

9 SIKKERHET I TUNNELER

9.1 Strekninger og trafikkunderlag

Det er foretatt en risikoanalyse av følgende alternativer for det planlagte dobbeltsporet mellom Skøyen og Sandvika:

- J6 dobbeltspor - en tunnel med to spor
- J6 enkeltspor - to tunneler med et spor i hver tunnel
- J7 dobbeltspor - en tunnel med to spor
- J7 enkeltspor - to tunneler med et spor i hver tunnel
- H10T+H2B+grenspor - H10T+H2B+grenspor

Analysen begrenser seg til å vurdere risiko for passasjerer og tog-personell. Risiko for 3.person er ikke inkludert i analysen.

Strekningen H10T + H2B er analysert i DNV rapport nr. 2001-0104 "Konseptrisikoanalyse av Skøyen-Asker". Resultater og metodikk for denne analysen har dannet bakgrunn for vurdering av alternativene ovenfor.

Tabellen nedenfor viser fordelingen av dagstrekning og tunnel for de ulike delstrekningene mellom Skøyen og Sandvika.

Tabell 9-1: Fordelingpassasjerer på dtrekning og alternativ

Alter-nativ	Strekning	Totalt [m]	Åpen strekning [m]	Tunnel [m]	Plattform i tunnel [m]
J6/J7	Skøyen-Lysaker	2.750	800	J6: 1.950 J7: 2.300	350 0
	Lysaker-Fornebu	1.640		1.640	350
	Fornebu-Sandvika	5.310	Spor 1: 600 Spor 2: 350	Spor 1: 4.710 Spor 2: 4.960	
Gren-bane	Skøyen-Lysaker (Oslo S 0)	2.620	2.620	1.400	350
	Lysaker-Dumpa	1.900	1.000	900	250
	Dumpa-Fornebu	1.200		1.200	250
	Stabekk-Dumpa (Stabekk 0)	1.100	300	800	170

Passasjertall og togfrekvenser for de ulike alternativene er vurdert på bakgrunn av DNVs "Konseptrisikoanalyse av Skøyen-Asker" (DNV rapport nr. 2001-0104) og utredningen "Kollektivbetjening av Fornebu, drift og vedlikehold" gjort av Jernbaneverket Utbygging (feb. 2001-02-12).

Økningen av passasjerer i Vestkorridoren er beregnet på bakgrunn av forventet fordeling mellom ulike transportmidler samt forventet økning av passasjerer til Fornebu.

Tabell 9-2: Trafikkgrunnlag

Alternativ	Strekning	Passasjerer per år (mill)	Personer per tog	Distanse (km)
J6	Skøyen- Lysaker	14.2	139	3.1
	Lysaker- Fornebu	11.2	110	1.99
J7	Skøyen- Fornebu	8.7	110	5.09
J6/J7	Fornebu- Sandvika	10	98	5.31
Grenbane	Skøyen- Lysaker	3	91	2.62
	Lysaker- Dumpa	2.2	67	1.9
	Dumpa- Fornebu	1.5	46	1.2
	Dumpa- Stabekk	0.4	12	1.2
H10T	Skøyen- Lysaker	12.7	125	4.21
H2B	Lysaker- Sandvika	9.28	91	6.73

Trafikkunderlaget for H10T+H2B er hentet fra DNVs konseptrisiko-analyse.

9.2 PLL-verdier

Risikoanalysen av de ulike alternativene har tatt utgangspunkt i følgende topphendelser:

- brann i tog
- brann langs spor/baneutrustning
- avsporing
- sammenstøt mellom tog
- uhell ved på- og avstigning
- uhell på plattform

I følge DNVs "Konseptrisikoanalyse av Skøyen-Asker" bidrar topp-hendelsene farlig gods, ras og påkjørsel objekt i ubetydelig grad til PLL-verdien ("Potential Loss of Life"), og disse hendelsene er derfor utelatt fra videre analyse.

Ved hjelp av basisfrekvenser for de ulike hendelsene er det beregnet toppfrekvenser for de forskjellige dobbeltspor-alternativene. Disse beregningene er blant annet basert på antall togkilometer, utforming av spor og tunnel m.m. Ved hjelp av hendelsestrær er det også foretatt en konsensvurdering av de ulike alternativene. Denne vurderingen tar blant annet hensyn til utforming av spor, lengde på dagstrekning og tunnel samt antall passasjerer per tog. Resultatene er presentert i form av PLL-verdier ("Potential Loss of Life") per personkilometer og år, og er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 9-3: PLL-verdier for alternativene

Alternativ	Åpen strekning (PLL/p.km.år)	Tunnel (PLL/p.km.år)	Totalt (PLL/p.km.år)
J6 dobbelspor	$3.0 \cdot 10^9$	$6.8 \cdot 10^9$	$6.3 \cdot 10^9$
J7 dobbelspor	$2.9 \cdot 10^9$	$6.4 \cdot 10^9$	$5.9 \cdot 10^9$
J6 enkelspor	$3.0 \cdot 10^9$	$6.7 \cdot 10^9$	$6.2 \cdot 10^9$
J7 enkelspor	$2.9 \cdot 10^9$	$5.7 \cdot 10^9$	$5.4 \cdot 10^9$
Grenbane	$3.9 \cdot 10^9$	$1.4 \cdot 10^9$	
H10T+H2B+Grenbn			$2.4 \cdot 10^9$

Alle alternativene har beregnede PLL-verdier godt innenfor de mål som Jernbaneanverket har satt som risikoakseptkriterium til passasjerrisiko for nye strekninger.

Gjennomsnittet for det samlede jernbanenettet ligger i dag på $11,2 \cdot 10^9$ døde per personkilometer og år.

Fordelingen mellom dagstrekning og tunnel når det gjelder bidrag til det totale risikobildet er gitt nedenfor.

Forskjellen i PLL-verdi mellom J6/J7 og H10T+H2B+buttspor skyldes at J6/J7 har en større tunnelandel med lengre sammenhengende tunneler og underjordiske stasjoner.

Det er mulig at den valgte analysemodellen gir litt for små forskjeller når det gjelder enkelspor versus dobbelspor. Da avstanden til nærmeste rømningsvei for J6/J7 dobbelspor vil ikke hyppigere rømningsveier for J6/J7 enkelspor påvirke det totale risikobildet i særlig grad. En dobbeltsporet tunnel vil sette større krav til ventilasjon og utrustning i tunnel og rømningsveier. Disse designparameterne er i dag ikke kjent.

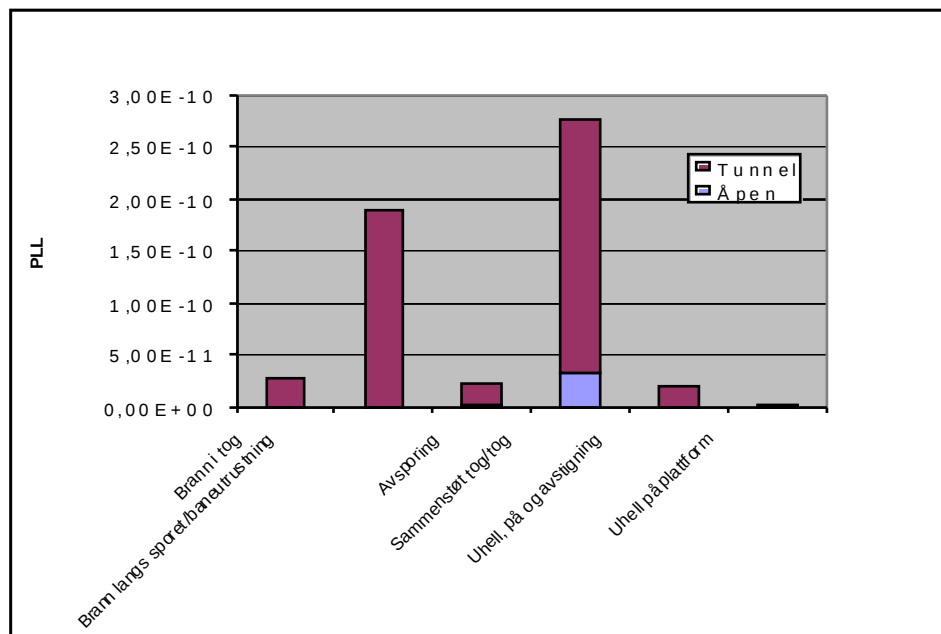
9.2.1 Kommentarer til J6 og J7 alternativene

Hendelsene som yter det største bidraget til PLL-verdi for de ulike J6/J7-alternativene er:

- sammenstøt mellom tog
- brann langs spor/banetrustning

Årsaken til dette skyldes hovedsakelig den store tunnelandelen for disse alternativene.

Figur 9-1: PLL per personkilometer, J7 enkeltspor



Frekvens av sammenstøt er beregnet med utgangspunkt i antall sporforgreinere og lengde på sporet. Toppfrekvensen er blant annet avhengig av antall sporvekslere og sporskøyfer. Det er imidlertid viktig å være klar over at frekvensen for sammenstøt er beregnet på bakgrunn av hovedplanen. Denne planen kan endres før endelig design.

Brann langs spor/baneutrustning utgjør en betydelig andel av de totale PLL-verdiene. Brann i baneutrustning står for mesteparten av dette bidraget. Tunneler er utrustet med en et stort antall kabler og el.skap, noe som gjør at risikoen for brann i tunnelutrustning er ekstra høy. Dette har igjen betydning for J6/J7 alternativene som alle har en stor tunnelandel.

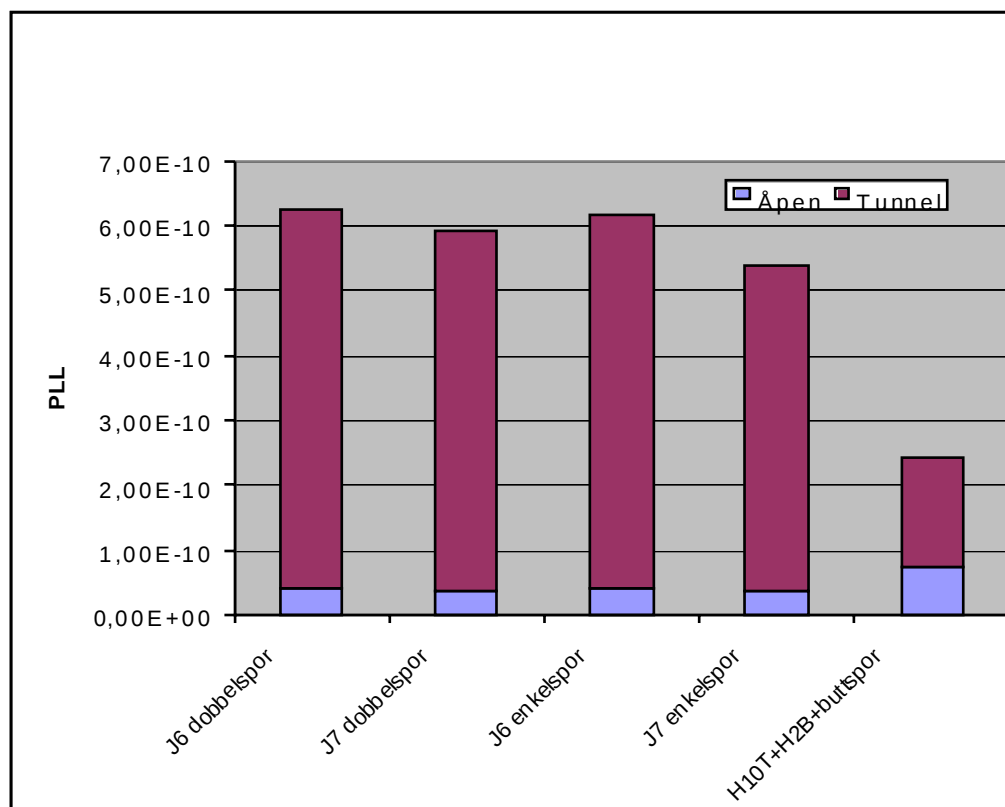
Lange tunneler er dessuten med på å øke sannsynligheten for at et tog befinner seg i en tunnel når det oppstår brann i baneutrustningen, samtidig som det også er større sannsynlighet for at et tog stopper i tunnelen ved brann (forsøker ikke å nå frem til åpen strekning for evakuering). Strekningen Fornebu - Sandvika har det største bidraget til denne typen hendelser.

9.2.2 J6 versus J7

J7 dobbeltspor har en noe lavere PLL-verdi enn J6 dobbeltspor. PLL-bidraget fra uhell ved av- og påstigning er betydelig lavere for J7 alternativene, noe som skyldes at J7 ikke stopper på Lysaker stasjon og at fordelingen av tog mellom nytt

dobbeltspor og eksisterende spor er tilnærmet lik, mens i J6 kun er lokaltrafikk som bruker eksisterende spor. J7 alternativene har imidlertid et større bidrag til PLL-verdi som skyldes lengre tunnelstrekninger uten stasjon.

Figur 9-2: PLL per personkilometer og år, ulike alternativer



9.2.3 Enkeltspor versus dobbeltspor

Fordelen med enkeltspor når det gjelder å redusere sannsynligheten for kollisjon med andre tog, blir i stor grad utliknet mot en økt sannsynlighet for kollisjon med tunnelvegg gitt at en avsporing allerede har funnet sted. Dette forklarer den lille forskjellen i PLL-verdi mellom enkeltspor- og dobbeltsporalternativene.

Den betydelig kortere avstanden til nærmeste rømningsvei burde få større betydning for PLL-bidraget fra hendelsen brann i tog, men generalisering i analysemetoden gjør at forskjellen ikke blir spesielt stor.

9.2.4 Kommentarer til grenbane

Grenbanen har en betydelig større andel åpen strekning enn J6 og J7, noe som også er med på å påvirke de ulike hendelsenes bidrag til PLL-verdi. Type hendelser som bidrar mest til PLL-verdien for buttsporet er

- uhell ved av- og påstigning
- sammenstøt mellom tog

Uhell ved av- og påstigning er den dominerende bidragsyteren til PLL-verdi for buttsporet. Det vil ikke være relevant å sammenligne buttspor med J6 og J7, da verdiene for buttsporet må korrigeres med verdier for H10T og H2B.

Figur 9-3: PPL per personkilometer, grenbane

