

tm = 5858

BIBLIOTEKET
VEGDIREKTORATET

FASE 1: HYPOTESEGENERERENDE VIRKSOMHET

OPPLEVD SIKKERHET / REELL ULYKKESFREKVENSI
TUNNELER. ARKITEKTONISKE LØSNINGER.



OSLO SEPTEMBER 1990

BIBLIOTEKET
VEGDIREKTORATET

*I en uke gikk jeg mine støvler sønder
På veienes grus...*

skriver Rimbaud

Vei: remse av jord man går til fots på. Bilveien skiller seg ikke fra andre veier bare ved at man kjører bil på den, men også ved at den bare er en linje som forbinder et punkt med et annet. Bilveien har ingen mening i seg selv; det eneste som har noen mening, er de to punktene den forbinder. Veien er en hyldest til rommet. Hvert stykke av veien er utsyrt med en mening som oppfordrer oss til å stanse. Bilveien er en triumfartet devalorisering av rommet, som idag ikke er noe annet enn et heft for menneskenes bevegelser, et tap av tid.

Alt før veiene forsvant fra landskapet, ble de borte fra menneskenes sjel: Mennesket har ikke lenger noe ønske om å gå langs veiene og nyte det. Livet sitt ser det heller ikke som noen vei, men som en bilvei: som en linje som fører fra den ene etappen til den neste, fra kapteins grad til generals grad, fra hustruens status til enkens. Levetiden er redusert til bare et hinder vi må over i stadig større fart.

Veien og bilveien inneholder også to forskjellige oppfatninger av skjønnheten. Når Paul erklærer at det er et pent landskap der og der, får du se et pent slott fra 1400-tallet, omgitt av en park, eller: Det er en sjø der, og svanene svømmer på den glitrende overflaten som fortaper seg i det fjerne.

I bilveienes verden betyr et pent landskap en oase av skjønnhet, knyttet til andre oaser av skjønnhet med en lang linje.

I veienes verden er skjønnheten ubrutt og alltid vekslende, for hvert skritt sier den "Stans!"

Veienes verden er farens verden. Bilveiens verden var ektemannens verden. Og Agnes' historie avsluttes i en sirkel: fra veienes verden til bilveienes, og nå tilbake til utgangspunktet. For Agnes er iferd med å slå seg ned i Sveits. Hun har fattet sin beslutning, og det er derfor hun har følt seg så uavbrutt, så vanvittig glad i to uker nå.

1. FORORD

Målet med prosjektets fase 1, hypotese genererende virksomhet, har vært å studere sammenhengen mellom opplevd sikkerhet og reell ulykkesfrekvens i vegtunneler på riksvegnettet. Disse studiene skal i neste omgang danne grunnlag for hypoteser, som skal resultere i forslag til arkitektoniske løsninger (fase 2, 3 og 4).

Norge er et foregangsland når det gjelder avansert tunnelteknologi og lave byggekostnader, og det bygges i dag flere tunneler enn tidligere. I Oslo innbefatter 70% av planlagte veglønker tunnelprosjekter. Tidligere undersøkelser har i hovedsak tatt utgangspunkt i ulykkesdata eller i de tekniske sidene ved bygging av tunneler. Både norske og utenlandske rapporter bekrefter at vegtunneler ikke er mer ulykkesbelastete enn veg i dagen. Til tross for dette er det mange som opplever det å kjøre i tunneler som utrygt. Vi har innhentet informasjon, knyttet til opplevd sikkerhet, fra tunnelbrukere ved hjelp av en intervju-undersøkelse og en spørreundersøkelse. Når det gjelder den reelle ulykkesfrekvensen i vegtunneler, har vi tatt utgangspunkt i tidligere undersøkelser, ulykkesdata innhentet fra vegkontorene, og telefon-intervjuer av bilførere som har vært utsatt for ulykker / nestenulykker i tunneler.

Ved å vurdere individets opplevelse av risiko og stress knyttet til kjøring i tunneler i forhold til objektiv risiko, og ved å studere sammenhengen mellom kontekstuelle faktorer og personvariabler, anser vi det som mulig å danne hypoteser som kan legges til grunn for en tunnelarkitektur, som både signaliserer og gir økt sikkerhet. Rapporten inneholder en skisse til hypoteseformulering.

PROSJEKTLEDER:
SIMON CLATWORTHY.

RAPPORTEN ER SKREVET AV :
GRO LAUVLAND.

PROSJEKTET ER FINANSIERT AV:
OSLO VEVESEN.
VEGDIREKTORATET HAR FINANSIERT TRYKKING OG UTSENDELSE AV SPØRREUNDERSØKELSE
NUMMER 2, OG BIDRATT MED MIDLER TIL PILOTPROSJEKTET.

STIPENDER OG LEGATER:
REISESTIPEND FRA NTNf.
ENDRESENS LEGAT.

REFERANSEGRUPPEN:
UTREDNINGSKONSULENT BJØRN HOLST, TRYGG TRAFIKK
SIVILARKITEKT EINAR LILLEBYE, VEGDIREKTORATET
OVERINGENIØR SINIKKA LØVBRØTTE, OSLO VEVESEN
PERSEPSJONSPSYKOLOG KNUT NORDBY, TELEDIREKTORATETS FORSKNINGSAVDELING
SIVILARKITEKT MARIUS WORMDAL, LPO ARKITEKTKONTOR

STYRINGSGRUPPEN:
EINAR LILLEBYE, VEGDIREKTORATET
SINIKKA LØVBRØTTE, OSLO VEVESEN

I rapporten har vi valgt å henvise til erfaringer som har blitt formidlet til oss av eksperter og forskere både i Norden og i Storbritannia, i tillegg til den hjelp vi har mottatt fra referansegruppemedlemmene. Disse erfaringene har vært uvurderlige med hensyn til det arbeidet som har blitt utført. Vi retter en takk til:

Kjell Hovseth, Psykologisk institutt, Oslo
Jan Hovden, SINTEF, Trondheim
Terje Steen, SINTEF, Trondheim
Arne Valberg, Fysisk institutt, Oslo

Birger Nygaard, VTI, Linköping

Ivan Brown, Applied Psychology Unit, Cambridge
Andrew Cunnison, Transport and Road Research Laboratory, London
Lisa Dorn, Aston University, Birmingham
George Fellows, Transport and Road Research Laboratory, London
Dr. Glendon, Aston University, Birmingham
John Groeger, Applied Psychology Unit, Cambridge
Frank Mc Kenna, Reading University, Reading
Wendy Olphert, HUSAT Research Centre, Loughborough

Videre vil vi takke May Teistevoll ved Vegdirektoratets bibliotek, og bibliotekarene ved de andre institusjonene vi har vært i kontakt med i forbindelse med gjennomføringen av prosjektets første fase.

OSLO, SEPTEMBER 1990

Gro Lauvland
Prosjektmedarbeider

INNHold

1.	FORORD	1
2.	TABELLFORTEGNELSE	5
3.	FIGURFORTEGNELSE	5
4.	SAMMENDRAG	5
5.	INNLEDNING	8
6.	DEFINISJONER OG ORDFORKLARINGER	9
7.	HOVEDKATEGORIER, VEGTUNNELER	12
7.1	Data om tunneler på riksvegnettet	12
7.2	Tunneltyper	14
7.3	Tunnelens soner	15
8.	TUNNELBELYSNING	16
8.1	Normaler for vegbelysning	16
8.2	Tunnelbelysning - lystekniske begreper	17
8.3	Diskusjon om belysning av tunnelens inngangssone	18
8.4	Ti år med tunnelbelysning	20
8.5	Om armaturenes plassering	23
8.6	Fast vegbelysning / frontlyktbelysning	23
9.	VENTILASJON OG FORURENSING	24
9.1	Partikkelforurensing som siktproblem	24
9.2	Ventilasjonssystemer	25
9.3	Eksternt miljø	26
9.4	Brann	26
10.	PERSEPSJONSPSYKOLOGI / FYSIOLOGI / SYNSBIOFYSIKK	27
10.1	Synsperspeksjon	27
10.2	Farge og opplevelse	27
10.3	Forvrengning av det visuelle rom som et resultat av bevegelse	28
10.4	Motorvegtrøtthet	29
10.5	Synsskarphet, belysning og alder	29
10.6	Apparent Motion Phenomena og andre persepsjonsforstyrrelser	31
10.7	Synsbiophysikk	31
10.8	Brillebruk og bilkjøring	33
11.	OMGIVELSENE PSYKOLOGI (ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY)	34
12.	WILDES RISIKO-HOMEOSTASETEORI (RHT)	36
13.	HOVDEN OG RUNDMOS MODELL: OPPLEVD SIKKERHET / REELL ULYKKESFREKVENS	39
14.	OPPLEVD SIKKERHET, TO UNDERSØKELSER	42
14.1	Pilot-undersøkelsen (intervju-undersøkelse nummer 1)	42
14.2	Spørreundersøkelse nummer 2	46
15.	OPPLEVD SIKKERHET, LITTERATURDEL / EKSTERN KOMPETANSE	60
15.1	Fakta versus frykt: Forståelse av opplevd risiko	60
15.2	Stress ved bilkjøring	61
15.3	Bakgrunnsvariabler	62

15.4 Tidligere norske undersøkelser	65
16. REELL ULYKKESFREKVENS, TELEFONINTERVJU	67
17. REELL ULYKKESFREKVENS, LITTERATURDEL / EKSTERN KOMPETANSE	71
17.1 Norske / utenlandske undersøkelser	71
17.2 Kontekstuelle faktorer	72
17.3 Personvariabler	73
17.4 Tunnel / veg i dagen	74
17.5 Ulykketyper	75
17.6 Ulykkesårsak	76
17.7 Belysning	77
17.8 Kjøre hastighet	79
17.9 Ulykkessted	79
17.10 Ulykkestidspunkt	80
17.11 Skilting	80
18. SKISSE TIL HYPOTESEFORMULERING	81
18.1 Frykt / risikoreduksjon ved kjøring i tunneler	81
18.2 Belysningsproblematikk	84
18.3 Vegvisningsproblematikk	86
18.4 Miljøproblematikk	87
19. BIBLIOGRAFI	89

2. TABELLFORTEGNELSE

TABELL 1	Trafikkmengde (ÅDT)	12
TABELL 2	Tunnellengde	12
TABELL 3	Belysning	13
TABELL 4	Ventilasjon	13
TABELL 5	Kjørebanebredde	14
TABELL 6	Fri høyde	14
TABELL 7	Luminansnivå i tunnelsonene	17
TABELL 8	Faktornivåer og prosenttall knyttet til stress	61
TABELL 9	Antagelser med hensyn til dødsårsaker	64

3. FIGURFORTEGNELSE

FIGUR 1	Prosjektets struktur	6
FIGUR 2	Et kunstig deriverte gjennomsnitt av vektlagte verdier, CIE	10
FIGUR 3	V-formet markering hentet fra en øyebevegelsesmåling	18
FIGUR 4	Ulikheter i øyebevegelsene til en erfaren og en uerfaren bilfører	19
FIGUR 5	Typisk lysfordeling ved bruk av ulike belysningsprinsipper	22
FIGUR 6	Lysvekking som funksjon av partikkeldiameteren for lys	25
FIGUR 7	Lysbehov som funksjon av alder	30
FIGUR 8	Redusert synsskarphet ved blending som en funksjon av alder	30
FIGUR 9	Homeostasemodell	37
FIGUR 10	Hovden og Rundmos modell	40
FIGUR 11	Antatt antall dødsulykker / reelt antall dødsulykker	64
FIGUR 12	Deformasjon av ulike biltyper ved frontkollisjon	72
FIGUR 13	Ulykkesinnblanding pr 1000 bilfører i 1985, GB	74
FIGUR 14	Ulykkesinnblanding pr 10^8 kjørte km, 1985, GB	74
FIGUR 15	Ulykkesfordeling i forhold til tunnelsoner og alvorlighetsgrad	75
FIGUR 16	Prosentvis fordeling mellom faktorer knyttet til ulykkesårsaker	76
FIGUR 17	Gjennomsnittsverdi av vurderingsfeil, unge og eldre bilførere	78
FIGUR 18	Feil begått under Munsell-test ved belysning fra natrilmpe	78
FIGUR 19	Feil begått under Munsell-test ved belysning fra lysstoffrør	78
FIGUR 20	Tidsbruk ved belysning fra natriumlampe	79
FIGUR 21	Tidsbruk ved belysning fra lysstoffrør	79

4. SAMMENDRAG

I prosjektets fase 1 har vi villet studere sammenhengen mellom opplevelse av sikkerhet og reell ulykkesfrekvens i vegtunneler. Dette er oppsummert i rapporten, som inneholder skisse til hypoteseformulering. Delmålene i prosjektets fase 1 har vært å:

- 1) Belyse opplevd risiko ved kjøring i tunneler
- 2) Innhente informasjon om / kartlegge materielle skader og personulykker i vegtunneler
- 3) Belyse sammenhengen mellom årsak - virkning når det gjelder opplevd risiko og ulykker / nestenulykker / omkjøring
- 4) Avklare hvilke faktorer disse sammenhengene er avhengige av
- 5) Legge fram en skisse til hypoteseformulering, som kan danne grunnlag for prosjektets fase 2

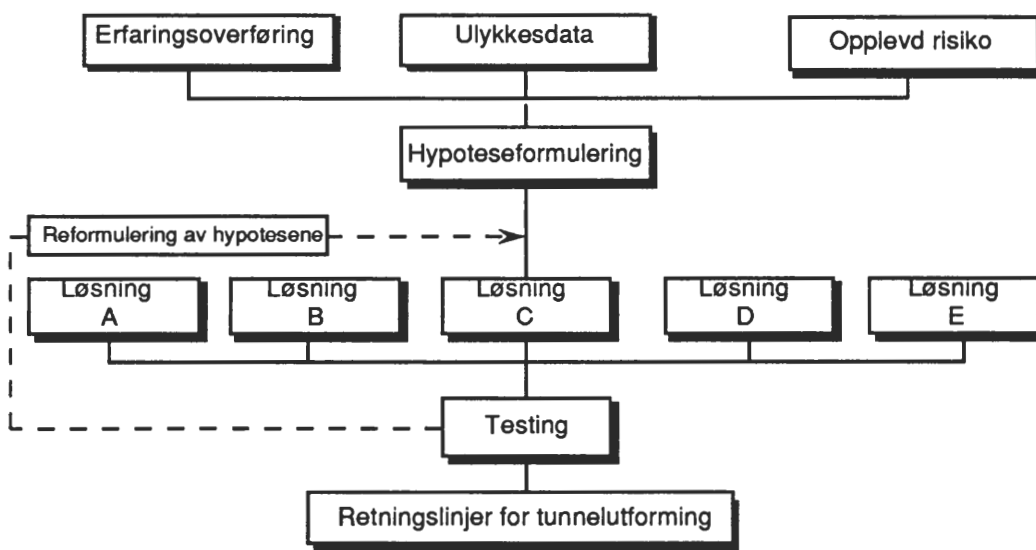
Resultatene fra fase 1 viser at man i prosjektets fase 2 må fokusere på følgende problemområder:

- Reduksjon av opplevd risiko ved bruk av visuelle virkemidler og arkitektoniske løsninger
- Undersøkelse av belyningskrav, med særlig vekt på eldre bilførere
- Vegvisning i tunneler / konstruksjon av mentale kart ved bruk av visuelle virkemidler
- Miljø, spesielt rettet mot tunneler i byer

I fase 2 skal studier av menneskets opplevelse av sikkerhet i tunneler, og studier av ulykker i tunneler, brukes som grunnlag for å utarbeide designmessige virkemidler.

En bevisst anvendelse av farger, belysning og materialvalg kan være med på å øke opplevelsen av sikkerhet i tunneler. I tillegg kommer den formale bearbeidelsen av tunnelportalene, tunnelens tverrsnitt og lengdesnitt. I prosjektet skal disse virkemidlene inkorporeres i arkitektoniske løsninger. Alternativene skal dels være av generell karakter, dels skal de knyttes til et aktuelt tunnelprosjekt i Oslo. Forslagene skal presenteres i form av tegninger og modeller, og testes blant brukere. Testene skal måle effekten av de forskjellige virkemidler og arkitektoniske løsninger. Prosjektets konklusjon skal utformes som retningslinjer for tryggere tunnelarkitektur. I en eventuell videreføring av prosjektet vil modeller i målestokk 1:1 bli bygd og testet.

FIGUR 1



Figur 1 viser prosjektets struktur (fase 1, 2, 3, 4).

Om rapportens innhold

Kapittel 1,2,3,4,5 og 6 er innledende kapitler; forord, tabell- og figurfortegnelse, sammendrag, innledning, definisjoner og ordforklaringer.

I kapittel 7 presenteres hovedkategorier av vegtunneler i Norge ut fra trafikkforhold, utforming og beliggenhet. Videre redegjøres det for soneinndelingen i tunneler.

Argumenter som fremkommer i kapittel 8 (og i rapporten forøvrig) peker i retning av at normalene for belysning av tunnelene på det norske riksvegnettet bør revurderes. Langt flere norske tunneler bør belyses, til tross for lav årsgjennsnittstrafikk, og kvaliteten på tunnelbelysningen bør bli fastsettes med utgangspunkt i feltstudier der dagens belyningskrav

kan testes i forhold til bilførere innenfor ulike aldersgrupper, idet de kjører inn i en tunnel. Det bør legges spesiell vekt på eldre menneskers persepsjonsevne.

I kapittel 9 sees siktreduksjon, som en følge av belysning fra lavtryksnatriumlamper, i sammenheng med dekketype / finstøvandel. Ulike ventilasjonssystemer omtales, bl a med henblikk på energibesparelse og på røykkontroll ved brann. I kapittelet kommer det fram at med hensyn til siktreduksjon og slitasje er høyfast betong med 10% silika å foretrekke blant 4 ulike dekketyper, og at lavtryksnatriumlamper med monokromatisk lys kan gi typiske utslag av siktreduksjon ved en finstøvandel rundt 1 mikron. Skaftventilasjon vil kunne gi effektiv røykkontroll ved brann.

Kapittel 10 omhandler i hovedsak bilførerens synsmessige forutsetninger for å kunne forholde seg til de aktuelle tunnelomgivelser, og for opplevelse og vurdering av sikkerhet / risiko ved kjøring i tunneler. I kapittelet blir det påpekt at god tunnelarkitektur i framtiden bl a må kunne ivareta behovene til et stadig økende antall eldre bilførere. De fleste eldre mennesker vil ha problemer med redusert fokuseringsevne, og redusert synsfelt. Eldres behov kan ivaretas ved en bedret belysning i tunnelens overgangssone (f eks motlysbelysning), der man tar hensyn til lysrefleksjon og aktivisering av kontraster.

I kapittel 11 har vi valgt å henvise til Canters arbeid knyttet til "omgivelsenes psykologi"; uten at denne retningen innenfor psykologien relateres til dagens arkitekturteoretiske debatt. (En slik presentasjon ville gå utenfor rammene til prosjektets fase 1.) Canter har arbeidet med å øke kontakten mellom arkitekter og brukere, han har bl a arbeidet med menneskers atferd i nødsituasjoner. I dette kapittelet framkommer det at det er viktig at planleggere av tunneler både registrerer hva tunnelbrukere venter skal skje etter at en tunnelulykke har inntruffet, og gjør seg opp en mening om hvordan de ønsker at tunnelbrukere skal forholde seg til en ulykkessituasjon.

Risiko-homeostaseteorien belyses i kapittel 12, med utgangspunkt i utdrag fra et seminar som ble arrangert i Nederland i 1986, og forskeres diskusjon om emnet. RHT vil, dersom det viser seg at den holder stikk, ha stor innvirkning på trafiksikkerhetsarbeidet generelt, og også på vårt prosjekt. Forbedringsarbeide som utføres på en vegstrekning med tanke på økt sikkerhet, kan vise seg å ikke ha innvirkning på ulykkesantallet pr enhet tilbakelagte kjøretid. I utlandet har RHT ført til at opplevd sikkerhet har blitt sett på som et vesentlig element i trafiksikkerhetsarbeidet.

Når det gjelder sammenhengen mellom opplevd og reell sikkerhet i tunneler har vi i kapittel 13 valgt å basere oss på Hovden og Rundmos modell for opplevd risiko og sikkerhet. I kapittelet blir det fokusert på opplevd stress og opplevd risiko ved bilkjøring, og på bilførerens reaksjoner og mestringsatferd som et resultat av den subjektive opplevelsen. Lav mestringsmulighet i forbindelse med kjøring i vegtunneler, kan få atferdsmessige konsekvenser som ulykker, nestenulykker, omkjøring, redusert bilkjøring etc. Av Hovden og Rundmos modell går det fram at personvariabler, og brukernes opplevelser av risiko / stress, i framtiden må inngå som vesentlige faktorer i ulykkesforebyggende arbeid.

Kapittel 14 inneholder informasjon om / resultatene fra to undersøkelser av bilførers opplevelse av sikkerhet ved kjøring i tunneler. Det har vist seg at dette er et område som det så godt som ikke har blitt forsket på tidligere, verken i Norge eller i utlandet. I januar / februar 1990, gjennomførte vi en pilot-undersøkelse, der vi intervjuet 50 personer i Oslo-distriktet. I juni 1990, sendte vi via Vegdirektoratets førerkortregister ut 1500 spørreskjemaer (spørreundersøkelse nummer 2), representativt fordelt i forhold til alder og kjønn. Skjemaene ble sendt til førerkortinnehavere i 5 fylker. Resultatene fra undersøkelsene viser bl a at kvinner og Eldres opplevelser av å kjøre i tunneler divergerer fra menns opplevelser. Det er nettopp disse gruppene som er uteglemt i eksisterende krav til tunneler.

I kapittel 15 omtales bilførerens evne, og mulighet til vurdering av risiko ved bilkjøring. Relevant informasjon, stress og bakgrunnsvariabler som alder (kjørerfaring) og kjønn, er

ulike faktorer som påvirker avgjørelser ved risikotaking. I kapittelet vises det til utenlandske undersøkelser knyttet til opplevd risiko ved bilkjøring generelt, og til to norske undersøkelser knyttet til opplevelse av kjøring i tunneler.

Kapittel 16 inneholder informasjon om ulykker / nestenulykker i vegtunneler, og oppfatninger av det å kjøre gjennom tunneler, skaffet til veie ved telefonintervjuer av 20 bilførere. Intervjuteknikken ga oss mulighet til å få kontakt med personene bak ulykkesstatistikk-tallene. Fra svarmaterialet framgår det at utilstrekkelig belysning, spesielt av tunnelens overgangssoner, er årsak til ulykker / nestenulykker. Redusert adaptasjonsevne som en følge av alder, oppleves som et problem, og oppgis som årsak til engstelse (og til nestenulykker).

Kapittel 17 omhandler ulykkesdata / informasjon, basert både på norske og utenlandske undersøkelser, knyttet til kontekstuelle faktorer og til personvariabler. Videre omtales tunnelulykker med utgangspunkt i tidspunkt og ulykketyper, og sett i sammenheng med belysningsproblematikk og skilting. Ifølge Oslo veivesens "Handlingsplan mot trafikkulykker" (1986) rapporteres 70% av de trafikkulykkene som skjer i Norge til politiet. Rapporteringsgraden varierer med en rekke forhold; den øker proporsjonalt med ulykkens alvorlighetsgrad, og den er stabilt høy for kollisjonsulykker der minst et kjøretøy er involvert. Det kan tenkes at det er flere rapporterte ulykker inne i tunneler enn utenfor, fordi tunnelulykker skaper mer kaos, og skjer i et fremmed miljø.

Kapittel 18 inneholder en skisse til hypoteseformulering, på grunnlag av konklusjonene fra hvert kapittel.

I kapittel 19 gis en litteraturoversikt.

5. INNLEDNING

I rapporten "Veg i by - byggeteknikk" (1987) finner man følgende utsagn: "En videre utvikling av vegnettet i våre byer vil ut fra arealmessige og visuelle forhold betinge en økende bruk av spesielle bygningstekniske konstruksjoner. Den overveiende del av disse må bli tunneler av ulike typer". Ny teknologi gjør det mulig å bygge tunneltyper etter nye designprinsipper. Et eksempel på dette er forslaget om en nedsenket rørbru for kryssing av den 1400 meter brede Høgsfjorden i Rogaland. Når det gjelder nye tunnelløsninger, kan man forvente en stor grad av skepsis blant publikum. Dersom disse nye tunneltypene skal bli vellykkede må man vise til høyere sikkerhet både på et materielt og et opplevelsesmessig nivå. Markedspotensialet er med andre ord direkte avhengig av brukernes opplevde sikkerhet.

Metode

Undersøkelser av opplevd risiko ved kjøring i tunneler har ikke tidligere blitt lagt til grunn for tunnelutforming. På det tidspunkt da tunnelen over den engelske kanal var tenkt benyttet til personbiltrafikk, ble opplevd risiko vurdert i forhold til utforming av lange tunneler. To norske rapporter omhandler opplevelse av siktreduksjon og miljøforhold i forbindelse med to konkrete tunneler, men ut over disse nevnte undersøkelsene har vi ikke funnet fram til tidligere forskning knyttet til opplevd sikkerhet ved kjøring i tunneler. Med hensyn til temaet opplevd sikkerhet i tunneler, har vi i tillegg til litteraturdelen og kontakt med eksperter og forskere med kunnskap om opplevd sikkerhet ved bilkjøring generelt, basert oss på resultater innhentet ved hjelp av to undersøkelser. Resultatene fra pilotundersøkelsen er ikke generaliserbare. Denne undersøkelsen ble gjennomført for å kartlegge faktorer som folk i Norge forbinder med tunneler. Spørreundersøkelse nummer 2 er utformet med utgangspunkt i resultatene fra pilotundersøkelsen. Resultatene fra denne undersøkelsen er kvantifiserbare, men vi gjør oppmerksom på at opplevelser / oppfatninger av tunneler ikke er vurdert i forhold til opplevelse av andre sammenhenger / fenomener, og resultatene forteller om førerkortinnehaveres evne til å memorere opplevelse av kjøring i tunneler, og ikke hvordan de faktisk oppfører seg i en slik situasjon.

Informasjon knyttet til reell ulykkesfrekvens i tunneler, til belysningsproblematikk og teknologi er blant annet innhentet som et resultat av søk i norske og utenlandske databaser. Undersøkelser knyttet til belysningsproblematikk i forbindelse med tunneler kan i flere tilfeller kritiseres for å være basert på forsøk med for få forsøkspersoner. Det gis lite informasjon om aldersspredning. Dataenes verdi betviles.

NB! Vi har valgt på bruke begrepet "opplevd sikkerhet" istedet for "opplevd risiko" i prosjektittelen, fordi vi mener at de to begrepene er uttrykk for ulike innstillinger til samme problematikk.

6. DEFINISJONER OG ORDFORKLARINGER

Adaptasjon: Etter en plutselig reduksjon av lysstyrke, tar det noe tid før normalt syn gjenvinnes. Denne tiden avhenger av bilførerens alder. Adaptasjon fra dagslys til belyste tunneler, kan ta ca 10 - 15 sekunder. I "Ordbok i optikk, strålingsfysikk og lysteknikk" (1988) er adaptasjon definert på følgende måte:

1. Tilpassing til luminans og farge.
2. Øyets tilstand ved avsluttet tilpassing. Det kan brukes betegnelsene lysadaptasjon eller mørkeadaptasjon avhengig av om luminansen er minst noen cd/m^2 , eller mindre enn noen hundredels cd/m^2 .

Adaptasjonspunktet: Det punktet hvor øyet begynner å adaptere til redusert belysningsnivå ved tunnelutgangen. Adaptasjon til mørket ved tunnelmunningen skjer opp til 100 m før munningen, pga at tunnelen opptar en stor del av synsfeltet. Adaptasjonspunktet er et teoretisk punkt, som varierer fra bilfører til bilfører. Adaptasjonspunktet avhenger bl a av trafikk tetthet ($\dot{A}DT$) og vær / klimaforhold.

Additiv fargeblanding: Additiv fargeblanding får man ved å blande lysenergier av ulike bølgelengder. Man skiller mellom additive og subtraktive fargeblandinger. En subtraktiv fargeblanding framstår ved at man blander pigmenter.

Akkomodasjon: Øyets evne til å fokusere gjenstander i forskjellig avstand. Dette skjer først og fremst ved formendringer av linsen.

Akromatiske farger: Fysisk beskrevet farge, med null spektral renhet. Akromatiske farger utgjør til forskjell fra kromatiske farger, rekken av farger fra sort gjennom de forskjellige fargenyansene til hvitt.

Blending: Synsopplevelse hvor det forekommer ubehag og/eller redusert evne til å se viktige detaljer pga ekstreme luminanskontraster.

CIE: Commision Internal de l'Eclairage (Internasjonal belysningskommisjon).

Ekvidistant-tendensen: En faktor som refererer seg til tendensen til å persipere to (eller flere) objekter som om de var plassert i samme avstand fra betrakteren.

Fargetone: Egenskap ved fargeopplevelsen som kan beskrives med fargenavn: blå, grønn, gul, grønn etc.

Fargemetning: Egenskap ved synsopplevelsen som muliggjør en vurdering av mengden av ren kulørt farge i en fargetone.

Fikseringspunktet: Det punktet hvor øyene begynner å fikse på tunnelmunningen. Ifølge Japanske forskere (se Narisada og Yoshikawa, 1974) begynner synets adaptasjon til tunnelmunningen allerede på dette punktet.

Fikseringspunktet er et teoretisk punkt, som varierer fra bilfører til bilfører. Fikseringspunktet avhenger bl a av trafikk tetthet ($\dot{A}DT$) og vær / klimaforhold.

Høytrykksnatriumlampe: Natriumdamp lampe hvor partialtrykket av dampen under drift er i størrelsesorden 10^4 pascal.

Kromatiske farger: Fysisk beskrivelse av farger med spektral renhet større enn null, og som derfor er tilordnet en bølgelengde.

Lavtrykksnatriumlampe: Natriumdamp lampe hvor partialtrykket i dampen under drift ikke overstiger noen få pascal.

L_{th} begrepet (th betyr threshold): Dette begrepet står for belyningsnivået i den første halvdel av tunnelens terskelsone, belyst på en slik måte at CIEs standardobjekt (20 x 20 cm), skal kunne sees på et avstand som gir tilstrekkelig tid / avstand til å stoppe.

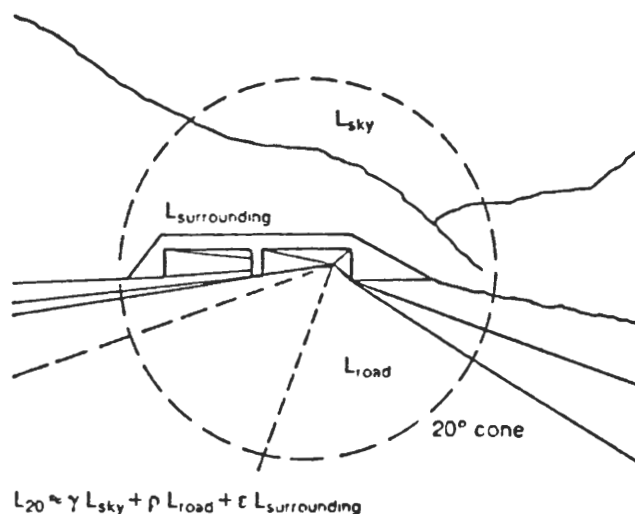
Luminans: Luminansen fra en (lysende eller lysreflekterende) flate, kan uttrykkes som forholdet mellom flatens lysstyrke i retning av betrakteren og flatens projeksjon på et plan vinkelrett mot betraktningsretningen. Enheten for luminans er candela pr kvadratmeter (cd/m^2).

Lyshet: Egenskap ved synsopplevelsen som har sammenheng med hvorvidt en betraktet flate synes å være mer eller mindre lys.

Lysstoffrør med fluorescerende belegg: Utladningslampe hvor mesteparten av lyset avgis ved at et lag av luminescerende materiale på lampens innside påvirkes av ultraviolet stråling fra utladningen.

L20 begrepet: Begrepet er en beskrivelse av lysstyrken i førerens øye på en avstand fra tunnelmunningen som tilsvarer sikker bremseavstand. På en slik avstand vil føreren få lys mot øyet fra ulike kilder (se tegning): Tunnelens inngangssone, fjell, vegdekke, himmel osv. Foreløpig vet man for lite til å kunne kvantifisere nøyaktig hvordan hver komponent av lys spiller inn for å danne en helhet. Derfor er det opprettet et kunstig derivert gjennomsnitt av vektlagte verdier som tilsvarer lysnivået i førerens øye. Dette er spesifisert i CIE som et 20 graders synsfelt.

FIGUR 2



Figuren viser det kunstig deriverte gjennomsnittet av vektlagte verdier som tilsvarer lysnivået i førerens øye, spesifisert i CIE som et 20 graders synsfelt. (Glesbers, 1988)

Munsell-systemet: Amerikansk system hvor fargene ordnes etter like forskjeller, slik at forskjellen i lyshet (Value), fargestyrke eller metning (Croma), og fargetone (Hue) er visuelt lik mellom to naboprøver.

Opplevd sikkerhet: Vi har valgt å bruke begrepet "opplevd sikkerhet" istedet for "opplevd risiko", fordi vi mener at de to begrepene er uttrykk for ulike innstillinger til samme problematikk. Begrepet opplevd sikkerhet er definert med utgangspunkt i Hovden og Rundmos (1990) prosjektforslag. Opplevd sikkerhet eller opplevd risiko er den subjektive oppfatning av sjansene for at en hendelsen skal inntreffe og sannsynligheten for at denne hendelsen skal ha en spesifisert konsekvens. Det inkluderer:

- a) Generell risiko-opplevelse; hvordan vi opplever faren ved ulike aktiviteter og virksomheter uten at vi selv deltar i dem
- b) Spesifikk risiko-opplevelse; opplevelsen av risiko i bestemte, konkrete faresituasjoner og egne, personlige erfaringer med håndtering av farer

Opplevelse; persepsjon: Sammensatt resultat av sansing og mental tolkning.

PIARC: Permanent International Assosiation of Road Congresses.

Reell ulykkesfrekvens: Reell ulykkesfrekvens kan avleses avleses i form av ulykkesstatistikk, avhengig av rapporteringsgrad. Med utgangspunkt i Hovden og Rundmos modell (1990), defineres reell ulykkesfrekvens som et resultat av personvariabler, manglende kontroll (mangel på effektiv mestringsatferd) og kontekstuelle faktorer.

Risiko-homeostaseteorien (RHT): Alle mennesker forholder seg til fare. Når mennesker opplever noe som farlig medfører dette en avvergende handling. Det er dette fenomenet som kalles risikokompensasjon. Wildes risiko-homeostaseteori gir en forklaring på denne kompensasjonen. (Homeostase: Fysiologisk likevektstilstand i naturen.)

Semantiske differensial-evalueringsskalaer: Benyttes til å måle ords verdiladethet; brukes også innen holdningsforskning og -måling. Forsøkspersonen skal vurdere en rekke begreper etter deres plassering på en skala: kald - varm, aktiv - passiv, pen - stygg, uttrykksfull - uttrykksløs osv.

'Sort hull' effekten (black hole effect): Når man nærmer seg en tunnel, kan tunnelmunningen se ut som et sort hull i forhold til omgivelsene, hvor detaljer ikke kan gjenkjennes.

Synsskarphet: Mål for evnen til å skille detaljer i synsbildet uttrykt i synsvinkelminutter. Målingen kan arrangeres på to måter:

- a) En person rapporterer når et synsobjekt er akkurat stort nok til å bli sett (synlighetsterskelen).
- b) En person rapporterer når testfiguren er stor nok til at formen på objektet akkurat så vidt kan identifiseres (formterskelen).

Normal synsskarphet settes konvensjonelt lik en terskelverdi på ett synsvinkelminutt.

Verdi av L_{20}/L_{th} : Dette er forholdet mellom lyset i førerens øye på en avstand fra tunnelmunningen som tilsvarer sikker bremsavstand, og lysnivået i tunnelens terskelsone. Verdien av L_{20}/L_{th} skal ifølge CIE utgjøre forholdet 10:1.

ADT: Årsdøgntrafikk

7. HOVEDKATEGORIER, VEGTUNNELER

I kapittel 7 presenteres hovedkategorier av vegtunneler i Norge ut fra trafikkforhold, geometri og beliggenhet.

7.1 Data om tunneler på riksvegnettet

I Vegdirektoratets publikasjon "Data om tunneler på riksvegnettet" (ajour pr 1988. 12. 31, med unntak av noen av ÅDT-tallene som er fra 1985) finner vi at det er registrert 529 tunneler på riksvegnettet. Den forrige oversikten forelå i 1985, og da var det registrert 460 tunneler. I de seks etterfølgende tabellene vises tallene for 1988, og tilsvarende tall for 1985 er gitt i parentes.

TABELL 1

Trafikkmengde (ÅDT)	1988	1985
ÅDT	Antall tunneler	
Under 100	7	(11)
100 - 500	118	(136)
500 - 1000	185	(149)
1000 - 5000	164	(104)
Over 5000	54	(60)
Ikke oppgitt	1	(1)
Sum	529	(460)

Tabellen viser antall vegtunneler fordelt etter ÅDT. (Vegdirektoratet, 1988)

Tallene viser, i samsvar med konklusjonen fra Hovds SINTEF-rapport (1981), at den typiske norske vegtunnel betjener liten trafikk. Årsdøgntrafikken har økt siden 1985.

TABELL 2

Tunnellengde	1988	1985
Tunnellengde	Antall tunneler	
Under 100 m	125	(130)
100 - 500 m	222	(196)
500 - 1000 m	94	(71)
1000 - 3000 m	66	(54)
Over 3000 m	22	(9)
Sum	529	(460)

Tabell 2 viser antall vegtunneler fordelt etter lengde. (Vegdirektoratet, 1988)

Tallene viser, i samsvar med konklusjonen i SINTEF-rapporten (1981) at den typiske norske vegtunnel er forholdsvis kort. Men den samlede tunnellengde har økt med 100,8 km på tre år. Til tross for dette ligger 25 av verdens 100 lengste tunneler i Norge. Norges lengste tunnel, Svartistunnelen, er 7 610 meter lang, og ble åpnet i 1986.

TABELL 3

Belysning	1988	1985
Tunnellengde	Antall tunneler med belysning	
Under 100 m	12	(11)
100 - 500 m	86	(65)
500 - 1000 m	52	(33)
1000 - 3000 m	43	(36)
Over 3000 m	17	(6)
Sum	210	(151)

Tabell 3 viser antall vegtunneler med belysning fordelt etter lengde. (Vegdirektoratet, 1988)

Av tunneler over 100 meter, som ifølge "Vegbelysning. Særtrykk fra normalhåndbok Vegutforming - 88" (sitat) "generelt skal belyses av hensyn til trafikksikkerhet, trygghet og trafikkavvikling" er så godt som halvparten belyst (49 %). Oversikten viser at stadig flere tunneler blir belyst. (Mens det i 1985 var 56,9% tunnelmeter med belysning, er andelen nå 63,5%.)

TABELL 4

Ventilasjon	1988	1985
Tunnellengde	Antall tunneler med ventilasjon	
Under 100 m	0	(0)
100 - 500 m	4	(7)
500 - 1000 m	6	(4)
1000 - 3000 m	14	(12)
Over 3000 m	12	(4)
Sum	36	(21)

Tabell 4 viser vegtunneler med ventilasjon fordelt etter lengde. (Vegdirektoratet, 1988)

Tallene viser at det bare er 7,8% av norske vegtunneler som har ventilasjonsanlegg. (I 1985 var tallet 4,6%.)

TABELL 5**Kjørebanebredde****ÅDT, 1988**

Kjørebanebredde	Under 100	100 - 500	500 - 1000	1000 - 5000	Ov 5000
1 - 4,0 m	0	20	34	12	1
4,1 - 5,0 m	1	24	32	7	0
5,1 - 6,0 m	6	61	101	58	6
6,1 - 8,0 m	0	13	18	80	35
8,1 - 10,0 m	0	0	0	8	3
Over 10,0 m	0	0	0	1	7
Sum	7	118	185	166	52

Tabell 5 viser kjørebanebredde i vegtunneler fordelt etter ÅDT. (Vegdirektoratet, 1988)

Tallene viser at tunnelene i Norge jevnt over er smale. Fortsatt må 68,8% av tunnelene regnes som enfeltstunneler i og med at de ikke har oppmerket midtlinje (smalere enn 6,0 m). Avhengig av forholdet mellom skulder og kjørebanebredde er det sannsynlig at en del av tunnelene i breddegruppen 5,1 til 6,0 m i praksis fungerer som tofeltstunneler.

TABELL 6**Fri høyde****ÅDT, 1988**

Fri høyde	Under 100	100 - 500	500 - 1000	1000 - 3000	Ov 3000
0 - 3,0 m	2	6	0	1	0
3,1-3,5	16	11	6	5	0
3,6-4,0	61	60	30	22	6
4,1-4,2	13	30	10	9	2
4,3-4,6	26	104	41	26	14
Over 4,7	7	11	6	3	0
Sum	125	222	93	66	22

Tabell 6 viser høyden i vegtunneler fordelt etter ÅDT. (Vegdirektoratet, 1988)

Av vegtunnelene i Norge er det 45% som har fri høyde over 4,2 meter. Det synes ikke å være noen klar sammenheng mellom fri høyde og tunnellengde.

7.2 Tunneltyper

Ny teknologisk innsikt har ført til en utvikling av nye tunnelløsninger. Valg av løsninger er, i tillegg til kostnadsvurderinger, bl a avhengig av terreng og dybdeforhold (vanndybder), geologi og grunnforhold, værforhold, strøm og bølger. Man kan dele tunneler inn i følgende typer:

- a) Tunnel i berg
Tunnel i berg krever bl a en vurdering av vanndybder, løsmassetykkelser og berg, -type og kvalitet.
- b) Tunnel i jord
Tunnel i jord krever bl a en vurdering av løsmassetykkelser (type / styrke)

- c) Undersjøisk tunnel (i berg)
Undersjøisk tunnel krever bl a en vurdering av vanddybder, løsmassetykkelser og berg, -type og kvalitet.
Vardøtunnelen var den første undersjøiske tunnelen i Norge. I dag er det sju slike tunneler. (Hvalertunnelen ble åpnet høsten 1989.)
- d) Senketunnel
Senketunnel krever bl a en vurdering av vind, strøm, vanddybder, bølger, isdannelse og skipstrafikk.
Over Bjørvika skal det bygges en ca 380 meter lang senketunnel. Senketunnelen vil inngå som en del av Oslotunnelen.
- e) Rørbru / Flytebro
Rørbru / Flytebro krever bl a en vurdering av grunnforhold, vind, strøm vanddybder, bølger, isdannelse og skipstrafikk.
Man planlegger bygging av en rørbru, for kryssing av den 1400 meter brede, og 150 meter dype Høgsfjorden i Rogaland.
- f) Tunneltypen "cut and cover", hvor man graver en grøft og legger tak over.
- g) Tunneler i hus og under bygninger.

Det finnes tunnelløsninger, der man har valgt å bygge rundkjøring inne i tunnelen. I Tromsø finnes det to rundkjøringer inne i fjellet; en som leder ned til et parkeringsanlegg i Langnestunnelen, og en som er ment å skulle knytte sammen de to tunnelene Langnestunnelen og Breivikatunnelen, når Breivikatunnelen åpnes i 1992/1993.

Vi har ikke funnet forskningsrapporter som omhandler ulike tunneltyper i relasjon til reell sikkerhet. Når det gjelder menneskers opplevelse av sikkerhet i forhold til ulike typer tunneler, se kapittel 15.1.

Sikkerhetskrav til tunneler er gitt i vegnormalene. Ved store tunnallengder / trafikkmengder vurderes krav om rømningstunnel. Utstyr i tunnel kan være belysning, ventilasjon, styringssystemer for trafikken, varslingsystemer, nødtelefon og brannslukningsutstyr.

7.3 Tunnelens soner

I heftet "Vegbelysning", særtrykk fra normalhåndbok "Vegutforming - 88", fant vi følgende soneinndeling: "Lysteknisk sett deles en tunnel inn i innkjøringssone, overgangssone og indre sone." I Hovds SINTEF-rapport (1981) har man tatt utgangspunkt i andre sonebenevnelse enn de som f eks er benyttet i nyere CIE- og PIARC-rapporter. I Hovds rapport er inngangssonen, terskelsonen og overgangssonen slått sammen under betegnelsen overgangssone. Likedan er utgangssonen også betegnet som overgangssone. I Hovds rapport opererer man altså med følgende to (tre) soner i en tunnel: Overgangssone, midtsone og overgangssone. CIE og PIARC opererer med disse fem sonene: Inngangssone, terskelssone, overgangssone midtsone og utgangssone. Vi har valgt å anvende de internasjonale betegnelsene, og plasserer i denne sammenhengen aktuelt materiale hentet fra Hovds SINTEF-rapport (1981) som vedgår overgangssonen inn under en slik inndeling.

Inngangssonen: Leder opp til tunnelmunningen.

Terskelssone: Markerer overgangen fra dagslys til lys i tunnelen.

Overgangssone: Den delen av tunnelen hvor øyet adapteres fra utelys til et økonomisk og synsmessig forsvarlig innelysnivå.

Midtsonen: Den delen av tunnelen som har et økonomisk og synsmessig forsvarlig innelysnivå, - normalt et lavt lysnivå. Dette nivået er definert i CIE 26/2 som 1-15 cd/m², avhengig av ÅDT og bremseavstand.

Utgangssonen: Markerer overgangen fra lys i tunnelen til dagslys.

8. TUNNELBELYSNING

Vi har valgt å vie kapittel 8 til tunnelbelysning av flere grunner:

- 1) Det pågår en debatt blant forskere innenfor de fagområder dette vedrører når det gjelder hvilke kriterier som bør legges til grunn for riktig / tilstrekkelig belysning.
- 2) Belysning i tilknytning til tunnelens inngangssone, fastsatt med utgangspunkt i øyets adaptasjonstid, er et vesentlig tema i denne debatten.
- 3) Mange av de ulykkene som skjer i tunnelens overgangssone(r) kan tilskrives de vanskelige lysforholdene.
- 4) Belysningen i tunnelens inngangssone er vesentlig for trafikkflyten.
- 5) Utviklingen går i retning av at det blir stadig flere eldre bilførere.
- 6) Akkomodasjonsevnen; øyets evne til å stille seg inn på ulike avstander, avtar sterkt allerede fra 50-års alderen.

Argumenter som fremkommer i kapittel 8 (og i rapporten forøvrig) peker i retning av at normalene for belysning av tunnelene på det norske riksvegnettet bør revurderes. Langt flere norske tunneler bør belyses, til tross for lav årsgjennomsnittstrafikk, og kvaliteten på tunnelbelysningen bør bli fastsettes med utgangspunkt i feltstudier der dagens belysningskrav kan testes i forhold til bilførere innenfor ulike aldersgrupper, idet de kjører inn i en tunnel. Det bør legges spesiell vekt på eldre menneskers persepsjonsevne. Tilgjengelig kildemateriale knyttet til tunnelbelysning, har i stor grad vært basert på eksperimenter utført med altfor få personer, det har vært lite fokusert på forsøkspersonenes aldersspredning, og man har tatt lite hensyn til dynamiske forløp, og til situasjonen utenfor laboratoriet. Det må være lyskontrasten og muligheten til å se detaljer som bør avgjøre behovet for belysning, selv i korte tunneler. Pr i dag er et stort antall av de norske tunnelene som har belysning, utstyrt med lavtrykknatriumlamper. Ved bruk av lavtrykknatriumlamper må fargebruk i tunneler tilpasses den forvregning av fargegjengivelse som denne belysningen gir. I Norge kan man anta at en del spesielle forhold, som f.eks lysrefleksjoner fra is og snø, kan være av betydning for synbarheten idet man kjører inn i en tunnel.

8.1 Normaler for vegbelysning

Det vises til heftet "Vegbelysning", særtrykk fra normalhåndbok "Vegutforming - 88". Disse normalbestemelsene erstatter kap. 11 i håndbok 017 "Vegutforming - 81". De mest betydningsfulle endringene knyttet til tunneler var: Skjerpet krav til luminansnivå i tunnel, og jevn nedtrapping i overgangssonene.

Vi fant bl a følgende opplysninger knyttet til vegtunneler: "I korte tunneler er belysning vanligvis ikke påkrevet. En tunnel er kort hvis en under normale forhold kan se utgangen og dens bakgrunn i en avstand av 50 meter foran tunnelinngangen. Hvorvidt utgangen er synlig avhenger ikke bare av tunnelens lengde, men også av dens bredde, hvorvidt tunnelen er rett eller kurvet og av geometrien på vegen foran tunnelen. I disse normaler angis 100 meter som største lengde for en kort, rett tunnel".

I dagslys er adaptasjonluminansen utenfor tunnelen bestemmende for luminansnivåene inne i tunnelen. Videre finner vi at man av økonomiske årsaker ikke skal regne med adaptasjonluminanser høyere enn 10000 cd/m^2 . Det skal heller ikke regnes med lavere verdier enn 1000 cd/m^2 . Lysteknisk sett deles en tunnel inn i innkjøringszone, overgangssone og indre sone.

TABELL 7

Tunnelsone	ÅDT pr. løp (kjt/d)					
	≤ 4000	4000	8000	8000 - 20000	≥ 20000	
	se eget avsnitt	50 km/t	80 km/t	50 km/t	80 km/t	
		%	%	%	%	%
Innkjørings- sone		1.5	3.0	2.5	5.0	5.0
Øvergangs- sone						
I		1.5 - 0.3	3.0 - 0.6	2.5 - 0.5	5.0 - 1.0	5.0 - 1.0
II		0.3-L _i	0.6-L _i	0.5-L _i	1.0-L _i	1.0-L _i
Indre sone		L _i = 2 cd/m ²				4 cd/m ²

Tabellen viser luminansnivå i tunnelsonene uttrykt som prosent av adaptasjonsluminansen. Tabellen baserer seg på gitte forutsetninger, som bl a inkluderer beregninger som foretas som angitt av CIE. (Vegdirektoratet, "Vegbelysning", 1987)

Høytrafikkerte tunneler (ÅDT > 20 000 kjt/d) kan ha et luminansnivå på 4 cd/m² i indre sone. Der trafikkmiljøet er særskilt krevende, økes luminansnivået opp mot 6 cd/m².

Lavtrafikkerte tunneler (ÅDT < 4000 kjt/d): "Tunneler med ÅDT lavere enn 4000 kjt/døgn kan belyses med lavtrykknatriumlamper (NaL) med avstand 30 meter. Når minst 4 armaturer sees samtidig, vil de bidra til den visuelle føringen. En slik belysning tjener som nattbelysning. Hvis en ønsker å ha en innkjøringsssone med mer lys om dagen, kan det ordnes med fire 250 W høytrykknatriumlamper (NaH) med avstand 15 meter i tillegg til NaL-lampene. For ytterligere bedring av visuell føring gjennom tunneler med belysningsanlegg av denne type bør skilt 914 "Tunnelmarkering" benyttes."

I rapporten "Data om tunneler på riksvegnettet" finner vi at 41,4% av Norges tunneler har en årsdøgntrafikk som er høyere enn 1000, og at bare 10,4% har en årsdøgntrafikk over 5000. Dette betyr med andre ord at et stort antall norske tunneler er belyst med lavtrykknatriumlamper. Konsekvensene av dette er omtalt i kapittel 17.7.

8.2 Tunnelbelysning - lystekniske begreper

I artiklene fra "Symposium on tunnel lighting" (1975) søker man å beskrive tilstrekkelig belysning med utgangspunkt i hvordan man kan oppnå billigst mulige løsninger. Aspekter som har med trivsel, miljøskaping, opplevelser av belysning etc er ikke nevnt i artiklene. Referat fra symposiet:

Krav til sikt

I artikkelen "Fundamental visual problems in tunnels" forsvarer D. A. Schreuder CIEs valg av standardobjekt. Hovedmålet er at man alltid skal kunne se et objekt (hazard) i tunnelen i tilstrekkelig god tid, slik at man skal kunne stoppe og/eller unngå å kolliderer med det. Ifølge Schreuder er CIEs objekt, som er gitt en dimensjon på 20 x 20 cm, riktig dimensjonert fordi:

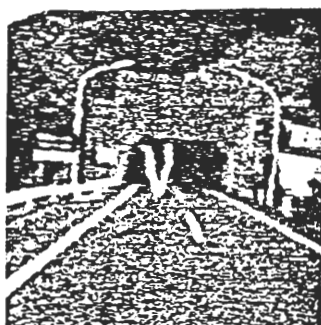
- a) Dersom man skal oppdage et objekt, betinger dette at det er tilstrekkelig kontrast mellom objekt og bakgrunn. Dersom objektet er over en viss størrelse blir kontrasteffekten mindre.
- b) Dersom man skal unngå å kjøre på et objekt i en tunnel (f eks et gående menneske) er det ikke bare nødvendig å oppdage objektet, men man må også gjenkjenne det. Man må kunne se i hvilken retning et menneske henvender seg. Det vil si at man må kunne se ansiktet eller føttene. Et objekt som innehar en dimensjon på 20 x 20 cm svarer til størrelsen på de detaljene som må kunne gjenkjennes.
- c) Et objekt som er 20 x 20 cm er stort nok til at det kan forårsake store skader ved en kollisjon. Man må derfor kunne sikre seg, slik at man unngår kollisjon med objekter helt ned til denne størrelsen.

(Ifølge Knut Nordby (1990) er det en invers sammenheng mellom belysning og kontrast og mellom kontrast og størrelse på et objekt man kan se. Jo bedre belysning eller høyere kontrast, jo mindre objekter kan man se, og omvendt.)

8.3 Diskusjon om belysning av tunnelens inngangssone

Japanerne baserer seg på øyets fiksasjonspunkt når de stiller krav til belysning i tunnelens inngangssone. Dette er dokumentert i Narisada og Yoshikawas artikkel (1974), hvor man presenteres for den påstanden at bilføreren begynner å fikse synet på tunnelåpningen (og dermed også begynner å adaptere synet) mellom 100 og 300 m foran tunnelåpningen. Dette utgjør en markant forskjell fra CIEs spesifikasjoner. Narisada og Yoshikawa (1974) har gjennomført noen målinger av øyebevegelser, som viser øyets fiksering i forhold til tunnelåpningen.

FIGUR 3



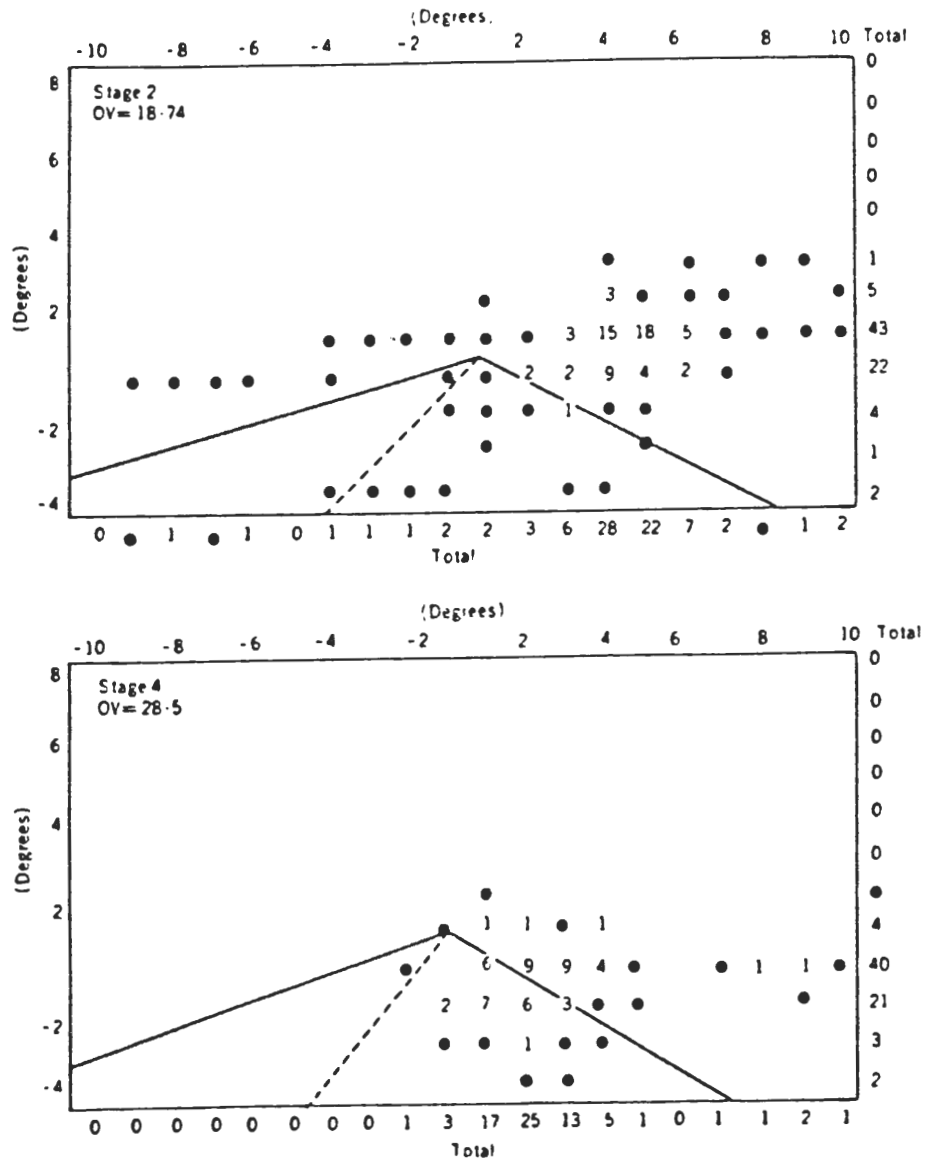
Figur 3 viser en V-formet markering, hentet fra en måling av øyebevegelser i forhold til en bestemt tunnelåpning. (Narisada og Yoshikawa, 1974)

Narisada og Yoshikawa (1974) har sett på hvordan adaptasjonen ved inngangssone kan influeres av lyset fra tunnelens utgangssone. Dersom tunnelens utgangssone er godt opplyst av dagslyset utenfor, og utgangssonen er synlig for en bilfører som nærmer seg tunnelen, vil den adaptasjonen til den mørkere sonen inne i tunnelen som egentlig skulle finne sted, bli forstyrret. Belysningen av tunnelens inngangssone krever derfor spesiell behandling i korte tunneler.

Narisada og Yoshikawas arbeid har blitt lagt til grunn for de japanske krav til belysning av tunnelers inngangsparti, men deres argumentasjon har møtt sterk kritikk fra flere hold. Kritikken kan oppsummeres slik:

- Målinger av øyebevegelser viser at det er stor forskjell på bilførere som har erfaring med kjøring i tunneler og førere som har liten erfaring (se figur 4). Narisada og Yoshikawa har kun basert sine anbefalinger på undersøkelser av bilførere med erfaring.
- Strølys, dvs lys fra omgivelsene og i særlig grad lys fra frontruten, gjør at adaptasjon ikke kan forekomme i den grad Narisada og Yoshikawa påstår.
- Narisada og Yoshikawas data er basert på resultater fra bare 10 bilførere. Begge var menn i 30 års alderen. Dataenes verdi betviles.
- I tett trafikk, når man kjører bak et annen bil eller lastebil, får man ikke fri sikt til tunnelen. Dette forhindrer synsadaptasjon. Narisada og Yoshikawa nevner selv dette problemet.

FIGUR 4



Figur 4 viser øyebevegelsesforskjeller mellom en uerfaren (øverst) og en erfaren (nederst) bilfører. (Narisada og Yoshikawa, 1974)

Adrian (1982, 1987) påstår at øyets adaptasjonstid, når en bilfører nærmer seg en tunnel i dagslys, er mye kortere enn det andre forskere til nå har antatt. Adrian mener at hvis lysforskjellen ikke er mer enn 2 logaritmiske enheter, vil adaptasjon kunne skje i løpet av 1 sekund. Denne påstanden korresponderer ikke med de resultatene CIE legger til grunn for sine anbefalinger, hvor det kalkuleres med ca 15 sekunder adaptasjonstid (avhengig av lysforholdene). Adrian forklarer sine påstander med utgangspunkt i forskning knyttet til "neuronal" adaptasjon (i selve nervene) i motsetning til "photochemical" adaptasjon (som tar tid). Dersom han har rett, kan belysningen av tunnelers inngangsparti reduseres betraktelig, med stor økonomisk gevinst.

Adrians påstander avvises av Bourdy *et al* (1987), som har studert "photochemical" adaptasjon i forhold til kjøring i tunneler. Bourdy *et al* påstår videre at CIE ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til adaptasjon; det argumenteres for mer lys i tunnelens terskelsone. Deres artikkelen avsluttes bl a med følgende konklusjon:

"the effect of temporal adaptation, evaluated in the overshoot parameters, could play a significant role in practice and lead lighting engineers to enhance luminous levels in the first hundred meters inside the tunnel entrance". Bourdy *et al* (1987)

P. Padmos har i sin artikkel i CIE (1984) redegjort for hvordan lysreflekser dannes for bilføreren. Lysrefleksene fra atmosfæren og fra bilens frontrute danner et "slør", som reduserer synligheten av objekter ved inngangen til lange tunneler, dersom ikke lysnivået er høyt nok. Lysreflekser i bilens frontrute kan f eks oppstå ved lav sol gjennom bakvinduet, ved skitten frontrute eller ved at en kartbok ligger oppslått på dashbordet. Padmos, som baserer seg både på laboratorie- og feltforsøk, har funnet at det er mulig å gi dette strølyset et parameter, som står for lysnivået utenfor tunnelen. Dagslyset og adaptasjonen til det mørke hullet ved inngangssonen til tunnelen er ikke et så stort problem med hensyn til øyets reduserte sensitivitet i forhold til kontraster, som utviskingen av kontraster i denne sonen pga lysreflekser i bilførerenes øyne. En rekke undersøkelser er blitt gjennomført ved undersøiske nederlandske tunneler. Med mindre justeringer skulle disse dataene, ifølge Padmos, være overførbare til fjell tunneler. Det må tas hensyn til variasjonsfaktorer som tunnelens geometri, værforhold, solposisjon etc, ved målinger av lysreflekser nær tunneler. Med utgangspunkt i det framkomne materialet i forbindelse med lysrefleksjoner foreslår Padmos bruk av moderne vegmerkingsmaterialer, som f eks selvlysende reflekterende lanterner, eller motlys-belysning, for å redusere belysningskostnadene. Dette er virkemidler som aktiviserer kontrastene ved inngangssonen. CIEs forslag til belysningsstyrke presentert i nummeret "Tunnel entrance lighting - A survey of fundamentals for determining the luminance in the threshold zone" i 1983, kritiseres av (Padmos 1984:19) fordi reflekssjonslyset underestimeres.

Det er store diskusjoner om effekten av strølys i forbindelse med adaptasjon. Dette er en faktor som det til nå har vært umulig å spesifisere nøyaktig. Det er derfor delte meninger om strølys og effekten på adaptasjon.

Vi gjør oppmerksom på at de fleste av studiene tar lite hensyn til et dynamisk forløp, og til situasjonen utenfor laboratoriet. Mange av de ovennevnte artiklene kan kritiseres for at de viser til eksperimenter utført med alt for få personer. Ikke bare kan variasjoner mennesker i mellom være store, men også en og samme person kan endre seg i stor grad over tid. I artiklene gis det dessuten lite informasjon om forsøkspersonenes aldersspredning. Aldring fører til store endringer av synet. Dette er tatt opp til vurdering av Vos og Padmos (1983), i artikkelen "Straylight, contrast sensitivity and the critical object in relation to tunnel entrance lighting".

8.4 Ti år med tunnelbelysning

I artikkelen "Tunnel lighting - ten years on" (1988) finnes en sammenligning av CIEs og PIARCs resultater, og anbefalinger med hensyn til tunnelbelysning, med denne sammenligningen som

utgangspunkt.

Det har blitt gjort store framskritt i tilknytning til tunnelbelysning de siste 10 årene. Dette skyldes både en bedre forståelse av hvordan man skal beregne belysningsnivået i de ulike tunnelsonene, og en bedre teknologi. Utviklingen av moderne lyskontrollsystemer har vært av spesielt stor betydning. Disse systemene regulerer belysningen i forhold til dagslys og til antall biler som kjører gjennom tunnelen.

CIE-publikasjon No. 26/2 (Draft 1988) og PIARC 1987

I CIE-rapporten skilles det mellom en inngangssone, og i tilstrekkelig lange tunneler, en terskelsonen, en overgangssone, en midtsonen og en utgangssone. Belysning for tunneler med fra 25 til 125 meters lengde deles i denne rapporten inn i disse kategoriene. Tunneler som er mindre enn 25 meter er ikke underlagt krav til belysning. (I Norge er belysning ikke påkrevet i tunneler helt opp til 100 meter. Se kapittel 8.1) Artikkelen presenterer kurver og tabeller for anbefalte belysningsverdier i de ulike sonene.

For at en bilfører som nærmer seg tunnelen skal være i stand til å stoppe i tide på grunn av en hindring (hazard) ved inngangen til tunnelen, må luminanskontrasten mellom hindringen og dens bakgrunn være stor nok til å gjøre hindringen synlig fra en avstand som er lik eller større enn kjøretøyets bremsedistanse.

De ulike tidspunkt på dagen, med tilhørende krav til luminansadaptasjon i inngangssonen, adaptasjon knyttet til rommet, og kontrastene som skapes av belysningen, bestemmer CIEs krav til luminansen i terskelsonen. PIARC er strenge på dette punktet, og setter krav til luminans i hvert punkt av terskelsonen. Disse luminansverdiene er hentet fra målt eller antatt luminansadaptasjon for korresponderende punkter i inngangssonen, hvert punkt fastsatt i samsvar med bremsedistansen, i forhold til en "mal" for vegbelysning som er utarbeidet for dette formålet.

På den andre siden, måler eller antar man i CIE 26/2, den gjennomsnittlige lysadaptasjonen i inngangssonen, L20, for et punkt som er i bremseavstand fra tunnelinngangen. Ut fra dette stilles det krav til luminans, Lth, for den første halve delen av terskelsonen, bestemt med utgangspunkt i en omregningsfaktor. For den neste halvdel av sonen reduseres verdien gradvis. Begge anbefalingene tar hensyn til en luminansreduksjon i inngangssonen. På samme tid, går man inn på viktigheten av studier av typiske adaptasjonsluminanser, med henblikk på hvordan disse kan føre fram mot mer effektive og bedre egnede belysningsinstallasjoner. Motlys-armaturer (counterbeam) har ført til en forbedret kontrast som influerer på fastsatt luminans i terskelsonen. Dette aspektet er ivarettatt ved en korrigerende faktor.

Dersom belysningsnivået ved avslutningen av terskelsonen ikke er i samsvar med det krav som stilles til belysningsnivå i midtsonen, foretas det endringer i overgangssonen(e). Flimmerfenomener, restriksjoner med hensyn til blanding, nødbelysning etc tas også opp til vurdering i CIE 26/2 og PIARC'87.

I CIE 26/2 er anbefalt belysningsnivå i midtsonen bestemt ut fra fartsgrenser og trafikk tetthet, og det er lavere enn i CIE 26/1. I PIARC'87, anvendes siktbarhet (forurensning) som en bestemmende faktor for belysningsnivået.

I CIEs rapport er det etablert en logisk kontakt mellom belysningsdesign på den ene siden, og trafikkforhold, geografiske og klimamessige forhold på den andre siden. I PIARC '87 finner man anbefalinger som gjør krav på detaljert informasjon med hensyn til luminansadaptasjon. Til tross for at de to rapportene har mye til felles, har det ikke avstedkommet en felles publikasjon. En felles publikasjon kunne ha avverget den usikkerhet som er til stede når man skal sammenligne CIEs anbefalinger med hensyn til utforming av tunnelbelysning med PIARCs luminans-konsept.

Om luminans, belysningsarmaturer og optiske systemer

I artikkelen "Tunnel lighting - ten years on" presenteres forskrifter for hvordan luminansen i de ulike sonene skal fastsettes. Den formelen som er gitt i CIE 26/1 i forbindelse med inngangssoneluminans er ukorrekt, og den har siden blitt erstattet av to metoder. Den ene av metodene skiller mellom bremsedistansene ved snø / bart terreng.

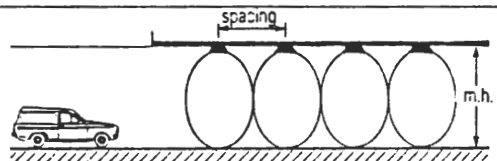
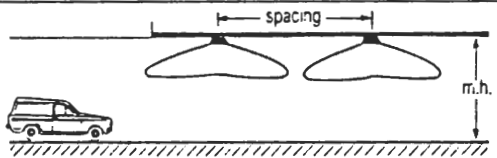
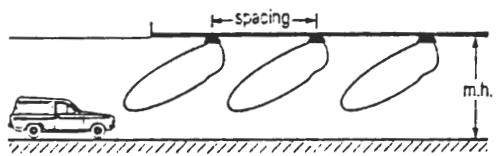
En bilist som kjører ut av en tunnel mens det er dagslys, vil ikke ha problemer med adaptasjon til et høyere dagslysnivå. Men det er grunner for å installere belysning i utgangssonen:

- mindre kjøretøy som følger etter store lastebiler etc gjøres synlige ved tunnelutgangen i blendende sterkt dagslys
- etterfølgende biler gjøres synlige i speilet til den bilen som forlater tunnelen
- utgangen kan benyttes som inngang (under forutsetning av redusert hastighet) ved ulykker, og ved vedlikeholdsarbeide.

Giesbers vurderer utviklingen av tunnelbelysning gjennom 60 år. I 1984 ble det startet masseproduksjon av en type lystoffrør som kan dimmes. Disse lystoffrørene ble raskt økonomisk lønnsomme.

I artikkelen gis en beskrivelse av de tre mest brukte belysningsprinsipper: Symmetrisk belysning (transverse), lysrørbelysning (longitudinal) og motlys-belysning (countercast el. counterbeam). Motlys-belysning er en relativt ny belysningsmetode, som gir høy effektivitet.

FIGUR 5

	typical light distribution of the luminaire	max. sp./m.h. ratio	preferred lamp type	efficiency cd/W ($\eta_v = 0.1$)
transverse		1.5	TLD SOX-E	2.0 4.0
		2.0	SON-T	2.8
longitudinal		3.5	SOX-E	4.5
		4	SON-T	3.5-4
countercast		2-2.5	SON-T	4.5

Figuren viser en typisk lysfordeling ved bruk av ulike belysningsprinsipper. (Giesbers, 1988)

Lyskontrollsystemer

Artikkelen "Tunnellighting - ten years on" avslutter med følgende informasjon knyttet til lyskontrollsystemer: Lyskontrollsystemer må ikke influeres av temperaturvariasjoner, og de må være stabile over lang tid etc. I store tunneler er lyskontrollsystemer integrert i et totalt system, som inkluderer ventilasjon, trafikkovervåking etc.

8.5 Om armaturenes plassering

I Belysningshandboken (1983) finnes følgende informasjon, knyttet til armaturenes plassering: Armaturer som ikke er montert i sammenhengende ramper gir flimmereffekter - direkte, via reflekser i panseret og bilen foran. I hvilken grad føreren forstyrres avhenger av frekvensen.

Og i "Vegbelysning. Særtrykk for normalhåndbok", utgitt av Vegdirektoratet (1988), finner vi følgende: For relativt korte kjørehastighet fører ikke flimring til problemer. Ved meget lange tunneler kan det oppstå ubehagsvirkninger. Disse er imidlertid meget små ved aktuelle kjørehastigheter når armaturavstanden er større enn ca 9 m (eller mindre enn 0,9 m).

8.6 Fast vegbelysning / frontlyktbelysning

Staplin (1985) viser til forskningsresultater som omhandler fast vegbelysning vurdert i forhold til belysning kun fra bilens (motorkjøretøyets) frontlykter. En representativ fast vegbelysning anvendt i undersøkelsen nådde et effektivitetsnivå (ved minimum kontrast) som var 150 ganger høyere enn ved lys fra motorkjøretøyets frontlykter alene.

9. VENTILASJON OG FORURENSNING

I kapittel 9 sees siktreduksjon, som en følge av belysning fra lavtryksnatriumlamper, i sammenheng med dekketype / finstøvandel. Ulike ventilasjonssystemer omtales, bl a med henblikk på energi-besparelse og på røykkontroll ved brann. I kapittelet kommer det fram at med hensyn til siktreduksjon og slitasje er høyfast betong med 10% silika å foretrekke blant 4 ulike dekketyper, og at lavtryksnatriumlamper med monokromatisk lys kan gi typiske utslag av siktreduksjon ved en finstøvandel rundt 1 mikron. Skaftventilasjon vil kunne gi effektiv røykkontroll ved brann.

9.1 Partikkelforurensning som siktproblem

Nedsatt siktbarhet er et vinterproblem. I rapporten "Partikkelforurensning i vegtunneler"(1985) konkluderer T. Myran med at "forklaringen på siktproblemet om vinteren synes å ligge i piggdekkslitasje av et hardt, sprøtt betongdekke, kombinert med uttørking av tunnelen ved tilførselen av kald uteluft. Dette gir en økende andel fine støvpartikler i betongtunneler, sammenlignet med et seigere asfaltdekke. (I kaldt tørt vær, ble det med unntak av et par asfalttunneler målt partikkelkonsentrasjoner over grenseverdiene for tillatt siktforurensning ved tillatt kjørehastighet gitt i Vegnormalen.) Siktreduksjonen henger sammen med partikkelstørrelsen, eller lysspredningen og den aktuelle belysningens bølgelengde. Belysningen i norske vegtunneler er ofte basert på lavtryks natriumlamper med monokromatisk lys, med bølgelengde 590 nanometer (0,59 mikron). En økende finstøvandel rundt 1 mikron diameter vil således kunne gi de typiske utslag av siktreduksjon som er registrert." Videre fremholdes det: "Det vil være så godt som umulig å forme bestemte krav til den betongkvalitet som skal benyttes med tanke på siktproblemet. Det dreier seg her om et valg mellom fordelaktige styrke- og hastighetsegenskaper for vegdekket på den ene siden, og ufordelaktige sikteffekter på den andre siden."

Men i rapporten "Støv i vegtunneler. Støvutvikling ved vegslitasje" (1986) presenterer Myran resultatene fra undersøkelser av støvutvikling ved slitasjer av vegdekker, og disse undersøkelsene viser at av fire dekk kvaliteter kom høyfast betong med 10% silika best ut når det gjaldt støvutvikling med tanke på siktbarhet, samt slitasje. (Den partielle slitasjen på høyfast dekke med 10% Si var bare 1/3 av slitasjen på høyfast dekke uten Si.) De fire undersøkte dekketyper var:

- a) Holmestrandbetongresept
- b) Høyfast betong med 10% silika
- c) Høyfast betong uten silika
- d) Asfalt AB 16 t

(Som fint tilslagsmateriale i betongen benyttet man støpesand fra Mossåsen, og som grovt tilslag en syenitt med grå og rød farge, fra Freste i Sem.)

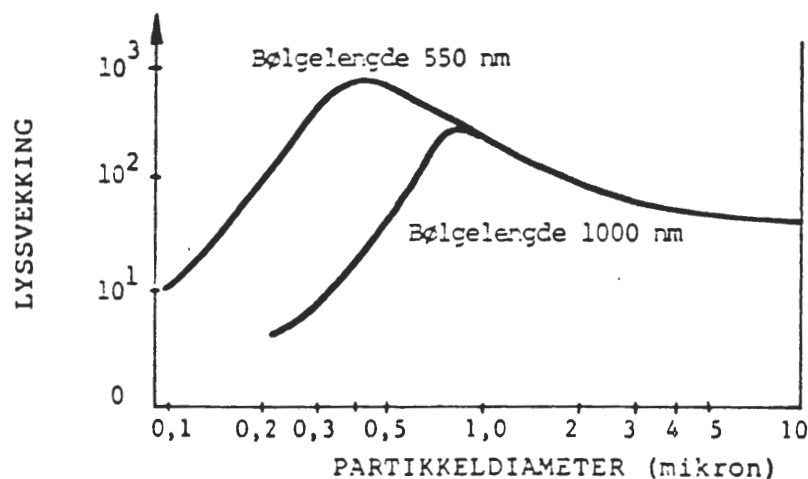
"Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalstøv og finstøv for både toppsjikt og nedslitt dekke var for betongdekke høyest for for Holmestrandbetongen (30 - 33%), og i gjennomsnitt noe lavere for høyfast betong uten Si enn med Si."

"På tross av den lave støvutviklingen i toppsjiktet for det høfaste dekket uten Si, bør likevel høyfast dekke med 10% Si foretrekkes pga sin jevnhet i støvutvikling både for toppsjikt og nedslitt dekke."

Bakgrunnen for de to undersøkelsene, som Myran har stått ansvarlig for på oppdrag fra Vegdirektoratet, er at man i de senere årene har registrert at nedsatt siktbarhet er et økende problem. Sitat: "I enkelte tunneler har det forekommet tilfeller av trafikkstans pga den dårlige sikten, kombinert med den usikkerhet om eventuell helseisiko knyttet til forurensningene i

tunnelluften. Den siste undersøkelsen (1986) er gjennomført under mer kontrollerte betingelser enn den første.

FIGUR 6



Figuren viser lyssvekkning som funksjon av partikkeldiameteren for lys med bølglengde 550 nm (midt i området for synlig lys) og 1000 nm (i det infrarøde området). (Myran, 1986)

9.2 Ventilasjonssystemer

Vi har lest ulike anbefalinger knyttet til hvilke ventilasjonssystemer som gir mest effektiv ventilasjon. Vi presenterer informasjon fra rapporten "Veg i by - byggeteknikk" (1987) hvor man tar sikte på "å imøtekomme behovet for en oversiktlig kunnskap om ulike byggetekniske konstruksjoner i tilknytning til vegbygging", og Terje H. Toftens artikkel i tidsskriftet "Våre veger" (1990).

I rapporten "Veg i by - byggeteknikk" (1987) slås det fast at hovedoppgaven til et ventilasjonsanlegg i en vegtunnel er til enhver tid å sørge for at konsentrasjonen av giftige gasser holdes på et akseptabelt nivå og at støv og sot ikke gir for dårlige siktforhold. Med normal sammensetning av gassene i eksosen er det bare nødvendig å sette grenser for tillatt konsentrasjon av karbonmonoksyd (Co) og nitrose gasser (NOx).

I Terje H. Toftens (1990) artikkel om ventilasjon i tunneler finner vi følgende påstander: "Selv i dag er ventilasjon av tunneler et nedprioritert fagområde. Dette har ført til at mange tunneler har dårligere luftkvalitet, til en langt høyere pris, enn om kompetanse fra ventilasjonsfaget hadde vært utnyttet. Ved aktiv sjaktventilering kan effekt og energibesparelsene ligge på 60-75%. Støvet og soten i tunneler har grenseverdier i normene, men Vegdirektoratet vil ikke gå med på å dimensjonere ventilasjonen etter sotproduksjonen slik som det er foreskrevet. I mange tilfeller mangler styring av ventilasjonsanleggene etter støvinnhold i lufta. Dermed kan vi oppleve at viftene ikke går, selv om støvet kan få øynene til å renne. Ofte kjennes det også en sterk lukt av eksos.

I rapporten "Veg i by - byggeteknikk" (1987) deles ventileringen av vegtunneler inn i disse tre hovedprinsippene:

- tverrventilering
- halvtverrventilering
- langslufting

Sitat fra rapporten: "Langsventilering er det mest aktuelle ventilasjonssystemet her i landet.

Det er et enkelt ventilasjonssystem, og kan bygges med eller uten sjakter / tværrslag. Sjakter / tværrslag vil være mest aktuelt i lange tunneler med store trafikkmengder eller hvor forurensningsbelastningen på omgivelsene utenfor tunnelmunningen blir uakseptabelt høy. Mekanisk langslufting av tunneler baseres hovedsaklig på bruk av impulsventilatorer og evt. sjaktventilatorer."

Toften deler på sin side ventilasjonssystemene for vegtunneler inn i følgende tre grunnprinsipper, som han mener vil sikre frisk luft: (Her omtales tvers- og langsgående ventilasjon, men ikke halvtverrventilering.)

Tverrventilering: Luften tilføres på alle steder i tunnelen via kanaler. Tverrventilering benyttes ikke i dag fordi det er plasskrevende og kostbart å legge luftkanaler gjennom hele tunnelen.

Impulsvifter: Aksialvifter henges opp under taket i tunnelen. Luften hentes inn av den ene åpningen og skyves ut av den andre. Impulsvifter er mest benyttet for tunneler. Luftkvaliteten i gjennomsnitt forbedres betydelig.

Sjaktventilering: En sjakt drives ned til tunnelen. Viftene står plassert i sjakten og enten tilfører frisk luft eller trekker luft opp av tunnelen via tunnelåpningen. Sjaktventilasjon kan benyttes der forholdene ligger til rette for å plassere en sjakt. Luftkvaliteten kan forbedres med ca 60-70% i forhold til tverrventilering. Forbedring i forhold til impulsvifter er i snitt på over 25%.

Tunneler for fjordkryssing har en typisk U-form. Tilføres frisk luft midtveis i tunnelen via en sjakt, vil størst luftmengde følge hovedretningen på trafikken. Når trafikken skal ut av tunnelen, kjører den i motbakke og gir størst forurensing. Kjøretøyene drar derfor med seg frisk luft dit det trengs mest. Luftkvaliteten forbedres i gjennomsnitt med over 25%, i forhold til impulsvifter.

I rapporten "Veg i by - byggeteknikk" (1987) omtales to hovedtyper impulsventilatorer for langslufting: Symmetriske og asymmetriske. Sitat: "Asymmetriske ventilatorer gir i størrelsesorden 20 - 30% høyere skyvkraft enn symmetriske ventilatorer. Ved å velge asymmetriske ventilatorer vil derfor både anleggs- og driftskostnader bli redusert tilsvarende. I de senere år har det bare blitt installert asymmetriske ventilatorer. Dette krever imidlertid at man bestemmer hovedblåseretning på forhånd."

9.3 Eksternt miljø

Fra Toftens artikkel: "Forurenset luft rundt tunnelåpningen kan være et problem. Trafikken og vind gjør at forurensningen legger seg i soner utenfor åpningene. Metoden i dag for å unngå disse "gråsonene" er å benytte sjakter. Videre nevnes det: "Det er mulig å filtrere ut sot og støv før luften sendes ut i atmosfæren, slik at dette ikke kommer tilbake som nedfall. Det er forholdsvis beskjedne investeringer som skal til."

9.4 Brann

Sitat fra Toftens artikkel: "Det er verdifullt å merke seg at ved riktig styring av retningen på ventilasjonen kan det nesten gratis oppnås en røykkontroll. Impulsvifter kan snu luftstrømmen og dermed dele tunnelen inn i to røyksoner. Ved bruk av skaftventilasjon får tunnelen minst det dobbelte av inndelinger. Brannvesenet kan derfor lettere komme til ved ulykker."

10. PERSEPSJONSPSYKOLOGI / FYSIOLOGI / SYNSBIOFYSIKK

Kapittel 10 omhandler i hovedsak bilførerens synsmessige forutsetninger for å kunne forholde seg til de aktuelle tunnelomgivelser, og for opplevelse og vurdering av sikkerhet / risiko ved kjøring i tunneler. I kapitlet blir det påpekt at god tunnelarkitektur i framtiden bl a må kunne ivareta behovene til et stadig økende antall eldre bilførere. De fleste eldre mennesker vil ha problemer med redusert fokuseringsevne, og redusert synsfelt. Eldres behov kan ivaretas ved en bedret belysning i tunnelens overgangssone (f eks motlysbelysning), der man tar hensyn til lysrefleksjon og aktivisering av kontraster. En romslig utforming av tunnelportalen kan bl a forhindre persepsjonsforstyrrelses-fenomener, og dermed opprettholde trafikkflyten. Med hensyn til fargebruk viser det seg at kulør-mot-ukulørt gir de beste kontrastforholdene for svaksynte. I forbindelse med tunneler kan dette bety, dersom lyskilden ikke motvirker fargeopplevelse, at biler i ulike farger sees best mot grå (akromatiske) vegger. Lyse, kulørte farger kan gi en effektiv utnyttelse av lyskilden, fordi det generelle luminansnivået blir høyere. Det er vesentlig med en bevisst anvendelse av farger i forhold til tunnelens vertikalsnitt. Et eksempel på dette kan være anvendelse av lyse akromatiske farger opp til en viss høyde på tunnelveggen ved inngangssonen, og en lys, mett blåfarge ovenfor. (Dette er teorier som det gjenstår å teste i full målestokk.) I tunnelens midtsone kan horisontal- og vertikalkurvatur aksentueres vha mønstre eller strukturer i tunnelveggen eller i tak / dekke. Mønstrene (eller strukturene) må danne kontinuerlige visuelle flater, som ikke virker distraherende på bilføreren.

10.1 Synspersepsjon

I Arild Lians bok (1969) defineres ordet persepsjonspsykologi slik: "Persepsjonspsykologi er læren om en klasse opplevelser som etter nærmere angitte regler kan knyttes til en aktivisering av sanseorganene." Psykologene studerer disse opplevelsene bl a fordi de ønsker å vite hvordan disse opplevelsene kan settes i forbindelse med hverandre; de ønsker å få vite om strukturen av den verden vi opplever med sansene. Det siteres videre: "Ut fra en slik målsetting vil det være viktig å spørre hvordan fargeopplevelser står i forhold til formopplevelser, og videre, hvordan form- og bevegelsesopplevelser er relatert til hverandre."

D. Canter (1974) omtaler perseptuell utvikling. Han skriver at den perseptuelle kapasitet utvikles svært tidlig hos mennesket; 6 måneder gamle spebarn reagerer bl a på bevegelse, lyshet og materialitet.

I I. Lies bok "Syn og synsproblemer" (1986) omtales synspersepsjon på følgende måte: "Synsprosessen starter med optisk avbildning av lysstråler på netthinnen. Deler av lysenergien absorberes ved en fotokjemisk prosess i sansecellene og transporteres videre som elektriske signaler til hjernen, og personen opplever fysiske gjenstander og hendelser. Det er disse opplevelsene vi kaller synspersepsjon."

10.2 Farge og opplevelse

Arild Lian har i sin bok "Persepsjonspsykologi" (1969) omtalt øyets spektrale sensitivitetsfordeling. Det mørkeadapterte øyet har større følsomhet for de korte bølgelengdene enn det lysadapterte øyet har. Objekter som vesentlig reflekterer lysenergi fra den korte delen av

spektrum vil derfor sees lysere av det mørkeadapterte øyet enn av det lysadapterte. Ved en gradvis overgang fra dagslys til skumring og mørke vil øyet mørkeadapteres noe, dvs det vender seg til den lave belysningsintensitet. I en slik overgang til skumringsmørke vil objektene relative lyshet endres. Om dagen mørker man at de røde og spesielt de gule objektene er lysere enn de grønne og blå. Etterhvert som mørket faller på, blir forholdet gjerne omvendt. Da ser man at de grønne og blå objektene er lysere enn de gule og røde. Blir belysningsintensiteten tilstrekkelig lav, vil man bare se nyanser av grått. Imidlertid er det slik at de røde og grønne fargene forsvinner først, men de blå fargene er lengst synlige under en gradvis reduksjon av belysningsintensiteten. Dette er direkte anvendbart ved utforming / fargesetting av tunneler.

Ramkumar og Bennett utførte i 1979 en korrigerende test, hvor hensikten var å vurdere tidligere antagelser med hensyn til fargeopplevelse; antagelser som var blitt testet vitenskapelig i løpet av de siste årene. 11 tester ble vurdert, og Ramkumar og Bennett konkluderte med at bare 2 av disse holdt mål.

En ny test ble gjennomført. Det ble foretatt vurderinger i forhold til reflekteringsgrad, fargenivå og croma (mettetthet). Testresultatene viste at

- a) fargens lyshet og reflekteringsgrad hadde en markert effekt på avstandsopplevelse,
- b) (kald) blå farge virket lengre borte enn rød,
- c) umettede fargeverdier ga liten effekt med hensyn til størrelsesvurdering, i motsetning til mettede farger.

Testen ga størst uttelling på avstandsvurderinger, og liten uttelling på størrelsesvurderinger.

W. Olphert (1990) har forsket på folks opplevelse av miljøer under forskjellige lysforhold. En kompleks eksperimentell metode har blitt anvendt for systematisk å kontrollere følgende variabler:

- a) Ulike lysfarger ved kunstig belysning.
- b) Ulike farger på vegg, tak, gulv.

Olphert bruker skalamodeller av bygg for å vurdere lysforholdene. Resultatene er komplekse, men viser at metoden fungerer godt. Den er også svært anvendelig for vårt prosjekt; for vurdering av tunneler. Rapporten vil være tilgjengelig i løpet av kort tid.

Canter (1974) nevner at det er maksimumsgrenser for hvor mange stimuli man kan ta inn samtidig; en persons oppmerksomhet er knyttet til maksimum seks - sju gjenstander samtidig. Dersom man tar utgangspunkt i at persepsjon både er knyttet til kontekst og til observatørens tidligere erfaringer, så er dette et annet standpunkt enn en at vektlegging av abstrakte sammenhenger (som f.eks det gyldne snitt, blått gir inntrykk av større avstand enn rødt), som ikke tar kontekst og personfaktorer i betraktning, vil vise seg gyldige i de fleste situasjoner. Han trekker derimot fram undersøkelser der man har sett på sammenhengen mellom fargens navn og følelsesmessig uttelling. Canter nevner, under henvisning til Broadbents studier av persepsjon og kommunikasjon (Canter 1974:41), at man legger større vekt på noen stimulusaspekter enn på andre.

10.3 Forvrengning av det visuelle rom som et resultat av bevegelse

Mullins (1985) gjennomførte en undersøkelse i den hensikt å forklare en forflytelsesmessig forvrengning av rommet, som kanskje kan ha en innvirkning på bilføreres bedømmelse av avstand til objekter i rommet. To eksperimenter ble igangsatt, der forsøkspersoner ble kjørt forbi (seende enten forover eller bakover) par av trestokker (rommet mellom endepunktene på stokkene var enten fylt eller ikke fylt, og stokkenes størrelse var 1, 20 cm x 20 cm x 120 cm). Resultatene viste at personene som var med i forsøket stort sett underestimerte avstanden

mellom endepunktene på de parene av trestokker der mellomrommet ikke var fylt. Underestimeringen var størst når forsøkspersonene så forover.

Det refereres til Dallenbach og til Harte (Mullins 1985:730), som begge har gjennomført studier der forsøkspersonen var i bevegelsen mens stimuliet ble holdt konstant.

D. B. Harte har skrevet artikkelen "Underestimation of length by subjects in motion". Harte studerte bilføreres vurderinger ved ulike kjørehastigheter etter at de var bedt om å anta lengden, og avstanden mellom linjene på en stiplede hvit midtstripe i vegen. Harte rapporterte at den gjennomsnittlige feil ved underestimering i begge tilfellene var 71-78% ved 96 km/t, og den gjennomsnittlige underestimeringsfeilen ved 0 km/t var 9%.

Det henvises videre (Mullins 1985:730) til Mullins & Westendorfs rapport "The effects of motions of distance judgements" hvor det blir redegjort for hvorvidt illusjonen var strengt knyttet til den retningen som bilføreren beveget seg i, eller om illusjonen intraff i forhold til en linje som utgjorde en normal i forhold til bevegelsesretningen. Forsøkspersoner ble satt til å kjøre forbi par av trestokker i ulike hastigheter, og de ble bedt om å angi avstanden mellom stokkene endepunkter. Mullins & Westendorf fant at den gjennomsnittlige underestimeringen var 55% i den parallelle retningen, og at underestimeringen økte med hastighet, og etter som avstanden mellom endepunktene på stokkene økte. Når det gjaldt orientering i forhold til normalen, var den gjennomsnittlige underestimeringen bare 15%. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at forsøkspersonenes bevegelse førte til forvrengning av det tredimensjonale rommet, snarere enn en generell reduksjon av rommet. Resultatene supplerer Hartes resultater, men ikke Dallenbachs konklusjoner (ikke referert til her).

Mullins hadde to hovedintensjoner ved igangsettelsen av undersøkelsen: Ved å gjøre rommet mellom stokkene tett, antok man at feilvurderingen skulle synke. Det ser ut til at bilføreren foretar to avstandsvurderinger ved et par av stolper som ikke er knyttet sammen på denne måten; en vurdering for hvert endepunkt. Man ønsket å teste denne hypotesen. Man ønsket videre å utfylle tidligere undersøkelser ved å definere ennå klarere rommets forvrengning. Dersom det er slik at objekter som kommer nærmere en bilfører (i det visuelle rommet) forkortes, skjer kanskje det motsatte dersom noe forsvinner ut av synsfeltet. Resultatene av studiet viste at når avstanden mellom stokkene var fylt, minskete graden av feilestimering. Gjennomsnittlig underestimering for fylt rom var 58%, og gjennomsnittlig underestimering for åpent rom var 61%. Underestimeringen økte når endepunktet mellom stokkene økte, og likedan kunne man se en svak tendens i samme retning ved økt hastighet. Videre fant man at forvrengningen av rommet var størst når forsøkspersonen nærmet seg objektet.

Dette betyr bl a at planleggere bør benytte seg av skilt som består av en solid, kontinuerlig visuell form. Med hensyn til advarselsskilt bør man merke seg at avstanden mellom skiltets endepunkter bør reduseres.

10.4 Motorvegtrøtthet

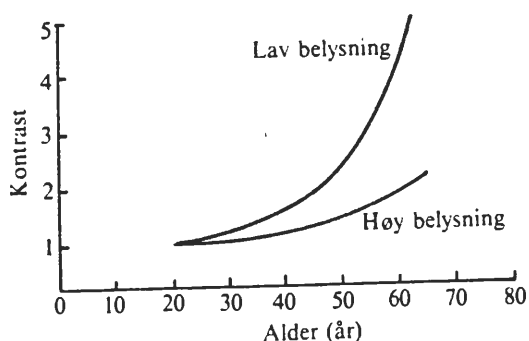
Groeger og Brown (1990) har arbeidet med "motorvegtrøtthet", dvs at man mister evnen til å behandle visuell informasjon etter mange timers kjøring på motorveg. Årsaken til motorvegtrøtthet er delvis å finne i monoton visuell informasjon. (I lange tunneler kan dette være et problem.)

10.5 Synsskarphet, belysning og alder

Ivar Lie (1986) beskriver hva som skjer når man skal bevege seg i tiltagende mørke. Sitat: "Først forsvinner de små, kontrastfattige detaljene, mens konturer av store objekter og dermed landskapsutformingen forblir synlige langt inn i dypt nattemørke." Det er anderledes ved blinding: "Da reduseres detaljsynet samtidig med at minimalt kontrastnivå for å kunne se noe øker raskt med økende blinding. Det oppstår derfor fort orienteringsproblemer under blinding, slik vi kjenner det for eksempel fra billysblinding, da terrenget forsvinner og bare høykontrastobjekter som reflekser og selvlysende lamper redder orienteringevnen de siste femti

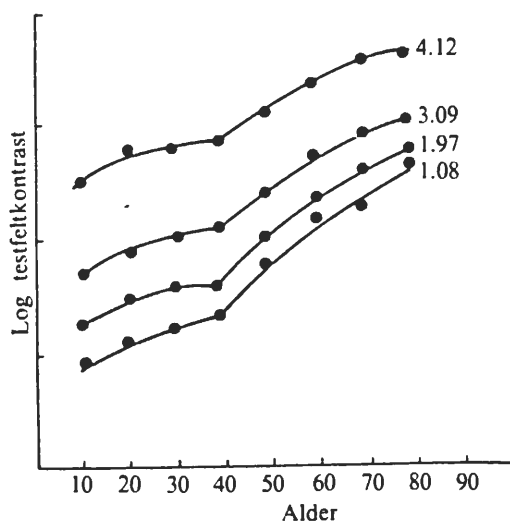
metrene før man møter en bil.”

FIGUR 7



Figur 7 viser lysbehov som funksjon av alder, målt ved hjelp av lyshetsterskier. Med økende alder må testfeltets kontrast økes for å bli synlig både under høy og lav belysning, men vesentlig mer under lav belysning. (Lie, 1985, modifisert etter Blackwell & Blackwell, 1971.)

FIGUR 8



Figur 8 viser redusert synsskarphet ved blendning som en funksjon av alder. (Lie, 1985)

I heftet "Age & Design" (1990) finnes en artikkel om aldersrelaterte endringer av synsskarpheten. Menneskets syn endrer seg lite fram til man er 55 år, men i alderen 55 til 75 reduseres synsfeltet inntil 50%, i forhold til utgangspunktet. Dette burde f.eks. få klare konsekvenser for utforming og plassering av informasjonsskilt. På grunn av de endringer som skjer i øyet, krever eldre mennesker et langt høyere belysnings- og kontrastnivå, dersom de skal kunne fungere godt. Evnen til å skille mellom ulike farger reduseres også med alderen; eldre mennesker ser verden gjennom et stadig tykkere gult filter. Et menneske som er mellom 75 og 85 år er avhengig av, dersom han/hun skal motta den samme visuelle informasjon som et menneske i 40 års-alderen, en 50 til 70 ganger så sterk luminans. Mens en 16-åring, etter å ha blitt blendet kan se igjen etter 2 sekunder, trenger 65-åring minst 9 sekunder for å gjenvinne

synet. Eldre menneskers reduserer heller ikke, så raskt og lett som unge mennesker, blendingen vha kontraksjon av pupillene. Det er viktig å huske på at utforming og design som ivaretar eldres behov, også ivaretar unge mennesker med ulike funksjonshemninger.

Hill & Mershon har i sin artikkel fra 1985 tatt utgangspunkt i det faktum at ulykkesdata som omhandler trafikkulykker i forhold til alder, danner en U-formet kurve. Man har foretatt undersøkelser som omhandler sensoriske eller kognitive funksjoner (f eks bestemmelses-taking og sensitivitet når det gjelder reflekser), men lite har vært gjort for å øke kunnskapen om endringer av grunnleggende perseptuelle funksjoner, som et resultat av høyere alder. Dette kan for eksempel være funksjoner som ligger til grunn for bedømmelse av avstand, dybde og bevegelse.

Hill & Mershon (1985) har foretatt undersøkelser, hvor målet har vært å evaluere alders-avhengige endringer i styrken av "the Equidistance Tendency". Ekvidistant-tendensen ble opprinnelig beskrevet av W. C. Gogel, og denne faktoren refererer seg til tendensen til å persipere to (eller flere) objekter som om de var plassert i samme avstand fra betrakteren. Tre aldersgrupper ble benyttet i testsituasjonen: 18-22 år, 35-45 år, eldre enn 60 år. Ekvidistant-tendensen økte betraktelig for eldre observatører. Dette viser at det i denne gruppen er større sannsynlighet for underestimering av den relative dybdeseperasjonen ved persipering av visuelle gjenstander. Hill & Merson diskuterer hvilke konsekvenser dette har for trafiksikkerheten. Ekvidistant-tendensen vil virke inn i større grad, dersom de omgivelsesmessige forutsetningene er dårlige. En reduksjon av dybdeopplevelse vil f eks kunne inntreffe i forbindelse med kjøring om natten, ved kjøring i dårlig, eller i (for øyet) svært monotone omgivelser. Man må, på grunn av at man får et økt antall eldre bilførere anse dette som en potensiell kilde til et vesentlig trafiksikkerhetsproblem.

10.6 Apparent Motion Phenomena og andre persepsjonsforstyrrelser

Groeger (1990) nevnte at denne effekten kan forekomme i tunneler. Dette kan f eks føre til opplevelse av tunnelen som nærmere enn den er. Når to ting beveger seg mot hverandre, og man selv er i bevegelse i en retning, får man en forvrengning av avstandsbedømmelsen når man skal vurdere avstanden fra seg selv til en av, eller begge de to tingene.

Tunnelene i Alpene ser ikke ut til å være store nok til å kjøre inn i, når man betrakter dem på litt avstand. Slike effekter kan påvirke trafikkflyten. Ved tunnelutgangen kan denne typen effekter påvirke fartsopplevelsen, ved at man selv befinner seg inne i tunnelen, og at andre biler kommer mot en. Brown understreker belysningen ved tunnelens inngangssone. Belysningen kan også motvirke følelsen av at "dette hullet er for lite til å kjøre inn i."

Erfaring viser at mange ulykker skjer i nedoverbakke, fordi bilførerne på grunn av få visuelle holdepunkt inne i tunnelen, ikke merker at farten øker. Horisontalkurvatur medfører en avgrensning av synsfeltet. Om natten oppfatter øyet kurven relativt kort tid, og relativt kort distanse, før en kjører inn i den. Dette betyr at bilførere kjører med en langt lavere sikkerhetsmargin (med hensyn til reaksjonstid og bremsedistanse) om natten enn om dagen. Noe av det samme vil være tilfellet i en dårlig belyst tunnel, eller i en tunnel som er ubelyst. Horisontalkurvatur, og fall / stigning inne i tunnelen kan aksentueres ved hjelp av mønstre / strukturer som danner kontinuerlige flater i bilførerens synsfelt.

10.7 Synsbiophysikk

Arne Valberg og Thorstein Seim er knyttet til Fysisk institutt ved Universitet i Oslo. Deres rapport med tittelen "Hvordan bruk av kulørte farger kan bedre synsforholdene for svaksynte" (1988), gir informasjon som er vesentlig i forbindelse med fargesetting og aksentuering av

tunnelenes ulike soner. Denne informasjonen stiller krav til en annen form for tunnelbelysning enn lavtryknatriumbelysning, eller til en meget bevisst bruk av fager ved anvendelse av en slik belysning. (Når det gjelder tunnelbelysning og fargeopplevelse henvises det bl a til Mito og Shimizus (1985) forskningsresultater.) Arne Valberg og Thorstein Seim konkluderer i sin rapport med at synssvake med ukorrigert brytningsfeil eller uklare øyemedier (grå stær) ser kulørte fager bedre enn gråtoner av samme kontrast. Både uskarp og diffus avbildning på netthinnen visket ut konturer og reduserte flatekontrasten til akromatiske (ukulørte) farger betydelig. Kontrasten ble redusert til ca 30% eller mindre av det normale, avhengig av grader av synshemming. Kulørkontraster derimot (kulørte mål mot ukulørt bakgrunn) ble ikke redusert i samme grad. Store felter over ca 5 graders synsvinkel, kunne faktisk sees bedre enn ved normal skarp avbildning. Når avbildningen på netthinnen blir uskarp eller diffus, er det derfor ofte lettere å skille ut og gjenkjenne kulørte enn ukulørte gjenstander.

Valberg og Seims rapport er enten sitert, eller den danner basis for de etterfølgende tre avsnitt knyttet til synsbiophysikk.

Synsproblemer og alder

"De fleste mennesker merker at de ser dårligere etter ca 40-års alderen, om ikke før. De vanligste problemene er redusert fokuseringsevne og minskt tydelighet av små kontraster. Disse synssvekkelsene øker med alderen, men vanligvis vil bruk av briller redusere ulempene. En betydelig gruppe av eldre mennesker vil imidlertid også utvikle grå stær, en sykdom som ikke kan korrigeres ved briller. En antar at ca halvparten av befolkningen vil utvikle grå stær. I Norge har vi i dag ca 900 000 personer som er over 60 år eller eldre. Dette utgjør (pr 1. 1. 1987) 21% av befolkningen, men prosentandelen ventes å øke i årene som kommer. Disse høye tallene betyr at handicap pga svakt syn er et betydelig samfunnsproblem. Likevel er det få undersøkelser av sammenhengen mellom synsfunksjoner og alder som omhandler personer over 60 år, og derfor er denne gruppens spesielle problemer relativt ukjente.

Bruk av kulørte farger gir bedre synsforhold

"Personer med grå stær eller ukorrigerte refraksjonsfeil har sterkt nedsatt synsskarphet og redusert følsomhet for luminanskontraster. Men det er grunner for å tro at deres evne til å se nyanser av kulørte farger mot en nøytral bakgrunn ikke er særlig svekket. Denne antagelsen er blitt bekreftet i forsøk hvor normalt-seende og svaksynte personer vurderte tydeligheten av ulukørte og kulørte objekter mot forskjellige bakgrunner. For den samme forskjell (nominell kontrast) mellom objekt og bakgrunn for normalt-seende, var store kulørte flater langt bedre synlige for synssvake enn tilsvarende kulørte objekter. Vi fant det nødvendig å øke luminanskontrasten mellom akromatiske (ukulørte) flater til den var fra 2 til 4 ganger større enn en gitt kulørforskjell for at tydeligheten skulle bli den samme. Denne effekten var uavhengig av fargetonen på objektet, men det var kritisk at bakgrunnen var akromatisk. Vi konkluderer at uskarp eller diffus avbildning på netthinnen reduserer luminansforskjeller mye mer enn tilsvarende forskjeller i kulør. Bruk av kulørte flater på objekter i interiører vil derfor gi synsdefekte med ukorrigerbare refraksjonsfeil eller grå stær større mulighet til å oppdage og å identifisere dem, og dermed øke deres orienteringsevne."

Hvordan oppnå gode kontrastforhold?

"Det finnes tradisjonelt to metoder for å oppnå gode kontrastforhold: Man kan øke det generelle belysningsnivået, eller en kan aksentuere kontrastene mellom gjenstandene i interiøret. Den første løsningen er problematisk av flere årsaker. Synssvake har problemer med refleksjer allerede ved normale belysningsnivå (NBI, 1986) og har ofte vansker med å skille dem fra lysskilder. Dessuten er denne løsningen ressurskrevende i form av større utgifter til installasjon, drift og energi, mens den andre løsningen ikke medfører kostnadsøkninger. Kontraster oppnås vanligvis ved å sette lyse og mørke gjenstander opp mot hverandre,...."

Begrensning til slike luminanskontraster kan gi problemer. Mørke flater vil absorbere lyset. Dersom man erstatter lys-mørke skalaen med nyanser av relativt lyse kulørte farger, vil også det generelle luminansnivået bli høyere, og gi en effektiv utnyttelse av lyskilden. Undersøkelsen viser at når luminanskontraster erstattes av kulør-mot-ukulørt kontraster, fører dette til en overraskende stor forbedring av synsforholdene for svaksynte. Derimot er det ikke spesielt gunstig å plassere en ukulørt flate mot en kulørt bakgrunn, eller en kulørt flate mot en

komplementærfarget bakgrunn (f eks rødt mot grønt). Størrelsesforholdet mellom mål og bakgrunn kan spille en rolle. Valberg konkluderer med at en naturlig fortsettelse av prosjektet ville være å utføre forsøk i større skala, med reelt synsvake i tredimensjonale miljøer, hvor gjenstander og kontraster sees i relasjon til lys og skygger.

10.8 Brillebruk og bilkjøring

I en artikkel i Aftenposten 28. mai 1990, slår optiker Thomas Bergsaker, medlem av Norges Optikerforbunds trafikkgruppe fast at 50 000 bilførere i Norge har for dårlig syn. En undersøkelse foretatt av TØI blant førerkortkandidater viste at 40% av brillebrukerne ikke oppga på egenmeldingen at de brukte briller.

11. OMGIVELSENES PSYKOLOGI (ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY)

I kapittel 11 har vi valgt å henvise til Canters arbeid knyttet til "omgivelsenes psykologi"; uten at denne retningen innenfor psykologien relateres til dagens arkitekturteoretiske debatt. (En slik presentasjon ville gå utenfor rammene til prosjektets fase 1.) Canter har arbeidet med å øke kontakten mellom arkitekter og brukere, han har bl a arbeidet med menneskers atferd i nødsituasjoner. I dette kapittelet framkommer det at det er viktig at planleggere av tunneler både registrerer hva tunnelbrukere ventet skal skjete etter at en tunnelulykke har inntruffet, og gjør seg opp en mening om hvordan de ønsker at tunnelbrukere skal forholde seg til en ulykkessituasjon. En viss stansardisering av tunneler kan være med på å øke gjenkjennelsen, slik at folk føler seg tryggere, og slik at folk handler adekvat i en ulykkessituasjon. Romstørrelsen må være stor nok til at det gis fluktmuligheter, og tunnelbrukerne må informeres om / gjøres innforstått med fluktrutene vha visuelle virkemidler / arkitektoniske løsninger. I prosjektets fase 2 bør vi ta utgangspunkt i de samme fem komponentene som Canter har anvendt i forhold til brann, og søke å finne fram til arkitektoniske løsninger som gir svar på den problemstilling som tilhører hver av de fem komponentene, i tilknytning til tunnelulykker generelt.

Psykologi og arkitektur

Canter (1974) skrev sin bok "Psychology for architects" i den hensikt å øke kontakten / forståelsen mellom arkitekter og brukere. Canter legger bl a aspekter ved læringssituasjonen til grunn for sin argumentasjon; mennesker vil oppleve ny arkitektur med utgangspunkt i den læring som har funnet sted i møtet med eksisterende arkitektur. Han understreker at mennesket hele tiden er i forandring (bl a under henvisning til Piaget), at ulike mennesker opplever arkitektur ut fra ulike forutsetninger, og at det finnes årsaker til at folk benytter rommet på en bestemt måte. Canter etterlyser en arkitekturutforming med utgangspunkt i en bevissthet om brukerens opplevelse.

Underliggende dimensjoner

Canter (1974) henviser i kapittelet "Underlying dimensions" (Canter 1974:76) til Osgood *et al*, og et system for kategorisering av underliggende dimensjoner med utgangspunkt i språket. Analysen startet med matriser av assosiasjoner eller sammenhenger. Osgood sorterte adjektiver i følgende tre hovedkategorier, som Canter omtaler som representative og fundamentale:

- a) evaluering (god / dårlig, snill / slø, verdifull / verdiløs),
- b) styrke (sterk / svak, stor / liten, tung / lett) og
- c) aktivitet (aktivitet / passivitet, rask / sen, varm / kald).

Innenfor disse tre hovedgrupperinger plasseres ni par adjektiver som er semantiske motsetninger. Canter representerer et av flere forskningsmiljøer som har tatt utgangspunkt i , og anvendt, Osgoods resultater ved spørreundersøkelser.

I 1974 hevdet Canter at studiet av hvordan mennesker opplever bygninger er analogt til studier knyttet til semantiske forskjeller. Men det er vanskelig å anvende Osgoods dimensjoner i en så spesifikk situasjon som når man skal få mennesker til å vurdere bygninger. Mht bygninger er den dimensjonen som er mest interessant "pleasantness" (tiltalende / frastøtende, pen / stygg interessant / uinteressant, uttrykksfull / uttrykksløs, karakterfull / karakterløs). De andre dimensjonene som ofte opptre er ryddighet eller strukturthet, vennlighet, komfort.

Dette er systemer som Canter siden har gått bort fra, men som Richard Küller, VTI i Linköping, fremdeles anvender.

Omgivelsenes psykologi i lys av sosialpsykologi

I boken "Environmental Social Psychology" (1988) skriver Canter følgende: En av de største oppdagelser, som et resultat av psykologiske studier av menneskets oppfatninger av omgivelsene, er at menneskets opplevelse av et fysiske miljø i hovedsak er sosialt betinget.

Tre hovedtemaer fra omgivelsenes psykologi har blitt betraktet i lys av den utviklingen som har skjedd innenfor sosialpsykologien.

- a) Det første temaet er framkommet gjennom studier av mentale kart, og omhandler omgivelsenes betydning; viktigheten av våre omgivelser betraktet i relasjon til viten om en kognitiv økologi med en sosial kontekst.
- b) Det andre temaet omfatter studier av bruk av "space", "personal space", og oppførselsmessig økologi. Studiet av stedets regler står sentralt.
- c) Det tredje temaet omhandler omgivelsesmessig evaluering. Omgivelsesmessig evaluering kan sees på som et motstykke til kognitiv økologi og stedets regler, og dette tredje temaet må av den grunn betraktes med utgangspunkt i stedsrelaterte formål. Det har blitt antydnet at forskjellene mellom folk reflekterer disse samspillsprosessene mellom sted og handling.

Ifølge Canter peker denne rammen i retning av at det er vesentlig å utforme klare retningslinjer, som kan anvendes ved utformingen av steder / rom; retningslinjer som viser verdien av å forme et bilde av stedets konsept, hva slags regler som gjelder der etc.

Informasjon / menneskets atferd i nødsituasjoner

Canter har arbeidet med menneskers atferd i nødsituasjoner, og han redegjør for sitt arbeid bl a i artikkelen "Fires and Human Behaviour: Emerging Issues" fra 1980. Canter setter opp fem komponenter som han omtaler i artikkelen:

- a) forberedelse før ulykken skjer
- b) gjenkjennelse, straks ulykken skjer
- c) handling under brannen
- d) flukt fra brannen
- e) effektene av brannen

Aviser og media påvirker folks holdning til brann; dette er holdninger som bør endres dersom folk skal bli i stand til å takle de situasjoner som oppstår ved brann på en bedre måte. Ved universitet i Surrey har man foretatt studier som viser at avisene fokuserer på brann i svært mange av sine overskrifter. I forbindelse med omtale av brann benyttes ord som "katastofe" eller "heroiske redningsaksjoner". Videre nevnes ofte panikkreaksjoner i tilknytning til brann.

Canter (1990) understreker at risikotaking er en gamblingprosess. Det er snakk om

- a) å ta avgjørelser, og
- b) å oppnå tilfredsstillelse.

Hvordan ønsker arkitekter og planleggere at folk skal forholde seg til ulykkessituasjoner ved kjøring i tunneler? Ifølge Canter må folk gjøres klar over fluktruter. Det må være kommunikasjon angående hva som skjer. Informasjon og kommunikasjon må gå forut for handling.

Romstørrelsen i tunneler må være stor nok til at det gis fluktmuligheter. Arkitekter og planleggere må finne ut hva folk venter skal skje i forbindelse med en ulykke. Folks kunnskap om de fysiske formene brukes til en taksering / verdsetting av stemningen / atmosfæren.

12. WILDES RISIKO-HOMEOSTASETEORI (RHT)

Risiko-homeostaseteorien, RHT, belyses i kapittel 12, med utgangspunkt i utdrag fra et seminar som ble arrangert i Nederland i 1986, og som resulterte i boken "Risky decision-making in transport operations" (1988). Det henvises til seminarrets foredragsholderne, og til et utvalg av de artiklene som foredragene resulterte i. Alle menneskser forholder seg til fare. Når mennesker opplever noe som farlig medfører dette en avvergende handling. Det er dette fenomenet som kalles risikokompensasjon. Wildes risiko-homeostaseteori gir en forklaring på denne risikokompensasjonen.

RHT vil, dersom det viser seg at den holder stikk, ha stor innvirkning på trafikksikkerhetsarbeidet generelt, og også på vårt prosjekt. Forbedringsarbeide som utføres på en vegstrekning med tanke på økt sikkerhet, kan vise seg å ikke ha innvirkning på ulykkesantallet pr enhet tilbakelagte kjøretid.

RHT har ført til at opplevd sikkerhet har blitt sett på som et vesentlig element i trafikksikkerhetsarbeidet. Dette faktum er med på å understreke viktigheten av vårt prosjekt.

I risiko-homeostaseteorien antas det at ulykker er et resultat av oppførsel som pretenderer å balansere et akseptert maksimumsnivå ("target-level") av risiko i forhold til opplevd risiko. John G. U. Adams anser RHT som plausibel (rimelig), men umulig å teste. Han mener at de variablene som er spesifisert i teorien ikke kan måles nøyaktig, og at noen av variablene ikke kan måles i det hele tatt.

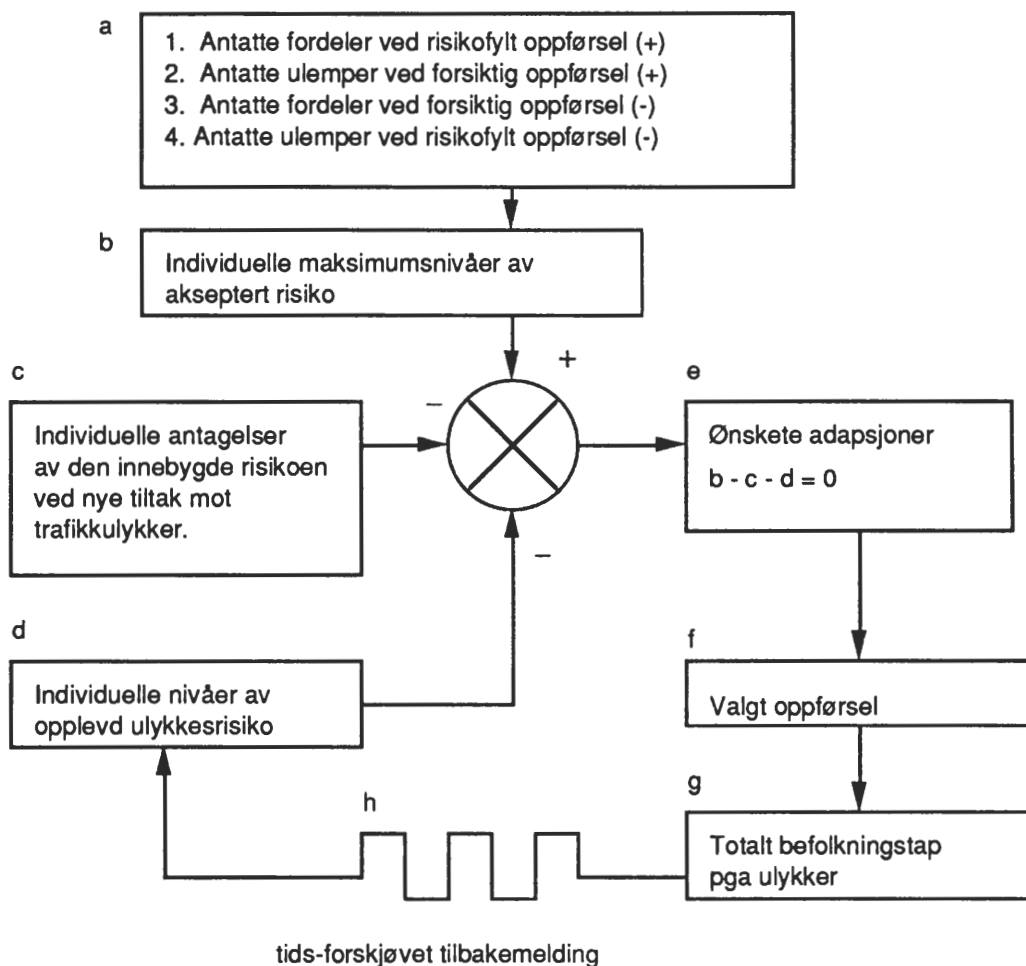
Adams skriver videre: Dersom man er forberedt på fare har dette innvirkning på reaksjonstiden. Vi er ambivalente når det gjelder risikotaking. Vi ønsker friheten til å kunne utsette oss for risiko. Men vi ønsker ikke utfallet av risiko-takingen: Ulykkene. Adams konkluderer med at det er mer enn nok beviser for eksistensen av risikokompensasjon. Det er kun viktigheten av, og med hvilken presisjon man kan beskrive oppførselsmessig respons på sikkerhetsmålinger, som gjenstår som et vesentlig spørsmål. Dette innbefatter at sikkerhetsmålinger heller vil føre til en omarrangering av ulykkesutbredelsen, enn å redusere den. Dette betyr ikke at det er umulig å gjøre vegger sikrere, men at antall ulykker er et verdiløs mål på sikkerhet.

Wiel Janssen og Erik Tenkink tar sin artikkel, "Risk homeostasis theory and its critics: time for an agreement," utgangspunkt i følgende: RHT er klart uttrykt på det punktet hvor det gjelder å fastslå at individer i trafikken har et maksimumsnivå med hensyn til ulykkesrisiko. Dette nivået opprettholdes ved tilpasset oppførsel. Det foreslås tre trafikksikkerhetselementer, som man bør konsentrere seg om i framtiden: Ulykkesrisiko er definert som produktet av ulykkesmuligheten og ulykkestypen (per time exposure.) Det er denne variabelen som er tenkt som den regjerende oppførselen. Janssen og Tenkink anser det som nødvendig å komplettere RHT gjennom videre forskning, på følgende punkt: Etter at man har introdusert et målesystem (for trafikkulykker) som er ventet å skulle virke inn på det rådende risikonivå, vil ulykkesrisikoen bevege seg tilbake til individets maksimumsnivå. Med et slikt syn vil RHT alltid være komplett; bilføreren vil alltid søke å oppnå nøyaktig det samme ulykkesrisiko-nivå (dersom endringen da ikke har vært av motiverende karakter). Janssen og Tenkink mener at her er RHT unødvendig streng sett ut fra teoretiske grunnprinsipper, og RHT er heller ikke understøttet av empiriske data på dette punktet. Man kan heller snakke om grader av negativ tilbakemelding / kompensasjon. Janssen og Tenkink argumenterer for at man bør snakke om en hierarkisk struktur, lagt til grunn for oppførsel som eventuelt kan føre til ulykker. Risikotaking må betraktes i lys av ulike krav til mestring av kjøresituasjonen.

S. Oppe tar i artikkelen "The concept of risk: a decision theoretic approach" utgangspunkt i de ulike definisjoner av risikokonseptet. Risiko defineres statistisk, andre ganger er risiko synonymt med fare. Oppe velger å gå inn på et risikobegrep som er synonymt med antatt tap, i samsvar med definisjonen i den bestemmelses-teoretiske modellen. I denne modellen er risiko

direkte knyttet til avgjørelser tatt av den individuelle bilfører. Denne tilnæringsmåten klargjør sammenhengen mellom individuell og kollektiv risiko. Relasjonen mellom individuell oppførsel og fare er ikke overdimensjonert. Modellen er i stand til å håndtere fundamentale aspekter ved oppførsel i trafikken, som informasjonsforståelse og informasjonsbearbeidelse, bestemmelsestaking og mestring.

FIGUR 9



Homeostasemodell som relaterer bilførerens oppførsel til befolkningstap på grunn av ulykker og omvendt. Dette knyttes til individuelle nivåer av akseptert risiko, som den relasjons-kontrollerende variabel, og til motiverende faktorerer, som avgjør bestemmelsen av befolkningens maksimale aksepterte risikonivå (Wilde, 1988).

G. J. S. Wilde argumenterer i artikkelen "Risk homeostasis theory and traffic accidents: propositions, deductions and discussion of dissension in recent reactions" på følgende måte: Det er klare beviser for at teknologiske nyvinninger har ført til vesentlige reduksjoner i ulykkesantallet pr enhet tilbakelagt kjøredistanse, på bestemte veger, bestemte vegstrekninger og på vegnettet som helhet. Men til tross for dette har ikke ulykkesantallet pr enhet tilbakelagt kjøretid, og ulykkesantall pr hode av befolkningen vist den samme positive nedadgående trenden. RHT ble lagt fram som et forsøk på å forklare dette faktum. Dette medfører at relasjonen mellom

ulykkestap pr innbygger og bilførerens oppførsel danner en lukket (reguleringsprosess-) sirkel, med foretrukket risikonivå som en kontrollerende variabel utenfor den lukkede sirkelen . Det er bevist at ulykkesfrekvensen pr innbygger kan reduseres ved motiverende tiltak; tiltak som er effektive når det gjelder å redusere bilføreres foretrukkede risikonivå. RHT har mottatt støtte og kritikk fra forskere. Hensikten med artikkelen er å identifisere hovedkildene til uenigheten.

Frank Mc Kenna (1990) arbeider med en teknikk for måling av risikopersepsjon ved Reading University. Mc Kenna er kritisk til RHT. Han tror at det er enkle perseptuelle problemer som fører til feilhandlinger. (F eks endring av perseptuelle omgivelser.) Mc Kenna var også en av bidragsyterne ved seminaret i Nederland i 1986. I artikkelen "What role should the concept of risk play in theories of accident involvement ?" skriver han: I den siste tiden har man i stor grad understreket risikoteoriens rolle med hensyn til innblanding i ulykker. RTH er et eksempel på dette. Her argumenteres det med at det risikonivå folk er villig til å akseptere er den eneste bestemende faktor ved ulykkesinnblanding. Mc Kenna slår fast at bevisførselen for teoriens holdbarhet er svak. Han konkluderer med at økt kunnskap om grensene for menneskets risikopersepsjon vil vise seg å være nyttig når det gjelder forståelse av hvordan folk reagerer i forhold til menneskelig svikt og ulykkesinnblanding.

13. HOVDEN OG RUNDMOS MODELL: OPPLEVD SIKKERHET / REELL ULYKKESFREKVENNS

Når det gjelder sammenhengen mellom opplevd og reell sikkerhet i tunneler har vi i kapittel 13 valgt å basere oss på Hovden og Rundmos modell (1990) for opplevd risiko og sikkerhet på Statfjordfeltet. Årsaken til dette er

- a) at modellens hovedtrekk synes å være overførbare til en vegtunnelproblematikk.
- b) Modellen er komplett, i den forstand at den inkluderer både kontekstuelle og personrelaterte variabler. Vår problemstilling kan lett knyttes til et slikt konsept, da bilkjøring impliserer bilførerens kjøreegenskaper, motorkjøretøyets stand og vegens utforming.
- c) I kapitlene om opplevd sikkerhet og reell ulykkesfrekvens understøttes Hovdens og Rundmos modell i form av undersøkelser utført av Human Factors Solutions, innhentet litteratur, og informasjon fra ekstern kompetanse.

I kapittel 13 blir det fokusert på sammenhengen mellom årsak - virkning når det gjelder opplevd sikkerhet (risiko) og ulykker / nestenulykker / omkjøring. Mannlige bilførere i 40-årsalderens opplevelse av kontroll ved kjøring i tunneler samsvarer i større grad med tall knyttet til reell ulykkesfrekvens, enn det som er tilfellet for unge, uerfarne bilførere. Unge bilførere blir mer stresset enn eldre, mer erfarne bilførere, og de anvender i større grad ineffektive strategier for å takle stress. Dette kommer til uttrykk i den U-formete ulykkeskurven. Ved utforming av eksisterende tunneler har verken opplevelse av risiko / sikkerhet ved kjøring i tunneler, eller fysiologiske endringer av bilføreres synsskarpheit og adaptasjonsevne som en følge av alder, blitt vektlagt. Av Hovden og Rundmos modell går det fram at personvariabler, og brukernes opplevelser av risiko / stress, i framtiden må inngå som vesentlige faktorer i ulykkesforebyggende arbeid.

Den generelle sammenhengen mellom personvariabler og kontekstuelle faktorer belyses bl a av Canter. Hvorvidt denne sammenhengen har innvirkning på den reelle ulykkesfrekvensen belyses av / benektes i Wildes risikohomeostaseteori (RHT) i kapittel 12. Dersom vi skulle ha basert oss på Wildes RHT, måtte vi ha endret prosjekt-tittelen. Da det er knyttet en så stor grad av usikkerhet til denne teorien, velger vi i stedet å la den fungere som en kommentar til Hovden og Rundmos modell.

De følgende begrepsdefinisjoner / forklaringer i tilknytning til figur 10, er i hovedsak hentet fra Hovden og Rundmos prosjektforslag (1990), og tilpasset vårt konsept.

Angående figur 10:

Direkte årsaker: En heltrukket linje mellom to bokser / faktorer betyr at variablene i første faktor antas å være direkte årsak til variablene i andre faktor.

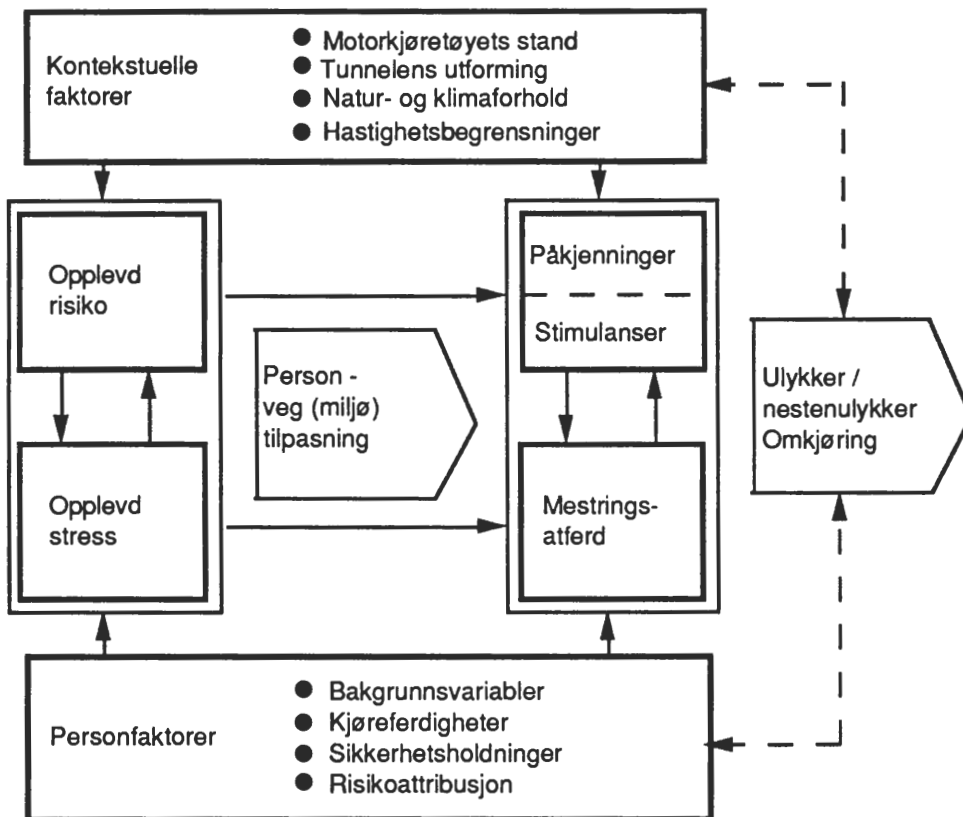
Mellomliggende variabler: En sekvens av to heltrukne linjer mellom to faktorer, betyr at faktoren i midten er en mellomliggende variabel mellom den opprinnelige årsak og den egentlige effekt.

Avledede reaksjoner: en stiplet linje indikerer at det er korrelasjon mellom to faktorer, men ikke dermed nødvendigvis noen kausal relasjon.

Moderatorvariabler: De variabler som påvirker en relasjon heller enn en faktor, kaller vi

moderatorvariabler / - faktorer.

FIGUR 10



Figuren viser faktorer som påvirker opplevd risiko, personers atferd og reell risiko ved kjøring i tunneler. Figuren er laget med utgangspunkt i Jan Hovden og Torbjørn Rundmos (1990) modell for opplevd risiko og sikkerhet i forbindelse med "Undersøkelse av arbeidsmiljø, helse og sikkerhet på Staffjordfeltet."

Kontekstuelle faktorer

De kontekstuelle faktorer beskriver den omgivelsesmessige sammenhengen man befinner seg i ved opplevelse av risiko og sikkerhet. Inn under dette punktet kommer motorkjøretøyets stand, tunnelens utforming, naturforhold og hastighetsbegrensninger.

Opplevd risiko

Opplevd risiko er den subjektive oppfatning av sjansene for at en hendelse skal inntreffe og sannsynligheten for at denne hendelsen skal ha en spesifisert konsekvens. Det inkluderer:

- Generell risiko-opplevelse; hvordan vi opplever faren ved ulike aktiviteter og virksomheter uten at vi selv deltar i dem, og
- spesifikk risiko-opplevelse; opplevelsen av risiko i bestemte, konkrete faresituasjoner og egne, personlige erfaringer med håndtering av farer.

Denne opplevelsen bestemmer vår konkrete risikoatferd og tilpasning.

Opplevd stress

Opplevd stress omfatter øvrige subjektive miljøfaktorer, dvs individets persepsjon av objektivt miljø. Man må skille mellom begrepene "stress" og "strain". Stress er bilførerens opplevelse av objektiv sikkerhet. "Strain" eller "påkjenninger" er personens reaksjoner på den subjektive opplevelsen, psykologisk, fysiologisk og atferdsmessig.

Glendon *et al* (1989) omtaler "driving stress" som et syndrom av kognitive, oppførselsmessige og affektive symptomer, framkommet ved individets vurdering av omgivelsesmessige krav. (Helt inn til nylig har stress knyttet til bilkjøring ikke blitt forsket på i særlig grad.)

Person - veg (miljø) tilpasning

Dette er en betegnelse på grad av samsvar mellom ønsket og aktuelt nivå av stress og risiko.

Personfaktorer

Personfaktorer omfatter alle relevante faktorer ved personen som påvirker relasjonen mellom subjektive vurderinger og påkjenninger i kjøresituasjonen. Det gjelder bakgrunnsinformasjon som alder, kjøreferdigheter, sikkerhetsholdninger samt utvalgte indikatorer på personlighetsprofil. (Risikoattribusjon er et uttrykk for risikotilskrivelse.)

Påkjenninger / stimulanser

Dette begrepsparet omfatter individets psykologiske, fysiologiske og atferdsmessige reaksjoner på egne vurderinger av ytre miljøforhold og risiko. Påkjenninger benyttes om dimensjonen fra negative effekter til mangel på negative effekter. Stimulanser benyttes om dimensjonen fra nøytrale til positive effekter. Det er viktig også å inkludere disse ved vurderinger av opplevd risiko og stress.

Mestringsatferd

Mestringsatferd defineres som individets aktivitet for å fjerne en opplevd trussel. Mestringsatferd er individets observerbare atferd; kontroll / mangel på kontroll overfor et aversivt stimuli. Mestringsatferd er et overordnet begrep for risikoatferd og sikker atferd:

- a) Risikoatferd; manglende mestringsatferd, som øker sannsynligheten for skader og uhell
- b) Sikker atferd; den positive dimensjon av mestringsatferden

Ulykker / nestenulykker, omkjøring

Opplevd risiko kan gi større årvåkenhet, eller det kan føre til økte påkjenninger. Det er denne faktoren som kan påvirke sannsynligheten for feilhandlinger / ulykker ved at mulighetene for mestringsatferd blir endret. Det vil være en direkte sammenheng mellom opplevd risiko og påkjenninger og mellom påkjenninger og ulykker / nestenulykker. Vi skiller, som tidligere nevnt, mellom generell og spesifikk risikoopplevelse, og vil anta at det kan være en direkte effekt av spesifikk opplevd risiko på mestringsatferd, men at det ikke i samme grad gjelder den generelle.

Lav mestringsmulighet i forbindelse med kjøring i vegtunneler, kan også resultere i omkjøring, redusert bilkjøring etc.

14. OPPLEVD SIKKERHET, TO UNDERSØKELSER

Kapittel 15 inneholder informasjon om / resultatene fra to undersøkelser foretatt blant tunnelbrukere. Vi hadde i utgangspunktet antatt at det fantes mer informasjon / litteratur om emnet opplevd sikkerhet i tunneler, men det har vist seg at dette er et område som det så godt som ikke har blitt forsket på tidligere, verken i Norge eller i utlandet. I januar / februar 1990, gjennomførte vi en pilot-undersøkelse, der vi intervjuet 50 personer i Oslo-distriktet.

Målet med undersøkelsen var

- 1) å få kjennskap til de faktorer som folk i Norge forbinder med tunneler, og da spesielt faktorer som relaterer seg til opplevd sikkerhet
- 2) å formidle kontakt mellom tunnelbrukere og prosjektgruppen

I juni 1990, sendte vi via Vegdirektoratets førerkortregister ut 1500 spørreskjemaer (spørreundersøkelse nummer 2), representativt fordelt i forhold til alder og kjønn. Skjemaene ble sendt til førerkortinnehavere i følgende 5 fylker: Akershus, Oslo, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal. Hensikten med denne undersøkelsen var

- 1) å tallfeste kvantifiserbare faktorer, og å belyse de øvrige
- 2) å kategorisere innsamlet materiale

Resultatene fra undersøkelsene viser bl a at kvinner og eldre opplevelser av å kjøre i tunneler divergerer fra menns opplevelser. Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2, bør verifiseres ved hjelp av målinger av folks oppførsel i tunneler; vi bør sammenligne ulike tunneler ved ulik beliggenhet, under forutsetning av at variablene er klare. En slik undersøkelse må eventuelt inngå som en del av hovedprosjektet.

14.1 Presentasjon av pilot-undersøkelsen (intervjuundersøkelse nummer 1)

Metode

Vi gikk ut med åpne spørsmål, da vi ønsket å få kjennskap til de faktorer som folk i Norge forbinder med tunneler, og ikke ønsket å påvirke svarene unødige. Vi intervjuet 50 personer over 18 år; 23 kvinner og 27 menn. Intervjuundersøkelsen fant sted på Aker brygge og på Ikea. (Hensikten med undersøkelsen var ikke å tallfeste faktorer; resultatene er ikke representative. Svarene gav oss indikasjoner på hvilke problemområder som krever videre arbeid.)

Presentasjon av resultatene

SPØRSMÅL 1: HVA SYNES DU OM TUNNELER?

Spørsmålet ble stilt fordi vi ønsket å kartlegge hvilke synspunkt folk har på hjertet når tunneler nevnes. Det er stor bredde i de svar som ble avgitt, selv om et stort antall av de spurte kvinnene svarte at de ikke liker tunneler. Halvparten av kvinnene i aldersgruppen 35 - 55 år svarte at de misliker tunneler.

Menns svar var stort sett positive; tunneler er bra, morsomme å kjøre i, praktiske etc. De som var eldre enn 55 år hadde svært positive synspunkter på tunneler.

Et par av de spurte nevner at de har klaustrofobi i tunnel, men det er langt færre menn enn kvinner som nevner dette. Tunneler blir av flere menn karakterisert som en god løsning på trafikkmessige problemer.

Svarene er i stor grad relatert til tunneler i by.

SPØRSMÅL 2: HVA LIKER DU VED TUNNELER?

Vi stilte et hovedspørsmål, men dersom folk viste spesiell interesse for spørsmålsstillingen eller hadde problemer med å svare, stilte vi dem et eller flere av underspørsmålene:

FORSKJELL: DAG / NATT? SOMMER / VINTER? RÅSPRENGT FJELL / BETONG? BELYSNING / IKKE BELYSNING? FARGER / IKKE FARGER? STIKKORD: INNGANGSSONE. TUNNELENS MIDTSONE. TUNNELMUNNINGEN.

De spurte kvinnene benytter seg av adjektiv som OK, solid, greit, koselig etc for å beskrive hva de liker ved tunneler. Det konkluderes med at det er positivt at man kommer raskere fram; reisestrekningen kortes ned. Det at det er tørt inne i tunnelen (når det er regn- eller snøvær ute) og det er ikke vegkryss der blir også ansett som positivt. Videre blir det sagt at veggene i tunnelen bør være betongbelagt, tunneler bør ikke være for lange, de bør være bra ventilert og det bør være god belysning.

Menn benytter seg av bl a av ord som trygg og nifst / spennende for å beskrive hva de opplever som positivt ved tunneler. Flere av mennene betrakter tunneler som tidsbesparende og miljøvennlige. Med hensyn til det opplevelsesmessige ønskes det mer farger og større bredde og høyde. God belysning nevnes som en faktor som fører til økt trygghet.

SPØRSMÅL 3: HVA MISLIKER DU VED TUNNELER?

Vi stilte et hovedspørsmål, men dersom folk viste spesiell interesse for spørsmålsstillingen eller hadde problemer med å svare, stilte vi dem et eller flere av underspørsmålene:

FORSKJELL: DAG / NATT? SOMMER / VINTER? RÅSPRENGT FJELL / BETONG? BELYSNING / IKKE BELYSNING? FARGER / IKKE FARGER? STIKKORD: INNGANGSSONE. TUNNELENS MIDTSONE. TUNNELMUNNINGEN.

Svarene viser at flere kvinner anser dårlig ventilasjon og dårlig belysning som et stort problem. Videre nevnes det at man fratas naturopplevelsen, og at det kan være vanskelig å gjennomføre bergingsaksjoner i tunneler. Et stort antall av de spurte kvinnene er plaget av klaustrofobitendenser i tunneler.

Menn nevner, i motsetning til kvinner, finansieringen av tunnelene. I tillegg til de faktorer som allerede er nevnt i kommentarer til de forutgående spørsmålene, nevnes lekkasjer i tunneler.

SPØRSMÅL 4: HVILKEN TUNNEL LIKER DU Å KJØRE GJENNOM?

Kvinner nevner korte tunneler generelt. Oslo-tunnelen nevnes flere ganger. (Mediefokuseringen, og det at tunnelen var nyåpnet da intervju-undersøkelsen ble gjennomført kan ha vært av en viss betydning.)

Menn nevner Fjell-linjen (Oslo-tunnelen) flest ganger. Menn nevner at de liker lange tunneler, i motsetning til de kvinnelige intervju-objektene.

SPØRSMÅL 5: HVORFOR LIKER DU Å KJØRE GJENNOM DENNE TUNNELEN?

Kvinnene legger svært ulike årsaker til grunn for valg av en bestemt tunnel: Fra utsagn som "denne bestemte tunnelen er forbundet med feriefølelse" til argumentasjon som går på tunnelens utforming og størrelse. Stikkord som går igjen er: Lys, bred / høy, kort. I tillegg nevnes: Informasjon, støpte vegger, nødutstyr.

Menn gir mer konkrete svar når de svarer på dette spørsmålet enn på helt åpne spørsmål. Også de årsaker som menn legger til grunn for valg av en bestemt tunnel spenner over et stort spekter: Fra hvorvidt man får en forenklet tilgang til reisemål / sparer tid til svar der miljøvern og utforming vektlegges.

SPØRSMÅL 6: HVILKEN TUNNEL MISLIKER DU Å KJØRE GJENNOM?

Vi stilte et hovedspørsmål. Noen av intervju-objektene ble bedt om å svare på underspørsmålet: HVA SYNES DU OM VÅLERENGTUNNELEN?

Kvinner svarer, i overensstemmelse med de svar som ble avgitt under spørsmål 3, at lange tunneler oppleves negativt. Haukelitunnelen nevnes av fire av intervju-objektene som et eksempel på en tunnel de misliker å kjøre gjennom. Flere av kvinnene karakteriserer Vålerengen-tunnelen som for svingete.

De tunnelene som av menn nevnes flest ganger er Vålerengtunnelen og Holmestrandtunnelen. (Det at Holmestrandtunnelen var en av de første lengre tunnelene som ble åpnet på Østlandet kan være en av flere årsaker til at denne tunnelen nevnes.)

SPØRSMÅL 7: HVORFOR MISLIKER DU Å KJØRE GJENNOM DENNE TUNNELEN?

De kvinnelige intervjuobjektene karakteriserte tunnelene med utgangspunkt i hvorvidt de mislikte tunnelen (og/eller ble reddet og/eller fikk vondt i hodet av eksosen) med ord som 'skremselstunnel' og 'ekkel'. Stikkord som går igjen er: Dimensjonering, oversiktighet, kurvatur, ventilasjon, belysning, lekkasje, kødannelse.

Avkjørselmuligheter inne i tunnelen ved ulykkestilfeller etterlyses ikke. (Dette ble nevnt under spørsmål 3: Hva misliker du ved tunneler?)

Det ser ut til at menn nå nevner faktorer som de ikke har nevnt før. Noen av mennene benytter seg av en mer aggressiv ordbruk enn det kvinner gjør for å beskrive opplevelsen av en tunnel som de misliker å kjøre gjennom. I tillegg til de stikkord som kvinner har nevnt, nevnes følgende: Assosiasjon til tidligere ulykke, lekkasje, høy kjørehastighet, redusert naturopplevelse.

SPØRSMÅL 8: KJØRER DU SAKTERE ELLER FORTERE I TUNNELER ENN PÅ VANLIGE VEGER?

Nesten halvparten av kvinnenne senker farten i tunneler. De øvrige, med unntak av to som kjører fortere, beholder samme kjørehastighet.

Konklusjoner for videre arbeid med prosjektet: Vi må kartlegge eksisterende erfaring / forskning som fokuserer på resultatet av høyere vegstandard / høyere kjørehastighet i tilknytning til ulykkesfrekvens.

Resultatene for menn avviker ikke i særlig grad fra resultatene for kvinner.

SPØRSMÅL 9: HVORFOR? (HVORFOR KJØRER DU SAKTERE / FORTERE I TUNNELER?)

Her innhentet vi kun svar fra de kvinner som endret kjørehastighet i tunneler. I svarene fokuseres det på at tunneler virker smalere enn vanlige veger, og det nevnes at det kan være glatt ved tunnelens overgangssoner. De fleste av de spurte hadde ikke noe bevisst forhold til hvorfor de senket farten.

Menn oppgir redselen for ulykker, trafikkovervåking, blanding, følelsen av begrenset 'frihet' inne i tunneler som årsaker til at man kjører saktere i tunneler enn på vanlige veger.

SPØRSMÅL 10: HVILKE AV DISSSE ALTERNATIVENE VIL DU FORETREKKE? (BRO, RUNDKJØRING, TUNNEL GJENNOM FJELL, UNDERSJØISK TUNNEL, VANLIG VEG.)

Alle de spurte kvinnene, med unntak av en, svarer at de foretrekker vanlig veg. De fleste plasserer undersjøisk tunnel nederst på listen av aktuelle alternativer.

De svarene som menn avgir på dette spørsmålet er ikke så homogene som kvinnenes svar. De fleste foretrekker vanlig veg, men flere av mennene foretrekker også bro. Over halvparten av de spurte plasserer rundkjøring nederst på listen. De svar som menn avgir avviker fra kvinnenes svar når det gjelder rundkjøringens plassering ved rangeringen av alternativer.

SPØRSMÅL 10: HVILKE AV DISSE ALTERNATIVENE VIL DU FORETREPPE?
(BRO, RUNDKJØRING, SENKETUNNEL, TUNNEL GJENNOM FJELL, UNDERSJØISK TUNNEL, VANLIG VEG.)

Da realiseringen av senketunneler står på trappene flere steder i Norge, valgte vi på et tidspunkt å innhente reaksjoner på denne løsningen ved å inkludere senketunneler som et sjette alternativ.

Majoriteten av de spurte kvinnene plasserer senketunneler lengst nede på listen over de alternativene de ville foretrekke dersom de skulle reise fra A til B. Her svarer alle de spurte at de foretrekker vanlig veg. (Dette korresponderer med de svarene kvinnene gav da de ble forelagt 5 alternativer.) Undersjøisk tunnel er av de fleste plassert nest nederst på listen.

De fleste av de spurte mennene foretrekker vanlig veg. To svar avviker fra de øvrige svarene ved at vanlig veg plasseres nederst på listen.

SPØRSMÅL 11: HVOR TROR DU DET VIL SKJE FÆRREST ULYKKER?
(BRO, RUNDKJØRING, TUNNEL GJENNOM FJELL, UNDERSJØISK TUNNEL, VANLIG VEG.)

Tunnel gjennom fjell blir av de fleste av kvinnelige intervju-objektene ansett som det mest sikre alternativet. Vanlig veg kommer langt ned på listen under spørsmål 11, til tross for at dette er det alternativet som blir foretrukket både av kvinner og menn under spørsmål 10.

Bro nevnes flest ganger som det av de 5 alternativene hvor mannlige intervju-objekter tror det vil skje færrest ulykker. Rundkjøring nevnes flest ganger som det alternativet hvor det vil skje flest ulykker. (Alternativene har med andre ord ikke kun fått sin plassering i rekkefølgen ut fra en redsel for nye løsninger. Undersjøisk tunnel antas å være et mer ukjent fenomen for de fleste enn rundkjøring.)

SPØRSMÅL 11: HVOR TROR DU DET VIL SKJE FÆRREST ULYKKER?
(BRO, RUNDKJØRING, SENKETUNNEL, TUNNEL GJENNOM FJELL, UNDERSJØISK TUNNEL, VANLIG VEG.)

(Da realiseringen av senketunneler står på trappene flere steder i Norge, valgte vi på et tidspunkt å innhente reaksjoner på denne løsningen ved å inkludere senketunneler som et sjette alternativ.)

Her har ingen av de spurte kvinnene nevnt tunnel gjennom fjell som det mest sikre alternativet slik som da spørsmål nummer 11 ble stilt med 5 alternativer. Senketunnel blir ikke ansett som et sted hvor det vil skje spesielt mange ulykker.

Vanlig veg og undersjøisk tunnel nevnes like mange ganger som det alternativet hvor menn tror det vil skje færrest ulykker. Resultatet viser at vi ikke har forespurt tilstrekkelig mange mennesker til å kunne trekke noen konklusjoner under spørsmål 11(seks alternativer). Resultatet avviker fra spørsmål 11 (fem alternativer) stilt til menn. Derimot kan man konstatere at senketunneler av de fleste mannlige intervju-objektene ikke anses som det stedet hvor det vil skje mest ulykker. Dette korresponderer med resultatene for kvinner.

Om resultatene i detaljer

Under renskrivingen har vi lagt vekt på å komme så nær det muntlige svaret som mulig, ved å sitere alt som ble notert ned under intervjuet.

Kvinner over 55 år viste liten interesse for spørsmålsstillingen, derfor baserer dette intervju-materialet seg kun på tre svar fra kvinner i denne aldergruppen.

Spørreskjemaet ble korrigert to ganger underveis. Første korrigerings: Vi tilførte skjemaet noen underspørsmål. (Spørsmål 2, 3 og 5.) Disse spørsmålene er sitert i svargjengivelsen dersom de er blitt stilt. Andre korrigerings: Spørsmål 10 og 11 fikk et sjette alternativ: Senketunneler. 16 av intervju-objektene ble forelagt denne versjonen. Denne svargruppen er sortert for seg.

Konklusjoner

- a) Vi har identifisert mange av de faktorer som tunnelbrukere forbinder med opplevelse av sikkerhet / trygghet i tunneler.
- b) Mange av faktorene gjenspeiler den informasjonen vi har innhentet via litteratur. Dette tyder på at opplevd risiko og reell sikkerhet er nært knyttet til hverandre.
- c) Det ser ut til at kvinner, i større grad enn menn opplever det å kjøre gjennom tunneler som risikofyllt.
- d) Påstander om at klaustrofobi fører til problemer i tunneler for ca. 2-5% av befolkningen, bør vurderes i lys av hvor stor andel av befolkningen som er plaget av en ikke-patologisk angst. Våre resultater tyder på at blant kvinner kan opp til 50% være plaget av angst og uro / klaustrofobitendenser i tunneler.
- e) Mange av de spurte anser ventilasjon og belysning som problematiske faktorer med hensyn til tunneler.
- f) Folk gav oss mange positive og vel gjennomtenkte svar. Undersøkelsen er vellykket.

Skjemaet til pilot-undersøkelsen (intervju-undersøkelse nummer 1) finnes som vedlegg bakerst i rapporten.

14.2 Spørreundersøkelse nummer 2

Metode

Det ble foretatt databasesøk i Vegdirektoratets førerkortregister, i den hensikt å finne fram til navn og adresse på førerkortinnehavere med førerkort som inkluderer klasse B.

Antall skjemaer som ble utsendt: 1500

Tilsammen 750 skjemaer ble gitt en representativ fordeling i forhold til antall førerkortinnehavere i de to fylkene:

OSLO
AKERSHUS

Tilsammen 750 skjemaer ble gitt en representativ fordeling i forhold til antall førerkortinnehavere i de tre fylkene:

MØRE OG ROMSDAL
SOGN OG FJORDANE
HORDALAND

Det var en representativ fordeling i forhold til førerkortinnehavere innenfor følgende aldersgrupper:

18 - 35
35 - 55
55 - 75
75 +

Representativ fordeling mellom kjønnene i forhold til antall førerkortinnehavere:

MANN
KVINNE

Spørreskjemaet besto av 59 påstander knyttet til opplevelse / oppfatninger av vegtunneler, med utgangspunkt i pilotundersøkelsen (intervju-undersøkelse nummer 1) og tildels i Canters (1974) underliggende dimensjoner, basert på Osgoods arbeide. Førerkortinnehaverne ble bedt om å ta stilling til påstandene, ved å krysse av i en av fire rubrikker. Valgmulighetene for avkryssing var følgende: Helt enig, delvis enig, ikke enig, vet ikke. Førerkortinnehaverne ble også bedt om å oppgi alder, kjønn, fylke, og hvor mange kilometer de kjører hvert år. Svarfristen var satt til 15. juli 1990, og vi mottok 767 (anvendbare) svar. Det finnes mange angrepsmåter med hensyn til analyse av svarmaterialet, men vi valgte i første omgang å dele inn svarene i følgende kategorier: Alle, eldre (over 55 år), kvinner, menn.

767 av 1500 = ca 50%

Konklusjoner

- a) Menn ser ut til, i mindre grad enn kvinner og eldre, å kjenne angst / uro eller å plages av klaustrofobi / klaustrofobitendenser ved kjøring i tunneler.
- b) Belysningen i tunneler, og da spesielt belysningen av tunnelens inngangsarti, anses som et problem.
- c) Når det gjelder tunnelens geometri viser det seg at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at det er så vanskelig å vite hvorvidt det er vertikalkurvatur når de kjører i tunneler, men han/hun misliker i større grad en slik kurvatur. Bilførerne misliker svinger i tunneler. Svarer viser videre at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at tunneler er romslige.
- d) Menn svarer oftere enn kvinner og eldre, at det er spennende å kjøre i tunneler.
- e) Sammenligner man svarene innenfor svarkategorien eldre (over 55 år) finner man gjennomgående et høyere tall for standard avvik enn for svarene fra kategoriene kvinner og menn; det er med andre ord større spredning på svarene i kategorien eldre.
- f) Den gjennomsnittlige bilfører mener at han/hun sparer tid ved å kjøre i tunneler. Den gjennomsnittlige bilfører har i spørreundersøkelse nummer 2 oppgitt at han/hun senker farten, snarere enn å øke den, som et resultat av engstelse ved kjøring i tunneler.
- g) Den gjennomsnittlige bilfører avgir et svar som viser at det er ønskelig at man satser mer for å gjøre tunneler triveligere.
- h) Det er stor enighet blant bilførerne om at nødutstyr (telefon, brannslukkingsapparat etc) i alle tunneler er viktig.

Resultater fra spørreundersøkelse nummer 2

01. Ved å kjøre i tunneler sparer jeg tid.

Enig

Helt enig Delvis enig Ikke enig
1 _____ 2 _____ 3

	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle	1.291	.509
Eldre (over 55 år)	1.478	.666
Kvinner	1.388	.571
Menn	1.232	.458

02. Jeg føler at det er mer risikabelt å kjøre i tunneler, enn på vanlige veger.

UENIG

Helt enig Delvis enig Ikke enig
1 _____ 2 _____ 3

	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle	2.363	.731
Eldre (over 55 år)	2.115	.847
Kvinner	2.267	.761
Menn	2.424	.706

03. Jeg foretrekker korte tunneler hvor man hele tiden kan se utgangen, framfor lange tunneler.

Helt enig Delvis enig Ikke enig
1 _____ 2 _____ 3

	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle	2.154	.843
Eldre (over 55 år)	1.735	.845
Kvinner	1.930	.849
Menn	2.298	.808

*Nei
Ja*

04. Tunneler er OK på landet, men ikke i byen.

Ja

Helt enig Delvis enig Ikke enig
1 _____ 2 _____ 3

	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle	2.771	.537
Eldre (over 55 år)	2.419	.787
Kvinner	2.782	.516
Menn	2.765	.550

05. Jeg misliker at tunneler fratar meg naturopplevelsen.

Ja

Helt enig Delvis enig Ikke enig
1 _____ 2 _____ 3

	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle	2.159	.590
Eldre (over 55 år)	2.029	.776
Kvinner	2.038	.770
Menn	2.234	.759

06. Tunneler bør kun bygges der det er stor rasfare. ?

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.060	.918
Alle			1.793	.902
Eldre (over 55 år)			2.031	.907
Kvinner			2.078	.926
Menn				

07. Jeg liker tunneler. ?

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.100	.725
Alle			2.256	.742
Eldre (over 55 år)			2.205	.729
Kvinner			2.034	.716
Menn				

08. Tunneler bidrar til et sikrere trafikkmiljø. Ja

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.847	.688
Alle			1.773	.734
Eldre (over 55 år)			1.866	.690
Kvinner			1.836	.687
Menn				

09. Overgangen fra ute til inne (i tunnelen) er ofte for brå. Ja

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.672	.687
Alle			1.428	.565
Eldre (over 55 år)			1.662	.705
Kvinner			1.678	.675
Menn				

10. Tunneler bør varsles i god tid, slik at man kan velge en alternativ veg. Ja

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.709	.794
Alle			1.432	.713
Eldre (over 55 år)			1.601	.753
Kvinner			1.778	.812
Menn				

11. Jeg synes at tunneler er romslige. Nei

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.270	.671
Alle			2.391	.667
Eldre (over 55 år)			2.294	.676
Kvinner			2.255	.668
Menn				

12. Tunneler er karakterløse. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.741	1.062
Eldre (over 55 år)				1.587	.751
Kvinner				1.579	.691
Menn				1.838	1.224

13. Vegen er ofte glatt like foran inngangen til tunnelen. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.775	.758
Eldre (over 55 år)				1.723	.758
Kvinner				1.743	.750
Menn				1.794	.763

14. I lange tunneler bør det være skilt som forteller hvor langt det er igjen å kjøre før man kommer ut. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.321	.595
Eldre (over 55 år)				1.364	.648
Kvinner				1.236	.539
Menn				1.445	1.254

15. Belysningen i tunneler gjør det ofte utrivelig å kjøre der. *?*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.020	.859
Eldre (over 55 år)				1.881	.881
Kvinner				1.814	.848
Menn				2.136	.843

16. Jeg kjører omveger for å unngå tunneler. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.898	.366
Eldre (over 55 år)				2.676	.647
Kvinner				2.878	.385
Menn				2.910	.353

17. Råsprengt fjell i tunneler gir meg en følelse av trygghet. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.551	.698
Eldre (over 55 år)				2.370	.792
Kvinner				2.566	.702
Menn				2.542	.697

18. Belysningen ved inngangen til tunnelen er ofte for dårlig. *Ja*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			1.564	.678
Eldre (over 55 år)			1.598	.760
Kvinner			1.617	.715
Menn			1.532	.653

19. Jeg liker at det er svinger inne i tunneler. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.617	.632
Eldre (over 55 år)			2.533	.700
Kvinner			2.683	.587
Menn			2.574	.656

20. Jeg liker ikke at det er oppoverbakke / utforbakke inne i tunneler. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.306	.807
Eldre (over 55 år)			2.155	.833
Kvinner			2.030	.858
Menn			2.481	.721

21. Eksosen inne i tunneler er ofte et problem for meg. *Ja*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			1.843	.740
Eldre (over 55 år)			1.970	.765
Kvinner			1.691	.714
Menn			1.938	.740

22. Jeg synes ofte det er vanskelig å se, idet jeg kjører inn i tunnelen. *Ja*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			1.540	.677
Eldre (over 55 år)			1.554	.772
Kvinner			1.519	.676
Menn			1.554	.678

23. Viftene i ventilasjonsanlegget bør være lett synbare. *?*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.058	.867
Eldre (over 55 år)			1.990	.857
Kvinner			1.896	.874
Menn			2.164	.847

24. Lyden fra ventilasjonsanlegget i tunneler er betryggende. *Ja Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.244			.823	
Eldre (over 55 år)	2.098			.873	
Kvinner	2.158			.819	
Menn	2.299			.822	

25. Jeg føler meg utrygg inne i tunneler, dersom det drypper vann fra vegger eller tak. *?*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.325			.779	
Eldre (over 55 år)	1.956			.833	
Kvinner	2.127			.814	
Menn	2.453			.728	

26. Tanken på å stå i kø i tunneler skremmer meg. *Ja?*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.736			.777	
Eldre (over 55 år)	1.672			.793	
Kvinner	1.425			.659	
Menn	1.939			.782	

27. Det er viktig med skilt som på forhånd opplyser om hvor lang tunnelen er. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.154			.422	
Eldre (over 55 år)	1.303			.641	
Kvinner	1.108			.352	
Menn	1.183			.458	

28. Når jeg kjører i tunneler føler jeg ofte at tunnelveggen er skremmende nær bilen. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.349			.761	
Eldre (over 55 år)	2.164			.792	
Kvinner	2.208			.800	
Menn	2.436			.724	

29. Jeg liker lange tunneler. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.479			.700	
Eldre (over 55 år)	2.763			.460	
Kvinner	2.610			.639	
Menn	2.389			.726	

30. Støyen i tunneler er skremmende. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.624	.641
Eldre (over 55 år)				2.513	.680
Kvinner				2.465	.721
Menn				2.723	.565

31. Skiltingen inne i tunneler er bra. *?*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.100	.721
Eldre (over 55 år)				1.891	.963
Kvinner				2.148	.716
Menn				2.070	.723

32. Jeg foretrekker tunneler med stor høyde under taket. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.443	.614
Eldre (over 55 år)				1.286	.530
Kvinner				1.378	.578
Menn				1.484	.633

33. Forbikjøring burde være forbudt i alle tunneler. *Ja*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.553	.815
Eldre (over 55 år)				1.245	.600
Kvinner				1.379	.700
Menn				1.664	.863

34. Jeg kjenner et snev av angst og uro i tunneler. *Nei*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.524	.686
Eldre (over 55 år)				2.360	.702
Kvinner				2.275	.769
Menn				2.680	.577

35. I tunneler bør det være flere filer å velge mellom i hver kjøreretning. *?*

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.957	.819
Eldre (over 55 år)				2.120	.853
Kvinner				2.026	.833
Menn				1.913	.807

36. Tunneler bør bygges med adskilte kjøreretninger. *Sol*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.637	.754
Alle				
Eldre (over 55 år)			1.370	.632
Kvinner			1.601	.748
Menn			1.660	.758

37. I tunneler foretrekker jeg å kjøre på betongdekke framfor på asfaltdekke. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.430	.793
Alle				
Eldre (over 55 år)			2.233	.842
Kvinner			2.429	.764
Menn			2.431	.811

38. Det er viktig at det er avkjørselsluker inne i tunneler (ved motorstopp / ulykker.) *Sa*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.079	.284
Alle				
Eldre (over 55 år)			1.043	.204
Kvinner			1.044	.222
Menn			1.101	.316

Havariommet

39. Det er viktig at det er nødutstyr (telefon, brannsløkkingsapparat etc) i alle tunneler. *Sa*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			1.062	.262
Alle				
Eldre (over 55 år)			1.042	.234
Kvinner			1.027	.162
Menn			1.084	.307

40. Jeg senker farten i tunneler, fordi jeg er engstelig. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.566	.646
Alle				
Eldre (over 55 år)			2.246	.762
Kvinner			2.443	.702
Menn			2.644	.595

41. Det er spennende å kjøre i tunneler. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1	2	3	Gjennomsnitt	Std. Avvik
			2.563	.662
Alle				
Eldre (over 55 år)			2.659	.613
Kvinner			2.634	.638
Menn			2.516	.674

42. Det er altfor svak belysning inne i tunneler.

Ja

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.695			.653	
Eldre (over 55 år)	1.518			.616	
Kvinner	1.631			.639	
Menn	1.735			.660	

43. Tunneler er godt vedlikeholdt.

?

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.029			.594	
Eldre (over 55 år)	1.853			.663	
Kvinner	2.084			.577	
Menn	1.995			.602	

44. Det burde være fine farger på veggene i tunneler.

?

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.968			.867	
Eldre (over 55 år)	1.592			.794	
Kvinner	2.004			.853	
Menn	1.944			.877	

45. Jeg har klaustrofobi, og forsøker å unngå tunneler.

Nei

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	2.890			.369	
Eldre (over 55 år)	2.798			.506	
Kvinner	2.825			.464	
Menn	2.931			.287	

46. Overgangen fra inne (i tunnelen) til ute er ofte for brå.

?

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.961			.781	
Eldre (over 55 år)	2.000			.813	
Kvinner	1.855			.771	
Menn	2.029			.781	

47. Jeg føler meg sikker når jeg kjører i tunneler.

Ja

	Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
	1 _____	2 _____	3 _____		
	Gjennomsnitt			Std. Avvik	
Alle	1.743			.709	
Eldre (over 55 år)	1.892			.749	
Kvinner	1.893			.709	
Menn	1.649			.693	

48. Rundkjøringer inne i tunneler er en god ide.

Nei

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.812	.512
Eldre (over 55 år)				2.783	.602
Kvinner				2.839	.512
Menn				2.795	.511

49. Jeg blir ofte blendet, idet jeg kjører ut av tunnelen.

^

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.943	.762
Eldre (over 55 år)				2.101	.801
Kvinner				1.812	.756
Menn				2.027	.755

50. Det bør satses mer, for å gjøre tunneler triveligere.

Ja

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				1.593	.727
Eldre (over 55 år)				1.359	.585
Kvinner				1.593	.722
Menn				1.592	.732

51. Jeg kjører fortere i tunneler, fordi jeg er engstelig.

Nei

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.929	.321
Eldre (over 55 år)				2.930	.350
Kvinner				2.912	.349
Menn				2.940	.303

52. Jeg føler meg avslappet når jeg kjører i tunneler.

^

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.044	.770
Eldre (over 55 år)				2.260	.760
Kvinner				2.191	.748
Menn				1.949	.771

53. Jeg synes det er vanskelig å vite om det er oppoverbakke / utforbakke når jeg kjører i tunneler.

Nei

	Helt enig 1 _____	Delvis enig 2 _____	Ikke enig 3 _____		
				Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle				2.504	.725
Eldre (over 55 år)				2.352	.796
Kvinner				2.502	.728
Menn				2.506	.723

54. Jeg er mer engstelig når jeg kjører bil på vanlige vegger, enn når jeg kjører i tunneler. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.713	.604
Eldre (over 55 år)			2.667	.643
Kvinner			2.719	.613
Menn			2.708	.598

55. Jeg synes at store kjøretøy er mer truende i tunneler, enn på vanlige vegger. *Ja*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			1.789	.797
Eldre (over 55 år)			1.407	.667
Kvinner			1.669	.758
Menn			1.868	.812

56. Tunneler er innbydende å kjøre i. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.521	.597
Eldre (over 55 år)			2.539	.601
Kvinner			2.661	.546
Menn			2.427	.612

57. Det er behagelig å kjøre i tunneler. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.248	.675
Eldre (over 55 år)			2.357	.669
Kvinner			2.354	.685
Menn			2.180	.660

58. Jeg kunne tenke meg å kjøre inntil 5 Km ekstra for å unngå en tunnel. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.846	.462
Eldre (over 55 år)			2.652	.647
Kvinner			2.796	.512
Menn			2.877	.426

59. Jeg kunne tenke meg å kjøre inntil 10 Km ekstra for å unngå en tunnel. *Nei*

Helt enig	Delvis enig	Ikke enig		
1 _____	2 _____	3 _____		
			Gjennomsnitt	Std. Avvik
Alle			2.927	.316
Eldre (over 55 år)			2.833	.461
Kvinner			2.909	.364
Menn			2.939	.281

Tolkning av resultatene

- a) Menn ser ut til, i mindre grad enn kvinner og eldre, å kjenne angst / uro eller å plages av klaustrofobi / klaustrofobitendenser ved kjøring i tunneler. Tallene fra spørreundersøkelse nummer 2 bekrefter de ikke-kvantifiserbare resultatene fra intervju-undersøkelse nummer 1. Eldres problemer knyttet til kjøring i tunnel resulterer, i større grad enn for kvinner og menn, i lavere kjørehastighet, eller i at man kjører omveger. Svargivningen er inkonsekvent. Undersøkelser knyttet til opplevd sikkerhet ved bilkjøring, foretatt av Glendon (1990), bekrefter dette; eldre bilførere kjører mer defensivt enn yngre bilførere (de ønsker ikke å sette seg i situasjoner som de ikke kan flykte fra) og kvinner oppgir i større grad enn menn at de misliker å kjøre bil. Dette til tross for at ulykkesraten for kvinner er lavere enn ulykkesraten for menn. Det er stor divergens mellom kvinner og menn mht hvorvidt tanken på å stå i kø i tunneler virker skremmende. Kvinner opplever dette som langt mer skremmende enn menn.
- b) Belysningen i tunneler, og da spesielt belysningen i tunnelens inngangsparti, anses som et et problem. Eldre anser, i større grad enn svarkategoriene kvinner og menn, overgangen fra ute til inne (i tunnelen) som for brå, og belysningen inne i tunneler som for svak. Tunnelbrukerne opplever oftere overgangen fra ute til inne (i tunnelen) som for brå, enn overgangen fra inne (i tunnelen) til ute. Dette er resultater som bekrefter de ikke-kvantifiserbare resultatene knyttet til bilføreres opplevelse av belysning i tunneler, fra intervju-undersøkelse nummer 1.
- c) Når det gjelder tunnelens geometri viser det seg at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at det er så vanskelig å vite hvorvidt det er vertikalkurvatur når de kjører i tunneler, men han/hun misliker i større grad en slik kurvatur. Erfaring viser at mange av tunnelulykkene skjer i utforbakker, som et resultat av at bilførerne ikke merker at farten øker. Bilførerne misliker svinger i tunneler. Det er bekreftet at ulykkesfrekvensen i tunneler øker ved horisontalkurvatur. F eks har store lastebiler som må kjøre sentrisk pga lav tunnelhøyde, forårsaket kollisjonsulykker i horisontalkurvatur. Svarer viser videre at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at tunneler er romslige. Eldre anser tunneler som romslige i mindre grad enn bilbrukerne i de andre svarkategoriene, og flere i kategorien eldre enn i kategoriene kvinner og menn senker farten i tunneler fordi de er engstelige. Videre ser vi at flere i kategorien eldre, enn i kategoriene menn og kvinner anser store kjøretøy som mer truende i tunneler, enn på vanlige veier.
- d) Menn svarer oftere enn kvinner og eldre, at det er spennende å kjøre i tunneler.
- e) Sammenligner man svarene innenfor svarkategorien eldre (over 55 år) finner man gjennomgående et høyere tall for standard avvik enn for svarene fra kategoriene kvinner og menn; det er med andre ord større spredning på svarene i kategorien eldre. Høy alder øker den individuelle variasjon både når det gjelder kompetansenivå og fysiologi.
- f) Den gjennomsnittlige bilfører mener at han/hun sparer tid ved å kjøre i tunneler. Argumentasjonen for bygging av tunneler knyttes i mange tilfeller til lettere framkommelighet / kortere reisestrekning. Men når det gjelder kjørehastighet, viser undersøkelser (Rørbeck 1975) at bilførere overvurderer viktigheten av å kjøre fort. Fartsmålinger foretatt bl a i Oslo-tunnelen, viser at enkelte bilførere benytter enkelte vegstrekninger som er vanskelige å overvåke, til å kjøre i langt høyere hastigheter enn det fartsgrensen tillater. Den gjennomsnittlige bilfører

- har i spørreundersøkelse nummer 2 oppgitt at han/hun senker farten, snarere enn å øke den, som et resultat av engstelse ved kjøring i tunneler. (Dette er resultater som er i overensstemmelse med Mc Kennas (1990) resultater.) En undersøkelse gjennomført av PIARC, viser at folk senker hastigheten ved inngangen, og øker hastigheten mot utgangen av tunnelen.
- g) Den gjennomsnittlige bilfører avgir et svar som viser at det er ønskelig at man satser mer for å gjøre tunneler triveligere. Det finnes kun få eksempler på at tunneler har blitt gjort til gjenstand for en arkitektonisk vurdering. Svarene er med på å understøtte viktigheten av en arkitektonisk bearbeidelse av / fokusering på tunnelens belysning, fargebruken og tunnelens geometri. Viktigheten av å opprettholde / anlegge alternative vegforbindelser, der hvor man velger en tunnelløsning, kommer også klart fram.
- h) Det er stor enighet blant bilførerne om at nødutstyr (telefon, brannslukkingsapparat etc) i alle tunneler er viktig. Informasjon om hvordan man skal oppføre seg ved en eventuell ulykke er vesentlig. En positiv taksering av atmosfæren i tunnelen, kan understøttes ved utformingen av havarilommer, nødstasjoner, fortau / skulder og et godt ventilasjonssystem. Romstørrelsen i tunnelen må være stor nok til at redningsaksjoner muliggjøres; bilførerne må få en klar opplevelse av at det gis fluktmuligheter.

Vi gjør oppmerksom på at man i denne undersøkelsen kartlegger folks evne til å memorere opplevelse av kjøring i tunneler. Undersøkelsesresultatene vil først få full uttelling som grunnlagsmateriale for forståelse av folks opplevelse av sikkerhet i tunneler, når de sees i sammenheng med undersøkelser av hvordan førerkortinnehavere faktisk oppfører seg ved kjøring i vegtunneler. En slik undersøkelse vil bli gjennomført i en eventuell fase 3 av prosjektet.

Vi har ikke analysert svarene i forhold til førerkortinnehavernes geografiske tilhørighet, men svarmaterialet åpner for denne muligheten. Ulik kjøreatferd mellom Øst- og Vestlendinger kommenteres i en artikkel med overskrift "Trafikk på Vestlandsk" i Nationen, lørdag 19. mai 1990. Sitat: "Plutselig, bak neste kurve gjesper en tunnelåpning, og vekk er du. Det skjer ofte, for det er like mange tunneler på Vestlandet, som det er forbikjøringer av østlendinger." De tre Vest-landsfylkene, i tillegg til Nordland, representerer de fylkene hvor det er flest tunneler. I Østlandsområdet er man ikke vant til å kjøre i tunneler i samme grad. Vi ønsket å tallfeste eventuelle forskjeller mellom førerkortinnehavere på Øst- og Vestlandet når det gjelder opplevelse / oppfatning av tunneler.

Skjemaet til spørreundersøkelse nummer 2 finnes som vedlegg bakerst i rapporten.

15. OPPLEVD SIKKERHET, LITTERATURDEL / EKSTERN KOMPETANSE

I kapittel 15 omtales bilføreres evne, og mulighet til (en bedre) vurdering av risiko ved bilkjøring. Relevant informasjon, stress og bakgrunnsvariabler som alder (kjøreefaring) og kjønn, er ulike faktorer som påvirker avgjørelser ved risikotaking. I kapittelet vises det til en rekke utenlandske undersøkelser knyttet til opplevd risiko ved bilkjøring generelt, og til to norske undersøkelser knyttet til opplevelse av kjøring i tunneler.

Den gjennomsnittlige bilfører overvurderer sin egen kontroll over situasjonen når han/hun sitter bak rattet. Dette til tross for at undersøkelser har vist at dødsulykker med motorkjøretøy blir overestimert, i forhold til andre dødsårsaker. Bilførere antar at ulykker ikke skjer dem selv.

Ved utforming av tunneler må man ta hensyn til at unge bilførere har en helt ny (fersk) mental modell for hvordan bilkjøring fungerer, og til at unge mennesker er sensasjonssøkende. Dette stiller bl a krav til tydeliggjøring av informasjon, reduksjon av inntrykk (uten at tunnelen blir monoton) og gjenkjennelsesmulighet (dvs mulighet til dannelse av mentale kart).

Bilførere bør gjøres oppmerksomme på effektene av stress ved bilkjøring, og unge mennesker må læres opp til å erkjenne sitt lave kontrollnivå.

15.1 Fakta versus frykt: Forståelse av opplevd risiko

Det vil ikke skje meg

I følge Slovic, Fischhoff & Lichtenstein (1982) anser den store majoriteten seg selv som bedre bilførere enn den gjennomsnittlige bilfører (henvisning til Näätänen & Summala, 1985 , og til Svenson, 1981, Slovic, Fischhoff & Lichtenstein 1982:470). De leser om ulykker i aviser etc, og konstaterer at ulykker skjer andre, ikke dem selv. Dette kan føre til at man motsetter seg å ta sikkerhetshensyn, som f eks å bruke bilbeltet. Risikoen virker liten sett fra hver enkelt bilførers perspektiv.

Overdreven tillit til egne vurderinger

Folk har stor tillit til de vurderinger som angår dem selv. I en undersøkelse utført av Slovic, Fischhoff & Lichtenstein i 1977, ble folk bedt om å indikere hvilke odds de gjorde riktig i å velge i forhold til den hyppigste av to dødsårsaker. Folk svarte i stor grad feil, til og med på de høyeste odds-nivåene.

Slovic *et al* (1982) konkluderer med at folk kan oppdras til vurdering og avgjørelsesstrategier. Effektiv økning av sikkerhet fører til at et stort antall mennesker må akseptere at de må være noen ting foruten, at de må ta sikkerhetsregler alvorlig etc.

Mc Kenna (1990) kritiserer Slovic *et al* , og deres bruk av ordet "optimism". Man kan kun være optimistisk i forhold til omgivelser som man ikke har kontroll over. Mc Kenna mener at det ikke er snakk om "optimism", det er snakk om folks opplevelse av kontroll i forbindelse med bilkjøring. Folk tror ikke at ulykker ikke vil skje med dem, men at ulykker vil skje kun dersom de taper kontroll.

Mc Kenna (1990) sier videre at "normale" personer har masse illusjoner med hensyn til bilkjøring, i motsetning til depressive personer. Depressive har egentlig bedre begrep om risiko og egenkontroll enn normale.

Groeger (1990) jobber med et prosjekt for et forsikringselskap, som omhandler opplevd risiko. Hans oppgave er å se på hva folk anser som farlig, avhengig av hvor lang kjøreefaring de har. Han understreker at den kontekst som arbeidet blir utført i, og hvordan teksten formuleres er vesentlig.

Groeger har bedt folk kjøre i bestemte områder, hvorpå han har bedt dem si noe om hvor farlige områdene så ut til å være. Det ble tatt opp en video av denne kjøringen. Videre ble det utført tester i studio med de samme bilførerne, som på nytt ble bedt om å vurdere de samme strekningene. Disse resultatene ble sammenlignet med resultater framkommet ved at man også spurte mennesker som ikke hadde sett videoopptakene.

Resultatene viser at folk har veldig lite kjønnskap til ulykkestall. De kan heller ikke estimere så veldig godt i 'real time', når de blir vist ulike vegsituasjoner. Foto er problematisk, video er bedre til bruk ved denne typen undersøkelser, ifølge Groeger

Christine Philput viser til en undersøkelse (1985) hvor det framkommer at det for de fleste bilførere er et problem å anta risikoen i trafikksituasjoner. Kun områder med ekstrem stor eller liten risiko, vurderes korrekt. Det finnes også problemer på andre områder; spesielt når det gjelder den relative fare assosiert til skilt og signaler.

Generelt er bilførere dårlige når det gjelder å evaluere fenomener knyttet til fart. Bilførere har en tendens til å overvurdere viktigheten av hastighet. I en studie av italienske tollveger (Brown og Watt 1985:6) ble det funnet at bilførere var villige til å betale mer enn to ganger deres timesinntekt på jobben, dersom de kunne spare en times kjøring til jobben ved å kjøre i motorvegfart, istedet for å kjøre på vanlige veier.

15.2 Stress ved bilkjøring

Glendon *et al* (1989) har omtalt begrepet stress i rapporten "Driving Stress". En ny skala, "the Driving Behaviour Inventory" (DBI) ble utviklet slik at man kunne studere dimensjoner ved stress knyttet til bilkjøring. DBI ble utdelt til bilførere som daglig kjørte til og fra jobb, og/eller for hvem bilkjøring var en del av jobben. Stress knyttet til kjøring ble definert vha følgende fem faktorer som forklarte over 40% av variasjonen:

TABELL 8

	FAKTORER	VARIASJON
1)	Aggresjon ved bilkjøring	15,5%
2)	Irritasjon knyttet til vellykket / mislykket forbikjøring	7,6%
3)	Beredskap / nervøsitet ved bilkjøring	6,4%
4)	Mislike / motvilje mot bilkjøring	5,0%
5)	Frustrasjon ved mislykket forbikjøring	3,7%
6)	Generelt stress	17,9%

Denne tabellen viser faktornivåer og prosenttall for den totale variasjonen for hver av de fem, forholdsvis uavhengige faktorene. (Glendon *et al*, 1989)

Analysemetode "multiple regression analyses" pekte i retning av variabler som ikke er direkte tilknyttet bilkjøring, men som også kan ha innvirkning på stress tilknyttet bilkjøring. Bilførere ser ut til å være mer stresset om kvelden enn om morgenen, og de er også mer stresset midt i uken enn i begynnelsen og i slutten av uken. Daglig stress knyttet til bilkjøring er knyttet til kjøreforhold, og varierer med alder og erfaring, og med helsestatus og søvnkvalitet. Analyser av ulike måter å takle stress på viser en overvekt av ineffektive strategier. Yngre bilførere er mer stresset, og de bruker i større grad ineffektive strategier for å takle stress,

enn eldre, mer erfarne bilførere.

Med hensyn til kjøring, svarte ca 20% av intervjuobjektene at de reagerte aggressivt, 50% ble irriterte og "fed-up", mens ca 10% opplevde engstelse.

Folk bør gjøres oppmerksomme opå at stress knyttet til bilkjøring kan gi følgende effekter:

- Innvirkning på helsen; problemer med hjertet etc
- Innvirkning på arbeidskapasitet; svekket ytelse
- Innvirkning på trafiksikkerhet, da det viser seg at de mange ulykker skjer på grunn av at folk er stresset

15.3 Bakgrunnsvariabler

I boken til Canter (1974) hevdes det at i alle situasjoner hvor man søker etter individuelle variasjoner, er det nødvendig å ta forskjeller mellom kjønn i betraktning. Aldersforskjeller har nesten like bred innflytelse som kjønnsforskjeller. Videre er sosial klasse en sentral variabel i sosiologien. Canter nevner Kullers arbeide i forbindelse med stimuli som er et direkte resultat av arkitektur (Canter 1974:105).

Ifølge Jan Hovden (1990) har kvinner lettere for å se seg selv i offerrollen enn menn. (Kvinner er mindre mestringsorienterte enn menn, og det kan se ut til at kvinner har en tilbøyelighet til å være mer fatalistiske.)

Glendon og Dorn (1990) benytter seg også av videosekvenser i sin undersøkelse (hvis sluttrapport vil bli ferdigstilt i løpet av sommeren 1990). Dette for å teste folk av forskjellig alder og kjønn mht opplevelse av risiko. De har kommet til at man må anvende veldig komplekse statistiske regnestykker for å kunne trekke konklusjoner. Risiko er et multidimensjonalt problem, hvor mange faktorer forholder seg ortogonalt i forhold til hverandre.

Glendon og Dorn har bedt folk om å vurdere risiko, ved at de har bedt dem om å benytte veldig enkle skalaer.

Opplevelse av stress er bygget på to hovedelementer:

- a) Generelt stress
- b) Stress i forhold til en bestemt situasjon.

Systemet er mer komplekst jo mer erfaring man har.

Glendon og Dorns undersøkelser viser at spesielt unge menn anser seg selv som bedre bilførere (dvs mindre risikofylt kjøring) enn andre bilførere i samme aldersgruppe (18-30 år). Også eldre menn (45-60 år) så på seg selv som bedre bilførere, men på grunn av deres erfaring var ikke deres tro på seg selv så distinkt som blant yngre menn.

Eldre kvinner trodde at deres kjøreegenskaper var dårligere enn for andre kvinner innenfor samme aldersgruppe. Menn trodde at kvinner var dårligere bilførere enn menn, og omvendt.

Man har benyttet seg av videosekvenser fra TRRL, samt noen sekvenser som Dorn har filmet på steder der ulykker ofte skjer.

Glendon (1990) mener at det er kjønnsforskjeller når det gjelder bilkjøring. Videre mener han at det er en alderinteraksjon i dette. Undersøkelser har vist at kvinner i mye større grad enn menn misliker å kjøre bil. Glendon har også sett på alder og kjønnsforskjeller relatert til den avstanden bilførerne holder mellom bilene.

Kjøreferdigheter

Mange folk kjører mekanisk; uten å tenke i særlig grad på kjøringen. Man tenker på andre ting, på hvor man skal, man lytter på radioen etc.

Mc Kenna (1990) forsøker å utvikle en teknikk for måling av sammenhengen mellom risikopersepsjon, vegulykker og 'hazards'. Metoden går ut på å få bilførere med ulike kompetansenivå til å se på videosekvenser av forskjellige trafikksituasjoner. Disse situasjonene viser ulike hazards under bilkjøring, og førerne må vurdere hvor stor fare / risiko hver situasjon innebærer. Noen av videosekvensene viser arrangerte situasjoner, mens en del av sekvensene viser autentiske situasjoner. Opplevd risiko kan på denne måten sammenlignes med reell risiko, slik at effekten av kjøreefaring evalueres.

Unge bilførere kjører raskere, og nærmere kjørefeltkanten enn eldre bilførere. Unge bilførere oppdager "hazards" i veien senere enn eldre, erfarne bilførere.

Årsaken til et så høyt antall ulykker blant unge bilførere synes å ligge i at:

- a) Unge bilførere har en helt ny (fersk) mental modell for hvordan bilkjøring fungerer. (Her antas det å være liten forskjell mellom kjønnene.)
- b) Unge bilførere har en større illusjon av kontroll enn eldre, mer erfarne førere.
- c) Unge bilførere er ofte sensasjonssøkende.

Mc Kenna antar at for at man skal få redusert ulykkesfrekvensen, må unge førere erkjenne sitt virkelige kontrollnivå. Dette betyr ikke at de må lære seg større kontroll, men at unge bilførere må erfare at de har liten kontroll.

Det går an å trene opp reaksjonshastighet. Resultatene fra undersøkelsen viste klare forskjeller mellom erfarne og uerfarne bilførere når det gjelder vurdering av risiko. (Dette er også tilfelle når det gjelder kjøring i tunneler.) Mc Kenna har stått i spissen for utviklingen av en teknikk for trening av unge bilførere. Opplevde kriterier for hva som er farlig må endres. Det ser ut til at dette er et genuint kognitivt problem; det er vanskelig å få unge folk til å endre opplevelse. Mc Kenna har ennå ikke intervjuet eldre bilførere i særlig grad.

Glendon (1990) har funnet at trente bilførere kjører mer defensivt enn folk som er nybegynnere, og at trente bilførere mener at man ikke må sette seg i situasjoner som man ikke kan kjøre ut av / flykte fra. (I tunneler har man ingen anledning til å flykte.)

Sikkerhetsholdninger

Kapittelet "Facts versus fears: Understanding perceived risk" i boken "Judgement under uncertainty: Heuristics and biases" (1982) omhandler risikobestemmelsesprosessen. Kapittelet baserer seg på at offentligheten og ekspertene er nødvendige deltagere i denne prosessen, at bestemmelser nødvendigvis er subjektive, og at det å forstå vurderingers "grenseoppganger" er avgjørende for for effektiv bestemmelsestaking.

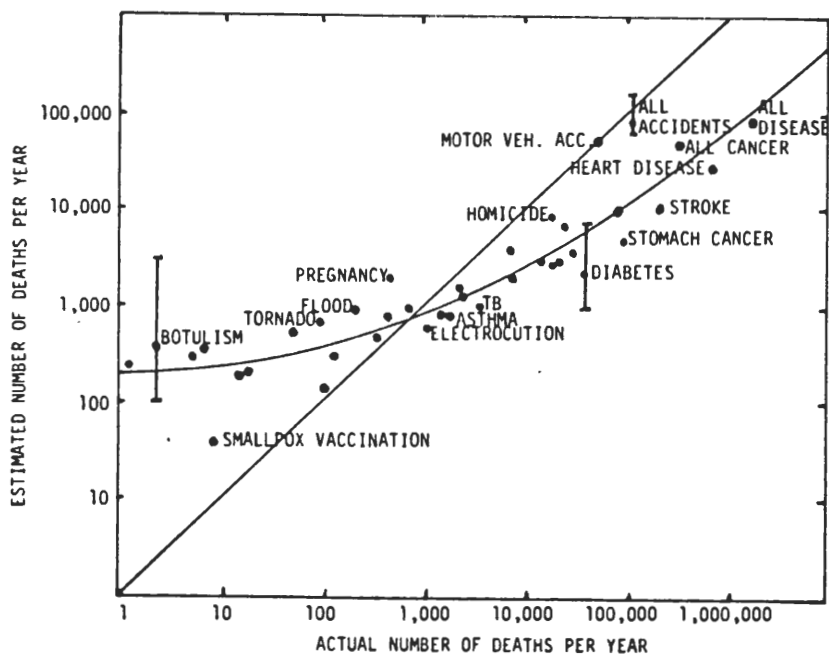
Løpfolk har forutinntatte meninger med hensyn til risikopersepsjon. Det viser seg at tilgjengelighet er av spesiell betydning ved risikopersepsjon. Det er lettere å huske noe som skjer ofte, og noe som en nylig har blitt minnet på.

Dersom antatt og reelt antall dødsulykker hadde vært sammenfallende, ville dataene i figur 11 ha dannet en rett linje. Punktene, og den kurvede linjen som er knyttet til dem, representerer gjennomsnittsresponsen til et stort antall løpfolk. Som en indeks på variasjonen mellom individer er vertikale linjer trukket for å billedliggjøre den 25 og den 75 persentil av vurderinger av botulisme (matforgiftning), diabetes, og alle ulykker. Rangeringen av responsen for de 37 andre ulykkesårsakene var tilsvarende. Diagrammet er hentet fra Lichtenstein *et al* (1978) og det er basert på intervjuer av medlemmer av the League of Women Voters, som vurderte 41 dødsårsaker i forhold til hverandre.

Resultatene viser at motorkjøretøyer ble overestimert med hensyn til dødsulykker. Uvanlige, dramatiske og sensasjonelle dødsårsaker ble overestimert. Vanlige dødsårsaker som inntreffer i forhold til enkeltpersoner ble underestimert.

Man antok at ulykker forårsaket like mange ulykker som sykdommer, men tilfellet er at sykdommer tar ca 16 ganger så mange liv. Mord ble ukorrekt antatt å være mer vanlig enn dødsårsakene diabetes og magekreft etc.

FIGUR 11



Figuren viser sammenhengen mellom antatt antall dødsulykker og det reelle tallet. (Slovic, Fischhoff, Lichtenstein, 1982)

TABELL 9

Mest overestimert	Mest underestimert
Alle ulykker	Koppervaksine
Ulykker med motorkjøretøy	Sukkersyke
Graviditet, barnefødsler og abort	Magekreft
Tornadoer	Lyn
Oversvømmelse	Slag
Matforgiftning	Tuberkolose
Alle kreftformer	Astma
Giftig bit eller stikk	Emfysem
Brann	
Drap	

Tabellen viser folks antagelser knyttet til hvor mange som dør av ulike årsaker (Slovic, Fischhoff, Lichtenstein, 1982). (Vi har notert oss at tabell 9 ikke stemmer overens med figur 11 på alle punkt.)

Viktigheten av relevant informasjon kommer klart fram. Combs & Slovic (1979) gikk gjennom avisrepotasjer fra aviser på henholdsvis Øst- og Vestkysten av USA. Det viste seg f eks å være 3 ganger så mange artikler om ulykker enn om sykdom, til tross for at sykdom tar 16 ganger så

mange liv som ulykker. Folks vurderinger av antall dødsfall stemte ganske godt overens med avisenes dekning. Korrelasjonen mellom vurdert dødshyppighet og antall dødsulykker som var rapportert var ca .70. Muligheten er jo også til stede for at det folk anser som vesentlig influerer på mediedekningen.

Risikoattribusjon

Ifølge Kjell Hovseth (1990) er den største gruppen fobier agorafobier. 75% av dem som lider av agorafobier er kvinner. Agorafobier kan f.eks. gi seg uttrykk i form av vanskeligheter med å bevege seg bort fra hjemmet, pga. redsel for å bli stengt inne. En del av reaksjonsmønsteret til en person som har agorafobi, vil kunne kalles klaustrofobisk.

Undersøkelser utført i Storbritannia og USA viser at 2-5% av befolkningen har angstproblemer. (Dette gjelder alle angsttilstander.) I tillegg til disse, kommer en ukjent del av befolkningen som kjenner tendenser til angst.

Ifølge Knut Nordby (1990) har generelt arbeid med den psykologiske prøven DMT (Defense Mechanism Test), som er utviklet med henblikk på å finne ut hvor dyktige personer er til å se den reelle faren i en bestemt situasjon, vist at kvinner reagerer langt mer adekvat, og er langt mer aktpågivende enn menn. Testen er utviklet i Sverige, og benyttes bl.a. ved utdanning av jagerflyvere i det norske forsvaret. Etter at DMT ble tatt i bruk i forsvaret, har ulykker som skyldes sjansetaking blitt kraftig redusert.

14.5 Tidligere norske undersøkelser

I Hovds rapport (1981) finner vi følgende antydninger: "Samvirke mellom kjøretøy, trafikant og omgivelsene med vegsystemet vil være avgjørende for risikonivået. Sammenlignet med ferdsel på veg i dagen vil trafikantatferd være forskjellig på ferdsel på veg i tunnel. Begrepet trafikant vil i tilknytning til tunnel i stor utstrekning være ensbetydende med fører av motokjøretøy. For de fleste trafikanter vil en tunnel være et fremmedelement hvor de føler seg usikre og tunnelen kan virke som en psykisk belastning. En slik usikkerhet vil ofte gi seg utslag i større konsentrasjon og anspenning hos føreren. Dette vil kunne føre til mer forsiktig kjøring i tunnelen, og en annen plassering av kjøretøyet enn på fri veg. Det innestengte rom vanskeliggjør manøvreringsfriheten ved uforutsette situasjoner, og panikkreaksjoner vil lett kunne oppstå ved tilsynelatende beskjedne trafikkproblemer."

Opplevelse av sikt- og miljøforhold i Holmestrandtunnelen

Hensikten med intervju-undersøkelsen som ble gjennomført av Vestfold vegkontor i forbindelse med Holmestrandtunnelen (1990), var å se hvorvidt det var en sammenheng mellom opplevelse av sikt- og miljøforholdene i tunnelen og de målinger som ble foretatt samtidig.

Tre spørsmål ble stilt til bilførere som hadde passert tunnelen. Spørsmålene gjaldt lys, lukt og sikt inne i tunnelen.

Resultatene viser bl.a. at det ikke er en markert helning mot beskrivelse av sikten som god for siktverdiene 4.0-5.5. For siktverdiene 6.0-7.5 er det en jevn fordeling. For verdier over 8.0 er det en klar helning mot inntrykk av "dårlig sikt". For lukt vises den samme tendensen som for sikt. Mht. lys viser det seg at opplevd lysforhold ikke har noen sammenheng med målt sikt.

Undersøkelser knyttet til tunneler i Vardø og Holmestrand

Amundsen (1987) har skrevet rapporten "Trafikantenes oppfatning av å kjøre i tunneler, en intervju-undersøkelse i Vardø og trafikkteiling i Holmestrand". Undersøkelsen knyttet til Vardøtunnelen (1987) ble gjennomført med den hensikt å øke kunnskapene om hvorvidt trafikanter kun med stort ubehag trafikkerer tunneler. Undersøkelsen ble gjennomført som telefonintervju. I tillegg ble det foretatt direkte intervju med en del yrkessjåfører. Det konkluderes på grunnlag av uttalelser 352 førerkortinnehavere i Vardø, plukket ut i forhold til en kjønnsfordeling som tilsvarer fordelingen i befolkningen, med at trafikantene er fornøyd med den undersjøiske Vardøtunnelen, men at noen forbedringer ønskes. De etterlyste forbedringene dreier seg i hovedsak om forbedret ventilasjon og belysning. Godt utstyr gir tiltro til tunnelens sikkerhet. Sitat: "Av disse (352 personer) hadde 66 personer (18,7%) følt ubehag eller vært

redde første gang de kjørte gjennom tunnelen. De fleste hadde vennet seg til å kjøre der, slik at kun 12 personer (3,4%) nå fortsatt følte ubehag eller var redde.”

Årsaken til at man ønsket å se nærmere på Holmestrandtunnelen var at køene i tunnelen har bidratt til å gi tunnelen et dårlig rykte, som igjen kan ha gitt seg utslag i at en del trafikanter lar vær å bruke tunnelen.

I Holmestrand ble det foretatt en nummerskrivingsundersøkelse, basert på 5 minutters tellerintervaller. Ved telling i tunnelen ble det registrert 3025 personbiler. Andelen som kjører gjennom Holmestrand sentrum er beregnet til 4% maksimalt. Det konkluderes med at Holmestrandtunnelen fungerer bra til tross for dårlig rykte. Registreringer er ikke foretatt under køforhold. Sitat: ”Dersom det skal foretas mer detaljerte undersøkelser av hvorfor Holmestrandtunnelen har dårlig rykte, må dette undersøkes ved intervju eller spørreskjema hvor det spesielt henvises til køsituasjonen.”

16. REELL ULYKKESFREKVENNS, TELEFONINTERVJU

Kapittel 16 inneholder informasjon om ulykker / nestenulykker i vegtunneler, og oppfatninger av det å kjøre gjennom tunneler, skaffet til veie ved telefonintervjuer av 20 bilførere. Intervjuteknikken ga oss mulighet til å få kontakt med personene bak ulykkesstatistikk-tallene. Fra svarmaterialet framgår det at utilstrekkelig belysning, spesielt av tunnelens inngangssone, er årsak til ulykker / nestenulykker. Redusert adaptasjonsevne som en følge av alder, oppleves som et problem, og oppgis som årsak til engstelse (og til nestenulykker).

Mål

Vi ønsket å komme i kontakt med personene bak ulykkene / nestenulykkene i tunneler, som et supplement til data knyttet til reell ulykkesfrekvens, innhentet via rapporter og offentlig statistikk.

Metode

Vi fant, i samråd med referansegruppen ut at den beste måten å innhente slik informasjon var ved å kontakte media, informere om prosjektet, og be folk om å kontakte oss. Vi formidlet informasjon via:

- a) "Bilen din", Rune Korsvolls spalte i Aftenposten. Dato: 27. mars 1990.
- b) "Midt i trafikken", radio P2. Programleder: Frank Mersland. Dato: 14. mars 1990.
- c) "Radio Motor". Programleder: Jan Lone. Dato: 19. mars 1990.

Resultatene i detaljer

Vi mottok 20 telefoner; 7 av dem som ringte inn var kvinner, og 13 var menn. Vi gir her en kort gjengivelse av telefonsamtalene. Noen av dem som ringte inn hadde ikke vært utsatt for ulykker / nestenulykker i tunneler, men ønsket likevel å formidle sitt syn på tunneler. Svarene er sortert med utgangspunkt i intervju-objektens kjønn.

Kvinner

"Jeg kjørte gjennom Holmestrandtunnelen i forrige uke. Jeg er 69 år, og har kjørt bil lenge. En trailer kjørte rett bak meg. Den begynte å tute, så jeg holdt på å bli grepet av panikk. Det fem-dobbelt trailertoget raste forbi meg, da jeg kjørte inn til siden. Jeg kommer aldri mer til å kjøre gjennom Holmestrandtunnelen. Det burde være strengere fartsbegrensning, og det burde finnes muligheter for å kjøre inn til siden. Jeg vil betenke meg på å kjøre i tunneler i det hele tatt."

"For 23 år siden var jeg utsatt for en nestenulykke, da jeg skulle gjennom en lang tunnel på veg til Ålesund. Det var ikke lys i tunnelen, og lysene på bilen virket ikke. Jeg smalt i fjellveggen pga en sving. Bilen fikk bare en bulk i forskjermen, men en virkelig farlig situasjon oppsto da en lastebil kom mot meg. Jeg fikk ordnet lyset i bilen i siste liten, og ulykken ble unngått. Lys i tunnelen hadde forhindret denne situasjon. Etter dette er jeg engstelig når jeg kjører i tunneler; jeg har klaustrobi. Korte tunneler går an."

"Jeg får helt hetta i tunneler. Jeg får ikke puste. Dersom belysningen og ventilasjonen i tunneler hadde vært bedre, hadde det hjulpet. Jeg føler meg ikke ivaretatt som bilist; det skulle ha vært bygget flere alternative veger. Ulykken i Liertunnelen for noen år tilbake var skremmende. Det var etter dette at jeg ble engstelig. Jeg er redd for heiser, for å bli innestengt, men jeg lider ikke av klaustrofobi. Jeg liker ikke rundkjøringer."

"Ulykken skjedde ved midnatt (romjulen 1988) i Flåtunnelen utenfor Bergen, hvor det er 80 kilometer sone. Jeg hadde lånt en bil med svak motor (en Polo), og kjørte ikke så fort. Det er en del svake helninger i tunnelen. Føreforholdene var bra. Jeg ble påkjørt bakfra, og bilen

ble slengt rett i fjellveggen. Den traff et refleksskilt, og frontruten ble ødelagt. Bilen som hadde kjørt på meg, kjørte forbi i en vanvittig fart. Poloen ble totalvraket, og den ble liggende rett ved utgangen av en sving inntil den ble tauet bort. Jeg fikk sjokk (i en folkelig betydning av ordet). Det var dårlig sikt i tunnelen; det var en slags grå-gul røyk der, til tross for at strekningen ikke er belastet med mye trafikk. Det var ikke god belysning i tunnelen, men det var et refleksfelt langs veggen."

"Jeg har en mannlig samboer som har klaustrofobi. Han unngår tunneler, men han synes at de alternative vegene bestandig er dårlig vedlikeholdt ("krøtterstier"). Man må være veldig oppmerksom på skiltene, dersom man skal unngå tunneler. Tunnelene kommer så plutselig på en; de er veldig dårlig skiltet. Veldig korte tunneler, hvor en kan se daglyset i den andre enden, er akseptable."

"Jeg er livredd for tunneler. Jeg er ikke engstelig for å kjøre på vanlige veier, og jeg har ikke fobier i andre rom. Jeg begynte å bli engstelig for 3 - 4 år siden. Årsaken var at jeg kjørte i Tvedestrandtunnelen på E 18. Jeg kjørte normalt, men plutselig fikk jeg ikke puste; jeg fikk en følelse av klaustrofobi! Jeg lå først i køen. Da jeg kom inn i tunnelen bråstanset jeg. Bilen bak meg tutet. Jeg var engstelig for å stoppe. Det hadde kanskje vært bedre om jeg hadde hatt anledning til å stoppe. Det hjalp at datteren min snakket til meg hele vegen. Nå kjører jeg lange omveger for å unngå tunneler. Jeg kjører aldri i tunneler, dersom jeg ikke har en passasjer med sertifikat ved siden av meg. Det er ikke god ventilasjon i tunneler, og jeg har skrekk for at det skal oppstå kø der. Tunneler er farlige! Det føles som om taket ramler ned. Jeg vet ikke om det hadde vært bedre med større høyde inne i tunnelene. (Jeg har aldri opplevd det.) Vålerengentunnelen og Brynsengtunnelen er ubehagelige. Jeg aksepterer ingen tunneler. Jeg synes det er ille at det bygges så mange tunneler. Heller oppå bakken enn under! Jeg er klar over at dette er et natur / miljøproblem. "

"Det var jeg som forårsaket kjedekollisjonen i Liertunnelen i 1980. Ulykken skjedde om morgenen, og 14 - 15 biler var involvert. Jeg så ikke tunnelåpningen, fordi jeg ble blendet. Jeg kjørte i høyre fil, og prøvde å komme over i venstre fil. Det hadde vært regn, vannet hadde frosset til is, og det var slapsføre. Bilen ble stående på tvers i vegen, i det mørke feltet like foran tunnelinngangen. Da den første bilen kom, var jeg sikker på at jeg skulle dø. Alle bare kjørte; de andre bilførerne så heller ingenting. Bilen min ble skjøvet langt innover i tunnelen. Først da den siste bilen ble synlig, ved at den ble stående utenfor det mørke feltet foran tunnelinngangen, ble det slutt på kollisjonene. Etterpå kjente jeg skyldfølelse pga ulykken jeg hadde forårsaket. Jeg er ikke plaget med angst, men jeg gruer meg litt for å kjøre i tunneler. Jeg tar helst toget, når jeg skal mot Lier. Dersom tunnelåpningen hadde vært bedre belyst, slik at ikke tunnelåpningen hadde blitt et sort hull, kunne situasjonen ha vært unngått. Folk kjører på lykke og fromme, og regner med at det går bra."

Menn

"Jeg er 85 år. Jeg har grønn stær, men jeg behøver ikke briller. Jeg synes det er bekmørkt midtveis inne i tunnelene. Jeg må bråbremse for å orientere meg ordentlig. Slik er det i alle tunneler. (Til og med i tunnelene i Sandvika, på Sollihøgda, og ved Arendal.) Man må kjøre forsiktig for å venne seg til lyset. Plutselig lys ved tunnelutgangen er også et problem. Nede ved Arendal, måtte jeg en gang stoppe opp pga lyset utenfor tunnelen. En bil kjørte forbi meg, i 100 km/t."

"Det burde være bedre lys i tunneler. Tunneler er altfor mørke. Dessuten er ubehandlede vegger og tak et stort problem. Eldre mennesker er en stor trussel mht sikkerheten i tunneler. I en tunnel i Uddevalla i Sverige er veggene belagt med plater av armert betong. Der er veggene lysegule eller hvite. Det er noe helt annet enn norske tunneler. Tunnelene i Sverige er romsligere enn norske tunneler. Dersom man lærte av svenskene på disse punktene, ville gevinsten være enorm."

"Jeg ville føle meg sikrere i tunneler, dersom belysningen var bedre. Det burde være lik belysning gjennom hele tunnelen. Når det regner ser man ingenting, fordi det er vått på bakken."

I Vålerøngtunnelen ville bedre belysning ha ført til at jeg hadde klart å holde meg i riktig kjørefelt."

"For syv år siden opplevde jeg at bilen til datteren min plutselig stoppet opp i en tunnel i Østerrike . Bak oss kom en enorm lastebil, som klarte å stoppe i siste sekund. Jeg har fått skrekk for tunneler etter dette."

"Jeg har kjørt bil i 40 - 45 år. Jeg har problemer når jeg skal kjøre i Smestad- eller Liertunnelen. Jeg har en følelse av at jeg ikke kjører i riktig kjørebane, og jeg er redd for at jeg skal forårsake en ulykke. Jeg kjører heller omveger. Alternative vegger er ikke godt skiltet. Tunnelene bør være godt belyst, slik at man ser vegbanen. Jo sterkere sol, jo mindre ser man når man kjører inn i tunnelen. Man bør merke kjørefeltene med en hvit, fluoriserende maling, som når den blir belyst, kan hjelpe bilføreren til å se hvor han/hun er. De gule stripene er for dårlige. Jeg har ikke våget meg ned i Oslo-tunnelen. Det kjøres forferdelig fort. Tidligere dempet jeg farten i tunneler, og lot trailere suse forbi. Det tar jeg ikke sjansen på lenger."

"Jeg er 80 år. Lysadaptasjon er et stort og vanskelig problem! De fleste tunnelene i Norge er for dårlig opplyst. Man burde merke kjørefeltene bedre. Utenlandske tunneler er bedre enn norske."

"Jeg har kjørt bil på Vestlandet i 30 år. Jeg har ikke opplevd ulykker / nestenulykker i tunnel, annet enn at en gang, da en steinblokk falt ned i kjørebane. Jeg synes at man bør få myndighetene til å gå med på en utvidet fartsgrense i tunneler. De fleste føler ubehag i tunneler pga eksosen, derfor kjører folk fortere i tunneler enn på vanlige vegger. Høyangertunnelen ble bygget i vinkel for at folks kjøremønster skulle brytes. Denne tunnelen er svært lang. Østlendinger er ikke vant til tunneler. Tunneler er rette og fine, og forbikjøring er ikke noe problem. Det er ingen steder hvor forbikjøring er sikrere enn i tunneler. Forbikjøring i tunneler må ikke forbys! Folk med klaustrofobi som er bosatt i disse fylkene er nødt til å kjøre i tunneler. På Vestlandet finnes det få alternative vegger. "

"Jeg opplevde en ulykke i en av Eidfjordtunnelene i september i fjor. Klokken var mellom 8 og 9 om kvelden, og det var tørr veg. Ulykken inntraff 30 - 40 meter fra inngangen, i en tunnel som begynner med en høyresving. Det var helt mørkt inne i tunnelen, da jeg mistet lysene på bilen. Jeg kjørte inn i en støpekant. Klarte heldigvis å kjøre videre etterpå, men jeg tenker på ulykken når jeg kjører inn i tunneler uten lys. Belysning i tunneler er viktig!"

"Om sommeren for to år siden, ble jeg stående i kø inne i Holmestrand-tunnelen i en halv time. Jeg fikk panikk. Årsaken til kødannelse var at folk som så at det var kø i tunnelen kjørte utenom. Dette resulterte i at trafikk-kork foran tunnelen, og køen inne i tunnelen ble stående helt fast. Folk begynte til og med å kjøre over i motsatt kjørebane."

"Jeg opplevde en nestenulykke for ca et halvt år siden, i Fløyfjell tunnelens nordre løp. Denne tunnelen er rett, og den er 3,2 km lang. Jeg var trøtt, og hadde problemer med å holde meg våken. Jeg må ha sovnet et øyeblikk, men den lille, riflete kanten på høyre side av vegen reddet meg. Etter dette græsser jeg litt når jeg kjører i denne tunnelen. Tunnelen oppleves som monoton. Det hadde vært en fordel om man kunne få inn radio i tunnelen. Tunnelen burde ha vært lysere; det burde ha vært en annen belysning. Den riflete kanten langs tunnelsidene må holdes ren! Trafikkkontroll er viktig. Folk kjører i 90 km/t, men fartsgrensen i denne tunnelen er 80 km/t."

"I mars eller april for tre år siden opplevde jeg en ulykke i Strynefjellstunnelen. Klokka var ca 23, og ulykken skjedde midt inne i tunnelen. Vi hadde møtt en trailer like før tunnelen. Tunnelen var dårlig belyst. Vi så noe som stakk opp i vegbanen, som senere viste seg å være noen av de buete platene som tunnelen er kledd med. Platene er holdt oppe vha tykke stålrør. Traileren hadde antageligvis kommet bort i disse platene, i den svingete tunnelen. Vi klarte ikke å stoppe, men kjørte rett inn i platene. Det oppsto kun materielle skader. Vi kjørte en HIACE med kufanger. (Det berget oss.) Vi satte på nødblinklysene på bilen. Det var telefonbokser i tunnelen, så vi fikk ringt til NAF. Tunnelen er ikke spesielt smal, men det er ikke fortau i den.

Fortau, bruk av reflekser, og bedre belysning, kunne ha forhindret ulykken.”

“Tidlig om morgenen i april 1984, opplevde jeg å komme ut for en kjedekollisjon der fire biler var involvert. Ulykken skjedde i Kobberviktunnelen ved Drammen, og den resulterte bl a i rygg- og nakkeskader. Den første bilføreren hadde fått panikk pga blending fra den lave solen, som kom inn rett over tunnelinngangen. Det var is på bakken i et mørkt felt like foran tunnelinngangen. Føreren hadde forsøkt å bremse, men bilen mistet veggrepet pga isen. De bilførerne som kom kjørende etter den første bilen, så heller ingenting pga solen. Tunnelens plassering i forhold til himmelretningene var ugunstig. Det var en svær vegg over tunnelåpningen. I skyggefeltet som oppsto pga veggen var det speilblank is. Like foran skyggefeltet var isen smeltet. I det øyeblikket solen var så generende at man begynte å bremse, kom man over på blank is. Det burde ha vært skilt om forklarte forholdet. Strøing hadde hjulpet. Fartsgrensen burde ha vært lavere. Etter ulykken er jeg alltid spesielt forsiktig når jeg kjører i denne tunnelen.”

“Jeg har jobbet som reisende, og jeg har kjørt bil siden 50-åra, da tunnelene ble bygd. Det er for dårlig belysning i alle norske tunneler, og folk setter ikke ned farten. Jeg tar på meg solbriller når jeg kjører inn i tunneler, for å unngå problemer med lysforskjellen. Jeg kjenner klaustrofobitendenser både i korte og lange tunneler. Det er flaks at det ikke skjer flere tunnelulykker.”

Konklusjoner

- a) Lav sol og blending, kombinert med glatt sone like foran tunnelinngangen oppgis som årsak til to kjedekollisjoner.
- b) Flere av dem som kontaktet oss gav utrykk for uro og engstelse, eller klaustrofobitendenser i forbindelse med tunneler. Ventilasjon / forurensning og pustevansker oppgis som årsak til engstelse. Flere nevner at de har blitt engstelige for å kjøre i tunnel som resultat av en forutgående opplevelse / nestenulykke / ulykke, knyttet til motorstopp, køkjøring, store kjøretøy etc. Flere av bilførerne nevner at de har reagert med panikk i forbindelse med kjøring i tunnel.
- c) Belysningen i tunneler anses som et stort problem; flere av dem som ringte inn nevnte at de har lang kjøreefaring / høy alder, og at adaptasjon til mørket inne i tunnelen er et problem. Bilførerne benytter seg av ulike strategier i forsøk på å hankes med dette problemet; anvendelse av solbriller, redusering av hastigheten, og/eller fornektelse av redusert synsevne som en følge av alder etc.
- d) Forslag til forbedringer av tunnelen er i hovedsak knyttet til belysning, og en ytterligere markering av kjørebanelen, bl a ved bruk av reflekser. Flere alternative veger, og bedre skilting av valgmuligheter etterlyses.

17. REELL ULYKKESFREKVENNS, LITTERATURDEL / EKSTERN KOMPETANSE

Kapittel 17 omhandler ulykkesdata / informasjon, basert både på norske og utenlandske undersøkelser, knyttet til kontekstuelle faktorer og til personvariabler. Videre omtales tunnelulykker med utgangspunkt i tidspunkt og ulykketyper, og sett i sammenheng med belyningsproblematikk og skilting. Ifølge Oslo veivesens "Handlingsplan mot trafikkulykker" (1986) rapporteres 70% av de trafikkulykkene som skjer i Norge til politiet. Rapporteringsgraden varierer med en rekke forhold; den øker proporsjonalt med ulykkens alvorlighetsgrad, og den er stabilt høy for kollisjonsulykker der minst et kjøretøy er involvert. Det kan tenkes at det er flere rapporterte ulykker inne i tunneler enn utenfor, fordi tunnelulykker skaper mer kaos, og skjer i et fremmed miljø.

I dette kapittelet om reell ulykkesfrekvens kommer det fram at utenlandske tunneler ofte har en høyere teknisk standard enn norske tunneler, bl a som et resultat av høyere årsgjennsnitttrafikk. Også i høyt trafikkerte norske tunneler kan det være viktig at egne mannskaper trer inn ved ulykker, slik at ulykkens omfang og virkning reduseres. Utforming av sikre og funksjonelle kontrollrom er en viktig oppgave i denne sammenheng. Tunneler må konstrueres med tanke på at bilførere skal kunne lage seg et mentalt kart over byen; et bilde av hvor de er og hvor de skal. Utformingen av tunneler må med andre ord referere seg til eksisterende landskaps- og bebyggelsesstruktur, og til eksisterende og planlagte tunneler. I tillegg til dette kommer faktorer som natur- og klimaforhold og hastighetsbegrensninger.

Tunnelens bredde og lengde, årsgjennsnitttrafikk, vertikal- og horisontalkurvatur og hvorvidt tunnelen er belyst eller ikke, er faktorer som har innvirkning på ulykkesfrekvensen. Dagens krav til tunnelbelysning tar ikke hensyn til synssvekkelser som et resultat av alder. Undersøkelser av belyningskrav, med særlig vekt på eldre bilførere, vil bli gjennomført i prosjektets fase 3.

Ved bygging av tunneler er det viktig at man opprettholder muligheten til å velge alternative veger. Det bør stilles strenge krav til utforming og plassering av skilt inne i tunneler.

I kapittelet presenteres en U-formet ulykkeskurve. I tillegg til at det fokuseres på kontekstuelle faktorer, må unge og eldre bilførerne innforlives med egne begrensninger, dersom ulykkesfrekvensen skal reduseres.

Den vanligste ulykkestypen i tilknytning til norske vegtunneler er utforkjøringsulykkene. De fleste ulykkene skjer idet man kjører inn i tunnelen.

17.1 Norske / utenlandske undersøkelser

I Hovds SINTEF-rapport (1981) omhandles reell ulykkesfrekvens i vegtunneler, på bakgrunn av en undersøkelse av i alt 361 tunneler på det norske riksvegnettet. Personfaktorer som bakgrunnsvariabler, kjøreferdigheter etc tas ikke opp til vurdering i denne sammenheng. Hovd tar i sin rapport utgangspunkt i det faktum at resultater framkommet i utenlandske undersøkelser som omhandler ulykkesfrekvens i tunneler, ikke uten videre kan overføres til norske forhold da det i Norge (1980) kun er 15% av de undersøkte tunnelene som har en trafikkbelastning over 1500 kjøretøyer i ÅDT. Ser man på data fra utenlandske undersøkelser, er et fåtall av disse undersøkelsene knyttet til strekninger med ÅDT < 20 000. Disse

utenlandske tunnelene antas å være av en høyere teknisk standard enn norske tunneler. Egne mannskaper trer inn ved ulykker i disse høyt trafikerte tunnelene, og ulykkesrapporteringsgraden kan være en helt annen enn hva tilfellet er for norske tunneler.

George Fellows (1990) gjorde oss oppmerksom på at Londons tunneler er belastet med en biltrafikk som utgjør ca 22 millioner biler pr år, men at ulykkesdataene herfra viser minimale ulykkestall.

17.2 Kontekstuelle faktorer

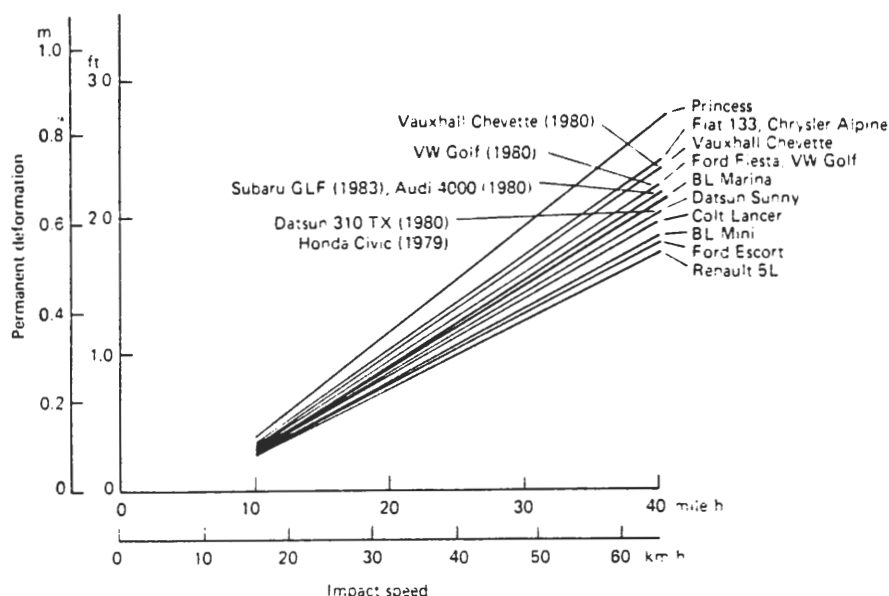
Kontekstuelle faktorer, slik dette ordet er anvendt i Hovden og Rundmos modell (1990), beskriver den ytre sammenhengen man befinner seg i ved opplevelse av risiko og sikkerhet. Vi har valgt å knytte informasjon om reell ulykkesfrekvens til de samme omgivelsesmessige betegnelse.

Motorkjøretøyets stand

I "Handbook of Road Safety Research", 1987, finner vi følgende: De vesentligste egenskapene ved en bil er dens masse, eller vekt, dens bredde og lengde, posisjonen av dens gravitasjonssenter, og dens treghetsmoment rundt en vertikal akse gjennom bilens gravitasjonssenter.

I Norge har vi fått en stadig eldre bilpark de siste årene. Pr idag (1990) er gjennomsnittsalderen på norske biler 9 år.

FIGUR 12



Figuren viser varlig deformasjon av ulike biltyper ved frontkollisjon. Deformasjonen er målt med utgangspunkt i fronten på støtfangeren ved dens opprinnelige posisjon. (Grime, 1987)

Tunnelens utforming

I Hovds rapport (1981) finner vi følgende: "Utformingen av tunnelen og forhold knyttet til den vil ha stor innvirkning på risikonivået ved avvikling av trafikk. Her vil utformingen av inn- og utgangspartiene og de varierende lysforhold en vil ha ved tunnelmunningene, ha stor innvirkning på trafikantenes atferd og oppfattelsesevne av annen trafikk i disse områdene. Inne i selve tunnelen vil tunnelprofilen (størrelse, råsprengt / utstøpt), eventuell vanngjennomgang og forurensing fra trafikken virke siktreduserende. I tillegg til at vanngjennomgang vil redusere lysforholdene, vil dette også kunne forårsake glatt kjørebane og en kan få isingproblemer i

overgangssonene til veg i dagen pga ulik temperatur i og utenfor tunnelen.”

Geografiske variasjoner: By / land

Canter (1990) poengterte dannelsen av mentale kart, spesielt knyttet til tunneler i byer; man kan ikke betrakte hver enkelt tunnel isolert. Det er viktig å konstruere tunnelen med tanke på at bilføreren skal kunne danne seg et mentalt kart over byen, slik at folk til tross for at de ikke er vant med tunnelkjøring, skal kunne vite hvor de er og hvor de skal.

Ved bygging av tunneler i byer introduserer man et nytt vegnett i en eksisterende struktur. Tunnelens utforming skal ikke bare referere seg til stedets bebyggelsesstruktur og topografi, men også til de øvrige tunnelene som bygges / planlegges bygd.

I Hovds rapport (1981) vises det til undersøkelsen til PIARC 's 15. verdenskonferanse i 1975 samt en østerriksk og en sveitsisk undersøkelse, der det framkommer at tunneler i bymessige strøk har større ulykkesfrekvens enn tunneler i landlige omgivelser, mens tunneler ved fjellovergang er det sikreste. En del av forskjellene kan nok her tilskrives ulik rapporteringsgrad.

Natur- og klimaforhold

I Norge er det vesentlig å vurdere utformingen av tunneler utfra klimaforhold på det stedet tunnelen planlegges bygd. Vi har valgt å sitere fra Hvoslefs notat "Sikkerhetsproblemer i tunneler i Hordaland", 1988, da Hordaland er et av de fire fylkene i Norge hvor det er flest tunneler. Hvoslef gir informasjon om føreforhold knyttet til 36 vegtunneler i dette fylket. Sitat: "Inne i tunnelene dominerte tørr, bar veg, mens i overgangssonene var det 38% våt, bar veg og 24% snø og isføre. Dette er betydelig mer enn for gjennomsnittet for veger utenfor tettbygde strøk i Hordaland, der fordelingen var 28% våt, bar veg og 24% snø og is". Hvoslef trekker konklusjoner med utgangspunkt i tall som fremkommer i Hovds rapport (1981): "Tunnelens midtssone er like sikker som tilstøtende vegstrekninger utenfor tunnelen, mens ulykkesrisikoen i overgangssonene er over 5 ganger høyere. Dette skyldes de vanskelige lys- og føreforhold en her har."

Tunnelens plassering i forhold til himmelretningene, særlig med tanke på tidlig morgensol som kommer inn over tunnelinngangen, er særlig vesentlig. Blending fra tidlig morgensol om våren / høsten, er spesielt farlig dersom isen i vegbanen foran tunnelinngangen ikke har rullet å tine. Lav sol / blending kombinert med glatt sone foran tunnelinngangen ble under telefonintervjuet oppgitt som årsak til to kjedekollisjoner. (Se kapittel 16.)

Hastighetsbegrensninger

Tunneler må dimensjoneres for hastigheter som er i samsvar med bilførerens opplevelse av omgivelsene / vegstrekningen før og etter tunnelen. I en by, der tunnelen er omgitt av et miljø som ikke "holdes fast" ved en definert bystruktur, vil man kunne få problemer med for høye hastigheter. Vålerengtunnelen er et eksempel på dette. Videre vil nedoverbakke inne i tunneler kunne føre til økt kjørehastighet. Inne i tunneler er det ofte få visuelle holdepunkter, som angir hvilken hastighet man kjører i. Under henvisning til Canter (se kapittel 10.1), må visuelle holdepunkter ikke bli forstyrrende elementer.

17.3 Personvariabler

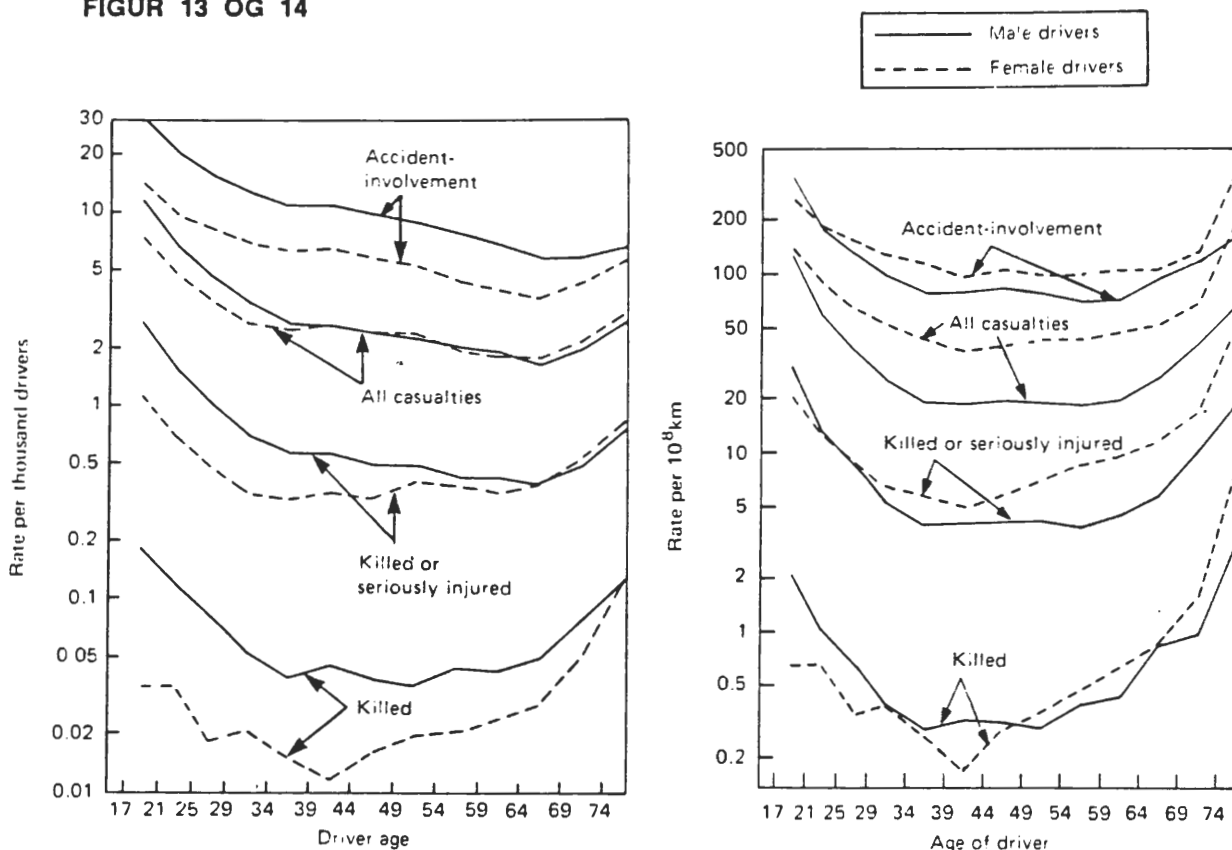
Personvariablene omfatter relevante faktorer ved personen som påvirker relasjonen mellom subjektive vurderinger og påkjøringer i kjøresituasjonen. Det gjelder bl a bakgrunnsinformasjon som alder, kjøreferdigheter, sikkerhetsholdninger. Vi har forsøkt å gi en oversikt over litteratur, der bakgrunnsfaktorer kan avleses i testrapporter eller i ulykkesstatistikker.

Bakgrunnsvariabler

Glendon og Dorn (1990) benytter videosekvenser for å teste folks risikopersepsjon i forbindelse med bilkjøring. Risikopersepsjon knyttes til bakgrunnsvariablene alder og kjønn. De har funnet at det er et veldig komplekst statistisk regnestykke som må til for å trekke konklusjoner. Rapporten, og resultatene fra de første eksperimentene vil snart foreligge.

I Broughtons rapport (1988) "The variation of car drivers' accident risk with age", hvor det refereres til ulykkesstatistikk i Storbritannia, beskrives en U-formet kurve for alle alvorlighetsgrader av ulykker. Det gis herved en kort oppsummering av rapporten: Kvinnenes ulykkesrater er generelt sett lavere enn ratene for menn. Årlig kjørelengde har endret seg lite fra 1979 til 1985. I hovedsak er grafene for mannlige og kvinnelige bilførere mer sammenfallende i 1985 enn i 1979. De fleste ulykkesinnblandings-statistikker falt mellom 1979 og 1985, og da spesielt i 1983, da sikkerhetsbeltet ble påbudt i Storbritannia. Raten falt mest for eldre bilførere, og for mannlige bilførere i denne perioden. Noen av ratene for unge, kvinnelige førere økte.

FIGUR 13 OG 14



Figur 13 viser ulykkesinnblandings- og årsaksrater pr 1000 bilførere i 1985 (Storbritannia). Figur 14 viser ulykkesinnblandings- og årsaksrater pr 10⁸ kjørte kilometer i 1985 (Storbritannia). (Broughton, 1988)

Figur 14 indikerer at lavere årlig kjørelengde for kvinner taler for mange av de forskjeller mellom kjønnene som framkommer i figur 13.

Ulykkesøkningen blant de aller eldste bilførerne et resultat av et samspill mellom følgende faktorer:

- Økt fysisk disposisjon for ulykker, som et resultat av aldringsprosessen.
- En reduksjon av kjøreegenskaper ved økt alder.

Det er langt flere mannlige bilførere som blir drept eller hardt skadet enn kvinner, mens det er langt flere kvinnelige bilførere som blir lettere skadet enn mannlige. Blant unge mannlige førere er ulykker hvor kun én bil er involvert vanligst; flere mannlige førere mellom 17-20 ble skadet i denne typen ulykker enn i noen andre ulykketyper. De fleste grafer for mannlige bilførere har sunket mer enn de korresponderende rater for kvinner, og (den negative) effekten av alder er mer uttalt for kvinner enn for menn.

Kjøreferdigheter, sikkerhetsholdninger og risikoattribusjon

i Broughtons rapport (1988) presenteres leseren for to diagrammer som beskriver ulykkesinnblanding-rater og årsaksrater henholdsvis pr tusende bilførere i Storbritannia i 1985 og pr 10⁸ kjørte kilometer i 1985.

Diagrammene viser synkende kurver opp til bilføreren er omtrent 40 år. Dette er bl a et resultat av:

- a) Økt erfaring, som igjen fører til økt kompetanse.
- b) Økt modenhet, som fører til en mer bevisst holdning når det gjelder å ta sjanser i trafikken.

Disse faktorene, i tillegg til logisk instinkt, henger nøye sammen; de fleste bilførere begynner å kjøre i ung alder.

17.4 Tunnel / veg i dagen

Utenlandske undersøkelser: Med utgangspunkt i rapporten fra PIARC's 15. Verdenskongress i Mexico i 1975 konkluderes det i Hovds SINTEF-rapport (1981) med at tunneler er sikrere enn veg i dagen.

Norske undersøkelser: Videre slås det i SINTEF-rapporten fast at man "først ved å sammenholde ulykkesdata for tunnelstrekningene på tilstøtende vegnett, kan si noe om sikkerhetsnivået til tunnelen i forhold til fri vegstrekning."

17.5 Ulykketyper

FIGUR 15

Hvor ulykkene har skjedd	Antall ulykker				% vis fordeling ↓				% vis fordeling →		
	Døds-ulyk.	Alv. skadd	Lett. skadd	Sum	Døds-ulyk.	Alv. skadd	Lett. skadd	Sum	Døds-ulykker	Alvorlig skadde	Lettere skadde
Utenfor overgangssonen	3	49	20	72	30,0	31,0	37,7	32,6	4,2	68,1	27,8
I overgangssonen	4	73	23	100	40,0	46,2	43,4	45,2	4,0	73,0	23,0
I midtssonen	3	36	10	49	30,0	22,8	18,9	22,2	6,1	73,5	20,4
Sum	10	158	53	221	100,0	100,0	100,0	100,0	4,5	71,5	24,0

Figur 15 viser ulykkenes fordeling avhengig av hvor de har skjedd og alvorlighetsgrad. (Hentet fra Hovds rapport, 1981.)

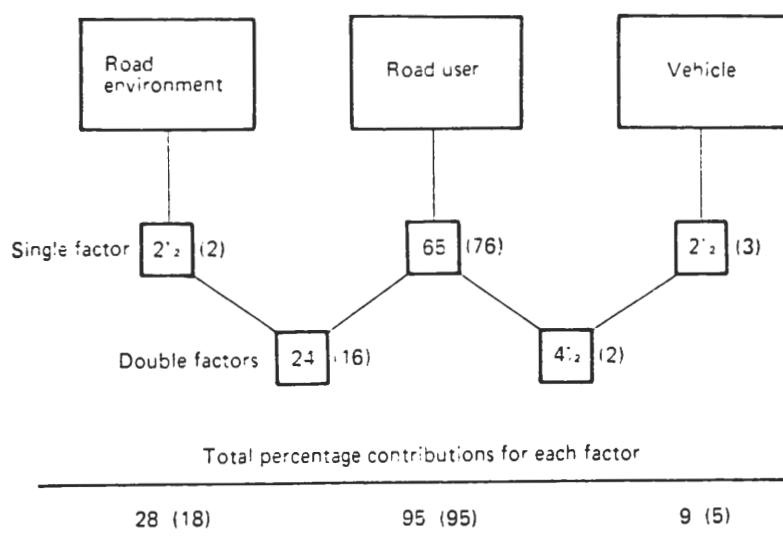
I Hovds SINTEF-rapport (1981) refereres det til en Sveitsisk undersøkelse fra 1980 (som tar for seg i alt 234 ulykker fordelt på 24 tunneler) som viser at 2/3 av ulykkene skyldtes "påkjøring bakfra" og "enslig kjøretøy utfor vegen". Det siteres videre fra SINTEF-rapporten: "Den norske undersøkelsen avviker fra utenlandske undersøkelser når det gjelder ulykketype; påkjøring bakfra og møteulykker utgjør noe nær samme andel, mens utforkjøringsulykkes andel i tunnelene er omlag det dobbelte av hva en har på riksvegene totalt."

I heftet "Veitrafikkulykker med alkoholpåvirkede førere" (1988) finner vi at aldersgruppen 16 - 24 år står for 39% av alle veitrafikkulykkene med personskade.

17.6 Ulykkesårsak

I Geoffrey Grimes bok "Handbook of Road Safety Research" (1987) fant vi følgende påstand: Human Factors er antatt å være medvirkende årsak i ca 95% av alle bilulykker, og den eneste årsaken i 65% av bilulykkene.

FIGUR 16



Figuren viser de ulike faktorenes prosentvise størrelse. (Grime,1987)

I en oversikt fra "Ergonomics Information Analysis Centre" som omhandler litteratur knyttet til tunneler i perioden 1969-1989 fant vi følgende informasjon: En bilførers hjerterate øker med 60-80% fra hvilenivå idet man kjører gjennom en tunnel. Man konkluderer med at dårlig belysning, plutselig forandring av lysstyrke eller mangel på nødaggregat er årsak til en høyere ulykkesfrekvens, og bør derfor unngås. Informasjonen er basert på artikkelen "Effect of Tunnel Illumination on the Physiological Reactions of Car Drivers" av A. Okubo (1967).

Sitat fra Hovds SINTEF-rapport (1981): Av trafikale og geometriske variabler ble disse funnet å ha følgende innvirkning på ulykkesfrekvensen U_f :

- tunnellenge; økning i tunnellengden vil redusere U_f
- vegbredde; økning i vegbredden vil redusere U_f
- trafikkmengde; økning i ÅDT vil redusere U_f
- belysning; tunneler med belysning vil ha lavere U_f
- horisontalkurvatur; tunneler med slakere kurvatur enn ca 250 m vil ha lavere U_f enn ved krappere kurvatur

I Hovds rapport (Hovd 1981:5) vises det til undersøkelsen til PIARC 's 15. verdenskongress i 1975 der det framkommer at fortau med kantsteinshøyde 10-20 delvis er omtalt som ulykkesårsak. Dette skyldes at det spesielt i inngangssonen er vanskelig å se overgangen mellom kjørebane og fortau, og påkjørsel av kantsteinen kan lett forekomme.

Videre slås det fast at følgende forhold synes å påvirke kjøretøyets plassering i forhold til kjørefeltlinjen (95% signifikansnivå):

- avstand mellom tunnelvegg og kjørefeltkant. Økt avstand ga kjøring i større avstand fra kjørefeltlinjen
- trafikkbelastning. Større ÅDT ga kjøring nærmere kjørefeltlinjen
- tunnellengde. Stor tunnellengde ga kjøring i større avstand fra kjørefeltlinjen
- fartsgrense. Lavere fartsgrense førte til kjøring nærmere kjørefeltlinjen

Fellows (1990) nevnte at de hadde notert at ulykker skjer når det er nedoverbakke i tunneler. Folk merker ikke at de kjører for raskt. (Dette stemmer også overens med erfaringene fra bl a Vålerengtunnelen.) Horisontalkurvatur medfører en avgrensning av synsfeltet. Sitat fra Hovds SINTEF-rapport (Hovd 1981:5): "En annen ulykkesårsak var at høye kjøretøy har måttet kjøre sentrisk pga lav tunnelhøyde. Dette sammen med horisontalkurve har ført til kollisjonsulykker."

17.7 Belysning

Mito og Shimizu presenterte i 1983 en artikkel i Medical Journal of Kinki University som omhandlet studier av synbarhet under ulik belysning i tunneler. Denne artikkelen er gjengitt i form av et abstrakt i Ergonomics International 85. Resultatene fra de undersøkelser som det her refereres til, krever videre oppfølging i prosjektets fase 3, ved en undersøkelse av belysningskrav, med særlig vekt på eldre bilførere. Padmos (1984) har vist at krav til belysning presentert i CIE og PIARCs rapporter ikke tar hensyn til de fysiologiske endringer knyttet til synet ('temporal adaptation') som skjer fra og med 55 års alderen.

I Japan har antall vegtunneler (og i særdeleshet antall kilometer tunnel) økt raskt. Utviklingen går i en slik retning at man i 1990 kan regne med å ha 11,5 ganger så mange mennesker med førerkort med en alder fra 50 år og oppover som i 1965 (tall basert på japanske offentlige befolkningsstatistikker). Det ble foretatt en analyse av personskaueulykker, i tunneler og på strekningen utenom, inntruffet på en stor gjennomgangsåre fra Osaka til Kyoto. Analysen ble foretatt med henblikk på alder på personene som var involvert i ulykkene, og på eldres evne til tilpasset kjøring i tunnelomgivelser. Resultatene indikerte at raten av inntrufne ulykker generelt er uventet høy i tunnelområdet, og at eldre mennesker var innblandet i mange av disse ulykkene. En undersøkelse av ulykkesårsaker, hvordan ulykker kan forhindres og av gerontologiske effekter av bilførerens tilpasningsevne, ble foreslått gjennomført. Synlighet av et objekt med henblikk på mulig persepsjon av dybde og farge ble studert under belysning fra en natriumlampe som ofte benyttes i vegtunneler i Japan.

Metode

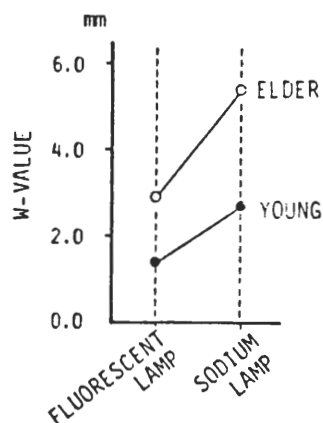
Et hvitt lysstoffrør med fluorescerende belegg ble benyttet for sammenlignende kontroll av belysningskilde. a) Vurdering av dybdepersepsjon av 20 gjenstander ble gjennomført under identisk belysningsstyrke fra natriumlampe og lysstoffrør. b) I den hensikt å studere fargepersepsjon av objekter belyst av en natriumlampe, ble en test for arrangement av fargetoner ("Hue Arrangement Test") som består av 10 farger foreslått. Sammenlignende studier av fargepersepsjon ble gjennomført under belysning fra natriumlampe og fra lysstoffrør. Undersøkelsen innbefattet 31 friske personer som var fra 20 til 59 år gamle.

Diskusjon av resultater

a) Gjennomsnittsverdien av vurderingsfeil som ble begått ved belysning av natriumlampen, viste seg å være høyere enn ved belysning fra lysstoffrør (figur 16). Man fant også at aldersforskjellen ikke hadde noen nevneverdig innvirkning mht feilvurdering i forhold til de to lyskildene.

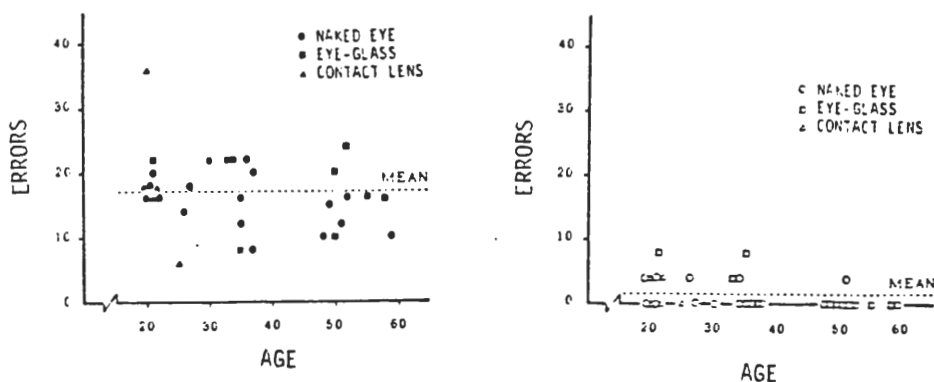
b) Middelverdien i eksperimentsituasjonen var større enn middelverdien som framkom i kontrollsituasjonen (figur 17 og 18). På samme måte var gjennomsnittlig arbeidsperiode ved eksperimentsituasjonen klart lengre enn ved kontrollsituasjonen (figur 19 og 20). Effekten av aldersforskjell ved fargepersepsjon var liten. Det var ingenting ved resultatene som kunne ha hatt sin årsak i bruk av kontaktlinser eller briller. Testen for arrangering av fargetoner ble utført ved at man sammenlignet fargeeksemplere som ligger ved siden av hverandre på fargeskalaen ved å arrangere eksemplene. Dette arbeidet innbefattet konsekvent en adskillelse av Muncell-verdiene fra kulørinnhold ved natriumlampebelysningen.

FIGUR 17



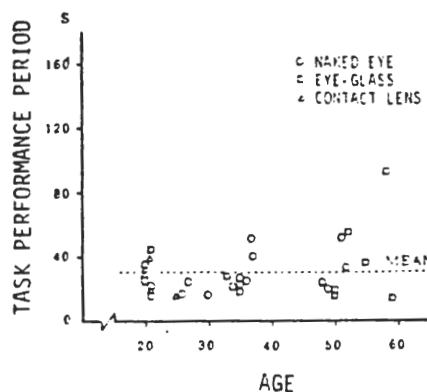
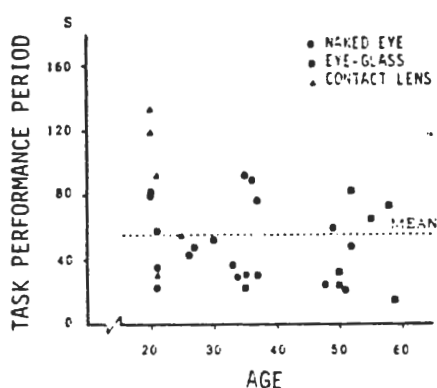
Figur 17 viser gjennomsnittsverdier for unge og eldre bilførere ved belysning fra henholdsvis lysstoffrør og natriumlampe. (Mito & Shimizu, 1985)

FIGUR 18 OG 19



Figur 18 viser feil begått under Munsell-(farge)testen ved belysning fra natriumlampen, målt i forhold til alder. Figur 19 viser feil begått under Munsell-(farge)testen ved belysning fra lysstoffrør, målt i forhold til alder.

FIGUR 20 OG 21



Figur 20 viser tidsbruk under Munsell-(farge)testen ved belysning fra natrilmilampen, målt i forhold til alder. Figur 21 tidsbruk under Munsell-(farge)testen ved belysning fra lysstoffrør, målt i forhold til alder.

17.8 Kjøre hastighet

Utenlandske undersøkelser: I Hovds SINTEF-rapport (Hovd 1981:5) vises det til undersøkelsen til PIARC 's 15. verdenskongress i 1975 at redusert fartsgrense og forbikjøring forbudt har positiv effekt på ulykkesfrekvensen.

I følge Mc Kenna (1990) kjører folk ofte saktere i tunneler. Dette har blant annet sin årsak i at folk må forholde seg til andre visuelle inntrykk i tunneler enn på vanlige vegger.

PIARC har gjennomført en undersøkelse som viser at folk senker hastigheten ved inngangen, og øker hastigheten mot utgangen av tunnelen.

Groeger (1990) hevder at ganske enkle simulatorer kan utvikles ved bruk av videomaskiner, hvor man manipulerer hastighet. Groeger arbeider med et prosjekt som omhandler opplevd risiko.

17.9 Ulykkessted

Utenlandske undersøkelser: I Hovds SINTEF-rapport (1981) vises det til undersøkelsen til PIARC 's 15. verdenskongress i 1975 der det slås fast at de fleste ulykker skjer i overgangssonen til tunnelen. Hastighetsforskjeller mellom lette og tunge kjøretøy var hyppig årsak til kjedekollisjoner (spesielt ved stor trafikk).

Norske undersøkelser: Variasjon i overgangssonenes lengde er i Hovds SINTEF-rapport (1981) registrert utifra at lysforholdene i denne sonen vil være avhengig av tunnallengden. Ulykker er registrert inntil 100 meter utenfor portalene. Av rapporten framkommer det at ulykker i midtsonen og overgangssonene har alvorligere skadekonsekvens enn ulykkene like før og etter tunnelene. I Hovds rapport refereres det til en undersøkelse av 47 norske politirapporter. Sitat: "Det var tydelig at hovedproblemet var knyttet til portalene og de spesielle forhold en der hadde, spesielt da lys- og kjøreforhold. Pga ulik temperatur utenfor og inne i tunnelen, vannsig og fuktig luft, vil en avhengig av årstidene kunne få stor forskjell i friksjonsforholdene på vegdekket ved portalene (snødekke / ising / våt / tørr vegbane)." Videre heter det: "Siktproblem delvis knyttet til siktreduksjon pga støv og vanndamp og vesentlig pga blanding i overgangssonen, har vært utløsende ulykkesårsak."

17.10 Ulykkestidspunkt

Utenlandske undersøkelser: I Broughtons rapport (1988) nevnes det at unge bilførere er involvert i mange ulykker om kvelden / natten, mens eldre bilførere i hovedsak er involvert i ulykker som inntreffer om dagen.

Norske undersøkelser: "Ulykkenes fordeling over døgnet viser at halvparten av ulykkene skjer i tidsrommet 1100 - 1700, mens ca 25% av ulykkene skjedde før kl 1100 og samme andel etter kl 1700. Når det gjelder variasjonen over året, er månedene desember, januar og februar de månedene hvor det har skjedd færrest ulykker, mens det i mars, juli og oktober har skjedd flest ulykker. Årsakene kan ved siden av variasjonen i trafikken være vanskelige lys- og føreforhold (lav vår- og høstsol, frysing og tining, sol og skyggeforhold." (Hentet fra Hovds rapport (1981))

17.11 Skilting

Utenlandske undersøkelser: B. Nygaard har i sin VTI-rapport (1981) redegjort for en undersøkelse der man har gjort forsøk med forsterket informasjon ved fotgjengeroverganger. Hensikten har vært å forhindre trafikkulykker, og å kun varsle når det er nødvendig.

Systemet består av:

- kjøretøydetektor
- fotgjengerdetektor
- blinklys på skilt
- styrende elektronikk

Skiltingen påvirker førerens plassering av bilen i vegbanen. I samtlige forsøk oppnådde man entydige reduksjoner av hastigheten i størrelsesorden 5-8 km/t, og økninger av stopp-frekvensen fra nesten ingen til 15-20%. Man merket størst effekt ved skilttekst som advarte mot kryssende fotgjengere. Skilttekst som oppfordret til redusert hastighet ga mindre uttøling.

Zwahlen (1982) konkluderer i sin artikkel "Driver Eye Scanning on Curves and on Straight Sections on Rural Highways" med at man bør unngå å plassere trafikkskilt eller opplysningskilt nærmere kurver (høyre eller venstresving) enn ca 120 meter, fordi det å nærme seg en kurve stiller store krav til bilføreren syn ("a rather demanding visual task"). Om natten oppfatter øyet kurven relativt kort tid, og relativt kort distanse, før en kjører inn i den. Dette betyr at bilførere kjører med en langt lavere sikkerhetsmargin (med hensyn til reaksjonstid og bremsedistanse) om natten enn om dagen.

Philput (1985) har redegjort for hvordan områder som er skiltet oppleves som de mest farlige, av bilførere som ble testet med hensyn til opplevd sikkerhet. Opplevd sikkerhet ble vurdert i forhold til den reelle ulykkesfrekvensen på de vegstrekningene som var blitt presentert for intervjuobjektene (i form av slides).

Norske undersøkelser: Lie nevner et eksempel knyttet til skilting i sin bok "Syn og synsproblemer" (1986). En undersøkelse ble gjennomført ved at fire personer i en bil, og deres oppgave var å telle antall vegskilt på en fem mil lang vegstrekning. Det var optimale synsforhold, og observatørene hadde normalt syn, alle fire har sertifikat, og de er trenede observatører innen synsforskning. Det ble ikke ført samtaler under turen. Sitat: "Ved fremkomsten viser alle telleapparatene feil tall, med en største differanse på 15 skilt. Det synes altså som om vegtrafikkloven stiller synskrav som overskrider oppmerksomhetskapasiteten selv under normale kjøreforhold."

18. SKISSE TIL HYPOTESEFORMULERING

Generelle kommentarer

Ved å vurdere individets opplevelse av risiko og stress knyttet til kjøring i tunneler i forhold til objektiv risiko, og ved å studere sammenhengen mellom kontekstuelle faktorer og personvariabler, anser vi det som mulig å danne hypoteser som kan legges til grunn for en tunnelarkitektur, som både signaliserer og gir økt sikkerhet.

Dersom den reelle sikkerheten ved kjøring i tunneler skal høynes, kreves det at man arbeider med trafikksikkerhet på flere plan. I en oversikt fra "Ergonomics Information Analysis Centre" som omhandler litteratur knyttet til tunneler i perioden 1969-1989 fant vi følgende informasjon: "En bilførers hjerterate øker med 60-80% fra hvilenivå idet man kjører gjennom en tunnel." Utenlandsk forskning i tilknytning til opplevd sikkerhet understøtter konklusjonene til Glendon *et al* (1989): Det er vesentlig at folk gjøres oppmerksomme på at stress i tilknytning til bilkjøring kan gi effekter som svekket helse, redusert arbeidskapasitet og redusert trafikksikkerhet. Folk må gjøres kjent med egne begrensninger og lære å erkjenne sitt eget kontrollnivå som bilfører.

Resultatene fra fase 1 viser at man innenfor dette prosjektets rammer, må fokusere på følgende problemområder i fase 2 (hypoteseformulering).

- Reduksjon av opplevd risiko ved bruk av visuelle virkemidler og arkitektoniske løsninger
- Undersøkelse av belyningskrav, med særlig vekt på eldre bilførere
- Vegvisning i tunneler / konstruksjon av mentale kart ved bruk av visuelle virkemidler
- Miljø, spesielt rettet mot tunneler i byer

18.1 Frykt / risikoreduksjon ved kjøring i tunneler

Visuelle inntrykk

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at lukten og lyden inne i tunneler ikke oppleves som et så stort problem som utilstrekkelig belysning. Den gjennomsnittlige bilfører avgir et svar som viser at det er ønskelig at man satser mer for å gjøre tunneler triveligere. Det finnes kun få eksempler på at tunneler har blitt gjort til gjenstand for en arkitektonisk vurdering. Svarene er mer på å understreke viktigheten av en arkitektonisk bearbeidelse av / fokusering på tunnelens belysning, fargebruken og tunnelens geometri. Kategorien menn ser ut til, i mindre grad enn kategoriene kvinner og eldre (over 55 år), å kjenne angst / uro eller å plages av klaustrofobi / klaustrofobitendenser ved kjøring i tunneler. Eldres problemer knyttet til kjøring i tunnel resulterer, i større grad enn for kvinner og menn, i lavere kjørehastighet, eller i at man kjører omveger.

Bilkjøring er i stor grad basert på visuelle inntrykk, og i tunneler er det visuelle miljøet bestemt av tunnelens utforming. Det vil si at man ved hjelp av ulike visuelle effekter kan påvirke bilførerens opplevelse, og dermed også opplevelse av risiko. Tunnelomgivelser kan gi en opplevelse av tap av kontroll. Ved utforming av tunneler må man ta utgangspunkt i de brukergruppene som opplever kjøring i tunneler som mest risikofyllt, og i kunnskap om den uerfarne bilfører. Kategorien eldre er den gruppen av trafikanter som stiller svakest når det gjelder fysiologiske og kognitive forutsetninger for å motta og reagere på visuelle inntrykk, mens unge uerfarne bilkjørere har en helt forskjellig modell av hvordan bilkjøring fungerer, og de oppdager derfor farligere situasjoner senere enn mer erfarne bilførere.

Merking / Informasjon

I resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 kommer viktigheten av å opprettholde / anlegge alternative vegforbindelser, der hvor man velger en tunnelløsning, klart fram. Disse alternative vegforbindelsene stiller krav til skilting. Den gjennomsnittlige bilfører er enig i at det er viktig med skilt som på forhånd opplyser om hvor lang tunnelen er, og i at det i lange

tunneler bør være skilt som forteller hvor langt det er igjen å kjøre før man kommer ut.

Ved tunnelutforming må planleggere tenke gjennom hvordan man vil at folk skal forholde seg til ulykkesituasjoner ved kjøring i tunneler. Planleggere må prøve å finne ut hva folk venter skal skjå. Folks kunnskap om de fysiske formene brukes til en taksering / verdsetting av stemningen / atmosfæren.

- Informasjon og organisasjon må gå forut for handling. Folk må gjøres klar over fluktruter / alternative vegger.

Nødutstyr / havarilommer

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at det er stor enighet blant bilførerne om at nødutstyr (telefon, brannsløkkingsapparat etc) og havarilommer inne i tunneler er viktig. Informasjon framkommet i fase 1 viser at:

- Romstørrelsen i tunnelen må være stor nok til at redningsaksjoner muliggjøres; bilførerne må få en klar opplevelse av at det gis fluktmuligheter.
- En positiv taksering av atmosfæren i tunnelen, kan understøttes ved utformingen av havarilommer, nødstasjoner, fortau / skulder og et godt ventilasjonssystem.
- Utkjørselen fra eventuelle havarilommer bør skrås; en for krapp overgang mellom kjørefelt og havarilommer kan lett resultere i alvorligere ulykker (ved kollisjon mot vegg) enn tilfellet er dersom utkjørselen / veggene er skrådd. (Grime (1987) har omtalt konsekvensene av kollisjoner ved ulike kollisjonsvinkler.)

Horisontal- og vertikalkurvatur

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 antyder at når det gjelder tunnelens geometri viser det seg at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at det er så vanskelig å vite hvorvidt det er vertikalkurvatur når de kjører i tunneler, men han/hun misliker i større grad en slik kurvatur. Erfaring viser at mange ulykker skjer i nedoverbakke, som et resultat av at bilførerne ikke merker at farten øker. Store lastebiler som må kjøre sentrisk pga lav tunnelhøyde, har forårsaket kollisjonsulykker i horisontalkurvatur. Bilførerne misliker svinger i tunneler. Horisontalkurvatur medfører en avgrensning av synsfeltet. Om natten oppfatter øyet kurven relativt kort tid, og relativt kort distanse, før en kjører inn i den. Dette betyr at bilførere kjører med en langt lavere sikkerhetsmargin (med hensyn til reaksjonstid og bremsedistanse) om natten enn om dagen. Noe av det samme vil være tilfellet i en dårlig belyst tunnel, eller i en tunnel som er ubelyst.

I prosjektets fase 1 har det kommet fram at :

- Tunneler som har en slakere horisontalkurveradius enn ca 250 meter har vesentlig lavere ulykkesfrekvens enn tunneler med krappere kurvatur.
- Horisontalkurvatur, og fall / stigning inne i tunnelen kan aksentueres ved hjelp av mønstre / strukturer som danner kontinuerlige flater i bilførerens synsfelt.
- Skarpe og overraskende kurver rett innenfor tunnelmunningen, stiller store krav til belysning, sidereflektorer og varlelsskilting før tunnelmunningen.

Tunnelens tverrsnitt

Svarene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser videre at den gjennomsnittlige bilfører ikke synes at tunneler er romslige. Eldre anser tunneler som romslige i mindre grad enn bilbrukerne i de andre svarkategoriene, og flere i kategorien eldre enn i kategoriene kvinner og menn senker farten i tunneler fordi de er engstelige. Videre ser vi at flere i kategorien eldre, enn i kategoriene menn og kvinner anser store kjøretøy som mer truende i tunneler, enn på vanlige vegger.

Når det gjelder vegbredde, avtar ulykkesfrekvensen ved økende verdier, ifølge Hovds SINTEF-rapport (1981). I Hovds rapport refereres det til en sveitsisk undersøkelse fra 1980 (som tar for seg i alt 234 ulykker fordelt på 24 tunneler) som viser at 2/3 av ulykkene skyldtes "påkjøring bakfra" og "ønselig kjøretøy utfor vegen". Det siteres videre fra Hovds rapport: "Den norske undersøkelsen avviker fra utenlandske undersøkelser når det gjelder ulykkestype; påkjøring bakfra og møteulykker utgjør noe nær samme andel, mens utforkjøringsulykkene andel i tunnelene er omlag det dobbelte av hva en har på riksvegene

totalt." Det konkluderes med at:

- Utforkjøringsulykker er sterkest overrepresentert ved tunneler med liten vegbredde.

Informasjon om "wall shyness" i PIARCs rapporter (1979, 1983) kan bli lagt til grunn for hypoteseformulering knyttet til utformingen av tunnelens tverrsnitt.

Selvlysende maling er av flere eldre bilførere forslått anvendt, for å markere kjørebanelens bredde. Hvilken funksjon dette vil ha, i sammenheng med en bevisst bruk av belysning, må eventuelt testes ut i en senere fase av prosjektet.

Tunneldisiplin

Brown og Watt (1985) har arbeidet med designkriterier for sikker bilkjøring gjennom tunnelen under den engelske kanal (på et tidspunkt da man fremdeles tenkte på denne tunnelen som en vegtunnel). Brown og Watt har tatt utgangspunkt i emner som er relevante i forbindelse med kjøring i tunnelen, og i emner som er relatert seg til effekten av tunnelkjøringen umiddelbart etter man forlater tunnelen.

Tilpasning til tunnelkjøring vil skje ved at bilføreren må forholde seg til følgende to vesentlige punkter:

- a) Spesielle regler og prosedyrer; en tunneldisiplin, hvis hensikt skal være å maksimere sikkerheten og trafikkflyten.
- b) Meget strenge visuelle omgivelser, påtvunget bilføreren ved hjelp av tunnelveggene.

Effektene av trøtthet og monotoni må vurderes. I tunneler er det ofte få visuelle holddepunkter, og fartsopplevelsen kan lett svekkes. Folk overvurderer viktigheten av å kjøre fort.

Brown og Watt (1985) viser til en dansk undersøkelse (utført av Rørbeck i 1975), der man fant at 75% av bilførerne benyttet den innerste filen når det var liten trafikk, mens bare 25% av bilførerne benyttet denne filen ved stor trafikk. Årsaken til dette er at bilførerne vet at det er den siste bilføreren i den innerste filen som først får sjansen til å kjøre inn i en eventuell luke i slutten av køen i den ytre filen. Av denne grunn forsøker bilførerne å bli stående i den ytterste filen. Overraskende nok, har man funnet at dette gir optimal bruk av vegsystemet mht trafikkflyt. Men denne måten å kjøre på øker bilføreren stressnivå, og dermed øker risikoen for feilhandlinger og ulykker. Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at det er stor divergens mellom kvinner og menn med hensyn til hvorvidt tanken på å stå i kø i tunneler virker skremmende. Kvinner opplever dette som langt mer skremmende enn menn. Den gjennomsnittlige bilfører mener at han/hun sparer tid ved å kjøre i tunneler. Argumentasjonen for bygging av tunneler knyttes i mange tilfeller til lettere framkommelighet / kortere reisestrekning. Fartsmålinger foretatt bli a i Oslostunnelen, viser noen bilførere benytter enkelte vegstrekninger som er vanskelige å overvåke, til å kjøre i langt høyere hastigheter enn det fartsgrensen tillater. Den gjennomsnittlige bilfører har i spørreundersøkelse nummer 2 oppgitt at han/hun senker farten, snarere enn å øke den, som et resultat av engstelse ved kjøring i tunneler.

I Brown og Watts (1989) rapport finnes følgende informasjon, som kan legges til grunn for en hypoteseformulering:

- For å unngå et økt stressnivå, kan man minimalisere behovet for stadig å skifte fil ved å sette fartsgrensen relativt høyt.
- Man kan etablere et minimumsintervall mellom bilene. Det å kjøre for nær bilen foran er en av de mest vanlige feilene som bilførere begår. Det å oppnå sikker avstand mellom bilene for å unngå kollisjoner er helt klart av enda større betydning inne i tunneler enn på veg i dagen.
- Et minimumsintervall kan f.eks. markeres i form av (farge)felt på tunnelveggene eller i vegdekket. Dersom en 30 mm bred stripe, bestående av lyse og mørke felt, males på veggen i 1 meters høyde over vegdekket, vil man med dette kunne gi bilføreren både en opplevelse av tunnelens dimensjoner, og av avstanden til bilen

foran. Feltenes lengde må forholde seg til fartsgrensen og til sikker stopp-avstand, og bilførereren må hele tiden sørge for å kunne se et helt fargefelt mellom sin egen bil og bilen foran.

- Feltene kan også fungere som visuelle holdepunkter.

Tunneler må dimensjoneres for hastigheter som er i samsvar med bilførerens opplevelse av omgivelsene / vegstrekningen før og etter tunnelen. I en by, der tunnelen er omgitt av et miljø som ikke "holdes fast" ved en definert bystruktur, vil man kunne få problemer med for høye hastigheter. Vålerengtunnelen er et eksempel på dette.

Rørbro

Den planlagte nedsenkede flytende tuben (rørbroen) over den 1400 meter brede Høgsfjorden i Rogaland, skal bestå av prefabrikerte betongrør som har en indre diameter på 8,6 meter. Rørbroen er festet til havbunnen ved hjelp av ankere. Maksimumsdybden er 25 meter under havoverflaten.

Brown (1990) tror ikke at bevegelsen ved utgangen av tunnelen vil være mulig å persipere. Bevegelsene vil være små. Dette må det være mulig å teste. Man kan ødelegge folks opplevelse av bevegelse ved hjelp av ulike former for "visuelt bråk". Man kan f.eks. benytte seg av slake oppover- eller utforbakker. Dette vil kunne redusere en eventuell opplevelse av at rørbroen beveger seg. (Ingen veier er helt rette.) Tunge kjøretøyer kan medføre problemer. Brown mener at det er viktig å tenke på hva folk anser som karakteristisk for tunneler. Dette kan antageligvis med stort hell benyttes ved utformingen av en rørtunnel. Folk vil tenke på de store konsekvensene av en ulykke, og mindre på ingeniørenes arbeide med teknologien. Folk vil ikke være istand til å vurdere en slik tunnel, da de ikke har erfaring. Man bør simulere en rørtunnel og en statisk tunnel, og be folk sammenligne disse resultatene.

18.2 Belysningsproblematikk

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at belysningen i tunneler, og da spesielt belysningen av tunnelens overgangssone, anses som et problem. Eldre anser, i større grad enn svarkategoriene kvinner og menn, overgangen fra ute til inne (i tunnelen) som for brå, og belysningen inne i tunneler som for svak. Tunnelbrukerne opplever oftere overgangen fra ute til inne (i tunnelen) som for brå, enn overgangen fra inne (i tunnelen) til ute.

Lys og belysning er det vesentligste designproblemet i tilknytning til tunneler. Om dagen er luminansen utenfor tunnelen fra ca 300 cd/m² (tilskyet) til ca 15000 cd/m² (klart vær). I dagslys er adaptasjonluminansen utenfor tunnelen bestemmende for luminansnivåene inne i tunnelen. Ifølge normalene for vegbelysning skal man i Norge ikke regne med adaptasjonluminanser høyere enn 10000 cd/m². Det pågår en debatt blant forskere innenfor de fagområder dette vedrører når det gjelder hvilke kriterier som bør legges til grunn for riktig / tilstrekkelig belysning. Belysningen i tunnelens terskel- og inngangssone er et vesentlig tema i denne debatten.

Ifølge Hovds SINTEF-rapport (1981) har norske tunneler med belysning en noe lavere ulykkesfrekvens enn ubelyste tunneler.

Hva skal belyses?

Omgivelsesmessig stress har med kontroll / mangel på kontroll å gjøre. Kjøring inn i en tunnel er en endring av en situasjon, og kan føre til følelse av tap av kontroll. Dersom man utformer tunneler slik at man ikke merker denne overgangen, vil dette kunne redusere opplevd risiko.

Det er vesentlig å skape en jevn flyt på veg inn i tunnelen, slik at ikke biler forårsaker ulykker, eller kødannelse ved at de stanser opp. Riktig belysning i tilknytning til inngangssonen er vesentlig, dersom man skal oppnå en jevn trafikkflyt.

Tunnelens midtsone bør ha et innelysnivå som er økonomisk og synsmessig forsvarlig, og som ivaretar opplevelse av sikkerhet.

Det er flere grunner for å installere belysning i utgangssonen:

- a) Mindre kjøretøy som følger etter store lastebiler etc gjøres synlige ved tunnelutgangen i blendende sterkt dagslys.
- b) Etterfølgende biler gjøres synlige i speilet til den bilen som forlater tunnelen.
- c) Utgangen kan benyttes som inngang (under forutsetning av redusert hastighet) ved ulykker, og ved vedlikeholdsarbeide.

Hvordan skal man oppnå god belysning / gode kontrastforhold

De utdrag av debatten knyttet til tunnelbelysning som er presentert i denne rapporten, viser at forskere er uenige om hvilke faktorer som innvirker på øyets adaptasjonstid, og hvilke fysiologiske prosesser som er avgjørende for målinger av adaptasjonstiden, idet man kjører inn i en vegtunnel. Argumenter som fremkommer i rapporten, peker i retning av at normalene for belysning av tunnelene på det norske riksvegnettet bør revurderes. Den typiske norske vegtunnel betjener liten trafikk, og ulykkesfrekvensen i tunneler er lav. Dette kan være årsaken til at bare ca halvparten av tunnelene på riksvegnettet er belyst. I Norge kan man anta at en del spesielle forhold, som f.eks lysrefleksjoner fra is og snø, kan være av betydning for synbarheten idet man kjører inn i en tunnel. Pr i dag er et stort antall av de tunnelene som har belysning, utstyrt med lavtrykknatriumlamper. Ved bruk av denne typen belysning, må fargebruk i tunneler tilpasses den forvregning av fargegjengivelse som natriumlampebelysning gir.

- Bruk av beplantning kan være en måte å redusere overgangen fra dagslys til tunnelbelysning. Hartmann, Finsterwalder & Müller (1986) nevner bruk av trær eller superstrukturer ved tunnelens inngangssone, som en av flere mulige løsninger på synsadaptasjonsproblemet. Denne løsningen vil kun være anvendbar i noen situasjoner, det er derfor nødvendig å finne fram til en type belysning av inngangssonen som garanterer tilstrekkelig synbarhet, idet man entrer tunnelen. (Trær og superstrukturer kan gi problemer med glatt sone.)
- Kulørte farger kan benyttes for markering av konturer, hindringer etc. Hvilken farge som benyttes i tunnelens inngangssone er vesentlig for i hvilken grad motgående biler, eller biler som kjører i samme retning gjøres synlige. Fargebruk i inngangssonen er sterkt avhengig av belysningstype i tunnelen.
- Bedret belysning i tunnelens inngangssone kan også anvendes på en slik måte at tunnelen føles romslig. Følelsen av at "den tunnelen er for liten til å kjøre inn i", vil kunne motvirkes, og dette vil kunne ha en positiv innvirkning på trafikkflyten, ifølge Brown (1990). Resultatene fra Valberg og Seims rapport (1988) viser at kulør-mot-ukulørt gir de beste kontrastforholdene for svaksynte. I forbindelse med tunneler kan dette bety, dersom lyskilden ikke motvirker fargeopplevelse, at f.eks biler i ulike farger sees best mot grå (akromatiske) vegger.
- Bruk av en mett, lys blåfarge kan sannsynligvis være med på å understreke tunnelens "romslighet". Blått gir inntrykk av, ifølge Ramkumar og Bennetts (1979) korrigerende test, å være lenger borte enn rød. Valberg og Seims rapport viser at anvendelse av lyse kulørte farger kan gi en effektiv utnyttelse av lyskilden fordi det generelle luminansnivået blir høyere. Dette tilsier at man må arbeide med en bevisst anvendelse av farger i forhold til tunnelens vertikalsnitt. Et eksempel på dette kan være anvendelse av lyse akromatiske farger opp til en viss høyde på tunnelveggen ved inngangssonen, og en lys, mett blåfarge ovenfor. Dette må testes i full målestokk.
- Padmos (1984) kritiserer CIEs retningslinjer for tunnelbelysning, fordi han mener at refleksjonslyset underestimeres. Padmos foreslår bruk av selvlysende reflekterende lanterner, eller motlys-belysning, for å redusere belysningskostnadene i tilknytning til inngangssonen. Dette er virkemidler som aktiviserer kontrastene.

- Ved utgangssonen ser føreren et lyst hull som eventuelle hindringer avtegner seg mot. Denne effekten kan forsterkes ved lyst veggmateriale. Hvor klar en farge er er vesentlig. Dette, og hvordan folk opplever stigning i tunneler må være ideelt for simulering ved bruk av "computer graphics".

Belysning og ventilasjon / forurensing

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at kategorien kvinner, oftere enn menn og eldre, opplever eksosen inne i tunneler som et problem. Den gjennomsnittlige bilfører er tilbøyelig til å svare delvis enig i at eksosen inne i tunneler ofte oppleves som et problem for dem. Den gjennomsnittlige bilfører opplever ikke støyen i tunneler som skremmende i særlig grad.

Lavtryknatriumlamper med monokromatisk lys, vil kunne gi utslag av siktreduksjon, avhengig blant annet av dekketype / finstøvandel. Dette er et problem som antas å kunne være et større problem i Norge, enn i en del andre Europeiske land, da nedsatt siktbarhet er et vinterproblem.

Tall fra 1988 viser at 7, 8% av norske vegtunneler har ventilasjonsanlegg. Bedre ventilasjon vil i følge Toften (1990) kunne anvendes effektivt ved brann; en ulykkesituasjon som i tilknytning til tunneler virkelig vil kunne være katastrofal.

Alder

Tunnelens terskelsone, og overgangen fra dagslys til tunnelbelysning stiller størst krav til bilførerens syn. I årene som kommer vil det bli stadig flere eldre bilførere. I europeisk sammenheng antar man at i år 2000 vil 20% av befolkningen være over 65 år. I heftet "Age & Design" (1990) finnes en artikkel om aldersrelaterede endringer av synsskarpheten. Menneskets syn endrer seg lite fram til man er 55 år, men i alderen 55 til 75 reduseres synsfeltet inntil 50%, i forhold til utgangspunktet. På grunn av de endringer som skjer i øyet, krever eldre mennesker et langt høyere belysnings- og kontrastnivå, dersom de skal kunne fungere godt. Evnen til å skille mellom ulike farger reduseres også med alderen. Et menneske som er mellom 75 og 85 år er avhengig av, dersom han/hun skal motta den samme visuelle informasjon som et menneske i 40 års-alderen, en 50 til 70 ganger så sterk luminans. Mens en 16-åring, etter å ha blitt blendet kan se igjen etter 2 sekunder, trenger 65-åring minst 9 sekunder for å gjenvinne synet. Eldre mennesker reduserer heller ikke, så raskt og lett som unge mennesker, blendingen vha kontraksjon av pupillene. Det er viktig å huske på at utforming og design som ivaretar Eldres behov, også ivaretar unge mennesker med ulike funksjonshemninger.

I Broughtons rapport (1988) "The variation of car drivers' accident risk with age", hvor det refereres til ulykkesstatistikk i Storbritannia, beskrives en U-formet kurve for alle alvorlighetsgrader av ulykker.

Unge bilførere kjører raskere, og nærmere kjørefeltskanten enn eldre bilførere. Unge bilførere oppdager "hazards" i vegen senere enn eldre, erfarne bilførere. Årsaken til et så høyt antall ulykker blant unge bilførere synes å ligge i at unge bilførere har en helt ny (fersk) mental modell for hvordan bilkjøring fungerer, unge bilførere har en større illusjon av kontroll enn eldre, mer erfarne førere, i tillegg til at unge bilførere ofte er sensasjonssøkende.

18.3 Vegvisningsproblematikk

Dannelse av mentale kart

Dette er en psykologisk gjengivelse av omgivelsene. Det er vesentlig å legge arkitekturen til rette for dannelse av mentale kart i store byer. Ved hjelp av f.eks fargekodning vil det være mulig å betrakte hver enkelt tunnel i en sammenheng, der flere tunneler inngår og danner en struktur.

- Riktig fargebruk kan gjøre folk oppmerksomme på tunnelen; man kan få folk til å huske elementer ved tunnelen, og dermed påvirke dannelsen av mentale kart.
- Det er viktig å gi folk en opplevelse av at de har kontroll. Ifølge Canter (1990) ville man, dersom man standardiserte tunnelene, kunne oppnå at folk opplevde at

de var fortrolige med å kjøre i dem, og de ville dermed i større grad kunne finne seg til rette. (Den naive bruker vil kunne skape problemer.)

Skilting

Angående skilting skriver Lie følgende i sin bok "Syn og Synsproblemer" (1986): "Målet for ergonomisk tilpassing av trafikkopplysninger burde ideelt sett være å sikre alle nødvendige opplysninger blir synsmessig tilgjengelig for alle brukere som ellers fungerer i orienteringssammenheng."

I prosjektets fase 1 har det kommet fram at ved skilting i tunneler er det viktig å ta hensyn til følgende:

- Man bør unngå å plassere trafikkskilt eller opplysningsskilt nærmere kurver (høyre eller venstresving) enn ca 120 meter, fordi det å nærme seg en kurve stiller store krav til bilføreren syn.
- Det er viktig at man reduserer antall visuelle stimuli som bilføreren skal motta ved kjøring i en tunnel; en persons oppmerksomhet er knyttet til maksimum seks-sju gjenstander samtidig.
- Stasjonære trafikkopplysninger bør plasseres med tanke på å unngå blanding fra solen så vel som fra kunstige lyskilder.
- Planleggere bør benytte seg av skilt som består av en solid, kontinuerlig visuell form. Med hensyn til advarselsskilt bør man merke seg at avstanden mellom skiltets endepunkter bør reduseres.
- Menneskets syn endrer seg lite fram til man er ca 55 år, men i alderen 55 til 75 reduseres synssfeltet inntil 50%, i forhold til utgangspunktet. Dette må få klare konsekvenser for utforming og plassering av informasjonsskilt.

18.4 Miljøproblematikk

I Hovds SINTEF-rapport (1981) vises det til undersøkelsen til PIARC 's 15. verdenskongress i 1975 samt en østerriksk og en sveitsisk undersøkelse, der det framkommer at tunneler i bymessige strøk har større ulykkesfrekvens enn tunneler i landlige omgivelser, mens tunneler ved fjelloverganger er sikrest.

Hvordan vil folk oppleve byen?

I lengre tunneler, eller i bymiljøer hvor det er mange tunneler, viser det seg at bilførere lett kan miste oversikt over hvor de befinner seg, og i hvilken retning de skal i forhold til verden utenfor. I en by som Oslo, hvor mye av gjennomgangstrafikken vil bli lagt til tunneler, vil det alltid være et høyt antall bilførere som ikke vil være fortrolig med tunnelkjøring (unge bilførere som har en ny (fersk) mental modell for hvordan bilkjøring fungerer, turister, personer som bare sjelden kjører gjennom Oslo, personer som bare kjører bil i helgene osv). Det er derfor viktig å konstruere tunneler med tanke på at bilføreren skal kunne danne seg et mentalt kart av byen, slik at folk til tross for at de ikke er vant med tunnelkjøring skal kunne vite hvor de skal og hvor de er; bilføreren må kunne plassere seg i riktig fil i god tid.

Tunnelens tilpasning til byens / stedets infrastruktur.

I rapporten "Veg i by - byggeteknikk", utgitt av Vegdirektoratet (1987) finner vi følgende informasjon: "En optimalisert geometrisk utforming må bli et kompromiss og et samspill mellom topografi, tunneltverrsnitt, stigningsforhold og vertikalkurvatur for å oppnå en helhetlig løsning." (Opplevd sikkerhet som formgivende faktor er utelatt.) I denne rapporten finner vi følgende i tilknytning til tunnelåpninger: "Ved planlegging av tunnelåpninger i bymessige strøk er det av avgjørende betydning at den geometriske utformingen av anlegget følger de byplanmessige prinsipper og søkes løst innenfor den eksisterende gatebredde. Det endelige resultat må bli en helhetlig bymessig komposisjon som beholder dimensjonsforholdet mellom gatebredde og gesimshøyde."

Ved bygging av tunneler i byer introduserer man et nytt vegnett i en eksisterende struktur. Koblingspunktet mellom de to vegsystemene blir ofte konfliktfylt, og en avveining må foretas

mellom de ulike forutsetningene for at løsningen skal fungere tilfredstillende. I Oslo må med andre ord tunneler utformes i samsvar den bebyggelsesstrukturen / topografien som er karakteristisk for det stedet hvor tunnelen planlegges, og med utgangspunkt i bevisst forhold til urban arkitektur.

- Ikke bare tunnelåpningen, men tunnelen som helhet må tilpasses både topografiske forhold og byen / stedets arkitektur og gatestruktur.
- Utformingen av hver enkelt tunnel må ikke skje uavhengig av de øvrige planlagte / bygde tunnelene.
- Hver enkelt tunnel forholder seg til et gitt sted, og bør dermed gis en klar identitet (denne påstanden er uttrykk for et arkitektursyn, som det vil bli redegjort nærmere for i fase 2 av prosjektet). Dette vil også være med på å lette muligheten for dannelse av mentale kart over hvor man befinner seg, og hvor man skal.
- Arkitektoniske virkemidler, som belysning, fargesetting etc kan være med på å gi tunnelene et enhetlig / felles uttrykk.

Klimaforhold

Ifølge Hvoslef (1988) er tunnelens midtssone like sikker som tilstøtende vegstrekninger utenfor tunnelen, mens ulykkesrisikoen i overgangssonene er over 5 ganger høyere. Dette skyldes de vanskelige lys- og føreforhold en her har. Tunnelens plassering i forhold til himmelretningene, særlig med tanke på tidlig morgensol som kommer inn over tunnelinngangen, er vesentlig. Blending fra tidlig morgensol om våren / høsten, er spesielt farlig dersom isen i vegbanen foran tunnelinngangen ikke har rullet å tine. Lav sol / blending kombinert med glatt sone foran tunnelinngangen ble under telefonintervjuet oppgitt som årsak til to kjedekollisjoner. (Se kapittel 16.)

Holdbarhet / vedlikehold

Både lang holdbarhet, og enkelt vedlikehold er vesentlige hensyn å ta ved valg av materialer i tilknytning til tunneler. I kapittel 9 kommer det fram at med hensyn til siktreduksjon og slitasje er høyfast betong med 10% silika å foretrekke blant fire ulike dekketyper. I Norge bør det stilles krav til friksjonsforbedrende vedlikehold i overgangssonene. (Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at den gjennomsnittlige bilfører ikke foretrekker å kjøre på betondekke framfor på asfaltdekke.) Superstrukturer ved tunnelinngangen har vist seg å bli vanskelige å anvende av vedlikeholdsgrunner.

Tekstur

Resultatene fra spørreundersøkelse nummer 2 viser at råsprengt fjell inne i tunneler ikke gir bilførere en følelse av trygghet. I Hovds SINTEF-rapport (1981) kommer det fram at råsprengte tunnelvegger vil kunne virke siktreduserene. Tunnelveggenes tekstur er vesentlig også på den måten at friksjonen mellom bilen og tunnelveggen vil være av stor betydning for alvorlighetsgraden ved en eventuell ulykke. (Grime, 1987)

Brannhensyn

En brannøvelse i Holmestrandtunnelen ble omtalt i Aftenposten 31. mai 1990, under overskriften "Avslørende brannøvelse i tunnel". Artikkelen konkluderer med at man virkelig fikk avslørt svakheter i samband og kommunikasjon fra tunnelen til omverdenen, noe som var en hovedhensikt. Og brannvesenet fikk smake problemene ved samkjøring.

I Bergens Tidende, fredag 1. juni 1990 lød en av overskriftene som følger: "Brannfolk drøfter farlige tunneler". Det refereres til et seminar om brann og ulykker i tunneler. Sitat fra artikkelen: "Seminardeltakerne skal blant annet orienteres om opprustningen av gamle tunneler, slik at de blir sikrere å ferdes i. Mattene som kler mange av tunnelene er av polyetylen. Blant annet kan de sees i deler av Fløyfjellstunnelen. Etterhvert har de vist seg å være mer farlige enn man opprinnelig trodde." Artikkelen konkluderer med at når en ulykke først skjer i tunneler, så er den vanskeligere å "håndtere" enn ulykker i friluft.

I fullskalaforsøk foretatt av Vegdirektoratet, har man funnet at polyetylenmattene antennes lett, brenner meget raskt, og utvikler mye røyk.

19. BIBLIOGRAFI

- Adrian, W. K.:** Adaption luminance when approaching a tunnel in daytime. *Lighting Research and Technology*, Vol 19, 1987, pp 73-79
- Adrian, W. K.:** Investigations on the required luminance in tunnel entrances. *Lighting Research and Technology*, Vol 14, No 3, 1982, pp 151-159
- Adrian, W. K.:** Method of calculating the required luminances in tunnel entrances, *Lighting Research and Technology*, Vol 8, no 2, 1976, pp 103-106
- Age & Cognitive Performance Research Centre:** Age & Design, University of Manchester, 1990
- Amundsen, F. H.:** Trafikantenes oppfatning av å kjøre i tunneler, en intervju-undersøkelse i Vardø og trafikkteiling i Holmestrand. Oslo, 1987
- Boer et al.:** Street lighting and accidents. CIE-publikasjon, No 8, 1960, 1988
- van Bommel, W. J. M.:** The measured equivalent adaption luminance at the approaches to sub-aqueous road tunnels. *Lighting Research and Technology*, Vol 14, No 3, 1982, pp 160-161
- Bourdy, C., Chiron, A., Cottin, A., Monot, A.:** Visibility at a tunnel entrance: Effect of temporal adaption. *Lighting Research and technology*, Vol 19, 1987, pp 35-44
- Broughton, J.:** The variation of car drivers' accident risk with age. Crowthorne, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Research Report 135, 1988
- Brown, I. & Janssen, W.:** Risky decision-making in transport operations. *Ergonomics*, Vol 31, No 4, 1988
- Brown, I. & Watt, R.:** Design Criteria for Safe Driver Behaviour. Channel expressway, Appendix 11, 1985
- Canter, D.:** Environmental (Social) Psychology: An emerging Synthesis. Pp 1-18, Canter, D. Jesuino, J. C., Soczka, L. & Stephenson, G. M.: *Environmental Social Psychology. Nato ASI SERIES, Series D: Behavioral and Social Sciences - Vol. 45*, 1988
- Canter, D.:** Fires and Human Behaviour: Emerging Issues. *Fire Safety Journal*, 3, 1980/1981, pp 41 - 46
- Canter, D.:** Psychology for Architects. London, Applied Science Publishers LTD, Architectural Science series, 1974.
- Canter, D.:** Way-finding and signposting: penance or prosthesis? University of Surrey, pp 245-264
- Mc Cullouc, V. A. & Ketvirtis, A.:** Vertical illuminance as a criterion for energy-effective tunnel lighting design. *IES-journal*, 1983
- Glesbers, G.:** Tunnel lighting - ten years on. *International Lighting Review*, Vol 1, 1981, pp 19-24
- Glendon, A. I., Gullan, E., Davies, D. R., Debney, L. M., Matthews, G.:** Driver stress. Final report to the health promotion research trust. Aston University, 1989
- Grime, G.:** Handbook of road safety research. Butterworth & Co, 1987

- Hartmann, E., Finstervalder, J., Müller, M.:** Kinetic luminance measurement and assessment of road tunnels. *Lighting Research and Technology*, Vol 18, No 1, 1986, pp 28-36
- Hess, R. F., Sharpe, L. T. & Nordby, K.:** Night vision. Basic, clinical and applied aspects. Cambridge University Press 1990
- Hill, G. W. & Mershon, D. H.:** Age-Related Changes in Distance Judgements. *Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting*, 1985, pp 711-714 (Abstract)
- Hovd, A.:** Trafikkulykker i vegtunneler. Trondheim, 1981 (SINTEF-rapport STF 61 A 81012)
- Hovden, J. & Rundmo, T.:** Opplevd risiko og sikkerhet. Trondheim, 1990 (SINTEF prosjektforslag)
- Hvoslef, H.:** Sikkerhetsproblemer i tunneler i Hordaland. Statens vegvesen Hordaland, notat, 1988
- Lian, A.:** Persepsjonspsykologi. Oslo, Universitetsforlaget, 1969
- Lie, I.:** Syn og synsproblemer. Oslo, Universitetsforlaget, 1986
- Mito, H. & Shimizu, T.:** Visibility studies under tunnel illumination. *Ergonomics International*, 1985, pp 809-810 (Abstrakt)
- Mullins, W. C., Pekmezaris, R. & Uran, J.:** The Distortion Of Visual Space as a Function of Motion: Implications for Vehicle Operators. *Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting*, 1985, pp 730-734 (Abstract)
- Myran, T.:** Partikkelforurensning i vegtunneler. Trondheim, 1985 (SINTEF-rapport (sammendragsrapport) STF 36 A 85100)
- Myran, T.:** Støv i vegtunneler. Støvtutvikling ved vegslitasje. Trondheim, 1986 (SINTEF-rapport STF 36 A 86049)
- Narisada, K. & Yoshikawa, K.:** Tunnel entrance lighting - effect of fixation point and other factors on the determination of requirements. *Lighting Research and Technology*, Vol 6, No 1, 1974, pp 9-18
- Novellas, F. & Perrier, J.:** New lighting methodology for road tunnels. CIE 20th session, 1983, pp D403/1-D403/4
- Nygaard, B.:** Försök med förstärkt information ved övergångsställen. Linköping, 1989 (VTI meddelande 557)
- Oslo veivesen:** Handlingsplan mot trafikkulykker. Oslo, 1986
- Padmos, P.:** Glare and tunnel entrance lighting: Effects of straylight from eye, atmosphere and windscreen. *CIE-journal*, Vol 3, No. 1, 1984, pp 1-23
- Padmos, P. & Alferdinck, J. W. A. M.:** Straylight from atmosphere and windscreen, related to the surround luminance of tunnel entrances. CIE 20th session, 1983, pp E40/1-E40/2
- Philpott, C.:** Driver Perception of Risk: Objective risk versus Subjective Estimates. *Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting*, 1985, pp 270-272 (Abstract)

Ramkumar, V. & Benett, C. A.: How big is dark? Proceedings of the Human Factors Society - 23rd annual meeting, 1979, pp 116-118

Schröter, H. G.: Research on daytime lighting of tunnel entrances. Lighting Research and Technology, Vol 9, No 4, 1977, pp 194-208

Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S.: Facts versus fears: Understanding perceived risk. Pp 463-492. Kahneman, D. , Slovic, P. , Tversky, A.: Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge, 1982

Staplin, L. K.: Nighttime Hazard Detection on Freeways under Alternative Reduced Lighting Conditions. Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting, 1985, pp 725-729 (Abstract)

Starby, L.: Belysningshandboken. Underlag for planering av belysningsanleggninger. Ljuskultur, Stockholm, 1983, pp 191-193

Statens vegvesen Vestfold, Vestfold vegkontor og Bruer IKB a/s: Analyse av intervjuundersøkelse om miljøforholdene i Holmestrandtunnelen, 1990

Statistisk Sentralbyrå: Veitrafikkulykker med alkoholpåvirkede førere. Særtrykk fra statistisk ukehefte, SU nr. 33, 1988

Syposium on tunnel lighting. Lighting Research and Technology, Vol 7, No 2, 1975

Storle, V. J.: Male and female car drivers: differences observed in accidents. TRRL Laboratory Report 761, Crowthorne, Berkshire, 1977

Toften, T. H.: Ventilasjon i tunneler: Millionsløsning på tunnelvifter. Våre Veger, 17. årgang, nr 3, 1990

Valberg, A. & Selm, T.: Hvordan bruk av kulørte farger kan bedre synsforholdene for svaksynte. Oslo, 1988 (Fysisk institutt, Universitet i Oslo, rapport 88-02)

Vegdirektoratet, planavdelingen: Vegbelysning. Særtrykk fra normalhåndbok "Vegutforming - 88". Oslo, 1987

Vegdirektoratet, planavdelingen: Veg i by - byggeteknikk. Informasjon fra Vegdirektoratet. Oslo, No 3, Arkiv 310, 1987

Vegdirektoratet, planavdelingen: Etterprøving av tre veganlegg i Oslo. Informasjon fra Vegdirektoratet, utarbeidet av Trafitek A/S. Oslo, No 10, arkiv 312.1, 1989

Vos, J. J. & Padmos, P.: Straylight, contrast sensitivity and the critical object in relation to tunnel entrance lighting, CIE 20th session, 1983, pp D404/1-D404/4

Zwahlen, H. T.: Driver Eye Scanning on Curves and on Straight Sections on Rural Highways. Proceedings of the Human Factors Society - 26th annual meeting, 1982 (Abstrakt)

Litteratur som er nevnt i bibliografien, eller opplysninger om hvor man kan få tak i informasjon av interesse, kan fåes ved henvendelse til Vegdirektoratets bibliotek og til Human Factors Solutions, Øvre Vollgate 7, 0158 OSLO 1.

VEGTUNNELER

INTERVJU - UNDERSØKELSE, 1. FEBRUAR 1990

NR.1

God dag! Kan jeg få stille deg noen spørsmål? Jeg holder på med en undersøkelse som omhandler veg-tunneler. Jeg ønsker å få vite din mening i den forbindelse.

1. Hva synes du om tunneler?

2. Hva liker du ved tunneler?

Forskjell:
Dag / natt?
Sommer / vinter?
Råsprengt fjell /
betong?
Belysning /
ikke belysning?
Farger /
ikke farger?
Stikkord:
Inngangssone.
Tunnelens midtsone.
Tunnelmunningen.

3. Hva misliker du ved tunneler?

Forskjell:
Dag / natt?
Sommer / vinter?
Råsprengt fjell /
betong?
Belysning /
ikke belysning?
Farger /
ikke farger?
Stikkord:
Inngangssone.
Tunnelens midtsone.
Tunnelmunningen.

4. Hvilken tunnel liker du å kjøre gjennom?

5. Hvorfor liker du å kjøre gjennom denne tunnelen?

6. Hvilken tunnel misliker du å kjøre gjennom?
Hva synes du om Vålerengen-tunnelen?

7. Hvorfor misliker du å kjøre gjennom denne tunnelen?

8. Kjører du saktere eller fortere i tunneler enn på vanlige
veger?

9. Hvorfor?

Den siste delen av intervju-undersøkelsen går ut på å rangere 6 kort med følgende ord påskrevet: Bro, rundkjøring, senketunnel, tunnel gjennom fjell, undersjøisk tunnel og vanlig veg. Tenk deg at du skal reise fra A til B og at et av disse alternativene finnes på denne strekningen.

10. Hvilke av disse alternativene vil du foretrekke?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

11. Hvor tror du det vil skje færrest ulykker?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

KVINNE

MANN

18 - 35

35 - 55

55 +

Takk for hjelpen!



UNDERSØKELSE OM KJØRING I VEGTUNNELER

Vegdirektoratet arbeider for å høyne kvaliteten på det norske vegnettet. I den forbindelse ønsker vi å undersøke hva førerkortinnehavere mener om norske vegtunneler. Informasjonen som innhentes, skal danne grunnlag for utforming av bedre tunneler i fremtiden. Vi håper derfor at du kan avsette 10 minutter til utfylling av dette skjemaet.

Når alle punktene er besvart, vennligst returner skjemaet i vedlagte konvolutt innen 15. juli 1990.

På forhånd, takk for hjelpen.

Einar Lillebye, Vegdirektoratets planavdeling

Først noen generelle spørsmål

HVOR LANGT KJØRER DU HVERT ÅR?

- 0 - 12 000 Kilometer - - - - -
12 000 - 23 000 Kilometer - - - -
+ 23 000 Kilometer - - - - -

KJØNN:

- KVINNE - - - - -
MANN - - - - -

ALDER:

- 18 - 35 - - - - -
36 - 55 - - - - -
56 - 75 - - - - -
+ 76 - - - - -

FYLKE:

- OSLO - - - - -
AKERSHUS - - - - -
HORDALAND - - - - -
SOGN OG FJORDANE - - - - -
MØRE OG ROMSDAL - - - - -

Om skjemaet

På de neste sidene er det gitt noen setninger som omhandler ulike aspekter ved vegtunneler. Vennligst kryss av i den rubrikken som tilsvarer dine meninger. Navn skal ikke oppgis, og skjemaet er dermed anonymt.

01. Ved å kjøre i tunneler sparer jeg tid.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
02. Jeg føler at det er mer risikabelt å kjøre i tunneler, enn på vanlige veger.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
03. Jeg foretrekker korte tunneler hvor man hele tiden kan se utgangen, framfor lange tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
04. Tunneler er OK på landet, men ikke i byen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
05. Jeg misliker at tunneler fratar meg naturopplevelsen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
06. Tunneler bør kun bygges der det er stor rasfare.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
07. Jeg liker tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
08. Tunneler bidrar til et sikrere trafikkmiljø.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
09. Overgangen fra ute til inne (i tunnelen) er ofte for brå.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
10. Tunneler bør varsles i god tid, slik at man kan velge en alternativ veg.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
11. Jeg synes at tunneler er romslige.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
12. Tunneler er karakterløse.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
13. Vegen er ofte glatt like foran inngangen til tunnelen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
14. I lange tunneler bør det være skilt som forteller hvor langt det er igjen å kjøre før man kommer ut.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
15. Belysningen i tunneler gjør det ofte utrivelig å kjøre der.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke

16. Jeg kjører omveger for å unngå tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
17. Råsprengt fjell i tunneler gir meg en følelse av trygghet.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
18. Belysningen ved inngangen til tunnelen er ofte for dårlig.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
19. Jeg liker at det er svinger inne i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
20. Jeg liker ikke at det er oppoverbakke / utforbakke inne i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
21. Eksosen inne i tunneler er ofte et problem for meg.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
22. Jeg synes ofte det er vanskelig å se, idet jeg kjører inn i tunnelen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
23. Viftene i ventilasjonsanlegget bør være lett synbare.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
24. Lyden fra ventilasjonsanlegget i tunneler er betryggende.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
25. Jeg føler meg utrygg inne i tunneler, dersom det drypper vann fra vegger eller tak.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
26. Tanken på å stå i kø i tunneler skremmer meg.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
27. Det er viktig med skilt som på forhånd opplyser om hvor lang tunnelen er.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
28. Når jeg kjører i tunneler føler jeg ofte at tunnelveggen er skremmende nær bilen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
29. Jeg liker lange tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
30. Støyen i tunneler er skremmende.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke

31. Skiltingen inne i tunneler er bra.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
32. Jeg foretrekker tunneler med stor høyde under taket.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
33. Forbikjøring burde være forbudt i alle tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
34. Jeg kjenner et snev av angst og uro i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
35. I tunneler bør det være flere filer å velge mellom i hver kjøreretning.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
36. Tunneler bør bygges med adskilte kjøreretninger.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
37. I tunneler foretrekker jeg å kjøre på betongdekke framfor på asfaltdekke.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
38. Det er viktig at det er avkjørselsluker inne i tunneler (ved motorstopp / ulykker.)
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
39. Det er viktig at det er nødutstyr (telefon, brannslukkingsapparat etc) i alle tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
40. Jeg senker farten i tunneler, fordi jeg er engstelig.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
41. Det er spennende å kjøre i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
42. Det er altfor svak belysning inne i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
43. Tunneler er godt vedlikeholdt.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
44. Det burde være fine farger på veggene i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
45. Jeg har klaustrofobi, og forsøker å unngå tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke

46. Overgangen fra inne (i tunnelen) til ute er ofte for brå.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
47. Jeg føler meg sikker når jeg kjører i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
48. Rundkjøringer inne i tunneler er en god ide.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
49. Jeg blir ofte blendet, idet jeg kjører ut av tunnelen.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
50. Det bør satses mer, for å gjøre tunneler triveligere.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
51. Jeg kjører fortere i tunneler, fordi jeg er engstelig.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
52. Jeg føler meg avslappet når jeg kjører i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
53. Jeg synes det er vanskelig å vite om det er oppoverbakke /
utforbakke når jeg kjører i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
54. Jeg er mer engstelig når jeg kjører bil på vanlige veger, enn når jeg
kjører i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
55. Jeg synes at store kjøretøy er mer truende i tunneler, enn på vanlige
veger.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
56. Tunneler er innbydende å kjøre i.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
57. Det er behagelig å kjøre i tunneler.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
58. Jeg kunne tenke meg å kjøre inntil 5 Km ekstra for å unngå en tunnel.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke
59. Jeg kunne tenke meg å kjøre inntil 10 Km ekstra for å unngå en tunnel.
Helt enig Delvis enig Ikke enig Vet ikke

T A K K F O R H J E L P E N !