York, 1993.

- Wisløff H: Brann i elektrisk anlegg. Østlandets Blad [online]. 2008-07-08 [Lastet ned 2010-12-19], tilgjengelig fra: <http://www.oblad.no/oppegard/brann-i-elektrisk-anlegg-1.3900395>.
- Aasheim E: Lynet er like om hjørnet, artikkel i Dagbladet 1995-07-16, hvor Jan Erik Thoresen i Norsk Brannvern Forening blir intervjuet, 1995.

3 Brannteknisk prøving av kabler før og etter aldring

3.1 Innledning

Det ble utført brannteknisk prøving på et begrenset utvalg kabler for å undersøke forskjellen mellom kabler med halogenfri isolasjon og kabler med PVC-basert isolasjon i standardiserte tester som brukes for andre typer bygningsprodukter. Forsøkene skulle også belyse om det er åpenbare forskjeller i brannegenskapene til "ferske" kabler og kabler som er kunstig aldret. Fører aldring til endrede brannegenskaper? Den halogenfrie kabeltypen tilfredsstillende klasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ i det nye europeiske klassifiseringssystemet (se kapittel 4.4.4), mens den PVC-baserte kabelen tilfredsstillende klasse E_{ca} .

Viktige branntekniske egenskaper er røykutvikling, varmeutvikling, flammespredning og hvor lett produktene antenner.

En mer detaljert beskrivelse av de prøvete kablene og testgjennomføringen er gitt i Vedlegg C, sammen med prøvingsresultater.

Kablene ble delt inn i 4 grupper, 3 av gruppene ble lagret ved 80 °C i henholdsvis 4, 8 og 16 uker, for å simulere aldring i forskjellige stadier. En av gruppene ble ikke eksponert for kunstig aldring før branntesting. Som Figur 3-1 og Figur 3-2 viser, er det synlige endringer i fargen etter kunstig aldring av den halogenfrie kabelisolasjonen, mens det ikke er åpenbare synlige endringer på den PVC-baserte kabelisolasjonen etter aldringen.



Figur 3-1 Visuelle endringer av den halogenfrie kabelisolasjonen etter aldring. Aldring i uker fra venstre: 0, 4, 8 og 16.



Figur 3-2 Visuelle endringer av den PVC-baserte kabelisolasjonen etter aldring. Aldring i uker fra venstre: 0, 4, 8 og 16.

3.2 Prøving i konkalorimeteret (ISO 5660)

Kablene ble testet i et konkalorimeter i henhold til ISO 5660 del 1 og 2. Konkalorimeteret eksponerer overflaten til testmaterialet med en konstant definert varmestråling fra en konisk ovn. Gasser fra det oppvarmede prøvestykket blir antent av en elektrisk gnisttenner, og avgassene fra prøvestykket blir analysert for å kunne beregne hastighet for varmeavgivelse. Den optiske røykproduksjonen blir bestemt ved å måle hvor mye intensiteten i en laserstråle dempes av røyken, og vekttap under testen blir målt av en vektcelle plassert under prøveholderen. Prøvestykkene i denne testen skal så langt som mulig tilsvare en plan flate. Prøvestykker for test av kabler ble derfor satt sammen av kabelbiter som ble lagt tett sammen i prøveholderen som vist i Figur 3-3, slik at de dekket et areal på $100 \times 100 \text{ mm}^2$.



Figur 3-3 Kabler i prøveholder for test i konkalorimeter (ISO 5660).

Kablene ble testet ved varmeflукsnivåene 35 kW/m^2 og 50 kW/m^2 . Det ble kjørt 2 paralleller på hver varmeflукsinnstilling fra hver kabeltype og hvert aldringsstadium. Dermed ble det utført totalt 16 tester av hver kabeltype. Figur 3-4 viser et bilde fra en av testene.



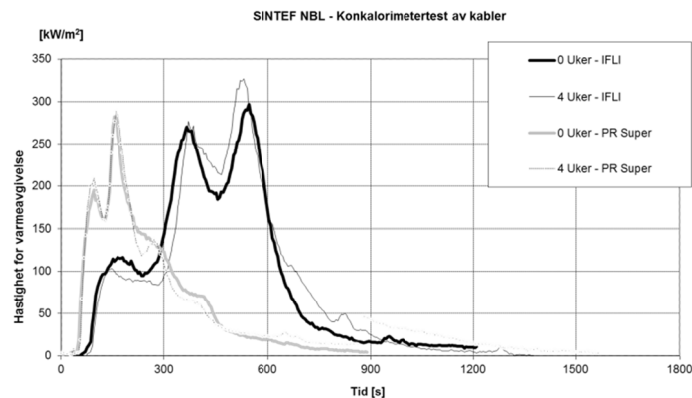
Figur 3-4 Prøving av kabler i konkalorimeteret (ISO 5660).

3.3 Vurdering av resultater fra prøving i konkalorimeteret

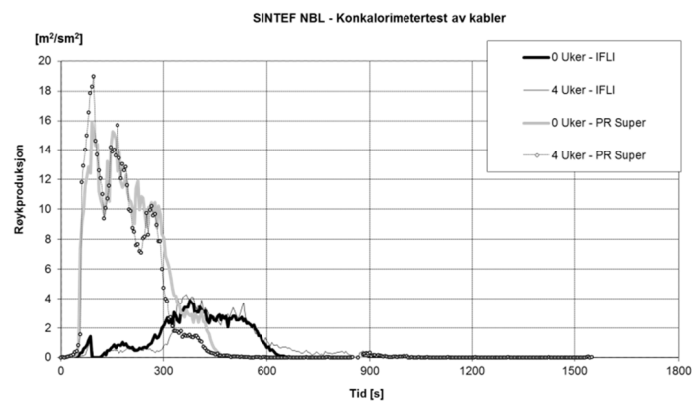
Prøvningsresultatene er gitt i Vedlegg C.

Det ble ikke funnet noen trend i testresultatene som tilsier at brannegenskapene er endret på grunn av den kunstige aldringen av kablene. Dette kan skyldes at selv 16 uker med kunstig aldring er et relativt kort tidsrom, men det kan heller ikke utelukkes at brannegenskapene ikke vil bli vesentlig endret selv ved lengre perioder med slik aldring.

I Figur 3-5 er varmeavgivelsen for de to kabeltypene sammenliknet, og Figur 3-6 sammenholder røykproduksjonen.



Figur 3-5 Sammenligning av hastighet for varmeavgivelse mellom kabler med halogenfri isolasjon (type IFLI) og kabler med PVC-basert isolasjon (type PR Super) ved prøving i konkalorimeteret, varmekraft 50 kW/m². "Ferske kabler" (0 ukers aldring) og kabler som er aldret i 4 uker.



Figur 3-6 Sammenligning av røykproduksjon mellom kabler med halogenfri isolasjon (type IFLI) og kabler med PVC-basert isolasjon (type PR Super) ved prøving i konkalorimeteret, varmekraft 50 kW/m². "Ferske kabler" (0 ukers aldring) og kabler som er aldret i 4 uker.

Det er tydelig forskjell på hvordan de to kabeltypene oppførte seg ved prøvingen i konkalorimeteret. Kablene med PVC-basert isolasjon antente tidligere enn kablene med halogenfri isolasjon med god margin. Kablene med PVC-basert isolasjon hadde også en betydelig høyere røykproduksjon enn den halogenfrie kabelisolasjonen. Dette betyr at kablet med PVC-basert isolasjon vil kunne bidra til en brannutvikling på et tidligere tidspunkt enn den halogenfrie

typen, og også føre til langt kraftigere røykutvikling enn den halogenfrie. I tillegg vil det dannes saltsyre (HCl) når PVC brenner. Dette er en giftig gass som virker irriterende på øyne og slimhinner i luftveiene, og den kan også medføre korrosjon av metaller i nærheten av brannen.

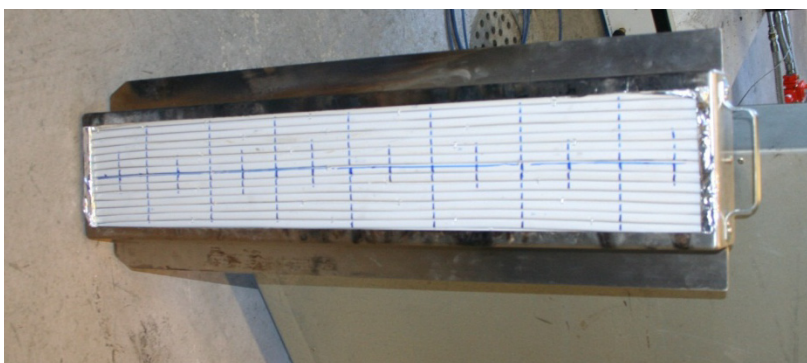
Den halogenfrie kabelisolasjonen brenner imidlertid i en lengre tid, og avgir mer varmeenergi totalt i løpet av testperioden. Dette skyldes til dels at de halogenfrie kablene var litt tykkere enn de PVC-baserte, og dermed var det mer brennbart materiale i prøvestykkene av den halogenfrie typen. Prøvestykkene med de halogenfrie kablene veide om lag 7 % mer enn prøvestykkene med kabler med PVC-basert isolasjon. Imidlertid er forskjellen i total varmeavgivelse større enn en forskjell i masse på 7 % skulle tilsi. De halogenfrie kablene vil dermed kunne bidra med varmetilførsel til en brann, men dette vil skje i en senere fase når brannen har oppnådd en viss størrelse. Røykproduksjonen er relativt beskjeden. Vi har ingen opplysninger om hvor giftig røyken fra kablene vil være, utover målingene av CO, som er lik for begge kabeltypene.

3.4 Prøving av flammespredningsevne (ISO 5658, IMO FTPC Part 5)

Flammespredningsevnen til kablene ble prøvet i henhold til IMO Fire Test Procedure Code (IMO FTPC, 1998) Part 5, som er basert på metoden beskrevet i den internasjonale standarden ISO 5658. Dette er en metode som brukes for godkjenning av materialer som skal brukes på overflater på vegger og gulv på skip, og den er også mye brukt for dokumentasjon av tilsvarende produkter til offshoreinstallasjoner.

Et prøvestykke med dimensjoner 800 mm × 155 mm monteres vertikalt, og overflaten eksponeres for varmen fra et varmestrålingspanel. Varmestrålingen på overflaten avtar fra 50,5 kW/m² i den varmeste enden av prøvestykket, til 50,5 kW/m² i den kaldeste enden. Gasser som dannes under oppvarmingen av prøvestykket antennes av en pilotflamme fra en gassbrenner som er plassert ved den varmeste enden av prøvestykket.

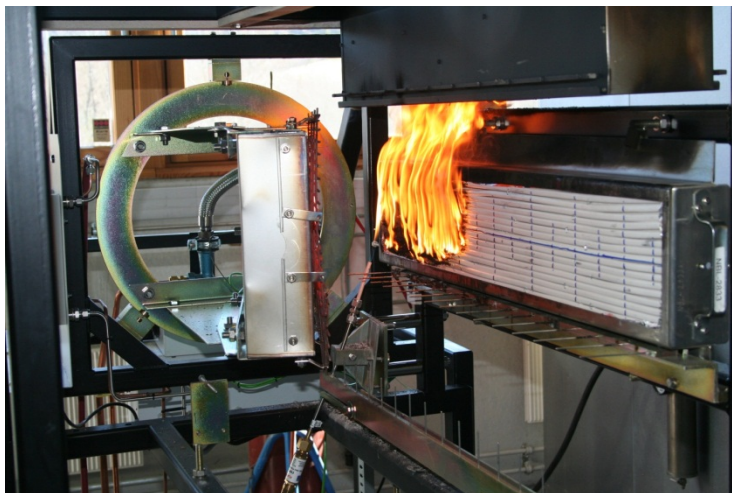
Under prøvingen observeres tiden til antennelse og tidene til flammefronten passerer gitte punkter langs prøvestykkets senterlinje. Disse punktene ligger med 5 cm mellomrom. Utbredelsen av flammer langs prøvestykket og signalene fra termoelementer i avtrekket registreres også. Prøvestykkene skal så langt som mulig tilsvare en plan flate, og ble derfor satt sammen av kabelbiter som ble lagt tett sammen i prøveholderen som vist i Figur 3-7.



Figur 3-7 Kabler i prøveholder for flammespredning i henhold til IMO FTPC Part 5.

Det ble utført 1 test av hver kabeltype og hvert aldringsstadium, det vil si totalt 4 prøver av hver kabeltype.

Figur 3-8 viser et bilde fra en av testene.



Figur 3-8 Flammespredningstest av kabler i henhold til IMO FTPC Part 5 og ISO 5658.

3.5 Vurdering av resultater fra prøving av flammespredningsevne

Prøvningsresultatene er gitt i Vedlegg C.

Det ble ikke funnet noen trend i testresultatene som tilsier endring av brannegenskapene basert på den kunstige aldringen. Dette kan skyldes at selv 16 uker med kunstig aldring er et relativt kort tidsrom, men det kan heller ikke utelukkes at brannegenskapene ikke vil bli vesentlig endret selv ved lengre perioder med slik aldring.

Det er imidlertid tydelige forskjeller i hvordan de to kabeltypene oppførte seg ved prøvingene i flammespredningsapparatet. Testene viser at PVC-kablene antenner tidligere enn de halogenfrie kablene med god margin, samtidig som kritisk fluks ved slokking er lavere hos PVC-kablene. Dette viser at de PVC-baserte kablene antenner lettere og brenner ved lavere varmetilførsel enn de halogenfrie kablene. Dermed sprer flammene seg bedre langs de PVC-baserte kablene enn langs de halogenfrie.

Også i disse testene har de halogenfrie kablene høyere total varmeavgivelse, til dels på grunn av at disse kablene er tykkere og har mer masse enn kablene med PVC-basert isolasjon, og at de brenner i lengre tid.

3.6 Oppsummering

Kabler med PVC-basert isolasjon og kabler med halogenfri isolasjon ble brannprøvet i henhold til ISO 5660 og i henhold til IMO FTPC Part 5. Dette er to småskalatester som anvendes for andre typer bygningsprodukter, blant annet overflatematerialer. Kablene ble testet i "fersk" tilstand, i tillegg til kabler som var kunstig aldret ved 80 °C i 4, 8 og 16 uker før brannprøvingen. Det var ikke mulig å oppdage noen åpenbar endring i brannegenskapene på grunn av denne aldringen.

Det var tydelig forskjell på brannegenskapene til de to materialtypene. Kablene med PVC-basert isolasjon antente lettest, og avga vesentlig mye mer røyk enn kablene med halogenfri isolasjon. PVC-isolasjonen hadde også størst evne til flammespredning. Den halogenfrie kabelisolasjonen avga mer varme, men dette skjedde i en senere fase av branntestene.

Referanser til kapittel 3

- IMO FTPC FTP Code. International Code for Application of Fire Test Procedures. Part 5: Test for surface flammability. International Maritime Organization, London, UK 1998.
- ISO 5658 Reaction to fire tests - Spread of flame – Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration. 2. edition. International Standardization Organization, Geneve, Sveits, 2006.
- ISO 5660-1 *Reaction-to-fire tests - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method)*. International Organization for Standardization, Geneve, Sveits, 2002.
- ISO 5660-2 *Reaction-to-fire tests - Heat release, smoke production and mass loss rate – Part 2: Smoke production rate (dynamic measurement)*. International Organization for Standardization, Geneve, Sveits, 2002.

4 Sammenhenger mellom branntekniske krav til kabler, ledningssystemer, kapslinger og bygningsmaterialer

4.1 Bakgrunn

Utgangspunktet for dette kapittelet er at kabler er underlagt krav til brannsikring som er gitt i byggevaredirektivet. På bakgrunn av dette kravet er det utarbeidet et system for brannteknisk prøving og klassifisering av kabler i tråd med systemene for andre typer byggevarer. Dette systemet er helt nytt, og derfor ikke innarbeidet i de norske byggereglene enda. Samtidig finnes det krav til brannegenskaper for kabler i regelverket for elektriske installasjoner, og disse reglene har vært gjeldende i flere år. Et viktig spørsmål er derfor hvordan man kan samordne branntekniske krav til kabler og ledningssystemer i el-sikkerhetsregelverket med nye branntekniske krav i byggeregelverket.

Dette kapittelet gir en oversikt over relevante regler i det byggtekniske regelverket og reglene for elektriske installasjoner i byggverk. Denne oversikten er et viktig grunnlag for vurderinger av hvordan de nye brannklassene kan anvendes i byggereglene, som blir omhandlet i kapittel 5.

I Vedlegg A er det gitt en beskrivelse av de ulike prøvingsstandardene for kabler, ledningssystemer og kapslinger som er relevante i denne sammenhengen.

4.2 Byggereglene - krav til brannegenskaper for kabler og ledningssystemer

4.2.1 Bygevaredirektivet og byggevarerforordningen

EU's byggevaredirektiv ble publisert i 1989, og hensikten er å fjerne tekniske barrierer for byggeprodukter mellom medlemslandene (Council Directive 89/106/EEC, Europalov). 6 grunnleggende krav for byggevarer er definert, hvorav brannsikring er ett av kravene. Dette kravet gjelder også for alle kabler og ledningssystemer som er permanent installert i byggverk, både strømførende kabler og kommunikasjonskabler med ledere av metall eller optiske fibre. Nasjonale byggereglene kan spesifisere ulike branntekniske krav til kabler, avhengig av type byggverk og bruksområde. I slike tilfeller må det dokumenteres at produktet tilfredsstiller kravene, og overensstemmelse med nærmere angitte prøvingsstandarder er en måte å dokumentere brannegenskapene på.

1. juli 2013 blir byggevaredirektivet (Construction products directive – CPD) erstattet med byggevarerforordningen (Construction products regulation – CPR). CPR blir mer forpliktende, og skal sikre et mer harmonisert regelverk i alle EU-landene (Europalov 2012). Forordningen vil blant annet medføre en strengere markedskontroll med byggeprodukter.

Det europeiske klassifiseringssystemet for brannmotstand og for produkters egenskaper ved brannpåvirkning for byggeprodukter ble publisert i år 2000 (COMMISSION DECISION of 8 February 2000, COMMISSION DECISION of 3 May 2000), mens systemet for klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning for kabler ble publisert i 2006 (COMMISSION DECISION of 27 October 2006). Innføring av disse bestemmelsene i medlemsstatene er obligatorisk, og forutsetter at myndighetene innfører systemet i de nasjonale byggereglene med angivelse av hvilke klasser som er akseptable i de ulike anvendelsene. En forutsetning er også at de nødvendige harmoniserte standardene er på plass, det vil si utgitt etter mandat fra kommisjonen, og publisert i *the European Official Journal*⁶. Dette gjelder både produktstandarder og standarder for prøving og klassifisering. Til slutt forutsettes det at de nasjonale myndigheter utpeker tekniske kontrollorgan (TKO) som kan sertifisere produktene. Som EØS-medlem er Norge forpliktet til å følge disse bestemmelsene.

⁶ <http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>

Foreløpig er ikke alt dette på plass, og det vil fremdeles ta noe tid før systemet er implementert, slik at kabler kan CE-merkes med angivelse av brannklasser under byggevaredirektivet. Det antas at systemet vil kunne tas i bruk i løpet av 2012 (British Cables Association, Europacable 2010). Det vil være mulig å innføre klassene i nasjonale byggeregler allerede før hele systemet er på plass. CENELEC fikk mandat fra EU-kommisjonen i mai 2009 om å utvikle en harmonisert produktstandard (såkalt hEN) for å gjøre det mulig å CE-merke kabler under byggevaredirektivet. Utarbeidelse av standarder for prøvingsmetoder er også inkludert i mandatet. Produktstandarden EN 50575 for kabler har tittelen *Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements*, og omtales nærmere i avsnitt 4.4.1.

EU-kommisjonen har vedtatt at alle kabler i de høyeste brannklassene (A_{ca} , $B1_{ca}$, $B2_{ca}$ og C_{ca}) skal følge system 1+ i systemet for samsvarserklæring (*Attestation of conformity*)(COMMISSION DECISION of 17 February 1997, COMMISSION DECISION of 12 May 2011). Dette innebærer innledende typeprøving, kontroll av produksjonen, inspeksjon og testing av stikkprøver. Produkter i klassene D_{ca} og E_{ca} vil følge system 3, som innebærer innledende typeprøving og kontroll av produksjonen.

4.2.2 Byggteknisk forskrift - TEK10

Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (TEK10) ble utgitt i ny utgave 1. juli 2010 (KRD 2010). Dette er en såkalt funksjonsbasert forskrift som ikke stiller detaljerte krav til enkeltprodukter, men krav om hvilke funksjoner de ulike produktene må tilfredsstille, for eksempel sikkerhet ved brann.

Veiledningen til forskriften, VTEK10, angir hvilke ytelser som produktene minst må oppfylle for å tilfredsstille forskriftens krav. Ytelserne er angitt i forhold til hvilke konsekvenser en brann kan medføre for ulike byggverk, basert på byggverkets brannklasse og risikoklasse, som definert i TEK10.

Risikoklasse for et byggverk, eller for ulike bruksområder i et byggverk, er basert på vurderinger av hvilken trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse. Risikoklassene skal legges til grunn ved prosjektering og utførelse for å sikre rømning og redning ved brann. Byggverk kan inndeles i risikoklasser fra 1 til 6, der risikoklasse 6 er den med høyest krav til brannsikringstiltak. Sykehus og overnattingssteder er eksempler på bygninger i risikoklasse 6. Boliger vil normalt plasseres i risikoklasse 4, mens kontor vil tilhøre risikoklasse 2.

Byggverk deles også inn i *brannklasser* ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Brannklassene skal legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre byggverkets bæreevne mv. ved brann. Brannklasse 1 er byggverk der brann blir vurdert til å medføre liten konsekvens, mens konsekvensen i den høyeste brannklassen - brannklasse 4 - vurderes til å være *særlig stor*. En mulig måte å dele inn byggverk i brannklasser på er angitt i VTEK10, og er basert på kombinasjonen av risikoklasse og antall etasjer. Eksempelvis vil byggverk med 5 eller flere etasjer i risikoklassene 2 til 6 tilhøre brannklasse 3. VTEK10 angir ikke preaksepterte ytelser for byggverk i brannklasse 4; i slike bygninger må brannsikkerheten verifiseres ved analyse.

Kabler er, som de aller fleste andre produkter, ikke nevnt spesifikt i forskriften, men kravene i § 11-9 og § 11-10 som er gjengitt nedenfor, vil gjelde også for kabler, ledningssystemer og kapslinger i elektriske installasjoner i byggverk.

§ 11-9. Materialer og produkters egenskaper ved brann

- (1) Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg er liten. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.
- (2) Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på mulighet for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.

§ 11-10. Tekniske installasjoner

- (1) Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.
- (2) Installasjoner som er forutsatt å ha en funksjon under brann, skal være slik prosjektert og utført at deres funksjon opprettholdes i nødvendig tid. Dette omfatter også nødvendig tilførsel av vann, strøm eller signaler som er nødvendig for å opprettholde installasjonens funksjon.

4.2.3 Veiledning til byggteknisk forskrift

Det er utarbeidet en veiledning til den nye byggtekniske forskriften. Veiledningen er i elektronisk format, og har tittel *Veiledning til forskrift om tekniske krav til byggverk* (BE 2010). Veiledningen spesifiserer hvilke ytelser ulike byggeprodukter må oppfylle for å kunne tilfredsstille kravene i TEK10, for eksempel ved angivelse av brannklassifiseringer som gir et godt nok brannsikringsnivå. Slike spesifiserte ytelser i veiledningen, eller i kilder som er anerkjent som god nok dokumentasjon, kalles for *preaksepterte ytelser*. Dersom man følger veiledningen fullt ut ved prosjektering, og ikke avviker fra de preaksepterte ytelsene, antar man at brannsikringsnivået vil være ivaretatt på en tilfredsstillende måte. Veiledningen gir altså ikke *krav*, men spesifiserer et minstenivå der forskriftskravene i TEK 10 vil være tilfredsstillende.

Brannklasser for kabler er ikke angitt i dagens veiledning, men vil bli innarbeidet så snart det er vurdert hvilke krav man bør stille til kablernes branntekniske egenskaper i ulike anvendelser. Slik er det presentert i veiledningen:

Det pågår arbeid med klassifisering av kabler i henhold til euroklassene. På grunn av mulig modifisering av klassifiseringsreglene er de nye klassene ennå ikke tatt i bruk.

§ 11-8 Brannceller beskriver hvordan bygg kan deles opp brannteknisk sett for å forhindre spredning av brann og røyk i den tiden som er nødvendig for rømning og redning. Kabler er nevnt i veiledningsteksten til denne paragrafen:

Preaksepterte ytelser

1. *Følgende rom, samling av rom eller lokaler må være egne brannceller:*

...

15. *Hulrom over nedforet himling i rømningsvei hvor det er kabler som utgjør en brannenergi på mer enn 50 MJ pr. løpemeter hulrom/korridor.*

...

I veiledning til første ledd i TEK10 §11-10 Tekniske installasjoner sies det følgende:

....

Kanaler, kabler og andre installasjoner som føres gjennom branncellebegrensende konstruksjoner, må ikke svekke konstruksjonens brannmotstand. Brannmotstand for installasjoner som føres gjennom brannskillende bygningsdeler må dokumenteres ved prøving eller beregning.

....

Preaksepterte ytelser – elektriske installasjoner

Kabler kan bidra til brannspredning og produksjon av store mengder røyk. Følgende ytelser må derfor minst være oppfylt:

1. *Kabler må ikke legges over nedforet himling eller i andre hulrom i rømningsvei med mindre
 - a. *kablene representerer liten brannenergi (mindre enn ca. 50 MJ/løpemeter hulrom), eller*
 - b. *kablene er ført i egen sjakt med sjaktvegger som har brannmotstand tilsvarende branncellebegrensende bygningsdel, eller*
 - c. *himlingen har brannmotstand tilsvarende branncellebegrensende bygningsdel, eller*
 - d. *hulrommet er sprinklet**
2. *Kabler som utgjør liten brannenergi (mindre enn ca. 50 MJ/løpemeter korridor/hulrom), kan føres ubeskyttet gjennom rømningsvei. Dette er et spesifikt unntak som gjelder kabler. Det kan ikke brukes som begrunnelse for andre fravik fra preaksepterte ytelser.*

Veiledningsteksten til 2. ledd av § 11-10:

Installasjoner som skal ha en funksjon under brann, må ha tilfredsstillende og sikker strømtilførsel i den tiden installasjonen skal fungere. Dette omfatter blant annet strømforsyningen fra tavlerom til heissjakt, motordrevne røykluker, alarmgivere, nødlysanlegg mv.

Installasjoner som skal fungere under slokking må sikres strømtilførsel i nødvendig tid.

Preaksepterte ytelser

Følgende ytelser må minst være oppfylt:

1. Strømforsyning til installasjoner som skal ha en funksjon under brann og slokking må sikres
 - a. ved beskyttelse med et automatisk slokkeanlegg, eller
 - b. ved at kabler legges i innstøpte rør med overdekning minimum 30 mm, eller
 - c. ved at det brukes kabler som beholder sin funksjon/driftsspenning minimum 30 minutter for byggverk i brannklasse 1 og minimum 60 minutter for byggverk i brannklasse 2 og 3.

4.3 Regelverket for elektriske installasjoner - krav til brannegenskaper for kabler og ledningssystemer

4.3.1 Lavspenningsdirektivet

EUs lavspenningsdirektiv ble første gang utgitt i 1973. Den nye utgaven av lavspenningsdirektivet (LVD) ble publisert i 2006, med tittelen *DIRECTIVE 2006/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits*. Termen *electrical equipment*⁷ er ikke definert i direktivet, men i henhold til veiledningen til LVD hører både kabler og kapslinger inn under dette direktivet (European Commission services 2007).

LVD angir tre hovedelementer i sikkerhetskravene til elektrisk utstyr:

1. Generelle krav.
2. Beskyttelse mot farer oppstått i det elektriske utstyret (inkludert oppvarming og dannelse av lysbue).
3. Beskyttelse mot farer som oppstår ved ekstern påvirkning på det elektriske utstyret.

Punkt (b) under sikkerhetskrav nr. 3 på listen over, sier at tekniske tiltak skal sikre at det elektriske utstyret er motstandsdyktig mot ikke-mekanisk påvirkning i de omgivelser utstyret skal brukes i, slik at personer, husdyr og materielle verdier ikke utsettes for fare. Vi tolker dette til å omfatte også brannpåkjenning.

⁷ Definisjon i henhold til NEC IEC 60050-826:2004 (Electropedia):

electric equipment: item used for such purposes as generation, conversion, transmission, distribution or utilization of electric energy, such as electric machines, transformers, switchgear and controlgear, measuring instruments, protective devices, wiring systems, current-using equipment

Norsk oversettelse av definisjonen i NEK 400:

elektrisk utstyr: gjenstand benyttet for produksjon, omforming, overføring, distribusjon eller bruk av elektrisk energi, så som maskiner, transformatorer, apparater, måleinstrumenter, vern, ledningssystemer, installasjonsmaterieell, forbruksapparater

4.3.2 Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) angir flere krav som er knyttet til brannsikkerhet for kabler (DSB 1998). §22 angir krav til beskyttelse mot høye temperaturer:

§ 22. Beskyttelse mot skadelige termiske virkninger

Elektriske anlegg skal være slik utført at det ikke er noen fare for antennelse av brennbare materialer på grunn av høy temperatur eller elektrisk lysbue. Det skal ved normal drift heller ikke være noen fare for at mennesker eller husdyr kan bli utsatt for forbrenning.

Vedlegg I i FEL angir nasjonale tilpasninger i forskriften. En av disse tilpasningene omhandler ledningsanlegg i rømningsveier:

Ledningsanlegg i rømningsveier

Dette avsnitt definerer forhold som knyttes til grensesnitt mot plan- og bygningslovens (med tilhørende forskrifter og veiledninger) bestemmelser om tekniske anlegg i rømningsveier.

Ledningsanlegg skal fortrinnsvis ikke være forlagt i rømningsveiene. Dersom slik forlegging ikke kan unngås, skal ledningsanlegget være utstyrt med kappe eller kapsling som ikke kan bidra til eller spre brann eller anta slik temperatur at omkringliggende materiale kan antennes i løpet av et tidsrom fastsatt for rømningsveier.

Kabler skal ikke legges bak himling eller tilsvarende hulrom i rømningsvei med mindre

- • *kablene representerer liten brannbelastning*
- • *kablene er ført i egen sjakt med sjaktvegger som har brannmotstand tilsvarende branncellebegrensende bygningsdel*
- • *himlingen har brannmotstand tilsvarende branncellebegrensende bygningsdel*
- • *hulrommet er sprinklet.*

Ledningsanlegg forlagt i rømningsveier skal ligge utenfor rekkevidde, eller være utstyrt med beskyttelse mot mekaniske skader som kan tenkes oppstå under rømning. Ethvert ledningsanlegg i en rømningsvei skal være så kort som mulig.

Generelt anbefales det å benytte kabler med isolasjon som ikke avgir skadelige mengder giftig gasser under brann.

Innkledning eller kapsling ved hjelp av brennbart materiale dekket med brannbeskyttende maling oppfyller ikke kravene i denne bestemmelsen.

Vår kommentar:

Dette er i tråd med ytelsene som er beskrevet i VTEK10, under veiledning til § 11-10 tekniske installasjoner (se kapittel 4.2.3). Betegnelsen "et tidsrom fastsatt for rømningsveier" er vag, og man vil ikke finne en verdi for et slikt

tidsrom verken i TEK10 eller VTEK10. Det samme gjelder anbefalingen om kabler "*som ikke avgir skadelige mengder giftig gasser under brann*", fordi det ikke finnes klare kriterier for hvordan dette skal dokumenteres. Teksten "*Innkledning eller kapsling ved hjelp av brennbart materiale dekket med brannbeskyttende maling oppfyller ikke kravene i denne bestemmelsen*" er for så vidt grei nok, men følgende tekst burde legges til ... "*med mindre brannmotstanden er dokumentert*".

4.3.3 NEK 400 – elektriske lavspenningsinstallasjoner

4.3.3.1 Generelt om NEK 400

NEK 400 er en samling av til sammen 41 enkeltnormer, og er utarbeidet av NEK normkomité 64 "Bygningsinstallasjoner". NEK 400 er akseptert som en metodebeskrivelse for å tilfredsstille sikkerhetskravene gitt i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) (DSB 1998).

Bestemmelser med relevans for brannegenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger er hovedsak samlet i NEK 400-4 og NEK 400-5.

Delnormen NEK 400-4 inneholder de grunnleggende kravene til beskyttelse, deriblant funksjonelle krav til beskyttelse mot termiske virkninger som er gitt i NEK 400-4-42.

Delnormen NEK 400-5 omfatter krav vedrørende valg og montasje av elektrisk utstyr som skal tilfredsstilles for å oppfylle de funksjonelle kravene gitt i NEK 400-4.

NEK 400 henviser til en rekke standarder i delnormene. Der hvor henvisningen er gitt i merknader og veiledninger, er den kun av informativ karakter. Slike henvisninger er listet i tillegg B i NEK 400. De normative referansene er angitt i selve teksten i NEK 400, og disse er listet i tillegg A.

4.3.3.2 NEK 400-4-42. Beskyttelse mot termiske virkninger.

Avsnitt 421.3

Et lysbuesikkert materiale er beskrevet som et materiale som

- er ikke brennbart
- har lav varmeledningsevne
- har tilstrekkelig tykkelse for å sikre mekanisk stabilitet

Fiberglass med tykkelse 20 mm er angitt som et eksempel på lysbuesikkert materiale.

Kapslinger som benyttes til beskyttelse av utstyr skal være av et materiale som kan motstå den høyeste temperaturen som det elektriske utstyret kan forårsake.

Brennbare materialer kan benyttes som kapslinger dersom de er tildekket med ikke brennbart materiale eller tungt antennelig materiale med lav varmeledningsevne.

Vår kommentar:

Det er ikke presisert hva som ligger i begrepene *ikke brennbart* og *tungt antennelig* og heller ikke hva som menes med *lav varmeledningsevne*. Dette er relative begreper som kan skape unødige problemer dersom det ikke er definert hva som menes.

4.3.3.3 422 Beskyttelse mot brann hvor særlig risiko er til stede

Avsnittsnummereringen i teksten under er i henhold til inndelingen i avsnitt i kapittel 422 i NEK 400.

422.2 Evakueringsbetingelser i nødssituasjoner

Områder deles inn i kategorier etter persontetthet og rømningsforhold:

- BD2: lav persontetthet og vanskelig rømning
- BD3: høy persontetthet og lett rømning
- BD4: høy persontetthet, vanskelig rømning

I en merknad til dette sies det at det er forutsatt at ”kategoriene fastsettes i henhold til krav fastsatt av myndigheter ansvarlig for bygningsforskrifter, forsamlingslokaler, brannvern etc.”

Vår kommentar:

Dette må forstås som kravene gitt i byggteknisk forskrift (TEK10) (KRD 2010), i brann- og eksplosjonsvernloven (JD 2002), og i forskrift om brannforebygging (DSB 2002). Kategoriene må ses i sammenheng med byggteknisk forskrift sin inndeling av byggverk i risikoklasser og brannklasser. Dette blir nærmere omtalt i kapittel 5.3.1. Det kan se ut til at NEK 400 sine BD-kategorier ikke helt er i overensstemmelse med inndeling i risikoklasser og brannklasser i TEK10. Risikoklassene er for eksempel basert på andre kriterier enn persontetthet.

422.2.1 som omhandler ledningssystemer i rømningsveier:

Ledningssystemer i rømningsveier skal være så korte som mulig. Ledningssystemer skal ikke være flammespredende.

I MERKNAD 1 til dette angis det at følgende produkter tilfredsstillende dette kravet:

- Kabler: brannprøving i henhold til NEK EN 60332-1-2
- Installasjonsrør: samsvar med NEK EN 61386-1
- Kabelkanalsystem: samsvar med NEK IEC 61084-1
- Kabelbro- og kabelstigesystemer: samsvar med NEK EN 61537
- Strømskinnesystemer: samsvar med NEK EN 61534-serien

MERKNAD 2 stadfester følgende:

For klassifisering av kabler bør kravene i Byggeveredirektivet vurderes.

Under forholdene BD2, BD3 og BD4 skal, hvor det er relevant, ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser ha brannmotstand iht. NEK EN 50200 med referanse til kravene i Byggeveredirektivet.

Ledningssystemer i rømningsveier skal ha begrenset røykutvikling.

MERKNAD 4 til punktet over angir at dette kan tilfredsstilles ved en lystransmisjon på minimum 60 % ved prøving i henhold til NEK EN 61034-2.

Vår kommentar:

Teksten i 422.2.1 er i tråd med kriteriene til ledningsanlegg i rømningsveier i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg, se avsnitt 4.3.2. Det bør vurderes om det bør stilles krav til brannmotstand i henhold til den kommende standarden EN 50577 i enkelte områder. Dette må ses i sammenheng med spesifisering av ytelsesnivå for tilsvarende områder i VTEK10.

422.2.2

Koblingsutstyr plassert i ganger under forhold BD2, BD3 og BD4 skal være plassert i kabinetter eller bokser av ikke-brennbare materialer eller av ikke lett brennbare materialer.

Vår kommentar:

Det er ikke angitt hva som er definert som ikke-brennbare materialer eller ikke lett brennbare materialer.

4.22.3.4 stiller en rekke brannkrav til kabler og ledningssystemer:

- Kabler skal tilfredsstillende brannprøve spesifisert i NEK EN 60332-serien.
- Ledningskanalsystemer skal tilfredsstillende flammespredningsprøve spesifisert i NEK IEC 61084-serien.
- Installasjonsrør skal tilfredsstillende flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61386-serien.
- Strømskinnesystemer skal tilfredsstillende flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61534-serien.
- Kabelbro- og kabelstigesystemer skal tilfredsstillende flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61537-serien.

I MERKNAD 1 til dette punktet sies det at der hvor faren for flammespredning er høy, for eksempel i lange vertikale føringer eller buntede kabler, bør kablene tilfredsstillende flammespredningskarakteristikkene beskrevet i NEK EN 60332-3-serien.

MERKNAD 2 angir at flammespredningsprøve for kablingssystemer utføres alltid i vertikal stilling.

422.5 Bygningskonstruksjoner som bidrar til å spre brann

I MERKNAD angis det at installasjonsbokser og kapslinger i samsvar med NEK EN 6070-1 for hule vegger og kabler i samsvar med NEK EN 60332-3 kan benyttes.

422.6 Valg og montasje av elektriske installasjoner i områder med uerstattelige verdier

I MERKNAD 2 angis det at følgende tiltak bør vurderes: installasjon av kabler med forbedrede brannresistente egenskaper i tilfelle brann, i samsvar med NEK IEC 60331-1 eller NEK IEC 60331-21 eller tilsvarende.

4.4 Brannteknisk prøving og klassifisering av kabler, ledningssystemer og kapslinger

4.4.1 Produktstandarden for kabler – krav til dokumentasjon av brannegenskaper

Produktstandarden EN 50575 for kabler har tittelen *Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements*. Standarden foreligger per juni 2012 som et utkast (prEN 50575), og er til offentlig høring. Dette blir en "samlestandard" for alle kabler der det kan stilles krav til egenskaper ved brannpåvirkning. Produktstandarden angir hvilke prøvingsmetoder som skal brukes for de ulike klassene, og at klassifisering skal gjøres i henhold til EN 13501-6.

Produktstandarden oppgir også hvilket system for samsvarserklæring som skal anvendes for CE-merking. Systemet er inndelt etter hvilke brannklasser kablene tilfredsstiller. Kabler i klasse A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca} og C_{ca} skal følge system 1+, mens kabler i klasse D_{ca} og E_{ca} skal følge system 3 for samsvarserklæring. Kabler i klasse F_{ca} (ingen egenskaper ved brannpåvirkning deklarerert) skal følge system 4.

System 1+ for samsvarserklæring er vesentlig mer omfattende enn system 3 og 4. Dette skyldes at forhold ved produksjonen kan påvirke brannegenskapene til produktet vesentlig, og derfor kreves det blant annet at et sertifiseringsorgan gjennomfører løpende kontroll av produksjonsstedet med testing av prøveuttak. I system 3 kan produsenten gjennomføre kontroll av produksjonen, mens et utpekt organ (det vil si et godkjent laboratorium) utfører innledende typetesting. Kabler i klasse C_{ca} eller bedre vil dermed medføre større utgifter for produsenten i forbindelse med CE-merking enn kabler i de lavere euroklassene.

4.4.2 Branntekniske standarder og prøvingsmetoder

En kort beskrivelse av branntekniske standarder for kabler, ledningssystemer og kapslinger som er angitt i det norske byggeregelverket og i det norske regelverket for elektriske installasjoner er gitt i Vedlegg A. Vedlegget angir også hvilke regelverk eller standarder som refererer til den aktuelle standarden.

En oversikt over standardene som er nevnt i avsnittene 4.2 og 4.3 er gitt i Tabell 4-7 og Tabell 4-8 i avsnitt 4.4.8.

4.4.3 Euroklasser for byggevarer

Klassene for bygningsprodukters egenskaper ved brannpåvirkning i det harmoniserte systemet under det europeiske byggevedirektivet kalles populært for *euroklasser*, og er beskrevet i klassifiseringsstandardEN 13501-1 (se vedlegg A). Standarden omfatter 3 kategorier av byggeprodukter:

- konstruksjonsprodukter utenom gulvbelegg og lineære rørisolasjonsprodukter
- gulvbelegg
- lineære rørisolasjonsprodukter

Noen produktgrupper er fremdeles under vurdering, og kan føre til at det utarbeides tillegg til standarden.

Klassifiseringssystemet er utarbeidet med bakgrunn i kunnskapen om at det er varmeavgivelsen som er den viktigste branntekniske egenskapen for et materiale. Et materiale som avgir mye varme raskt vil føre til en raskere brannutvikling enn et materiale som avgir samme mengde varme over lengre tid. Dette er filosofien bak indeksen FIGRA – Fire Growth RAtio, som ble til gjennom arbeidet med utvikling av den sentrale *single burning item*-testen (SBI), NS-EN 13823. FIGRA angir hastigheten for brannutvikling, og gir sammen med verdien for den totale avgitte varme (THR) grunnlag for klassifisering i euroklassesystemet.

På samme måte kan røykproduksjonen klassifiseres på grunnlag av indeksen SMOGRA (SMOke Growth RAtio), som angir hastigheten for røykproduksjon, og den totale røykproduksjonen, TSP (Total Smoke Production).

Observasjon av brennende dråper under test gir grunnlag for klassifisering i tilleggsklasse d0 (ingen brennende dråper), d1 (ingen brennende dråper som brenner lengre enn 10 sekunder), eller d2 (verken d0 eller d1).

Klassifisering i euroklassene baseres på resultater fra fire ulike prøvingsmetoder. Hvilke metoder som kreves er avhengig av hvilken klasse produktet skal vurderes opp mot. Det er 7 ulike euroklasser for konstruksjonsprodukter: A1, A2, B, C, D, E og F. A1 og A2 representerer ubrennbare materialer, og materialer med svært begrenset brennbarhet. Klasse F omfatter uklassifiserte produkter. De ulike klassene og tilhørende metodene er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Euroklasser for byggevarer (unntatt gulvbelegg, lineære rørisolasjonsprodukter og kabler).

Klasse	Standarder	Hva blir målt?
A1	EN ISO 1716 og EN ISO 1182	forbrenningsvarme (ved fullstendig forbrenning) og ubrennbarhet (eksponering for 750 °C)
A2	EN ISO 1716 eller EN ISO 1182 og EN 13823	forbrenningsvarme (ved fullstendig forbrenning) eller ubrennbarhet (eksponering for 750 °C) og varmeavgivelse, røykproduksjon, horisontal flammespredning, brennende dråper ved eksponering for 30 kW flamme
B C D	EN 13823 og EN ISO 11925-2	varmeavgivelse, røykproduksjon, horisontal flammespredning, brennende dråper ved eksponering for 30 kW flamme og antennelighet, vertikal flammespredning ved eksponering for liten flamme
E	EN ISO 11925-2	antennelighet, vertikal flammespredning ved eksponering for liten flamme
F ⁸	ingen krav	ingen krav

Det er i tillegg mulig å klassifisere evnen til å produsere røyk (klassene s1, s2 og s3), og evnen til å produsere brennende dråper (d0, d1 og d2), se Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Tilleggsklasser for byggevarer (unntatt gulvbelegg, lineære rørisolasjonsprodukter og kabler).

Klasse	Standarder	Hva blir målt?
s1 s2 s3	EN 13823	optisk tetthet av røyk (dynamisk i avtrekk) ved eksponering for 30 kW flamme
d0 d1 d2	EN 13823 og EN ISO 11925-2	observasjon av brennende dråper ved eksponering for 30 kW flamme og observasjon av brennende dråper ved eksponering for liten flamme

⁸ Våren 2012 ble det foreslått at klassebetegnelsen F skal fjernes fra systemet, og at produkter som ikke er klassifisert da får betegnelsen "no performance determined" ("ingen ytelse bestemt"). Dette må endelig vedtas av EU-kommisjonen før klassen kan fjernes. Dette gjelder også F_{fl} for klassifisering av gulvbelegg, F_L for lineære produkter og F_{ca} for kabler.

Klassebetegnelsen for en byggevare kan for eksempel se slik ut:

B-s1,d0

og denne betegnelsen beskriver et produkt med begrenset varmeavgivelse og flammespredning (B), liten røykproduksjon (s1) og ingen avgivelse av brennende dråper i løpet av testen (d0).

Tilsvarende klasser er utarbeidet for gulvbelegg (med subskript *fl* for *flooring*), eksempelvis B_{fl}-s1. Euroklasse for lineære rørisolasjonsprodukter angis med subskript *L* (for *linear*), eksempelvis B_L-s1,d0.

4.4.4 Euroklasser for kabler

De 7 euroklassene for kabler er kalt A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca} og F_{ca} i tråd med klassifiseringsbetegnelsene for de andre produktgruppene som klassifiseres i henhold til EN 13501-1. Denne hovedklassifiseringen er basert på

- varmeavgivelse (FIGRA og THR)
- flammespredning

Tilleggsklassifisering kan gis på grunnlag av

- brennende dråper
- røykproduksjon (maksimal SPR og TSP)
- surhetsgrad (det vil si potensiale for korrosjon)

Klassifisering av en kabel kan dermed for eksempel oppgis slik:

B_{ca} – s1,d0,a1

Det er 5 ulike tester som inngår i dette systemet:

- EN ISO 1716:
- FprEN 50399
- EN 60332-1-2
- EN 50267-2-3
- EN 61034-2

Klassifisering av produkter i klasse A_{ca} er basert på måling av forbrenningsvarme i henhold til EN ISO 1716, mens de andre klassene baserer seg på resultater fra to ulike tester: NEK EN 60332-1-2 i liten skala, og FprEN 50399 i mellomstor skala. Hvilke tester som gir grunnlag for de ulike euroklassene er vist i Tabell 4-3.

Tabell 4-3 Euroklasser for kabler

Klasse	Standarder	Hva blir målt?
A _{ca}	EN ISO 1716	forbrenningsvarme (ved fullstendig forbrenning)
B1 _{ca}	FprEN 5399 og EN 60332-1-2	varmeavgivelse, vertikal flammespredning, brennende dråper ved eksponering for 30 kW og vertikal flammespredning ved eksponering for 1 kW flamme
B2 _{ca} C _{ca} D _{ca}	FprEN 5399 og EN 60332-1-2	varmeavgivelse, vertikal flammespredning, brennende dråper ved eksponering for 20,5 kW og vertikal flammespredning ved eksponering for 1 kW flamme
E _{ca}	EN 60332-1-2	vertikal flammespredning ved eksponering for 1 kW flamme
F _{ca}	ingen krav	ingen krav

EN 61034-2 og EN 50267-2-3 kan brukes for tilleggsklassifisering av henholdsvis røykproduksjon og surhetsgraden til røykgassene, se Tabell 4-4.

Tabell 4-4 Tilleggsklasser for kabler i euroklassesystemet

Tilleggs-klasse	Standarder	Hva blir målt?
s1 s2 s3	FprEN 5399	røykproduksjon bestemmes ved å måle optisk tetthet av røyk (dynamisk i avtrekk)
s1 _a s1 _b	EN 61034-2	røykproduksjon bestemmes ved å måle optisk tetthet av røyk (akkumulert i kammer)
a1 a2 a3	EN 50267-2-3	røykens surhetsgrad bestemmes ved å måle konduktivitet og pH i løsning av røyken boblet gjennom vann

Det er utarbeidet et utkast til en egen standard for klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning for elektriske kabler, prEN 13501-6. Dette utkastet har vært ute på høring våren 2012, og ventes publisert i løpet av 2013. Klassifiseringssystemet gir mulighet for å angi hele 63 ulike kombinasjoner av euroklassene og tilleggsklassene s, a og d.

Det europeiske klassifiseringssystemet for kabler er vist i Tabell 4-5. I tabellen er det angitt "flame source" henholdsvis 30 kW og 20,5 kW bak standarden EN 50399. Disse verdiene har bakgrunn i forskningsprosjektet FIPEC (Fire Performance of Electrical Cables) (Grayson et al 2000), og er innarbeidet i FprEN 50399 som følger:

(FIPEC₂₀ Scenario 2)

- kabler monteres med en ubrennbar plate av kalsiumsilikat bak kabelstigen
- propanbrenner 30 kW

(FIPEC₂₀ Scenario 1)

- kabler monteres uten plate bak kabelstigen (avstand mellom bakre kant av kabelstige og vegg i prøvekammer er 150 mm)
- propanbrenner 20,5 kW

Tabell 4-5 Fra utkast til klassifiseringsstandarden for de europeiske klassene for elektriske kablers egenskaper ved brannpåvirkning (prEN 13501-6).

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg ⁽¹⁾	
B1 _{ca}	EN 50399 (30 kW flame source)	FS ≤ 1.75 m <i>and</i> THR _{1200s} ≤ 10 MJ <i>and</i> Peak HRR ≤ 20 kW <i>and</i> FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹	Smoke production ^(2,5) and Flaming droplets/particles ⁽³⁾ and Acidity ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2 _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source)	FS ≤ 1.5 m; <i>and</i> THR _{1200s} ≤ 15 MJ; <i>and</i> Peak HRR ≤ 30 kW; <i>and</i> FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹	Smoke production ^(2,5) and Flaming droplets/particles ⁽³⁾ and Acidity ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source)	FS ≤ 2.0 m; <i>and</i> THR _{1200s} ≤ 30 MJ; <i>and</i> Peak HRR ≤ 60 kW; <i>and</i> FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹	Smoke production ^(2,5) and Flaming droplets/particles ⁽³⁾ and Acidity ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
D _{ca}	EN 50399 (20,5 kW flame source)	THR _{1200s} ≤ 70 MJ; <i>and</i> Peak HRR ≤ 400 kW; <i>and</i> FIGRA ≤ 1300 Ws ⁻¹	Smoke production ^(2,5) and Flaming droplets/particles ⁽³⁾ and Acidity ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E _{ca}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
F _{ca}	No performance determined		

⁽¹⁾ For the product as a whole, excluding metallic materials, and for any external component (i.e. sheath) of the product.

⁽²⁾ **s1** = TSP₁₂₀₀ ≤ 50 m² *and* Peak SPR ≤ 0.25 m²/s

s1a = **s1** and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 80%

s1b = **s1** and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 60% < 80%

s2 = TSP₁₂₀₀ ≤ 400 m² *and* Peak SPR ≤ 1.5 m²/s

s3 = not s1 or s2

⁽³⁾ **d0** = No flaming droplets/particles within 1200 s; **d1** = No flaming droplets/ particles persisting longer than 10 s within 1200 s; **d2** = not d0 or d1.

⁽⁴⁾ EN 50267-2-3: **a1** = conductivity < 2.5 μS/mm *and* pH > 4,3; **a2** = conductivity < 10 μS/mm *and* pH > 4,3; **a3** = not a1 or a2. No declaration = No Performance Determined.

⁽⁵⁾ The smoke class declared for class B1_{ca} cables must originate from the test according to EN 50399 (30 kW flame source)

⁽⁶⁾ The smoke class declared for class B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} cables must originate from the test according to EN 50399 (20,5 kW flame source)

4.4.5 Prøving og klassifisering av brannmotstand for kabler

TEK 10, § 11-10. *Tekniske installasjoner* stiller krav til installasjoner som skal ha en funksjon under brann. En preakseptert ytelse som er oppgitt i veiledningen til TEK 10 er kabler som beholder sin funksjon/driftsspenning minimum 30 minutter for byggverk i brannklasse 1 og minimum 60 minutter for byggverk i brannklasse 2 og 3. Dette må dokumenteres, og da fortrinnsvis ved prøving, uten at metode eller klasse er angitt.

NEK 400:2010, angir under pkt 422.2.1 som omhandler ledningssystemer i rømningsveier:

- *Under forholdene BD2, BD3 og BD4 skal, hvor det er relevant, ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser ha brannmotstand iht. NEK EN 50200 med referanse til kravene i Byggevaredirektivet.*

I henhold til NEK 400 vil NEK EN 50200 være tilfredsstillende dokumentasjon for tilfredsstillelse av kravet i byggteknisk forskrift. NEK EN 50200 er beskrevet kort i Vedlegg A.

Klassifiseringssystemet for brannmotstand under byggevaredirektivet er angitt i et kommisjonsvedtak fra 2000, og for kabler er de vedtatte klassebetegnelsene P og PH som vist i Tabell 4-6 (COMMISSION DECISION of 3 May 2000). Klassene angis som P eller PH med brannmotstand i antall minutter.

P-klassene skal innarbeides i klassifiseringsstandarden *EN 13501-3 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler - Del 3: Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving av produkter og deler brukt i ventilasjonsanlegg: kanaler og spjeld med brannmotstand*, og det foreligger en foreløpig utgave, prEN 13501-3. I henhold til kommisjonsbestemmelsen omfatter P-klassene både elektriske- og fiberoptiske kabler og tilbehør, ledningsrør og brannbeskyttende systemer for kabler.

Teststandarden NEK EN 50200 skal anvendes for dokumentasjon av brannmotstand i klasse PH.

Teststandarden for brannmotstand i klasse P har tittel *prEN 50577:2012 Electric cables - Fire resistance test for unprotected electric cables (P classification)*, og er per april 2012 på høring. Dette er en test der kabler eksponeres for en brannpåkjenning tilsvarende en fullt utviklet brann, mens det registreres hvor lenge strømkretsens integritet er opprettholdt (det vil i praksis si hvor lenge kabelen er strømførende).

En kabel med klasse PH15 vil eksempelvis tilfredsstillende kriteriene til 15 minutters brannmotstand ved test i henhold til NEK EN 50200, mens en kabel med brannmotstand P15 vil tilfredsstillende kriteriene til 15 minutters brannmotstand ved test i henhold til EN 50577.

Tabell 4-6 Klasser for brannmotstand for kabler under byggevaredirektivet (COMMISSION DECISION of 3 May 2000).

6. Products to be used within services

Applies to	electrical and fibre-optic cables and accessories; conduits and fire protective systems for cables									
Standard(s)	EN 13501-3									
Classification:										
P	15		30		60	90	120			
Notes	—									
Applies to	small diameter power or signal cables or systems (<20 mm diameter and with conductor sizes $\leq 2.5 \text{ mm}^2$)									
Standard(s)	EN 13501-3; EN 50200									
Classification:										
PH	15		30		60	90	120			
Notes	—									

4.4.6 Utvidet anvendelse av prøvingsresultater for kabler

CE-merking av produkter forutsetter at det eksisterer prøvingsstandarder med tilhørende klassifiseringskriterier. For brannegenskaper er det også påkrevet at det er utarbeidet prosedyrer for utvidet anvendelse av prøvingsresultater, såkalte EXAP-regler (extended applications).

I prinsippet skal alle produkter som klassifiseres være prøvet i henhold til de gjeldende prøvingsstandardene. Imidlertid finnes det muligheter for å vurdere hvordan prøvingsresultater kan anvendes for klassifisering av ulike varianter av ulike produktgrupper, men innenfor nøye angitte betingelser. Elektriske kabler er en produktgruppe som inneholder svært mange ulike varianter av samme kabeltype, for eksempel med ulike dimensjoner. For å minimere antall tester som er nødvendig for å klassifisere kablene i en slik familie, er det gjennomført et prosjekt kalt CEMAC II (CE marking of electrical cables) (Journeaux et al 2010). Prosjektet var finansiert av Europacable. I rapporten fra CEMAC II er det foreslått EXAP-regler for resultater fra prEN 50399 FIPEC-scenario 1.

Det gjenstår dermed utarbeidelse av EXAP-regler for FIPEC-scenario 2, og for brannmotstandsprøving. CEMAC II omfattet ikke verken optiske kabler eller datakabler, så mulighetene for EXAP-regler for disse kabelgruppene må også undersøkes.

Det er ikke foreslått EXAP-regler for klassifisering av røykproduksjon i henhold til EN 61034-2, og mulighetene for dette blir vurdert på grunnlag av data fra CEMAC II.

4.4.7 Prøvmingsmetoder i henhold til NEK 400

NEK 400 angir en rekke standarder med spesifikasjoner og prøvmingsmetoder for kabler, ledningssystemer og kapslinger, som beskrevet i avsnitt 4.3.3. Disse standardene er kort beskrevet i Vedlegg A. Noen av metodene er kun nevnt i merknader i NEK 400, og må anses som veiledende. Andre metoder er nevnt i selve teksten, og må dermed anses som obligatoriske dersom man velger å installere i henhold til NEK 400.

Obligatoriske tester:

- NEK EN 50200 for ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser
- NEK EN 60332-serien for kabler
- NEK IEC 61084-serien, flammespredningsprøve for ledningskanalsystemer
- NEK EN 61386-serien, flammespredningsprøve for installasjonsrør
- NEK EN 61534-serien, flammespredningsprøve for strømskinnesystemer
- NEK EN 61537-serien, flammespredningsprøve for kabelbro- og kabelstigesystemer

Veiledende tester:

- NEK EN 61034-2 for ledningssystemer i rømningsveier
- NEK EN 6070-1 for installasjonsbokser og kapslinger for hule vegger
- NEK IEC 60331-1 eller NEK IEC 60331-21 for kabler i områder med uerstattelige verdier

4.4.8 Er det samsvar mellom prøvmingsmetodene?

Et viktig spørsmål er hvilket samsvar det er mellom de branntekniske kravene i regelverket for elektriske installasjoner og i det byggtekniske regelverket. Hvilke behov er det for harmonisering av kravene, og finnes det områder der det ikke er gode nok krav?

Fordi kabler er et ”nytt” produkt som omfattes av byggteknisk forskrift, er det et spesielt behov for å vurdere om byggereglens krav til brannsikring er godt nok ivaretatt av dagens prøvmingsmetoder og krav.

En oversikt over standardene som er nevnt i euroklassesystemet for kabler og i NEK 400 gitt i Tabell 4-7 og Tabell 4-8.

Tabell 4-7 Standarder som det er referert til i euroklassesystemet for kabler

Standard	Prøvet produkt	Skala	Eksposering	Hva blir målt?
EN ISO 1716	materialer	liten skala	atmosfære for fullstendig forbrenning	forbrenningsvarme
EN 50267-2-3	kabler	liten skala	ovn, min 935 °C	surhetsgrad i røyken
FprEN 50399	kabler	mellomskala, bunter med ledninger eller kabler	propanbrenner, 30 kW eller 20,5 kW, 20 min	varmeavgivelse, røykproduksjon, flammespredning, FIGRA
NEK EN 60332-1-2	elektriske og fiberoptiske kabler	mellomskala, en enkelt leder eller kabel	1 kW propanflamme	utbredelse av forkullet område
EN 61034-2	kabler	Mellomskala	flammer fra kar med alkohol	røyktetthet i kammer med volum 27 m ³

Tabell 4-8 Standarder som det er referert til i NEK 400:2010

Standard	Prøvet produkt	Skala	Eksposering	Hva blir målt?
NEK EN 50200	kabler til nødstrøm	mellomskala, en enkelt kabel	Propanflamme 7,7 kW, max 120 min + mekanisk støt	spenningsnivå, integritet
EN 50267-2-3	Kabler	liten skala	ovn, min 935 °C	surhetsgrad i røyken
NEK EN 60332-1-2	elektriske og fiberoptiske kabler	mellomskala, en enkelt leder eller kabel	1 kW propanflamme	utbredelse av forkullet område
NEK EN 60332-2-2	elektriske og fiberoptiske kabler	mellomskala, en enkelt leder eller kabel	125 mm lang diffusjonsflamme	utbredelse av forkullet område
NEK EN 60332-3-21 NEK EN 60332-3-22 NEK EN 60332-3-23 NEK EN 60332-3-24 NEK EN 60332-3-25	elektriske og fiberoptiske kabler	mellomskala, bunt med ledere eller kabler	en eller to propanbrennere 20,5 kW	utbredelse av forkullet område
NEK EN 60670	bokser og kapslinger	liten skala	glødetråd (IEC 60695-2-11)	antennelse
NEK IEC 60695-2-11	elektroteknisk utstyr, delutstyr, komponenter	liten skala	glødetråd, mellom 550 og 960 °C	antennelse brannutvikling brennende dråper
EN 61034-2	kabler	mellomskala, en eller flere kabelbiter avhengig av diameter	flammer fra kar med alkohol	røyktetthet i kammer med volum 27 m ³
NEK IEC 61084	Ledningskanal-systemer (tilgjengelige) og lukkede ledningskanalsystemer	mellomskala eller liten skala	1 kW propanflamme (IEC 60695-2-4) eller glødetråd (IEC 60695-2-1)	Antennelse utbredelse av forkullet område brennende dråper
NEK EN 61386	rørsystemer	mellomskala eller liten skala	1 kW propanflamme (IEC 60695-2-4 ⁹) eller glødetråd (IEC 60695-2-1 ¹⁰)	Antennelse utbredelse av forkullet område brennende dråper
NEK EN 61534	strømskinnesystemer	mellomskala eller liten skala	1 kW propanflamme (IEC 60695-2-4) eller glødetråd (IEC 60695-2-11)	Antennelse utbredelse av forkullet område brennende dråper
NEK EN 61537	kabelbroer, kabelstiger	mellomskala eller liten skala	1 kW propanflamme (IEC 60695-11-2) eller glødetråd (IEC 60695-2-11)	Antennelse utbredelse av forkullet område brennende dråper

⁹ IEC 695-2-4 er tilbaketrasket, og erstattet av IEC 60695-11-2

¹⁰ IEC 695-2-1 er tilbaketrasket, og erstattet av IEC 60695-2-11

Antennelighet og flammespredning

Metoden NEK EN 60332-1-2 inngår som krav i NEK 400, og som grunnlag for alle euroklassene for kabler, bortsett fra A_{ca} og F_{ca} . Det må derfor sies å være overensstemmelse mellom de to regelverkene. I det europeiske prosjektet CEMAC ble det testet et stort utvalg av kabler med ulike klassifiseringer i henhold til de nye euroklassene (Journeaux et al 2010). Alle kablene passerte testen i henhold til EN 60332-1-2, som er prøving av vertikal flammespredning med eksponering for en brenner på 1 kW (se beskrivelse i Vedlegg A).

Måling av varmeavgivelse

Varmeavgivelse fra byggevarer er en sentral brannteknisk egenskap ved analyser og vurderinger av brannsikkerhet i byggverk. Hvor mye varme som avgis, og hvor fort dette skjer, er avgjørende for mulighetene for overtenning og brannspredning. Derfor er måling av varmeavgivelse en viktig variabel i brannprøvningsmetodene for byggevarer, og nyere teknologi har gjort det mulig å måle varme på en mer nøyaktig måte enn i eldre testmetoder. Ingen av de tidligere prøvningsmetodene for elektriske kabler måler varmeavgivelse, og det har derfor vært nødvendig å utarbeide standarden FprEN 50399. Apparaturen er basert på EN 60332-3-10, men har tilleggsinstrumenter som gjør det mulig å måle varmeavgivelse og røykproduksjon, på samme måte som i SBI-metoden (EN 13823) som anvendes i byggereglene.

Måling av røykproduksjon

Røykproduksjon i brann er også en sentral egenskap, fordi røyken nedsetter sikten ved rømning, og fordi den er giftig. Fordi røykproduksjon er svært avhengig av brannbetingelsene, er det viktig at materialer som skal anvendes i samme områder blir vurdert på grunnlag av sammenlignbare kriterier. Det som er referansescenariet for prøving av byggeprodukter bør også legges til grunn når andre produkter, som kabler, ledningssystemer og kapslinger skal vurderes. Derfor bør vurdering av røykproduksjon fra slike produkter baseres på resultater fra FprEN 50399. Det bør eventuelt utredes om resultater fra EN 61034-2 kan gi en sammenlignbar dokumentasjon av røykproduksjonen. I CEMAC-prosjektet ble det ikke funnet noen korrelasjon mellom røykproduksjon i testen i et røykkammer på 3 m³ (EN 61034-2) og røykmålingene i henhold til prEN 50399. Alle produkter som tilfredsstilte klasse s1 ved prøving i henhold til prEN 50399 tilfredsstilte imidlertid enten s1a eller s1b ved prøving i henhold til EN 61034-2 (Journeaux et al 2010). Dette betyr ikke nødvendigvis at alle kabler som tilfredsstiller s1a eller s1b automatisk også tilfredsstiller s1.

Definisjon av lite brennbare produkter

Euroklassesystemet for generelle bygningsmaterialer omfatter også klassene A1 og A2 for ubrennbare og svært lite brennbare produkter. En henvisning til en metode for beskrivelse av ikke-brennbare eller lite brennbare produkter mangler i NEK 400, og kan med fordel innføres. Vi mener at prøving i henhold til EN ISO 1716 vil gi god dokumentasjon på brennbarheten, og at det kan brukes samme kriterier til resultatene fra denne testen som for euroklasse A2 for lite brennbare produkter.

Røykens surhetsgrad – fare for korrosjon

Euroklassesystemet omfatter en tilleggsklassifisering av røykens surhetsgrad, det vil i praksis si hvor korrosiv røyken fra kablene kan være. Dette er en egenskap som ikke har vært omfattet av byggt teknisk forskrift med veiledning tidligere, og det bør vurderes om dette skal inngå i veiledningen for spesielle områder med viktig elektroteknisk utstyr. Tilsvarende bør det vurderes om dette skal inngå i NEK 400. Surhetsgraden vil også være et mål på giftigheten til røyken, det vil si i hvilken grad røyken vil kunne irritere øyne og luftveier. Dette er heller ikke regulert i byggereglene i dag, og grunnlaget for en slik regulering er etter vår vurdering enda ikke godt nok.

Krav til funksjonsevne for kabler ved brann

NEK 400 stiller krav til dokumentasjon av brannmotstand for ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser. Veiledning til TEK10 angir også ytelser som skal sikre strømforsyning til installasjoner som skal ha en funksjon under brann og slokking, uten at det henvises til noen prøvningsstandard eller klassifisering. Brannpåkjenningen som anvendes ved prøving i henhold til NEK EN 50200 er langt svakere enn den som anvendes i brannmotstandstester for konstruksjonselementer og bygningsdeler. Det er derfor god grunn til å vurdere om denne testen gir god nok dokumentasjon for ytelseskravene i byggereglene.

I mandat M/443 fra EU-kommisjonen er CEN og CENELEC gitt ansvar for utarbeidelse av standarder for brannegenskaper til kabler, og mandatet omfatter også brannmotstand (M/443 EN. 18th May 2009). En metode for prøving av brannmotstand til kabler som anvender samme brannpåkjenning som metoder for prøving av brannmotstand for bygningselementer og konstruksjonsdeler er under utarbeidelse, og har betegnelsen *prEN 50577:2012*. Når dette arbeidet er avsluttet, må det vurderes hvordan brannmotstandsklassene kan innarbeides i veiledningen til TEK10. Ytelsene for strømkabler til installasjoner som skal ha funksjon under brann er i dag satt til minimum 30 minutters brannmotstand for brannklasse 1, og minimum 60 minutters brannmotstand for brannklasse 2 og 3.

Krav til kapslinger, kabelbroer og –stiger, installasjonsrør og lignende

NEK 400 inneholder branntekniske krav til slike produkter, med henvisning til standarder med kravspesifikasjoner og testprosedyrer. Veiledning til byggteknisk forskrift gir ingen spesifisering av branntekniske ytelser til denne typen produkter. Det bør derfor vurderes om det skal angis krav til ytelse for slike produkter på grunnlag av faktorer som dimensjoner, materialmengde, bruksområde og lignende i veiledningen til TEK10. Som et eksempel bør det være samsvar mellom de branntekniske kravene til kabler og til kabelbroen som kablene er montert på, og til strømskinner som utgjør en risiko for brannspredning.

4.5 Harmonisering av brannkrav til kabler i Europa – status i Norden

Det nye systemet med euroklasser for kabler ble vedtatt av EU-kommisjonen i 2006, og det er mulig å implementere klassene i byggeregler og regler for elektriske installasjoner nå, selv om det enda ikke er mulig å CE-merke kablene med angivelse av euroklasse.

De nordiske bygningsmyndighetene, sammen med representanter for de nasjonale brannlaboratoriene, utførte i 2007-2008 et prosjekt med tittelen *Harmonisering av brannkrav i Norden*. Resultatene er presentert i rapporten *The use of classification in the Nordic countries – Proposals for harmonisation* (Thureson et al 2008). I 2008 var de nordiske brannkravene til kabler basert på regler for elektriske installasjoner. I rapporten blir det beskrevet to ulike måter å definere brannkrav til kabler i byggereglene:

Det første alternativet er å anvende klasser for kabler som er ”parallele” med klassene for bygningsprodukters egenskaper ved brannpåvirkning. Det vil ganske enkelt si å kreve samme euroklasse for kabler som påkrevet euroklasse for overflater i samme område. Som et eksempel kan man kreve kabelklasse D_{ca} i områder der det er krav til euroklasse D på overflatene på vegger og tak. Den samme filosofien anvendes i dag for lineær rørisolasjon både i norske og svenske byggeregler.

Et annet alternativ er å definere krav til kabelklasse på grunnlag av risikoanalyse. Det vil da stilles høye krav til kabler brukt i høyrisikoområder, som undergrunnsanlegg, heis-sjakter og rømningsveier. Krav til røykproduksjon og røykens surhetsgrad kan følge samme filosofi.

Krav til hvordan kablene skal installeres bør også inngå i byggereglene, for eksempel om det er påkrevet med ubrennbare rørsystemer eller kapslinger.

Det nordiske prosjektet foreslo å avvente resultater fra CEMAC II-prosjektet, som er omtalt i avsnitt 4.4.5. Resultater fra dette prosjektet er nylig rapportert, og det er dermed mulig å vurdere hvordan de kan brukes for å implementere brannkrav til kabler i byggereglene. Det ble imidlertid presisert at det er viktig at de nordiske landene harmoniserer reglene sine, slik at det samme settet med klasser blir brukt, både med hensyn til euroklasser, og klasser for røyk og brennende dråper. En mulighet kan være å anvende samme klasser for røykproduksjon og brennende dråper som allerede anvendes for innvendige overflater på vegger og tak.

Verken Danmark (Erhvervs og byggestyrelsen), Sverige (Boverket) eller Finland (Miljöministeriet) har innarbeidet euroklassene for kabler i sine byggeregler enda (per juni 2012).

4.6 Oppsummering

4.6.1 Oppsummering av krav i det norske byggeregelverket

Det er ikke stilt krav til at brannegenskaper for kabler skal være dokumentert ved prøving i dagens byggtekniske forskrift, og preaksepterte løsninger basert på euroklassene er enda ikke angitt i veiledningen. Ytelser til brannmotstand er heller ikke angitt i form av klasser.

I byggeregelverket er det foreløpig ikke satt krav til branntekniske ytelser for kapslinger, elementer som kabelstiger og –broer, strømskinner og mindre komponenter i tilknytning til elektriske installasjoner. Det er imidlertid logisk at slike produkter også omfattes av de generelle kravene til brannsikring i byggevaredirektivet, og dermed også av de branntekniske kravene til materialer og til tekniske installasjoner i byggteknisk forskrift TEK10.

4.6.2 Oppsummering av krav i det norske regelverket for elektriske installasjoner

NEK 400 er akseptert som en metodebeskrivelse for å tilfredsstille sikkerhetskravene gitt i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL). De ytelsene som er oppgitt i merknader må anses som anbefalinger mer enn krav. Dette gjelder for flere av henvisningene til branntekniske metoder i NEK 400 kapittel 400-4 og 400-5.

Enkelte referanser til branntekniske prøvingsmetoder er imidlertid gitt i selve teksten, og må derfor anses som krav som må følges dersom man skal utføre en elektrisk installasjon i henhold til NEK 400. Disse referansene er gitt under avsnitt 422.1 om brannmotstand til ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser, og under 422.3.4 om kabler og ledningssystemer.

NEK 400 omfatter altså et sett med branntekniske krav for ulike deler av elektriske lavspenningsinstallasjoner i norske byggverk. Disse kravene er imidlertid ikke helt entydige når det refereres til krav og kriterier i byggeregelverket. Bruken av områdekategoriene BD2, BD3 og BD4 i elregelverket og bruken av risikoklasser og brannklasser i det byggtekniske regelverket er et eksempel på ulike begreper som kan skape unødige problemer under prosjektering.

4.6.3 Oppsummering - brannteknisk prøving og klassifisering av kabler, ledningssystemer og kapslinger

Under byggevaredirektivet er det utviklet et system for prøving og brannklassifisering av kablers egenskaper ved brannpåvirkning. Dette systemet vil snart være klart til å ta i bruk, og det vil bli mulig å CE-merke kabler med angivelse av brannklasse. Det vil også innføres metoder for bestemmelse av brannmotstand til kabler, det vil si hvor lenge en kabel vil være strømførende i en brannsituasjon.

Dagens system for brannprøving av kabler og dokumentasjon av brannegenskaper er beskrevet i standarden for elektriske installasjoner, NEK 400. Noen av testmetodene som er angitt i NEK 400 vil også inngå i det nye systemet under byggevaredirektivet.

For noen av de branntekniske egenskapene kan det sies å være samsvar mellom metodene i det byggtekniske regelverket og elregelverket. Dette gjelder for eksempel for dokumentasjon av antennelighet og flammespredning.

For måling av varmeavgivelse, som er en sentral størrelse i det byggtekniske regelverket, er det derimot ikke overlapp mellom de to regelverkene. NEK 400 stiller ingen krav til varmeavgivelse for kabler, ledningssystemer eller kapslinger.

For dokumentasjon av røykproduksjon er det delvis overlapp mellom de to regelverkene, men det er vanskelig å vurdere om reglene i henhold til NEK 400 er likeverdige med de nye klassene i det europeiske systemet. Giftighet og surhetsgrad av røyken blir ikke regulert i det byggtekniske regelverket i dag, men det bør vurderes å stille krav til røykens korrosive egenskaper i områder dert korrosjon av utstyr eller installasjoner kan være kritisk.

Det bør innføres en definisjon av lite brennbare produkter i NEK 400. Prøving i henhold til EN ISO 1716 vil gi god dokumentasjon på brennbarheten, og det kan brukes samme kriterier til resultatene fra denne testen som for euroklasse A2 i euroklassesystemet.

Krav til funksjonsevne for kabler ved brann bør vurderes med utgangspunkt i de to prøvingsstandardene NEK EN 50200 og prEN 50577. Den sistnevnte standarden vil være mest relevant med hensyn til å bestemme funksjonsevnen til kabler som er utsatt for en fullt utviklet brann.

NEK 400 inneholder krav til kapslinger, kabelbroer og –stiger, installasjonsrør og lignende, med henvisning til standarder med kravspesifikasjoner og testprosedyrer. Veiledning til byggt teknisk forskrift gir ingen spesifisering av branntekniske ytelser til denne typen produkter. Det bør derfor vurderes om det skal angis krav til ytelse for slike produkter på grunnlag av faktorer som dimensjoner, materialmengde, bruksområde og lignende i veiledningen til TEK10

Referanser til kapittel 4

- BE: Veiledning til Forskrift om tekniske krav til byggverk 2010. Statens bygningstekniske etat, Oslo, 2010. http://byggeregler.be.no/?page_id=205
- Boverket: Regelsamling för byggande, BBR 2008. Del 2, Boverkets byggregler, BBR 5:1 Allmänt 5 Brandskydd. Karlskrona, Sverige, 2008.
- British Cables Association, Europacable Cables and the Construction Products Directive (CPD) – August 2010 www.bcauk.org/documents/CPDEExternalstatementAug2010.pdf (januar 2011)
- COMMISSION DECISION of 17 February 1997 on the procedure for attesting the conformity of construction products pursuant to Article 20 (2) of Council Directive 89/106/EEC as regards metal anchors for use in concrete for fixing lightweight systems http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/documents/attestation-of-conformity/index_en.htm (januar 2011)
- COMMISSION DECISION of 8 February 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction to fire performance of construction products (2000/147/EC). Official Journal of the European Communities, L50/14, 23.2.2000. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:050:0014:0018:en:PDF>
- COMMISSION DECISION of 3 May 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the resistance to fire performance of construction products, construction works and parts thereof (2000/367/EC). Official Journal of the European Communities, L133/26, 6.6.2000. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:133:0026:0032:EN:PDF> (januar 2011)

COMMISSION DECISION
of 27 October 2006

amending Decision 2000/147/EC implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction-to-fire performance of construction products. Official Journal of the European Communities, L305/8, 4.112006.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:305:0008:0012:EN:PDF>
(januar 2011)

COMMISSION DECISION
of 12 May 2011

on the procedure for attesting the conformity of construction products pursuant to Article 20(2) of Council Directive 89/106/EEC as regards power, control and communication cables
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:131:0022:0025:EN:PDF> (juni 2012)

Council Directive
89/106/EEC of 21 December
1988

on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0106:en:HTML>
(januar 2011)

DIRECTIVE 2006/95/EC
OF THE EUROPEAN
PARLIAMENT AND OF
THE COUNCIL
of 12 December 2006

on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:en:PDF>

DSB 1998:

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Tønsberg, 1998.
<http://www.lovdatab.no/for/sf/jd/xd-19981106-1060.html> (januar 2011).

DSB 2002:

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn. Justis- og politidepartementet, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Tønsberg 2002.
www.lovdatab.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/usr/www/lovdatab/for/sf/jd/jd-20020626-0847.html

Erhvervs- og byggestyrelsen:

Eksempelsamling om brandsikring af byggeri. København, Danmark, 2006.
www.ebst.dk/publikationer/eksempelsamling_om_brandsikring_af_byggeri/pdf/eksempelsamling.pdf

- Europalov: Byggevaredirektivet. Rådskonferanse 89/106/EF av 21. desember 1988 om tilnærming av medlemsstatenes lover og forskrifter om byggevarer. <http://europolov.no/rettsakt/byggevaredirektivet/id-2938> (juni 2012)
- European Commission services: GUIDELINES ON THE APPLICATION OF DIRECTIVE 2006/95/EC (ELECTRICAL EQUIPMENT DESIGNED FOR USE WITHIN CERTAIN VOLTAGE LIMITS). August 2007. <http://www.ilnas.public.lu/fr/publications/surveillance-marche/guides/lvd-guide-en.pdf>
- FprEn 50399 Common test methods for cables under fire conditions – Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test – Test apparatus, procedures, results CENELEC, Brussel, November 2010.
- Grayson SJ, Van Hees P, Vercelotti U, Breulet H, Green A Fire Performance of Electric Cables – new test methods and measurement techniques. FIPEC. Final report on the European Commission SMT Programme Sponsored Research Project SMT4-CT96-2059. ISBN 0 953231259. Interscience Communications, London, UK, 2000.
- IEC: Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary, International Electrotechnical Commission. www.electropedia.org/
- JD: Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven). Justis- og politidepartementet, Oslo 2002. www.lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/usr/www/lovdata/all/nl-20020614-020.html
- Journeaux T et al. CEMAC - CE-marking of cables. SP Rapport 2010:27. ISBN 978-91-86319-65-6, ISSN 0284-5172, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås 2010.
- KBT: Faguttrykk på nett. Kollegiet for brannfaglig terminology www.kbt.no
- KRD: Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). Kommunal og regionaldepartementet, Oslo 2010. www.lovdata.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/sf/sf/sf-20100326-0489.html
- M/443 EN. 18th May 2009: Mandate to CEN and CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on power, control and communication cables related to the following end uses: 24/33: Supply of electricity, 26/33: Communication, 28/33: Fire detection and alarm. [ftp://ftp.cen.eu/CENELEC/Mandates/M443en.pdf](http://ftp.cen.eu/CENELEC/Mandates/M443en.pdf)
- Miljøministeriet: Miljøministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet (2002). Helsingfors, Finland. www.finlex.fi/data/normit/10530-e1_svenska.pdf

- NEK 400:2010: Norsk elektroteknisk norm. Elektriske lavspenningsinstallasjoner. 4. Utgave, 2010. Norsk elektroteknisk komité (NEK), Oslo.
- NEK EN 60332-1-2:2004: Prøver på elektriske og fiberoptiske kabler utsatt for brann og fiberoptiske kabler utsatt for brann -- Del 1-2: Prøve på vertikal flammespredning på en enkelt isolert tråd eller kabel - Prosedyre for 1 kW forblandet flamme. Norsk elektroteknisk komite, Oslo.
- NS-EN 13501-1:2007+A1:2009 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning. *Fire classification of construction products and building elements –Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.* Standard Norge, Oslo, 2009.
- NS-EN 13823:2010 Prøving av byggevarers egenskaper ved brannpåvirkning. Byggeprodukter (unntatt gulvbelegg) som utsettes for termisk påkjenning fra en brennende gjenstand. (*Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.*) Standard Norge, Oslo.
- prEN 50575:2012 *Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.* CENELEC, Brussel, januar 2012.
- prEN 13501-6 *Fire classification of construction products and building elements – Part 6: Classification using data from reaction to fire tests on electric cables.* CEN, Brussel, november 2011.
- Thureson P, Sundström B, Mikkola E, Bluhme D, Steen-Hansen A and Karlsson B: The use of classification in the Nordic countries – Proposals for harmonisation. SP RAPPORT 2008:29. ISBN 978-91-85829-46-0, ISSN 0284-5172, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, Sverige, 2008.
www.sintef.no/upload/Byggforsk/SINTEF%20NBL%20as/dokumenter/SP%20Report%202008:29.pdf
- Vandevælde, P (convener): Report from Working Group 7, CEN/TC 127 N 2598. WG7 Classification, – responsible for standards: EN 13501. 2010.

5 Hvilke brannkrav bør stilles til kabler, ledningssystemer og kapslinger i byggverk?

5.1 Hvilket grunnlag bør brannkravene velges ut fra?

Ettersom systemet for branntekniske klasser for kabler under byggevedirektivet er nytt, og etter det vi kjenner til ennå ikke implementert i noe byggeregulverk, har vi lite erfaring med hvilket sikkerhetsnivå de ulike klassene for egenskaper ved brannpåvirkning representerer. For brannmotstandsklassene er det enklere å knytte klassifisering opp mot sikkerhet; der vil valg av klasse representere hvor lang tid man anser at strømførende kabler skal fungere i en brann. Valg av klasse vil avhenge av type byggverk og hvilket utstyr som må sikres strømtilførsel. Ledningssystemer og kapslinger har heller ikke vært omfattet av byggeforskrifter, og det er ikke utarbeidet noe eget system for testing og brannklassifisering av slike produkter under byggevedirektivet. I elregelverket, derimot, finnes det tester og kriterier som anvendes også for disse produktene.

For egenskaper ved brannpåvirkning vil et prinsipp om at det skal være tilsvarende krav til brannegenskaper for ulike typer produkter i samme område være logisk, som nevnt i kapittel 4.5. Hvis det for eksempel kreves at overflater på vegger og tak har beste klasse for brennbare materialer, det vil si B-s1,d0, er det rimelig at kravet til rørisolasjon bør være B_L-s1,d0, at gulvbelegget er klasse B_n-s1, og at kabler bør tilfredsstillende klasse B1_{ca}-s1,d0,a1. Imidlertid kan det være gode grunner til å velge å avvike fra et slikt prinsipp. Som et eksempel kan vi nevne at gulvbelegg må tilfredsstillende klasse D_n-s1 for å oppfylle minimumskravene i byggt teknisk forskrift. Dette sikkerhetsnivået er valgt ut fra en vurdering av hvordan den tidligere norske klassen for gulvbelegg (klasse G) ble rangert i forhold til de nye euroklassene, og ut fra at det tidligere sikkerhetsnivået med gulvklasse G virket å være akseptabelt.

For elektriske kabler er det uklart hva som er dagens brannsikringsnivå, og dermed må vurderingene av mulig bruk av klasser baseres på annen informasjon. Relevant informasjon kan omhandle praktiske forhold (som mulighetene for å produsere brannsikre kabler som også tilfredsstillende andre viktige krav en kabel bør oppfylle), økonomiske forhold (om brannsikre kabler blir uforholdsmessig dyre), og miljømessige forhold (vil brannsikre kabler medføre uakseptabel påvirkning på helse og miljø?). Samtidig bør ikke dagens status og eventuelle hindringer ses på som endelige, fordi regelverksutvikling ofte medfører produktutvikling, slik at produsentene søker å produsere kabler som vil være optimale sett i forhold til de nye kravene. Muligheter og problemstillinger i forbindelse med eventuelt strengere brannkrav bør imidlertid vurderes i samråd med kabelbransjen.

Informasjon om hvilken brannrisiko kabler, ledningssystemer og kapslinger utgjør i byggverk, er også nødvendig i en slik vurdering. Hvilken brannfare utgjør slike produkter i byggverk i dag? Er sikkerhetsnivået akseptabelt, eller bør det heves? Mye av denne informasjonen finnes ikke i dag, eller så er informasjonen ikke lett tilgjengelig. Den norske brannstatistikken inneholder ikke opplysninger om hvordan kabler har bidratt til brannspredning og brannutvikling i byggverk. Det kan imidlertid være mulig å finne informasjon om brannstart i forbindelse med koblinger og kapslinger (se kapittel 2.1), men også her er det knyttet en viss usikkerhet til dataunderlaget. Vi vet også lite om hvor stort omfanget av kabelisolasjon og kapslinger er i ulike typer av norske bygninger. For å komme frem til et robust forslag til hvordan de nye klassene for egenskaper ved brannpåvirkning kan implementeres i veiledning til byggt teknisk forskrift, er det nødvendig med et bedre beslutningsgrunnlag enn det vi har tilgang til i dag. Et slikt grunnlag kan for eksempel utarbeides gjennom et nordisk samarbeidsprosjekt, der risikoanalyse av produktene inngår, og der det blir utvekslet erfaringer og gjort felles vurderinger.

5.2 Hvilken brannklassifisering er det realistisk å oppnå?

5.2.1 Egenskaper ved brannpåvirkning for kabler

I henhold til informasjon fra norske kabelprodusenter, vil dagens kabler med isolasjon av PVC tilfredsstillende klasse E_{ca}. Det finnes halogenfrie kabler tilgjengelig som tilfredsstillende klasse D_{ca}. Branntesting av slike kabler i småskalametoder er beskrevet i kapittel 3. En tabell som er presentert som diskusjonsunderlag fra kabelbransjen i Norge under et CPR-prosjektmøte i ”Europacable - Norge”, er gjengitt i Vedlegg B (Europacable - Norge 2011). Av de 10 testete

kabelfamiliene i denne tabellen, oppnår kun én røykklasser s1, mens 9 tilfredsstillende s2. Alle disse kablene avgir brennende dråper i klasse d2, og surheten av røyken er klasse a2.

Etter det vi kjenner til, vil "vanlige" kabler i Sverige oppnå samme klasser som i Norge, det vil i hovedsak si klasse E_{ca} (Sundström B, 2012). I Tyskland antas det at kabler vil kunne oppnå klasse C_{ca}, men dette har vi ikke fått skriftlig bekreftelse på. Det vil i følge Sundström ikke være urealistisk at europeiske produsenter kan produsere kabler som kan oppnå klasse B2, og klasse B1 bør også være mulig å tilfredsstillende. I USA produseres det kabler som vil klare B1, dette er etter det vi har kjennskap til kabler med isolasjon av PVC tilsatt flammehemmere. I det europeiske prosjektet CEMAC ble det testet et stort utvalg av kabler med ulike klassifiseringer i henhold til de nye euroklassene (Journeaux et al 2010). 115 kabler fra 9 land ble valgt ut slik at de skulle være representative for det europeiske markedet, og omfattet både strømkabler, datakabler og kabler av optisk fiber.

Dette viser at variasjonen av brannegenskaper til kabler i Europa er stor, og at det også er tilgjengelig kabler som tilfredsstillende de bedre klassene i systemet.

5.2.2 Egenskaper ved brannpåvirkning for ledningssystemer og kapslinger

I byggereglene er det generelt ikke tradisjon for å stille brannkrav til mindre komponenter og mindre overflater. Filosofien bak metodene for brannprøving går til dels på å forhindre at materialer blir antent av små tennkilder (for eksempel en fyrstikkflamme), og til dels på å forhindre at en byggevarer bidrar vesentlig til brannutviklingen når den blir utsatt for en større startbrann (som brann i en papirkurv).

I elregelverket er brannkravene til kabler, kapslinger og komponenter i ledningssystemer trolig fastlagt for å forhindre at en elektrisk feil fører til antennelse av komponentene, det vi si at kravene går på motstand mot antennelse og motstand mot at en relativt liten brann får spre seg videre i den aktuelle komponenten.

Det er derfor rimelig å anta at motstand mot antennelse av elektriske feil og små tennkilder er ivaretatt av elregelverket, se kapittel 4.3, og at dagens produkter tilfredsstillende disse kravene.

5.2.3 Brannmotstand for kabler

Det er enda ikke klart hvilke brannmotstandsklasser ulike kabeltyper på det norske markedet vil kunne oppnå. Imidlertid er det mulig å sikre at kablene fungerer i nødvendig tid ved å bygge dem inn eller beskytte dem på ulike måter. Hva som er "nødvendig tid" vil variere med type bygning og hvilke installasjoner kablene fører strøm til.

Brannmotstanden til beskyttede kabler må dokumenteres. Tilfredsstillende dokumentasjon kan være beregninger eller analyser i tilfeller der man har godt nok grunnlag for dette, eller det kan være ved brannteknisk prøving i henhold til metodene for brannmotstandsklasse P og PH, se kapittel 4.4.5.

5.3 Identifisering av områder i VTEK10 der det bør stilles brannkrav til kabler, ledningssystemer og kapslinger

5.3.1 Brannkrav avhenger av byggverkets risikoklasse og brannklasse

Kapittel 11 i byggeteknisk forskrift, TEK10, har tittelen *Sikkerhet ved brann*. Forskriftens § 11-9 beskriver hvilke egenskaper ved materialer og produkter som er viktige med hensyn til brannsikkerhet, og dette gjelder også kabelisolasjon.

Veiledningen til forskriften, VTEK10, angir hvilke ytelser som produktene minst må oppfylle for å tilfredsstille forskriftens krav. Ytelsene er angitt i forhold til hvilke konsekvenser en brann kan medføre for ulike byggverk, basert på byggverkets brannklasse og risikoklasse, som definert i TEK10.

Dette er nærmere omtalt i kapittel 4.2.2. Ytelsene som er gitt til kabler i VTEK10 er gjengitt i kapittel 4.2.3.

5.3.2 Hvilke brannkrav bør stilles?

Egenskaper ved brannpåvirkning

De brannegenskapene som er viktige for i hvilken grad kabler, ledningssystemer og kapslinger bidrar til brannutvikling og røykspredning, er de samme som for øvrige byggeprodukter:

- Antennelighet
- Flammespredning
- Dannelse av brennende dråper
- Varmeavgivelse
- Røykproduksjon

Disse egenskapene vil dekkes av euroklassene for kabler, se kapittel 4.4.4. I tillegg er det nødvendig å vurdere risikoen for at kabler i himling kan falle ned og forhindre rømning og slokkearbeid. Giftighet av røyken er også en svært viktig egenskap, men per i dag har man ingen gode måter å vurdere giftigheten av brannrøyk på, og giftighet er ikke inkludert i euroklassesystemet. Derfor vil vi heller ikke anbefale å innføre kriterier til surhet av røyken fra kabler (acidity- klassene a1, a2 og a3) for å ivareta personsikkerhet. I forbindelse med installasjoner der korrosjon kan være et stort problem (som i viktige elektriske systemer, datarom etc), kan det imidlertid være fornuftig å stille krav om at brannrøyken ikke skal være korrosiv.

Som et grunnprinsipp vil det være logisk å kreve at kabler oppfyller visse krav til brannegenskaper i de områder der VTEK10 angir nivået for den branntekniske ytelsen til andre produktgrupper. Kabler kan dermed oppgis som en egen produktgruppe i VTEK10 §11-9 tabell 1A og § 11-9 tabell 1B, der ytelser for andre produkter blir gitt.

Det kan også være logisk å se på tilsvarende ytelseskrav i VTEK10 til såkalte *lineære produkter*, det vil si kanal- og rørisolasjon. Selv om materialtyper, omfang og plassering av kabler og slike lineære produkter kan være forskjellig, har produktene også noen fellestrekk ved at anvendelsene kan medføre at produktene kan gå gjennom flere brannceller og brannseksjoner, de kan være plassert i rømningsveier, de kan ligge skjult i hulrom i gulv og tak, og enkelte produkter kan bidra til en rask og kraftig brannspredning og røykutvikling.

I forbindelse med brennbar rørisolasjon setter VTEK10 en grense når overflaten til disse produktene utgjør 20 % av tilstøtende vegg- eller takflater. Er overflaten over 20 % skal den enten tilfredsstille klasse A2_L-s1,d0 (begrenset brennbar), eller ha samme klasse som de tilgrensende overflatene. Det kan være rimelig å vurdere en slik grense også for kabler, kapslinger og komponenter i ledningssystemer. Om komponentene ligger i hulrom og sjakter, må brannrisikoen vurderes spesielt med hensyn til muligheter for brann- og røykspredning over større områder og mellom brannceller. Hvordan denne overflaten skal bestemmes, bør beskrives, og det bør også vurderes om mengde kabler (i

kg) eller energimengde (som kravet til maksimalt 50 MJ per løpemeter hulrom/korridor i dagens VTEK10) skal inngå i vurderingen.

For relativt små komponenter (bokser, skap, strømskinner etc), er det neppe behov for å stille krav til hvor mye produktene bidrar til brannutviklingen. Det stilles for eksempel ikke krav til egenskaper ved brannpåvirkning for dørbled og vinduskarmer. Hva som er relativt små komponenter kan imidlertid diskuteres, og det kan avhenge av flere faktorer som geometri, plassering, ventilasjonsforhold etc.

Når kapslinger og komponenter har stor overflate, eller kan medføre uakseptabel brannspredning, bør egenskapene ved brannpåvirkning vurderes på lik linje med andre typer overflatematerialer. Det vil i praksis si prøving og klassifisering i henhold til euroklassene for øvrige byggevarer, se kapittel 4.4.3. Vi kjenner til at slik prøving av kapslinger allerede er utført av europeiske laboratorier.

Brannmotstand

Preaksepterte ytelser for kabler i tilknytning til installasjoner som skal ha en funksjon under brann er angitt i §11-10 i VTEK10, se avsnitt 4.2.3. Denne teksten kan endres slik at de nye klassene for brannmotstand angis i stedet for å angi påkrevd funksjonstid, det vil si P30 i brannklasse 1 og P60 i brannklasse 2 og 3. For øvrig bør omtalen av de alternative løsningene (slokkeanlegg, overdekning) beholdes i VTEK10.

Et krav til brannmotstand for kabler kan være uavhengig av hvor kablene ligger (rømningsvei, vanlig branncelle etc.), og til dels også hvilken type bygg det dreier seg om. Brannmotstanden vil avhenge av hvilken funksjon som er tillagt kablene, og hvilken brannpåkjenning som kan påregnes. Dette bør beskrives i regelverket, slik at det går frem hvordan man ved å stille krav til kablens brannmotstand (P- eller PH-klasser) kan sikre at viktige funksjoner ut over dem som er dekket av veiledningsteksten til §11-10, blir ivarettatt under en brann. Dette kan for eksempel gjelde viktige data- og kommunikasjonssystemer, nødstrømsaggregater og sikkerhetssystemer av ulike slag.

5.3.3 Eksempel: forslag til brannkrav i rømningsveier

Som et eksempel på et område der brannsikkerhetsnivået skal være høyt, kan vi se på hvilke brannkrav det kan være aktuelt å stille til kabler, ledningssystemer og kapslinger i rømningsveier.

Overflater på vegger og tak skal i henhold til VTEK10 tilfredsstillende den strengeste klassen til brennbare materialer, det vil si B-s1,d0.

Overflater på gulv skal tilfredsstillende D_{fl-s1} .

Overflate av produkter er større enn 20 % av tilgrensende vegg- eller takflate

Kabler skal enten tilfredsstillende klasse A_{ca} eller klasse $B1_{ca-s1,d0}$, eventuelt klasse $B1_{ca-s1a,d0}$.

Komponenter i ledningssystemer og kapslinger må tilfredsstillende klasse B-s1,d0.

Overflate av produkter er mindre enn 20 % av tilgrensende vegg- eller takflate

For svært lite omfang av kabler eller komponenter (enkeltkabler, smale strømskinner etc) må kabler tilfredsstillende klasse $C_{ca-s1,d0}$, eventuelt $C_{ca-s1a,d0}$. Komponenter må tilfredsstillende klasse C-s1,d0.

For øvrig bør de preaksepterte ytelsene for elektriske installasjoner over nedforet himling eller i hulrom i rømningsvei i VTEK10 beholdes, se kapittel 4.2.3.

Dette er et forslag til hvordan ytelsene kan angis i VTEK10. Vi anbefaler at dette diskuteres på nordisk nivå, slik at man så langt som mulig får en enhetlig måte å vurdere brannrisiko for disse produktene på. Vurderingene bør innbefatte en risikoanalyse av kabler i byggverk, og hvordan de nye klassene vil påvirke brannrisikoen.

5.4 Forslag til endringer i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)

Vedlegg I i FEL er i tråd med ytelsene som er beskrevet i VTEK10, under veiledning til § 11-10 tekniske installasjoner. Imidlertid er det noen vage formuleringer som bør endres i forskriftsteksten for at den skal være i overensstemmelse med byggregelverket:

- Betegnelsen "*et tidsrom fastsatt for rømningsveier*" er vag, og bør fjernes.
- Teksten "*som ikke avgir skadelige mengder giftige gasser under brann*", bør endres til "*som ikke avgir uakseptabelt store mengder giftige gasser under brann*", eller eventuelt fjernes fordi det ikke finnes klare kriterier for hvordan dette skal dokumenteres.
- Teksten "*Innkledning eller kapsling ved hjelp av brennbart materiale dekket med brannbeskyttende maling oppfyller ikke kravene i denne bestemmelsen...*" bør utvides med følgende tekst "*...med mindre brannmotstanden er dokumentert*".

5.5 Forslag til endringer i NEK 400

De branntekniske kravene til kabler, ledningssystemer og kapslinger i NEK 400 er angitt i avsnitt 4.3.3. Som nevnt tidligere, mener vi at disse reglene ivaretar sikkerheten i forbindelse med antennelse på grunn av elektrisk feil, og i forbindelse med risikoen for at en relativt liten brann får spre seg videre i den aktuelle komponenten.

Det bør legges til en generell tekst som informerer om at byggreglene kan stille krav til kabler, kapslinger og ledningssystemer i en del områder (i praksis de preaksepterte ytelsene i VTEK10), og at disse kravene må oppfylles, og ikke nødvendigvis er dekket av de branntestene som er angitt i NEK 400. Brannrådgivere skal kunne spesifisere kravene i henhold til byggreglene nærmere.

Det er noen uklare formuleringer i teksten som med fordel kan endres:

- 421.3 og 422.2.2: begrepet *ikke brennbart* bør defineres. Vi foreslår at EN ISO 1716, med tilhørende kriterier til euroklasse A2 i byggregelverket anvendes.
- 421.3: begrepet *tungt antennelig* bør defineres. Vi foreslår at EN ISO 11925-2 og tilhørende kriterier til euroklasse B i byggregelverket anvendes.
- 422.2: BD-kategoriene er ikke i samsvar med begrepene brannklasse og risikoklasse i byggregelverket. Vi foreslår at brannklasse og risikoklasse innføres som begreper i NEK 400, med henvisning til TEK10 og VTEK10.
- 422.2.1: Merknad 2 bør endres til "*For klassifisering av kabler bør kravene i byggteknisk forskrift med veiledning vurderes.*"
- 422.2.1: Det bør vurderes om det skal stilles krav til brannmotstand i henhold til den kommende standarden EN 50577 i enkelte områder. Dette må ses i sammenheng med spesifisering av ytelsesnivå for tilsvarende områder i VTEK10.

5.6 Oppsummering

I dette kapittelet er det vurdert hvilke brannkrav som bør stilles til kabler, ledningssystemer og kapslinger i byggverk. Vurderingene tar utgangspunkt i oversikten som er gitt i kapittel 0, og bygger også på resultater fra vurdering av brannfare og konsekvenser i kapittel 2.

Et hovedprinsipp bør være at kablers egenskaper ved brannpåvirkning reguleres på samme måte som andre byggevarer. I områder der det er strenge krav til overflatematerialer på vegger og tak, bør det også stilles strenge krav til brannegenskapene til elektriske kabler. Kravene kan i tillegg vurderes på grunnlag av mengde og plassering av kablene. I områder med spesielt strenge krav til brannsikkerhet, som for eksempel rømningsveier, kan en alternativ løsning være å bygge inn eller dekke til kablene, slik at de ikke vil delta vesentlig i en tidlig fase av brannutviklingen. I tillegg må kablene reguleres med hensyn til muligheter for antennelse på grunn av elektrisk feil. Dette er i stor grad ivare tatt i dagens elregelverk.

Som et eksempel er det gitt forslag til hvordan brannkrav til produktene i rømningsvei bør reguleres. Et endelig forslag til hvordan de nye brannklassene kan innarbeides i veiledning til byggeforskrift, bør imidlertid koordineres med de andre nordiske landene. Denne rapporten vil danne et godt grunnlag for et videre nordisk samarbeid.

Forslag til mindre endringer av tekst i forskrift til elektriske lavspenningsanlegg (FEL) og i NEK 400 er også foreslått, for å skape bedre samsvar mellom byggregelverket og det elektriske regelverket.

Referanser til kapittel 5

- Europacable – Norge: Tabell presentert som diskusjonsunderlag fra kabelbransjen i Norge under et CPR-prosjektmøte i ”Europacable-Norge”, 2011.
- Journeaux T et al.: CEMAC - CE-marking of cables. SP Rapport 2010:27. ISBN 978-91-86319-65-6, ISSN 0284-5172, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås 2010.
- Sundström, B: Personlig kommunikasjon med Björn Sundström, enhetschef SP Brandteknik, Sverige, 2012-05-11.

A Kort beskrivelse av standarder for branntekniske egenskaper til kabler, ledningssystemer og kapslinger

Innhold

Standarder knyttet til byggereglene

NS-EN13501-1:2007 + A1: 2009	A-3
NS-EN ISO 1716:2010	A-6
FprEN 50339-2:2010 E	A-7
EN 50267-2-3:1998	A-8
NEK EN 50200:2006	A-9
NEK IEC 60331-1 (2009-07-01)	A-10
NEK IEC 60331-11:2009	A-11
NEK IEC 60331-21 (1999-10-01)	A-12
NEK EN 60332-1-1:2004	A-13
NEK EN 60332-1-2:2004	A-14
NEK EN 60332-2-1:2004	A-15
NEK EN 60332-2-2:2004	A-16
NEK EN 60332-3-10:2009	A-17
NEK EN 60332-3-21:2009	A-18
NEK EN 60332-3-22:2009	A-19
NEK EN 60332-3-23:2009	A-20
NEK EN 60332-3-24:2009	A-21
NEK EN 60332-3-25:2009	A-22
NEK EN 60670-1:2005	A-23
NEK EN 60695-2-10:2000	A-24
NEK EN 60695-2-11:2000	A-25

NEK EN 60695-2-12:2010	A-26
NEK EN 60695-2-13:2010	A-27
NEK EN 60695-11-2:2003	A-28
NEK EN 61034-2:2005	A-29
NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993	A-30
NEK EN 61386-1:2004	A-31
NEK IEC 61534-10 (2003-06-18)	A-32
NEK IEC 61537:2006	A-33

Tittel
NS-EN13501-1:2007 + A1: 2009 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Del1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning.
Omfang
Standarden beskriver klassifiseringsprosedyre for egenskaper ved brannpåvirkning for alle byggeprodukter, inkludert produkter inkludert i bygningselementer. Standarden omfatter 3 kategorier av byggeprodukter: <ul style="list-style-type: none">• konstruksjonsprodukter utenom gulvbelegg og lineære rørisolasjonsprodukter• gulvbelegg• lineære rørisolasjonsprodukter Noen produktgrupper er fremdeles under vurdering, og kan føre til at det utarbeides tillegg til standarden.
Beskrivelse
Standarden angir prosedyre for klassifisering av de 3 ulike produktgruppene, og oversikt over de ulike klassene og tilhørende prøvingsstandarder. Tabellen med de ulike klassene for konstruksjonsprodukter utenom gulvbelegg og lineære rørisolasjonsprodukter er vist på neste side. En tilsvarende klasseinndeling finnes også for gulvbelegg og lineære rørisolasjonsprodukter.
Hvor er det referert til standarden?
Veiledning til byggt teknisk forskrift (TEK 10), kapittel 11, <i>Innledning, Brannteknisk klassifisering av materialer, produkter og bygningsdeler</i> . De ulike klassene er i hovedsak nevnt i veiledning til § 11-9, <i>Materialer og produkters egenskaper ved brann</i> .

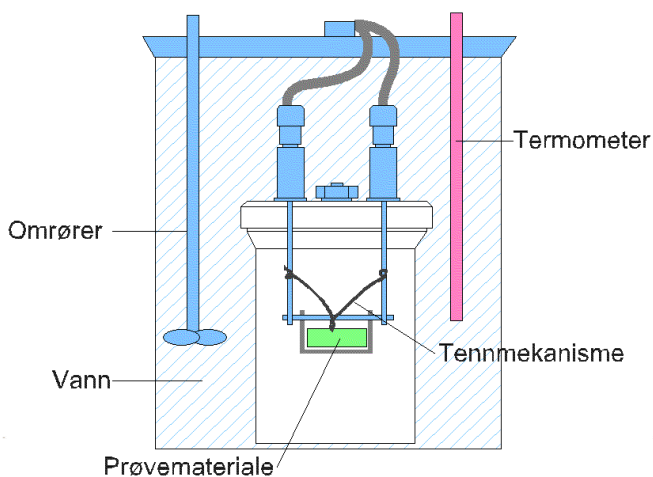
Klasser for bygningsmaterialers egenskaper ved brannpåvirkning (med unntak av gulvbelegg og rørisolasjon) i NS EN 13501-1.

Klasse	Prøvmingsmetode(r)	Klassifiseringskriterier	Tilleggsklassifisering
A1	NS-EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; og	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; og $\Delta m \leq 50\%$; og $t_f = 0$ (dvs ingen vedvarende flammings)	–
	NS-EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ ⁽¹⁾ ; og $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ ⁽²⁾ ^(2a) ; og $\text{PCS} \leq 1.4 \text{ MJ/m}^2$ ⁽³⁾ ; og $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ ⁽⁴⁾	–
A2	NS-EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; eller	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$; og $\Delta m \leq 50\%$; og $t_f \leq 20\text{s}$	–
	NS-EN ISO 1716; og	$\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ ⁽¹⁾ ; og $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ/m}^2$ ⁽²⁾ ; og $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ/m}^2$ ⁽³⁾ ; og $\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ ⁽⁴⁾	–
	NS-EN 13823 (SBI)	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$; og $\text{LFS} < \text{kant av prøvelegeme}$; og $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Røykproduksjon ⁽⁵⁾ ; og flammende dråper/ partikler ⁽⁶⁾
B	NS-EN 13823 (SBI); og	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$; og $\text{LFS} < \text{kant av prøvelegeme}$; og $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Røykproduksjon ⁽⁵⁾ ; og flammende dråper/partikler ⁽⁶⁾
	NS-EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; <i>Eksposering = 30s</i>	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ innen 60s	
C	NS-EN 13823 (SBI); og	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$; og $\text{LFS} < \text{kant av prøvelegeme}$; og $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Røykproduksjon ⁽⁵⁾ ; og flammende dråper/partikler ⁽⁶⁾
	NS-EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; <i>Eksposering = 30s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$ innen 60s	
D	NS-EN 13823 (SBI); og	$\text{FIGRA} \leq 750 \text{ W/s}$	Røykproduksjon ⁽⁵⁾ ; og flammende dråper/partikler ⁽⁶⁾
	NS-EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; <i>Eksposering = 30s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$ innen 60s	
E	NS-EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; <i>Eksposering = 15s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$ innen 20s	Flammende dråper/partikler ⁽⁷⁾
F	Ingen krav til produktets egenskaper ved brannpåvirkning		

Se beskrivelse av anmerkningene på neste side

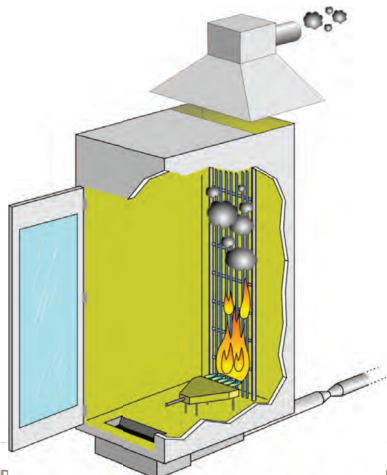
- (1) For homogene produkter og majoritetskomponenter i ikke-homogene produkter.
- (2) For utvendige minoritetskomponenter i ikke-homogene produkter
- (2a) Alternativt alle utvendige minoritetskomponenter med $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$, forutsatt at produktet tilfredsstillter følgende kriterier i NS-EN 13823: $FIGRA \leq 20 \text{ W/s}$, $LFS \leq$ kant av prøvelegeme, og $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$, og s1, og d0.
- (3) For innvendige minoritetskomponenter i ikke-homogene produkter.
- (4) For hele produktet.
- (5) I siste fase av utviklingen av prøvingsprosedyren er det innført endringer i røykmålesystemet, og effekten av dette må vurderes nærmere. Dette kan resultere i en endring av grenseverdiene og/eller parametrene for vurderingen av røykproduksjon.
s1 = $SMOGRA \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ og $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$.
s2 = $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ og $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$.
s3 = ikke s1 eller s2.
- (6) **d0** = Ingen flammende dråper/partikler i NS-EN 13823 innen 600 s.
d1 = Ingen flammende dråper/partikler som varer lengre enn 10 s i NS-EN 13823 innen 600 s.
d2 = Ikke d0 eller d1
- (7) Godkjent = ingen antenning av papiret (ingen klassifisering);
Ikke godkjent = antenning av papiret (klassifisering d2)
Ved flammeangrep på overflaten og, hvis det er aktuelt for produktets sluttbruk, flammeangrep på kanten.

Tittel
<p>NS-EN ISO 1716:2010</p> <p>Prøving av byggeprodukters egenskaper ved brannpåvirkning. Bestemmelse av forbrenningsvarme (brennverdi) (ISO 1716:2010)</p>
Omfang
<p>Bestemmelse av brutto forbrenningsvarme for produkter ved konstant volum i et bombekalorimeter,</p>
Beskrivelse
<p>Test i liten skala der en gitt masse av prøvematerialet forbrennes fullstendig ved standardiserte forhold. Beholderen som prøvematerialet plasseres i omtales gjerne som “bomben”. Varmen som utvikles under forbrenningen bestemmes ved å måle temperaturøkningen i vannet som omgir beholderen med prøvematerialet. Slik kan brutto forbrenningsvarme (også kalt PCS etter den franske betegnelsen) bestemmes.</p> <p>Produktet skal, om praktisk mulig, før prøving knuses til fint pulver for å blande sammen alle bestanddeler på en slik måte at prøvestykkene representerer produktets branntekniske egenskaper.</p> <p>For produkter satt sammen av flere lag er det gitt bestemmelser for prøving av de ulike lagene.</p>
Hvor er det referert til standarden?
<p>COMMISSION DECISION of 8 February 2000 implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction to fire performance of construction products. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:050:0014:0018:en:PDF Kriterier til prøvingsresultatene inngår i klasse A1 og A2 i <i>Table 1 CLASSES OF REACTION TO FIRE PERFORMANCE FOR CONSTRUCTION PRODUCTS EXCLUDING FLOORINGS (*)</i></p> <p>DIRECTIVE 2006/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:en:PDF Kriterier til prøvingsresultatene inngår i klasse A_{ca} i <i>Table 4 CLASSES OF REACTION-TO-FIRE PERFORMANCE FOR ELECTRIC CABLES</i>.</p>



Skisse av apparaturen som anvendes ved prøving i henhold til EN ISO 1716. Apparaturen er vist i et vertikalsnitt gjennom senter.

Tittel
<p>FprEN 50339-2:2010 E</p> <p>Common test methods for cables under fire conditions - Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test - Test apparatus, procedures, results</p>
Omfang
<p>Vurdering av</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertikal flammespredning, • varmeavgivelse, • røykproduksjon • dannelse av brennende dråper eller biter <p>ved prøving av vertikalt monterte bunter av elektriske eller optiske ledninger eller kabler under spesifiserte betingelser.</p>
Beskrivelse
<p>Mellomskala test av flere kabler med lengde 3,5 m montert på vertikal 0,5 m bred vertikal kabelstige.</p> <p>Apparaturen er basert på den som er beskrevet i EN 60332-3-10, men med instrumentering i tillegg som gjør det mulig å måle varmeavgivelse og røykproduksjon i løpet av testen. Dette gjør det mulig å spesifisere et bredere område av nivåer for egenskaper ved brannpåvirkning.</p> <p>Tennkilde: propanbrenner</p> <ul style="list-style-type: none"> • test for klassifisering i $B1_{ca}$: 30 kW • test for klassifisering i $B2_{ca}$, C_{ca}, og D_{ca} : 20,5 kW <p>For kabler i $B1_{ca}$ monteres en ubrennbar plate av kalsiumsilikat bak kabelstigen.</p> <p>Flammeeksponeringstid 20 min.</p>
Hvor er det referert til standarden?
<p>DIRECTIVE 2006/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits.</p> <p>http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:en:PDF</p> <p>Kriterier til prøvingsresultatene inngår i klassene $B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca} og D_{ca} i Table 4 CLASSES OF REACTION-TO-FIRE PERFORMANCE FOR ELECTRIC CABLES.</p>



Skisse av prøvingsapparatet beskrevet i FprEN 50399 (kilde: CEMAC - CE-marking of cables. SP Rapport 2010:27. ISBN 978-91-86319-65-6, ISSN 0284-5172, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås 2010).

Tittel
EN 50267-2-3:1998 Felles prøvingsmetoder for kabler utsatt for brann - Prøvinger av gasser utviklet under forbrenning av kabel- materialer -- Del 2-3: Prosedyrer - Bestemmelse av gassers surhetsgrad for kabler ved bestemmelse av det veiede gjennomsnitt av pH og konduktivitet
Omfang
Prosedyre for bestemmelse av surhetsgraden til gassene avgitt ved forbrenning av elektriske eller optiske kabler.
Beskrivelse
Apparatur er beskrevet i EN 50267-1. en liten mengde prøvemateriale forbrennes i en rørovn, og gassene bobles i destillert eller demineralisert vann. pH og konduktivitet i løsningen bestemmes.
Hvor er det referert til standarden?
DIRECTIVE 2006/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:en:PDF Resultatene gir grunnlag for klassifisering i tilleggsklassene a1, a2 og a3 i henhold til kriterier til pH og konduktivitet gitt i DIRECTIVE 2006/95/EC.



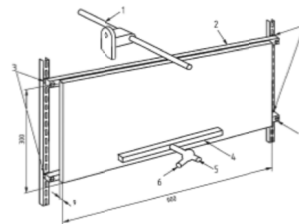
Apparatur i henhold til EN 50267-2-3:1998
(Foto: MARES Engineering Research Electronic Systems, Tyrkia.
www.maresteknik.com/up/image/4.png)

Tittel
<p>NEK EN 50200:2006</p> <p>Method of test for resistance to fire of unprotected small cables for use in emergency circuits</p>
Omfang
<p>Testmetode for kabler med innebygget brannmotstand, og beregnet for bruk som nødstrøm til alarm, lys og kommunikasjonsformål.</p> <p>Begrenset til kabler med diameter opp til 20 mm.</p>
Beskrivelse
<p>Prøvestykke: kabel minst 1,5 m lang. Monteres på ubrennbar vegg vertikalt som en U.</p> <p>Tennkilde: propanbrenner (ribbon gas burner) Forblandet flamme 80 L/min luft og 5 L/min propan.</p> <p>Flammeeksponering: maksimalt 120 min.</p> <p>Mekanisk støt: rund stålstang 25 mm diameter, 600 mm lang.</p> <p>Kriteriebrudd</p> <p>Elektriske strøm- og kontrollkabler med spenningsnivå opp til 600/1000 V</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spenningsnivået ikke opprettholdt • en leder revner <p>Elektriske data- og kommunikasjonskabler uten angitt spenningsnivå</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spenningsnivået ikke opprettholdt • en leder revner <p>Optiske fiberkabler</p> <ul style="list-style-type: none"> • max økning i dempning overgår verdien som er gitt i kabelstandarden
Hvor er det referert til standarden?
<p>NEK 400:2010, under pkt 422.2.1 som omhandler ledningssystemer i rømningsveier: <i>Under forholdene BD2, BD3 og BD4 skal, hvor det er relevant, ledningssystemer som forsyner nødstrømskurser ha brannmotstand iht. NEK EN 50200 med referanse til kravene i Byggevaredirektivet.</i></p>



Apparatur i henhold til EN 50200:2006

(Foto: MARES Engineering Research Electronic Systems, Tyrkia.
www.maresteknik.com/up/image/6.png)



Skisse av testvegg (Figur 1 i EN 50200:2006)

4= brenner, 1= mekanisme for støt

Tittel
NEK IEC 60331-1 (2009-07-01) Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 1: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter exceeding 20 mm
Omfang
Gjelder for kabler opp til og med 0,6/1,0 kV. Diameter over 20 mm. Test for å dokumentere at kretsens integritet ved eksponering for brann og mekanisk støt opprettholdes.
Beskrivelse
Prøvekammer: minst 10 m ³ med tilstrekkelig avtrekk og ventilasjon. Fastmontert kabelstige av stål. Prøvestykke: kabel minst 1,5 m lang. Monteres vertikalt som en U. Tennkilde: propanbrenner (ribbon gas burner) med lengde 500 mm og vidde 10 mm (temperatur 830 °C 50 mm fra senter av brenner. Forblandet flamme 160 L/min luft og 10 L/min propan. Flammeeksponering i 30, 60, 90 eller 120 min i henhold til relevant kabelstandard. Mekanisk støt: rund stålstang 25 mm diameter, 600 mm lang. Mekanisk støt hvert 5. minutt.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 2 under pkt 422.6 <i>Valg og montasje av elektriske installasjoner i områder med uerstattelige verdier:</i> <i>Følgende tiltak bør vurderes.....installasjon av kabler med forbedrede brannresistente egenskaper i tilfelle brann, i samsvar med NEK IEC 60331-1 eller NEK IEC 60331-21 eller tilsvarende.</i>

Tittel
NEK IEC 60331-11:2009 Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 11: Apparatus. Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C.
Omfang
Standarden spesifiserer prøvingsapparatene til bruk ved testing kabler som skal opprettholde strømkretsens integriteten når de blir utsatt for brann alene. Testforholdene er basert på en flamme med kontrollert varmeeffekt som korresponderer med en temperatur på minst 750 °C.
Beskrivelse
Prøveholder: støttesystem for plassering av horisontale prøvestykker. Tennkilde: propanbrenner (ribbon gas burner) med lengde 500 mm og vidde 10 mm. Forblandet flamme 800 L/min luft og 5 L/min propan. Flammentemperatur skal verifiseres ved temperaturmålinger.
Hvor er det referert til standarden?
NEK IEC 60331-21

Tittel
NEK IEC 60331-21 (1999-10-01) Prøving av elektriske kabler under brann Kretsintegritet Del 21: Prosedyrer og krav - Kabler med merkespenning opp til og med 0,6/1,0 kV
Omfang
Gjelder for kabler opp til og med 0,6/1,0 kV. Test for å dokumentere at kretsens integritet ved eksponering for brann og mekanisk støt opprettholdes under angitte betingelser.
Beskrivelse
Prøvekammer: som definert i IEC 60331-11. Fastmontert kabelstige av stål. Prøvestykke: kabel ca 1,2 m lang. Tennkilde: propanbrenner. Flammeeksponering i henhold til relevant kabelstandard, eller i 90 min dersom ikke annet er spesifisert. Spenning på kabel 15 min etter at flamme er sloknet. Kriterier: <ul style="list-style-type: none">• spenning opprettholdes• ingen leder brytes
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 2 under pkt 422.6 <i>Valg og montasje av elektriske installasjoner i områder med uerstattelige verdier:</i> <i>Følgende tiltak bør vurderes.....installasjon av kabler med forbedrede brannresistente egenskaper i tilfelle brann, i samsvar med NEK IEC 60331-1 eller NEK IEC 60331-21 eller tilsvarende.</i>



Test i henhold til NEK IEC 60331-21.
Foto: Cavicel, Italia (www.cavicel.com)

Tittel
NEK EN 60332-1-1:2004 Prøver på elektriske og fiberoptiske kabler utsatt for brann og fiberoptiske kabler utsatt for brann - Del 1-1: Prøve på vertikal flammespredning på en enkelt isolert tråd eller kabel – Apparater
Omfang
Standarden spesifiserer prøvingsapparatene til bruk ved testing av motstanden mot vertikal flammespredning for en enkelt isolert leder eller kabel eller optisk fiberkabel ved brann. Prøvningsprosedyren, sammen med et informativt vedlegg med anbefalte funksjonskrav, er gitt i IEC 60332-1-2.
Beskrivelse
Apparaturen består av <ul style="list-style-type: none">• en metallskjerm med bredde 300 mm, dybde 450 mm og høyde 1200 mm• en tennkilde i henhold til IEC 60695-11-2• et testkammer, trekkfritt men med muligheter for fjerning av skadelige branngasser.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Kabler skal tilfredsstillende brannprøve spesifisert i NEK EN 60332-serien.</i> NEK EN 60332-1-2



Apparatur i henhold til EN 60332-1-1:2004
(Foto: MARES Engineering Research Electronic Systems, Tyrkia.
www.maresteknik.com/up/image/5.png)

Tittel
NEK EN 60332-1-2:2004 Prøver på elektriskePrøver ¹ på elektriske og fiberoptiske kabler utsatt for brann og fiberoptiske kabler utsatt for brann - Del 1-2: Prøve på vertikal flammespredning på en enkelt isolert tråd eller kabel - Prosedyre for 1 kW forblandet flamme
Omfang
Prosedyre for å teste motstand mot vertikal flammespredning for en enkelt isolert elektrisk leder eller kabel, eller kabel av optisk fiber, under brannforhold. Testing iht IEC 60332-1-2 og IEC 60332-1-1 kan utføres samtidig om det er påkrevet.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-1-1. Fastmontert kabelstige av stål. Prøvestykke: kabel med lengde 600 mm, vertikal montering. Tennkilde: propanbrenner, 1 kW forblandet flamme. Flammeeksponering med 45 ° vinkel mot nedre del av prøvestykket. Flammeeksponeringstid mellom 60 s og 480 s, avhengig av diameter på kabel. Måling av utbredelse av forkullet område, både oppover og nedover. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex A.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter.....kabler som tilfredsstill brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i> NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Kabler skal tilfredsstill brannprøve spesifisert i NEK EN 60332-serien.</i>

¹ Det er faktisk skrivefeil i tittel....

Tittel
NEK EN 60332-2-1:2004 Prøver på elektriske og fiberoptiske kabler utsatt for brann og fiberoptiske kabler utsatt for brann - Del 2-1: Prøve på vertikal flammespredning på en enkel, liten isolert tråd eller kabel – Apparater
Omfang
Standarden spesifiserer prøvingsapparatene til bruk ved testing av motstanden mot vertikal flammespredning for en enkel, liten isolert leder eller kabel eller optisk fiberkabel ved brann. Prøvningsprosedyren, sammen med et informativt vedlegg med anbefalte funksjonskrav, er gitt i IEC 60332-2-2.
Beskrivelse
Apparaturen består av <ul style="list-style-type: none">• en metallskjerm med bredde 300 mm, dybde 450 mm og høyde 1200 mm• en propanbrenner i henhold til figur 2 i standarden. Diffusjonsflamme med flammelengde 125 mm.• et testkammer, trekkfritt men med muligheter for fjerning av skadelige branngasser.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Kabler skal tilfredsstillende brannprøve spesifisert i NEK EN 60332-serien.</i> NEK EN 60332-2-2

Tittel
NEK EN 60332-2-2:2004 Prøver på elektriske og fiberoptiske kabler utsatt for brann og fiberoptiske kabler utsatt for brann - Del 2-2: Prøve på vertikal flammespredning på en enkel, liten isolert tråd eller kabel – Prosedyre for diffusjonsflamme.
Omfang
Standarden spesifiserer prosedyren ved prøving av motstanden mot vertikal flammespredning for en enkel, liten isolert leder eller kabel eller optisk fiberkabel ved brann. Apparaturen er beskrevet i NEK EN 60332-2-1. Denne standarden gir prøvingsprosedyren som skal brukes når metoden spesifisert i IEC 60332-1-2 ikke er anvendbar fordi små optiske fiberkabler kan brette eller små ledere kan smelte under flammeeksponeringen. Anbefalt anvendelsesområde er for prøving av små, enkle isolerte kabler eller ledere med tverrsnitt mindre enn 0,5 mm ² . Anbefalte funksjonskrav er gitt i Annex A.
Beskrivelse
Apparaturen beskrevet i NEK EN 60332-2-1 skal anvendes. Prøvestykke: en bit isolert kabel med lengde 600 mm. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner, diffusjonsflamme med lengde 125 mm. Flammeeksponeringstid 20 s. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex A.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Kabler skal tilfredsstille brannprøve spesifisert i NEK EN 60332-serien.</i> NEK EN 60332-2-1.

Tittel
NEK EN 60332-3-10:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Apparatus
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Standarden spesifiserer prøvingsapparatene til bruk ved testing i henhold til NEK EN 60332-3 delene 21, 22, 23, 24 og 25.
Beskrivelse
Vertikalt prøvekammer med bredde 1 m, dybde 2 m og høyde 4 m. Kontrollert ventilasjon. 2 alternative kabelstiger: standard med bredde 500 mm, og en bred med bredde 800 mm. Tennkilde: en eller to propanbrennere, ribbon type, 20,5 kW.
Hvor er det referert til standarden?
<i>NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

Tittel
NEK EN 60332-3-21:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-21: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A F/R
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Prosedyre for å teste evne til å begrense flammespredning. Kun relatert til strømkabler med ledningstverrsnitt større enn 35 mm^2 installert på fram- og bakside av standard kabelstige i en konfigurasjon med avstand mellom kablene, slik at totalt volum av ikke-metallisk materiale er 7 L/m per prøvestykke. Kun beregnet på kategori A F/R, ikke til generell bruk.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-3-10. Prøvestykke: flere biter kabel, hver med lengde minimum 3,5 m, slik at volum av ikke-metallisk materiale er 7 L/m. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner. Flammeeksponeringstid 40 min. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex B.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter.....kabler som tilfredsstiller brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

Tittel
NEK EN 60332-3-22:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions -- Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Prosedyre for å teste vertikal flammespredning i en kabelbunt. Standarden er beregnet på kategori A, som omfatter generelle anvendelser der store volumer med ikke-metallisk materiale skal vurderes. Kablene er installert på framsiden av standard kabelstige, slik at totalt volum av ikke-metallisk materiale er 7 L/m per prøvestykke.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-3-10. Prøvestykke: flere biter kabel, hver med lengde minimum 3,5 m, slik at volum av ikke-metallisk materiale er 7 L/m. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner. Én brenner ved bruk av smal kabelstige, to brennere ved bred kabelstige. Flammeeksponeringstid 40 min. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex B.
Hvor er det referert til standarden?
N NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter....kabler som tilfredsstiller brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

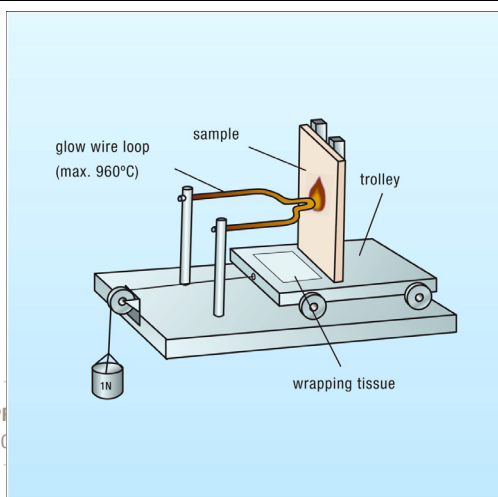
Tittel
NEK EN 60332-3-23:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions -- Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category B
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Prosedyre for å teste vertikal flammespredning i en kabelbunt. Standarden er beregnet på kategori B, som omfatter generelle anvendelser der middels store volumer med ikke-metallisk materiale skal vurderes. Kablene er installert på framsiden av standard kabelstige, slik at totalt volum av ikke-metallisk materiale er 3,5 L/m per prøvestykke.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-3-10. Prøvestykke: flere biter kabel, hver med lengde minimum 3,5 m, slik at volum av ikke-metallisk materiale er 3,5 L/m. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner. Én brenner ved bruk av smal kabelstige, to brennere ved bred kabelstige. Flammeeksponeringstid 40 min. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex B.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter....kabler som tilfredsstill brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

Tittel
NEK EN 60332-3-24:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions -- Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Prosedyre for å teste vertikal flammespredning i en kabelbunt. Standarden er beregnet på kategori B, som omfatter generelle anvendelser der mindre volumer med ikke-metallisk materiale skal vurderes. Kablene er installert på framsiden av standard kabelstige, slik at totalt volum av ikke-metallisk materiale er 1,5 L/m per prøvestykke.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-3-10. Prøvestykke: flere biter kabel, hver med lengde minimum 3,5 m, slik at volum av ikke-metallisk materiale er 1,5 L/m. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner. Flammeeksponeringstid 20 min. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex B.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter....kabler som tilfredsstill brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

Tittel
NEK EN 60332-3-25:2009 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions -- Part 3-25: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category D
Innledning
Kategoriene A, B, C and D er ment for generelle anvendelser. Kategorien A F/R er ment for spesiell kabelutforming brukt i spesielle installasjoner. For alle kategorier: kabler der minst en leder har tverrsnitt $> 35 \text{ mm}^2$ testes i konfigurasjon med avstand mellom kablene, mens kabler med tverrsnitt mindre eller lik 35 mm^2 testes i konfigurasjon der kablene berører hverandre.
Omfang
Prosedyre for å teste vertikal flammespredning i en kabelbunt. Standarden er beregnet på kategori D, som omfatter generelle anvendelser der svært små volumer med ikke-metallisk materiale skal vurderes. Standarden omfatter kun små kabler med total diameter 12 mm eller mindre. Kablene er installert på framsiden av standard kabelstige, slik at totalt volum av ikke-metallisk materiale er 0,5 L/m per prøvestykke.
Beskrivelse
Apparaturen er definert i IEC 60332-3-10. Prøvestykke: flere biter kabel, hver med lengde minimum 3,5 m, slik at volum av ikke-metallisk materiale er 3,5 L/m. Vertikal montering på kabelstige. Tennkilde: propanbrenner. Én brenner ved bruk av smal kabelstige, to brennere ved bred kabelstige. Flammeeksponeringstid 20 min. Måling av utbredelse av forkullet område. Kriterier bør være oppgitt i kabelstandard. Hvis ikke, er det angitt anbefalte minimumskrav i Annex B.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter.....kabler som tilfredsstiller brannprøver iht. NEK EN 60332-1-2 og relevante forhold som beskrevet i NEK EN 60332-3-21, NEK EN 60332-3-22, NEK EN 60332-3-23, NEK EN 60332-3-24 og NEK EN 60332-3-25.</i>

Tittel
NEK EN 60670-1:2005 Bokser og kapslinger for elektrisk utstyr til husholdninger og tilsvarende faste elektriske installasjoner - Del 1: Generelle krav
Omfang
Standarden gjelder for bokser, kapslinger og deler av kapslinger for elektrisk utstyr med spenning som ikke overstiger 100 V ac og 1500 V dc, beregnet på faste elinstallasjoner i husholdninger el.l.
Beskrivelse
Avsnitt 18 angir krav til isolerende materiale utsatt for unormal varme og brann. Kapslingene er delt inn i to kategorier, avhengig av om de <ul style="list-style-type: none">• er strømførende• har jordklemme på plass (earthing terminal in position)• er klassifisert i henhold til 7.7 (dvs bokser og kapslinger til bruk i hule vegger) IEC 60695-2-11: glødetrådstest. Eksponering for glødetråd i 30 s, vertikal test. Den strengeste klassen testes ved 850 °C, den andre ved 650 °C. Målet er å sikre at en elektrisk oppvarmet glødetråd under spesifiserte betingelser ikke antenner isolerende deler, eller å sikre at dersom materialet antenner, så brenner det i en begrenset tid uten å spre brann ved flammer eller brennende biter og dråper. Kriterier Ingen synlige flammer eller gløding eller flammer og gløding slokner innen 30 s etter at glødetråd er fjernet.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD under pkt 422.5 <i>Bygningskonstruksjoner som bidrar til å spre brann: Installasjonsbokser og kapslinger i samsvar med NEK EN 6070-1 for hule vegger...kan benyttes.</i>

Tittel
<p>NEK EN 60695-2-10:2000</p> <p>Fire hazard testing. Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire apparatus and common test procedure.</p>
Omfang
<p>Standarden spesifiserer apparaturen for test med glødetråd, og en prøvemethode for å simulere effekten av kortvarig termisk belastning fra varmekilder som glødende elementer eller overbelastete motstander for å vurdere brannfare.</p> <p>Testen kan anvendes på elektroteknisk utstyr med delutstyr og komponenter, og kan også anvendes på faste elektriske isolasjonsmaterialer eller andre faste brennbare materialer.</p>
Beskrivelse
<p>Apparatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glødetråd: nikkel/krom med diameter 4 mm. Elektrisk oppvarmet. • System for å måle temperatur på tuppen av glødetråden. • Materiale under prøveholder: hvis ikke annet er spesifisert, skal det plasseres et enkelt lag av silkepapir (wrapping tissue) på et flatt brett av trevirke. • Prøvekammer, trekkfritt, volum minst 0,5 m³ <p>Prøvingsprosedyre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prøvestykke monteres med plan overflate vertikalt • tuppen på glødetråden skal eksponere senter av den plane overflaten • glødetråd varmes opp til angitt temperatur • tuppen på glødetråden bringes sakte i kontakt med prøvestykket i 30 s, trykket på prøvestykket skal ikke overstige 1 N
Hvor er det referert til standarden?
<p>NEK EN 60670-1:2005 NEK EN 60695-2-11:2010 NEK EN 60695-2-12:2010 NEK EN 60695-2-13:2010 NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993 NEK EN 61386-1:2004 NEK IEC 61534-10:2003 NEK IEC 61537:2006</p>



Prinsippsskisse av glødetrådsapparatet i henhold til NEK EN 60695-2-10:2000

(Figur: BASF, 2007, www.plasticsportalasia.net/wa/plasticsAP~en_GB/portal/show/comment/plasticsportal_news/2007/07_376)

Tittel
NEK EN 60695-2-11:2000 Fire hazard testing. Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire flammability test method for end-products.
Omfang
Standarden spesifiserer detaljer for test med glødetråd ved prøving av brannfaren ved ferdige produkter, som elektroteknisk utstyr med delutstyr og komponenter. Metoden skal ikke anvendes til prøving av små deler der det refereres til andre metoder.
Beskrivelse
Prøvingsbetingelser: <ul style="list-style-type: none">• Apparaturl som beskrevet i IEC 60695-2-10• Prøvestykke: om mulig et komplett produkt. Små deler.• Eksponeringstemperatur mellom 550 og 960 °C etter nærmere angivelse• Observasjoner:<ul style="list-style-type: none">○ tid til antennelse○ tid til flamme slokner○ maksimal flammehøyde○ om materialet smelter og trekker seg bort fra glødetråden○ antennelse av materiale under prøvestykket Kriterier (om ikke annet er spesifisert): <ul style="list-style-type: none">• Ingen synlige flammer eller gløding: test bestått• Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.• Ingen antennelse av papir under prøvestykket
Hvor er det referert til standarden?
NEK EN 60670-1:2005 NEK EN 60695-2-10:2000 NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993 NEK EN 61386-1:2004 NEK IEC 61534-10:2003 NEK IEC 61537:2006

Tittel
NEK EN 60695-2-12:2010 Fire hazard testing. Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials.
Omfang
Standarden spesifiserer detaljer for test med glødetråd ved prøving av faste elektrisk isolerende materialer eller andre faste materialer for å bestemme <i>glow-wire flammability index (GWFI)</i> . GWFI er den høyeste temperaturen der det testete materialet a) ikke antennes, eller dersom det antennes, slukner innen 30 s etter at glødetråden er fjernet uten at materialet er helt borte og b) der dråper av eventuelt smeltet materiale ikke antenner papiret under prøven.
Beskrivelse
Prøvingsbetingelser: <ul style="list-style-type: none">• Apparaturl som beskrevet i IEC 60695-2-10• Prøvestykke: lengde minimum 60 mm og bredde minimum 60 mm. Testes i alle aktuelle tykkelser• Eksponeringstemperatur mellom 550 og 960 °C etter nærmere angivelse• Observasjoner:<ul style="list-style-type: none">○ tid til den lengste vedvarende flammen eller glødingen etter at glødetråden er fjernet fra prøvestykket○ testtemperatur○ om prøvestykket forsvinner helt○ antennelse av materiale under prøvestykket○ evt andre observasjoner Kriterier (om ikke annet er spesifisert): <ul style="list-style-type: none">• Ingen synlige flammer eller gløding: test bestått• Flammer og gløding skal slukne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.• Prøvestykket er ikke helt forsvunnet• Ingen antennelse av papir under prøvestykket GWFI er den høyeste temperaturen der 3 prøvestykker med relevant tykkelse tilfredsstillr alle disse kriteriene. Om prøvematerialet ikke antenner ved den høyeste temperaturen angitt i denne standarden, skal GWFI angis som 960 °C for relevant tykkelse.
Hvor er det referert til standarden?
NEK EN 60670-1:2005 NEK EN 60695-2-10:2000 NEK EN 60695-2-13:2000 NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993 NEK EN 61386-1:2004 NEK IEC 61534-10:2003 NEK IEC 61537:2006

Tittel
NEK EN 60695-2-13:2010 Fire hazard testing. Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials.
Omfang
Standarden spesifiserer detaljer for test med glødetråd ved prøving av faste elektrisk isolerende materialer eller andre faste materialer for å bestemme <i>glow-wire ignition temperature (GWIT)</i> . GWIT er temperaturen som er 25 K (eller 30 K) høyere enn den maksimale temperaturen der det testete materialet a) ikke antennes, eller b) dersom det ikke oppstår vedvarende og kontinuerlig forbrenning lenger enn 5 s for hver flamme som oppstår, og prøvestykket ikke blir fullstendig borte under testen
Beskrivelse
Prøvingsbetingelser: <ul style="list-style-type: none">• Apparaturl som beskrevet i IEC 60695-2-10• Prøvestykke: lengde minimum 60 mm og bredde minimum 60 mm. Testes i alle aktuelle tykkelser• Eksponeringstemperatur mellom 550 og 960 °C etter nærmere angivelse• Observasjoner:<ul style="list-style-type: none">○ tid til den lengste vedvarende flammen eller glødingen etter at glødetråden er fjernet fra prøvestykket○ testtemperatur○ om prøvestykket forsvinner helt○ antennelse av materiale under prøvestykket○ evt andre observasjoner Kriterier (om ikke annet er spesifisert): a) ikke antennes, eller b) dersom det ikke oppstår vedvarende og kontinuerlig forbrenning lenger enn 5 s for hver flamme som oppstår, og prøvestykket ikke blir fullstendig borte under testen GWIT er temperaturen som er 25 K (30 K for test ved 900 og 930 °C) høyere enn den maksimale testtemperaturen der 3 prøvestykker med relevant tykkelse tilfredsstillende alle disse kriteriene. GWIT angis i temperatur per tykkelse. Om prøvematerialet ikke antenner ved den høyeste temperaturen angitt i denne standarden, skal GWIT angis som GWIT > 960/tykkelse.
Hvor er det referert til standarden?
NEK EN 60670-1:2005 NEK EN 60695-2-10:2000 NEK EN 60695-2-12:2000 NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993 NEK EN 61386-1:2004 NEK IEC 61534-10:2003 NEK IEC 61537:2006

Tittel
NEK EN 60695-11-2:2003 Brannprøving. Del 11-2: Flammepøving – 1 kW nominell formikset flamme – Apparat, bekreftende prøvearrangement og veiledning.
Omfang
Standarden spesifiserer detaljer krav til produksjon av en nominelt 1 kW propanbasert forblandet testflamme. Standarden kan anvendes for elektroteknisk utstyr med delutstyr og komponenter, og kan også anvendes på faste elektriske isolasjonsmaterialer eller andre brennbare materialer.
Beskrivelse
Propan: minimum renhet 98 %, volumstrømningshastighet 650 mL/min Luft : volumstrømningshastighet 10 L/min Flammen skal være symmetrisk og stabil, total høyde 170-190 mm, høyde av blå kon: 50-60 mm. Flammen kontrolleres ved spesifiserte temperaturmålinger i en kopperblokk.
Hvor er det referert til standarden?
NEK EN 60332-1-1:2004 NEK IEC 61537:2006

<p>Tittel</p> <p>NEK EN 61034-2:2005 Måling av røktetthet fra kabler som brenner under definerte forhold - Del 2: Prøveprosedyrer og krav</p>
<p>Omfang</p> <p>Standarden beskriver detaljert prosedyre for bestemmelse av røktetthet fra kabler som brenner under spesifiserte betingelser. Gir anbefaling for vurdering av resultatene.</p>
<p>Beskrivelse</p> <p>Prøvekammer: et rom på 27 m³ (3 m x 3 m x 3 m)</p> <p>Prøvestykke: en eller flere biter kabel, hver på 1 m. Antall kabelbiter bestemmes på grunnlag av kabeldiameter. Kabler med diameter under 5 mm skal testes i bunter. Kabler monteres horisontalt i prøveholder over tennkilden.</p> <p>Tennkilde: kar med alkohol.</p> <p>Måler lystransmisjon gjennom røyken.</p> <p>Varighet av test: til 5 min etter tennkilden har sløknet, eller max 40 min.</p> <p>Anbefalt kriterium: minimum 60 % lystransmisjon.</p>
<p>Hvor er det referert til standarden?</p> <p>NEK 400:2010, MERKNAD 4 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>I fravær av detaljerte krav i produktnormene for kabel, anbefales en verdi på 60 % lystransmisjon som minimum ved prøving iht. NEK EN 6134-2.</i></p> <p>DIRECTIVE 2006/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:en:PDF</p> <p>Merknad (2) til Table 4 CLASSES OF REACTION-TO-FIRE PERFORMANCE FOR ELECTRIC CABLES:</p> <p><i>s1 = TSP1 200 ≤ 50 m2 and Peak SPR ≤ 0,25 m2/s</i> <i>s1a = s1 and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 80 %</i> <i>s1b = s1 and transmittance in accordance with EN 61034-2 ≥ 60 % < 80 %</i></p>



Apparatur i henhold til EN 61034-2:2005
(Foto: MARES Engineering Research Electronic Systems, Tyrkia.
www.maresteknik.com/up/image/2.png)

Tittel
NEK EN 61084-1:1991 + amendment 1993 Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 1: General requirements
Omfang
Spesifiserer krav til ledningskanalsystemer (cable trunking system) og lukkede ledningskanalsystemer (cable ducting system) for beboelse. Gjelder ikke for rørsystemer, kabelstiger eller kabelbro eller for strømførende deler i systemet.
Beskrivelse
Klassifisering Brann er angitt under pkt 6.4 <i>According to resistance to flame propagation</i> 6.4.1 Non-flame propagating trunking/ducting systems 6.4.2 Flame propagating trunking/ducting systems
Motstand mot flammespredning Lange deler: prøves vertikalt med flamme i henhold til IEC 695-2-4 sheet 1. Flammeeksponering i 45° vinkel. Kriterier <ul style="list-style-type: none">• Ingen antennelse: test bestått• Krav til brannutbredelse.• Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet. Andre deler: glødetrådstest i henhold til IEC 60695-2-1. Kriterier: <ul style="list-style-type: none">• Ingen synlige flammer eller gløding: test bestått• Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet. Koplinger i ikke-metalliske og kompositter: glødetrådstest i henhold til IEC 60695-2-1
Rørsystemer av ikke-metalliske materialer og kompositter skal sjekkes ved eksponering for 1 kW flamme, som spesifisert i IEC 60695-2-4 sheet 1: <ul style="list-style-type: none">• Prøvestykke 675 mm langt, montert vertikalt, utsettes for flamme med 45 graders vinkel, nedre del av prøvestykke.• Eksponeringstid 15-500 s avhengig av materialtykkelse. Kriterier: <ul style="list-style-type: none">• Ingen antennelse: test bestått• Ved antennelse: krav til brannutbredelse.• Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.• Antennelse av filterpapir under prøven: kriteriebrudd.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Kabelkanalsystem klassifisert som ikke flammespredende i samsvar med NEK IEC 61084-1.</i> NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Ledningskanalsystemer skal tilfredsstillte flammespredningsprøve spesifisert i NEK IEC 61084-serien.</i>

Tittel
NEK EN 61386-1:2004 Rørsystemer for elektriske installasjoner - Del 1: Generelle krav
Omfang
Omfatter rørsystemer av metall, av ikke-metalliske materialer og av kompositter. Standarden omfatter ikke kapslinger og koplingsbokser, som er lagt under IEC 670.
Beskrivelse
Klassifisering Brann er angitt under pkt 6.5 <i>According to resistance to flame propagation</i> 6.5.1 Non-flame propagating (ikke-flammespredende) 6.5.2 Flame propagating (flammespredende) 6.5.3 Other fire effects: under consideration
Merking Flammespredende materiale skal ha oransje farge. Det skal ikke farges oransje ved maling eller annen overflatebehandling. Ikke-flammespredende materiale kan ha valgfri farge, bortsett fra rød, oransje og gul, unntatt dersom materialet er klart merket som ikke-flammespredende materiale. Koplinger i ikke-metalliske og kompositter: testes ved glødetrådstest i henhold til IEC 60695-2-1 Rørsystemer av ikke-metalliske materialer og kompositter skal sjekkes ved eksponering for 1 kW flamme, som spesifisert i IEC 60695-2-1 ² . Prøvestykke med lengde 675 mm montert vertikalt, og eksponeres utsettes for flamme med 45° vinkel mot nedre del av prøvestykke. Eksponeringstid 15-500 s avhengig av materialtykkelse. Kriterier: <ul style="list-style-type: none">• Ingen antennelse: bestått test.• Ved antennelse: krav til brannutbredelse.• Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.• Antennelse av filterpapir under prøven: kriteriebrudd.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, MERKNAD 1 under pkt 422.2.1, som omhandler ledningssystemer i rømningsvei: <i>Dette kravet kan tilfredsstilles ved bruk av følgende produkter.....installasjonsrør klassifisert som ikke flammespredende i samsvar med NEK EN 61386-1.</i> NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Installasjonsrør skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61386-serien.</i>

² Dette må være feil standard, IEC 60695-2-1 er beskrivelse av prøving med glødetråd, og angir ingen brenner.

Tittel
NEK IEC 61534-10 (2003-06-18) Powertrack systems - Part 1: General requirements
Omfang
Spesifikasjon av krav og tester for "powertrack systems" (PT) med spenningsnivå som ikke overstiger 277 V a.c. enfase, eller 480 V a.c. 2- eller 3-fase 50 Hz/60 Hz, med en strømstyrke ikke over 63 A. Slike systemer er brukt til strømforeling i husholdninger og i næringsbygg. Standarden gjelder ikke for (tilgjengelige) ledningskanalsystemer, lukkede ledningskanalsystemer, "busbar trunking systems" dekket av IEC 60439-2, eller for strømskinnesystemer for belysning dekket av IEC 60570.
Beskrivelse
Avsnitt 19 <i>Fire hazard</i> angir brannkrav til produktene. Avsnitt 19.1 <i>Flammability</i> angir at deler av isolerende materiale som kan eksponeres for termisk påvirkning på grunn av elektriske effekter, og der nedbryting kan redusere brann sikkerheten til systemet, skal ikke utilbørlig utsettes for unormal varme generert inne i PT-systemet. Dette skal dokumenteres ved glødetrådstest i henhold til IEC 60695-2-11, avsnitt 4 til 10, med glødetrådstemperatur på 650 °C eller 850 °C, avhengig av type komponenter. Avsnitt 19.2 <i>Flame spread</i> angir at PT-systemer ikke skal spre flammer. Dette skal dokumenteres ved følgende test: <ul style="list-style-type: none">• eksponering for brenner som spesifisert i IEC 60695-2-4/1.• Prøvestykke 675 mm langt, montert vertikalt, utsettes for flamme med 45 graders vinkel, nedre del av prøvestykke. Filterpapir plassert på Brett av trevirke under prøvestykket.• Eksponeringstid 60 s. Kriterier: <ul style="list-style-type: none">• Ingen antennelse: test bestått• Ved antennelse:<ul style="list-style-type: none">○ krav til brannutbredelse.○ Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.○ Antennelse av filterpapir under prøven, eller svimerker på trebrettet: kriteriebrudd.
Hvor er det referert til standarden?
NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: <i>Strømskinnesystemer skal tilfredsstillende flammespredningsprøve spesifisert i 61534-serien.</i>

Tittel
NEK IEC 61537:2006 Cable management - Cable tray systems and cable ladder systems
Omfang
Spesifikasjon av krav og tester for kabelbroer og kabelstiger brukt til støtte og plassering av kabler og om mulig annet elektrisk utstyr i installasjon av elektriske systemer eller systemer for kommunikasjon. Om nødvendig kan kabelbrosystemer og kabelstigesystemer anvendes for å dele opp eller å arrangere kabler i grupper. Standarden gjelder ikke for installasjonsrør, (tilgjengelig) ledningskanalsystemer, lukkede ledningskanalsystemer eller for noen type strømførende deler.
Beskrivelse
Klassifisering Brann er angitt under pkt 6.2 <i>According to resistance to flame propagation</i> 6.2.1 Flame propagating system component (flammespredende) 6.2.2 Non-flame propagating (ikke flammespredende)
Merking og dokumentasjon NOTE 1 under avsnitt 7.1 angir at nødvendigheten av å merke flammespredende komponenter er under vurdering. Pkt c) under avsnitt 7.3 angir at klassifisering i henhold til avsnitt 6 skal dokumenteres.
Brannfare Avsnitt 13.1.2 <i>Contribution to fire</i> angir at systemkomponenter i ikke-metalliske materialer og komposittmaterialer, og som kan utsettes for unormal varme på grunn av elektrisk feil skal ha begrenset antennelighet. I en merknad angis at dette kun gjelder deler som kan komme i kontakt med elektriske kabler. Dette skal dokumenteres ved glødetrådstest i henhold til IEC 60695-2-11:2000, avsnitt 4 til 10, med glødetrådstemperatur på 650 °C, eksponering på 30 s. Kriterier: Ingen synlige flammer eller gløding eller flammer og gløding slokner innen 30 s etter at glødetråd er fjernet Ingen antennelse av filterpapir eller svimerke i trebrettet under prøvestykket. I en merknad angis det at kriterier til varmeavgivelse er under vurdering. Avsnitt 13.1.3 <i>Spread of fire</i> angir at ikke flammespredende komponenter enten ikke skal antenne, eller, dersom de antennes, skal ha en begrenset flammespredning. For systemkomponenter i ikke-metalliske materialer og komposittmaterialer som ikke er lengder av kabelbroer eller kabelstiger, skal glødetrådstesten under avsnitt 13.1.2 anvendes. Lengder av kabelbroer eller kabelstiger ikke-metalliske materialer og komposittmaterialer testes som følger: <ul style="list-style-type: none">• eksponering for brenner som spesifisert i IEC 60695-11-2.

- Prøvestykke 675 mm langt, montert vertikalt, utsettes for flamme med 45 graders vinkel, nedre del av prøvestykke. Filterpapir plassert på brett av trevirke under prøvestykket.
- Eksponeringstid 60 s.

Kriterier:

- Ingen antennelse: test bestått
- Ved antennelse:
 - krav til brannutbredelse.
 - Flammer og gløding skal slokne innen 30 s etter at tennkilde er fjernet.
 - Antennelse av filterpapir under prøven, eller svimerker på trebrettet: kriteriebrudd.

Under avsnittene *13.1.4 Additional reaction to fire characteristics* og *13.2 Resistance to fire* er det angitt at dette er under vurdering.

En oppsummering av hvordan samsvar med brannkravene skal kontrolleres er gitt i *Table I.1* i *Annex I Summary of compliance checks*.

Hvor er det referert til standarden?

NEK 400:2010, under pkt 422.3.4 som omhandler brannkrav til kabler og ledningssystemer: *Kabelbro- og kabelstigesystemer skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61537-serien.*

B Euroklasser for dagens norske kabler

Tabellen på neste side ble presentert som diskusjonsunderlag fra kabelbransjen i Norge under et CPR-prosjektmøte i ”Europacable-Norge”, 2011.

Reaction to Fire

MAIN Product Family	Product Standard	Details	Fire performances	CPD
PN 750 V	EN 50525	Single core interconnection wire	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
Downlight	EN 50525	90° double insulated twin conductor cable for downlights	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PR 500V	NEK 535	Screened cable for open building installations	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PVXP and PFLP 250V	NEK 538	Alarm cable	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PFXP 500V	NEK	Double insulated cable for building installations	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PFXP 1kV	NEK-HD 603-3J	1kV multi purpose power cable	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PFSP 1kV	NEK-HD 603-3J	1kV multi purpose power cable	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
PFSP 500 og 750V	NEK-HD 627	Screened multi purpose signal cables	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
IX (H07Z1-R)	EN 50525	"Halogen free" single core interconnection wire	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-1/EN 50265	Dca-s1 d2 a2
IFLI 500V	NEK 591	"Halogen free" screened cable for open building installations	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-3/EN 50266	Dca-s2 d2 a2
IFLI 250V -R	NEK-HD 604, NEK 538	"Halogen free" alarm cable	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-3/EN 50266	Dca-s2 d2 a2
IFXI 500V	NEK	"Halogen free" double insulated cable for building installations	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-1/EN 50265	Dca-s2 d2 a2
BI 500V	NEK	"Halogen free" and fire resistant, double insulated cable for building installations	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-3/EN 50265, IEC 60331/EN 50200	Dca-s2d2 a2
IFSI 500 og 750V	NEK-HD 627	"Halogen free", screened cable for open building installations	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-1/EN 50265	Dca-s2 d2 a2
IFSI-EMC 1kV	NEK-HD 604-5D	"Halogen free" 1kV multi purpose power cable with EMC screen	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-3/EN 50266	Dca-s2 d2 a2
BFSI-EMC 1kV	NEK-HD 604-5D	"Halogen free" and fire resistant 1kV power cable with EMC screen	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-3/EN 50266, IEC 60331/EN 50200	Dca-s2 d2 a2
Other cables including PVC or other halogenated polymers for industrial use	IEC xx	Cables used in specific building areas, industry, equipment	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
Other "halogen free" cables for industrial use	IEC yy	Cables used in specific building areas, industry, equipment	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-1/EN 50265	Dca-s2 d2 a2
LAN/Data/fibre optic with halogenated polymers	IEC zz	Data transmission cables	IEC 60332-1/EN 50265	Eca
"Halogen free" LAN/Data/fibre optic	IEC ww	Data transmission cables	IEC 61034/EN 50268, IEC 60754/EN 50267, IEC 60332-1/EN 50265	Dca-s2 d2 a2

C Resultater fra brannteknisk prøving av kabler før og etter aldring

Innhold

C.1	Innledning	C-2
C.2	Produktbeskrivelse.....	C-2
C.2.1	PR Super 500V, Rørtråd	C-2
C.2.2	IFLI 500V, Halogenfri rørtråd	C-3
C.2.3	Kondisjonering.....	C-3
C.3	Prøving i konkalorimeteret (ISO 5660)	C-3
C.3.1	Metode	C-3
C.3.2	Prøvestykker	C-3
C.3.3	Prøvingsresultater	C-4
C.4	Prøving av flammespredningsevne (ISO 5658, IMO FTPC Part 5).....	C-7
C.4.1	Metode	C-7
C.4.2	Prøvestykker	C-7
C.4.3	Prøvingsresultater	C-8

C.1 Innledning

Dette vedlegget gir en mer detaljert beskrivelse av testgjennomføring og resultater enn det som er inkludert i hoveddelen av rapporten.

C.2 Produktbeskrivelse

Kablene som ble testet ble levert av Draka AS, og Draka gjennomførte også den kunstige aldringen av produktene. Produktbeskrivelsen er basert på info levert av Draka.

To kabeltyper ble testet, en halogenfri type (IFLI 500V), og en type med PVC (PR Super 500V).

C.2.1 PR Super 500V, Rørtråd

Bruksområde: Faste installasjoner i åpne anlegg. Tillatt innendørs og Figur C- 1 og Tabell C- 1 viser oppbyggingen av kabelen.



Figur C- 1 Oppbygging av PR Super 500V. Fra ytterst til innerst: Ytre kappe, metallkappe, fyllkappe, isolasjon og leder.

Tabell C- 1 Oppbygging av PR Super 500V

<i>Komponent</i>	<i>Beskrivelse</i>
Leder	Entrådet kobber
Isolasjon	PVC
Fyllkappe	Plast
Metallkappe	Aluminiumbånd med entrådet kobber jordleder
Ytre kappe	PVC. 1,5 og 2,5 mm ² har ulimt kappe
Farge	Hvit
Merking	Én leder er merket

C.2.2 IFLI 500V, Halogenfri rørtråd

Bruksområde: Faste installasjoner i åpne anlegg. Tillatt innendørs og utendørs. Halogenfri kabel som anbefales brukt når det er viktig å unngå dannelse av tett røyk og korrosive gasser i tilfelle en overoppheting eller brann. Figur C- 2 og Tabell C- 2 viser oppbyggingen av kabelen.



Figur C- 2 Oppbygging av IFLI 500V. Fra ytterst til innerst: Ytre kappe, metallkappe, fyllkappe, isolasjon og leder

Tabell C- 2 Oppbygging av IFLI 500V

<i>Komponent</i>	<i>Beskrivelse</i>
Leder	Entrådet kobber
Isolasjon	Kryssbundet halogenfri polymer
Fyllkappe	Halogenfri
Metallkappe	Aluminiumsbånd med entrådet kobber jordleder
Ytre kappe	Halogenfri polymer
Farge	Lys grå
Merking	En leder er merket

C.2.3 Kondisjonering

Prøvestykkene ble oppbevart i luft med relativ fuktighet 50 % og temperatur 23 °C inntil konstant masse var nådd før test.

C.3 Prøving i konkalorimeteret (ISO 5660)

C.3.1 Metode

Kablene ble testet i henhold til ISO 5660 del 1 og 2.

C.3.2 Prøvestykker

Kablene ble kuttet opp i lengder på 100- 110 mm og plassert i prøvestykkeholderen slik at de dekket et areal på 100 × 100 mm².

C.3.3 Prøvningsresultater

Sammenligningene Tabell C- 3 og Tabell C- 4 er basert på gjennomsnittresultater fra to parallelle tester av PVC-baserte kabler, og fra to parallelle tester av halogenfrie kabler. Begge kabeltypene var utsatt for 0, 4, 8 og 16 ukers aldring.

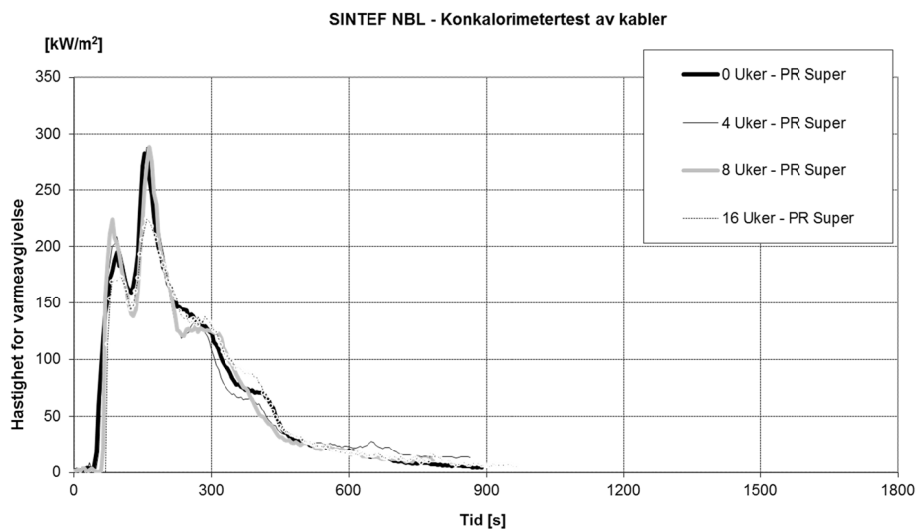
Resultater fra måling av varmeavgivelse ved prøvingene ved varmestrålingsfluks 50 kW/m². er vist i Figur C- 3 og Figur C- 4, og resultater fra måling av røykproduksjon er vist i Figur C- 5 og Figur C- 6.

Tabell C- 3 Testresultater fra konkalorimeteret (ISO 5660), sammenligning mellom PR Super 500V og IFLI 500V eksponert for et varmestrålingsnivå på 50 kW/m². Verdiene er gjennomsnittresultater fra 8 parallelle tester av hver kabeltype.

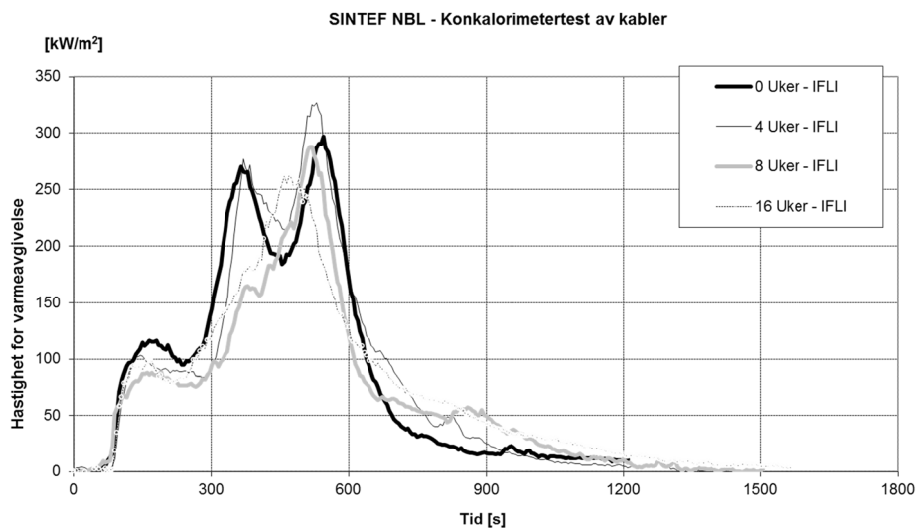
Målt størrelse	PR Super 500V	IFLI 500 V	Måleenhet
Tid til antennelse	56	85	[s]
Tid til slokking	648	1261	[s]
Totalt massetap	27	25	[%]
Total varmeavgivelse	59	109	[MJ/m ²]
Maksimal varmeavgivelseshastighet	288	293	[kW/m ²]
Gjennomsnittlig varmeavgivelseshastighet 300 s etter antennelse	154	118	[kW/m ²]
Total varmeavgivelse 300 s etter antennelse	46	35	[MJ/m ²]
Total røykproduksjon	3078	1038	[m ² /m ²]
Gjennomsnittlig hastighet for røykproduksjon 300 s etter antennelse	9,7	1,2	[m ² /m ² s]
CO ₂ produksjon	1,1	1,8	[kg/kg]
CO -produksjon	0,05	0,03	[kg/kg]

Tabell C- 4 Testresultater fra konkalorimeteret (ISO 5660), sammenligning mellom PR Super 500V og IFLI 500V eksponert for et varmestrålingsnivå på 35 kW/m². Verdiene er gjennomsnittresultater fra 8 parallelle tester av hver kabeltype.

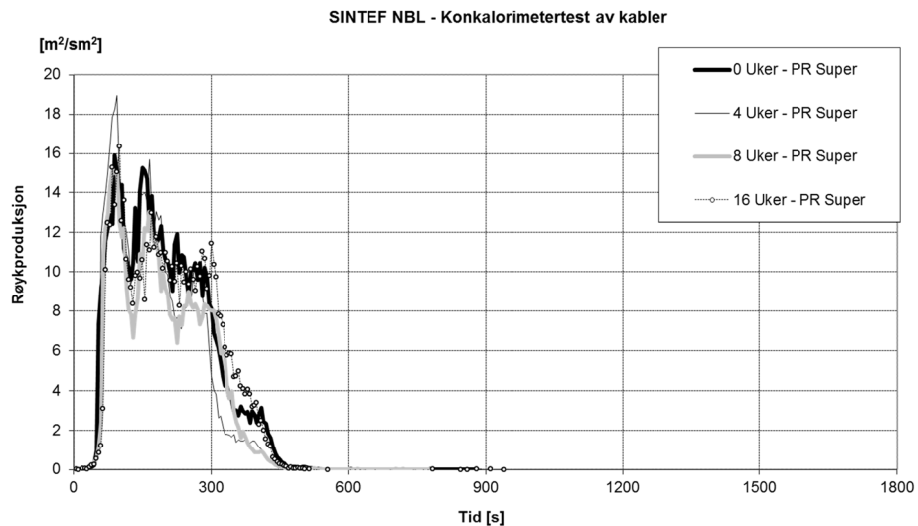
Målt størrelse	PR Super 500V	IFLI 500 V	Måleenhet
Tid til antennelse	98	171	[s]
Tid til slokking	740	1393	[s]
Totalt massetap	26	23	[%]
Total varmeavgivelse	58	98	[MJ/m ²]
Maksimal varmeavgivelseshastighet	234	192	[kW/m ²]
Gjennomsnittlig varmeavgivelseshastighet 300 s etter antennelse	135	72	[kW/m ²]
Total varmeavgivelse 300 s etter antennelse	40	22	[MJ/m ²]
Total røykproduksjon	2770	969	[m ² /m ²]
Gjennomsnittlig hastighet for røykproduksjon 300 s etter antennelse	7,7	0,3	[m ² /m ² s]
CO ₂ produksjon	1,1	1,8	[kg/kg]
CO -produksjon	0,04	0,03	[kg/kg]



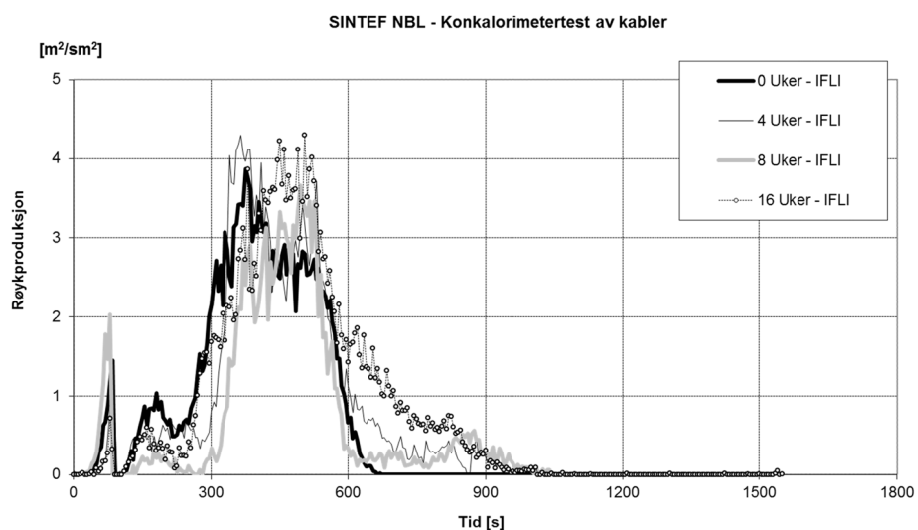
Figur C- 3 Hastighet for varmeavgivelse for kabler av type PR Super ved prøving i konkallorimeteret, varmefluks 50 kW/m².



Figur C- 4 Hastighet for varmeavgivelse for kabler av type IFLI ved prøving i konkallorimeteret, varmefluks 50 kW/m².



Figur C- 5 Røykproduksjon for kabler av type PR Super ved prøving i konkallorimeteret, varmefluks 50 kW/m^2 .



Figur C- 6 Røykproduksjon for kabler av type IFLI ved prøving i konkallorimeteret, varmefluks 50 kW/m^2 .

C.4 Prøving av flammespredningsevne (ISO 5658, IMO FTPC Part 5)

C.4.1 Metode

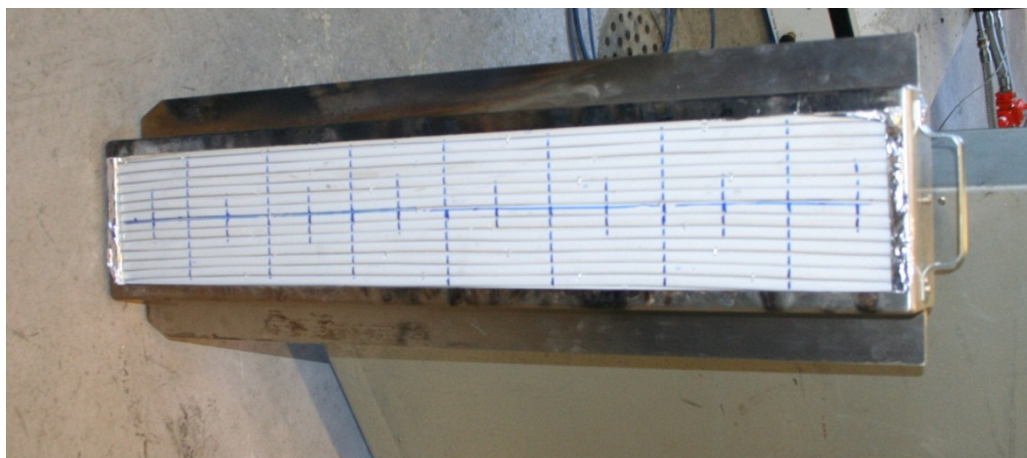
Flammespredningsevnen til kablene ble prøvet i henhold til IMO fire test procedure code Part 5, som er basert på metoden beskrevet i ISO 5658.

C.4.2 Prøvestykker

Prøvestykkene skal så langt som mulig ha en plan overflate. Kablene ble kuttet opp i lengder på 800 mm og plassert i prøvestykkeholderen som vist i Figur C- 7 og Figur C- 8, slik at de dekket et areal på $155 \times 800 \text{ mm}^2$.



Figur C- 7 Klargjøring av prøvestykker for flammespredning. Kablene ble stiftet på en kalsiumsilikatplate av passende størrelse.



Figur C- 8 Kabler i prøveholder for flammespredning

C.4.3 Prøvingresultater

Sammenligningene i Tabell C- 5 er basert på gjennomsnittresultater fra fire tester av PVC-baserte kabler (0, 4, 8 og 16 uker aldring), og fra fire tester av halogenfrie kabler (0, 4, 8 og 16 uker aldring).

Tabell C- 5 Testresultater fra prøving av flammespredning i henhold til IMO FTPC Part 5, sammenligning mellom PR Super 500V og IFLI 500V. Verdiene er gjennomsnittresultater fra 4 tester av hver kabeltype.

Målt størrelse	Gjennomsnitt PR Super	Gjennomsnitt IFLI	Enhet
Tid til antennelse	8	79	s
Tid til slokking	1313	2237	s
Brannutbredelse	516	396	mm
Kritisk fluks ved slokking	8,7	18,9	kW/m ²
Varme for antennelse	2,5	4,2	MJ/m ²
Gjennomsnittlig varme for kontinuerlig brann	3,3	5,8	MJ/m ²
Maksimal varmeavgivelseshastighet	4,0	4,1	kW
Tid til maks varmeavgivelseshastighet	186	355	s
Total varmeavgivelse	1,6	3,2	MJ

Det ble ikke observert brennende dråper under noen av testene.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no