DET NORSKE VERITAS

Rapport

Dimensjonerende brannscenarie for jernbanetunneler for evakueringsanalyser (Tunnelsikkerhet)

DNV Rapport No 2012 – 0818
for
Jernbaneverket

Rapportnr./DNV Referansenr.: / 14KIB97-1
Rev. 1, 2012-06-22

Dimensjonerende brannscenarie for jernbanetunneler for evakueringsanalyser (Tunnelsikkerhet)	
Oppdragsgiver: Jernbaneverket Postboks 4350 2308 HAMAR Norway	
Oppdragsgivers referanse: Christopher Schive	

DET NORSKE VERITAS AS
P.O.Box 300
1322 Høvik, Norway
Tlf: +47 67 57 99 00
Faks: +47 67 57 99 11
http://www.dnv.com
Org. nr.: NO 945 748 931 MVA

Dato for første utgivelse:	2012-06-22	Prosjektnr.:	PP041330
Rapportnr.:	2012-0818	Organisasjonsenhet:	Transportation Norway
Revisjon nr.:	1	Emnegruppe:	

Sammendrag:

Det Norske Veritas har på oppdrag av Jernbaneverket gjort en utredning av dimensjonerende brannscenario for bruk i evakueringsanalyser i tunnel. Historiske erfaringer fra norske og europeiske jernbaner viser at dagens europeiske jernbanenett (EU-27 + CH +No) har vist en stadig bedret sikkerhetsstandard gjennom de siste 30 år og hvor branner i tog, enten de skjer i tunnel eller på linje i dagen, bidrar svært lite til den risiko de reisende utsettes for.

Den viktigste og hyppigst benyttede rømningsveg ved brann i tog i tunnel er at toget kjører ut av tunnelen for evakuering og slukking utenfor tunnel. Det neste alternativet er at toget stopper kontrollert ved en rømningsutgang.

Forskningsresultater og brannhendelser viser at brannutviklingen som kan forventes ved en brann i et tog med moderne brannhemmende innredning er mye langsommere enn det som tidligere har blitt lagt til grunn. Basert på dette er en brannutviklingskurve utarbeidet. Maksimum vil variere noe etter tunnelkonsept og ventilasjonshastighet, men de innledende faser antas å være uavhengig av tunnelkonsept.

Utarbeidet av:	*Navn og tittel:* Andersen, Terje Marthinsen, Torun H. m.fl.	*Signatur*
Verifisert av:	*Navn og tittel* Stine Utgaard Musæus Gruppeleder	*Signatur*
Godkjent av:	*Navn og tittel* Christoffer Serck-Hanssen Avdelingsleder	*Signatur*

☑	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, men fri distribusjon innen DNV etter 3 år	**Indekseringstermer**	
☐	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Nøkkelord	
☐	Strengt konfidensiell	Service-område	
☐	Fri distribusjon	Markeds-segment	

Revisjon nr. / Dato:	Årsak for utgivelse:	Utarbeidet av:	Godkjent av:	Verifisert av:

Innholdsfortegnelse

1 OPPSUMMERENDE SAMMENDRAG 1

2 INNLEDNING 4

2.1 Introduksjon til prosjektet hentet fra JBVs forespørsel 4

2.2 Utførelse av oppdraget 4

2.3 Basis for oppdraget 6

3 FORSKRIFTER OG KRAV; DAGENS NORSKE STATUS 7

3.1 Krav knyttet til infrastruktur 7

3.2 Krav til rullende materiell 13

3.3 Operative forskrifter 17

4 HISTORISKE ERFARINGER 18

4.1 Erfaringer fra Norge 18

4.2 Erfaringer fra Europa (EU-27) 19

4.3 Beskrivelse av noen av hendelsene 25

4.4 Evakueringssted ved brann i tog 30

4.5 Brannstørrelse for brennende tog som stopper i tunnel 32

4.6 Fare for avbrenning av kontaktledning 32

4.7 Brann i godstog 33

5 TUNNELBRANNER; TESTER OG ERFARINGER 34

5.1 Status i dag – eksperimentelle forsøk 34

5.2 Dimensjonerende brannscenario ved brann i kupé 39

5.3 Brann utenfor kupé 42

5.4 Brannscenarier fra andre land og fra TSI-en 42

6 RESULTATEKSEMPLER 45

7 REFERANSER 46

VEDLEGG 1 - UTDRAG AV TSI'ER OG BRANNFORSKRIFTER 2

I. TSI for SRT (extract) 2

II. TSI for HS SRT (regarding measures to ensure running) 4

III. TSI for locomotives and passenger rolling stock (extract) 5

V. Brann- og eksplosjonsvernloven (LOV-2002-06-14-20) 8
VI. Forebyggendeforskriften (FOR 2002-06-26 nr 847: Forskrift om brann-forebyggende tiltak og tilsyn) 9

VEDLEGG 2 - BRANNHENDELSER PÅ JBVS NETT FRA 2000 - 2011 14
I. Uprovosert brann 14
II. Persontog 14
III. Godstog 17
IV. Annen jernbaneulykke med følgebrann i tog: 21

VEDLEGG 3 - SERIOUS RAILWAY ACCIDENT IN EUROPE 24

VEDLEGG 4 - TUNNEL ACCIDENT 1972 – 2012 FOR RAILWAYS AND METROS 30

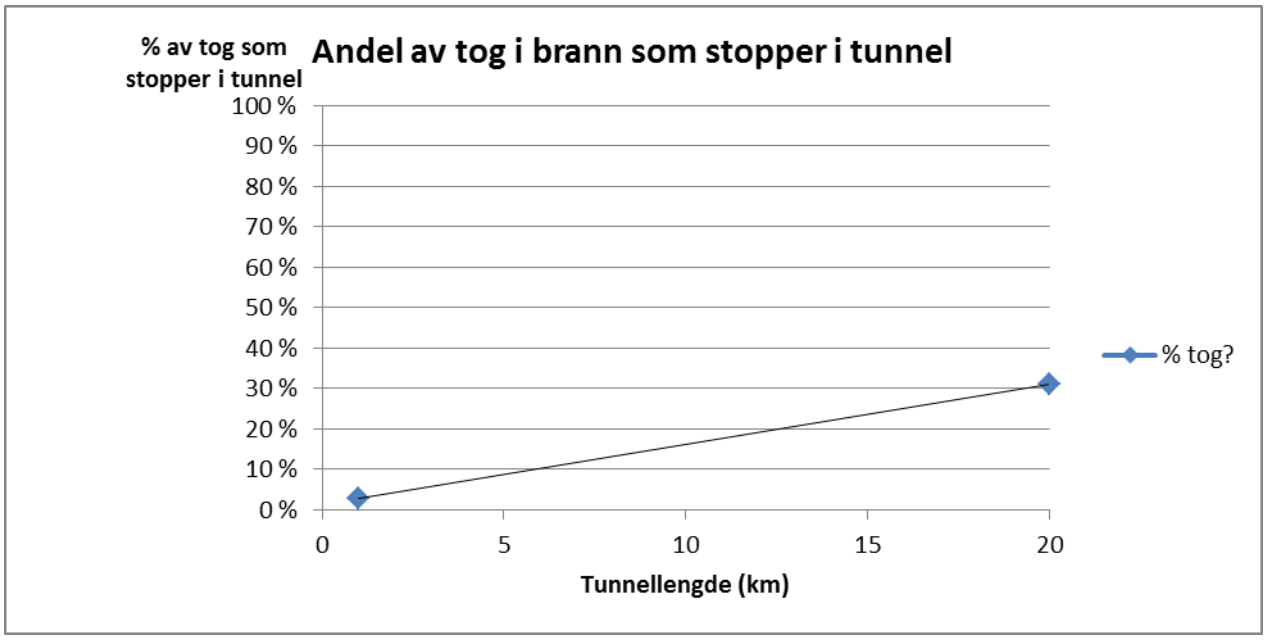
1 OPPSUMMERENDE SAMMENDRAG

Det Norske Veritas har på oppdrag av Jernbaneverket gjort en utredning av dimensjonerende brannscenario for bruk i evakueringsanalyser i tunnel. Vi har tatt utgangspunkt i persontog med den brannsikkerhetsmessige standard som vil gjelde for det store flertallet av norske tog etter at NSBs Flirt-leveranse er ferdigstilt. I oppdraget er det sett på dagens forskrifter og krav som gir vesentlig strengere krav både når det gjelder infrastruktur og rullende materiell enn det som i stor grad har vært vanlig for eldre tunneler og togmateriell. Blant annet er det svært vanskelig å antenne innredningsmaterialer i tog som er brannhemmet i henhold til moderne standarder, og TSI for SRT krever at tog som skal trafikkere tunneler med lengde over 5 km skal tilfredsstille definerte krav for å kunne kjøre ut av tunnel med lengde opp til 20 km i en brannhendelse.

Historiske erfaringer fra norske og europeiske jernbaner viser at dagens norske og europeiske jernbanenett (EU-27 + CH +No) har vist en stadig bedret sikkerhetsstandard gjennom de siste 30 år og hvor branner i tog, enten de skjer i tunnel eller på linje i dagen, bidrar svært lite til den risiko de reisende utsettes for.

Erfaringstall fra Norge tilsier en brannfrekvens på $2 \cdot 10^{-8}$/persontogkm ,(ref kapittel 4.1.2) for nye tunneler med høy strekningshastighet.

Den viktigste og hyppigst benyttede rømningsveg ved brann i tog i tunnel er at toget kjører ut av tunnelen for evakuering og slukking utenfor tunnel. Erfaringer fra Norge og en del andre land indikerer at så mye som 75 – 90 % av togene kjører ut av tunnel eller fram til stasjon for evakuering. Figur 5 som er gjengitt under viser et estimat på andel av tog med brann som må stoppe i tunnel basert på erfaringsdata fra noen land[1].



Figur 5: Prosentandel av tog som stopper i tunnel ved brannhendelse i tog i tunnel.

Kurven i Figur 5 er basert på at en togbrann oppstår på et tilfeldig sted i tunnelen og at prosentandelen av tog som ikke greier å kjøre ut av tunnelen øker med 3 % for hver km toget

[1] Norge, Sveits og Danmark

kjører i tunnelen. For detaljer se kapittel 4.4. Figuren viser gjennomsnittet for alle mulige antennelsessteder for en gitt tunnellengde. I framtida med kun Kategori B tog i tunnel burde dette tallet bli lavere.

Hastighet ved innkjøring (stasjon foran tunnelen), stigningsforhold og signalplassering kan påvirke muligheten for å kjøre ut av tunnelen og for tunneler hvor slike forhold avviker fra normalen bør spesielle vurderinger gjøres.

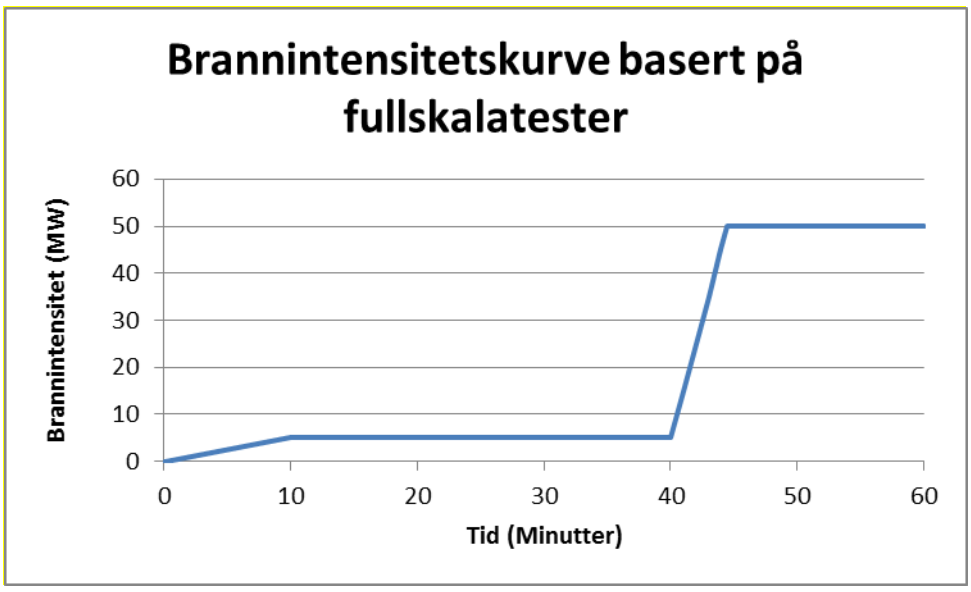
Hvis toget ikke greier å kjøre ut av tunnelen er det i utgangspunktet to muligheter:

- Toget stopper kontrollert ved en rømningsutgang, eller
- Toget stopper tilfeldig i tunnelen.

Om et brennende tog stopper i tunnelen antas 2 ulike muligheter for utvikling av brannscenariet:

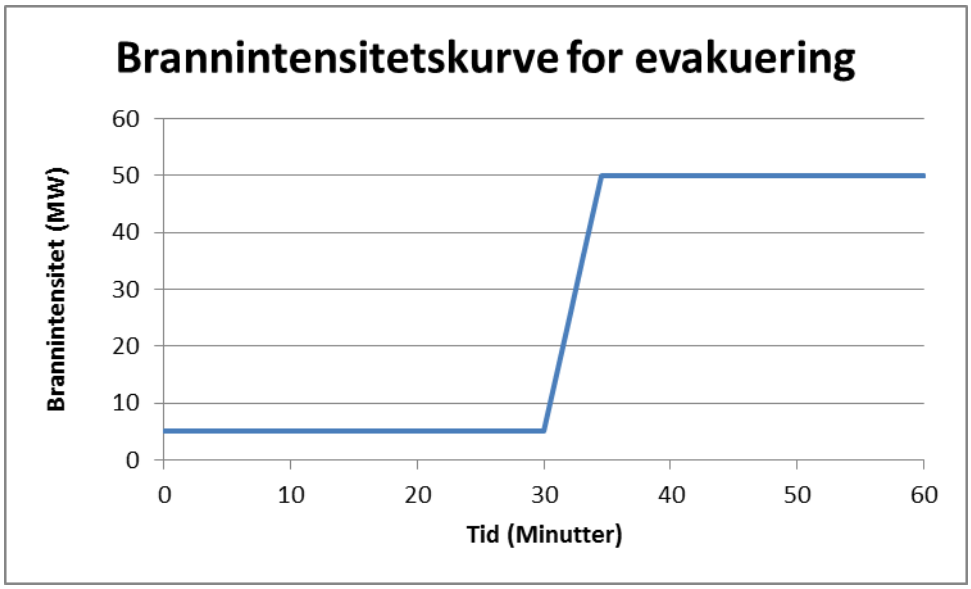
1. Brannen berører primært teknisk utstyr og beveger seg ikke inn i passasjeravdelingen. Maksimal brannlast ligger på 5 MW over hele scenariet. Basert på historiske erfaringer vurderes dette å gjelde ca 75 % av brennende persontog som stopper i tunnel.
2. Brannen sprer seg til passasjeravdelingen med potensiale for full overtenning av denne. Dette scenariet antas mulig for 25 % av brennende persontog som stopper i tunnel. Brannutviklingen ved full overtenning er vist i Figur 9 i kapittel 5.2.1 og gjengitt under.

Forskningsresultater og brannhendelser viser at brannutviklingen som kan forventes ved en brann i et tog med moderne brannhemmende innredning er mye langsommere enn det som tidligere har blitt lagt til grunn. Basert på dette er følgende brannutviklingskurve utarbeidet:



Figur 9a: Brannutviklingskurve for moderne persontogmateriell med brannhemmende egenskaper i tunnel.

Maksimumsnivået for brannintensiteten vil være avhengig av tunnelutforming og ventilasjons-hastighet. I en evakueringsanalyse for brann i tog i tunnel, så starter evakueringsscenariet idet toget stopper. For evakueringen forslås det derfor å legge til grunn en kurve som tar hensyn til at brannen kan ha utviklet seg noe før toget stopper, slik at man får en tidsforskyvning i forhold til togets brannkurve:



Figur 9b: Brannutviklingskurve for moderne persontogmateriell med brannhemmende egenskaper i tunnel for bruk i evakueringsanalyse.

Toget er stoppet opp ved Tid=0minutter. Maksimumsnivået for brannintensiteten vil være avhengig av tunnelutforming og ventilasjonshastighet. Maksimum vil variere noe etter tunnel-konsept og ventilasjonshastighet, men innledningen antas å være uavhengig av tunnelkonsept og ventilasjon. En grov indikasjon på det maksimale HRR nivået som kan forventes ved persontog-branner for ulike tunnelkonsepter og ventilasjonsforhold er gjengitt under.

	Indikert maksimal brannintensitet (MW) for ulike tunnelkonsepter	
Ventilasjonsforhold	**Enkeltsporet tunnel**	**Dobbeltsporet tunnel**
Ventilasjon: < 1 m/s^2 (ikke mekanisk ventilasjon)	50	40
Ventilasjon: 1 – 3 m/s^2	50 - 100	40 - 80

Verdiene i tabellen bør brukes med en viss forsiktighet. Tunnelspesifikke vurderinger avhengig av tverrsnitt, og ventilasjonsrate kan gi alternative resultater.

Ekstreme antenningsscenarier som terrorisme med bruk av eksplosiver eller store mengder lettantennelig væske samt høyenergi kortslutning som gir kontinuerlig lysbue etc vil kunne gi andre brannforløp enn skissert her, men er ansett for ikke å være dimensjonerende. Se Kap 5.2.3.

Det anbefales at Jernbaneverket tar initiativ overfor Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap som forvalter brannvernlovgivningen i Norge og har tilsyn med de lokale brannvesen og på basis av denne rapporten bli enig om dimensjonerende brannscenarier for evakuering i tunnel.

2 INNLEDNING

2.1 Introduksjon til prosjektet hentet fra JBVs forespørsel

Jernbaneverket har i sin forespørsel beskrevet oppdraget som følger:

Del 1:

Foreslå anbefalt dimensjonerende brann som skal benyttes i forbindelse med evakueringsanalyser av jernbanetunneler.

- Det har vært en økende tendens å basere evakueringsanalyser på stadig sjeldnere scenarioer som av mange jernbane- og brannekspertер anses for urealistiske
- Dette kan igjen føre til uheldige føringer for valg av teknisk løsninger for tunnelen
- Det er et stort behov å komme fram til en anbefalt metode for å komme fram til dimensjonerende brannscenarioer. Metoden skal være harmonisert med JBVs sikkerhetshåndbok og aktuelle TSI-er (primært TSI SRT, TSI OPE og TSI LOC&PAS)

Det skal legges til grunn en scenariobasert metode i tre faser:

- Gjennomgang av aktuelle togtyper som vil trafikkere nye jernbanetunneler og identifisere sannsynlige brannscenarioer
- Gjennomgang av materialstandarder for rullende materiell og brannmotstand i konstruksjoner
- Brannanalyser for estimering av mulige brannforløp og maksimal branneffekt for de identifiserte scenarioer

Arbeidet vil suppleres med en gjennomgang av erfaringer fra jernbanehendelser (branner) og aktuelle regler og forskrifter.

Anbefalinger skal i tillegg evalueres mot praksis i andre EU-land (med jernbanetunneler).

Del 2:

Oppdraget inneholder en del 2 som gjelder vurdering av risiko for sammenstøt mellom rullende materiell og nedfalt stein i tunneler. Denne del er rapportert separat i DNV Rapport 2012-0905.

2.2 Utførelse av oppdraget

Over en periode på 15 – 20 år er det internasjonalt og nasjonalt gjort en stor mengde forskning på branner i tunneler både når det gjelder vegtunneler og jernbanetunneler. Ikke minst er det gjort et stort antall branntester med detaljert måling på brann- og temperaturutvikling samt røykspredning i store brannforsøk under ulike grensebetingelser.

Hovedformålet med oppdraget er å oppsummere den siste tidens resultater fra brannforsknings og supplere disse med ulykkeserfaringsmateriale og jernbaneteknisk kunnskap for å etablere en anbefalt basis for dimensjonerende brannscenarier for evakueringsanalyser for dimensjonering av nye jernbanetunneler med det rullende materiell som vil benytte disse når de ferdigstilles (dvs om minimum 4 år). Oppdraget er ikke rettet mot forhold i eksisterende tunneler og alt materiell som benyttes i disse.

Oppdraget har inneholdt følgende aktiviteter:

1. Gjennomgang av krav og spesifikasjoner for nye tunneler og nytt persontogmateriell som skal benyttes i nye tunneler. Som en del av aktiviteten har vi også sett på i hvilken grad eksisterende materiell tilfredsstiller nye krav for materiell som skal benyttes i ulike

jernbanetunneler avhengig av lengde. Her er det gjort intervju med fagpersoner hos togselskap (NSB).

2. Historiske erfaringer mht brann og tunnelrisiko i jernbanedrift, samt delvis metrodrift. Ulike former for historiske erfaringer er hentet fra Norge, Europa og globalt basert på et bredt spekter kildemateriale. Risikotall knyttet til brann i tog og tunnelulykker er presentert. Noen utvalgte enkelthendelser er nærmere beskrevet.
3. Gjennomgang av brannforskningskunnskap inkludert tester rettet mot branner i jernbane-tunneler for moderne togmateriell med formål å etablere et initierende utviklingsforløp samt maksimal brannlast som kan være representative for de nye jernbanetunneler som prosjekteres i dag,

Følgende evakueringsscenarier for tog og reisende som er berørt av brann i et tog i en tunnel er identifisert og vil berøres i rapporten:

a. Det første og hyppigst brukte alternativet er at toget kjører ut av tunnelen for evakuering og brannbekjemping på utsiden av tunnelen med de lengdebegrensninger som dette innebærer
b. Toget stopper kontrollert ved en nødutgang i tunnelen hvor de reisende har kort veg til sikkert område.
c. Toget stopper tilfeldig i tunnelen og de reisende evakuerer toget selv på tilrettelagt rømningsvei langs tunnelen til nærmeste nødutgang i den ene eller andre retning, mulighet for å passere brannstedet kan begrense valg av rømningsretning
d. Brannvesenet kommer til ulykkesstedet for å assistere ved evakuering av toget, spesielt ved følgebranner etter sammenstøt eller avsporing. I tillegg skal brannvesenet bidra til slukking.

Hovedformålet med dette oppdraget er å finne et representativt dimensjonerende brannscenario for å gjøre evakueringsanalyser av tog for nye tunneler. Det er tatt utgangspunkt i brann i persontog med den branntekniske standard for tog i Norge som vil gjelde etter at Flirt-leveransen er ferdigstilt.

Etter innledningen inneholder rapporten følgende kapitler:

3. Krav og spesifikasjoner for nye tunneler samt nye og eksisterende tog
4. Historiske erfaringer mht branner i persontog og tunnel
5. Gjennomgang av kunnskapsstatus vedrørende brann i tunneler og branntester av rullende materiell for tog med forslag til
6. Resultateksempel.

Deretter kommer noen vedlegg med bakgrunnsmateriale.

Som ledd i arbeidet har vi intervjuet personer med tanke på å framskaffe viktig informasjon.

- Vidar Larsen har gitt informasjon om brannteknisk status for NSBs materiellpark nå og i den nærmeste framtid.
- Egil Olafsen, brannvernleder i JBV har bidratt med informasjon om hvordan brannvern-myndighetene forholder seg til jernbanetunneler som brannobjekt i forhold til brannvern-lovgivningen.

I arbeidet med denne rapporten har vi konsultert med Dr Ricky Carvel, som blant annet har redigert boken “Handbook of Tunnel Fire Safety” og har skrevet 5 av kapitlene i boken.

2.3 Basis for oppdraget

Oppdraget omhandler dimensjonering brannscenario for evakuering av nye jernbanetunneler med det rullende materiell som vil benytte disse når de ferdigstilles (dvs om minimum 4 år). Oppdraget er ikke rettet mot forhold i eksisterende tunneler og alt materiell som benyttes i disse.

Ved bestemmelse av dimensjonerende brannscenario er det tatt hensyn til sannsynlighet for de ulike brannscenarier uten at det er spesifisert noen maksimal restrisiko i forhold til evakueringsscenariene.

Det brannscenariet som spesifiseres behøver heller ikke å være relevant for dimensjonering av brannbeskyttelse av konstruksjonen.

3 FORSKRIFTER OG KRAV; DAGENS NORSKE STATUS

3.1 Krav knyttet til infrastruktur

3.1.1 Teknisk spesifikasjon for interoperabilitet i forbindelse med sikkerhet i jernbanetunneler (TSI for SRT)

EU har vedtatatt en rekke tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet (driftskompatibilitet) for å sikre samtrafikkevnen til de europeiske jernbaner. En av disse TSI-ene omhandler sikkerhet i jernbanetunneler og er adoptert i Norge gjennom forskrift "Vedtak 2008/163/EF – TSI-sikkerhet i jernbanetunneler"

Når det gjelder ulykkesscenarier som TSI-en har lagt som basis for de krav og tiltak som spesifiseres sier den engelske versjonen av TSI-en, som også er gyldig versjon i Norge, følgende i paragraf 2.2.1 når gjelder branner m.m:

> *"2.2.1: 'Hot' incidents*
>
> ***Fire, explosion followed by fire emission of toxic smoke and gases***
>
> *The main danger is fire. It is assumed that the fire starts in one passenger train or power-unit and is fully developed 15 min after ignition. It is discovered and the alarm is raised during these first 15 minutes.*
>
> *Whenever possible the train leaves the tunnel. If the train comes to a stop, passengers are evacuated, directed by the train crew, or by self rescue to a safe area. "*

I TSI for SRT nevnes ikke hvilken brannintensitet som er antatt, men i presentasjonsrapporten for TSI-en nevnes en verdi på 25 MW. Som basis for dette scenariet ligger en forutsetning om at levetida til rullende materiell er 30 – 40 år og at det derfor tar lang tid før det rullende materiell er i samsvar med kravene i TSI-en. I forhold til erfaringer med tester på tog bygget i henhold til dagens krav til brannsikring og bruk av flammehemmende materialer synes tiden til fullt utviklet brann som TSI-en spesifiserer for kort, mens verdien for brannintensitet på 25 MW kan være noe lav.

For øvrig spesifiserer TSI for SRT krav til bredde og belysning av rømningsveger, maksimal avstand mellom nødutganger avhengig av tunnelkonsept samt minstekrav til dimensjon på dører i rømningsveg, skilting, kommunikasjonsutrustning etc. I tillegg spesifiseres hvilken brann-belastningskurve som skal brukes for bærende konstruksjoner i tunnel. Kravene er videreført i Jernbaneverkets tekniske regelverk.

For trafikk av tunneler skiller TSI for SRT mellom to ulike togtyper med ulike brannsikkerhets-egenskaper, spesielt knyttet til togets evne til å kjøre ut av tunnelen ved brann i materiellet:

Kategori A materiell, for tunneler inntil 5 km i lengde, skal begrenses til strekninger hvor det ikke forekommer tunneler av større lengde, og hvor kjøretiden til sikkert sted for evakuering ikke overstiger 4 min med en hastighet på 80 km/h. Kravet antas oppfylt hvis man har tiltak som unngår at bremsene går på automatisk ved visse tekniske feil. Ref: TSI for HS RST pkt 4.2.7.2.4.1.

Kategori B materiell er tilpasset for trafikkering av det trans-nasjonale nett uavhengig av tunnellengden og skal tillates å kjøre i alle tunneler i det trans-Europeiske nettet. Materiellet skal utrustes for å kunne kjøre ut av 20 km lang tunnel med brann ombord og utrustes med brannbarrier som kan motstå en fullt utviklet brann i minimum 15 min og sikre framdrift i tilsvarende lengde. Kravet antas oppfylt hvis man har tiltak som oppfyller følgende:

— Unngår at bremsene går på automatisk ved visse tekniske feil. Ref: TSI for HS RST pkt 4.2.7.2.4.1.

— Redundant traksjonssystem som sikrer minimum 50 % traksjon ved tekniske feil. Ref: TSI for HS RST pkt 4.2.7.2.4.2.

Spesifikasjoner og krav vedrørende nødvendige brannsikringstiltak for henholdsvis Kategori A materiell og Kategori B materiell finnes i ulike deler av EN45545 og omtales i kapittel 3.2.2.

De ovennevnte begrensninger på driftsområde for togmateriell i henholdsvis Kategori A og B gjelder for nytt materiell bestilt etter at TSI-en trådte i kraft. Det legges ingen begrensninger på bruk av eksisterende materiell som er i drift på strekningen om det introduseres en ny tunnel som i følge TSI krever enten Kategori A eller Kategori B materiell på en strekning. Derimot er det ikke tillatt å omdisponere eksisterende materiell som ikke tilfredsstiller Kategori A eller Kategori B krav til å trafikkere strekninger som har tunneler med slike materiellkrav.

Dette betyr at kommer det en ny tunnel med Kategori B krav på en strekning som i dag trafikkeres av materiell som ikke tilfredsstiller Kategori B krav kan trafikken fortsette. Men man kan ikke introdusere annet materiell som ikke tilfredsstiller kravene i TSI for SRT enn det som går der når den nye tunnelen tas i bruk.

Et utdrag av TSI-ens krav til rullende materiell finnes i Vedlegg 1.

3.1.2 Jernbaneverkets tekniske regelverk

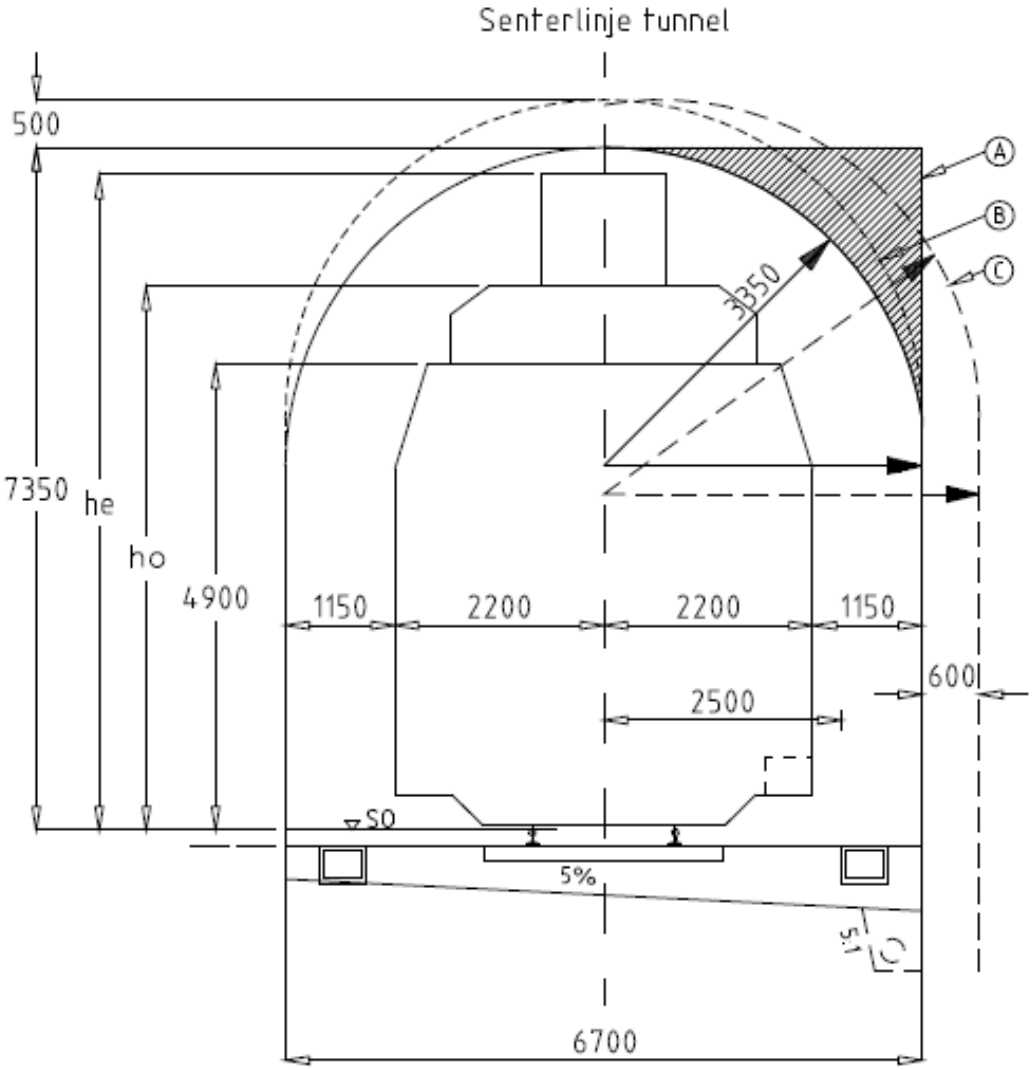
Jernbaneverkets tekniske regelverk spesifiserer hvilke krav Jernbaneverket stiller til nye tunneler med hensyn til utforming og utførelse av nye tunneler. Blant annet krav vedrørende minste tverrsnitt for enkelt og dobbeltsporede tunneler avhengig av hastighetsstandard samt minimum bredde på rømningsveger med håndløper, belysning og minsteavstand mellom rømningsutganger. Jernbaneverkets spesifikasjoner tilfredsstiller de krav som stilles i TSI for SRT. Når det gjelder krav til avstand mellom rømnings-utganger er disse:

- 0,5 km for 2 parallelle enkeltsporede tunneler, og
- 1 km for enkeltløpede tunneler

JBVs tekniske regelverk, i likhet med TSI for SRT, har ingen krav til mekanisk ventilasjon av tunneler.

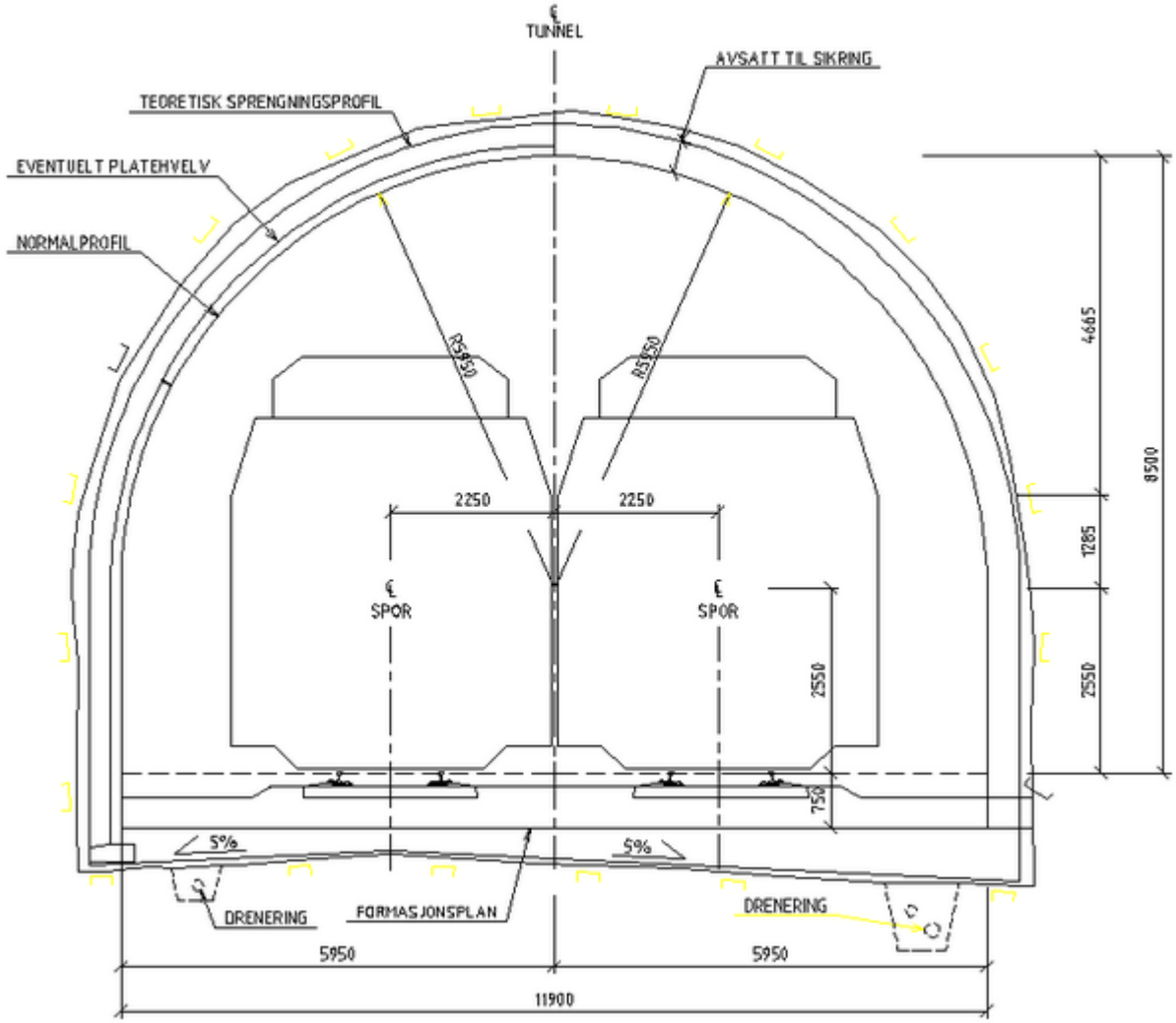
Jernbaneverkets krav til nye tunneler tilsier en vesentlig heving av sikkerhetsnivået for nye jernbanetunneler i forhold til flertallet av de eldre tunnelene.

Når det gjelder JBVs profilkrav for enkelt- og dobbeltsporede tunneler er disse som spesifisert i Figurene 1 – 3 på de følgende sider. Tunnelprofilet har betydning for hvilken maksimal brannintensitet som kan forventes.



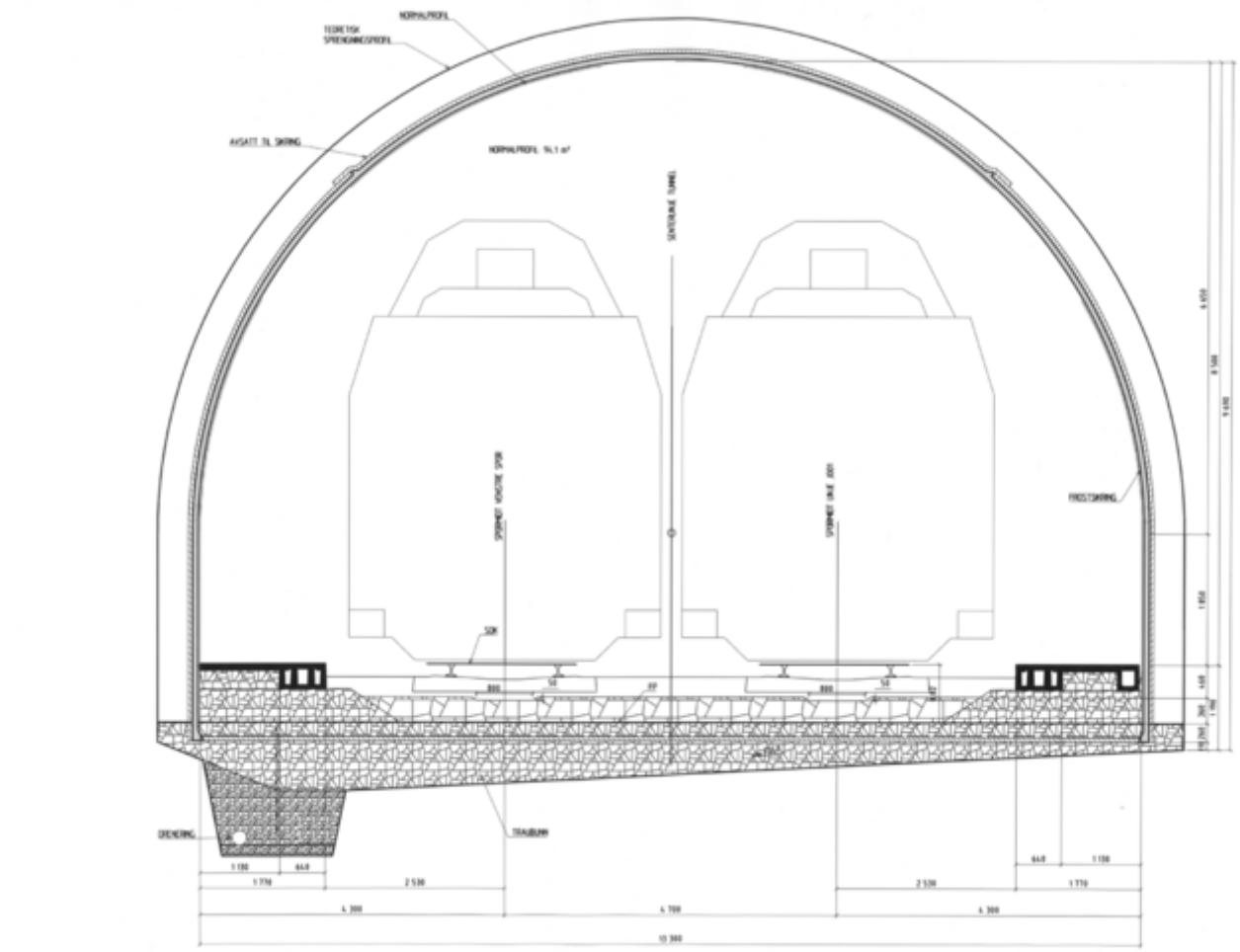
Figur 1: JBVs enkeltsproprofil for nye tunneler

Minimum bredde 6,7 m, høyde over skinnetopp 7,35 m ved hvelvtopp. Tverrsnittsareal; 44.4 m^2 over skinnetopp, ca 46 m^2 over overkant sville/ballast.



Figur 2: JBVs dobbelsporprofil for hastigheter opp til 200 km/h

Minimum bredde 11,9 m, høyde over skinnetopp til hvelvtopp 8,5 m. Sporsenteravstand: 4,5 m. Tverrsnittsareal: over skinnetopp: 85,93 m^2, over svilletopp eller top av ballast ca 88,3 m^2



Figur 3: JBVs dobbelsporprofil for hastigheter 200 – 250 km/h

Minimumsbredde 13,3 m, høyde over skinnetopp ved hvelvtopp 8,5 m. Sporsenteravstand 4,7 m. Tverrsnittsareal: over skinnetopp 93,07 m^2, over svilleoverkant/ballast 95,6 m^2. (figurens målsetting er noe uskarp, men ovennevnte synes beste estimat).

3.1.3 Brannberedskap, brannvernlov og forskrifter

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)

DSB er underlagt Justis- og beredskapsdepartementet, og er sentral forvaltningsmyndighet etter brann- og eksplosjonsvernloven. En av DSBs roller er å være fagmyndighet på områdene brann- og elsikkerhet, samt håndtering og transport av farlige stoffer med unntak av radioaktive stoffer.

DSB er tillagt rollen som kompetansesenter og tilsyn for kommunale brannvesen.

Lokale brannvesen

Praktisk brannforebyggende og brannbekjempende aktivitet er tillagt kommunene gjennom kommunale eller interkommunale brannvesen.

Lov og forskrifter som styrer arbeidet er i første rekke Brannvernloven og Forskrift om forebyggende brannvern som omtales kort i det etterfølgende.

Brann- og eksplosjonsvernloven

Brann- og eksplosjonsvernloven gir lovgivende rammer for brannforebygging, branntilsyn og brannberedskap i Norge. I "§ 6. Forebyggende sikringstiltak og vedlikehold" spesifiserer loven hvilke forpliktelser en eier av et byggverk eller objekt har ned hensyn til brannsikring:

— Eier av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å sørge for nødvendige sikringstiltak for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke.

— Eier og bruker av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å holde bygningstekniske konstruksjoner, sikkerhetsinnretninger og øvrige sikringstiltak til vern mot brann, eksplosjon eller annen ulykke i forsvarlig stand og påse at disse til enhver tid virker etter sin hensikt.

— Eier eller bruker skal etter en eventuell brann, eksplosjon eller annen ulykke sørge for vakthold og andre nødvendige sikringstiltak når leder av brannvesenet krever dette.

Departementet kan gi forskrifter om eiers og brukers plikter til rapportering, sikringstiltak, vedlikehold og vakthold etter denne bestemmelsen.

Paragraf 13 i loven omhandler særskilte brannobjekter som kommunen pålegges å føre spesielt tilsyn med:

— Kommunen skal identifisere og føre fortegnelse over byggverk, opplag, områder, tunneler, virksomheter m.m. hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljø eller materielle verdier.

— Kommunen skal sørge for at det føres tilsyn i byggverk m.m. som nevnt i første ledd for å påse at disse er tilstrekkelig sikret mot brann. Tilsynet skal omfatte alle forhold av betydning for brannsikkerheten, herunder bygningsmessige, tekniske, utstyrsmessige og organisatoriske brannsikringstiltak og forhold av betydning for gjennomføring av brannbekjempelse og øvrig redningsinnsats.

— Kommunen skal overfor sentral tilsynsmyndighet kunne dokumentere hvordan tilsyn med byggverk m.m. som nevnt i første ledd, som kommunen eier eller bruker, er gjennomført, og hvordan eventuelle pålegg er fulgt opp.

Departementet kan gi forskrifter om tilsyn med særskilte brannobjekter.

Forebyggendeforskriften

Dette er en forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn. Forskriften spesifiserer eiers og brukers forpliktelser i forhold til brannforebygging og brannsikring for generelle brannobjekter og særskilte brannobjekter.

Generelle krav til eier og bruker av brannobjekter er primært gitt i Kap 2 og er av relativt allmen karakter. Paragraf 2-3 omhandler rømning av personer og lyder som følger:

— "Eier av ethvert brannobjekt skal sørge for at rømningsveiene til enhver tid dekker behovet for rask og sikker rømning.

— Eier skal i brannobjekt, der det er nødvendig, sørge for at rømningsveiene har et tilfredsstillende ledesystem."

Disse krav er ytterligere utdypet for særskilte brannobjekter i Kap 4 som inkluderer følgende formuleringer:

— Eier skal etter en risikovurdering sørge for å sikre tilstrekkelig rømningstid for personer gjennom tekniske tiltak som ledesystemer, brannalarmanlegg, manuelt slokkeutstyr og egnede stasjonære slokkeanlegg i henhold til § 2-1 annet ledd.

— Kommunen kan kreve at brannalarmanlegg skal knyttes til alarmsentral eller direkte til nødalarm-sentral.

Hva som er funksjonsbehovet for rømningsveier i en jernbanetunnel og når og hvordan dette skal ansees tilstrekkelig oppfylt er ikke spesifisert og kan være gjenstand for fortolkning.

3.1.4 Brannetatenes holdning til risikobaserte ulykkesscenarier

Vår erfaring er at brann- og nødetatene er lite opptatt av risikoanalyser og probabilistisk tilnærminger til brannrisiko i ulike objekter siden de blir tilkalt først når ulykken er ute. Når de blir tilkalt er det som regel en ulykke skjedd enten det er lav eller høy sannsynlighet for brann i objektet.

Jernbanetunneler er ikke vesensforskjellig fra andre brannobjekter ved at det er tilnærmet umulig å eliminere all tenkelig brannrisiko i forbindelse med objektet og hovedspørsmålet er hvilken restrisiko samfunnet kan akseptere for disse objektene. Erfaringer så langt både i Norge og internasjonalt viser at restrisikoen for reisende i jernbanetunnel er lav.

For å oppnå mest mulig effektive og relevante tiltak er det viktig at brann- og redningsetatene er med på å vurdere og diskutere valg av akseptabel restrisiko i forhold til dimensjonerende brann-scenarier for nye jernbanetunneler. Som basis for diskusjonen må ligge forskningskunnskap, erfaring fra erfarte hendelser og status med hensyn til framtidig utforming av tunneler og tog, samt ikke minst sannsynlighet for ulike scenarier.

Vi anbefaler derfor at Jernbaneverket tar et initiativ overfor Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap som forvalter brannvernlovgivningen i Norge sammen med de lokale brannvesen og basert på denne rapporten bli enig om basis for dimensjonerende brannscenarier for evakuering i tunnel.

3.2 Krav til rullende materiell

3.2.1 TSI for “Locomotives and passenger rolling stock” (TSI Loc & pas)

Dette er en TSI som setter interoperabilitetskrav til lokomotiver og passasjertog som skal brukes på det trans-Europeiske nettet. Krav knyttet til brannsikkerhet og evakuering finnes i kapittel 4.2.10 og en kopi av dette kapitlet er inkludert i Vedlegg 1 til denne rapport.

Denne TSI-en er noe nyere enn TSI for SRT og har derfor inkludert ytterligere spesifiserte tiltak knyttet til material krav for rullende materiell (TSI for Loc & pos 4.2.10.2) og brannskiller i tog (TSI for Loc & pos 4.2.10.5).

3.2.2 Branntekniske normer standarder for tog

Det finnes ulike branntekniske normer og standarder for konstruksjon, utrustning og materialvalg i tog. Tidligere har NSB fulgt UIC 564-2 og Trykk 408 som har vært den norske tilpasningen av UIC 564-2. I tillegg har disse standarder vært supplert av tyske og britiske standarder og normer når det gjelder spesifisering av materialbruk og branntester av materialer og produkter.

CEN/CENELEC prEN 45545

Den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN/CENELEC har i en periode arbeidet med en ny brannteknisk standard EN 45545 for tog, blant annet for å avløse nasjonale standarder og UIC 564-2 som er en bransjestandard og ellers supplere TSI-ene vedrørende teknisk og praktisk oppfylling av TSI-enes funksjonsrettede krav.

EN 45545 er oppdelt i sju delpublikasjoner som følger:

- Part 1: General
- Part 2: Requirements for fire behaviour of materials and components
- Part 3: Fire resistance requirements for fire barriers and partitions
- Part 4: Fire safety requirements for railway rolling stock design
- Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses and magnetic levitation vehicles
- Part 6: Fire control and management systems
- Part 7: Fire safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations

De fleste av delene finnes fortsatt kun som pre-versjoner, dvs de er ikke formelt godkjent i henhold til standardorganisasjonens godkjenningsrutiner, men de er allerede i bruk for konstruksjon av nye tog.

Litt om innholdet i de ulike deler av EN 45545:

Del 1: Del 1 gir rammeverket for kravutformingen og spesifiserer driftskategorier som skal være av betydning for brannsikkerhetsstandarden. Her opereres med de samme kategorispesifikasjoner som i TSI for SRT, men kategorinavnene er noe avvikende.

I tillegg er spesifisert ulike materielltyper med hensyn til funksjonalitet som:

- A: Materiell for automatiske tog,
- D: Dobbeldekker tog
- S: Sove- og liggevogner
- N: Andre vogntyper (normalmateriell)

Del 1 Annex A gir også en oversikt over antennelsesmodeller det skal tas hensyn til.

Del 2: Del 2 spesifiserer krav til materialvalg og testverdier for interiør og utrustning av ulike materielltyper for ulike driftskategorier. For de driftskategoriene som samsvarer med Kategori A og B fra TSI for SRT er det kun for materielltype sovevogner at kravene avviker.

Del 3: Del 3 gir krav til brannskiller i tog.

Del 4: Del 4 gir krav vedrørende utforming av rullende materiell for persontog for å minske brannrisikoen og sikre evakuering og rømning i en brannhendelse.

Delene 5, 6 og 7 er ikke gjennomgått i denne sammenheng.

3.2.3 Brannteknisk status for rullende materiell i Norge i dag og i framtida

3.2.3.1 NSB:

Flirt: Hovedmateriellet i NSBs framtidige trafikk i Østlandsområdet blir de nye Flirt-togene som er under leveranse fra Stadler Bussnang i Sveits. NSB får i løpet av de nærmeste år levert 50 nye togsett (24 regiontog (Type 74) og 26 lokaltog (Type 75))

•Type 74 (regiontog) har seter for 264 passasjerer
•Type 75 (lokaltog) har seter for 295 passasjerer

I tillegg har NSB opsjon på bestilling av ytterligere 100 Flirt-tog.

De nye Flirt-togene er bygd i henhold til brannsikkerhetskrav i EN-45545 1-7 og tilfredsstiller kravene til Category B tog nevnt i TSI for SRT 1.1.3.2., dvs. alle avvik er formelt behandlet. Dette er materiell som tilfredsstiller de strengeste krav for tunneltrafikk.

Levetid og status for eksisterende materiell i trafikk:

For eksisterende eldre materiell ser NSB for seg følgende status i de nærmeste år og fram mot henholdsvis 2021 og 2031:

Endringer de nærmeste år:

- I 2014 er 69 A/B ute av drift. (69 A/B forsvinner med implementeringen av Type 75.)
- I løpet av de påfølgende år forsvinner også ikke ombygde Type-5, 69D-I, G
- Type 70 vil over tid, dvs. etter ferdigstilt Flirtleveranse, forventes kun å gå i innsatstog, dvs. morgen og ettermiddagsrush henholdsvis til og fra Oslo.
- I 2021forventes følgende materielltyper å være ute av drift:
  - 69D-II og 69C-II
  - Type 92
  - Di 4
  - WLAB-2

Følgende av dagens materielltyper forventes å være i drift fra 2021 med levetid minst til 2031:

- Flirt (Type 74 & 75)
- Type 72
- Type 73A & B
- El 18
- Ombygde/oppgraderte Type B5
- Oppgraderte Type B7
- Type 93

De senere år har NSB brukt store midler på totalfornyelse av store deler av eksisterende materiell. Dette gjelder blant annet passasjervogner av Type 5 og Type 7 samt deler av materiellparken av eldre elektriske og dieseldrevne motorvogner.

Ved oppgraderinger av materiell har man fulgt spesifikasjoner i tidligere Trykk 408 som er en norsk utgave av UIC 564-2.

Forskjell mellom Trykk 408 og UIC 564-2 går på følgende:

- norske tog er halogenfrie med hensyn til kabelisolasjon og andre plastprodukter
- termisk isolasjon skal så langt mulig være ikke brennbar
- testmetodene ved antenning er noe annerledes (men testmetodene er snarere forskjellige enn at den ene er mer konservativ enn den andre).

Man har bare i liten grad data mht. giftighet i røyk fra branntester av interiør og lignende med unntak av for Type-74 og Type-75.

Indre brannskiller:

1. De fleste materielltyper har endedører mot overgang til nabovogn som har 15 min brannmotstandsevne, dvs til sammen 30 min brannmotstandsevne fra en vogn til den neste.

2. For B7 personvogner: Det er endedører mot yttergang, men disse er ikke branndører med testet brannmotstandsevne. Overganger i yttergang mellom to vogner er generelt uten dører. Internt i vogna er det kun seksjonering mellom himling og yttervogn – dvs at uforbrente branngasser kan ikke spre seg fra en ende av kupeen til en annen over himlingen.

I brannen på Hallingskeid sommeren 2011 sto en av vognene i et sett av Type 73 i sin helhet inne i et parti av snøoverbygget som var bygd av betong og var ikke utsatt for ekstern brann-påvirkning. Denne vogna hadde ikke nevneverdig brannskade dvs. brannen spredde seg ikke gjennom vognskillene eller eksternt gjennom vinduer mot den vognen som ikke var utsatt for ekstern brann.

Nødutganger:
I norske tog har man følgende nødutganger:

- Alle dører kan nødåpnes med mekanisk åpningsinnretning
- Type 73 har et stort panoramavindu som kan skyves ut og fungere som nødutgang der Flytogets Type 71 har en dør.
- Alt materiell unntatt Type 93 har også glassknusehammere eller slipplister etc i kupéene for å kunne fjerne vinduer for evakuering gjennom disse.

Type 93 har vinduer som er limt til vognkassen og man får ikke vekk glasset om det knuses, men materiellet har 2 brede dører sentralt plassert i de to vognhalvdelene, og de overholder alle krav til maksimalavstand til rømningsveg.

Overstyring av nødbremse:

Overstyring av nødbrems krever branndeteksjon og kommunikasjon. Dette er installert på alle nye og en del eldre materiell. For øvrig blir det installert i forbindelse med pågående prosjekter på de fleste tog. Innen 2014 skal man ha dette på alt materiell, med unntak av Type 92 og 69 (69C-II har) som i hovedsak trafikkerer strekninger med liten tunnelandel og som uansett skal tas ut av drift innen 2021.

Tog med lokomotiv og vogner vil ikke ta dette i bruk før alt materiell er klargjort. Dette blant annet for å få lik operativ prosedyre på alle tog med lokomotiv og vogner.

Løsing av bremser etter nødbremsing

Ved spenningsløs kontaktledning:

Type 73 har fjærkraftaktiverte parkeringsbremser som går på ved lavt trykk i togets hoved-ledning. I tillegg har materiellet relativt små forrådsbeholdere i trykkluftsystemet. Det kan derfor være problemer å få løst ut bremser etter nødbremsing på Type 73 når kompressor ikke er i drift. Dette gjelder da ved bortfall av kontaktledningsspenning når hele bremseledningen er tømt for trykkluft (ref ulykke på Hallingskeid). Dette gjelder ikke ved normal bremseaktivering og er ikke et generelt problem for andre NSBs tog. Det er heller intet behov for å aktivere nødbremse-funksjon ved bortfall av kontaktledningsspenning.

Ved nødbremseaktivering fra publikumsarealer:

For tog som ikke har system for nødbremsoverstyring kan en løsing av trykkluftbremser som er blitt aktivert gjennom nødbremsehåndtak i publikumsarealer være et problem som forsinker videre ferd, slik det er vist ved enkelte ulykkeshendelser, deriblant Hirschengrabenulykken.

3.2.3.2 Flytoget

Flytogets materiell Type 71 er i stor grad likt med Type 73 og ble levert over samme lest, selv om det er noen mindre forskjeller, spesielt med hensyn til antall dører hvor Type 71 har 2 dører per vogn mens Type 73 har kun en dør per vogn.

Flytogets togmateriell er nylig oppgradert med nye seter.

3.2.3.3 Oppsummering av status for norske tog

På fornyet materiell er det stort sett gjennomført en intern totalfornyelse av alt av innredning og bekledning hvor brannhemmende materialer er brukt. Dette materiellet skiller seg derfor ikke vesentlig fra de krav som stilles i TSI for SRT samt TSI for Loc & Pas eller kravene i EN 45545 1-7. Forskjellen på gamle og nye tog i forhold til TSI-krav for Category B går først og fremst på tilfredsstillelse av spesielle krav for å ivareta evnen til å kjøre ut av tunnelen – ikke brannutviklingskurven i seg selv, men selv uten formell oppfyllelse av Category B krav i TSI vil det normalt være god framdriftsevne ved de fleste branntilløp.

En kan derfor konkludere at for tog som skal være i drift fra 2016 og utover holder innredning og innerbekledning i dagens norske persontog god brannsikkerhetsstandard. De eldre togene er blitt oppgradert med brannhemmende materialer og det er ikke forventet stor forskjell i brannutvikling i en brann i et nytt eller et gammelt tog. I erfarte branner/ branntilløp har man opplevd at stolene ikke har tatt fyr ordentlig, f.eks. på Bratsbergbanen 9.9.2010.

Brannutviklingen vil i stor grad være dominert av bagasjemengde og bagasjeinnhold. På visse strekninger kan innhold i bagasje også være en utfordring.

3.3 Operative forskrifter

3.3.1 TSI for drift og trafikkstyring

Et lite utdrag fra denne TSI er vedlagt i Vedlegg 1.

Blant kravene her er at det i samarbeid med togoperatører og redningsvesen skal utarbeides beredskapsplaner knyttet til håndtering av situasjoner som:

- brann i tog,
- evakuering av tog,
- ulykker i tunnel.

Overordnet samsvarer dette med de krav brannvernloven og “forebyggendeforskriften” stiller i Norge.

4 HISTORISKE ERFARINGER

4.1 Erfaringer fra Norge

4.1.1 Tunnelandel i linjenettet

Det er en omfattende bestand av jernbanetunneler i Norge hvor ca 8 % av jernbanenettets lengde er forlagt i tunneler.

Hvor stor andel av togtrafikken i Norge som går i tunnel er mer utfordrende å beregne. Tradisjonelt har Bergensbanen, Sørlandsbanen og Nordlandsbanens nordre del samt sidelinjer som Flåmsbana hatt stor tunnelandel. Eksempelvis er tunnelandelen bortimot 50 % fra Finse mot Bergen og mellom Kristiansand og Moi på Sørlandsbanen. Østlandet og Trøndelag har tradisjonelt hatt langt lavere tunnelandel, og på Dovrebanen på strekninga Lillestrøm – Trondheim er tunnelandelen bare ca. 2 %.

Siden 1970 tallet med åpninga av Lieråsen tunnel har tunnelandelen rundt Oslo øket eksplosivt med flere nye og lange tunneler som Lieråstunnelen, Oslotunnelen, Romeriksporten, Bærums-tunnelen, Tanumtunnelen og Skaugumtunnelen. På den høyt trafikkerte strekninga Drammen - Lillestrøm er det i dag ca 75 % tunnelandel for hovedparten av togene.

Grove overslag på dagens trafikk i Norge antyder en tunnelandel på over 10 % på utførte persontogkm for landet som helhet og mye over dette for enkelte togtyper i Oslo-området. Spesielt tog som kjører hele eller deler av strekningen Drammen – Lillestrøm på de nybygde dobbeltsporene får høy tunnelandel. Men også på andre strekninger kan det være høye tunnelandeler, som f.eks. Vossebanen mellom Voss og Bergen.

4.1.2 Brannhendelser på tog i Norge

Belastning fra person- og godstogbranner kan bli vesentlig forskjellig og vi ser derfor på disse togtyper hver for seg. Som informasjonskilde for brannhendelser på norske tog har vi brukt følgende kilder:

1. Ulykkesrapporter fra SHT
2. Ulykkes- og driftsforstyrrelsesnotiser fra Norsk Jernbaneklubbs blad “På Sporet”
3. Synergimeldinger for supplerende informasjon i enkelte tilfeller

Registrerte ulykkeshendelser fra kildene over er sammenlignet med Ulykkesstatistikk fra Statens Jernbanetilsyn for å se at antallet ikke avviker for mye. I tillegg er det for hendelsene hentet fra “På Sporet” gjort internettsøk for å framskaffe bekreftende og supplerende informasjon.

I Vedlegg 2 finnes en fullstendig oversikt over brannene.

Persontog

Uprovoserte branner:

Totalt er det identifisert 16 rapporterte brannhendelser i tog over 12 år, dvs brannhendelser som ikke er følgehendelser av annen ulykke eller ekstern brann. Et par av dem er varmgang i aksel-lager som har begrenset brannspredningspotensiale, men kan medføre akselbrudd og avsporing med mulige følgehendelser. Enkelte andre har skjedd i driftspause på vendestasjon eller før settet er kommet i trafikk fra utgangsstasjon. I overkant av en brann i året for persontog i trafikk synes derfor som et rimelig anslag på brannfrekvens i norske persontog.

Trafikkarbeidet med persontog i Norge i perioden 2000 – 2011 har vært ca. 33 mill togkm/år, hvilket gir ca. 400 mill togkm for hele perioden. Med 16 større og mindre branner i perioden gir dette en erfart brannfrekvens på ca. 4 branner per 100 millioner persontog km, dvs. $4 \cdot 10^{-8}$ per togkm.

Av brannene i perioden 2000 – 20111 var det kun brannen ved Valeseter i 2010 som kan sies å ha medført en alvorlig brann i reisendekupé og hvor det ble store materielle skader. De fleste brannene skjedde i teknisk utrustning utenfor passasjeravdeling eller i lokomotiv. Personskade oppsto verken i brannen ved Valeseter eller noen av andre brannene.

Av de 16 brannene var det kun 2 det vil si ca. 13 % som involverte stopp på linja utenom stasjon, og for en av disse hendelsene var det et bevisst valg å stoppe ved en parallell lokal veg nord for Stjørdal stasjon da det ble vurdert at dette var et gunstig sted for evakuering og brannslukking. Erfart frekvens for en hendelse med stopp på linja for persontog blir da 0,5 hendelser per 100 mill togkm, dvs $0{,}5 \cdot 10^{-8}$ per togkm (Se også kapittel 4.4).

Ved de 14 andre uprovoserte brannhendelsene ble enten brannen oppdaget ved stasjon, eller toget kjørte fram til stasjon hvor de reisende ble sluppet av og brannen slukket, enten av togbetjening eller ved hjelp av brannvesenet. Det materiell skadeomfang i hendelsene var generelt små til middels skader.

Blant de materielltyper med flest branner var Type 69 (elektrisk lokaltog anvendt rundt Oslo og Bergen) og Type 92 anvendt i lokaltogene Trondheim – Steinkjer og på Rørosbanen. Begge disse togtypene har begrenset gjenværende levetid. Det samme gjelder mye av det andre materiellet som har vært involvert i persontogbranner i perioden 2000 – 2011, deriblant lokomotivtypene Di4 og El-16. Den siste lokomotivtypen brukes ikke lenger i persontog i det hele tatt.

Faren for utvikling av brann i et togsett er først og fremst en funksjon av driftstid, og ved økt hastighet vil brannrisikoen per togkm gå ned. For nye tunneler med øket hastighetsstandard til minimum 160 – 200 km/h bør derfor brannfrekvensen halveres til $2 \cdot 10^{-8}$ per togkm for å ta høyde for en vesentlig større toghastighet gjennom nye tunneler enn hva som er gjennomsnitts-hastigheten i togframføring på dagens norske banenett.

Godstog:

I perioden 2000 – 2011 har det vært 12 godstogbranner i Norge derav 10 i lokomotiv og 2 i last. Brannhendelser i lokomotiv har omtrent samme maksimale alvorlighetsgrad som hendelser i persontog. Brannhendelser i last er sjeldne og når de skjer skyldes det ofte overslag fra kontakt-ledning, spesielt ved transport av kjøretøyer på åpne vogner. Årsaken til disse brannene er ofte at kontaktledningen er senket gjennom enkelte tunneler eller under overgangsbruer på eksisterende baner. Dette vil ikke være tilfelle for nye tunneler bygd for vesentlig høyere hastighet enn dagens baner. Her vil kl-høyden holdes fast og en eventuell reduksjon gjennom spesielle tunneler vil bli mindre enn dagens tillatte minimum.

4.2 Erfaringer fra Europa (EU-27)

4.2.1 Tunnelandel på linjenettet i Europa

Tunnelandelen på linjenettet i Europa varierer mye. Fjell-land som Sveits, Østerrike og Italia har omtrent 10 % tunnelandel på sine nett, mens den ligger mye lavere i land som Tyskland, Spania,

Polen, Frankrike, Nederland og Belgia, samt våre nordiske naboland. Men også i land som Spania, Tyskland, Danmark og Nederland er det i de senere år bygget mange og lange tunneler på enkelte av de nye høyhastighetsbanene. I tillegg er det lange tunneler på S-tognettet i flere tyske byer.

Det er derfor rimelig å anta en tunnelandel for persontrafikken i Europa (EU27 + CH + No) på i størrelsesorden 3-4 % av antall persontogkm.

4.2.2 Eurostat data

Eurostat, EUs offisielle statistikkorgan, har en statistikkdatabase hvor man kan trekke ut ulike typer statistisk informasjon over trafikknivå, transportarbeid og ulike typer ulykker på jernbaner i Europa (EU-27), Norge, Sveits, og en del kandidatland. Datamaterialet i databasen går i hovedsak tilbake til 2004, men det er publisert en del statistikkmateriale som går lenger tilbake på visse områder. Ut fra det statistikkmaterialet som eksisterer synes generelt brannulykker i tog å være sjeldne og konsekvensene er stort sett begrensede. Det synes heller ikke å være noen markert forskjell med hensyn til brannhendelser i og utenfor tunnel.

Noen data er som følger:

- Antall persontogkm i EU-27 i 2009: 3500 mill togkm
- Persontrafikkarbeid med persontog i EU-27 i 2009: $396 \cdot 10^9$ personkm
- # drepte i jernbanetrafikken i EU-27 (årlig gj.sn 2008 – 2010) 1406 personer
- # jernbanepassasjerer drept i EU-27 (årlig gj.sn 2008 – 2010) 65 personer
- # hendelser med brann i rullende materiell (gj.sn 2008 – 2010) 46 hendelser
- # dødsbranner i persontog i EU-27 (årlig.gj.sn 2001 – 2010) 0,2 hendelser[2]
- # omkomne passasjerer pga brann i persontog i EU-27 (årlig gj.sn 2001 - 2010) 2 personer[2)]

Ut fra ovennevnte tall kan man beregne en del risikotall for perioden 2000 – 2010 som følger:

- Generell ulykkesdødsrisiko for passasjerer i persontog i EU-27: $0{,}16 \cdot 10^{-9}$ per personkm
- Dødsrisiko for reisende pga uprovoserte branner i persontog i EU-27: $0{,}5 \cdot 10^{-11}$ per personkm
- Antall branner per togkm: $1{,}3 \cdot 10^{-8}$
- Prosentandel av Eurostat-registrerte togbranner hvor det har vært omkomne: 0,4 %, altså ca. 1av 250 branner.

Eurostat får sitt materiale fra nasjonale statistikkorganer eller fra nasjonale jernbanemyndigheter gjennom ERA.

4.2.3 Data fra European Railway Agency (ERA) 1980 – 2011

ERA (European Railway Agency) har en database med informasjon om jernbaneulykker i Europa i perioden. I databasen er informasjon om 402 togulykker i Europa (EU27 +CH+No) i perioden 1980 – 2011 hvor det har vært 4 eller flere døde. Etter forespørsel fra DNV gjorde ERA et søk på

[2] Dødsbrannene i persontog i Europa perioden 2001 – 2010 gjelder begge sovevogner i nattog i Nancy, Frankrike og Cherven Briag, Bulgaria med henholdsvis 12 og 9 omkomne. I perioden er det så langt vi kjenner til ikke registrert uprovoserte branner i tog i tunnel som har medført omkomne.

tunnelhendelser i databasen og ERA kom opp med totalt 3 tunnelhendelser hvorav 1 skjedde like utenfor en tunnel. Dette er mindre enn 1 % av det totale antall togulykker i den samme databasen. Sett i lys av at 3-4 % persontogtrafikken er vurdert å foregå i tunnel tyder dette på at togtrafikken i tunneler er mindre ulykkesutsatt en togtrafikk utenfor tunnel. Dette er hva som kan forventes siden det ikke finnes planoverganger i tunnel og kun et mindre antall sporveksler. Den ovennevnte databasen er den samme som ligger til grunn for FN-kurvene som presenteres i kapittel 4.2.4.

Ulykker fra ERA sin database som omfatter jernbaneulykker med 5 eller flere dødsfall i EU-27 + CH + No i perioden 1990 – 2009 er publisert i en liste over "Serious railway accidents in Europe 1990 – 2009". Listen omfatter 99 ulykker og er finnes i Vedlegg 3.

I disse 99 ulykkene er det totalt omkommet 974 personer som fordeler seg som følger på de 2 årtier som listen omfatter:

- 1990 – 99: 632 dødsfall
- 2000 – 09: 342 dødsfall

Det tyder på en vesentlig bedring av sikkerheten fra 1990 årene til det første tiår i dette årtusen. De hyppigste ulykkene, og blant de som har medført flest tap av menneskeliv, er sammenstøt mellom tog og planovergangsulykker. I tillegg er det et betydelig antall påkjøring av personer i sporet, men disse er ikke så hyppige i tunnel. Når det gjelder uprovoserte branner i tog generelt og følgebranner av jernbaneulykker i tunnel gir listen følgende informasjon:

Uprovoserte branner i tog generelt:

Med uprovoserte branner menes branner som oppstår pga. teknisk feil eller anstiftes av reisende i et tog, men ekskluderer branner som er framprovosert av annen jernbaneulykke som sammenstøt eller avsporing. Når det gjelder uprovoserte branner i tog generelt finnes følgende hendelser på listen med 5 eller flere dødsfall:

- 6. nov. 2002, Nancy, Frankrike: Brann i sovevogn på nattog fra Paris til Wien med 12 omkomne pga røykforgiftning og 9 lettere skadet av røykeksponering.
- 29. feb. 2008, Cherven Bryag: Det bryter ut brann i en liggevogn på nattog fra Sofia til Kardam som sprer seg til nabosovevognen. Det tar over 3 timer å slukke brannen. Det er rapportert 9 omkomne og 10 skadde.

I perioden 1990 – 2010 er det ingen uprovoserte branner i tunnel med 5 eller flere dødsfall ifølge ERAs ulykkesliste. For branner med 4 omkomne eller flere i perioden 1980 – 2009 vises til kapittel 4.2.4.

Følgebranner[2)] i tunnel:

Med følgebrann forstår vi branner som oppstår som følge av annen jernbanehendelse som sammenstøt og avsporing eller lignende. Når det gjelder annen jernbaneulykke som har medført brann er det en hendelse i perioden 1990 – 2010 som har skjedd i tunnel og medført 5 eller flere dødsfall:

- 2. aug. 1993, Vega de Anzo, Spania: Et lokalt motorvogntog med reisende kolliderte med et godstog med kull i en relativt kort tunnel i provinsen Asturias i Spania i nærheten av stasjonen Vega de Anzo på FEVEs banenett med 1000 mm sporvidde. Etter ulykken oppsto brann i persontoget. 12 personer omkom og 7 ble skadet. Vi er ikke kjent med hvordan ofrene fordeler seg på kollisjonsskadde og brannskadde.

4.2.4 FN-kurver for perioden 1980 -2009

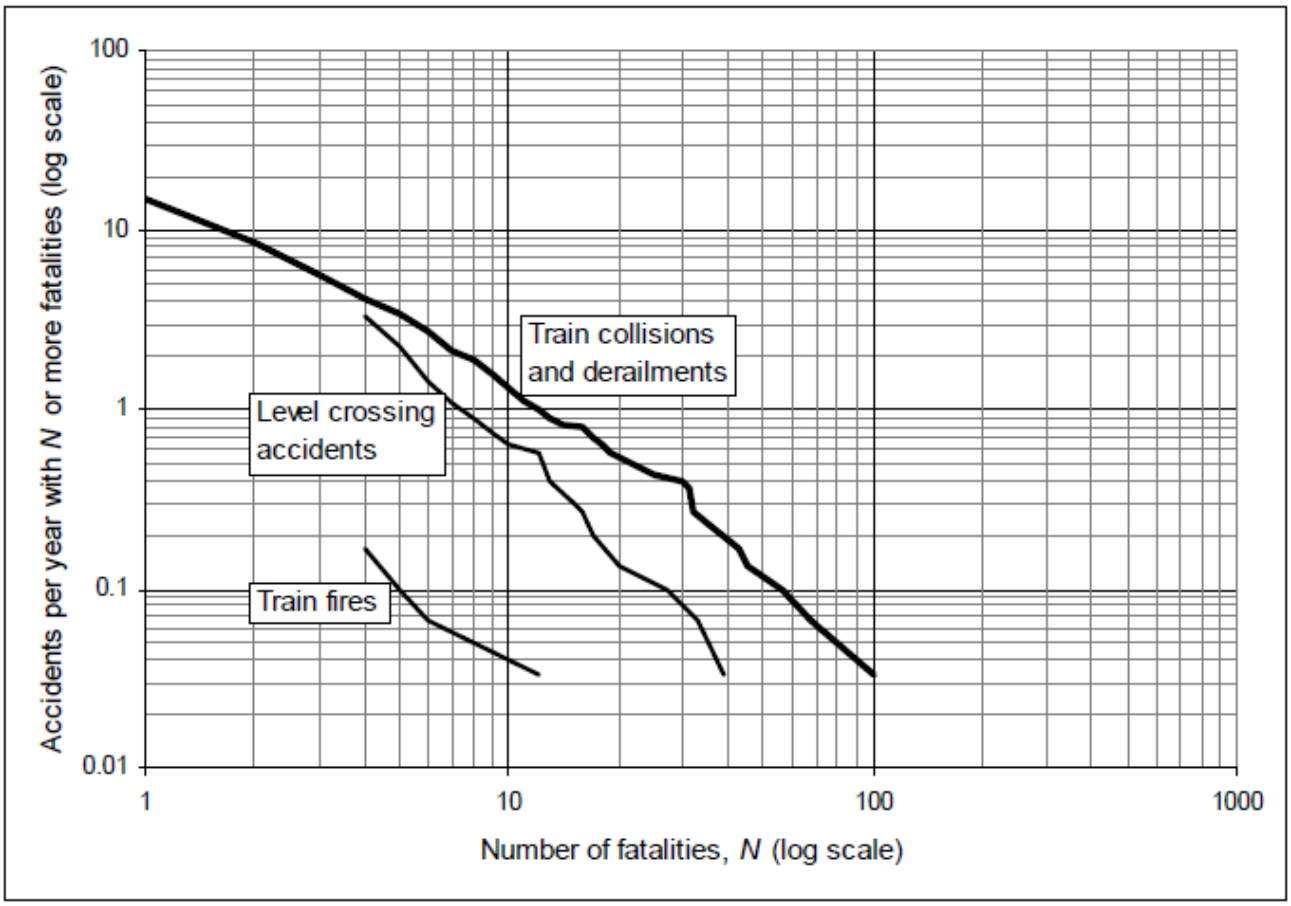
Professor emeritus Dr Andrew W Evans har skrevet artikler og foredrag om hyppighet av dødsulykker på europeiske jernbaner og Dr Evans har i den anledning utarbeidet FN-kurver for hendelser med 4 eller flere døde i jernbaneulykker i EU-27 samt Norge og Sveits i perioden 1980 - 2009. FN-kurvene viser hyppighet av ulykker over et vist konsekvensnivå for ulike ulykkeskategorier. Figur 4 nedenfor viser FN-kurver for tre ulike ulykkeskategorier, dvs. planovergangsulykker, sammenstøt & avsporing og togbranner.

Gjennom kontakt med forfatteren har vi fått informasjon om at FN-kurven for branner i tog er basert på følgende hendelser:

- 29. feb. 2008, Cherven Bryag, Bulgaria: Ved midnatt bryter det ut brann i en liggevogn med 35 reisende på nattog fra Sofia til Kardam som sprer seg til nabosovevognen med 27 reisende. Det tar over 3 timer før brannen er slukket. Det er rapportert 9 omkomne og 10 skadde.
- 6. nov. 2002, Nancy, Frankrike: Brann i sovevogn på nattog fra Paris til Wien med 12 omkomne pga røykforgiftning og 9 lettere skadet av røykeksponering.
- 24.mai 1999, Galleria de Santa Lucia, Salerno, Italia: Brannstiftelse gjennom røykbomber eller bengalsk belysning i fotballsupportertog på veg fra Piacenza til Salerno. 4 ungdommer omkom om bord på toget mellom stasjonene Nocera Inferiore og Salerno mens toget var på veg gjennom Santa Lucia tunnelen.
- 8.jan. 1982, en psykiatrisk pasient satte fyr på sengetøy i en sovevogn på Sørlandsbanen mellom Nelaug og Kristiansand. Brannen ble oppdaget før ankomst Kristiansand og toget stoppet ved Dalane for evakuering. 4 reisende i sovekupé omkom i brannen. I følge noen kilder pga misforståelser rundt evakueringen. Etter hendelsen er norske sovevogner utrustet med branndeteksjon og brannalarm.

En 5. togbrann med 5 oppgitte omkomne var i utgangspunktet også basis for professor Evans FN-kurver, men nærmere undersøkelser, blant annet en artikkel fra El Pais' sine arkiver, har vist at hendelsen kun tok 2 menneskeliv og ikke 5 som først var rapportert i media. Professor Evans har sagt seg enig i det. Kurven for togbranner i Figur 4 skal derfor være noe lavere for hendelser med 5 eller færre omkomne

Konklusjonene fra ovennevnte hendelser er at i perioden 1980 – 2009 var det ved europeiske jernbaner (EU-27 samt Norge og Sveits) 4 brannhendelser i tog som medførte 4 eller flere omkomne. Totalt omkom 29 personer i disse hendelsene. Tre av hendelsene med totalt 25 omkomne var branner i nattog hvorav ingen i tunnel. Den 4. brannhendelsen skjedde i et fotballsupportertog i Italia på veg hjem fra tapt fotballkamp mens dette passerte en tunnel før Salerno stasjon. Heller ikke her ble folk evakuert i tunnelen.



Figur 4: FN-kurve for togulykker i Europa (EU27 + CH + NO) for ulike ulykkesårsaker

4.2.5 DNVs egen informasjonsinnsamling om brannhendelser i jernbane og metrotunneler

I forbindelse med dette prosjektet og tidligere prosjekter har Det Norske Veritas samlet informasjon om ulykker og hendelser i jernbane og T-banetunneler på verdensbasis. En oversikt hvor alle hendelser tilbake til 1972 er vedlagt i Vedlegg 4. Vi har ingen intensjon om at dette er en fullstendig oversikt som inkluderer alle brannulykker i tunneler for jernbane og metro (T-bane) fra 1972 og fram til i dag, men vi mener at de mest alvorlige er med, og at oversikten er rimelig fullstendig for alvorlige ulykker, inkludert brannhendelser i europeiske jernbanetunneler, etter år 2000. Oversikten er nok vesentlig mindre fullstendig når det gjelder brennende tog som har kjørt ut av tunnel og hvor ingen er blitt skadet.

Totalt er det i Vedlegg 4 listet 54 jernbanehendelser og 90 hendelser i metro og kabelbaner i tunnel.

4.2.5.1 Jernbaneulykker i hele perioden 1972 - 2012

Nedenfor er en oppsummering over hendelsene på konvensjonelle og nybygde høyhastighets-jernbaner.

Persontog involvert (33 hendelser):

- Togkollisjoner uten følgebrann: 9 ulykker (64 døde/298 skadde)
  med følgebrann: 1 ulykke (12 døde/7 skadde)

- Avsporing uten følgebrann: 3 ulykker (4 døde/121 skadde)
  med følgebrann: 1 ulykke (0 døde / 40 skadde)
- Strukturell kollaps: 1 ulykke (108 døde/80 skadde)
- Uprovoserte og påsatte togbranner: 9 ulykker (32 døde og 700+ skadde)
  Kjørt ut av tunnel 5 hendelser (4 døde /9 skadde)
- Brann i infrastruktur (Schiphol) 1 hendelse (0 døde/ 0 skadde)
- Terror (bombesprengning): 1 ulykker (17 døde/120 skadede)
- Mistet dør påkjørt av annet tog: 2 hendelser (0 døde / 6 skadede)

Godstog, Ro-La-tog[3)] og arbeidstog (ingen persontog involvert) (21 hendelser):

- Kollisjoner uten følgebrann: 3 ulykker (1 død/0 skadde)
  med følgebrann: 1 ulykke (7 døde /? skadde)
- Avsporing uten følgebrann: 1 ulykke (0 døde /0 skadde)
  med følgebrann: 4 ulykker (6 døde[4)] / 50 skadde)
- Uprovoserte togbranner: 9 ulykker (4 døde[4)] og 35 skadde)
  Herav i last: 5 ulykker (4 døde / 35 skadde)
- Påkjørsel av personer i tunnel: 2 ulykker (10 døde / 3 skadde)
- Brennende tog kjører ut: 1 ulykke (0/0)

Oversikten viser at det er et bredt spekter av ulykker som har skjedd i jernbanetunneler verden over, men andre ulykkestyper enn branner dominerer dødstallene.

Ser man på situasjonen i jernbanetunneler fra 2000 og fram til i dag som kan være mer representativt for framtidas tog med hensyn til brannsikkerhetsstandard både for tog og tunnel har vi ikke identifisert branner i tog i tunnel på jernbane som har medført tap av menneskeliv.

4.2.5.2 Metro og kabelbanetunneler (1972 – 2012)

Nedenfor er en oppsummering av de 90 ulykkene i metro og kabelbanetunneler i perioden 1972 – 2012:

- Kollisjoner uten følgebrann: 18 ulykker (85 døde og 1283 skadde)
- med følgebrann: 0 ulykker (0 døde og 0 skadde)
- Avsporing uten følgebrann: 15 ulykker (53 døde / 583 skadde)
  Med følgebrann 0 ulykker (0 døde/0 skadde)
- Uprovoserte branner:
  Kortslutning: 20 ulykker (295 døde / 773 skadde)
- Annen brannårsak: 15 ulykker (353 døde/265 skadde)
- Terrorattakk: 18 ulykker (184 døde/1700 skadde)
- Annet: 4 ulykker (92 døde/210 skadde)

Generelt er det vesentlig flere branner som skyldes overslag og lysbue i metrosystemer. Dette skyldes store driftsstrømmer pga. lavere spenning og problemer med å lage overvåkning som greier å oppdage overslag og lysbuer.

Dødstallene domineres i meget stor grad av terrorhendelser og 3 alvorlige brannhendelser med store tap av menneskeliv. Dette gjelder hendelsene i Baku i Azerbaidjan (1995), Kitzsteinhorn i Østerrike (2000) og Taegu i Sør Korea (2003). De store tap av menneskeliv i disse hendelsene

[3] Med Ro-La-tog (Rollende Landstrasse) forstår vi transport av lastebiler som kjøres om bord på toget og hvor lastebilsjåførene følger med toget i egen vogn. Lastebilpendlene i Kanaltunnelen er av denne type.
[4] Det er spesielt to hendelser i Kina som har resultert i tap av menneskeliv og skadde i disse gruppene. Kilder gir varierende antall ofre og ofrene omfatter redningspersonell og i en av hendelsene også beboere utenfor tunnelen.

skyldes i like stor grad svakhet knyttet til mulighet for evakuering av toget i en krisesituasjon som utforming av tunnelen. Hendelsene er nærmere omtalt i kapittel 4.3.2.

4.3 Beskrivelse av noen av hendelsene

4.3.1 Hendelser i jernbanetunneler

Hokuriku (1972):

En alvorlig tunnelbrann skjedde i 1972 i Japan i Hokuriku-tunnelen (13,9 km) hvor det brøt ut brann i en restaurantvogn i et nattog med totalt 15 vogner. Tunnelen har dobbeltspor med smalsporprofil og ligger i stigning i kjøreretningen for det aktuelle toget. Det begynte å brenne i spisevogna og toget ble bevisst stoppet av togpersonalet ved å bruke nødbremsen straks brannen ble oppdaget. Dette var i henhold til togselskapets prosedyrer for håndtering av slike situasjoner. Stoppen skjedde 5,3 km inne i tunnelen. Planen var å slukke brannen og/eller koble av de bakerste vognene inkludert den brennende vognen slik at resten av toget kunne fortsette ut.

Slukningsforsøket blusset opp brannen og den lot seg ikke slukke. Etter at de 5 siste vognene med den brennende restaurantvogna var koblet fra og resten av toget var trukket fram ca. 1,5 km forsvant spenningen i kontaktledningen. Dette skjedde enten pga avbrent kontaktledning fra spisevognbrannen eller overslag pga. redusert isolasjonsevne i lufta pga. stor røykkonsentrasjon. Toget kom seg deretter ikke videre. Røyken kom strømmende oppover tunnelen og omhyllet vognene. I en røykfylt tunnel uten belysning og med ca. 7 km å gå til tunnelportalen i motsatt ende ble rømning av tunnelen svært vanskelig. Kommunikasjonshjelpemidlene var også dårlige. Et tog i motsatt retning måtte snu pga. den sterke røyken etter å ha plukket opp noen evakuerende fra det brennende toget. Effektiv redningsassistanse kom først mange timer senere. Av togets ca. 760 reisende omkom 30 av CO-forgiftning og mange ble skadet. Det er i enkelte kilder oppgitt så mange som 700, men dette er nok i hovedsak alle som ble undersøkt for mulig røykforgiftning etter brannen. Noen kroppslige brannskader hadde neppe oppstått siden de reisende befant seg i vogner 1,5 km fra brannstedet.

Manglende sikkerhetstiltak i tunnelen, ikke minst manglende belysning og rømningsutganger, skapte kritikk etter ulykken. Det er liten informasjon on brannsikkerhetsstandarden til den brennende spisevognen.

Det hadde sikkert også vært gunstig å kjøre toget ut av tunnelen i stedet for å stoppe inne i den. Så lenge toget var i bevegelse var det relativt liten fare for bortfall av kontaktledningsspenningen.

Hirschengrabentunnel (1991):

Det ble observert brann i nest siste vogn i et 6 vogns lokaltog, på linje S9, ca. kl. 20.30 da toget forlot Zürich Hbf og kjørte inn i Hirschengrabentunnelen. Brannen var sannsynligvis anlagt i en lite besatt vogn. Noen aktiverte nødbremsen og toget stoppet omtrent midtveis i tunnelen. Farevarsellys ble tent i fronten av toget. Tunnelen er dobbeltsporet og totalt 2148 m lang, men avstanden i tunnelen mellom de underjordiske plattformene ved Zürich Hbf og Stadelhofen stasjon er ca. 1,4 km. Klokken 20.35 ble flammer observert utenfor den brennende vognen og tunnelen ble snart fylt med røyk som strømte framover i togets kjøreretning. Rømningsavstand til portalene var ca. 500 -800 m. Det tok ca. 2 minutter fra toget stoppet før evakuering og rømning ble initiert i retning Stadelhofen stasjon. Før den tid ble de reisende oppfordret til å holde seg ombord.

Omtrent samtidig med at tog S9 stoppet i tunnelen entret et tog på linje S5 tunnelen i motsatt retning fra Stadelhofen stasjon. Lokføreren så farevarsellysene fra det brennende toget og stoppet før det kom helt på høyde med dette. Etter ca. 4 min begynte S5-toget å kjøre sakte tilbake mot Stadelhofen. Etter 100 m stopper toget for å ta opp rømmende passasjerer fra tog S9. En stund etter falt kontaktledningspenningen bort og toget ble stående. Alle passasjerer ble bedt om å evakuere S5- toget og rømme ut av tunnelen til fots. Brannvesen og redningspersonell var til stede ved tunnelportalen 10 min etter at det brennende toget stoppet. Deres oppgave var i første omgang å rettlede og hjelpe de sist evakuerende. Alle greide å komme seg ut på egne ben, men 20 personer som hadde satt seg ned i tunnelen fikk hjelp av brannvesenet. Ingen trengte å bæres ut. Siste reisende var ute av tunnelen ca. 20 - 25 minutter etter at det brennende toget hadde stoppet.

Etter at det var klart at alle hadde rømt i retning Stadelhofen ble røykavsug startet i rømnings-sjakten ved Hirschengraben. Dette minsket røykspredningen i retning Stadelhofen. Det var vanskelig å kommet til for å slokke brannen inne i tunnelen og togsettet ble etter noen timer trukket tilbake til Zürich Hbf hvor sluttslokking foregikk. Flere av vognene var da helt utbrent. En av brannmennene ble røykskadet og kjørt til sykehus hvor han var i 2 dager. Tunnelen ble åpnet for trafikk etter 30 timer.

Totalt i begge de berørte togene var det ca. 140 reisende, og 58 ble opplyst røykpåvirket og tatt til behandling. Ingen ble alvorlig skadet. Toget som brann var av gammel type og var ikke utrustet med mulighet for å overstyre nødbremseaktivering.

Galleria Santa Lucia, Salerno

Et fullsatt tog med tapende fotballsupportere var på veg hjem fra Piacenza til Salerno. Toget hadde 13 vogner og 1100 – 1500 passasjerer. Det hadde vært mye bråk ombord og vogner var avlåst for å unngå unødig ferdsel gjennom toget. Ved stasjonen Nocera Inferiore ble det trukket i nødbremsen og toget fikk et opphold hvor mage av de verste bråkmakerne gikk av toget. Vinduer i toget ble knust og like før toget avgikk for Salerno gjennom den 10 km lange Santa Lucia-tunnelen ble det kastet røykbomber og/eller “bengalsk belysning” inn i en av vognene. Det oppsto brann i vognen som utviklet seg mens toget kjørte gjennom tunnelen. Hendelsen skjedde i en lang tunnel (10,3 km) og deler av toget stoppet i tunnelen før hele toget ble trukket inn på stasjonen i Salerno. Det var ingen organisert evakuering i tunnelen, og tunnelen var derfor kanskje ikke av vesentlig betydning for utfallet av hendelsen. Enkelte personer i den branutsatte vognen hoppet ut av vinduer mens toget ventet på å få kjøre inn på Salerno stasjon med hele toget. 4 personer omkom i vognen som brant.

Zimmerberg (2006)

Pga feil i elektrisk utrustning i Tog 157 (ETR 470) utviklet det seg til en utstyrsbrann under bakre del av tog like etter innkjøring i Zimmerberg basistunnel (9,4 km). Feilen som forårsaket brannen medførte også utfall av hovedbryter som ikke lot seg gjeninnkoble uten at det skjedde umiddelbar utkobling. Når hovedbryteren koblet seg ut hadde toget en hastighet på 78 km/h. På grunn av stigning i tunnelen og manglende traksjon kom toget til stopp litt over midtveis i tunnelen. Ved evakuering av toget delte de reisende seg i 2 grupper, ca. 25 evakuerte gjennom nødutgang Lätten som lå 200 m bak toget. Ca. 95 reisende gikk framover i togets kjøreretning og evakuerte tunnelen gjennom nødutgang Klichberg som lå 1750 m foran toget. Avstanden mellom rømnings-utgangene på denne delen av tunnelen var ca. 2 km. Tunnelen er ikke utrustet med ventilasjon, noe som kanskje var gunstig i hendelsen siden ventilasjon kan ha øket brannintensiteten.

Brannen i bakre del av toget gjorde det vanskelig for de fleste reisende å rømme i retning den nærmeste nødutgangen ved Lätten, men mått rømme i retning Klichberg. 3 reisende ble brakt til sykehus for undersøkelser, men ingen alvorlige personskader oppsto.

I den første del av ulykkesforløpet ble 2 tog sendt gjennom tunnelen i motsatt retning på nabospor og kunne observere flammer under vogn 8 i ulykkestoget .

Kanaltunnelbranner (1996, 2006, 2008):

Gjennom Kanaltunnelen mellom Frankrike og England transporteres lastebiler i spesielle lastebil-pendler hvor lastebilene kjøres direkte opp på toget hvor de parkeres og forlates. Sjåførene følger med toget i en spesiell betjeningsvogn hvor de tilbys mat og drikke. Lastebilpendeltogene er lange og har stort profil, ikke minst sett i forhold til tunneltverrsnittet.

Det har vært 3 brannhendelser i disse togene i henholdsvis, 1996, 2006 og 2008. Sett i forhold til andre godstog er dette en hyppighet av brann i last som ligger mye høyere enn det som er erfart fra andre godstog i Europa. Dette skyldes nok i stor grad transportopplegget hvor man tar hele lastebilen ombord like før togavgang. Alle hendelsene synes å være forårsaket av feil eller branntilløp som var tilstede når lastebilen ble kjørt ombord.

Hendelsene i 1996 og 2008 var svært alvorlige, spesielt med hensyn til materielle skader på tog og infrastruktur. Ingen personer er omkommet eller blitt alvorlig skadet i noen av brannene. Men brannutviklingen har gått raskt og ført til sterk brannspredning langs toget, hjulpet av et relativt trangt tunneltverrsnitt sett i forhold til togstørrelsen. I enkelte av hendelsene har det også periodevis, etter at personer var berget og før brannvesenet var klar til å rykke inn i tunnelen, vært overdreven ventilasjon.

I de alvorlige hendelsene i 1996 og 2008 hadde ventilasjonen også lite å si for evakueringen av toget. De reisende, var i hovedsak, overført til rømningstunnelen før den supplerende ventilasjonen ble aktivert. Dog hjalp den kanskje lokomotivføreren i 1996-hendelsen samt et fåtall personer som i utgangspunktet hadde gått feil i 2008-hendelsen.

Målinger av brannintensitet har selvfølgelig ikke blitt gjort i noen av kanaltunnelbrannene, men det har i ettertid, basert på informasjon om brannforløp, blitt indikert brannintensiteter på opp mot 200 – 400 MW eller mer. Av tunneltverrsnitt og oksygentilgang er det tvilsomt om dette kunne vært opprettholdt over lengre periode. På grunn av ventilasjonen gikk brannspredningen raskt i begge retninger etter hvert som hendelsen skred fram i følgende faser:

- I fasen hvor det brennende toget kjørte i tunnelen var det, sett fra togets side, en kraftig ventilasjon forfra og bakover. Vognkonstruksjonen gir en tendens til at røykgasser i større grad spres internt i toget i stedet for ut til siden av toget.
- I neste fase etter at toget har stoppet vil den store mengde luft som finnes i toget og den generelle luftbevegelse i tunnelen medføre at sett fra togets side vil luft og røykgasser strømme i motsatt retning av hva de gjorde mens toget kjørte.
- Når ventilasjonen startes vil luften ventileres fra front og bakover og ventilasjons-retningen sett fra toget vil igjen være slik den var mens toget kjørte i tunnelen. I hendelsen i 2008 ble det i denne fasen kjørt sterkere ventilasjon enn nødvendig og ønskelig og det bidro til en større brannspredning enn ved noe mindre ventilasjonshastighet.

Lastebilpendlene har kjørt henholdsvis 19 km, 20.5 km og minimum 7,7 km fra brannen startet eller ble oppdaget til det ble foretatt en kontrollert stopp av toget ved en av nødutgangene. I

undersøkelsesrapporten etter hendelsen i 2008 anbefales det at man revurderer beslutningen om at tog i brann i tunnelen skal stoppes kontrollert ved en nødutgang. Bakgrunnen synes å være at man mener ulykkestoget i 2008 kunne kommet ut av tunnelen og dermed minsket skadeomfanget.

Brennende tog kjører ut av tunnel:

Den primære rømningsvei for reisende om bord i tog som brenner i en tunnel er at toget kjører ut av tunnelen med de reisende om bord. Ulykkesrapporter fra togbranner i tunnel blant annet i Sveits og Danmark viser også at dette er en vanlig strategi som gjennomføres med stor suksess i mange av hendelsene. Også ved de fleste persontogbranner på åpen linje i Norge er toget kjørt fram til stasjon for evakuering av de reisende, enten fordi brannen er oppdaget ved en stasjon, eller fordi dette var et bevisst valg av togpersonalet. Utkjøringsstrategien har sine lengde-begrensninger, men disse blir mindre etter hvert som flere tog tilfredsstiller Kategori-B kravene i TSI for SRT som krever at framdriftsevnen skal opprettholdes i 15 min.

Her er en kort oppsummering av noen hendelser som har skjedd etter år 2000 som vi har fått kjennskap til:

- 2009.07.26 Wushaoling tunnel (21 km), Kina. I tunnelen ble det oppdaget brann i lokomotivet i toget med 1700 passasjerer. Toget ble stoppet og lokomotivet umiddelbart koblet fra toget og kjørt ut av tunnelen for brannbekjempelse. Brannen ble slukket av brannvesenet. http://news.sina.com.cn/c/2009-07-27/022018301547.shtml
- 2007.06.13 Storebælttunnelen (8,6 km), Danmark. Det ble oppdaget brann fra undersiden av toget før toget kjørte inn Storebælttunnelen kl 18.44. Toget fortsatte gjennom tunnelen, over Sprogø og Vestbroen til Nyborg stasjon. Brann og røykutviklingen økte under forløpet og ved passering over Sprogø og Vestbroen hindret røyken utsikt fra togets vinduer. Brannvesenet ble bestilt til Nyborg stasjon hvor toget ankom 18.55, etter å ha kjørt over 20 km med brann i toget. Noen minutter etter kom brannvesenet og slukket brannen. 200 reisende ble sikkert evakuert i Nyborg. *Granskningsrapport fra Havarikommissionen i Danmark.*
- 2005.11.04 Lötschberg tunnel (14,6 km), Sveits. Like etter innkjøring i Lötschbergtunnelen kl. 07.16 oppdaget føreren at det brant på taket av lokomotivet og hastigheten var ca. 120 km/h. Straks føreren oppdaget brannen ringte han togleder og ba om en fri rute ut av tunnelen og inn til Goppenstein stasjon. Traksjonspådrag ble beholdt til toget hadde passert høybrekket i tunnelen. Da ble alt pådrag slått av. Toget hadde en hastighet på 111 km/h ved innkjørsignal til Goppenstein før utløpet av tunnelen. Klokken 07.23 ankom toget Goppenstein stasjon i et spor tilpasset evakuering av de reisende og brannslukking. Lokomotivføreren ble sendt til observasjon for røykforgiftning ved det lokale sykehus. Han ble skrevet ut dagen etter og var i umiddelbar tjeneste deretter. http://www.uus.admin.ch/php/udetail.php?id=162&lang=de
- 2005.10.26 Gotthard tunnel (15 km) Gotthard line, Sveits. Overslag fra kontaktledningen antente en lastebil i et RoLa-tog (Rollende Landstrasse) fra Milano til Singen kl 15.29 før det kjørte inn i Gotthardtunnelen. Brannen ble ikke oppdaget av togpersonalet på det berørte toget, men brann ble rapportert fra motgående tog og personer langs linjen. Toget ble stoppet ved Pfaffensprung nord for Wassen kl 15.51 ca. 30 km etter antennelsesstedet og brannvesenet ble tilkalt for slukking. Spenningen i kontaktledningen over toget forsvant etter at toget var stoppet. http://www.uus.admin.ch/pdf/4020513.pdf http://www.feuerwehr-schweiz.ch/index.php?module=News&func=display&sid=516
- 2004.07.14 Lötschberg tunnel (14,6 km), Sveits. I et persontog oppsto brann på taket av lokomotivet som følge av kortslutning over isolatorene. Kontaktledningsspenningen forsvant og magnetskinnebremsene gikk på. Føreren senket strømavtageren, deaktiverte magnetskinne-

bremsen og toget rullet ut av tunnelen og inn på Goppenstein stasjon i god hastighet. Der ble toget evakuert og brannvesenet kom og slukket brannen. Hendelsen i 2004 var mindre alvorlig enn hendelsen i samme tunnel året etter siden toget hadde relativt kort strekning ut av tunnelen. http://www.uus.admin.ch/php/udetail.php?id=84&lang=de

- 2001.03.05 Jerpetjern tunnel (1,8 km) m.fl, Norge. Et ekstra godstog (8311) med militært utstyr fra Kongsberg til Larvik, deriblant beltevogner ankom, Nordagutu stasjon med stor brann. Totalt 5 militære beltevogner var sterkt brannskadet, hvorav 4 helt utbrent. Strekningen Kongsberg – Nordagutu har mange tunneler hvorav Jerpetjern tunnel er den lengste med 1762 m. Toget avgikk Kongsberg kl. 00.30 og 6 min senere kom den første automatiske spenningsutkobling som ble etterfulgt av flere. Det er antatt at det har skjedd overslag fra kontaktledning mot beltevogner som har medført antenning. Flere tunneler ved Saggrenda stasjon ca. 5-8 km fra Kongsberg stasjon har lav kontaktledningshøyde og det er grunn til å tro at antennelsen kan ha skjedd her. Ved Holtsås ca. 5 km før Nordagutu ble toget observert brennende av naboer til jernbanelinja. Total lengde Saggrenda – Nordagutu er 40 km. Etter at toget stoppet ved Nordagutu brant kontakttråd og bæreline av relativt raskt. *JBV. Synergi Saksnr 6978.*

4.3.2 Metro- og kabeltunnelhendelser i Baku, Kitzsteinhorn og Taegu

Hendelsene ved henholdsvis metroen i Baku i 1995 (289 omkomne), metroen i Taegu i 2003 (198 drepte) og kabelbanetunnelen til Kitzsteinhorn i Østerrike i 2000 (155 omkomne) er de mest alvorlige hendelser i banetunneler, i alle fall i fredstid i de senere år.

Det som er felles for alle disse hendelsene er at det store flertall av omkomne ble funnet inne i togene. Det alvorlige omfang av disse hendelsene skyldes derfor først og fremst sviktende muligheter for evakuering av tog i brann og i mindre grad manglende sikkerhetsutrustning i tunnelene. Vi anser derfor ikke disse hendelsene som særlig representative for branner i moderne tog i moderne jernbanetunneler.

Noen sentrale fakta for disse hendelsene er:

Baku, 28 oktober 1995: Ulykkestoget i Baku var svært fullsatt med over 1200 – reisende reisende på 5 vogner. Toget stoppet mellom stasjonene Uldus og Narimanov på grunn av en kortslutning i vogn 4 mellom strømskinne og deler av vognen. Dette forårsaket også brann og lysbuen sto lenge og brant før spenningen ble koblet ut. Et rør tilhørende trykkluftsystemet som opererer dørene ble brent hull på og trykkluften forsvant. Normal døråpning fungerte derfor ikke, men dørene kunne åpnes manuelt ved å presses til siden, men dette lot seg vanskelig gjennomføre siden alle reisende presset mot dørene. Evakueringen måtte i stor grad skje gjennom gavldører til nabovogn og ut gjennom et fåtall sidedører som lot seg åpne eller ved å knuse vinduer. Reisende i vogn 5 og delvis vogn 4 evakuerte i retning stasjonen Uldus, som lå kun 200 m unna det brennende toget. Her omkom ingen i tunnelen. Reisende i vognene 1-3 og delvis vogn 4 måtte rømme i retning Narimanov som var ca. 2 km unna. Vognene 4 og 5 ble omtrent helt utbrent, mens vognene 1 – 3 hadde små brannskader. I vognene 1 – 3 oppsto panikk og mange personer ble tråkket i hjel. Uheldigvis ble ventilasjonen snudd etter en stund og røyken ble ført etter det store flertall av reisende som evakuerte i retning Narimanov. Av de ca. 289 omkomne ble 220 funnet i vognene 1-3 og alle var mekanisk skadet, ikke brannskadet. 25 ble funnet i vognene 4 & 5 og ca. 45 personer ble funnet i tunnelen mot Narimanov. Ca 83 % av de omkomne ble funnet i toget.

Tunnelen hadde et tverrsnitt på 5x5,6m, dvs. 28 m^2, og var dårlig tilrettelagt for rømning, uten gangbane og med dårlig belysning. Vi er ikke kjent med brannsikkerhetsstandarden til togets

innredning, men vognene hadde kun seter langs veggene. Brannen var i seg selv neppe så veldig intens siden den i liten grad spredde seg til vognene 1 og 3 til tross for åpne gavldører. Og trafikken ble gjenåpnet dagen etter brannen.

Kitzsteinhorn 11.nov 2000. Også ved brannen i kabelbanen Kitzsteinhorn hadde de reisende problemer med å komme ut av kupéene i vognen da dørene ikke lot seg åpne innenfra og det tok lang tid før de ble frigitt av føreren som satt i første kupe og hadde dårlig oversikt over hva som skjedde bak i vognen. Arnestedet til brannen i nederste førerrom som gjorde det vanskelig å rømme nedover for de som greide å komme seg ut av vognen. Selve tunnelen med 43° stigning og et tverrsnitt på ca. 9-10 m^{2} hadde mer funksjon skorstein enn rømningsvei i hendelsesforløpet. De eneste som greide å rømme med livet i behold var de personer som på et tidlig stadium knuste vinduer i vognen og reide å rømme nedover forbi den brennende kupéen før brannen slo ut i tunnelen for alvor.

I kabeltunnelbrannen i Kitzsteinhorn omkom 155 personer dvs. ca. 90 % av de involverte.

Taegu 18. feb 2003.

Ulykken på Jungangno stasjonen ved metroen i Taegu i 2003 var todelt:

- En mentalt syk person sprer brannfarlig væske i et metrotog og antenner. Brannstifteren og de fleste andre i denne vognen greier å rømme ut av denne vognen. Det gis ikke beskjed til resten av toget om at dette må evakueres. Togets innredning og veggbekledning har dårlig brannsikkerhetsstandard og brannen spres raskt gjennom det helt åpne toget i lengderetningen. De fleste reisende i dette toget greide til tross for hendelsen å evakuere toget, men 54 personer fra dette toget omkom på plattformen, eller i rømningsvegene fra plattformen som hadde for liten kapasitet.

- Et tog i motsatt retning kjører inn på nabosporet til det brennende toget noen minutter etter at hendelsen har startet. Pga. røykeksponeringen ved stasjonen ble de reisende først ikke sluppet ut. Da toget skulle kjøre videre falt kontaktledningsspenningen bort og toget kunne ikke kjøres videre. Brannen fra det brennende toget spredde seg raskt til det nylig ankomne toget. Føreren fikk beskjed om at toget måtte forlates og stengte ned toget, men åpnet ikke passasjer-dørene. I det han forlot toget tok han tognøkkelen med seg. Dette medførte at det ikke var mulig å åpne dørene i toget. For å evakuere toget måtte man knuse vinduer og klatre ut gjennom disse. Ca. 140 personer i dette toget omkom.

I tillegg til dårlig brannsikkerhetsstandard på metrotogenes innredning var det ikke egne røyk-avtrekk ved stasjonen, og komfortventilasjonen var fullstendig utilstrekkelig for å ventilere ut røyken. Dette medførte at røyken fulgte de eneste rømningsvegene ut av stasjonen og det var mange reisende, spesielt fra det første toget, som omkom i rømningsvegene etter at de hadde kommet ut av det brennende toget. Her kan også nevnes at stasjonen ligger på 3. eller 4. nivå under bakken på kote –16,5 m i forhold til bakkeplan. Det frie tverrsnittet i stasjonshallen er heller ikke spesielt stort. Ulykken i Taegu er den eneste registrerte ulykken vi kjenner hvor en brann har spredd seg fra et tog til et annet i en underjordisk trafikksituasjon uten at det har vært sammenstøt mellom togene.

4.4 Evakueringssted ved brann i tog

Primært er det ønskelig at tog kjører fram til en stasjon for evakuering hvor det både er enklere å evakuere toget og som oftest bedre tilgjengelighet for brannvesenet for å gjennomføre brann-

bekjemping og slukking. I kapittel 4.3.1 har vi nevnt en del hendelser hvor tog med suksess har kjørt ut av tunneler av betydelig lengde til tross for betydelig brannutvikling. I tabell 1 viser statistisk på hvordan branner i persontog er blitt håndtert med hensyn til evakuering av toget enten toget har kjørt i tunnel eller ikke i 3 ulike land, dvs. Sveits, Norge og Danmark. Disse landene er valgt på grunn av tilgang til informasjon om et signifikant antall hendelser med brann i persontog.

Tabell 1 viser data og kilder for de 3 landene mht hvorvidt tog i brann stopper på linjen eller ved stasjon:

Tabell 1: Fordeling av brannhendelser i tog mellom stopp på linjen eller stopp på stasjon

Land:	Kilde:	Totalt antall branner og branntilløp	Med stopp på linjen	Med stopp på stasjon	Prosentandel med stopp på linjen utenfor stasjon
Sveits 2004 - 11	UUS /7/	16	4	12	25 %
Norge 2000 - 11	SHT/På Sporet /8/	16	2	14	12,5 %
Danmark 2007 – 2012[1)]	HSLB /9/	23	1?	22	4,5 %
Totalt		55	7	48	13 %

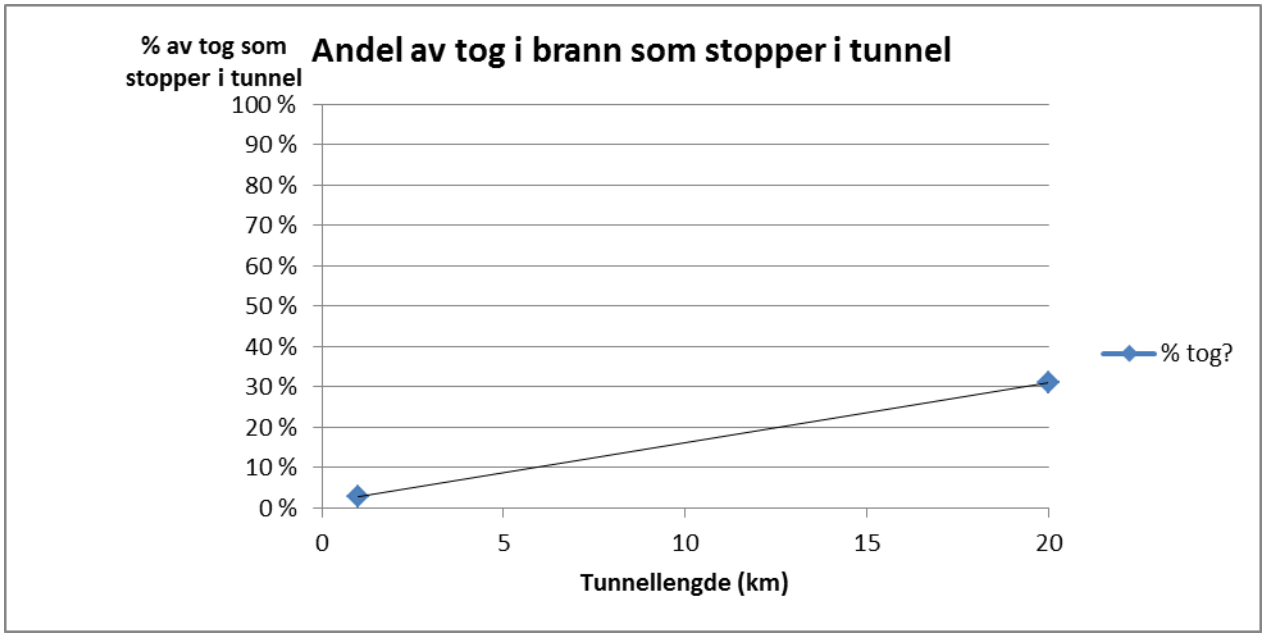
1) I data fra Danmark er rapportert røykutvikling og brann fra mange hendelser som synes relativt små. I tillegg er hovedparten av togene dieseldrevne med flere enheter, noe som gjør at det skal mye til før toget mister framdriftsevnen.

Tallene i Tabell 1 viser at det er bare i 5 – 25 % av brannhendelsene som togene må stoppe på linjen. Lengden som er toget har kjørt for å komme fram til evakueringsstasjon stasjon har vært fra 0 – 20 km.

Vi antar at de samme erfaringsdata kan overføres til kjøring i tunnel og at det er minst samme motivasjon for å kjøre ut av en tunnel for å gjennomføre evakuering av toget, som det er å kjøre fram til en stasjon. Vi overfører de samme erfaringsdata til tunnel betyr det at 5 - 25 % av togene med brann i ikke vil være i stand til å kjøre ut av tunnelen.

Det er rimelig å anta at risikoen for å måtte stopp i tunnel øker med tunnellengden. Vi antar at en brann oppstår tilfeldig med konstant sannsynlighet per togkm mens toget er i tunnelen og at sannsynligheten for å få en stoppende feil øker med 3 % per km toget er i tunnelen. Dette gir en totalsannsynlighet for stopp i tunnel som samsvarer bra med erfaringsdata fra Tabell 1.

Den prosentvise sannsynligheten for ikke å kunne kjøre ut av en tunnel avhengig av tunnel-lengden blir da som vist i Figur 5. Tallene som vises i Tabell 1. som er erfaringsdata basert på eksisterende materiell. I framtida med kun Kategori B tog i tunnel burde dette tallet bli lavere.



Figur 5: Prosentandel av tog som stopper i tunnel ved brannhendelse i tog i tunnel.

For å forstå kurven riktig må man huske at vi har antatt at en togbrann oppstår på et tilfeldig sted i tunnelen og når kurven i Fig 5 viser 31 % sannsynlighet for stopp av et brennende tog i en 20 km lang tunnel betyr ikke det at det er 69 % sannsynlighet for at et tog kan kjøre gjennom hele tunnelen med brann i toget, men at 31 % er gjennomsnittstallet for alle mulige antennelsessteder i for et tog som kjører gjennom en 20 km lang tunnel.

Hastighet ved innkjøring (stasjon foran tunnelen), stigningsforhold og signalplassering kan påvirke muligheten for å kjøre ut av tunnelen og for tunneler hvor slike forhold avviker fra normalen bør spesielle vurderinger gjøres.

4.5 Brannstørrelse for brennende tog som stopper i tunnel

Videre viser hendelseserfaringer fra persontog i brann som har stoppet på linjen utenfor stasjon eller i tunnel at dette ikke behøver å innebære at brannen er spesielt omfattende, men en mindre brann kan skyldes en teknisk feil som gjør at toget mister framdriftsevne, og derfor stopper om linjen har stigning på strekningen. 3 av 4 dvs (75 %) av togene med brann som stopper i tunnel antas å tilhøre gruppen av begrensede branner som uansett ikke vil lede til noen alvorlig katastrofebrann. De resulterende 25 % av de som stopper i tunnel antas å omfatte brann i innredning som kan utvikle seg til en total utbrenning av den berørte vognen og i verste fall spredning til nabovogner, men dette i vil i så fall skje i en fase av brannen hvor det har liten betydning for evakueringen av toget.

For brennende tog som stopper i tunnel er dimensjonerende brannscenarier presentert i kapittel 5.

4.6 Fare for avbrenning av kontaktledning

4.6.1 Tog framført i strekningshastighet

For tog i brann som framføres i vanlig strekningshastighet gjennom tunnelen, enten det er persontog eller godstog, er det svært liten sannsynlighet for at kontaktledningen skal skades på en

slik måte at den brenner av. Det er ikke erfart, verken i tunnel eller på linje i dagen, at kontaktledningen har brent av eller på annen måte blitt alvorlig skadet pga. brann i et tog som kjører med normal strekningshastighet.

4.6.2 Avbrenning ved stopp i tunnel

Ved stopp i tunnel eller på linje i dagen er det ikke uvanlig at et brennende tog kan medføre avbrenning av kontaktledningen. Dette er erfart fra mange hendelser i tunnel og på linje i dagen.

4.6.3 Signaler i tunnel

Ved plassering av hovedsignaler i tunnel vil tog kunne få stopp i signalet og for et brennende tog kan det medføre avbrenning av kontaktledning med avskjæring av muligheter for å kjøre videre.

Det kan derfor være formålstjenlig om man tok hensyn til dette ved lokalisering av rømningsutganger. Dette gjelder da spesielt innkjørhovedsignaler til stasjoner eller sporsløyfer i tunnel. Det synes ikke i samme grad relevant for blokksignaler hvor det vesentlig sjeldnere er stopp i signalbildet, men dette må vurderes ut fra trafikknivå.

4.7 Brann i godstog

Langt de fleste branner i godstog skjer i lokomotivet. Når det oppstår brann i lasten er antennelseskilden ofte et overslag fra kontaktledningen. Hvis kortslutningen blir stående over en lengre periode medfører det permanent utkobling av kontaktledningen. Da kan man risikere at tog blir stående i tunnelen, men mer normalt er det nok at brann i last i godstog ikke oppdages på lokomotivet før brannen er godt utviklet. På grunn av fare for brannspredning til omgivelsene og verdisikring av rullende materiell og last bør selvfølgelig et brennende godstog stoppes så snart som mulig med tanke på brannslukking, men det vil normalt alltid være bedre å kjøre ut av en tunnel enn å stoppe i tunnelen hvor mulighetene for brannslukking er mye vanskeligere. Så lenge toget ikke stopper er det heller ingen fare for at kontaktledningen brenner av.

Erfaringer fra 5 ulike hendelser i Norge og Europa har vist at godstog har kjørt med brann i last fra 8 – 40 km. I alle tilfellene har togene gjort en kontrollert stopp ved valgt sted.

Norske godstog har normalt kun 1 – 2 personer om bord. I Norge kjøres ikke tog av typen "Rollende Landstrasse" hvor lastebilsjåfører fraktes i egen vogn i samme tog. Vi er heller ikke kjent med planer om å introdusere slike tog i Norge.

Om et godstog med brann i lasten til tross for dette skulle komme til stopp i en tunnel vil det normalt ikke være persontog i nærheten og det vil være tid til å evakuere persontoget før godstogbrannen skaper problemer for evakueringen.

Godstogbranner er derfor vurdert til normalt ikke å være dimensjonerende for evakuering i tunnel. De fleste branner i forbindelse med framføring av godstog er i lokomotivet og brannintensiteten er tilsvarende et persontog og er i så måte dekket av resultatene i foreliggende analyse. Det er også begrenset antall evakuerende i en godstogbrann, normalt kun en person (fører av toget). Kombinasjonen av en stor godstogbrann med større brannintensitet enn angitt i Tabell 3 i kapittel.5.2.2 og som også involverer et persontog er vurdert som svært sjeldent scenario og derfor ikke et dimensjonerende evakueringsscenario. Imidlertid kan det være spesifikke forhold ved et tunnelkonsept som krever at dette bekreftes og eventuelt at brannintensitetskurven justeres tilsvarende.

5 TUNNELBRANNER; TESTER OG ERFARINGER

5.1 Status i dag – eksperimentelle forsøk

Opp gjennom årene er det blitt foretatt flere storskala forsøk på brann i tunnel generelt – og på brann i tog i tunnel spesielt. Ofte omtalte tester er EUREKA testene foretatt i Repparfjord-tunnelen på 90 tallet, UPTUN branntestene i Runehamartunnelen på 2000 tallet, og sist METRO testene fortatt høsten 2011 i Sverige.

Testene nevnt over er forskjellige – både i forhold til hva slags kjøretøy man har utført branntesten på, samt hvilke parametere som er blitt variert i testene.

Noen særtrekk ved de forskjellige testene som kan nevnes:

EUREKA testene i Repparfjord:

- Forskjellige typer branntester – i.e. trepaller, bil, buss, togvogner etc. Videre omtale av EUREKA testene i Repparfjord testene dreier seg kun om testene på togmateriell.
- Forskjellige togtyper testet under ellers ganske like forhold (med andre ord forskjellige størrelser på vinduer, forskjellige materiale i hovedkonstruksjonen (stål eller aluminium), forskjellig innredning).
- En av testene (FA3) har høy ventilasjonsrate.
- Alle testene har en viss trekk i tunnelen – men ikke brannventilasjon slik man ofte ser i tunneler i dag (ventilasjons/trekk hastighet for testene unntatt FA3 er på ca 0.3m/s).
- Tunnelen har et relativt lite tverrsnitt sammenliknet med tunneler som bygges i dag
- Både CO og CO_2 nivåer ble målt nedstrøms brannen.
- Antennelsesmetode varierer - det er brukt isoproanol i varierende mengder. I flere av forsøkene har man måttet tenne på om igjen med større mengder isopropanol.

UPTUN testene i Runehamartunnelen:

- Fokus på lastebilbranner – i.e. brann i last, snarere enn kjøretøy.
- Ingen branntester utført på togmateriell.
- Enkelte av testene utført med høy ventilasjonshastighet.

Metro prosjektet i Brunsbergtunnelen:

- To forskjellige innredninger i samme type tog undersøkt – gammel innredning med lite bruk av brannhemmere – og ny ”state of the art” innredning med brannhemmere. Spesifikt er tak og vegger dekket med aluminium (med de gamle veggene og takene bak)
- Scenariet man undersøker er ildspåsetting av typen “hærverk” – (ikke “profesjonell” terrorisme), med antennelse ved at en liter brennbar væske (bensin) helles ut og antennes
- Både CO og CO_2 konsentrasjoner ble målt nedstrøms brannen, men ikke publisert per mai 2012.
- Total teoretisk brannlast: >60 GJ, men ikke målt til slutten av brannscenariet. Bagasje utgjorde ca 7.2GJ.

Av testseriene omtalt over ansees EUREKA-testene og Metro-testene som mest relevante – da man i disse testene har testet togmateriell i tunnel. Persontog må oppfylle spesifikke krav med tanke på brennbarhet i interiør og liknende, og forsøk utført på andre typer kjøretøy eller lasteplan

fylt med forskjellig typer brennbart materiale i tunnel vil derfor ha begrenset relevans. Sistnevnte tester er derfor ikke inkludert i de videre vurderingene.

I artikler som refererer til EUREKA eksperimentene er sjelden informasjon om antennelse etc. angitt, så det er derfor foretatt en ny gjennomgang av den opprinnelige rapporten for å finne ut hvilke av eksperimentene som er mest representative. Resultatene fra denne gjennomgangen er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Oppsummering av EUREKA-tester

Navn på test	Beskrivelse	Beskrivelse av togvogn o interiør	Beskrivelse av antennelses prosedyren	Brannintensitet målt/beregnet? Beskrivelse om så.	CO og CO2 målt?
F31	Subway car F3 (steel)	Setene er "latest design in 90es" – tak og liknende er gammelt design. Lav total brannlast(32GJ) – dvs. vognen var designet for kortdistanse trafikk. Vognen var 14 m lang.	Først forsøkt antent med 0.4 kg isopropanol i setet. Brannen døde ut. Andre forsøk – antennelse med 0.7 kg isopropanol, og en dør åpen.	Brannintensitet ikke målt/beregnet. Maks temperatur i tunneltak målt etter 18 min.	Ja. Forhold mellom CO og CO2 målt i volum prosent ser, fra grafen, ut til å variere mellom 1:20 og 1:10
F51	Half Railway Car F5	Setene er "latest design in 90es". Tak og vegger er umettet polyester glassfiber. Gulv er linoleum på treverk. Vognen var 13 m lang. Total brannlast var 15GJ.	Antent med 6.2 kg isopropanol	Brannintensitet ikke målt/beregnet. Maks temperatur i tunneltak målt etter 26 min.	Ja. Forhold mellom CO og CO2 målt i volum prosent ser, fra grafen, ut til å variere mellom 1:20 og 1:10
F61	Half Railway Car F6	Ingen seter? Tak, og vegger er PF glassfiber. ("future design") Gulv av typen "gammelt", dvs linoleum på treverk. Vognen var 13 m lang. Total brannlast var 12GJ.	Først antent med 6.2 kg isopropanol. Andre antenning er med 12.3 kg isopropanol.	Brannintensitet ikke målt/beregnet. Maks temperatur i tunneltak målt etter 8 min på den andre antennelsen.	Ikke rapportert.
FA3	Joined Railway Car F2al og F7 – third ignition	F2al hvor antennelsen finner sted har moderne seter, F7 har ikke. Men i tillegg har man i den tredje antennelsen lagt til mengder med "wood sticks" : -360 stk wood sticks i F7. I F7 vognen betyr dette at brannlasten representer 60-70 seter i stedet for de 36 som er der. -125 stk woodsticks i F2al. Total brannlast uten woodsticks er 57GJ dvs. 14.6GJ i F2al, 42.8GJ i F7. Total lengde er 15 m	Første og andre antenning fører ikke til overtenning. Det blir brukt 4 brett med isopropanol – men mengden er ikke angitt. Til 3dje antenning så legger man til treverk – også rett over antennelses-kildene. To antennelseskilder – en på 0.2kg og en på 0.4kg isopropanol	De første 40 minuttene av den tredje antennelsen, er det mindre enn 5MW. SÅå vokser intensiteten raskt til 45 MW etter 52 minutter, for så å falle eksponentielt ned til under 5 MW etter 65 minutter. En midling over perioden mellom 45 og 60 minutter ville gi en midlet last over dette kvarteret på ca. 25MW. I tidsperioden fra 40 til 65 minutter er ventilasjonshastigheten høy – men det er uklart om den er 3-4 m/s eller 6-8 m/s.	Ja. Forhold mellom CO og CO2 målt i volum prosent ser, fra grafen, ut til å variere mellom 1:20 og 1:10
FS2	Railway Car F2st second ignition	Moderne tysk ICE vogn (dvs moderne i90 årene). 26 meter lang, Total brannlast 62GJ	Første antennelse: 6.2 kg isopropanol. Dør ut etter 18 min uten flash over.	Ligger stabilt på en 5-7 MW etter 15 minutter. Øker opp mot 15-20 MW etter 80 minutter.	Ja. Forhold mellom CO og CO2 målt i volum

			Andre antennelse: 12.3 kg isopropanol, legger til 170 "woodsticks" rundt antennelseskilden, et vindu åpent		prosent ser, fra grafen, ut til å variere mellom 1:20 og 1:10
F11	Railway Car F1	Total brann last i samsvar med IC standard, brennbarhet og tilsvarende karakteristikker i henhold til "gammelt design". 26 meter lang, Total brannlast 77GJ	6.2 kg isopropanol..	De tyske estimatene: Topp på ca. 7 MW etter 25 minutter, deretter stabilt på ca. 4MW, før en ny topp på ca. 10 MW etter 100minutter. De svenske estimatene: en topp på ca. 13MW etter 25 minutter, deretter stabilt på ca. 6 MW før en ny topp på ca. 12 MW etter 100 minutter. En midling ville gi en last på ca. 9 MW fra 20 minutter og utover.	Ja. Forhold mellom CO og CO2 målt i volum prosent ser, fra grafen, ut til å variere mellom 1:20 og 1:10
F42	Subway Car F4 (aluminium) Second ignition	Setene er av typen "latest design" (i 92). Resten av interiøret er av typen "gammelt design." 18 meter lang, Total brannlast 41GJ	Første antenning er med 0.7 kg iso-propanol i to små beholdere. Brannen dør ut etter 20 min uten å ha hatt noen flash over. Andre antenning er ved 6.2 kg iso-propanol.	Etter antennelse med 6.2 kg iso-propanol skjer brannutviklingen raskt, etter å ha nådd sitt maksimum minsker den raskt: -Tysk metode for å fastsette HRR gir maks på 24MW etter 10min. Etter 18 minutter er brannen redusert eksponentielt ned til 5 MW, etter 30 minutter under 1 MW. -Svensk metode for å fastsette HRR gir maks på 35MW etter 7min. Etter 30 minutter er brannen redusert eksponentielt ned til 5 MW, etter 100 min. under 1 MW. En mulig midling ville være å si 20 MW i 30 minutter.	Forholdet mellom CO og CO2 varierer sterkt gjennom brannen.

Basert på gjennomgangen er det funnet at av EUREKA testene er test FA3 og FS2 mest representative – da de i større grad enn de andre testene gjenspeiler dagens standarder for materialer etc. Begge testene var brenselskontrollerte, med unntak av en kort periode ca. 80 minutter ut i brannen i FS2.

Man kan argumentere for at testen FA3 ikke skulle vært valgt da deler av vognen er av gammel type og det ble lagt til mye "wood sticks" for å få i gang brannen. Det er allikevel valgt å ta den med da man kan argumentere for at det ekstra treverket representerer bagasje, og antennelsen var i vogndelen med nyere interiør. En annen vektig grunn til å ta den med er at den ble utført med brannventilasjon – i motsetning til de andre togtestene i EUREKA.
I samtlige forsøk var det nødvendig med en viss mengde brennbar væske for å få brannen i gang:

- I FS2 prøver man først å utvikle brannen ved å tenne på 6,4 kg isopropanol. Dette fører ikke til overtenning, men en meget begrenset brann som dør ut av seg selv. I andre forsøk tenner man på 12,3 kg isopropanol – og man får en brannutvikling som er den som er rapportert i publikasjoner om dette testcaset.

- I FA3 har man først to antennelsesforsøk med 4 samlede bokser med isopropanol (mengde ikke angitt). I det tredje forsøket plasserer man isopropanolen ved to forskjellige lokasjoner – under de tilsatte "woodsticks". Da får man brannutvikling med kun 0,6 kg isopropanol totalt.
- I Test 3 i METRO-prosjektet starter man brannen ved å antenne 1 liter bensin som er sølt ut utover et sete.

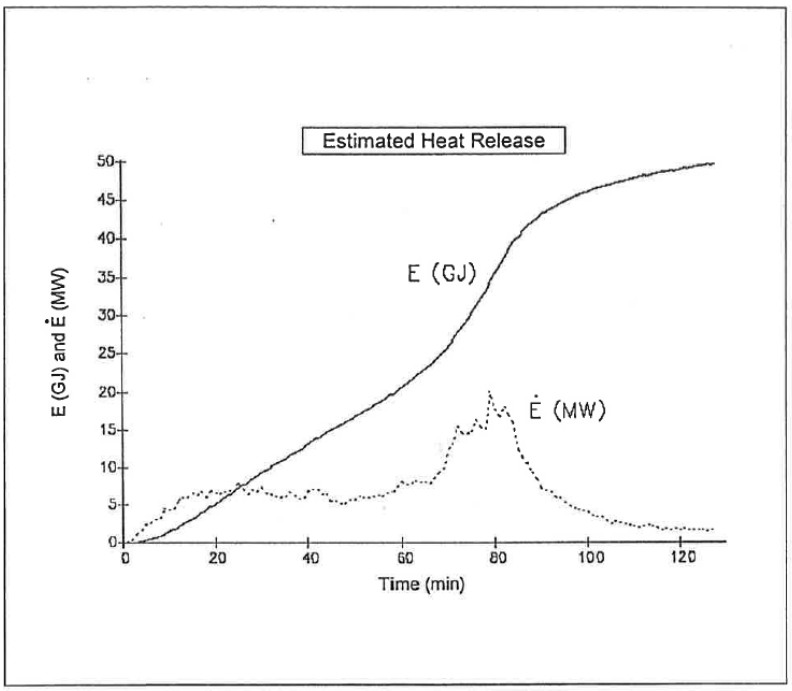


Figure 6.13-12: Most probable development of total released energy and heat release rate (cf. chapter 9.4.2) - for test FS2

Figur 6: Estimert brannintensitet på test FS2.

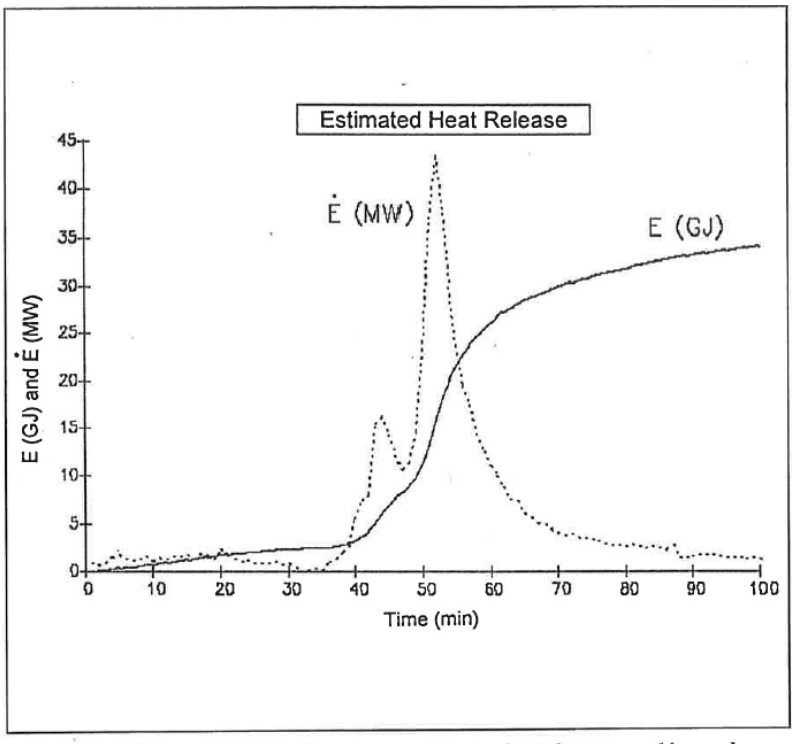
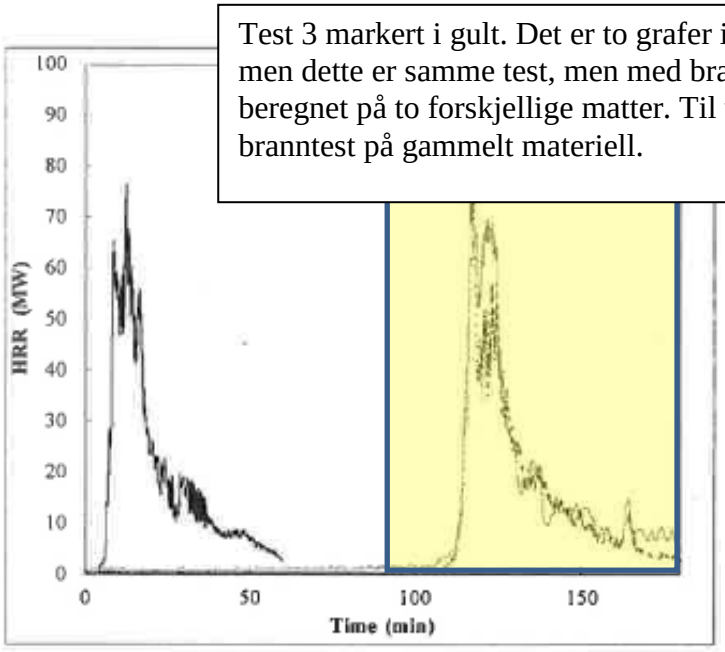


Figure 6.12-11: Most probable development of total released energy and heat release rate (cf. chapter 9.4.2) - for test FA3

Figur 7: Estimert brannintensitet på test FA3.



Test 3 markert i gult. Det er to grafer i det gule området – men dette er samme test, men med brannintensitet beregnet på to forskjellige matter. Til venstre tilsvarende branntest på gammelt materiell.

Figur 8 Estimert brannintensitet på test 3 i Metro prosjektet

5.2 Dimensjonerende brannscenario ved brann i kupé

5.2.1 Utviklingsfase

Basert på disse 3 testene, som er utført både med og uten ventilasjon i forskjellige størrelser på tunneler foreslås følgende representative brannforløp ved brann i kupé som leder til full overtenning for tog med moderne innredning i brannhemmende materialer tilsvarende det som gjelder for tog som vil være i drift i Norge etter at tunneler som i dag er på planleggingsstadiet kommer i drift:

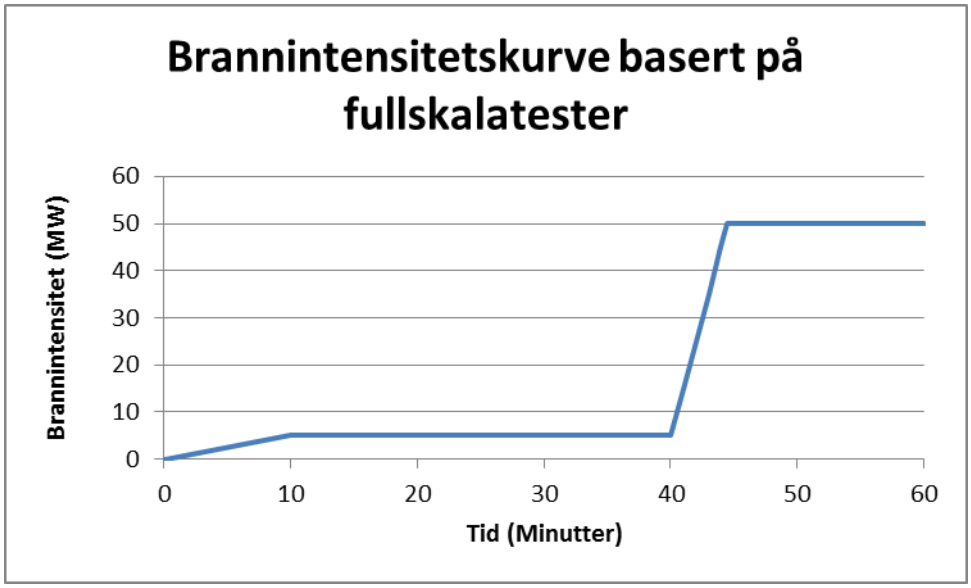
0-10 minutter: Lineær økning fra 0 til 5 MW *(basert hovedsakelig på test FS2, som har den høyeste brannintensiteten og raskeste utviklingen av de 3 testene i denne tidlige perioden)*
For bruk i beregninger foreslås det å bruke en brennverdi på togmaterialet (seter etc) på 25 MJ/kg.
Konservativt foreslås det i evakueringsøyemed å legge til grunn en CO emisjon på 0.2 kg/kg forbrent materiale for denne tidsperioden fra 0 til 40 minutter. Dette er i tråd med 1:10 forholdet mellom CO og CO_2 som man ofte så i EUREKAtestene. Det innebærer at man ved 5 MW brann danner 0.04 kg/s av CO.

10-40 minutter: Stabil brann på 5 MW

40-44 minutter: brannvekst med 10MW/minutt opp til 50 MW (Peak verdi er basert på test FA3 og Metro test 3 – men tidspunkt for peak er basert på test FA3))
For denne perioden bør man legge til grunn en lavere emisjon av CO – da man for å få en så høy intensitet sannsynligvis må ha en mer fullstendig forbrenning. Dette punktet bør oppdateres etter at nye resultater fra METRO prosjektet foreligger.

44-60 minutter: Stabil brann på 50 MW

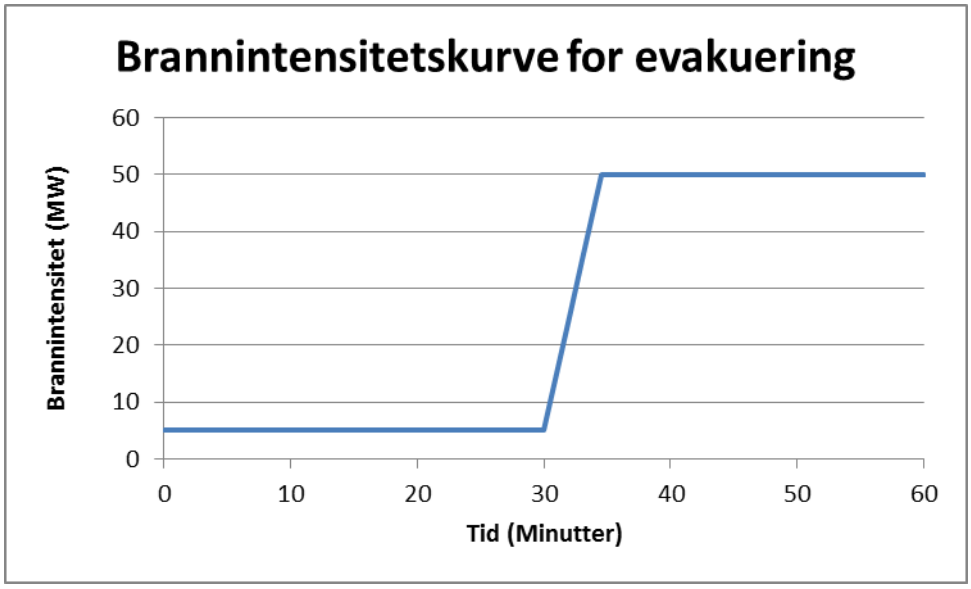
Det dimensjonerende brannforløpet er tegnet opp fram til maksimum i Figur 9. Når det gjelder indikativ verdi på maksimum vises det til Tabell 3.



Figur 9a: Brannutviklingskurve for moderne persontogmateriell med brannhemmende egenskaper

Brannutviklingen i den første fasen ansees som et representativt case uavhengig av ventilasjons-rate og størrelse på tunnel. Den første perioden er brannintensiteten så lav og styrt av de brannhemmende egenskapene til innredningen at ekstern ventilasjonsrate og størrelse på tunnel antas å ikke ha noen avgjørende betydning.

Selve evakueringsscenariet starter først når toget har stoppet. For selve evakueringsanalysen, er det derfor satt opp en tidsforskjøvet versjon av figur 9 – hvor man har antatt at toget ikke stanser før etter 10 minutter – når brannen har nådd 5 MW. Dette gir brannkurven som vist i figur 9b.



Figur 9b: Brannutviklingskurve for moderne persontogmateriell med brannhemmende egenskaper til bruk i evakueringsanalyser. Toget er stoppet opp ved Tid=0minutter.

Maksimumsnivået for brannintensiteten vil være avhengig av tunnelutforming og ventilasjonshastighet. Se Tabell 3 i kapittel 5.2.2.

En diskusjon av det anbefalte dimensjonerende scenariet i forhold til muligheten for mer alvorlige hendelser finnes i kapittel 5.2.3.

5.2.2 Nivå på maksimum HRR avhengig av tverrsnitt og ventilasjon

Når det gjelder hvor intenst maksimumsverdien som starter å bygge seg opp etter en 40 minutter blir, vil sannsynligvis tunnelutforming og ventilasjonsrate ha betydning. Siden dette kommer etter en lang utviklingsfase er nivået her mindre viktig for evakueringsanalysen.

Dette illustrerer dilemmaet man har når man skal velge om man skal ha ventilasjon i en tunnel eller ikke:

> Fram til brannventilasjonen begynner å påvirke brannintensiteten vil brannventilasjonen gi lavere konsentrasjoner av CO for de som blir eksponert av røyken under evakueringen hvilket er fordelaktig.
>
> Brannventilasjon gir en høyere maksintensitet i brannen, eksempelvis ville man neppe ha nådd de brannintensitetsnivåene man så i METRO testene uten ventilasjonen.

Hvor i toget brannen er lokalisert vil bestemme om ventilasjonen gjør at færre eller flere blir eksponert. (F.eks. brann bakerst i toget og ventilasjon i kjøreretning medfører at røyk spres over alle evakuerende. Alternativt; brann fremst i toget og ventilasjon i kjøreretning hindrer at røyk sprer seg over alle evakuerende)

For innsatspersonell som ankommer etter at fasen med evakuering ved selvredning er over, vil brannventilasjonen kunne gi en sikker innsatsvei.

I tillegg er det grunn til å tro at brannintensiteten går ned med økende tunneltverrsnitt pga. svakere tilbakekobling fra brannen.

En grov indikasjon på det maksimale HRR nivået som kan forventes ved persontogbranner for ulike tunnelkonsepter (tverrsnitt) og ventilasjonsforhold er antydet i Tabell 3.

Tabell 3: Indikasjon på maksimum brannintensitet avhengig av tverrsnitt og ventilasjon

	Indikert maksimal brannintensitet (MW) for ulike tunnelkonsepter	
Ventilasjonsforhold	Enkeltsporet tunnel (Fig 1)	Dobbeltsporet tunnel (Fig 2)
Ventilasjon: < 1 m/s^2 (ikke mekanisk ventilasjon)	50	40
Ventilasjon: 1 – 3 m/s^2	50 - 100	40 - 80

Maksimalverdiene i tabellen bør brukes med en viss forsiktighet. Tunnelspesifikke vurderinger avhengig av tverrsnitt, og ventilasjonsrate kan gi alternative resultater.

5.2.3 Diskusjon av resultater og forutsetninger

Det dimensjonerende brannscenariet er basert på en brannhendelse initiert av uhell eller ulykke i passasjeravdelingen, anlagt brann for hærverksformål eller teknisk feil i tilknytning til passasjer-avdelingen som kan medføre antennelse og vedlikehold av brann.

Ved spesielt kraftige antennelseskilder kan brannutviklingsforløpet gå raskere enn det som er antydet i figurene 9a og 9b. Ekstreme antenningsscenarier kan være terrorisme med bruk av store mengder eksplosiver eller store mengder lettantennelig væske (10-15 l) som spres i kupéen. Et slikt scenar er ikke vurdert til å være et dimensjonerende scenarie. Et slikt scenarie vil være tilnærmet ubegrenset i omfang og må bekjempes med andre midler.

En høyenergi kortslutning eller overslag med kontinuerlig lysbue hvor høyspenning ikke kobles ut og slukker lysbuen er også en hendelse som gir antennelsesenergier som ligger ut over det som det dimensjonerende brannscenariet er basert på. Her finnes normalt flere vern som vil koble ut strømforsyningen om en slik hendelse skulle oppstå både om bord på toget og i strømforsynings-systemet. Et slikt scenario er imidlertid vurdert som ikke dimensjonerende ut fra at det krever flere samtidige feil og er mindre sannsynlig enn de øvrige brannene

Kollisjon mellom tog skal forhindres av ATC-systemet eller tilsvarende systemer. En eventuell følgebrann pga. kollisjon mellom 2 tog enten dette er to persontog eller persontog og godstog er ikke spesifikt vurdert som eget dimensjoneringsgrunnlag.

Ved kollisjon mellom 2 persontog er det kun i en liten andel av hendelsene det oppstår brann og kombinasjonen kollisjon eller avsporing med etterfølgende brann har lav sannsynlighet på strekninger med høykvalitets spor og moderne sikkerhetsutrustning mot passering av signaler i stopp.

Et katastrofescenarie med persontog som kjører inn i avsporede og veltede godsvogner med brannfarlig væske er det uansett umulig å dimensjonere seg mot, enten det er i eller utenfor tunnel og anses ikke som et dimensjonerende evakueringsscenarie. Her må heller vurderes operative begrensninger på heltog med brannfarlig væske.

5.3 Brann utenfor kupé

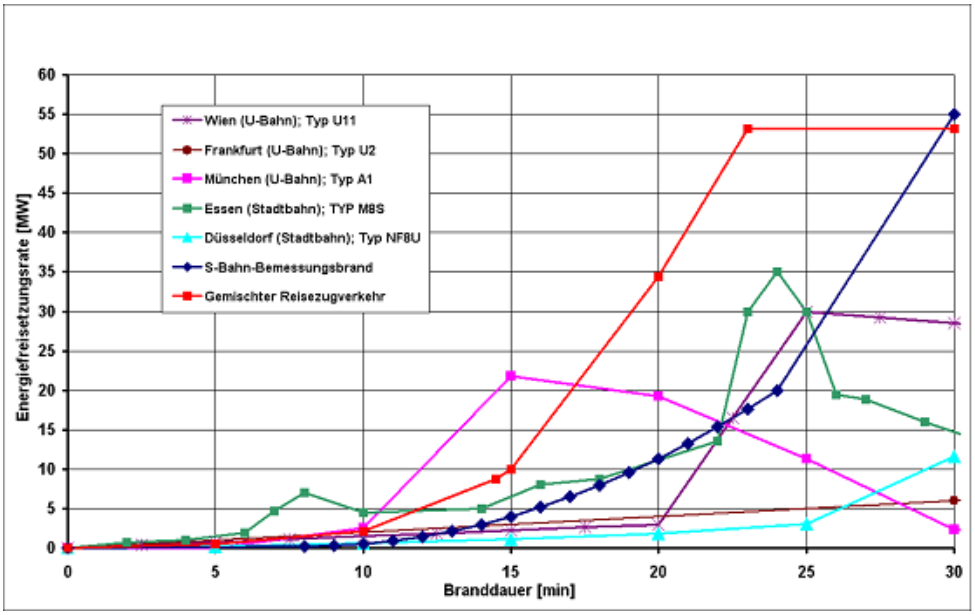
I flertallet av persontogbrannene, og ikke minst de branner hvor tog stopper i tunnel er det ofte ekstern utrustning som enten ligger i boggi, under vognen, på taket, eller i egne brannceller som brenner.

I slike tilfeller blir maksimal brannintensitet lavere og vil neppe overstige 5 MW under hele brannforløpet for elektriske persontog. Tester i Metro-prosjektet ga et maksimum på 500 kW.

5.4 Brannscenarier fra andre land og fra TSI-en

5.4.1 Tyskland

DB skal fornye og oppgradere funksjonalitet og sikkerhet på tunneler og underjordiske stasjoner over hele Tyskland. Totalt snakker man om over 50 underjordiske persontransportanlegg. Opp til nå har det vært lagt til grunn en rekke ulike branndimensjoneringskurver for S-bane og U-banesystemer i Tyskland /10/.



Figur 10: Tidligere brukte brannintensitetskurver i Tyskland på ulike banesystemer /10/

Dette er vurdert utilfredsstillende i forhold til det oppgraderingsarbeidet man nå står foran. Gjennom en lengre prosess med samarbeid og høring fra flere partnere er man kommet fram til en ny felles designkurve ved underjordiske trafikkanlegg for S-bane (Stadt-bane) som vist i Figur 11 /11/ & /12/. Det er uklart om det forutsettes at det rullende materiell skal være i henhold til de nyeste brannsikkerhetsstandarder.

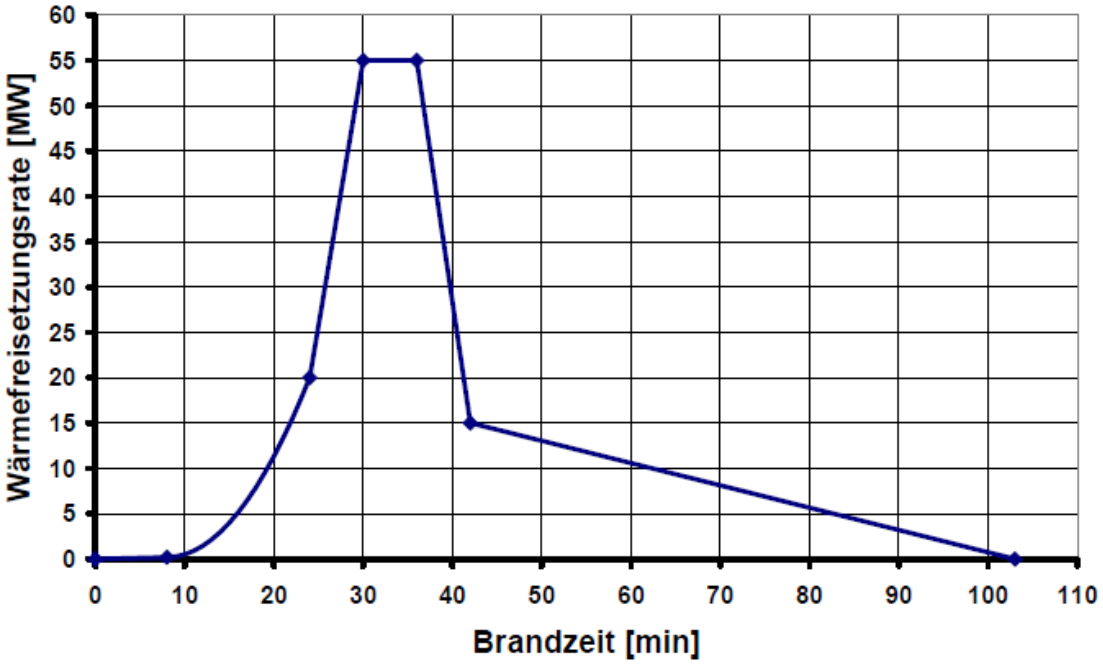


Bild 3: S-Bahn-Bemessungsbrandkurve (max. 55 MW) [11]

Figur 11: Designbrannkurve for bruk ved oppgradering av S-baneanlegg i Tyskland /11/ & /12/.

Den tyske kurven varierer ikke så mye fra den vi har skissert, men har noe raskere stigning, kanskje på grunn av mindre strenge krav til det rullende materiell med hensyn til brannsikring av det rullende materiell.

5.4.2 TSI for SRT (sikkerhet i jernbanetunneler)

Når det gjelder ulykkesscenarier som TSI-en er basert på sier den engelske versjonen av TSI-en, som også er gyldig versjon i Norge, følgende i paragraf 2.2.1 når gjelder branner m.m:

> *"2.2.1: 'Hot' incidents*
>
> ***Fire, explosion followed by fire emission of toxic smoke and gases***
>
> *The main danger is fire. It is assumed that the fire starts in one passenger train or power-unit and is fully developed 15 min after ignition. It is discovered and the alarm is raised during these first 15 minutes.*
>
> *Whenever possible the train leaves the tunnel. If the train comes to a stop, passengers are evacuated, directed by the train crew, or by self rescue to a safe area. "*

I TSI for SRT nevnes ikke hvilken brannintensitet som er basis, men i presentasjonsrapporten for TSI-en nevnes en verdi på 25 MW. Dette er basert på at det tar lang tid før rullende materiell blir i samsvar med moderne krav og spesifikasjoner. I forhold til erfaringer med tester på tog bygget i henhold til dagens krav til brannsikring og bruk av flammehemmende materialer synes tiden til fullt utviklet brann som TSI-en spesifiserer unødig kort, mens verdien for brannintensitet på 25 MW kan være noe lav.

Informasjon fra NSB tyder på at man i Norge er langt framme med å fornye persontog i tråd med moderne brannsikkerhetsstandarder og kravene i TSI for SRT, og at man her i landet er kommet mye lenger enn det som ligger til grunn for scenarioene i TSI-en som forutsetter en

materiellutskiftingstakt på 30 - 40 år. Dette betyr at TSI-ens spesifikasjoner og krav er konservative i forhold til framtidig norsk brannsikkerhetsstatus for rullende materiell, og dette bør ha betydning for de scenarioene som legges til grunn for evakueringsanalysene.

Det Norske Veritas mener brannutviklingskurven spesifisert i Figur 9a og 9b er mer relevant enn det som er spesifisert som basis for TSI for SRT i punkt 2.2.1 og anbefaler at dette legges til grunn som designverdier for evakueringsanalyser fra nye tunneler.

6 RESULTATEKSEMPLER

Basert på de brannfrekvenser som er skissert i kapittel 4.1.2, utkjøringssannsynlighetene fra Figur 5 samt en antagelse om at 25 % av alle stoppende branner i tunnele har potensialet for å bli en alvorlig kupébrann er sannsynlighet for de ulike brannscenariene for persontog beregnet for noen typiske tunnellengder basert på et trafikknivå på 100 tog per døgn over 350 fulltrafikkdøgn per år. Tallene er vist i Tabell 4:

Oppsummerte inngangsdata blir da:

- Brannfrekvens i nye tunneler med stort hastighetsnivå: $2 \cdot 10^{-8}$/togkm.
- Andel tog som stopper i tunnel: I henhold til Figur 5
- Andel av branner i stoppende tog med potensiale for full overtenning vs. andre branner: 25 %
- Antall persontog per døgn: 100
- Ekvivalent antall fulle driftsdøgn: 350

Tabell 4: Resultateksempler mht frekvens av ulike branner

Tunnel-lengde (km)	Togkm/år med 100 tog per dag	Brannfrekvens for persontog per 100 år i tunnel	Andel tog som stopper i tunnel, ref Fig 5.	Frekvens over 1000 år i forhold til maks brannstørrelse for persontog	
				Max 5 MW	Avhengig av tverrsnitt og ventilasjon (40–100 MW)
2	70 000	0,14	0,05	0,05	0,016
5	175 000	0,35	0,09	0,24	0,08
10	350 000	0,7	0,17	0,87	0,29
15	525 000	1,05	0,24	1,9	0,63
20	700 000	1,4	0,31	3,3	1.1

Tallene i Tabell 4 er basert på 100 tog per døgn i tunnelen. For andre trafikknivåer kan tallene skaleres proporsjonalt.

Tallene kan ikke brukes for tunneler med stasjon i tunnelen eller like foran tunnelen, eller for tunneler med innkjørsignaler eller andre hovedsignaler som ikke er rene blokksignaler.

Tallene bør også brukes med forsiktighet for tunneler med sterk stigning og stor høydeforskjell mellom portaler.

7 REFERANSER

/1/ FOR 2008-07-04 nr 790: Forskrift om gjennomføring av vedtak 2008/163/EF av 20. desember 2007 om den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkevne vedrørende sikkerhet i jernbanetunneler i det transeuropeiske jernbanesystemet for konvensjonelle tog og høyhastighetstog (TSI-sikkerhet i jernbanetunneler)

/2/ Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven).

/3/ FOR-2002-06-26-847 Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn.

/4/ FOR 2008-04-25 nr 412: Forskrift om gjennomføring av vedtak 2006/920/EF av 11. august 2006 om den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkevne som gjelder for delsystemet « drift og trafikkstyring » i det transeuropeiske jernbanesystemet for konvensjonelle tog (TSI-drift og trafikkstyring)

/5/ Evans, A W (2011). Fatal train accidents on Europe's railways: 1980-2009. *Accident Analysis and Prevention* **43**(1), 391-401

/6/ FOR 2008-04-25 nr 412: Forskrift om gjennomføring av vedtak 2006/920/EF av 11. august 2006 om den tekniske spesifikasjonen for samtrafikkevne som gjelder for delsystemet « drift og trafikkstyring » i det transeuropeiske jernbanesystemet for konvensjonelle tog (TSI-drift og trafikkstyring)

7/ Untersuchungsreporte der Unfallsuntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe (UUS), www.uus.admin.ch

/8/ Undersøkelsesrapporter. Statens havarikommisjon for transport (SHT). www.aibn.no.

/9/ Bekendgørelser og redegørelser fra Havarikommissionen for Civil Luftfart og Jernbane www.havarikommissionen.dk

/10/ Dr.ing Jörg Schreyer, STUVAtec GmbH, Köln & Dr.ing. Alfred Haack, Köln; Brandschutz in unterirdischen schienengebundenen ÖPNV-Tunnelanalagen. Taschenbuch für den Tunnelbau 2012; DGGT, VGE Verlag, Essen.

/11/ Willich, Marc; Brandschutz in unterirdischen Personenverkehrsanlagen der DB Station & Service AG. Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), 2010, Nr 11. (Nov).

/12/ Dr.ing Jörg Schreyer, STUVAtec GmbH, Köln ; Neuer S_Bahn-Bemessungsbrand: Prachtische Bedeutung und erste Erfahrungen. STUVA-Tagung 2009; Forschung + Praxis Band 43; Seitet 207 – 212.

VEDLEGG 1

ERROR! REFERENCE SOURCE NOT FOUND.

VEDLEGG 1 - UTDRAG AV TSI'ER OG BRANNFORSKRIFTER

I. TSI for SRT (extract)

2.2. **The risk scenarios**

This TSI assumes that the pure 'railway risks' are covered by appropriate measures, deriving generally from the safety standards applying in the rail industry, and reinforced by the other TSIs which are being finalised or will be mandated to the European Railway Agency (ERA). However this TSI will also look at measures which could offset or mitigate the difficulty of evacuation or rescue operations following a railway accident.

Relevant measures have been identified, which will suppress or significantly reduce the risks arising from these scenarios. They have been developed, in the categories prevention/mitigation/evacuation/rescue; however they do not appear under these headings in this TSI but under the headings of the subsystems concerned.

The measures prescribed can be considered as a response to the following three types of incidents

2.2.1. 'Hot' incidents: Fire, explosion followed by fire, emission of toxic smoke or gases.

The main danger is fire. It is assumed that the fire starts in one passenger train or power-unit and is fully developed 15 minutes after ignition. It is discovered and the alarm is raised during these first 15 minutes. Whenever possible the train leaves the tunnel.

If the train comes to a stop, passengers are evacuated, directed by the train crew, or by self-rescue, to a safe area.

….

4.2.5. Subsystem rolling stock

4.2.5.1. Material properties for rolling stock
The selection of materials and components shall take into account the fire behaviour properties.
Passenger rolling stock: clause 4.2.7.2.2 of HS RST TSI applies also to CR rolling stock.
Freight rolling stock: See clause 4.2.7.2.2.4 of CR RST TSI (freight wagons, version EN07 dated 5.1.2005) Material requirement

4.2.5.2. Fire extinguishers for passenger rolling stock
The provisions of clause 4.2.7.2.3.2 of HS RST TSI apply also for CR passenger rolling stock.

4.2.5.3. Fire protection for freight trains

4.2.5.3.1. Running capability

No specific running capability with a fire on board is requested for freight traction units or wagons (in addition to the specifications of CR RST TSI freight wagons) although the objective of bringing the train out of the tunnel also applies to freight trains. On board fire detectors shall be specified for freight traction units as for passenger power units (4.2.5.6).

4.2.5.3.2. Driver's protection

Minimum requirement for fire protection of the driver: Traction units shall have a fire barrier to protect the driver's cab. The fire barriers shall satisfy requirements for integrity for a minimum of 15 minutes. The fire performance test shall be carried out in accordance with the requirements of EN 1363-1 partition test.
(Remark: protection of the driver see also 4.7.1)

4.2.5.3.3. Fire protection for trains with passengers and freight or road vehicles

In trains transporting passengers and freight or road vehicles, the passenger coaches shall fulfil the relevant prescriptions of chapter 4.2.5 of this TSI. National laws can specify additional requirements in the

field of operation, in order to account for the additional risk of such trains, as long as these requirements do not prevent the running of trains complying with Directive 2001/16/EC as amended by Directive 2004/50/EC. (Exceptions for national, bilateral, multilateral or multinational agreements are listed in chapter 7.4)). Traction units shall fulfil the requirements for passenger locomotives. For freight wagons, the relevant TSIs apply.

4.2.5.4. Fire barriers for passenger rolling stock

Clause 4.2.7.2.3.3 of HS RST TSI 'Fire resistance' applies also to CR rolling stock,

4.2.5.5. Additional measures for running capability of passenger rolling stock with a fire on board:

4.2.5.5.1. General objectives and required running capability for passenger trains

This section includes measures which shall be achieved to improve the probability that a passenger train with a fire on board will continue to operate for:

- 4 minutes for rolling stock in fire safety category A according to 1.1.3.1. This shall be deemed to be satisfied by fulfilment of the requirements for brakes (4.2.5.5.2)
- 15 minutes for rolling stock in fire safety category B according to 1.1.3.2. This shall be deemed to be satisfied by fulfilment of the requirements for brakes and traction (4.2.5.5.2 and 4.2.5.5.3)

For tunnels longer than 20 km, the need for additional infrastructure and operations safety measures shall be considered. A fire safety category B train complying with the requirements of the relevant TSIs shall not be prevented from operating in tunnels longer than 20 km.

4.2.5.5.2. Requirements for brakes

The requirements for brakes in clause 4.2.7.2.4 of the HS RST TSI shall apply also to Conventional Rail rolling stock of fire safety categories A and B.

4.2.5.5.3. Requirement for traction

The requirements for traction in clause 4.2.7.2.4 of the HS RST TSI shall apply also to CR rolling stock of fire safety category B.

4.2.5.6. On board fire detectors

The requirements of clause 4.2.7.2.3.1 of the HS RST TSI apply also to CR rolling stock.

4.2.5.7. Communication means on trains

The requirements of clause 4.2.5.1 of the HS RST TSI apply also to CR rolling stock.

4.2.5.8. Emergency brake override

The provisions in clause 4.2.5.3 'Passenger alarm' of the HS RST TSI also apply to CR rolling stock
4.2.5.9. Emergency lighting system in the train

The provisions in clause 4.2.7.13 'Emergency lighting' of HS RST TSI apply also to CR passenger rolling stock,
except that an autonomy of 90 minutes after the main energy supply has failed is required

4.2.5.10. Switching off of air conditioning in the train

The provisions in clause 4.2.7.12.1 HS RST TSI 'Passenger and train crew areas equipped with air conditioning apply also to CR passenger rolling stock

4.2.5.11. Escape design of passenger rolling stock

4.2.5.11.1. Passengers' emergency exits

Arrangement, operation and signage of emergency exits in CR passenger rolling stock shall satisfy the requirements of clause 4.2.7.1.1, letters A to C, of HS RST TSI.

4.2.5.11.2. Passenger access door

The doors shall be provided with an individual internal and external emergency-opening device in conformity with clause 4.2.2.4.2.1, letter g, of the HS RST TSI.

4.2.5.12. Rescue service's information and access

The rescue services shall be provided with a description of rolling stock to permit them to handle emergencies. In particular information should be provided on how to obtain access to the interior of the rolling stock.

II. TSI for HS SRT (regarding measures to ensure running)

4.2.7.2.4. Additional measures to improve running capability

4.2.7.2.4.1. Trains of all categories of fire safety

These measures are applicable to rolling stock designated as category A or B fire safety of this TSI.

These measures are required to improve the probability that a train will continue to operate for 4 minutes in the event that a fire is detected as the train enters a tunnel section. This requirement is made so that the train will reach a suitable place to stop and allow passengers and staff to be evacuated from the train to a place of safety.

This requirement shall be deemed to be satisfied by a failure mode analysis relating to the following requirement: The brakes shall not automatically apply to bring the train to a halt as a result of system failure caused by a fire assuming the fire is in a technical compartment or cabinet, sealed or unsealed, containing electrical supply line and/or traction circuit equipment or a technical area with a combustion engine.

4.2.7.2.4.2. Category B fire safety
These measures are applicable to rolling stock designated as category B fire safety only of this TSI.

These measures are required to improve the probability that a train will continue to operate for 15 minutes in the event that a fire is detected as the train enters a tunnel. This requirement is made so that the train will reach a suitable place to stop and allow passengers and staff to be evacuated from the train to a place of safety.

This requirement shall be deemed to be satisfied by a failure mode analysis relating to the following requirements:

- Brakes — The brakes shall not automatically apply to bring the train to a halt as a result of system failure caused by a fire assuming the fire is in a technical compartment or cabinet, sealed or unsealed, containing electrical supply line and/or traction circuit equipment or a technical area with a combustion engine.
- Traction — 50 % minimum traction redundancy as defined in clause 4.2.8.1 shall be available in degraded mode running capability, assuming the source of the fire is in a technical compartment/cabinet, sealed or unsealed, with electrical supply line and/or traction circuit equipment or a technical area with a combustion engine. If this redundancy requirement cannot be satisfied for reason of traction equipment architecture (e. g. traction equipment in one single place of the train), an automatic fire extinguishing system shall be provided in the locations described in this bullet point.

III. TSI for locomotives and passenger rolling stock (extract)

TSI for "Locomotives and passenger rolling stock"

4.2.10. *Fire safety and evacuation*

4.2.10.1. General and categorisation

This clause applies to all units.

Rolling stock intended for use on the CR TEN shall be designed such that it protects passengers and onboard staff in case of hazard e.g. fire on board and to allow an effective evacuation and rescue in case of emergencies. This is deemed to be fulfilled by complying with the requirements of this TSI.

The compatibility between the categories of rolling stock and operations in tunnels is set out in the SRT TSI.

The design fire category shall be recorded in the rolling stock register, as defined in clause 4.8 of this TSI.

4.2.10.1.1. Requirements applicable to all units, except freight locomotives and OTM s

Category A:

Rolling stock shall comply as a minimum with:

— the requirements applicable to category A rolling stock as depicted in SRT TSI, and

— the requirements in the clauses 4.2.10.2 to 4.2.10.4 of this TSI.

Category A rolling stock is the minimum category for rolling stock operated on the TEN infrastructures.

The compatibility between category A rolling stock and sections of tracks where detraining is dangerous other than tunnels (e.g. elevated sections, embankments, trenches, etc.) up to 5 km length is covered by this TSI.

Category B:

Category B rolling stock shall comply with:

— all requirements applicable to category A rolling stock, and
— the requirements applicable to category B rolling stock as depicted in SRT TSI, and
— the requirements in the clause 4.2.10.5 of this TSI.

Category B rolling stock is designed to be operated on all parts of the TEN infrastructures (including long tunnels and long elevated sections).

4.2.10.1.2. Requirements applicable to freight locomotives and OTM s

Freight locomotives shall meet the requirements as set out in:

— SRT TSI clauses applicable to freight locomotives (including those clauses applicable to rolling stock in general), and

— the requirements in clauses 4.2.10.2 Material requirements and 4.2.10.3 Specific measures for flammable liquids, of this TSI.

OTMs shall meet the requirements as set out in:

— SRT TSI clauses: 4.2.5.1 Material properties for rolling stock, 4.2.5.6 Onboard fire detectors, and 4.2.5.7 Communication means on trains,

— the requirements in clauses 4.2.10.2 Material requirements, and 4.2.10.3 Specific measures for flammable liquids, of this TSI.

4.2.10.1.3. Requirements specified in the SRT TSI

The following list gives an overview of the basic parameters covered by the SRT TSI, which are applicable to rolling stock in the scope of the present TSI (*note:* not all parameters are applicable to each type of unit in the scope of this TSI):

4.2.5.1. Material properties for rolling stock (1)

4.2.5.2. Fire extinguishers for passenger rolling stock

4.2.5.3. Fire protection for freight trains

4.2.5.4. Fire barriers for passenger rolling stock (1)

4.2.5.5. Additional measures for running capability of passenger rolling stock with a fire on board

4.2.5.6. Onboard fire detectors

4.2.5.7. Communication means on trains (2)

4.2.5.8. Emergency brake override (2)

4.2.5.9. Emergency lighting system in the train

4.2.5.10. Switching off of air conditioning in the train

4.2.5.11. Escape design of passenger rolling stock (1)

4.2.5.12. Rescue service's information and access

The clauses marked with (1) are affected by the contents of clause 4.2.10 of the present TSI.

Since the present TSI differs from the SRT TSI on certain requirements, the TSIs shall be applied as follows:

— SRT TSI clause 4.2.5.1 (Material properties for rolling stock) shall be supplemented by clause 4.2.10.2 (Material requirements) of the present TSI for conventional rolling stock.
— SRT TSI clause 4.2.5.4 (Fire barriers for passenger rolling stock) shall be supplemented by clause 4.2.10.5 (Fire barriers) of the present TSI for conventional rolling stock.

— SRT TSI clause 4.2.5.11.1 (Passengers' emergency exits) shall be substituted by clause 4.2.10.4 (Passenger evacuation) of the present TSI for conventional rolling stock.

The clauses marked with (2) are affected by the contents of clause 4.2.5 of the present TSI (see this clause 4.2.5 for details).

4.2.10.2. Material requirements

This clause supplements SRT TSI clause 4.2.5.1 'Material properties for rolling stock' for conventional rolling stock.

In addition to the provisions in SRT TSI (referring back to the HS RST TSI) and pending the publication of EN45545-2, the requirements relating to the fire behaviour properties of materials and the selection of components is also permitted to be satisfied by the verification of conformity in accordance with TS 45545-2:2009, using the appropriate operation category as specified in TS 45545-1:2009.

4.2.10.3. Specific measures for flammable liquids

Railway vehicles shall be provided with measures preventing a fire from occurring and spreading due to leakage of flammable liquids or gases.

4.2.10.4. Passenger evacuation

This clause substitutes SRT TSI clause 4.2.5.11.1 'Passengers' emergency exits' for conventional rolling stock.

Definitions and clarifications

Emergency exit: train borne provision to allow people inside the train to get out of the train in case of an emergency. An external passenger door is a specific type of emergency exit.

Through route: Area in the train which can be entered and left from different sides and which does not obstruct the movement of passengers and staff, along the longitudinal axis of the train. Interior doors on the through route which cannot be locked are considered not to obstruct the movement of passengers and staff.

Passenger area: Area to which passengers have access without particular authorisation.

Compartment: Passenger area or staff area, which cannot be used as a through route for passengers or staff respectively.

Requirements

Emergency exits shall be provided and indicated.

An emergency exit shall be able to be opened by a passenger from inside the train.

Once opened, each emergency exit shall have an opening which is sufficient in size to allow the release of persons. This requirement is deemed to be met when the opened emergency exit includes a rectangular open and free area of at least 700 mm x 550 mm.

Seats or other passenger amenities (table, bed etc.) may be located on the route towards an emergency exit as long as they do not prevent the use of the emergency exit and do not obstruct the free area as defined under the previous point here-above.

All external passenger doors shall be equipped with emergency opening devices allowing them to be used as emergency exits.

From each place inside a through route, an external door shall be reachable within 16m, measured along the longitudinal axis of the vehicle; sleeper and restaurant cars are exempt from this requirement.

For restaurant cars, an emergency exit shall be located within 16 m from each place inside the restaurant car, measured along the longitudinal axis of the vehicle.

For sleeper cars, each sleeping compartment shall have an emergency exit.

Except for toilets and luggage areas, no place inside a passenger compartment shall be located at a distance of more than 6m from an emergency exit, measured along the longitudinal axis of the vehicle. For emergency exits in passenger compartments, additional means to aid a safe and swift evacuation shall be provided if the distance between the lowest point of the emergency exit and the top of rail exceeds 1,8 m.

Each vehicle designed to contain up to 40 passengers shall have at least two emergency exits.

Each vehicle designed to contain more than 40 passengers shall have at least three emergency exits.

Each vehicle intended to carry passengers shall have at least one emergency exit on each vehicle side.

4.2.10.5. Fire barriers

This clause supplements SRT TSI clause 4.2.5.4 ‘Fire barriers for passenger rolling stock’ for conventional rolling stock.

In addition to the provisions in the SRT TSI, for category B fire safety rolling stock, the requirement for full ‘cross section partitions within passenger/staff areas’ is permitted to be met by fire spreading prevention measures (FSPM):

If FSPM are used instead of full cross section partitions, it shall be demonstrated that:

— they ensure that fire and smoke will not extend in dangerous concentrations over a length of more than 28 m within the passenger/staff areas inside a unit, for at least 15 minutes after the start of a fire,

— they are installed in each vehicle of the unit, which is intended to carry passengers and/or staff,

— they provide at least the same level of safety to persons on board as full cross section partitions, with an integrity of 15 minutes, which are tested in accordance with the requirements of EN 1363-1:1999 partition test and assuming the fire can start from either side of the partition.

If the FSPM relies on reliability and availability of systems, components, or functions, their safety level shall be taken into account in the demonstration; in that case the global safety level to be met is an open point.

IV. TSI related to 'Operation and Traffic management (extract)

4.2.3.7. ***Managing an emergency situation***

The Infrastructure Manager must, in consultation with:

— all Railway Undertakings operating over his infrastructure, or
— where appropriate, representative bodies of Railway Undertakings operating over his infrastructure, and
— neighbouring Infrastructure Managers, as appropriate, as well as
— local authorities and representative bodies at either local or national level as appropriate, of the emergency services including fire fighting and rescue and in conformity with Directive 2004/49/EC,

define, publish and make available appropriate measures to manage emergency situations and restore the line to normal operation.

Such measures shall typically cover:
— collisions,
— fires on train,
— evacuation of trains,
— accidents in tunnels,
— incidents involving dangerous goods
— derailments
The Railway Undertaking must provide the Infrastructure Manager with any specific information in respect to these circumstances, especially in respect to the recovery or re-railing of their trains. (See also clause 4.2.7.1 Emergency measures in the Conventional Rail Freight Wagon TSI).

Additionally, the Railway Undertaking must have processes to inform passengers about onboard emergency and safety procedures."

V. Brann- og eksplosjonsvernloven (LOV-2002-06-14-20)

§ 6. *Forebyggende sikringstiltak og vedlikehold*

Eier av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å sørge for nødvendige sikringstiltak for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke.

Eier og bruker av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å holde bygningstekniske konstruksjoner, sikkerhetsinnretninger og øvrige sikringstiltak til vern mot brann, eksplosjon eller annen ulykke i forsvarlig stand og påse at disse til enhver tid virker etter sin hensikt.

Eier eller bruker skal etter en eventuell brann, eksplosjon eller annen ulykke sørge for vakthold og andre nødvendige sikringstiltak når leder av brannvesenet krever dette.

Departementet kan gi forskrifter om eiers og brukers plikter til rapportering, sikringstiltak, vedlikehold og vakthold etter denne bestemmelsen.

….

§ 13. *Særskilte brannobjekter*

Kommunen skal identifisere og føre fortegnelse over byggverk, opplag, områder, tunneler, virksomheter m.m. hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljø eller materielle verdier.

Kommunen skal sørge for at det føres tilsyn i byggverk m.m. som nevnt i første ledd for å påse at disse er tilstrekkelig sikret mot brann. Tilsynet skal omfatte alle forhold av betydning for brannsikkerheten, herunder bygningsmessige, tekniske, utstyrsmessige og organisatoriske brannsikringstiltak og forhold av betydning for gjennomføring av brannbekjempelse og øvrig redningsinnsats.

Kommunen skal overfor sentral tilsynsmyndighet kunne dokumentere hvordan tilsyn med byggverk m.m. som nevnt i første ledd, som kommunen eier eller bruker, er gjennomført, og hvordan eventuelle pålegg er fulgt opp.

Kommunestyret selv kan gjennom lokal forskrift eller enkeltvedtak bestemme at det skal føres tilsyn med andre byggverk m.m. enn de som er omfattet av første ledd.

Departementet kan gi forskrifter om tilsyn med særskilte brannobjekter.

Tunneler

En tunnel er et objekt hvor en brann fort kan få alvorlige konsekvenser i form av mange omkomne. Normalt har man anbefalt å registrere vegtunneler over en viss lengde (500 meter) som særskilte brannobjekter under kategori a. I veiledningen til forebyggendeforskriften har man imidlertid valgt å gå bort fra meterangivelse og i stedet sagt at det må legges en risikovurdering til grunn for å registrere en tunnel som et særskilt brannobjekt. Dette er imidlertid ikke et signal om å redusere årvåkenheten mot disse objektene. Risikovurdering må basere seg på tunnelens lengde, trafikkarbeid, tilstand og tilgjengelighet for innsatsmannskaper. Eiers risikoanalyser og vurderinger bør innhentes og legges til grunn for myndighetsvurderingen.

Hva angår registrering av jernbane- og banetunneler så kan disse registreres som særskilte brannobjekter fordi det regelmessig vil oppholde seg mange mennesker der.

Det vil også her være nyttig for kommunen å gjøre seg kjent med eiers egne vurderinger av sikkerheten i tunnelen før registreringsavgjørelsen. Det vises i denne sammenheng til utdrag fra "Jernbaneverkets tekniske regelverk for tunneler".

Tunnelanlegg som også omfatter stasjonsområder eller publikumsområder kan registreres som ett eller flere særskilte brannobjekt. Ved inndeling i flere særskilte brannobjekt må det også utarbeides dokumentasjon som viser total brannsikkerhet for samtlige brannobjekt.

Det presiseres at det er kommunen som har avgjørelsesmyndighet i utvelgelse og registrering av særskilte brannobjekt, uavhengig av hvilke risikoanalyser eier måtte ha gjort. Avgjørelsen er prosessuell, men behandles som et enkeltvedtak etter forvaltningsloven.

VI. Forebyggendeforskriften (FOR 2002-06-26 nr 847: Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn)

Kap. 2. Generelle krav til eier og virksomhet/bruker av brannobjekter

§ 2-1. *Generelle krav til eier*

Eier av ethvert brannobjekt skal sørge for at dette er bygget, utstyrt og vedlikeholdt i samsvar med gjeldende lover og forskrifter om forebygging av brann.

Kravene til brannteknisk utforming og utstyr er ivaretatt når tekniske krav gitt i eller i medhold av gjeldende plan- og bygningslov er oppfylt.

Det brannteknisk sikkerhetsnivået i bygninger bygget i henhold til nyere forskrifter, skal opprettholdes slik som forutsatt i tillatelse etter plan- og bygningsloven § 93.

Sikkerhetsnivået i eldre bygninger skal oppgraderes til samme nivå som for nyere bygninger så langt dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme. Oppgraderingen kan skje ved bygningstekniske tiltak, andre risikoreduserende tiltak eller ved en kombinasjon av slike.

Dersom andre har bruksrett til brannobjektet plikter eier å etablere de nødvendige samarbeidsordninger med virksomhet/bruker for å sikre etterlevelse av denne bestemmelsen.

Eiers forpliktelser kan ikke fraskrives gjennom avtale.

§ 2-2. *Generelle krav til virksomhet/bruker*

Virksomhet/bruker av brannobjekt skal innrette seg slik at brann ikke lett kan oppstå og slik at sikringstiltak og sikringsinnretninger virker som forutsatt.

Virksomhet/bruker skal påse at bygningstekniske brannverntiltak og øvrige sikringstiltak ikke forringes. Virksomhet/bruker skal rapportere til eier alle forhold av betydning for brannsikkerheten.

§ 2-3. *Rømning av personer*

Eier av ethvert brannobjekt skal sørge for at rømningsveiene til enhver tid dekker behovet for rask og sikker rømning.

Eier skal i brannobjekt, der det er nødvendig, sørge for at rømningsveiene har et tilfredsstillende ledesystem.

§ 2-4. *Ettersyn og vedlikehold av installasjoner, utstyr, bygningsdeler, fyringsanlegg mv.*

Eier av ethvert brannobjekt skal, der det er nødvendig, sørge for at kvalifisert personell foretar jevnlig kontroll, ettersyn og vedlikehold av installasjoner, utstyr, konstruksjoner m.m. for å forhindre teknisk forfall som kan redusere brannsikkerheten.

Eier må sørge for at røyk- og branncellebegrensende bygningsdeler er intakte og ikke svekket av hull, samt at konstruksjoner hvor det er krav om brannmotstand virker som forutsatt. Kanaler, rør og lignende som krysser røyk- og branncellebegrensende bygningsdeler, og gjennomføringer for disse, skal være utført slikt at brannmotstanden ikke reduseres.

Eier skal melde fra til kommunen når det har vært installert nytt ildsted eller foretatt andre vesentlige endringer ved fyringsanlegget.

Eier må sørge for at skorstein og øvrig fyringsanlegg er intakt og virker som forutsatt. Blir det oppdaget feil eller mangler som åpenbart kan øke risikoen for brann må fyringsanlegget ikke brukes.

Kap. 3. Krav til organisatoriske tiltak i særskilte brannobjekter

§ 3-1. *Dokumentasjon av sikkerhet*

Eier av særskilt brannobjekt skal sørge for at brannsikkerheten er tilfredsstillende dokumentert. Dokumentasjonen skal omfatte tekniske og organisatoriske tiltak, herunder vedlikeholds- og interne kontrollrutiner.

Dersom eier ikke selv er bruker av brannobjektet skal virksomhet/bruker sørge for dokumentasjonen av organisatoriske tiltak.

Dokumentasjonen skal på oppfordring legges frem for tilsynsmyndighetene, som kan kreve ytterligere dokumentasjon.

§ 3-2. *Brannvernleder*

For ethvert særskilt brannobjekt skal det være en brannvernleder som skal ivareta brannvernet, og som tilsynsmyndigheten kan forholde seg til. Brannvernleder kan være eier selv eller en representant for eier.

Brannvernleder skal delta under varslet tilsyn og ha tilstrekkelig kunnskap om brannvernlovgivningen og om de branntekniske og organisatoriske forhold i objektet, samt brannvesenets innsatsmuligheter.

Utpeking av brannvernleder fritar ikke eier eller virksomhet/bruker fra de plikter som ellers følger av forskriften.

§ 3-3. *Opplæring og brannøvelser*

I ethvert særskilt brannobjekt skal alle ansatte og ledere ha brannvernopplæring og gjennomføre regelmessige brannøvelser som står i forhold til risikoen i objektet. Nyansatte og vikarer skal ha tilstrekkelig informasjon om opptreden i en brannsituasjon før de settes i arbeid.

§ 3-4. *Instrukser og planer mv.*

Virksomhet/bruker av ethvert særskilt brannobjekt skal utarbeide og iverksette ordensregler og instrukser som regulerer brannforebyggende og -bekjempende tiltak.

For særskilte brannobjekter hvor brann kan medføre tap av mange liv, skal det i tillegg utarbeides rednings- og beredskapsplaner. Tilsynsmyndigheten kan kreve at dette skal utarbeides også for andre type objekter.

Alle ordensregler, instrukser og planer skal jevnlig vedlikeholdes og revideres.

På alle gjesterom i overnattingssteder skal det være oppslag som angir rømningsveier og forholdsregler ved brann.

§ 3-5. *Vakt eller annen overvåkning*

På overnattingssteder, sykehus og pleieinstitusjoner skal det være vaktordning som står i forhold til risikoen i objektet. I slike bygg med mer enn 50 sengeplasser skal det være fast nattevakt eller annen likeverdig overvåkning.

§ 3-6. *Unormal eller sterkt varierende risiko*

Virksomhet/bruker skal ved drifts- og bruksforhold som kan lede til markert økning i fare for antennelse eller brannspredning, gjennomføre ekstraordinære tiltak som sikrer at risikoen ikke øker. Tilsvarende gjelder dersom tekniske tiltak, bygningsdeler, utstyr, anlegg, mv. eller deler av slike, som er av vesentlig betydning for brannsikkerheten settes ut av funksjon i perioder.

Eier og virksomhet/bruker skal i fellesskap etter brann, branntilløp e.l. iverksette nødvendige undersøkelser for å avdekke eventuelle mangler ved brannsikkerheten, samt iverksette ekstraordinære brannverntiltak inntil risikoen er normalisert.

Kap. 4. Krav til tekniske tiltak i særskilte brannobjekter

§ 4-1. *Personsikkerhet*

Eier skal etter en risikovurdering sørge for å sikre tilstrekkelig rømningstid for personer gjennom tekniske tiltak som ledesystemer, brannalarmanlegg, manuelt slokkeutstyr og egnede stasjonære slokkeanlegg i henhold til § 2-1 annet ledd.

Kommunen kan kreve at brannalarmanlegg skal knyttes til alarmsentral eller direkte til nødalarmeringssentral.

§ 4-2. *Materiell sikkerhet*

Eier skal sørge for å installere egnet stasjonært slokkeanlegg der dette er nødvendig for å hindre tap av store materielle verdier.

§ 4-3. *Slokkevann*

Eier av industri- og næringsvirksomheter skal innenfor eget område sørge for fordeling av slokkevann, slik at det er lett tilgjengelig atkomst til tilstrekkelig vann ved slokkeinnsats.

- o0o -

VEDLEGG 2
BRANNHENDELSER PÅ JBVS NETT 2000 - 2011

VEDLEGG 2 - BRANNHENDELSER PÅ JBVS NETT FRA 2000 - 2011

I dette notatet ser vi litt på brannhendelser på Jernbaneverkets nett i årene fra 2000 – 2011. Alle brannhendelsene omtalt i dette dokument er for rullende materiell i tog og informasjon er hentet fra ulykkesrapporter utgitt av SHT, eller ulykken er omtalt i Norsk Jernbaneklubbs medlemsblad På Sporet og bekreftet av andre kilder.

Branner i hensatt materiell er ikke inkludert. Når det gjelder godstog er det beskrevet 2 branner som skjedde med norsk materiell i Sverige, men disse er naturlig nok ikke inkludert i beregning av antall brannhendelser i forhold til antall togkm utført i Norge.

De mest alvorlige brannhendelsene er der brannen i toget er følgebrann av en annen initierende hendelse.

I. Uprovosert brann

Med dette forstår vi en brann som starter på grunn av en eller annen feil i det rullende materiell og som ikke er følgehendelse av en annen ulykke som avsporing eller sammenstøt. Det kan være vanskelig å klassifisere hva som er en brann. Her vil vi basere oss på de kriterier som Statens Jernbanetilsyn (SJT) og Statens havarikommisjon for transport (SHT) bruker for å klassifisere en brann som en jernbaneulykke. Basert på norske erfaringer har følgende antall ulykker blitt klassifisert som jernbaneulykke i henhold til SJT eller etterforsket av SHT i de siste 10 år, dvs 2001 – 2010. I tillegg er noen hendelser hentet fra Norsk Jernbaneklubbs medlemsblad *På Sporet*:

II. Persontog

Totalt er det identifisert 16 rapporterte hendelser med brann i persontog over 12 år. Et par av dem er varmgang i aksellager som har begrenset brannspredningspotensiale, men kan medføre akselbrudd og avsporing med mulige følgehendelser. En brann i året i persontog i trafikk synes derfor som et rimelig anslag på brannfrekvens i norske persontog. Med i overkant av 30 – 35 millioner persontogkm per år svarer dette til en brannfrekvens på ca $3x10^{-8}$ per persontogkm.

Det var kun brannen ved Valeseter i 2010 som kan sies å ha betydelig alvorlighet hvor det ble store materielle skader, men hvor det ikke var noen personskade. Personskade var det heller ikke i noen av de andre brannene.

Av de 16 brannene var det kun 2 det vil si 12,5 % som involverte stopp på linja utenom stasjon. Ved de 14 andre uprovoserte brannhendelsene kjørte toget fram til stasjon hvor de reisende ble sluppet av og brannen slukket, enten av togbetjening eller ved hjelp av brannvesenet. Det materiell skadeomfang i hendelsene var generelt små til middels skader.

Blant de materielltyper med flest branner var Type 69 (elektrisk lokaltog anvendt rundt Oslo og Bergen) og Type 92 anvendt i lokaltogene Trondheim – Steinkjer og på Rørosbanen.

Hendelsene er som beskrevet under:

2011:

Bjørgeseter 22.10.2011: Ca kl 08.40 i tog 233 mellom Harestua og Grua på Gjøvikbanen ble det oppdaget røykutvikling både i førerrommet og fra et teknisk skap lenger bak i vogna av Type 69.

Toget ble stoppet på Bjørgeseter stasjon hvor togets 2 reisende ble evakuert. Ingen personer ble skadet. Undersøkelse av SHT er ikke ferdig. *Kilde: SHT, Pågående undersøkelser.*

Mosjøen stasjon 15.05.2011: Natt til 15. mai brøt det ut brann i diesellokomotiv 4.653 i tog 476, sørgående nattog på Nordlandsbanen, før ankomst Mosjøen stasjon. Brannen oppsto i elektrisk utstyr og ble slukket ved Mosjøen stasjon av brannvesenet etter kort tid. Toget ble kjørt videre med annet materiell

Stjørdal stasjon 31.01.2011: Det oppsto varmgang i et av venstre aksellager i en BM92 motorvogn før Stjørdal. Støv fett og sot i boggien tok fyr. Toget stoppet ved Stjørdal stasjon hvor først togpersonalet forsøkte å slukke brannen med pulverapparat, deretter assistert av brannvesenet. Små skader. *Kilde: På Sporet 146, mars 2011*

2010:

Valeseter km 159, 09.09.2010 kl 07.25: Det oppsto brann i persontog 2575 i diesel motorvogn type Y-1 ved Valeseter på Bratsbergbanen. Brannen spredde seg til togets passasjeravdeling, men noen full overtenning av denne skjedde ikke. Hendelsen er undersøkt av SHT som konkluderer med følgende: Brannen er etter all sannsynlighet oppstått som følge av oljelekkasje i oljerøret til turboladeren pga. en uheldig konstruksjon og innfesting av oljeslangen til turboladeren. Olje sprutet bort på turbolader og eksosmanifold som hadde tilstrekkelig høy temperatur til å antenne oljen. Brannvesenet kom til ulykkesstedet 50 min etter at brannen oppsto og slukking ble forsinket pga. mangel på slukkevann. Slukningsarbeidet var avsluttet kl 11.50. Toget hadde 19 passasjerer ombord pluss fører. Ingen personer ble skadet, men det oppsto betydelig materielle skader.. *Kilde: SHT rapport 2011/06.*

2009:

Nationaltheatret stasjon 07.06.2009: Brann i persontog 3744, tomt Flytog, ved Nationaltheatret stasjon. Brannen skjedde i elektronisk utrustning knyttet til informasjonsskjermer i en av vognene. Mye røykutvikling, men begrenset varmeutvikling. Ingen personskade.

Søndag den 07. juni 2009 ble flytog nr 3744 stoppet på Nationaltheatret stasjon fordi det var problemer med signalanlegget i Oslotunnelen. Etter at toget var tømt for reisende og hadde stått vel 20 minutter på stasjonen skulle det vende og kjøre tilbake til Oslo S. I forbindelse med vendingen ble det oppdaget brann i toppen av bagasjesøylen i en av togets vestibyler.

Brannen førte ikke til personskader eller skader på infrastrukturen. Det ble registrert store brannskader i toppen av bagasjesøylen og taket inne i en av togets vestibyler og omfattende røykskader i sitteavdelingene i den aktuelle vognen.

Undersøkelsen konkluderte med at brannen startet i en av monitorene som sitter i toppen av bagasjesøylene i togets vestibyler, og at den brente seg gjennom skilleveggen mot togets ventilasjonskanal. Dette medførte at brannen ble intensivert og røyken spredd til passasjeravdelingene via ventilasjonsanleggets vifter. Brannen utviklet seg raskt, fra den ble oppdaget og til røyken lå tett i vogna gikk det bare ca 4 minutter. *Kilde SHT rapport 2010/02*

2008:

Ski, 12.04.2008 ca kl 14 oppsto brann i elektrisk motorvogn 69.037 på Ski stasjon. Settet skulle gå i lokaltog Ski – Skøyen. Brannvesenet ble tilkalt for slukking og stasjonen ble stengt for

trafikk et par timer mens slukkingen pågikk. Brannen oppsto i utgangsvestibylen nærmest førerrom i motorvognen og vognene fikk omfattende skader. *På Sporet nr. 13, august 2008.*

Km 37,7 Stjørdal, 27.07.2008 kl 20.00 oppsto brann i persontog 449 i diesel-elektrisk motorvogn Type 92 ved km 37,7 nord for Stjørdal stasjon. Hendelsen er undersøkt av SHT som konkluderer med følgende: Brannen hadde høyst sannsynlig startet i koblingsboksen for generatoren hvor det hadde oppstått lysbue med påfølgende varmeutvikling pga. utilstrekkelig festing av kabelsko til koblingsbrettet for generatoren. Generatoren hadde noen måneder tidligere vært ute for revisjon og feilen hadde kanskje oppstått ved montering etter revisjon. Toget stoppet ved en parallell veg nord for Stjørdal stasjon hvor det var lett tilkomst for brannslukking. Brannvesenet kom til ulykkesstedet 22 min etter varsling og var blitt noe forsinket pga. uklarhet om hvor toget sto. Brannen var slukket kl 20.55. Toget hadde 69 passasjerer og 3 personer i togbetjening. Ingen ble skadet. *Kilde: SHT rapport 2009/06.*

Hauketo stasjon, 26.11.2008. Tog 102, et morgentog fra Halden, med togsett 73.43 erfarte røykutvikling før Hauketo stasjon. Brannvesenet ble tilkalt og det oppsto en del forsinkelser i trafikken på Østfoldbanen inntil togsettet var fjernet ca kl 09.00. *Kilde: på Sporet nr 138 april 2009.*

2007:

Voss stasjon 14. mars 2007 kl 06.15: Like før avgang i tog 1803 fra Voss mot Bergen brøt det ut brann i togets varme- og ventilasjonsanlegg i BM 69.650. Toget ble evakuert og de reisende måtte vente på neste tog. Brannen var slukket når brannvesenet kom til stasjonen. *Kilder: På Sporet nr 131, mai 2007 & http://pub.tv2.no/nettavisen/innenriks/article93239.ece*

2006: Ingen rapporterte brannhendelser i persontog i de konsulterte kilder.

2005: Ingen rapporterte brannhendelser i persontog i de konsulterte kilder.

2004:
Nelaug stasjon 17. februar: Natt til 17. februar oppsto tjuvbremsing og varmgang i en akselkasse i nattog 705 på Sørlandsbanen. Forholdet ble oppdaget på Nelaug stasjon. Togpersonalet slukket brannen og de reisende ble tatt over i andre vogner i toget. Vogna ble satt ut på Nelaug og hentet av redskapstog fra Oslo samme dag. *På Sporet nr. 118, juni 2004.*

2003:

Skogn stasjon 29. juni 2003 kl 18.30 Oppsto brann i persontog 446 i diesel-elektrisk motorvogn Type 92 ved Skogn stasjon på Nordlandsbanen. Brannen oppsto i motorområdet under toget. Hendelsen er undersøkt av SHT som konkluderer med følgende: Det begynte å brenne i toget mellom Levanger og Skogn stasjoner. Brannen ble oppdaget 1 km før Skogn stasjon og lokfører og konduktør bestemte seg for å kjøre toget fram til Skogn stasjon for der å kunne evakuere toget ved plattform. Evakuering av ca 90 personer foregikk uten problemer og ingen ble skadet. Lokfører kunne ved hjelp av togets brannslukkings-apparater slukke brannen før brannvesenet kom tilstede. Disse foretok etterslukking. Årsaken til brannen synes å være lekkasje i høytrykks brenselsinnsprøytingsrør til dieseldysen for sylinder no. 12 i den ene av togets to motorer. Diesel ble sprøytet ut over turboenheten som holdt en temperatur på ca 600°C og antente dieselen. Dette ledet til at gummislange som førte smøreolje til turboenheten tok fyr og brant opp. Brennende motorolje ble sprøytet ut på motorvognens underside og antente deretter luftfiltret til motoren og luftkanalen i aluminium smeltet. *Kilde: SHT rapport 2003/02*

Ganddal – Stavanger 25. mai 2003 kl. 2240 ved Ganddal observerte lokomotivføreren røyk i førerrommet på togsett 73012 (tog nr 781) som var på vei fra Kristiansand til Stavanger. Det kom røyk ut fra dyser i ventilasjonsanlegget som var plassert til høyre for lokomotivfører i førerrommet. Lokomotivføreren besluttet å evakuere de reisende til et sikkert sted i toget - bakre vogn i togsettet, under oppsyn av ombordansvarlig og lokomotivfører. Jernbanelinjen gikk i åpent terreng på det stedet hvor evakueringen foregikk. Lokomotivføreren besluttet deretter å fremføre toget til Stavanger. Da toget nærmet seg Stavanger, begynte lokomotivføreren å føle ubehag i form av kvalme og svimmelhet. Han ble umiddelbart sendt til legevakten for kontroll da toget ankom Stavanger. *Kilde SHT rapport 2004/01*

2002:

Skotbu hlp 14. desember: Det oppsto et branntilløp i bakre inngangsparti i BM 69.041 i tog 176 ved Skotbu stasjon. Røyken ble oppdaget av togpersonalet og lokføreren fikk slukket brannen. Brannvesenet ble i tillegg tilkalt og sørget for etterslukking. Det ble bare små skader på vogna, men Østre linje ble sperret fra ca kl 15 til 19. *På sporet 113, mars 2003.*

Hovin stasjon 6. august: Det oppsto varmgang i et hjullager på togsett 73.11 (Signatur) i tog 46 ved Hovin. Toget stoppet ved Hovin stasjon og ble evakuert og de reisende sendt videre. Brannen ble slukket med togets brannslukkingsapparater og var slukket da brannvesenet kom. *Kilder: SHT rapport 2004/12 & På Sporet nr. 111, sept 2002*

Ringebu stasjon 5. mai 2002 oppsto brann i en håndtørrer på toalettet i AB7 24719 i tog 42 like før Ringebu. Brannen ble slukket av togpersonalet. Toalettet fikk omfattende skader. To personer ble sendt til legevakt pga mulig røykskade. Toget ble innstilt og erstattet med buss fra Ringebu til Oslo. *På Sporet 110, juni 2002.*

2001:

Fetsund stasjon 21. juni 2001 brøt det ut brann i El.16.2209 i persontog 1053 på Fetsund stasjon. Lokomotivet fikk omfattende skader. Toget ble innstilt og linja forbi Fetsund ble stengt for trafikk en times tid pga strømutkobling i forbindelse med slukking. *På Sporet nr 107 september 2001.*

Følgende materielltyper er mest involvert i branner:

- Type 69: 4 branner
- Type 92: 3 branner
- Type 73: 3 branner

III. Godstog

Det er rapportert om 12 uprovoserte godstogbranner i Norge i perioden, dvs. ca 1 brann per år. Med ca 10 000 godstogkm per år svarer dette til ca 1 brann per 10^7 godstogkm. Av de totalt 14 identifiserte brannene (2 i Sverige) er det kun 2 branner i vogner i toget, dvs 15 %. De andre 85 % har skjedd i togets lokomotiv, eller 1 av flere toglokomotiver.

Det er ikke rapportert om brannspredning fra lokomotiv til annet lokomotiv eller vogn, og heller ikke mellom vogner.

Brannene som har oppstått i godsvogner eller deres last har i stor grad antent gjennom overslag fra kontaktledningen som ofte har lavere forlegning i tunneler enn på linjen ellers for eksisterende baner. En brann oppsto i tømmerbøss på gnistplate over hjul som lå an mot et hjul pga nedbøyning av gnistplata.

Følgende lokomotivtyper er mest berørt i brannene:

- El 14: 4 hendelser
- El 16: 4 hendelser
- Di 8: 4 hendelser

To av hendelsene skjedde i tunnel (Asker) eller ved underjordisk stasjon (Nationaltheatret). For godstogbrannene var det færre hendelser hvor toget ble framført til stasjon, men for de to hendelsene med brann i last ble toget framført til stasjon for slukking.

2011:

Mandag 4.4.2011 kl. 20:23 oppsto brann i det bakre lokomotivet i flydrivstofftoget ved Asper st. på Hovedbanen. Toget var på vei fra Oslo havn til Oslo lufthavn, Gardermoen med 16 fullastede tankvogner med flydrivstoff.

Tankvognene ble koplet fra det brennende lokomotivet og trukket videre mot Gardermoen av lokomotivet foran i toget. Brannvesenet fra Jessheim stasjon ble tilkalt og brannen ble slukket. Strekningen forbi hendelsesstedet ble åpnet for trafikk ca. kl. 23:00 samme dag. *Kilde: SHT notis om pågående undersøkelser*

2010:

Strømmen stasjon 22.mai 2010 oppsto det ut brann i lokomotivet i Gt 5708 på morgenen på Strømmen stasjon. Brannvesenet ble tilkalt for slukking, og stasjonen ble stengt en tid mens slukkingen pågikk. *På Sporet 144, september 2010*

Lillehammer 29. august 2010 oppsto det brann i El16.2209 i godstog ved Lillehammer. Brannen ble slukket av brannvesenet. *På Sporet 145, desember 2010*

2008:

Enafors – Storlien Sv. Onsdag 22.oktober 2008 kl 11.15 tok det fyr i et lokomotiv av type Di.8 mellom Enafors og Storlien. Toget var et tømmertog med destinasjon Norske Skog på Fiborgtangen og hadde 2 Di8 lokomotiver i forspann som trekkraft. Brannen oppsto i det første av dem og synes å ha vært forårsaket av havari i den ene turboladeren og smøreolje har funnet vei inn i avgass og ladeluftkanal som antennes der pga. høy temperatur. I og med at dieselmotoren i et slikt tilfelle vil gå på smøreolje vil den ikke stoppes pga nødstoppaktuatoren med mindre denne også stenger spjeldene i ladeluftkanalen. Kontaktledningen falt ned. Dieselmotoren fortsatte å gå til smøreoljesumpen var tom.

Bakre diesellokomotiv og resten av toget ble flyttet bakover, vekk fra det brennende lokomotivet for å unngå at brannen skulle smitte over til det. *Kilde: Lokomotivmannstidene*

2007: Ingen hendelser som møter utvalgskriteriet

2006:

Steinsrud tirsdag 7. mars 2006 kjørte godstog 5722 fra Dombås i retning Alnabru (Oslo). Toget var 390 m langt, hadde en brutto vekt på 700 tonn og en bremseprosent på 80. Lokomotivet var av typen El 14. Da toget nærmet seg Steinsrud stasjon stod innkjørhovedsignal B i ”stopp”. Lokomotivføreren fikk etter hvert signal ”kjør”, løste bremsene og toget begynte å trille mot spor 1 på Steinsrud stasjon. Lokomotivføreren betjente kjørekontrollene slik at kontaktene i

høyspenningsregulatoren (trinnvelgeren) ble lagt inn, og toget trakk med omtrent 1500A på banemotorene. Da løste høyspentbryteren ut, utløst av reléet for dempemotstanden.

Lokomotivføreren la inn høyspentbryteren og prøvde å aktivere spenningsregulatoren på nytt, men etter bare 2-3 kontakter løste høyspentbryteren ut igjen. Han kontaktet da togleder for å varsle om feil på lokomotivet, la på ny inn høyspentbryteren og lot toget trille inn på Steinsrud stasjon uten pådrag (uten bruk av motorkraft).

Lokomotivføreren registrerte deretter et kraftig lysglimt, etterfulgt av et voldsomt smell. Overtrykket i maskinrommet, som en følge av eksplosjonen, var så kraftig at vinduer i begge Maskinromdørene ble blåst ut. Frontruter i førerrommene ble skadet. Lokomotivføreren stoppet toget umiddelbart og sikret det med håndbrems. Da han gikk ut så han at alle vinduer og trykkluker på begge sider av lokomotivet var blåst ut, men at det ikke hadde oppstått noen påfølgende brann. *Kilde: SHT rapport 2006/07.*

Bekkelaget, Oslo 16. mai 2006, kl. 0445 oppstod en brann i lokomotiv El16.2210 i godstog 4957 ved Bekkelaget stasjon på Østfoldbanen. Toget var på vei fra Alnabru til Sarpsborg stasjon. Brannen utviklet mye røyk, noe som medførte at all trafikk både på jernbane og E18 ble stanset forbi brannstedet. *Kilde SHT rapport 2007/06*

Kornsjø 22. juni 2006, kl.1805 oppstod det brann i et El16 lokomotiv i godstog 41982 nord for Kornsjø stasjon, i retning Halden. Toget hadde avgangsstasjon fra Göteborg, var 366 meter langt og hadde en totalvekt på 1158 tonn. Lokomotivføreren hadde ført toget hele veien fra Göteborg. Underveis på svensk strekning, hadde han 2 ganger hatt problem med for lav linjespenning fra kontaktledningsanlegget med utfall på hjelpekretsen til lokomotivet, men etter å ha vært i maskinrommet og lagt inn igjen sikringer i skap 7, kjørte han videre. Da lokomotivet hadde passert Kornsjø stasjon på norsk side fikk lokomotivføreren for tredje gang varsel om ”rød feil” ”Övertemp / strømretter trafo” på kjørepanelet, og høyspentbryter falt. Han stoppet toget og gikk inn i maskinrommet og prøvde å tilbakestille feilen. Han prøvde 2 ganger å legge inn høyspent-bryteren, uten å lykkes. Da oppdaget han røyk komme ut fra ventilatortårn S1. Lokomotivføreren koblet da ned lokomotivet, sikret toget med bremser, varslet togleder og evakuerte toget på grunn av røykutviklingen.

Brannvesenet rykket ut fra Halden kl.1816. Ulykkesstedet var meget utilgjengelig, noe som gjorde slukningsarbeidet vanskelig. Derfor tok det uforholdsmessig lang tid før brannmann-skapene kom i gang med slokkingen. Det er ingen informasjon om at brannen spredte seg til vogner. *Kilde SHT rapport 2007/05*

Vartofta Sv. 14.07.2006 kl. 0310 under fremføring av tog 41935, den brant lokomotiv 16.2207 ved Vartofta stasjon på strekningen Falköping – Jönköping i Sverige. Togets lengde var 494 meter, vognvekt var 641 tonn, trekkraft 500-700 amp., og ble fremført i 100 km/t. Lokomotivet var av samme type som EL16.2216. Lokomotivføreren hadde ikke merket noe unormalt før brannen startet. Den eneste feilmelding som kom like etter at brannen hadde startet var: ”Övertemp strömretter trans” samtidig hørtes støy fra maskinrommet. Lokomotivet ble fullstendig utbrent da varmeutviklingen var så stor at selv metallet brant. Etter 3 ½ time ble brannen ansett som slukket og etterslukking kunne starte. *Kilde SHT*

Lundamo stasjon fredag 1.09.2006 oppsto brann i bark og flisboss i en tom tømmervogn i godstog like sør for Lundamo stasjon på Dovrebanen på morgenen. Strømmen måtte kobles ut i forbindelse med slukkingen. *Kilde: På Sporet nr. 129; desember 2006.*

2004:

Askertunnelen tirsdag 21. september 2004 kl. 2248 mistet lokomotivet til tog 5809 trekkraften inne i Askertunnelen, 50m før det vestlige utløpet av tunnelen. (Askertunnelen er 416 meter lang)

Lokomotivfører forsøkte å legge inn høyspenningsbryter for å få lokomotivet til å trekke fremover, men dette fungerte ikke. Da lokomotivfører åpnet døren til maskinrommet, oppdaget han kraftig røyk og brannutvikling i maskinrommet på lokomotivet. Togleder ble straks kontaktet som igjen kontaktet brannvesenet. Brannvesenet tok kontakt med lokomotivfører for å få opplysninger om hva toget var lastet med. Lokomotivfører opplyste til brannvesenet at toget var lastet med farlig gods, og i hvilke fareklasser. Gående på veg ut av tunnelen stoppet lokomotiv-føreren togekspeditøren som var på vei inn for å hjelpe.

Ca. kl. 2300 rykket brannvesenet inn i tunnelen med røykdykkere. Det var kraftig røykutvikling fra maskinrommet på lokomotivet, brannen ble raskt slukket. Det oppsto oljelekkasje på lokomotivet. På grunn av det farlige godset som toget var lastet med, ble brannvesenet på stedet frem til kl. 0200 for å forvisse seg om at brannen ikke blusset opp igjen. Lokomotivet ble fraktet til Sundland verksted i Drammen for videre undersøkelse av Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane og politiet fra Asker og Bærum politidistrikt. *Kilde: SHT rapport 2005/03*

2002:

Ronglan – Åsen 8. mai 2002 ca kl 20.00: Mellom Ronglan og Åsen på Nordlandsbanen brøt det ut brann i Di 8.709, det ene av to Di8-lokomotiver, i Gt 5792 operert av CargoNet. Toget stoppet på en rettstrekning etter Ronglan hvor motorveien går parallelt like ved jernbanen. Lokomotivføreren slukket brannen selv, men brannvesenet ble tilkalt for etterslukking. Toget kom seg videre etter en tid ved hjelp av det andre lokomotivet. *Kilde: På Sporet nr. 110, juni 2002*

Nationaltheatret stasjon fredag 9. august 2002 kl. 2125. Det oppstod en eksplosjon i spennings-regulatoren i tog nr 5807´s lokomotiv EL14.2180 i Oslotunnelen. Toget var på veg til Sørlandsbanen (Stavanger). Hendelsen skjedde 100 meter før Nationaltheatret stasjon i sporet i retning Drammen.

Som følge av eksplosjonen oppstod det skader på spenningsregulatoren og hovedtransformatoren som er plassert i maskinrommet sammen med spenningsregulatoren. Flere ekspansjonsluker i lokomotivet ble blåst opp pga lufttrykket som oppsto. Et metallstykke med diameter på ca. 400 mm ble blåst ut av lokket til spenningsregulatoren. Oljeoppsamleren for spenningsregulatoren ble revet av festene. Trykket var så stort at transformatoren fikk skader, slik at det oppsto en oljelekkasje. Pakningen mellom spenningsregulatoren og transformatoren fikk sprekker.

Kombinasjonen av oksygen, lysbue, stort trykk og forstøvet trafoolje førte til en flashbrann. Brannen skyldtes forstøving av trafoolje opp mot høyspente skillebrytere. Kabler i brannområdet fikk tydelige brannmerker. Videre var kontaktrullene på kontaktarmen fastbrente, og kontaktringen var sprukket og løsnet. I tillegg var det gnistspor i ringen og gnistspor i lokket til velgerhuset. *Kilde: SHT rapport 2004/05*

Bolna 13. november 2002 brøt det ut brann i Di 8.704, det ene av to diesellok i Gt 5791 ved 6-tiden 5 km sør for Bolna. Lokomotivføreren fikk koblet resten av toget fra det brennende loket og skjøvet toget noe vekk fra fra det brennende lokomotivet.. Deretter fikk han slukket brannen. Årsaken til brannen var skade på turbolader. Loket fikk omfattende skader Nordlandsbanen var sperret i 3 timer. *Kilde: På Sporet nr 112, desember 2002.*

2001:

Nordagutu stasjon 5. mars 2001 om natten begynte det å brenne i fem militære beltevogner i et ekstra godstog på Sørlandsbanen ved Nordagutu. Toget var lastet opp i Kongsberg med destinasjon Larvik. 6 min etter avgang Kongsberg ble det registrert frakobling av kontaktledning. Tilsvarende skjedde flere ganger på strekningen. Dette kan ha sammenheng med tunneler ved Saggrenda der Kl ligger lavt. En beboer ved Holtsås hadde registrert brann i toget da det passerte. Toget kom brennende inn på Nordagutu stasjon. På 2 av vognene var militære beltevogner med tilhenger fullstendig utbrent. Etter at toget stoppet ved Nordagutu stasjon brant kontakttråd og bærelinje av. Årsaken til brannen var trolig at antenner eller lignende på beltevognene var kommet i kontakt med eller nær kontakt-ledningen. Sørlandsbanen ble stengt og trafikken erstattet med buss fram til i 11-tiden. Brannvesenet ble kontaktet og kom og slukket brannen. *Synergimelding 6978. På Sporet nr 102, juni 2001.*

1998:

Jærbanen 20. februar 1998. På formiddagen ble det oppdaget brann i halmlasten i en Os-vogn (åpen godsvogn) i nordgående godstog 5809 ved Brusand. Da lokføreren ble klar over situasjonen stoppet han toget et sted mellom Brusand og Vigrestad hvor linjen går inntil veien, slik at brannvesenet kunne komme til. Linjen var sperret i 3 timer fra 10.30 – 13.35. (Årsaken var kanskje at dekkende presenning tok bort i kontaktledning). *På Sporet nr 94, juni 1998.*

1997:

Dombås - Hjerkinn 16. juni 1997: Ekstra militærtog 9707 måtte stoppe like nord for Dombås stasjon p.g.a. oppstått brann i militært kjøretøy på andre vogn i toget, samt flere skader på militært utstyr på flere plasser i toget etter overslag fra nedrevede deler av kontaktledningsanlegget enten i Dombåstunnelen (144 m) eller andre av tunnelene ved Dombås. Sannsynligvis hadde noe på beltevognene hadde kommet nær eller i kontakt med kontaktledningen i en av tunnelene ved Dombås stasjon. 8 av Forsvarets beltevogner ble skadet av brann mens de var i transport til skytefeltet på Hjerkinn. *På Sporet nr 91, september 1997.*

1994:

Ed- Mon i Sverige 22. januar 1994: I et heltog fra Gøteborg til Lillehammer med 150 Volvo person-biler med OL-profilering for bruk i Vinter-OL kom en bilantenne i kontakt med kontaktledningen ved Ed i Sverige. Bilen tok fyr og brannen spredde seg. Brannvesenet ble varslet og toget stoppet ved Mon mellom Ed og Kornsjø, der en veg går inntil sporet slik at brannvesenet kunne komme raskt til. Seks biler ble helt ødelagt og flere skadet. *På Sporet nr 78, juni 1997.*

IV. Annen jernbaneulykke med følgebrann i tog:

Kraftige sammenstøt, avsporinger eller eksterne branner kan medføre brann som følgehendelse. I perioden fra 2000 og fram til er det i våre kilder funnet beskrevet 5 hendelser av denne typen i Norge. Skadeomfanget har vært stort ved flere av hendelsene både materielt og menneskelig.

Hendelsene er som listet under:

Hallingskeid 2011; 16. juni: Brann i snøoverbygg på Hallingskeid stasjon på Bergensbanen som smittet over til 2 togsett Type 73 i tog 62. Alle reisende ble evakuert fra toget til plattform ved Hallingskeid stasjon uten skader. Begge togsettene ble utbrent og de materielle skader og tap var store.

Sem – Stokke plo km 124,115 2005; 31. august: Sammenstøt mellom sørgående tog 873 og lastebil på privat planovergang km 124,115 mellom Sem og Stokke stasjoner i Stokke kommune i Vestfold. Toget besto av elektrisk lokomotiv Type El.18 og 8 personvogner med totalvekt 472

tonn. Lastebilen var lastet med 12 tonn korn og sto stille på planovergangen da den ble truffet av toget med betydelig hastighet. Lastebilen ble delt i to og det begynte å brenne i en av delene. Toget sporet av med fremre aksling og det begynte å brenne i lokomotivets frontparti som er laget av kunststoff. Hele førerrommet i lokomotivet ble utbrent. Det var 69 personer om bord i toget, 3 fikk lettere skader.

Lillestrøm 2000; 05. april: Nordgående godstog 5781 kolliderte med nordgående godstog 5713 ved Lillestrøm stasjon med en hastighet av ca 60 km/h. 2 tankvogner lastet med propangass og som var plassert rett bak lokomotivet i tog 5781 fikk lekkasje av gass som ble antent.

Moi 2000; 16.jan: Tog 725 med El 18.2247 kjørte på en metallgjenstand som var plassert i sporet ved Moi st. Gjenstanden slo hull i transformatorkassen og trafooljen som lekket ut ble antent. Brannen ble raskt slukket. Saken ble anmeldt til politiet og 4 gutter i 14-årsalderen innrømmet dagen etter å ha plassert gjenstander i sporet. *På Sporet nr 101, mars 2000.*

Åsta 2000; 04. jan: To dieseldrevne tog på Rørosbanen, tog 2302 og tog 2369, kolliderte front mot front ved Åsta mellom Rudstad og Rena stasjoner. En eksplosiv brann oppsto og 19 av 86 personer om bord i de 2 togene omkom.

VEDLEGG 3

3
SERIOUS RAILWAY ACCIDENT IN EUROPE

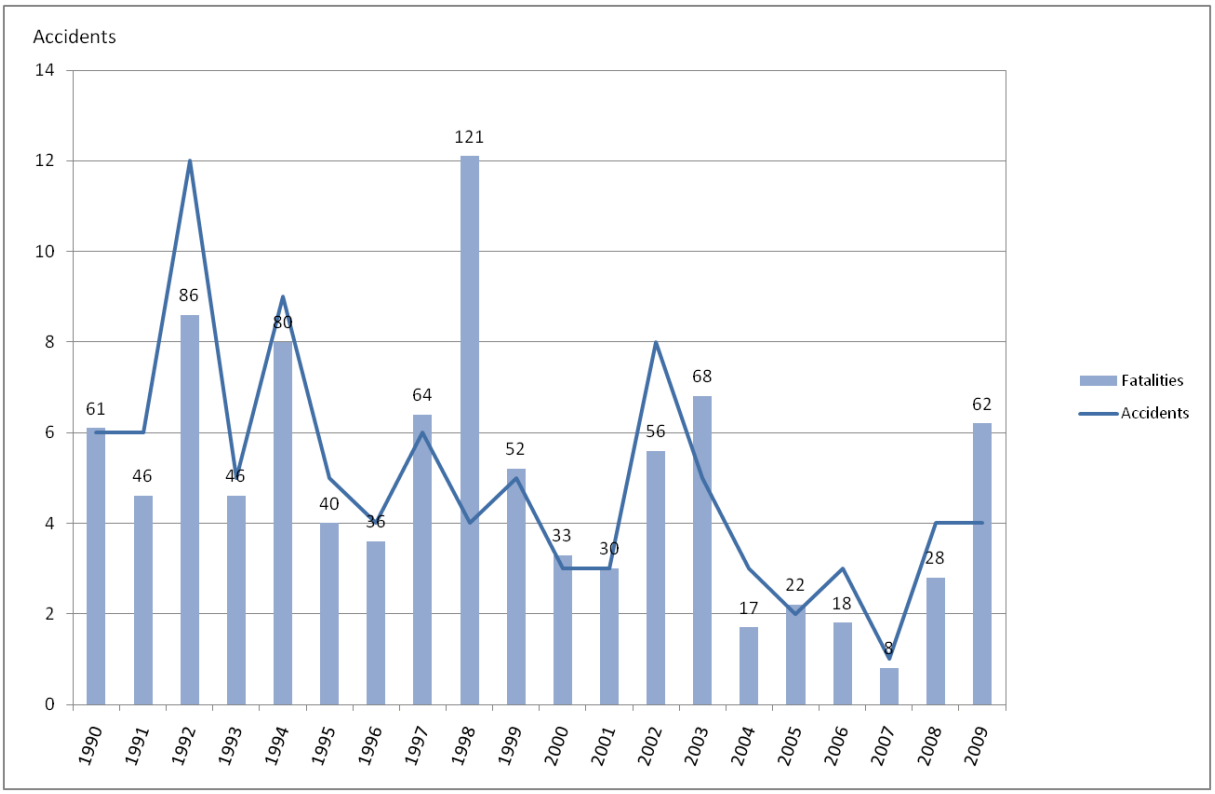
- o0o -

VEDLEGG 3 - SERIOUS RAILWAY ACCIDENT IN EUROPE

Serious accidents in Europe

The agency has in a research project gathered serious accidents for the period 1990-2009. The project identified 402 accidents, of which 385 were not previously known to ERA. The accident archive is publicly available in our database. The archive contains

- Fatal train collisions, derailments and fires.
- Level crossing accidents with on-train fatalities.
- Other accidents with four or more fatalities.



Accidents in Europe with 5 or more fatalities since 1990.

Below is given a list with the accidents in Europe since 1990 with 5 or more fatalities. By clicking on the links you can filter the list to show accidents with 5, 10 or 15 fatalities. The list combines information from the historical archive with the information on accidents submitted by the national investigation bodies. As can be seen from the figure above there has been a clear reduction in the number of severe accidents from the period 1990 – 99 to 2000 – 10.

It also contains information on three recent serious level crossing accidents, made known to ERA by Professor Andrew Evans, University college London, UK.

List of fatal railway accidents in EU 27 + CH + No 1990-2009

Date	Country	Place	Type	Fats.	Inj.
1990-02-02	DE	Rüsselsheim station	Trains collision	17	37
1990-03-22	DE	Gröbers, Halle	Trains collision	5	0

1990-06-23	PL	Suburb of Wroclaw	Level-crossing accident	7	0
1990-07-03	ES	Unknown	Trains collision	6	2
1990-08-21	PL	Wlochy	Trains collision	16	42
1990-08-25	CZ	Spálov, Between Železný Brod and Tanvald stations	Trains collision	10	16
1991-01-27	CZ	Chlumčany	Accident to person caused by RS in motion	5	1
1991-03-31	SK	Jesenske-Rimavska Sobota	Level-crossing accident	6	0
1991-06-29	EL	Corinth	Level-crossing accident	8	0
1991-07-28	PT	Linha da Beira Alta - pk 106,66 - Level crossing of Monte Lobos/ Carregal do Sal	Level-crossing accident	5	0
1991-10-12	DE	Cologne	Accident to person caused by RS in motion	6	1
1991-10-17	FR	Melun Station, near Paris	Trains collision	16	50
1992-01-07	HU	Between Vámosgyörk and Hort	Level-crossing accident	5	8
1992-01-27	IT	Ciampino, Near Rome	Trains collision	6	0
1992-06-10	IT	Caluso, Near Turin	Trains collision	6	33
1992-08-03	SK	Budkovce - Drahnov	Trains collision	6	0
1992-08-17	BG	Kazichene station	Trains collision	8	57
1992-08-19	AT	Puchberg	Trains collision	5	30
1992-09-26	HU	Agárd, Gárdony	Level-crossing accident	16	0
1992-10-01	BG	Harmanli	Trains collision	5	1
1992-10-18	PL	Chelmce	Level-crossing accident	6	0
1992-11-15	DE	Northeim	Train derailment	11	0
1992-11-30	NL	Hoofddorp	Train derailment	5	6
1992-12-10	DE	Bad Oldesloe station	Accident to person caused by RS in motion	7	1
1993-02-12	HU	Between Bátaszék-Pörböly stations	Level-crossing accident	10	12
1993-08-01	RO	Urleasca	Level-crossing accident	12	0
1993-08-03	ES	Vega de Anzo, near Oviedo	Trains collision	12	5
1993-08-14	HU	Between Makó and Makó-Újváros station	Level-crossing accident	6	0
1993-10-03	NO	Nordstrand, near Oslo	Trains collision	6	6
1994-02-17	PT	Linha do Sul - Level crossing at pk 274,94 (São Marcos da Serra)	Level-crossing accident	6	2
1994-03-21	CH	Between Daeniken and Schoenenwerd	Train collision with an obstacle	9	14

1994-04-30	PT	Linha do Oeste - Level crossing at pk 101,71	Level-crossing accident	5	1
1994-05-29	PT	Linha da Póvoa - Level crossing at pk 39,91	Level-crossing accident	5	8
1994-09-11	EL	Tithoréa	Train derailment	5	0
1994-09-29	DE	Bad Bramstedt	Trains collision	7	15
1994-10-15	UK	Cowden, Kent	Trains collision	5	0
1994-11-17	ES	Santa Fe / Gador	Level-crossing accident	7	0
1994-12-02	HU	Szajol station	Train derailment	31	54
1995-02-27	ES	San Sebastian	Train derailment	5	33
1995-06-24	CZ	Krouna, Between Policka and Chrudim	Trains collision	19	4
1995-06-27	HU	Between Győrszabadhegy and Nyúl stations	Level-crossing accident	6	7
1995-09-11	HU	Sorkifalud	Level-crossing accident	5	2
1995-09-22	FR	Agde	Level-crossing accident	5	0
1996-01-26	RO	Nr Tirgusor	Level-crossing accident	12	0
1996-02-26	HU	Kutas	Level-crossing accident	13	10
1996-03-03	RO	Gavojdia	Level-crossing accident	6	9
1996-10-07	BE	Berlaar	Level-crossing accident	5	0
1997-01-12	IT	Piacenza	Train derailment	8	30
1997-03-31	ES	Uharte Arakil station, Pamplona, Navarra	Train derailment	18	40
1997-05-05	PL	Reptowo, Szczecin	Train derailment	12	40
1997-07-05	DE	Between Neustadt, Marburg and Stadtallendorf	Train collision with an obstacle	6	2
1997-09-08	FR	Saint-Antoine-de-Breuilh, Port-Sainte-Foy	Level-crossing accident	13	18
1997-09-19	UK	Southall, London	Trains collision	7	30
1998-03-06	FI	Jyväskylä	Train derailment	10	8
1998-05-27	HU	Between Létavértes and Monostorpályi stations	Level-crossing accident	5	0
1998-06-03	DE	Eschede	Train derailment	101	87
1998-09-19	NO	Gol station	Level-crossing accident	5	0
1999-01-28	SK	Bratislava	Accident to person caused by RS in motion	6	0
1999-03-13	HU	Between Tiszakécske and Lakitelek	Level-crossing accident	5	1
1999-06-22	SE	Veka	Level-crossing accident	5	0
1999-	PL	Owadow, Radom	Level-crossing accident	5	1

07-27					
1999-10-05	UK	Ladbroke Grove, Paddington, London	Trains collision	31	227
2000-01-04	NO	Asta	Trains collision	19	18
2000-02-06	DE	Brühl	Train derailment	9	52
2000-06-04	IT	Near Parma	Trains collision	5	1
2001-01-03	ES	Aguilas / Lorca Sutulena	Level-crossing accident	12	2
2001-02-28	UK	Selby, Great Heck, North Yorkshire	Train collision with an obstacle	10	82
2001-03-27	BE	Pecrot	Trains collision	8	7
2002-02-20	RO	Tecuci	Level-crossing accident	7	8
2002-02-26	AT	Wampersdorf	Trains collision	6	17
2002-04-04	PT	Ramal da Lousã - pk 29,9	Trains collision	5	4
2002-05-10	UK	Potters Bar	Train derailment	7	32
2002-07-20	IT	Messina, Sicily	Train derailment	8	2
2002-10-02	PT	Linha de Cascais - pk 0,69 (Lisboa)	Level-crossing accident	6	0
2002-11-06	FR	Nancy	Fire in rolling stock	12	0
2002-12-02	PL	Malkinia	Level-crossing accident	5	4
2003-02-02	FR	Hesdin	Level-crossing accident	5	0
2003-05-08	HU	Balatonszabadi-Sóstó, Siófok, Lake Balaton	Level-crossing accident	33	7
2003-06-03	ES	Chinchilla / Navajuelos	Trains collision	19	6
2003-06-11	DE	Between Schrozberg and Niederstetten, Baden-Württemberg	Trains collision	6	25
2003-06-24	RO	Stroiesti	Level-crossing accident	5	4
2004-05-07	ES	Hellin	Level-crossing accident	5	0
2004-11-06	UK	Ufton Nervet	Level-crossing accident	7	8
2004-12-09	CZ	Vrahovice	Level-crossing accident	5	3
2005-01-07	IT	Bolognina di'Crevalcore	Trains collision	17	15
2005-02-12	BE	Diepenbeek	Level-crossing accident	5	0
2006-05-26	SK	Between Drienovska Nova Ves and Licartovce	Level-crossing accident	5	0
2006-08-21	ES	Between León and Palencia.	Train derailment	7	6
2006-10-11	FR	Zoufftgen, between Bettembourg station and Thionville	Trains collision	6	2
2007-07-22	RO	Tirgovista	Level-crossing accident	8	0

2008-02-28	BG	Between the railway stations Kunino - Cherven Briyag	Fire in rolling stock	9	10
2008-06-02	FR	Between Perrignier and Thonon Les Bains	Level-crossing accident	7	3
2008-08-08	CZ	Studenka station	Train collision with an obstacle	7	22
2008-08-14	HU	Between Vamosgyork and Gyongyos stations	Level-crossing accident	5	0
2008-08-30	RO	Fetesti	Level-crossing accident	5	0
2009-02-21	SK	Polompka	Level-crossing accident	12	20
2009-06-29	IT	Viareggio	Train derailment	32	27
2009-08-14	RO	Lasi	Level-crossing accident	13	3
2009-09-01	PT	Baião	Level-crossing accident	5	2

VEDLEGG 4

TUNNEL ACCIDENT 1972 – 2012 FOR RAILWAYS AND METROS

- o0o -

VEDLEGG 4 - TUNNEL ACCIDENT 1972 – 2012 FOR RAILWAYS AND METROS

Tabell 1 - Kjente tunnelulykker på jernbane fra og med 1972.

N°	Sted:	Dato:	Type ulykke:	Lengde	Konsept:	Drepte/ Skadde:	Personer ombord i tog:	Kommentarer/beskrivelse:
1	Bivio Chiusi, Rome – Firenze, It	2012, Feb 2012	Lost dooer hit meeting train	?	Double track	0/0	?	On the high speed line Roma – Firenze the high speed passenger train ES 9482 lost a door in the Bivio – Chiusi tunnel. The door hit a passing train in the opposite direction and damaged a window of that train. The cause of the door loss could have been a combination of faulty locking of the door and the pressure reduction in the tunnel due to the passing train, but any accident report has yet not been released. Source: *ERADIS IT-1366*.
2	Caracas, Venezuela	2011 sept 29th	Train collision in tunnel	?	Double track	1/30	40	A counter rush commuter train rear-ended another commuter train that had stopped in a tunnel on the new railway line between Caracas – Charallave – Cua. Since the colliding trains were operating away from Caracas City in the morning rush hours they were rather lightly occupied. One train was empty the other one had approximately 40 passengers. The driver of the rear train died. After the accident the line was closed for 4-5 days and the line was reopened for service at October 4th.
3	Hallingskeid, Norway	2011 June 16th	Fire in snow gallery	?	Double track at station	0/0	262; 257 passengers and 5 staff	Passenger train no. 62 was on route from Bergen to Oslo. At 10 o'clock at Hallingskeid station, after having recived a clear signals for passing the station, the contact line voltage disappeared. At the same time the driver noticed a fire in the far end of the snow gallery that covers most of the station. Emergency brakes were applied and the front of the train stopped immediately in front of the fire. Since the contact line voltage had disappeared, and there was not sufficient air to release the brakes, it was not possible to move the train backwards. The snow gallery was made of very dry wood materials. The fire therefore spread rapidly towards and along the train. All passengers had to be evacuated quickly. Since the train was standing next to a plattform at Hallingskeid station the evacuation was expeditious. The train consisting of two 4-car train sets was destroyed by the fire with exeption of one wagon that was completely located in a section of the snow gallery that was constructed by concrete. This part of the train was nearly undamaged which demonstrates the train's resistance against internal fire spread. The cause of the fire was probably track work in terms of track welding and grinding that had been carried out earlier in the morning the day of the accident.
4	Simplon	2011	Fire in	19,8 km	Double	0/0	1 or 2?	At about 06.00 on Thursday, June 9th, a BLS freight train from Italy to Switzerland,

	tunnel, Italy	June 10th	freight train		bore			running in the 1921 bore of the Simplon tunnel, came to a stand 3 km from the south end with one freight wagon reported on fire. The wagon was carrying mechanical equipment and household machinery with no particular "hazardous cargo". Due to the draught in the tunnel the fire rapidly spread to other wagons and a total of 9 more wagons were involved. Intense heat, up to 1000°C, was reported. Train traffic were stopped. Brig, Frutigen and Bern tunnel emergency and firefighting trains were sent to attend the fire. The fire generated dense smoke which escaped into the atmosphere at the Italian end at Iselle, closing for a time also the Simplon Pass road. Smoke also filled the older tunnel bore from 1906. The fire was under control by evening, but the wreckage was still very hot and firefighting continued through the Friday 10th. No passenger or freight trains could operate. Any investigation report identifing the cause of the fire is not yet finished. An additional nuisance was that the new BLS NEAT Lötschberg base tunnel also had to be closed, because the tunnel emergency train and crew were no longer in place in Frutigen.
5	Daiichi Niniu tunnel, Hokkaido, Japan	2011 May 27th	Derailment and subsequent fire	685 m	Double track	0/40 none serious	240 passengers + 2 staff	A 6 wagon DMU express train operating from Kushiro to Sapporo on the JR Seisko line of Hokkaido railway Co. (JR Hokkaido) derailed in front of the Daichii Niniu tunnel. One or more of the fuel tanks was damaged and the fuel ignited when the train was inside the tunnel. The train made an emergency stop in the tunnel at 9:56 pm. The operating manual of JR Hokkaido required a fire to be verified by open flames before the staff could initiate an evacuation. Due to the black smoke the staff had problems to verify open flames. The evacuation was therefore delayed. At 10.30 pm the passengers began to evacuate the train by their own decision as the smoke was filling up the train. Despite the delayed evacuation and smoke filled tunnel it seems that all passengers managed to leave the tunnel by their own effort . 40 passengers were sent to hospital to be treated for smoke inhalation and breathing problems, but it is reported that nobody was seriously injured. Undercarriage gear, possibly from the fouth wagon, had falled down from the train and caused derailment and damage to the fuel tank of the 5th carriage and possibly also the 6th carriage. The fuel tanks of those carriages were empty after the accident, but not for the first 4 wagons. Several of the train wagons were completely burnt out and severe structural sagging of the wagon bodies was noticeable for the entire train.
6	Barcelona, Clot Arago station	2011 April 28th	Collision and derailment	?		0/18	70 passengers	Spain's rail authority says 18 people were slightly injured when a commuter train carrying 70 passengers collided underground with an empty long distance train in Barcelona just before 10 a.m. Two carriages of the commuter train derailed after the collision whith a

								stationary train at underground tracks. 16 passengers were treated in nearby medical centres, mostly for bruises. The accident occurred as the commuter train began slowing down to stop in the Clot Arago station.
7	Summit tunnel near Todmorden	2010 Dec 28th	Train 1P02 ran into a heap of ice on the track and derailed and hit the tunnel wall.	2638 m	Double track tunnel fully brick lined	0/0	45 passengers + 2 staff	A 3 wagon DMU class 185 running from Manchester Airport to York, departing Manchester Airport at 00.38, struck a large pile of ice and derailed in the Summitt tunnel at 01.23 hrs December 28th. The accident train was the first train passing the tunnel in either direction since 21.45 december 24th. A cold weather with freezing temperatures had persisted for a long time before Christmas but the weather had changed to a thaw during the Christmas holiday. Substantial amount of ice, 20 – 25 tonnes, had fallen down from ventilation shaft no.10 of the tunnel and fouled the tracks. The ice had formed in the ventilation shaft during the cold weather period, but had fallen down into the track during the thaw period during Christmas. Any track inspection had not been carried out, neither was there issued a warning for slow driving through the tunnel. The train hit the heap of ice at a speed of 92 km/h and derailed towards the tunnel wall which the train struck and skidded along for a considerable distance. No persons were injured and the train stayed upright and coupled together. The derailment resulted in substantial damage to the train The evacuation proved difficult and was not finished until 04.40.
8	Dickheck-tunnel (Montabaur – Limburg), Germany	2010 April 17th	Lost door, hit crossing train	570 m	Double-track	0/6	?	ICE 105 from Amsterdam to Basel lost a door in the 570 m long Dickheck tunnel. The door hit and damaged 2 windows in the restaurant car of the crossing train ICE612 from München to Dortmund on the neighbouring track. 6 persons were injured by glass splinters.
9	Wushaoling tunnel, Gansu, China	2009 July 26	Fire in locomotive of passenger train	20.05km	Double bore	0/0		On July 26, 2009 passenger train 1043 was on route from Xi'an to Urumqi. A sudden fire was observed in the locomotive at 8:15am when the train was in Wushaoling tunnel. The locomotive was immediately disconnected from the rest of the passenger train, and driven out of the tunnel first. Over 1700 of passengers escaped from the train, and no passenger was reported injured or killed. The fire was put out by fire fighters. The railway was closed for a while due to this accident. http://news.sina.com.cn/c/2009-07-27/022018301547.shtml
10	National-theatret stasjon, Oslo Norway	2009, June 7th	Fire in empty train	3, 6 km	Double track station hall	0/0	?	Brann i persontog 3744, tomt Flytog, hensatt ved ved Nationaltheatret stasjon pga problemer med signalanlegget i Oslotunnelen. Brannen oppsto i elektronisk utrustning knyttet til informasjonsskjermer på baggesjesøyler i inngangspartiet på en av vognene etter at toget hadde stått vel 20 min ved stasjonen. Mye røykutvikling, men begrenset varmeutvikling. Ingen personskade. Brannen førte ikke til personskader eller skader på infrastrukturen. Det ble registrert store brannskader i toppen av bagasjesøylen og taket inne i en av togets vestibyler og

								omfattende røykskader i sitteavdelingene i den aktuelle vognen. Undersøkelsen konkluderte med at brannen startet i en av monitorene som sitter i toppen av bagasjesøylene i togets vestibyler, og at den brente seg gjennom skilleveggen mot togets ventilasjonskanal. Dette medførte at brannen ble intensivert og røyken spredd til passasjeravdelingene via ventilasjonsanleggets vifter. Brannen utviklet seg raskt, fra den ble oppdaget og til røyken lå tett i vogna gikk det bare ca 4 minutter. Kilde SHT rapport 2010/02
11	Livernant tunnel à Charmant, France	2009 May 20 th	Displace-ment of load that came into profile of neigh-bouring track	1468 m	Double track tunnel on line Paris - Bordeaux	0/1	Train staff only	A foresting machine of type Skogsjan 487XL (fr. *pelleteuse)* was transported on a freight train (41249) operated by Euro Cargo Rail (ECR). The train was coming from Germany. The foresting machine was displaced on the wagon, or the working arm came in rotation. The arm interfered with the loading profile of the neighbouring track. In the Livernant tunnel the working arm of the foresting machine hit the locomotive of the crossing train56724 with strong force on the right hand side of the locomotive. The right hand front of the locomotive of the meeting train was damaged and tha driver of the train was injured in the collission. The accident occurred at 0.40 in the night . The securing of the foresting machine was not made according to national nor international rules. Investigations after the accident showed that the foresting machine had glanced other trains prior to the collission in the Livernant tunnel. Ulykken skapte store trafikkforstyrrelser på den høytrafikkerte strekningen i flere dager.
12	Nice, Fr Tunnel de Villefrance sur Mer	2008 Nov. 18th	Påkjørsel av personer i tunnel	1518 m	Dobbel-spor	2/0	Godstog	Et par gikk til fots mellom sporene i tunnelen da det kom et godstog. Føreren av godstoget så personene og gav fløytesignal. Personene flyttet seg da mot sporet hvor toget kom og ble påkjørt og drept. I tilgjengelig informasjon er det ikke oppgitt om toget kom forfra eller bakfra i forhold til de gåendes bevegelsesretning, men med mindre det var selvmord er det grunn til å anta at toget kom bakfra.
13	Eurotunnel, UK/Frankrike	2008 Sept 11th	Brann, i en lastebil om-bord på lastebiltog.	50 km	Dobbel-løpet med service-tunnel. Tverr-forbindelse hver 375 m	0/14 mindre skader	32 personer ombord	The fire was reported in the North Tunnel, carrying traffic from UK to France on 11 September 2008 at approximately 15:54 by fire detectors at the location PK 41.32. The “Chef de train” working in the amenity coach looked back on the train and discovered that one or more of the vehicles onboard the train was on fire. A decision was made to stop for train evacuation at a cross passage. This decision was according to the operating procedures. The train stopped at PK 49, 7.7 km after the fire alarm was raised and less than 10 km from the French portal. The fire had started in a van carrying chemicals. The blaze spread to other trucks on the train during the evening, destroying six carriages and one locomotive. The fire continued to burn overnight[4] and was reported to have been put out by 06:00 GMT the following day, although fire crews continued to smother minor fires nearby for a further two hours.[5] More than 300 firefighters from both sides of the English Channel helped tackle the blaze,[6] with emergency services from East and West Sussex, London and Essex providing support.

								Thirty-two people on board the train were led to safety down a separate service tunnel; fourteen people suffered minor injuries, including smoke inhalation, and were taken to hospital. The shuttle was carrying 27 HGVs. The blaze was thought to have started when a van carrying chemicals on-board caught fire and the fire quickly engulfed other vehicles. The driver of the van was not able to close the van headlight when he left the van prior to departure, and an electric fault in this vehicle is suspected to be the cause of the fire. In the investigation report after the accident a recommendation was made to review the operating procedure to always make a controlled stop when a fire was detected. In this particular case it was thought that the train could have driven out of the tunnel
14	Landrücken-tunnel, Tyskland	2008 April 26	Avsporing for 12 av 14 vogner etter kollisjon med sauer	10 779 m	Dobbel-spor i ett tunnelløp. Ca 90 m2 tverrsnitt	0/21 alvorlig	170 personer	26. april 2008 kl 21.05 kjørte ICE tog 885 på en flokk sauer innenfor portalen til Landrückentunnelen med en hastighet på 215 km/h. Toget var på veg fra Hamburg to München med 170 passasjerer ombord. 20 sauer omkom I hendelsen. Ved en sporveksel noen hundre meter lenger inn i tunnelen sporet toget av med 12 av 14 vogner. 21 personer inkludert lokomotivføreren ble alvorlig skadet. 13 personer ble lettere skadet hvorav 4 av serveringspersonalet i restaurantvognen. De totale materielle skadene er oppgitt til €10,3 mill.
15	Tauerntunnel, Austria	2007, 31. oct	Derailment of two tank cars with NaOH	9 km	Double track tunnel	0/0	2	Shortly after entering the tunnel at 02.55, a wheel of the 7th car, a tankcar with NaOH, ruptured and a derailment of the axle occurred shortly after. Later the axles of the neirhbouring bogie of the 8th wagon, a tankcar with the same content, derailed and the the train pressure main was ruptured. A slight leak of NaOH developed. The train had a pushing helper engine at the rear when entering the tunnel. No persons were injured.
16	Storebæltstun nelen	2007, 13. june	Fire in express train	8,6 km under-sjøisk tunnel	Dobbel-løpet tunnel	0/0	~ 200	Shortly before entering the Great Belt tunnel at the time 18.44 smoke development was observed by train staff and passengers outside of the train and coming from the underside of the train. The smoke development increased and the smoke blocked the view from Windows when passing Sprogø and the bridge towards Nyborg on Funen island. The fire service was alarmed and asked to meet the train at Nyborg station where the train arrived at 18.55. The fire service arrived a few minutes later. All 200 passengers were safely evacuated and the fire service extiguished the fire which was caused by fuel leakage from packings in a fuel supply lines to one of the trains diesel traction engines.
17	Tunnel de Bellet, Nice , Fr	2007, 5. Marc h	Fire in DMU passenger train	950 m	Single track tunnel on narrow gauge line	0/0	9 + 2	An incipient fire occurred in the motor enclosure of a DMU train on the CFP line from Nice towards Digne. The cause of the fire was a fuel leakage in the distributer to the traction motor that was ignited. A passenger discovered the fire and pulled the alarm and emergency brake. The train came to a stop inside the Bellet tunnel 100 m from the portal. All 9 passengers of the train were safely evacuated. The line has a track gauge of 1000 mm.

18	Eurotunnel, UK/Frankrike	2006, 20. aug	Brann, i en lastebil ombord på lastebiltog	50 km	Se hendelse no 4.	0/0	34 personer totalt	Brannen skjedde i nordre løpet som fører trafikk fra UK til Frankrike. Det ble meldt brannalarm fra detektorer i tunnelen og toget stoppet stoppet kontrollert 20,5 km fra tunnelportalen på britisk side. De medfølgende lastebilsjåfører ble evakuert ut av tunnelen. Brannen ble raskt slukket og skadene og trafikkonsekvensene var små sammenlignet med hendelsene i 1996 og 2008 i samme tunnel. Granskning av overvåkningskameraer ved innkjøring i tunnelen viser at det kom røyk ut av den lastebilen som startet brannen ved innkjøring i tunnelen på britisk side.
19	Storebælt, Dk	2006, 5. juni	Brann i vedlikehold -vogn i østgående løp	8,6 km under-sjøisk tunnel	Dobbel-løpet tunnel	0/0	3	On June 5, 2006, the last vehicle of a train of track maintenance vehicles burst into flames. The overall train consisted of 10 vehicles with a total length of 134.5 m and a weight of 422.3 tonnes. The purpose of the movement was relocation of the vehicles due to track maintenance tasks. 3 of the vehicles in the train were traction units. The accident occurred in the westbound (northern) tube of the railway tunnel at about 21:30. The train had a crew of 3 persons. The crew of three fled to the other tunnel and escaped, but was sent to hospital for observation due to smoke exposure. The person in the first vehicle had problems with escape due to the forward smoke ventilation, but was assisted by the rest of the crew. The fire was put out shortly before midnight, and the maintenance train was removed from the tunnel the next day. The track had to be repaired over 15 m. Any damage to the tunnel structure was superficial only. Train service resumed on June 6 at reduced speed, and normal service was restored on June 12, 2006.
20	Zimmerberg-basistunnel, Ch	2006, 11. april	Brann i tog 157, ETR 470 Pendolino	9,4 km	Dobbelt-spor i et løp med fastspor.	0/3	Ca 118 totalt	Pga feil i elektrisk utrustning utviklet det seg til en brann i togets bakre del som medførte utfall av hovedbryter som ikke lot seg koble inn. På grunn av stigning i tunnelen og manglende traksjonseffekt kom toget til stopp litt over midtveis i tunnelen ved km 7,93. Ved evakuering av toget delte de reisende seg i 2 grupper, ca 25 evakuerte gjennom nødutgang Lätten ved km 7,725, som lå 200 m bak det stoppende toget. Ca 95 reisende gikk framover i togets kjøreretning og evakuerte tunnelen gjennom nødutgang Klichberg ved km 9,705 som lå 1750 m foran toget. Avstanden mellom rømningsutgangene på denne delen av tunnelen var ca 2 km. Det var først problemer med å få åpnet dører og evakuere toget, og brannen i bakre del av toget gjorde det vanskelig for de fleste reisende å rømme i retning den nærmeste nødutgangen ved Lätten. 3 reisende ble brakt til sykehus for undersøkelser, men ingen alvorlige personskader oppsto. I den første del av ulykkesforløpet ble 2 tog sendt gjennom tunnelen i motsatt retning på nabospor og kunne observere flammer under vogn 8.
21	Lötchberg-tunnell, Bhf Goppenstein	2005, 4.nov	Brann i lokomotiv	14,6 km	Dobbelspo ret	0/0	?	November 4th 2005 at the time 07.16 the driver detected smoke from the roof area and machine room of SBB locomotive RE 460 067-2 operating in train 3153 from Bern towards Brig. When the fire was detected the train was approximately 4-5 km into the

								14,6 km long Lötchberg tunnel and had a speed of 127 km/h. The driver asked the traffic control for a clear route into Goppenstein station outside of the tunnel. Once the train had passed the top of the tunnel the driver shut off all power and the train was free rolling out of the tunnel. When approaching the end of the tunnel the speed was 111 km/h. The current collector was then brought down and the speed was braked down in two steps before entering Goppenstein station in track 2 at the time 7.23. The driver left the locomotive, the train was evacuated and fire fighting by the local fire service of Lötchenthal could start once the power in the overhed line was shut off by 07.47. The driver complained about head pains and was sent to hospital for observation for 24 hours and written out the day after and could resume work.
22	Gotthardtunnel Gotthardbahn	2005, 26. okt	Brann i godstog	15 km	Dobbelspor	0/0	??	Overslag fra kontaktledningen antente en lastebil i et RoLa-tog (Rollende Landstrasse) fra Milano til Singen kl 15.29 før det kjørte inn i Gotthard-tunnelen. Dette ble ikke oppdaget av togpersonalet, men under kjøring på nordsiden av Gotthard-tunnelen kom det rapporter fra personer langs linja og motgående tog. Toget ble stoppet i fri luft ved Pfaffensprung nord for Wassen kl 15.51, og brannvesenet kom til for slukking. En stund etter at toget var stoppet forsvant spenningen i kontaktledningen på sporet hvor det brennende toget sto, men ikke på nabosporet.
23	Hauenstein tunnel	2005, 08. sept	Brann i lokomotiv i godstog	8,1 km	Dobbelspor	0/0	2	Godstog 40098 var på vei fra Brig til Basel og hadde 2 elektriske lokomotiver Type 425 i forspann i multippelstyring. Det var 2 lokomotivførere om bord i toget pga opplæring. Ved akselleresjon etter Olten stasjon inne i Hauenstein tunnel (8,1 km) ca kl 06.10 oppsto det utkobling av hovedbryteren med påfølgende oppbremsing og toget kom til stopp ved km 34,5 inne i tunnelen. Føreren forsøkte å legge inn hovedbryteren igjen, men da kollegaen oppdaget brann og kraftig røykutvikling i maskinrommet ble hovedbryteren straks lagt ut igjen. Dermed avtok røykutviklingen og en av lokførerne som hadde brannvernutdannelse kunne slukke brannen med en CO^2-brannslukker som fantes om bord på toget. Toget ble slept tilbake til Olten.
24	Lötschberg tunnel	2004, 14. July	Fire in locomotive	14,6 km	Double track	0/0	?	July 14th 2004 train 2401 was on route Bern – Brig in the Lötchberg tunnel at 07.35.30 headed by a locomotive type Re 465 of BLS when a short circuit arcing initiated a fire on the roof of the locomotive. The short circuit occurred towards the end of the Lötchberg tunnel and caused the power supply to be cut, and the permanent magnetic brake of the locomotive was activated. The driver lowered the pantograph, released the magnetic brake, and asked for a free route into Goppenstein station. This was already set and the train rolled freely into Goppenstein station where it arrived 07.37.40. At Goppenstein the passengers were released and the fire service at Lötchental arrived and extinguished the roof fire. The cause of the fire was thought to be short circuit due to soiled isolators of the locomotive which did not provide suffcient insulation. No persons were injured, but the

								locomotive received severe fire damage with an estimated cost of CHF 539 000,-
25	Askertunnelen, No	2004, 21.jan	Brann i lokomotiv	416 m	Dobbel-spor	0/0	1	Tirsdag 21. september 2004 kl. 2248 mistet lokomotivet til godstog 5809 trekkraften inne i Askertunnelen, 50m før det vestlige utløpet av tunnelen som er 416 m lang. Lokomotivfører forsøkte å legge inn høyspenningsbryter for å få lokomotivet til å trekke fremover, men dette fungerte ikke. Da lokomotivfører åpnet døren til maskinrommet, oppdaget han kraftig røyk og brannutvikling i maskinrommet på lokomotivet. Togleder ble straks kontaktet som igjen kontaktet brannvesenet. Ca. kl. 2300 rykket brannvesenet inn i tunnelen med røykdykkere. Det var kraftig røykutvikling fra maskinrommet på lokomotivet, brannen ble raskt slukket. Det oppsto oljelekkasje på lokomotivet. På grunn av at det var opplysninger om last av farlige gods om bord i toget, ble brannvesenet på stedet frem til kl. 0200 for å forvisse seg om at brannen ikke blusset opp igjen. Lokomotivet ble fraktet til Sundland verksted i Drammen for videre undersøkelse av Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane og politiet fra Asker og Bærum politidistrikt. Kilde: *SHT rapport 2005/03*
26	Tunnel de Mornay, Bourg en Bresse – La Cluse, Fr.	2003, 2. mai	Brann i dieselmotor-vogn	2,57 km	Enkeltspor	0/0	17	Det oppsto brann i framdriftsmaskineriet på et diesel motorvogntog i Mornaytunnelen. Motorbrannen medførte tap av framdriftsevne og det brennende toget stoppet i tunnelen ca 300 m fra portalen på Bolozonsiden.Tunnelen var på ulykkestidspunktet enkeltsporet med lite tverrsnitt samt uten ventilasjon og belysning. Atkomst til nordportalen ved ulykkesstedet var vanskelig og uten veiforbindelse. Det var heller ikke brannvanntilgang i nærheten. Alle 17 reisende evakuerte på egen hånd. Pga vanskelig tilkomst og manglende brannvanntilgang på stedet tok det lang tid for brannvesenet å slukke brannen, og 80 brannmenn var involvert. Det tilnærmet totalt utbrente toget ble reddet ut av tunnelen dagen etter. Det er oppgitt branntemperaturer på 1200°C. Ingen skadde. Tunnelen er senere renovert og oppgradert med senking av sålen og elektrifisert for å håndtere TGV tog fra Paris til Geneve. I forbindelse med oppgraderingen er det også kommet belysning i tunnelen, samt at det er bygd vannreservoar på 120 m3 ved hver av portalene.
27	Tunnel de la Biogna ved Tende, Fr	2003, 27.jan	Frontalt sammenstøt mellom to tog	1154 m	Enkeltspor	2/4/56	2 tog	Frontalt sammenstøt mellom 2 regionale tog, 1 fransk og 1 italiensk, ved Tende stasjon i innløpet til Biognatunnelen. Togekspeditøren ved Tende stasjon gav kjøretillatelse til det italienske toget til tross for at møtende tog ikke var ankommet. Lokomotivfører og konduktør på det italienske toget omkom og 4 personer ble alvorlig skadet. 56 fikk lettere skader i form av kutt og hevelser. Ingen brann.
28	Tunnel du Crêt d'Eau ved Bellegarde, Fr.	2002, 27.april	Brann i en kupe i et nattog	4008 m	Dobbel-spor	0/0	53 + personale	Brann i en kupe i en sove- eller liggevogn i et nattog fra Geneve m ot Spania i Crêt d'Eau tunnelen (4 km). Toget stoppet i tunnelen pga at noen dro i nødbremsen. Brannskadene begrenset seg til den berørte vognen. De 53 reisende ble evakuert fra toget i tunnelen. Ingen skadde. 70 brannmenn ble utkalt for å bekjempe brannen og kontrollere situasjonen.

29	Baltimore, Maryland, US	2001, 28. juli	Avsporing og påfølgende brann	3 km	Enkeltspor med bredt profil	0/0	1 eller 2	Et godstog tilhørende CSX med 60 vogner med kjemikalier og skogsprodukter sporet av og en brann oppsto i tunnelen under Howard Street i sentrum av Baltimore, Maryland. Brannen pågikk i 5 dager og det oppsto vannforurensning. Ingen personskade. Trafikken ble åpnet dagen etter at brannen var slukket. Tunnelen har tidligere vært dobbelsporet og har relativt stort profil.
30	Schipholtunnel	2001, 11. juli	Brann i utrustning i tunnel/ stasjon under Schiphol	5,8 km inklusiv stasjon	4 spor med 6 spor ved stasjonen	0/0	1150 i totalt 7 tog	Tunnelen er totalt 5,8 km lang har 4 gjennomgående spor fordelt på 2 løp med totalt 6 spor ved plattform på stasjonen under lufthavnen. Stasjonen ligger midt i tunnelen med ca 2,7 km tunnel i begge retninger. Det oppsto kortslutning med påfølgende brann i koblingsrommet for banestrømforsyning i Schipholtunnelen kl 08.07 som medførte røykutvikling samt at 7 tog mistet strømforsyning for framføring i tunnelen. Blant disse var 1 tomt tog og 2 trafiktog ved plattform og 4 tog i tunnellene med totalt 1250 reisende ombord. Reisende i tog ved plattform ble raskt evakuert. Brannvesenet kom til stede ca 08.30, men det tok tid før slukking ble påbegynt pga manglende jording av forsyningsledninger. Brannen ble slukket ca 10.30. 550 reisende i et Intercitytog selvevakuerte mot stasjonen kl 10.30 og de 2 togene i den sørlige del av tunnelen ble evakuert samtidig gjennom rømningsveger i tunnelen. Kl 12.45 var de 400 siste reisende tilbake på Amsterdam Central etter at toget deres var trukket tilbake av et disellok. Kontaktledningsanlegget ble gjeninnkoblet kl 15.30 og trafikken kunne gjenopptas.
31	Tunnel de Pierreuse, Liege, Bel	2000, 14. august	Collission	~800 m	Double track	0/21	?	Two passenger trains made a frontal collision in the old Pierreuse tunnel between the stations Liège Guillemins and Liège Grand Palais. The accident was caused by a human error. The driver of one train did not stop at a red signal. 21 passengers were injured.
32	Galleria de Santa Lucia, Salerno, Italia	1999 24. mai	Arson, possibly by by smoke bomb or Bengal lighting. Påsatt brann i tog muligens røykbombe	Ca 10,3 km	Dobbel-sporet	4/9	1100 - 1500	The morning of May 24th a train with 1100 – 1500 Salerno football supporters was returning home from Piazenca where Salerno had lost the match and been relegated to Serie B. Due to emergency brake application by hooligans not wanting to be identified by Salerno police the train had to stop at the station Nocera Inferiore prior to entering the Santa Lucia tunnel (10,3 km) to Salerno. Hooligans leaving the train threw bottles and rocks smashing windows of the train. Nobody knows exactly why the fire was lit, possibly by smoke bombs or Bengal lighting. Once the train left Nocera Inferiore a fire was already developped in carrage 5 which grew fast as the train was travelling through the Santal Lucia tunnel. Once the train arrived Salerno only the first wagons were allowed into the platform while the rest of the train was left into the tunnel. There is no clear statement as to why the whole train was not taken into the station, but it might be because the train was to long for the platform at the Salerno station and that the plans was to empty yhe first carriages before the rest of the train was allowed int the station. People was climbing out of the windows of the burning carriage. At least one of the wagons became completely incinerated.

								4 youths aged 15, 15, 21 & 23 were found killed by the fire and 9 others had to be taken to hospial to be treated for carbon monoxide poisoning or bruises due to falling from the train. This was the second fire in a football supporter trains in two weeks. En brann oppsto i en av vognene i et 13 vogns tog med 1100 - 1500 fotballsupportere på veg hjem. Brannen var påsatt og sannsynligvis resultat av en røykbombe. Hendelsen skjedde i en lang tunnel (10,3 km) og deler av toget stoppet i tunnelen før det bele trukket inn på stasjonen. Det var ingen organisert evakuering i tunnelen, og tunnelen var derfor kanskje ikke av vesentlig betydning for utfallet av hendelsen. Dette var den 2. brannen i et fotballsupportertog i Italia i løpet av 2 uker.
33	Leinebusch tunnel	1999 1. - 2. mars	Avsporing av godstog med følgebrann	1740 m	Dobbel-sporet NBS-strekning	0/0	1 fører	En godsvogn lastet med papir og cellulose i et godstog sporet av på grunn av varmgang i et lager med påfølgende akseltappbrudd (tillatt hastighet 120 km/h) på ICE-strekningen Hannover – Würzburg ved midnatt. Godstoget hadde totalt 24 vogner. På grunn av varmgangsalarmen ble toget med den avsporede vognen stoppet for kontroll ved et signal i Leinebusch-tunnelen (1740 m) som er utrustet med fastspor. Det begynte å brenne i den avsporede vognen med varmgått lager, men ingen kjente til brannen da toget ble stoppet. Lokomotivfører gikk for å inspisere toget og oppdaget avsporingen og ca Kl 00.45 oppdaget lokomotivføreren brannen i den avsporede vognen. Deretter koblet lokomotivføreren av de 11 siste vognene inkludert den brennende vognen. Disse ble stående igjen i tunnelen mens de første 13 vognene samt lokomotivet ble dratt ut av tunnelen ca kl 01.37. Det tok ca 2,5 timer før et redningstog var ved stedet. Brannen var slukket ca12 timer etter at hendelsen oppsto. Store materielle skader.
34	Caoyang-ba tunnel on line between Guiyang and Changsha in Gueizhou province of Chna	1998 13. juli 10 am	Avsporing av godstog med gass. Eksplosjon i flere gass-beholdere. Strukturell skade på tunnel. Gass strømmer ut av tunnel og berører 3. part.	0,8 km	ukjent	6/50, andre mindre offisielle kilder indikerer flere drepte	Personale i gods-tog + banearbeider	Caoyang-ba er navnet på 2 påfølgende tunneler i Gueizhou-provinsen i Kina. Ulykkestunnelen Caoyang-ba 2 er 0,766 km lang og utrustet med ventilasjon. Det pågikk sporarbeid i tunnelen ved hendelsestidspunktet og et godstog som inneholdt vogner lastet med LNG sporet av i tunnelen pga dårlig spor (sporet var løftet av arbeidere for vedlikehold). Flytende gass lekket ut og fordampet gass ble etter en stund antent og det forekom totalt 5 eksplosjoner etterfulgt av brann. Gass, evt flammer, lekket også ut av tunnelportalene og beboere utenfor portalene ble evakuert i områder på henholdsvis 300 og 1000 m for de to portalene. 6 personer omkom og 61 personer ble skadet. Hendelsen ble brakt under kontroll i løpet av 3 dager og tunnelen var stengt i 21 dager før trafikken kunne gjenopptas. http://www.qz.xinhuanet.com/ztpd/2009-04/08/content_16196305_10.htm http://blog.sina.com.cn/s/blog_4c76f053010095uj.html *The Handbook of Tunnel Fire Safety*. On July 10th 1998, gas canisters exploded on a train in south west China killing more than 80 people. The tunnel collapsed and railway workers sent to repair the damage were also killed by further explosion caused by a build-

			Redningspersonell berørt.					up of gas. Main sources: HONG KONG, July 29 (Reuters): The train was passing through an 800 metre-long tunnel near Guiyang, the capital of Gueizhou province, when canisters exploded one after another bringing down a railway tunnel and killing more than 80 persons, most of them workers, a local newspaper said today. The Ming Pao News said. http://www.tribuneindia.com/1998/98jul30/world.htm - top#top
35	Chiomonte Italia Exilles tunnel	1997 1.juli	Brann i et godstog som fraktet nye biler	2,1 km	Enkeltløpet tunnel med ett spor. Tverrsnitt ca 35 m^2.	0/0	Tog - personale på 2	Godstoget besto av 18 vogner hver lastet med 12 nye biler, dvs totalt 216 biler. Toget kjørte i retning fra Torino mot Frankrike. Brannen oppsto da en åpen bakdør/bakluke på en bil lastet opp i bakre del av toget fikk kontakt, eller overslag, med kontakt-ledningen og tok fyr. Tunnelen har sterk stigning i retning Frankrike og toget stoppet i tunnelen kanskje på grunn av bortfall av spenning pga kortslutningen. Slukking var vanskelig da atkomstveien til nedre tunnelportal var svært vanskelig. Ved vestportalen for tunnelen ved Exilles strømmet røyken ut og hindret atkomst. Det tok lang tid før brannen var brakt under kontrol og 13 jernbanevogner med 12 biler hver, totalt 156 biler, ble ødelagt i brannen. Togpersonalet reddet seg ut i retning Exilles til tross for tett røyk, men var svært medtatt da de kom ut. Tunnelen fikk strukturelle skader blant annet i form av avskallet betong.
36	Eurotunnel, UK/Frankrike	1996 18. nov	Brann, i en lastebil om bord på lastebiltog. Brann påsatt?	50 km	Dobbelløpet med service-tunnel. Tverrforbindelse hver 375 m	0/7+	34 (3 personale og 31 sjåfører)	En av lastebilene ombord tok fyr før toget kjørte inn i tunnelen og det ble observert flammer under en av lastebilene ved innkjøring i tunnelen på fransk side. Toget var et av Eurotunnels lastebiltog med sjåfører i egen betjeningsvogn nærmest lokomotivet. Toget fortsatte i hastighet +/- 120 km/h i ca 10 min før det kom alarm om farlig feil på toget, og det stoppet kontrollert med personvognen ved en utgang til servicetunnelen ca 19 km fra den franske portalen. Det var umulig å koble av den brennende delen av toget og spenningen på kontaktledningen forsvant relativt raskt etter at toget stoppet. Brannen var på det tidspunktet meget kraftig og spredde seg raskt til flere vogner med økende total varmebelastning. Tett røyk kom raskt trekkende forover toget pga medrevet luft og annen trafikk i det aktuelle tunnelrøret. Dette gjorde evakuering vanskelig. Personale i betjeningsvogn og medfølgende sjåfører greide å evakuere gjennom den nærliggende døren til servicetunnelen. Overtrykk fra denne skapte en "friskluftboble" når døren ble åpnet. Lokomotivpersonalet ble senere reddet av redningsmannskaper fra servicetunnelen. Store strukturelle skader på tunnelen.
37	Vega de Anzo Asturias, Spania	1993 02.08	Front - front sammenstøt med påfølgende brann	Relativt kort, men lengde ukjent	Enkel-sporet, 1000 mm spor	12/7	??	Et persontog på strekningen Soto de Luiña – Oviedo kolliderte med et godstog med kull i en tunnel i Asturiasprovinsen i Nord-Spania. Et av togene hadde ikke stoppet ved rutemessig kryssingsstasjon. Etter kollisjonen tok persontoget fyr og brant ut. 12 omkomne og 7 skadde. Hendelsen skjedde i en relativt kort tunnel (nøyaktig lengde ikke kjent) ved stasjonen Vega de Anzo på et banenett med 1000 mm sporvidde.

38	Severn tunnel, UK	1991 7.des	Sammen-støt front-hale	6,8 km	Dobbel-sporet undersjøis k	0/100?	123 + 168 Totalt = 291	Tunnelen er den første undersjøiske jernbanetunnel og ble åpnet i 1886. Ulykkesdagen var det feil på signalanlegget og styringen ble gjort muntlig fra togledersentalen ved hjelp av lokale togekspeditører ved tunnelportalene. Et HST (high speed train) tog med 123 reisende entret tunnelen først og fikk kjøretillatelse gjennom tunnelen med forsiktig kjørsel. Motorvogntog (DMU) med 168 reisende kom etterpå og stoppet ikke ved signalet ved innløpet til tunnelen men fortsatte igjennom tunnelen i vesentlig høyere hastighet enn HST-toget som ble tatt igjen like før utløpet på vestsiden. DMU-toget klarte ikke å stoppe tidsnok. Den siste vognen i HST-toget sporet av og koblingen til resten av toget røyk og bremsene gikk på. Ingen personer omkom, eller ble svært alvorlig skadet, men redningsarbeidet tok svært lang tid.
39	Mackenrodt-tunnelen nær Jühnde, Ge	1991 29. juni	Sammen-støt mellom 2 godstog	850 m	Dobbel-spor	Ingen	Kun tog-personale	2 godstog støtte sammen i en tunnel ved Jühnde mellom Göttingen og Kassel. Etter et traffikkavvik hadde en lokfører koblet ut LZB-utrustningen og kjøret forbi et signal som viste stopp. Toget støtte sammen med et annet godstog på samme spor.
40	Hirschen-graben tunnel, Zürich, Sveits	1991 16. apr. at 20.30	Brann i tog	1,4 km	Primært dobbelt-sporet (A=70 m^2). Første 250 m fra Zürich Hbf, består av 2 enkelt-sporede tunneler. Lys og gangvei med håndløper er installert.	0/58 Ingen alvorlig	50 i tog S9 90 i tog S5	A fire was lit, probably by arson, in the front car of a train at line S9 while travelling from Zürich Hauptbahnhof toward Stadelhofen station in the 1400 m long Hirschengraben tunnel. The train was stopped when somebody pulled the emergency brake at 20.30 and the brakes could not immediately be released. At 20.35 the flames was coming out of the burning car and the 50 passengers were ordered to evacuate the train by foot towards the portal at Stadelhofen station, approximately 700 m forward. A S5 train in the opposite direction had meanwhile entered the tunnel. The S5 train stopped in front of the train at fire and took onboard some of the evacuees but was not able to move out of the tunnel as the power supply was cut. The passenger and staff of this train (~90 persons) also had to evacuate by foot towards Stadelhofen. At 20.50, and 20 minutes after the S9 train in fire was stopped by the emergency brake activation, the last passenger reached the tunnel portal. 58 persons were smoke affected and got treatment when coming out of the tunnel. 2 S-Bahn train and a traction unit was damaged in the fire. Det ble observert brann i nest siste vogn i et 6 vogns lokaltog, S9, da det forlot Zürich Hbf og kjørte inn i Hirschengrabentunnelen. Toget stoppet omtrent midtveis i tunnelen da noen aktiverte nødbremsen. Farevarsellys ble tent i fronten av toget. Tunnelen er dobbelsporet og den ble snart fylt med røyk som strømte framover i togets kjøreretning. Rømningsveiene til portalene var ca 500-800 m lange. Det tok ca 2 minutter fra toget stoppet før evakuering ble initiert. Før den tid ble de reisende oppfordret til å holde seg ombord. Rømning skjedde framover i retning Stadelhofen. Omtrent samtidig med at tog S9 stoppet i tunnelen entret tog S5 tunnelen i motsatt retning fra Stadelhofen stasjon. Lokføreren så farevarsellysene fra det brennende toget og stoppet før det kom helt på høyde med det brennende toget. Etter ca 4 min begynte S5-toget å kjøre sakte tilbake mot Stadelhofen. Etter 100 m stopper toget for å ta opp rømmende passasjerer fra tog

								S9. En stund etter falt kontaktledningspenningen bort og toget ble stående. Alle passasjerer ble bedt om å evakuere S-5 toget og rømme ut av tunnelen til fots. Brannvesen og redningspersonell var tilstede ved tunnelportalen 10 min etter at det brennende toget stoppet. Deres oppgave var i første omgang å rettlede og hjelpe de sist evakuerende. Alle greide å komme seg ut på egne ben, men 20 personer som hadde satt seg ned i tunnelen fikk hjelp av brannvesenet. Ingen trengte å bæres ut. Siste reisende var ute av tunnelen ca 20 minutter etter at det brennende toget stoppet. Etter at det var klart at alle hadde rømt i retning Stadelhofen ble røykavsug startet i rømningssjakten ved Hirschengraben. Dette minsket røykspredningen i retning Stadelhofen. Det var vanskelig å kommet til for å slokke brannen inne i tunnelen og togsettet ble etter noen timer trukket tilbake til Zürich Hbf hvor sluttslokking foregikk. Flere av vognene var helt utbrent. En av brannmennene ble røykskadet og kjørt til sykehus hvor han var i 2 dager. Tunnelen ble åpnet for trafikk etter 30 timer.
41	Liziyuan tunnel, Xiang Yu railway line, China	1990 3.july	Explosion and fire in tunnel during passage of freight train loaded with light petroleum	1776 m	Single track; A= 28 m^2.	4/14, inkludert innsats-personell for brannbek jemping mm.	Train crew	Leakage of petroleum vapours and gases from a train carrying petroleum (light oil) led to an explosion and subsequent fire in the Liziyuan tunnel on the Xiang-Yu railway line. The Xiang-Yu railway line between Szechuan and Shensi/Hupeh in China passing mountaineous areas with maximum elevation about 1000 m. The line was heavily operated also by frequent petroleum trains with intervals < 30 minutes. The length of the tunnel is 1776 m and single tracked. The tunnel has a cross sectional area of approximately 28 m^2 and it is a summit tunnel. Further the tunnel track is curved with a radius of 700 m. The origin of the leakage of gas and petroleum vapours is not clear but is thought to be caused by opening of safety valves or gas leakage from improperly closed domes. A large part of released vapour collects in the tunnel due to bidirectional traffic and lack of ventilation in this rather narrow tunnel. The cause of the leakage of petroleum and its vapours could be increased temperature in the wagon due to sun exposure during travel causing expansion of volume and pressure of products followed by reduced external pressure due to the line elevation and pressure reduction on the side of the train while travelling through the tunnel. The gas and vapours are assumed ignited by arcs between the contact line and the current collector, or arcs between wheels and rail. Large damages occurred in the accident and the railway line, which is the main line to Szechuan (>100 milllion inhabitants), was closed for 23 days. 4 fatalities and 14 persons injured.
42	Gare de Lyon, Paris	1988 27.	Bremsesvi kt, kollisjon	Under-jordiske	Stasjon	59/32	?	En reisende trakk i nødbremsen på et forsinket forstadstog utenfor Gare de Lyon. Under frigjøring av bremsene ble det gjort feil fra lokomotivfører og toget kjørte videre uten

		juni	med stasjonært tog	spor ved Gare de Lyon				funksjonelle bremser. I fallet mot den underjordiske delen av stasjonen løp toget løpsk pga bremsesvikt og det kjørte i stor hastighet inn i et tog som sto klar til avgang. Før sammenstøtet ble det gjort forsøk på å evakuere det stillestående toget, men det var ikke tilstrekkelig tid til rådighet. Det var mange personer på plattformen der toget kom inn, og noen av dem omkom.
43	Summit tunnel, UK	1984 20. des	Avsporing og brann i godstog med bensin	2638 m	Dobbelspor, A =, ca 40 m^2. Utforet med 5-10 lag teglstein	0/0	3 tog-betjening	Et aksellager på frontboggien i vogn no. 4 i et tog lastet med petroleumsprodukter, deriblant bensin, gikk varmt og skar seg. Resultatet ble avsporing og toget stoppet i tunnelen. Dette forårsaket avsporing også av flere påfølgende vogner. Vogn 6 & 10 veltet over nabosporet og bensin begynte å lekke fra disse vognene. Hendelsen skjedde tidlig på morgenen. Togbetjeningen gikk for å undersøke forholdene. Når de kom til vogn 3 hørte de en dump eksplosjon og så flammer. De koblet av de første 3 vognene og kjørte ut av tunnelen og fram til første telefon (1500 m fra ulykkesstedet) før uhellet ble rapportert og annen trafikk stoppet. Tunnelen var bygd i 1841 og hadde 13 passive ventilasjonssjakter (skorsteiner) med diameter 3 m og høyde fra 28-94 m. Disse var opprinnelig anlagt for konstruksjonsformål og senere brukt for å ventilere ut røykgasser fra damplokomotiver. Brannvesenet entret tunnelen og gjorde forsøk på slukking i de første timer etter ulykken. Dette kunne gjøres uten bruk av røykdykker-utstyr da røyken ble effektivt ventilert ut gjennom ventilasjonsjaktene. Kl 09:30 revnet en av vognene og brannen økte kraftig i intensitet og brannfolkene måtte trekke seg ut. Retretten ble hjulpet ved at branngassene ble ventilert opp sjaktene nærmest brannen. Etter dette tidspunkt sto flammene opptil 50 m til værs over sjakt 8 og 9. For å få kontroll over brannen ble vann pumpet ned i sjakt 10 (senere også sjakt 9) og skum i sjakt 7. Klokken 03:00 påfølgende natt avtok flammene fra sjakt 8 og kl 10:30 ble det gjort forsøk på å inspisere ulykkesstedet. Det var ikke synlige flammer lenger, men tunnelen var svært varm og kjøling fortsatte til 24. desember på ettermiddagen. Det var oppstått skader på utforingen i tunnelen og den forble stengt for all trafikk i flere måneder.
44	Appennino base tunnel, Italia	1984 23. des	Bombe-sprengning	18,5 km	Dobbelspor	17/120	700	En bombe ble sprengt kl 19.08 i 9. vogn i midten av et persontog på veg fra Napoli til Milano midt inne i den 18,5 km lange dobbelsporede San Benedetto-tunnelen mellom Bologna og Firenze. Eksplosjonen ødela fullstendig 2 vogner, men ingen større brann ble utviklet. Det tok mer enn 2 timer før redningsmannskapene nådde inn til de skadede passasjerene. Den lange tiden skyldtes svært lang tilkomstvei, spredte vrakrester, nedrevet kjøreledning og totalt mørke. Andre kilder oppgir 267 skadde
45	San Benedetto del Tronto (Marches),	1982 27. nov	Avsporing	??	Dobbelspor	4/100	??	En eller flere vogner i et 18 vogners tog sporet av pga av en feil i en sporveksel ved stasjonen i San Benedetto del Tronto (Marches). En vogn traff konstruksjonelementer til en tunnel. 4 personer omkom og 100 skadet. (Det er uklart i hvor stor grad dette er en tunnelulykke. I alle fall kan det ikke være snakk om en lang tunnel.)
46	Tunnel de Vierzon, Fr	1981 20	Front-hale sammenst	222 m	Dobbelspor	0/11	??	Tunnelen ligger i søndre ende av Vierzon stasjon. En motorvogn av type X3800 Picasso med utgangsstasjon Montlucon fikk stopp i innkjør til Vierzon stasjon og ble påkjørt bakfra

		mai	øt mellom 2 tog.					av motorvogntog av type X4300 Caravell med utgangsstasjon Bourges. Den første motorvognen var beskyttet av stopp i bakenforliggende blokksignal. Etter tidligere franske regler kunne blokksignal med stopp passeres under forutsetning av kjøring med sikthastighet maksimalt 30 km/h. I dette tilfelle ble begrensning til sikthastighet overskredet og toget kjørte inn i den foranstående motorvognen og denne ble skjøvet ut av tunnelen. 11 personer ble lettere skadet.
47	Sabadell (Barcelona) , Spain	1980, April 8th	Fire in local train in tunnel	?	Double track?	2/??	?	A short-circuit occurred and set fire to a train in the tunnel between the stations Apeadero and Rambla, Sabadell. On the local railway line going Barcelona – Sabadell. The passengers self-evacuated but 2 persons lost their lives and several passengers and one fireman was treated for smoke inhalation in hospital.
48	Congostinas tunnel, Spanien	1978 17. sept	Front-hale sammenst øt med påfølgende brann	1100 m	Enkelt-sporet tunnel fra ca 1884 på linje rik på kurver og tunneller.	7/?	Totalt 10 togpersona le	Congostinas-tunnelen ligger på den gamle jernbanelinjen over Pajares mellom Leon og Oviedo. Linjen har sterk stigning fra Pola de Lena på Asturias-siden i retning Leon og er kurverik med mange tunneler. Congostinas-tunnelens lengde er ca 1165 m. Tverrsnittet ca 35 m^2 og stigningen er minimum 22 promille. Tunnelen har også kraftig kurve. Om morgenen 17. september 1978 hadde et godstog på veg fra El Musel til Zamora med petroleums-produkter inkludert bensin stoppet inne i Congostinas-tunnelen. Toget hadde 2 lokomotiver og 13 gods-vogner med bensin. Toget hadde stoppet i Congostinas-tunnelen enten på grunn av bortfall av kontakt-ledningsspenning eller av andre grunner. Et diesellok ble sendt for å assistere og brakte også med personell til å avløse personalet i togene som hadde stanset, men lokfører i diesellokomotivet ble ikke gitt nøyaktig informasjon om posisjonen til toget som trengte assistanse. Det kom derfor til et sammenstøt i nedre del av tunnelen mellom diesellokomotivet og det stillestående godstoget. Sammenstøtet førte til lekkasje av bensin fra tankvognen som diesellokomotivet traff og bensinen tok fyr. Brannen spredde seg langs toget oppover tunnelen og alle tankvognene, totalt 700 000 l bensin ble konsumert av brannen. Branngassene nådde temperaturer på 1450 ^oC og skadet tunnelen slik at 300 m^3 stein raste ned i tunnelen. Brannen ble slukket først etter 2 dager og tunnelen var stengt i 3 uker før den ble åpnet for trafikk igjen. 7 personer av totalt 10 ombordværende tjenestemenn i de to tog omkom i ulykken. 6 av disse var om bord på diesellokomotivet.
49	Saint Julien - Mont Denis (Fr)	1977 20.m ai	Front-hale sammenst øt	425 m	Dobbel-løp	1/?	?	Sammenstøt mellom to tog i samme retning i tunnelen på linjen fra Chambery til Modane. Lokomotivføreren på toget som kjørte inn i halen på toget foran omkom. Tunnelen er kort med to parallelle løp og brann oppsto ikke.
50	Tunnel de Chézy sur Marne, Fr	1974, 23. jan	Påkjøring av militæravd i tunnel	407 m	Dobbel-spor	8/3	11 personer gikk i tunnelen	En militæravdeling på nattøvelse bestående av 11 personer med tung utrustning gikk gjennom tunnelen for å unngå å gå over åsen som tunnelen gikk under. De ble overrasket av et godstog i tunnelen. På grunn av tung og voluminøs utrustning greide de ikke å komme seg unna godstoget. 8 personer ble drept øyeblikkelig og 3 skadet, noen svært

								alvorlig. En jernbanetjenestemann som hadde vært i kontakt med militæravdelingen før de gikk gjennom tunnelen begikk selvmord etter ulykken.
51	Copenhagen, Denmark	1973 7. sept	Front – hale sammenst øt mellom 2 tog.	1,8 km	Dobbel-spor	2/23	??	Den 7. september 1973 blev et S-tog, der holdt for "stop" ved Østerports I-signal påkørt bagfra med stor kraft af et efterfølgende S-tog, der havde passeret det dækkende AM-signal i stilling "stop". Ved kollisionen blev 2 personer dræbt og 24 kvæstet, heraf 5 alvorligt. Årsagen til kollisionen blev fastslået til at være mangelfuld signalobservation. 2 people killed and 23 injured as an S-train collided with another stationary S-train in a tunnel close to Østerport station.
52	Servestunnel, Rhone valley, Fr	1973 4. juli	Front –hale sammenst øt mellom 2 tog.	382 m	Dobbel-spor	0/3		Et tomtog med 12 personvogner var på veg nordover Rhonedalen kl 23.42 da det stoppet på grunn av stoppsignal (signal de cantonnement) i Servestunnelen nord for Tain l'Hermitage. Like etter at toget begynte å aksellerere etter å ha fått kjørsignal ble det påkjørt bakfra av et annet passasjertog med stor hastighet. Det påkjørende tog var ført av et lokomotiv type 2D2 med vekt 144 tonn. Straks lokomotivføreren så sluttsignalene på toget foran tilsatte han bremsene og løp inn i maskinrommet. Det forankjørende toget som ikke hadde reisende ble truffet med en hastighet på 117 km/h og sammenstøtet knuste de 4 siste vognene i toget foran. Også de resterende vognene i dette ble skadet og sporte av. Det påkjørende lokomotivet ble sammentrykket med en firedel av lengden og de første vognene i dette toget sporte av og filtret seg inn i hverandre. Ulykkesundersøkelser viste at det var feil på signalet som skulle hindre det siste tog i å kjøre inn i det forankjørende. Signalet viste feilaktig grønt pga feil på kablene. Totalt ble kun 3 personer skadet, alle i det påkjørende toget.
53	Hokuriku tunnel, Japan	1972 6. nov	Brann i spisevogn	13,9 km, bygd 1962.	Dobbel-spor	30/ ~ 700 røyk/CO	Ca 760	En spisevogn i nattoget "Kitaguni" tok fyr mens toget var inne i tunnelen. I henhold til daværende regler i det japanske togselskapet skulle toget stoppe umiddelbart i slike situasjoner, og føreren av toget stoppet 5,3 km inn i tunnelen for å forsøke å koble av den brennende vognen. Dette lyktes og toget minus de 3-4 siste vognene kjørte 1,7 km videre, men så forsvant spenningen i kjøreledningen og toget ble stående midt i tunnelen. Røyken fra brannen fulgte etter pga naturlig ventilasjon i tunnelens stigning. Flere reisende evakuerte toget og forsøkte å komme seg vekk fra brannen og ut av tunnelen. Noen evakuerende reisende ble plukket opp av et redningstog på nabosporet som ikke kom helt fram pga røyken og måtte gjøre vendereis. Mange forsøkte å evakuere til fots, men tunnelen manglet lys, ventilasjon og rømningsutganger. Redningstog ble kjørt inn fra begge sider, men hadde problemer med å komme fram til toget. De fleste av de ca 760 om bord ble dog reddet (30 omkom), men mange alvorlig CO-forgiftet. De sist reddede kom ut av tunnelen etter mer enn 12 timer. Etter ulykken ble det blant annet reist kritikk

								for utilstrekkelig belysning, rømningsveger og ventilasjon i tunnelen.
54	Vierzy tunnel Frankrike	1972 17. juni	Strukturell kollaps	1,48 km	Dobbel-spor	108/80	2 tog, Ukjent antall reisende.	I den 110 år gamle Vierzy-tunnelen fra 1861 mellom Paris Gare de Nord og Soissons kolliderte 2 tog med 770 tonn nedraste jord og steinmasser fra tunnel-taket. Nedrasingen skjedde før togene kom i et parti hvor armeringen sto uten betong og det pågikk utbedring av utmuringen. Det synes ikke å ha vært noen avsporing i forkant av sammenstøtet med de nedraste masser. 2 tog kjørte omtrent samtidig fra hver sin retning inn den dobbelsporede tunnelen og støtte inn i de nedraste masser. Togenes hastighet var ca 110 km/h. Kanskje var raset initiert av sammenfall av trykkstøtet fra entringspulsen for de to togene. Tunneltverrsnittet ble fylt av forvridde metalldeler fra de to togene. Det var ingen tegn til ulykken utenfor tunnelen botsett fra varselklokkene på en aktivert planovergang. Redningsarbeidet var svært vanskelig pga. frykt for ytterligere ras, dårlig plassforhold og forbud mot bruk av acetylen skjærebrenner pga. dårlig ventilasjon. De to siste overlevende ble reddet 40 timer etter ulykken, og den siste omkomne, en av førerne, ble fjernet 5 dager etter ulykken.

Tabell 2 - Significant metro accidents from 1972 (Partly a copy from Railway Gazette International, January 1989)

1	Shanghai, Metro Yuyuan garden – Laoximen station	Sept. 27th 2011	T T	C	0/284	September 27th 2011 -- at 2:51 pm, two trains on Line 10 collided between Yuyuan Garden Station and Laoximen Station, injuring 284 people. The majority received light injuries, but 20 persons are reported as severly injured. Initial investigations found that the train operators violated regulations while operating the trains manually after a loss of power on the line caused its signal system to fail. No deaths were reported.[33] Line 10, the line involved, is one of Shanghai's newest and most modern and is operated by the Shanghai Shentong Metro Group. A loss of power during repairs caused the signal system to fail and dispatchers then issued faulty orders by telephone that caused one train to rear end another train being stationary on the line near the Yuyuan Garden station. The speed of collision was 34 km/h. Insufficient training and lax operational management procedures was contributing to the accident cause.
2	Beijing Zoo station, Exit A, Line 4	July 5th 2011	I	Cr	1/30	July 5th at the Berlin Zoo station on Line 4 opened in 2009 a "crowded" ascending escalator on the station suddenly reversed direction and started going down very rapidly. Then wave after wave of people began falling over. A medical team arrived after 20 minutes. After the accident the subway operator closed all escalator of the same type until the accident cause was found. A similar accident happened on December 14th in a Shenzen subway station in the Guangdong province of China.
3	Minsk, Belarus	April 11, 2011	I	T	12/204	An explosion occurred at the Oktyabrskaya metro station at the time 18.00 local time as passengers were leaving a recently stopped train. The Oktyabrskaya station, being an intersecting station and located close to the residence of president Alexander Lukashenko, was crowded in the afternoon rush hours. Part of the station roof fell in. Twenty-six of the injured people was claimed to be seriously injured. The explosion was claimed to be a terrorist attack.
4	Moscow Metro, Lubyanka metro station and Park Kultury station	March 29, 2010	T T	T	24+?/64 + 14/?	On March 29th 2010 two bombs exploded on trains on the Sokolnicheskaya line. The first bomb went off in the second carriage of a train standing at the Lubyanka metro station. At least 24 people were killed in the in the explosion of which at least 14 were in the same rail car where the explosion took place. 64 persons were wounded in this first explosion. 40 minutes later a second bomb went off in the second carriage of a train at the Park Kultury metro station. 14 persons were killed in the second attack. 2 women suicide bombers possible linked to North Caucasus are claimed to be the perpetrators of these attack.
5	Green line MBTA, Boston, US	May 8, 2009	T T	C	0/68	On Friday, May 8, 2009, about 7.14 pm., westbound Massachusetts Bay Transportation Authority (MBTA) Green Line train 3612 struck the rear of standing westbound Green line train 3808 near Government Center Station in Boston, Massachusetts. The accident occurred in the underground tunnel segment on the Green Line of the MBTA subway system. Each train consisted two light-rail railcar sets. One car from each train derailed upright as a result of the collision. 68 injured passengers and crew members transported to local hospitals. Monetary damages were estimated to $9.6 million. Source: NTSB RAB-11/06.
6	Caracas metro, Plaza Sucre	July 30, 2007,	T T	C	1/11	Kollisjon mellom 2 tog i Caracas T-bane. Hendelsen skjedde ved Plaza Sucre stasjonen i vestre deler av Caracas. On July 30, 2007, after 24 years without a single accident, a collision took place that took the life of 1 person and injured 11 others. It was

	station					on Line 1 at Plaza Sucre station at 9:09 a.m. when a train headed in the Propatria direction stopped on the platform. It was hit from behind by another travelling in the same direction. Although there has been much speculation about the cause of the accident, it is clear that there was a defect in the emergency braking system; the operational control centre from the La Hoyada station never activated the automatic braking mechanism when a train approaches a second train.
7	Paris, Varenne - Invalides	July 29, 2007 at 09.00	T T	F	0/15?	A fire started july 29th on a metro train between Varenne and Invalides stations on line 13. 35 people was affected including a pregnant woman. A break shoe took fire near 9 a.m and put fire at a car between the Varenne and Invalides station, The fire was quickly controlled.15 persons injured. Fortunately, it happened on a Sunday and not in rush hours.
8	London, Mile End	July 5 2007	T T	D	0/21	2 cars of an 8-car westbound Central Line train of 1992 stock derailed at 65 km/h between Bethnal Green and Mile End tube stations. Five hundred and twenty passengers were trapped below ground for 2 hours, until they were escorted from the derailed train by following one another along the tracks to Mile End tube station. Eight people required hospital treatment and a further 13 were treated at the scene for minor injuries. Most of the injuries were caused while walking along the uneven surface in the tunnel. The Central Line was suspended between Liverpool Street and Leytonstone until the end of the following day as a safety investigation was carried out and the derailed train was rerailed. The investigation found that the derailment was caused by a roll of fire-resistant material being blown onto the tracks from its storage place in a connecting passageway between the two tunnels. The blanket had not been adequately secured, since the workers had not realised how strong the winds blowing through the passage were.
9	Washington Metro, Mt. Vernon square station	January 7, 2007	T T	D	0/23	January 7, 2007, about 3.45 p.m. eastern stadard time, northbound Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) Metrorail train 504 derailed one car as the train traversed a crossover from track 2 to track 1. The accident occurred in an underground tunnel on the Metrorail Green line near the Mt. Vernon Square 7th Street- Convention Center station. The train was travelling about 18 mph as it passed the crossover in approached to the station. The train consisted of 6 cars. The fifth car from the front derailed with 3 of 4 axles. About 80 passengers were on board at the timeof the accident. 23 passengers were transported to loccal hospitals for treatment and released. The accident was investigated by NTSB who reported that the cause of the derailment was caused by a grooved surface left on the wheels of the initially derailed leading axle of the first bogie of the derailed car. The rough grooved surface was a result of using a milling machine for wheel turning. A newly applied wheel profile at WMATA with a 63° flange inclination instead of the normal 70° inclination could have contributed to the derailment. After the derailment the train collided with a separation wall between the tracks.
10	Rome Metro, Vittorio Emanuele II	Oct. 17, 2006 at 9.37	T T	C	2/145 Noen alvorlig	Kollisjon mellom 2 tog ved stasjon. One train ploughed into another train as it was unloading passengers at the Piazza Vittorio Emanuele II (or Vittorio Emanuele) underground station in the city centre, killing a 30-year-old Italian woman and injuring about 145 others, of which some were seriously injured. Line A was immediately shut down and the area above the station was cordoned off by police as rescue workers erected a field hospital, where dozens of people were treated. The injured were gradually transported to various Rome hospitals for further treatment, with the Complesso Ospedaliero San Giovanni -

						Addolorata, being the nearest. Officials have excluded terrorism as a cause for the incident. Several passengers have reported that the driver of the moving train failed to stop at a red signal and that the train had been running strangely at previous stations. A senior driver has disclosed that the moving train had previously had braking problems on a test drive. A possible explanation of the accident may lie in a misunderstanding between the driver and the control centre, which would have authorized the train to proceed to the "next station", meaning a station closed to the public (Manzoni), the last before Vittorio Emanuele station, while the driver would have understood it to mean the next working station, that is, Vittorio Emanuele itself.
11	Valencia Metro, Estacion de Jesus	July 3, 2006,	T T	D	41 /47	Et tog på metroen i Valencia sporet av sannsynligvis pga for høy hastighet, 80 km/h på strekning skiltet for 40 km/h. Første vogn traff tunnelveggen og veltet og satte seg på tvers i tunnelen og sperret for påfølgende vogner. Avsporingen skjedde ca 140 m før stasjonen Estacion de Jesus.
12	Paris, Simplon station	Aug. 6, 2005 at 16.42	T T	F	0/19	At the Simplon station on line 4 of the Paris Metro a fire broke out and dark smoke billowed out from underneath a metro train no 6046 of type MP 59 at 16.35 while carrying out normal passenger exchange. A self evacuation of the train was shortly started by the passengers. Moments later a second train in the opposite direction arrived at the other platform at the station. As smoke had obscured the tunnel for further travel this train was also evacuated by instruction of the driver. The fire service was alarmed and arrived on the scene at 16.52. Due to problems in activating the smoke extraction system the fire brigade did not get access to the fire scene until 17.25. At 18.00 the fire was extinguished. One or more carriages in both trains were completely burned out. The fire and smoke caused light injury to 19 persons, one passenger and 18 staff of RATP, all suffered from smoke inhalation. The injured persons were all relaeased from hospital the same evening. The metro line opened for traffic the following day, withou stopping at Simplon station. The cause of the initiating fire was a double electromechanical fault in the traction control system and safety system of one traction carriage of train no 6046. The trains of this metro line is fitted with rubber tires which burned firecely and caused severe smoke production throughout the fire.
13	London, Various terrorist attacks	July 7, 2005,	T T	T	52/?	3 terroristanslag omtrent samtidig mot metro-tog samt en buss i London: 1st bomb exploded on an eastbound circle line sub-surface underground train, no 204, travelling between Liverpool Street and Aldgate. 2nd bomb exploded on the second carriage of a westbound Circle Line subsurface underground train no 216 between Edgeware Road and Paddington 3rd bomb exploded in the deep-level underground Piccadilly line in a southgoing train, no 311, between King's Cross St Pancras and Russell Square. Totalty 52 persons killed inclusive of the suicide bombers.
14	Stockholm, Rinkeby station	May 16, 2005	T T	S F	0/0	Smoke from the underside of one the carriages of the metro train was discovered by passengers when the train stopped at the metro station at Rinkeby in Stockholm at approximately 08.00. One of the passengers notified the driver who had not seen the fire and was ready to continue the journey. The 8 carriage train was relatively sparsely occupied and all passengers were

						evacuated without serious or lasting injuries. 11 persons got medical help due to smoke inhalation and two stayed in hospital over night and sent home the next morning. Some persons including the train driver had to evacuate through the tunnel to the neighbouring station of Rissne as the exit stairs from the platforms of the station were blocked by smoke. This action was carried out in agreement with the traffic control centre. The cause of the fire was a short circuit in electrical equipment under the train that also burned hole in the floor and ignited the interior of the train. The automatic short circuit protection did not work as it was bypassed by a joined disconnector that was activated in connected mode due to preparation for maintenance and was unknowned to the control centre. One of the carriages was severely damaged and close to total loss by the fire. The neighbouring wagon also had significant damages.
15	New York City, Manhattan	Jan 23rd 2005	I	F	0/0	On January 23, 2005, a fire in a shopping cart loaded with clothing and wood in a subway tunnel near the Chambers Street station ignited overhead cabling and spread to a nearby signal room and crippled **A** and **C** service. Possibly arson. Initial assessments suggested that it would take several years to restore normal service, but the damaged equipment was replaced with available spare parts, and normal service resumed on April 21.
16	Bangkok, Thailand	Jan. 7, 2005,	T T	C	0/140	Et tomtog med traksjonsfeil skulle kobles til et assisterende tog. Da bremsene ble løsnet rullet toget bakover og rullet med betydelig hastighet inn i et tog med passasjerer ved stasjonen Thailands Cultural Center.
17	Washington Metro, Woodley Park station	Nov 3rd 2004	T T	C	0/20	An out-of-service Red Line Metro train rolled backwards down a steep grade into the Woodley Park station and hit an in-service train that was at the platform servicing the station. The speed at impact was approximately 30 mph (48 km/h). The run-away six-car train came to rest after one of its car climbed up onto the roof of the other train. No one was killed, but 20 people were injured. Investigations into the accident revealed that the most likely cause of the run-away behaviour of the out-of-service train was that the driver had fallen a sleep and did not brake as the train started to run backwards. After this accident the trains of Washington Metro has been fitted with rollback protection.
18	Barcelona metro Pentinents – Vall d'Hebron	Oct. 31st 2004	T T	C	0/37 only driver seriously injured	A collision between 2 trains on line 3 of Barcelona's metro at 1.30 pm left 37 people injured. A further 13 people where treated for minor cuts and bruises at the accident scene. The accident occurred between Pentinents and Vall d'Hebron stations. One of the two trains were empty while the other carried around 100 passengers. The most seriously injured was the 57 year old driver of one of the trains who was trapped in his cabin for more than 4 hours while firemen cut him free. The cause of the accident appears to be a computer error in the automatic points control system.
19	Rouen, France	August 30 2004	T T	C	0/8, of which 1 severe	Two trams operating on a tunnel stretch collided head against tail in a curveous part of a tram tunnel in Rouen at the time 7.54. The forward tram had stopped in front of a block signal when it was hit in the rear by another tram that had passed a signal at danger. The two trams had 18 persons onboard. Eight persons were injured of which one severely. No fire occurred and the neighbouring track was not affected.

						The tram system in Rouen includes a tunnel section of 1500 m with 3 stations in the tunnel. The tunnel line from Gare Rue Verte to Beauvoisin (420 m) where the accident occurs is curveous. The trams are operated by sight in the streets, but block signals are installed in the tunnel. The trams are equippped with a vigilance control device, but the reaction time was too long to avert the accident. A public investigation into the accident by the BEA-TT found that the most likely cause of the accident was that the driver of the rear tram had fallen asleep and passed the stop signal without braking. The speed of collision was 35 km/h and it was ample time to stop the rear tram by normal braking once the rear light of the forward tram was clearly visible andd there was no fault with the brakes. Contrary to the regualtions the rear light of the forward tram was not but in danger mode, red blinking, when it was awaiting signal to proceed. The driver of the rear tram was having his first shift after returning from vacation. His shift had started at 04.10 and he had not had been sleeping badly the night before and had not had any breakfast before reporting for work. Prior to the accident ha had reported to the control centre that he did not feel well, but he was going to drive forward to the Bolingrin end station (3 station forward) where he was to be relieved for a shift break.
20	London, White City	May 11 2004	T T	D	0/0	The leading bogie of the 7th car of an 8-car Central Line train of 1992 stock derailed on a set of points during the approach to White City tube station. None of the 150 passengers on board were injured. Normal train service was restored the next day. The cause was found to be in the design of the set of points at locations with specific characteristics and a switch rail that had been replaced the day before the accident.
21	Moscow, Avtozavodskaya	Feb. 6, 2004	T T	T	40/100	An explosion wrecked a train between Avtozavodskaya and Paveletskaya stations on Zamoskvoretskaya Line of the Metro, killing 40 and wounding over 100. Chechen terrorists were blamed. Later investigation concluded that a Karachay-Cherkessian resident, an Islamic militant, had committed a suicide bombing. Source article: February 2004 Moscow metro bombing.
22	London, Camden town	Oct. 19, 2003	T T	D	0/7	The last carriage of a 6-car Northern Line train of 1995 stock derailed on the approach to Camden Town tube station. The derailed car hit a wall and the fifth car was partially derailed. Seven passengers were injured, 6 of which were minor injuries. The serious injury was a broken thigh. The cause of derailment was found to be in the design of the set of points at locations with specific characteristics.
23	London, Hammersmith station	Oct. 17, 2003	T T	D	0/0	The last carriage of a 6-car eastbound Piccadilly Line train of 1973 stock derailed east of Hammersmith tube station. The cause was a broken rail. None of the 70 passengers on board were injured.
24	Oslo T-bane, Jernbanetorget T-banestasjon	Feb. 25th	I	S F	0/0, 12 persons sent for medical check-up	A short circuit occurred at Jernbanetorget T-bane station at the time 15.10.39 February 25th in old power cables feeding the power rail from a distribution board at a rectifier station. The cables were not installed in a cable trough, but left as a cable bundle under an at the side of the track ballast without sufficient protection. The cable isolation was damaged due to age and earthing and a short circuit of the cables occurred producing high temperatures which ignited the PVC isolation of power cables and earthing cables. Noxious smoke was produced during the short circuit and fire. The tunnel between Jernbanetorget and Grønland was filled with smoke which spread along the tunnel to further stations. There was some problems in cutting the power supply which took as much as 100 minutes from the first smoke was discovered.

						12 staff persons were sent for medical check-up – 3 drivers, 1 salesperson and 8 guards, but no injuries were registered. SHT JB Rapport 7/2005.
25	Daegu, Sør Korea	Feb. 18th 2003	T T	F	198/ 147	En mentalt syk person antente et fullsatt metrotog ved først å spre brannfarlig væske og deretter antenne når toget kom til Jungangno underjordiske stasjon. Flammene spredte seg raskt i toget men alle greide å evakuere toget. På nabosporet ved stasjonen kom det etter 2-4 min et annet godt besatt tog i motsatt retning og stoppet ved siden av det brennende toget. Flammene spredde seg til det nyankomne toget etter kort tid. Begge tog var åpne hele lengden igjennom uten noe brannskille. Av ulike grunner forlot føreren av det sist ankomne toget og tok i den forbindelse med seg kontrollnøkkelen. Når kontroll-nøkkelen var ute var strømforsyning fra batterier stengt og de ombordværende greide ikke å åpne dørene på toget og evakuering måtte skje gjennom knuste vinduer. Ca 80 % av de omkomne befant deg derfor om bord på det sist ankomne tog og de flestegreide aldri å forlate toget som var stoppet ved stasjonens plattformer. I forbindelse med ulykken forsvant belysningen ved stasjonen som lå på 3. nivå under bakken (18 m under bakkenivå). Brannen spredde seg til etasjene over og rømning ut av stasjonen ble vanskelig. 40 døde personer ble funnet i gangveiene ut fra plattformene. Det var ca 460 personer totalt ombord i de 2 togene.
26	London, Chancery Lane	Jan. 25, 2003	T T	D	0/32	A Central Line train of 1992 stock derailed at Chancery Lane, injuring 32 passengers, after a motor became detached from the train. The entire line, and the Waterloo & City Line (which also uses 1992 Stock trains), was closed whilst the cause of the failure was determined and appropriate modifications made to the trains.
27	Kitzsteinhorn Østerrrike	Nov. 11, 2000	T T	F	155 drept av 167 ombord	Kabelvognen tok fyr i nederste kupé like etter start og stoppet 0,6 km inne i den 3,4 km lange tunnelen. Lyset i vognen gikk og det var først ikke mulig å få opp dørene. Etter en tid greide man å åpne noen av dørene eller knuse vinduer. Tunnelens tverrsnitt er svært trangt (diameter 3,6 m) med kun en smal trapp på siden av toget. Den sterke stigningen (43°) gjorde hele tunnelen en skorstein. Personer som kom ut av toget og forsøkte å rømme oppover tunnelen ble tatt igjen av røyk og varme brenngasser og omkom i tunnelen. Fra kabeltoget overlevde kun 12 personer som kom seg tidlig ut gjennom et knust vindu og rømte nedover. 3 av de omkomne personene oppholdt seg i toppstasjonen.
28	Paris Metro line 12. Notre-Dame-de-Lorette	Aug. 30, 2000	T T	D	0/23 10 alvorlig	Sydgående tog på linje 12 sporet av og veltet i en krapp kurve med radius 52 m ved innkjøring til stasjonen Notre-Dame-de-Lorette og den første vognen skled inn på stasjonen i veltet tilstand. Det avsporede toget med den veltede vognen kom til ro 1m foran et motgående tog som sto ved plattformen på Notre-Dame-de -Lorette. The accident happened at at 13.30 local time. Some people escaped through the windows of the damaged train. Årsaken til ulykken var sannsynligvis for stor hastighet i kurven inn mot stasjonen.
29	Berlin, “Deutches Oper”	Jul. 8, 2000 at 15.10	T T	S F	0/1	Short-circuit and arcing to the carbody occurred in the last car of an eight car train. The arcing current was not strong enough to release the power supply circuit breaker. The arcing therefore continued and set fire to the carbody when the train entered the station at Deutsche Oper. The driver alarmed the traffic control centre and tried to activate a short-circuit devise to have the power cut. The attempt failed as the arcing had damaged the pressurized air main of the train, and the train was stuck at the station. A second train arrived at the other platform of the station and applied the short circuit devise which cut the power to that track but not to the burning train. The 350 passengers of the burning train were evacuated to the station platform, but the

						only exit from the platform was at the burning end of the train where the smoke was very heavy so the passengers could not escape from the platform. The passengers collected at the smokefree end of the platform and after some time they started walking forward through the smokefree tunnel towards Ernst Reuter platz. This was without risk as the power rail had by then been de-energised. By 15.30 all passengers of both trains were safely evacuated from the station and the tunnel. 30 passengers which have used the normal exit was smoke affected. One passenger broke a leg. One car of the train was fully damaged by the fire. The station also received severe damage and the station was closed for reparation for a month.
30	Køln U-bahn Christoph-strasse Media Park station	Aug. 23, 1999 at 17.40	T T	C	0/67 7 alvolig	Kollisjon; front – hale. Ulykken skjedde i ettermiddagsrushet kl 17:40 på Christophstrasse Media Park stasjon. Et trafikktog hadde opphold på stasjonen for passasjerutveksling da det ble pårent bakfra av et tog som drev prøvekjøring. Toget under prøvekjøring var av en ny type, "City-Sprinter", og hadde av en eller annen grunn mistet bremsene. Bremsesystemet til "City-Sprinter" var av en annen type enn det som inntil da var brukt i Køln. En representant fra leverandøren deltok i prøvekjøringene.
31	Weesperplein Metro station, Amsterdam,	July 12,1999	T T	T	0/0	Brann i en bybanevogn på tunnel-stasjon. Røykutvikling og brann på grunn av varmgang i bremser på forstadsbane/bybane (high-speed tram) ved en underjordisk stasjon. Ingen omkomne, ingen skadde.
32	Minsk Nyamiha T-stasjon, Hvite-Russland	May 29, 1999	I	Cr o w d	52/ 150+	52 (54?) personer omkom da en folkemengde på 2000 personer forsøkte å presse seg inn på en T-banestasjon i Minsk pga en kraftig haglstorm. Menneskemengden kom fra en rockekonsert og ølfestival da uværet brøt ut og folkemengden søkte tilflukt på T-banestasjonen. Opphopingen av folk ble forsterket av at personer gled og falt på glatte gulv. Blant de omkomne var mange ungdommer samt 2 politimenn som forsøkte å kontrollere menneskemengden.
33	New York City Subway	July 3, 1997	T T	D	0/15	At 10:20 pm a Queens-bound A train derails under St. Nicholas Avenue in Harlem, just north of the 135th Street Station as it was going over a switch. The last car was smashed in half and ripped apart. 15 people were injured and service on A, C and D lines were terminated or suspended for a period.
34	Paris Metro, Charles de Gaulle - Etoile	Nov. 18th 1996	T T	D	0/2	2 persons were injured in a derailment at the station Charles de Gaulle – Etoile. No further information available in the source.
35	Bonn, "Aus-wärtiges amt"	Aug. 3, 1996	I	F	0/0	Cables in a cable trough next to or under the platform at the station caught fire and burnt under production of heavy smoke. The fire is thought to have been started in paper and leafs accumulated in the cable trough which has been lit by a carelessly thrown cigarette. Traffic was stopped due to the heavy smoke produced. No persons were affected and the fire was reasonably quick extinguished. The cable fire brought damage to essential infrastructure for train operation e.g. signalling, train control and communication. It took 6 weeks to repair the cable damage during which period the traffic could be kept open at reduced volume through personnel intensive manual operation.
36	Baku, Uldus - Narimanov	Oct. 28, 1995 at 17.55	T T	S F	289 /265	Et fullsatt 5 vogns metrotog med ca 1050 - 1100 reisende stoppet ca 200m etter Uldus stasjon pga overslag/ lysbue i elektrisk utrustning i bakenden av 4de vognen. Avstanden til neste stasjon, Narimanov, var ca 2 km. Brannen spredde seg raskt til vogn 5. Problemer med åpning av dører i Vogn 4 og reisende i denne måtte evakuere gjennom vogn 3. Pga det store antall

						reisende, trangt tunneltverrsnitt og dørproblemene gikk evakuering sent, og det oppsto panikk. Ventilasjonen ble satt på avtrekk som trakk mye av røyken i samme retning som de evakuerende. 245 av de drepte ble i ettertid funnet drept i toget, hvorav de fleste klemt eller trampet til døde, og 40 i tunnelen. 95 % av de som greide å evakuere toget overlevde. Tunnelen ble åpnet for drift dagen etter. Dobbelt-løpet tunnel, muligens ikke tverr-passasjer mellom løpene. Hvert tunnelløp har relativt trangt tverrsnitt på 28 m^2, høyde=5,6 m og bredde de =5 m. Tunnelen er utrustet med ventilasjonsanlegg som kan styres. A short circuit caused smoke development and fire in the back end of car 4 of the very crowded 5 car metro train with 1050 – 1100 passengers. The train came to stop 200 m after Uldus station due to a fault activation of the brakes. The driver asked for a cut in power supply to eliminate the short-circuit energy release, but this was delayed for close to 40 mins. The distance to the next station, Narimanov, was 2000 m. The fire soon spread to car 5. It was impossible to open the doors in car 4 and passengers in this car had to evacuate through the windows or through neighbouring cars. Passengers in car 1-3 were not able to escape towards Uldus due to the intensity of the fire and the short-circuit energy release under car 4. Therefore they had to evacuate the 2 km towards Narimanov station. Panic broke out during the evacuation at about 18.10 and passengers were trampled or squeezed to death in a fight to get out of the train. At 18.15 the ventilation was changed and the smoke turned the same direction as the evacuee. Totally 245 dead where found in the train of which 220 was killed in cars 1-3 and 25 by the fire in cars 4 & 5. 40 persons died during evacuation in the tunnel towards Narimanov by CO poisoning and electrocution from the power rail. 256 were injured of which 62 seriously. Of the 800 - 850 persons that evacuated the train approoximately 95 % managed to leave the tunnel alive.
37	Paris Metro	October 1995	I	T	0/42	Two terrorist attacks occurred on the Paris Metro in October 1995 both by gas bottle explosions. The following stations and trains were affected: • October 6th Station *Maison Blanche*, 13 persons wounded • October 17th RER line C between *Musée d'Orsay* and *Saint Michel – Notre Dame*, 29 persons wounded
38	Toronto, St. Clair West - Dupont	Aug. 11, 1995	T T	C	3/30	Halfway between St. Clair West and Dupont Stations: at 6:02 p.m. on Friday a subway train running southbound on the Yonge-University Spadina line ran into the rear of a stationary train. There were about 200 to 300 passengers on the two trains; 3 people died and 30 others were taken to hospital with injuries; about 100 more filed injury claims against the subway operator TTC. The accident was caused first by the inexperienced driver, Robert Jeffrey, who mistook the signals, and then when the train stop failed to protect the train due to a design error.
39	Paris RER, St Michel – Notre Dame	July 25, 1995	I	T	8/80	A gas bottle exploded in the Saint Michel – Notre Dame station of RER line B. 8 were killed and 80 wounded. This terror attack was part of a more widespread terror surge in Paris and France this summer. Ref more Metro attacks in October.
40	Tokyo subway	Mar. 20, 1995 at 7.00 – 08.10	T T	T	12/103 4 50 severe	The **Subway Sarin Incident** was an act of domestic terrorism perpetrated by members of Aum Shinrikyo on March 20, 1995. In five coordinated attacks, the perpetrators released sarin on 5 different trains on several lines of the Tokyo Metro, killing twelve people, severely injuring fifty and causing temporary vision problems for nearly a thousand others. The attack was directed against trains passing through Kasumigaseki and Nagatachō, home to the Japanese government. This was and

						remains the most serious attack to occur in Japan since the end of World War II.
41	New York City, Ninth Avenue in Sunset Park, Brooklyn	Aug. 15. 1994	T T	D	0/11	11 people were injured when the last car of a southbound B train derailed near Ninth Avenue in Sunset Park, and slams into a tunnel wall. Someone in a control tower mistakenly activated a switch to send the train from the local to the express tracks, while the train was passing over it, and a mechanism designed to prevent that from happening failed.
42	Baku Metro	March 19th, July 3rd 1994	T T	T	14/49 + 13/42	Two terrorist attacks occurred on the Baku Metro in 1994 with a total of 27 fatalities and 91 injuries. The first attack occurred at the time 13.00 on Saturday, March 19th, in the first train carriage at the "20th January station". 14 people were killed and 49 wounded. The front car was destroyed and the station's roof partially collapsed. The 2nd attack occurred at 8.30 am Sunday, July 3rd, when the train was between the stations "8th May" and Ganjlik. 13 people were killed and 42 injured. The majority of injured persons in the July attack were released after medical assistance. The responsibility for both attacks was assumed by Sadval, a Lezghin separatist movement.
43	Singapore SMRT, Clementi Station	Aug. 5th 1993	T T	C	0/156	At 7.50 am on August 5th 1993, an east-bound train from Jurong stopped at the Clementi station for 2 minutes longer than scheduled due to a technical fault. It was then hit by another train. The train, comprising 6 carriages, had a full capacity of 1800 passengers. The peak hour collision injured 156 passengers. Several passengers where flung against panels and steel railings of the train or piled on top of each other, suffering multiple injuries. An inquiry into the accident revealed that that the accident was caused by the spilling of 50 litres of oil on the track from a maintenance vehicle during the night which has caused the track slippery and reducing the adhesion of the track. Oil had spilled on the rails from Buona Vista station to the Ula Pandan depot. The spill was discovered prior to the accident but a cleaning train was delayed in being dispatched for different reasons. Operating procedures for the Singapore MRT was altered to avoid a repeat of the accident. The traffic of the affected stations was resumed within one day of the accident.
44	Wien, Karlsplatz	Dec. 2nd 1991 at 6.24	T S	F	0/0	A stabled train of line U2 in an underground dead end turning track at Karlsplatz station in Vienna caught fire. The fire started in cables centrally under a traction car next to the buffer stop in the track. Access to fight the fire was very difficult due to limited space between the sides of the car and the track infrastructure. The smoke spread to Karlsplatz station where traffic had to be stopped. The car burned out and fire was extinguished after 4 hours. No persons were injured. The turning track was closed for 8 days.
45	New York City, Union Square	Aug. 28th 1991	T T	D	5/200	Five people are killed and more than 200 injured when a southbound Subway No. 4 train derailed going over a switch just north of Union Square. Service on the Lexington Avenue IRT was disrupted for 6 days during clean-up on the accident scene. The motorman, Robert Ray, who was drunk and going more than 40 mph where the speed limit was 10 mph, is later convicted of manslaughter and sentenced to 15 years in prison. It was the worst New York subway accident for 63 years.
46	Philadelphia, 30th Street station	March 7, 1990 at 8.21	T T	D	4/158	On the morning of March 7th 1990, at 8.21 am., a SEPTA (South East Pennsylvania Transit Authority) Market – Frankford line train derailed and crashed at a crossover in the subway tunnel just after leving the underground 30th Street station. A traction motor on the third car of the six car train was being dragged along the ground, between the tracks. The dragging motor damaged the switch points or throwing it over under the train. The rear bogie of the 4th car tokk a diverging route from the front

						cars and the forward bogie on the same car. The car derailed and was thrown sideways into the steel columns separating the tracks in the subway tunnel. The accident caused 4 fatalities and 158 injuries.
47	London, Kings Cross	Nov. 18, 1987 at 19.25	I	F	31/?	Kings's Cross er en av de mest benyttede stasjonene på London Transport sitt T-banenett. Stasjonen betjenes av 5 ulike linjer i 4 ulike nivåer. I tillegg kommer fordelingshallen med billettluker som er plassert under gatenivå. Fra fordelingshallen går rulletrapper ned til de ulike plattformer. Brannen startet i rulletrapp 4 som betjener Piccadilly line sine plattformer. Etter ca 15 min moderat brann skjedde plutselig en total overtenning av hele øvre del av rulletrappsjakten og fordelingshallen. Trappesjaktens lengde og store helning bidro til den intense brannen. Reisende på de lavere plattformer ble reddet av tog som fortsatte å gå en tid etter at branne brøt ut. A large fire broke out in King's Cross St Pancras station. Thirty-one people died, killed by the toxic fumes and extreme heat of the blaze. The fire was the result of a discarded match or cigarette igniting debris, detritus and grease beneath the wooden escalators. As a result of this, the widely-ignored smoking ban was more rigorously enforced throughout the system. Almost all of the network's wooden escalators have now been replaced by steel ones, and other measures have been put in place to help prevent a repeat incident.
48	Moscow Metro	1987	T T	F	?	A burning train stopped in a tunnel to evacuate passengers. Inaccessibility made fire fighting difficult, and the fire reached major proportions before firemen arrived. Tunnel draughts caused problems from smoke and gases.
49	Brussels	Jun 1987	I	F	?	Fire broke out in a cafeteria off the concourse of an underground station, leading to evacuation.
50	Berlin, Klosterstrasse - Alexanderplatz	May 7, 1986 at 11.49	T S	F	0/5	A fire had developed in one car in a temporarily stabled 9 car train in a connection tunnel between U-bahn lines U2 and U5 at Alexanderplatz station in East Berlin. The cause of the fire is claimed to be creep currents. The first actions were evacuation of persons and staff in trains arriving at the near-by and smoke affected Klosterstrasse station. The smoke and heat from the fire made the fire fighting in the narrow tunnel difficult. The fire was brought under control by 14.15. The fire caused large infrastructure damage. 5 firemen received light injuries.
51	Mexico City, Pino Suarez	Oct. 27, 1985 e.m.	T T	F	0/21	Due to an exploded tyre a short circuit and consequential fire occurred on a metro train in Mexico City. The fire was discovered during the entry to the station Pino Suraez. More than 600 passengers had to be evacuated. Passengers were smoke affected and 21 of the passengers were sent to hospital for checks.
52	New York, Central Station	Aug. 27, 1985 at 5.18	T S	F		Smoke was discovered coming out of a ventilation shaft near Central station. Closer investigation revealed several trains in fire at underground stabling tracks close to the station. Totally 18 cars were damaged by the fire. The cause is thought to be arson. The fire fighting was delayed due to delayed cut-off of power. The fire was under control by 09.02.
53	Paris	Apr 12 1985	I	F	0/6	Rubbish at Barbès-Rochechouart station caught fire, igniting nearby cables and giving off toxic fumes. Five passengers and an official were affected. Passengers were evacuated from several trains standing in the tunnels.
54	London, Oxford Circus station	Nov. 23, 1984 at 21.50	I	F	0/14	In late evening, a fire broke out in a material store on the Victoria line platform at Oxford Circus, giving off dense smoke affecting many people. The blaze took 3 h to extinguish, and caused considerable damage to the station that was closed for 3 weeks. 720 passengers were evacuated through the tunnels. 14 persons of which 9 traffic staff were brought to hospital due to smoke inhalation.

55	Hamburg, Landungs-brücken station	Sep. 30, 1984 at 22.07	T T	F	0/1	A fire started in a seat, probably by arson, on a three-car train in the evening. The driver was informed of the fire at Landungsbrücken station and the 40 passengers of the train were evacuated. The fire spread to cables at the station. Two cars were destroyed, and one passenger was lightly affected by smoke.
56	München, Königsplatz	Sep. 5, 1983, at 8.00	T T	F	0/7	An electrical fault caused a train fire, initially of modest size. After discharging passengers at Königsplatz station the driver continued to a stabling siding where the fire escalated and high volumes of smoke were produced. The traffic control centre delayed stop in traffic and power cut-off by at least 15 min. Firemen first had problems reaching the train at fire, but the fire was brought under control by 9.17 and completely extinguished by 10.07. Two vehicles were destroyed and 7 passengers affected by smoke.
57	Moscow, Belorrusskaya	Mar. 30, 1983	T T	C	?	Two trains collided in the Belorusskaya station on the Koltsevaya Line. Unofficial sources claims several passengers were killed.
58	London, Picadilly line	Aug. 11, 1982 at 16.28	T T	F	0/15	A short circuit in a current collector on a Piccadilly line train in a tunnel between Wood Green and Bounds Green caused a fire which destroyed one vehicle. 55 passengers were evacuated along the tunnel; 15 of them were affected by smoke.
59	New York, Exchange place	Jun. 2, 1982	T S	F	0/?	A PATH train stabled near Exchange Place station caught fire, and the fire service took 6 h to bring it under control. Four cars were destroyed, and several people were affected by smoke.
60	New York, Christopher street	Mar. 16, 1982 at	T T	F	0/?	A fault in under-floor control gear started a train fire in the running tunnel near Christopher street station at the time 07.10. Rapid spread of smoke led to the evacuation of some 400 passengers; 86 of them were affected by smoke. One vehicle was fire damaged.
61	Moscow, Aviamotornaya	Feb. 17, 1982	I	S C	8/30	A fatal accident took place on 17 February 1982 due to an escalator collapse at the Aviamotornaya station of the Kalininskaya Line. That day 8 people lost their lives, and 30 more were seriously injured, due to the pile-up caused by the faulty emergency brakes.
62	Washington Metro, Orange line	Jan. 13th 1982	T T	D	3/25	During the afternoon rush on the Orange line at the time 04:29 pm a 6-car train derailed between the stations Federal Triangle and Smithsonian. The train derailed as it was being backed-up from an improperly closed rail switch and the front and rear wheels of a wagon followed different tracks. The train moved in a diagonal fashion for 150 feet before coming to a stop while hitting a tunnel support. It is indicated that 1200 persons were onboard the train, of which 3 persons were killed and 25 injured in the accident.
63	Bonn, Ramersdorf	Sep. 11, 1981, at	T T	F	0/0	A technical fault caused a fire on a light rail car in driver training service in the running tunnel 40 m in front of Ramersdorf station at the time 07.35. The fire was extinguished within 25 min. No passengers injured. The car was destroyed.
64	New York, Brooklyn tunnel	July 3, 1981	T T	C	1/135	An IRT train crashed into the rear of a stopped subway train. A subway motorman died and more than 135 passengers were injured.
65	Moscow, Oktyabrskaya	June 6th 1981	T T	F	7/?	An electrical fault caused a fire on a train at Oktyabrskaya station, and two cars were engulfed before the fire brigade arrived. Heat and smoke made the fire-fighting difficult. Over 2 000 passengers were evacuated from various trains by firemen in breathing apparatus. 7 people were reported to have died.

66	Paris Metro, Nation	Feb. 6th 1981	T T	C	1/0	A collision at the station Nation caused the death of the driver when the train collided with parked trains at depot tracks. Number of injured, if any, not stated in the source.
67	New York	1980-81	T T	F	0/50	Between June 1980 and July 1981, eight firesoccurred on the New York subway that required evacuation of passengers. A total of 50 people were hospitalised. Several of the fires were started by electrical faults in under-floor control equipment.
68	London, Holborn	July 9th 1980	T T	C	0/0	A Central Line train failed to stop in time after passing a signal at danger and was tripped by a train stop. The train hit another train standing in the westbound platform at Holborn. No serious injuries were caused by the accident. An inquiry concluded that the accident was caused by the motorman of the rear train failing to control his train. Main article: Holborn rail crash.
69	London, Goodge Street	June 21st 1980	I	F	1/?	A discarded cigarette is believed to have started a fire in a cross-passage between the Northern Line running tunnels at Goodge Street. Poisonous smoke given off by burning cables caused one fatality.
70	Hamburg, S-bahn Altona	Apr. 8, 1980, at 16.12	T T	F	0/4-9?	En brann brøt ut i en vogn på S-banen i Hamburg-Altona stasjon. Alarm ble gitt av en passasjer på Altona stasjon og togføreren prøvde umiddelbart å slukke brannen med et håndslukkeapparat. Dette mislyktes og det ble gitt alarm til kontrollrommet som tilkalte brannvesenet. Dette var raskt til stede, men plattformen var helt røykfylt og alt arbeid måtte skje med røykdykkerutstyr. 3 brannmenn ble røykskadet i hendelsen. Ingen reisende ble skadet. Brannen brøt ut i et sete på vognen og vognen var fullstendig overtent etter ca 9 min. Branntemperaturer er anslått til 1000 – 1200 ^{o}C. A fire was deliberately started (arson) in a seat near the front of a train in the 1.class compartment. The fire spread rapidly in the compartment. At 16.12, approximately 5 minutes after the ignition, the driver was informed at Altona station about the fire. The fire alarm was raised and the train evacuated. By 16.15 the fire covered the whole car and flames were coming out of the doors of the car. Two metrocars were destroyed, and 4-9 passengers were affected by smoke. Heavy damages at Altona S-bahn station.
71	New York, Grand Central Station	Sep. 8, 1979, at 13.30	T S	F	0/4	A discarded cigarette ignited oil to start a fire at Grand Central Terminal on the Lennox Avenue line, creating dense smoke. Two cars of 12 stabled nearby were burnt out. Poor communication between train crews and controllers and between firemen and managers delayed evacuation of hundreds (“a couple of hundred”) of passengers, resulting in four being injured.
72	Philadelphia, Erie street	Sep. 6, 1979, at 17.30	T T	F	0/148	A transformer fire and explosion in a train carrying 1 100 people at Septa's Erie Street station. The train's doors failed to open, causing panic. 148 passengers were injured in the crush as people left through the windows.
73	Paris, Reuilly Diderot	Mar 25th 1979	T T	S F	0/26	A short circuit caused by a foreign body on the line at Reuilly-Diderot station on Line 1 started a fire on a passenger train, destroying one vehicle. Thick smoke hampered rescue operations, affecting 26 people.
74	San Francisco	Jan. 17th 1979, at 18.06	T T	S F	1/56	Det brøt ut brann i en strømavtager i den 5te og 6te av i alt 7 vogner. Toget ble stoppet med nødbremsen og kunne ikke startes igjen. Et mislykket forsøk på å koble av de brennende vognene forsinket evakuering og rømning av de reisende med ca 30 min. Tunnelen ble røykfylt til tross for røykgassavtrekk hver 300 m og at ventilasjonen var aktivert. Passasjerene ble ført til servicetunnelen og ut i det fri gjennom den andre hovedtunnelen. Røyk ble trukket inn i servicetunnelen og den andre hovedtunnelen, Brannen førte til 1 dødsfall og 58 fikk større eller mindre skader hvorav de fleste ble forgiftet av røykgasser deriblant fra forbrent plastmateriale. Den omkomne var brannmann som døde pga røykgassforgiftning. Tunnelsystemet har

						forbindelser fra hovedtunnel til servicetunnel hver 100 m. Tunnellen er en senketunnel under vann på 5,9 km med 2 enkle trafikkløp og mellomliggende service-tunnel og ventilasjonskanal. Tverrsnittet er trangt med 21 m^2 per trafikkløp. A current collector fault on a BART train passing through the trans-Bay tunnel caused a short circuit and fire on the following train. Lack of communication between driver and control centre, poor co-ordination and errors of judgement hampered rescue of the passengers. Small cross-sectional area. One firemen died, and 56 were affected by smoke.
75	Köln, Hansaring station	Oct. 24, 1978, at 0.40	T T	F	0/0	A discarded cigarette set fire to equipment in the bogie of a light rail car in the pre-metro tunnel. The eight passengers in the train were evacuated at Hansaring station where the train came to a halt. Because of the heavy smoke only firemen with breathing equipment could enter. The fire was brought under control at 2.20. Heavy damages to station.
76	Paris, “Charles de Gaulle”	Mar 9 1977	I	F	0/0	A fire broke out in a false ceiling in a passageway at Charles de Gaulle-Etoile station on RER Line A, filling the station with smoke from burning cables. Passengers were evacuated without panic.
77	Moscow Metro	Jan. 8, 1977	T T	T	7/33	A bomb was reported to have killed seven and seriously injured 33. It went off on a crowded train between Izmailovskaya and Pervomaiskaya stations. Three Armenians were later arrested, charged and executed in connection with the incident.
78	Paris Metro, Opera	Nov 25th, 1976	T T	C	0/33	33 persons were injured in a collision at the metro station Opera. No further information in the source.
79	Toronto, Christie street	Oct.15th, 1976 at 1.47	T T	F	0/0	An arsonist started a fire in a train. The train were evacuated at Christie Street station. No injured persons. Four vehicles were destroyed. .
80	Lisboa, Almada	May 25, 1976 at 17.35	T T	F	0/0	A failure in a traction motor led to a fire on a train consisting of 4 cars. The passengers were evacuated at a station, but four cars were destroyed.
81	Mexico City	Oct. 20, 1975		C	34/?	Front-hale kollisjon mellom to tog ved en undergrunnsstasjon i Mexico City. Det andre toget unnlot å stoppe når det første toget ble stoppet pga aktivering av nødbrems. Sammenstøtet skjedde med stor hastighet. 34 mennesker omkom. En av vognene i det andre toget klatret på vognen foran og ødela taket i stasjonen
82	Boston, Ken-more Square	Jul. 2, 1975	T T	F	0/34	Broken overhead wires (600 V) in the light-rail tunnel 120 m in front of the Kenmore Square station ignited the front of a wagon during the morning peak. Over 400 people were evacuated in the tunnel, and 34 were affected by smoke.
83	London, Moorgate	Feb, 28, 1975	T T	C	43/74	Buttkjøring pga manglende bremsing. Et 6-vogns ankommende tog kjørte med stor hastighet inn i endeveggen på tunnelen ved Moorgate endestasjon uten å aktivere bremser. Føreren omkom og årsaken forble uoppklart. Etter ulykken ble T-banenettet i London utrustet med en mekanisk innretning som automatisk vil aktivere bremsene i tilsvarende situasjoner. A southbound Northern City Line train crashed into the tunnel end beyond the platform at Moorgate station. Fourty-three people were killed at the scene and several more subsequently died from severe injuries, in what was the greatest loss of life on the Underground in peacetime. As the driver was one of the initial 43 dead, the cause of the incident was never conclusively determined, and an accidental death verdict was recorded at the official inquest. Source article: Moorgate tube crash.

84	Moscow	1974	I	F	0/?	A fire broke out in a dispatch room off an underground platform, producing intense smoke and heat. Over 150 people were evacuated from a train inadvertently stopped by station staff.
85	New York,	Aug. 21, 1974	I	S F	0/200	A short circuit in traction equipment in a power car at the New York metro caused fire in the power main of the metro-line. 4 trains came to a stop in the tunnel. 200 evacuated passengers were affected by smoke and were sent to hospital.
86	Montreal, Rosemount	Jan. 23, 1974,	T T	S F	0/0	Faulty rubber tyres on a train caused a short circuit south of Rosemont station at the time 07.55, starting a fire and leading to the destruction of nine vehicles and 300 m of cabling. Over 1 000 passengers had to be evacuated. None seriously injured
87	Paris Metro, Louis Blanc	Oct. 30th, 1973	T T	D	0/19	19 persons were injured in a derailment at the station Louis Blanc. No further information in the source.
88	Paris Metro; Porte d'Italie	Mar. 27th, 1973	T T	F	2/	An empty car in a Line 7 train was set on fire near Porte d'Italie by an arsonist igniting a seat. Despite rapid action by the fire services, the car was destroyed. Two passengers at the station were killed by smoke.
89	Stockholm	1972-78		F		Over this period seven fires broke out onboard trains, resulting in destruction of the cars in each case. All the fires were thought to be arson.
90	Berlin, Alex-anderplatz	Oct. 4, 1972 at 3.50	T S	F	0/5	An EMU stabled at Alexanderplatz caught fire, damaging the station buildings and destroying the four vehicles of the train. 5 firemen were injured due to smoke inhalation.

Det Norske Veritas:

Det Norske Veritas (DNV) er en ledende, uavhengig leverandør av tjenester for risikostyring, med global virksomhet gjennom et nettverk av 300 kontorer i 100 ulike land. DNVs formål er å arbeide for sikring av liv, verdier og miljø.

DNV bistår sine kunder med risikostyring gjennom tre typer tjenester: klassifisering, sertifisering og konsulentvirksomhet. Siden etableringen som en uavhengig stiftelse i 1864 har DNV blitt en internasjonalt anerkjent leverandør av ledelsestjenester og tekniske konsulent- og rådgivningstjenester, og er et av verdens ledende klassifiseringsselskaper. Dette innebærer kontinuerlig utvikling av ny tilnærming til helse-, miljø- og sikkerhetsledelse, slik at bedrifter kan fungere effektivt under alle forhold.

Global impact for a safe and sustainable future:

Besøk vår internettside for mer informasjon: www.dnv.com