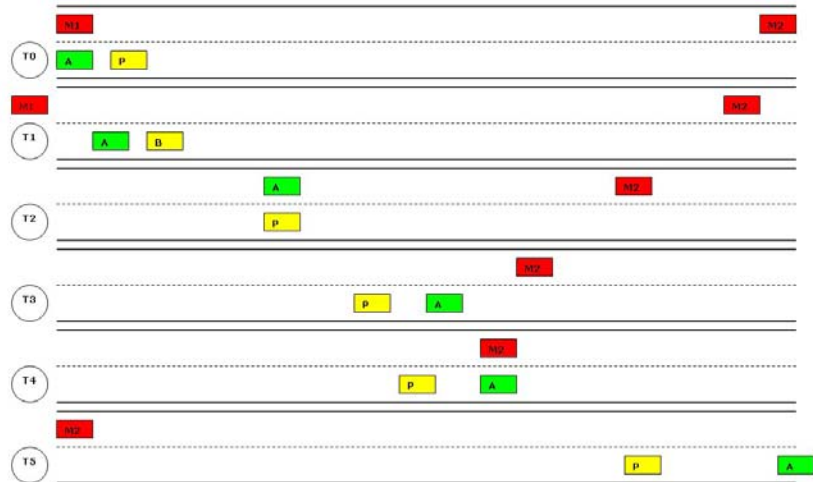


RAPPORT



Forbikjøring

- Grunnlag for revisjon av Håndbok 017 Veg- og gateutforming

SINTEF Bygg og miljø

Veg og Samferdsel

Mars 2004



SINTEF Bygg og miljø
Veg og samferdsel

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Klæbuveien 153
Telefon: 73 59 46 60
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Forbikjøring
- Grunnlag for revisjon av Håndbok 017 Veg- og gateutforming

FORFATTER(E)

Vilhelm Børnes, Kristian Sakshaug og Arvid Aakre

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen

RAPPORTNR. STF22 A04318	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Petter Hildre	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 82-14-03407-8	PROSJEKTNR. 22323700	ANTALL SIDER OG BILAG 107 + 5 bilag
ELEKTRONISK ARKIVKODE A04318_forbikjøring.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Vilhelm Børnes <i>Vilhelm Børnes</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Torgeir Vaa <i>Torgeir Vaa</i>	
ARKIVKODE 22323700	DATO 2004-03-31	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Tore Knudsen, forskningssjef <i>Tore Knudsen</i>	

SAMMENDRAG

I denne rapporten har vi gjort en analyse av ulykker som er relatert til forbikjøring i STRAKS-ulykkesregisteret i VDB. Resultatene viser at 4,4 % av totalt antall alvorlige ulykker på landeveg skjedde i forbindelse med forbikjøring, for ulykker med personskaade var andelen 3,5 %.

Gjennomgang av norske og andre lands vegnormaler viser at systematisk bruk av forbikjøringsfelt, også utenfor stigning, er utbredt i flere land. De landene vi har undersøkt viser at det er forskjellige måter å tilnærme seg forbikjøringsproblematikken i de ulike landene.

På New Zealand har det over flere år vært studert tema knyttet til forbikjøring, både i form av litteraturstudier og egne undersøkelser. Dette har resultert i en metode for å beregne samfunnsnytte av forbikjøringsfelt. Tidsgevinsten bidrar mest i positiv retning ved bygging av forbikjøringsfelt, ulykkesreduksjon bidrar også positivt.

Vi har utviklet en metode for å vurdere forbikjøringsmulighet på norske veger. Det kan beregnes forbikjøringsmulighet som en funksjon av møtende trafikk, vegens siktforhold, lengde av forbikjøringsfelt og lengde av eventuelle "forbislippingslommer". Vi har også foreslått krav/ønske til forbikjøringsmulighet ut fra vegens trafikkmengde.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Vegutforming	Road design
EGENVALGTE	Normaler	Design guide
	Forbikjøring	Overtaking

Forord

Statens vegvesen sin Håndbok 017: *Veg- og gateutforming* er en av flere håndbøker som til sammen utgjør de norske vegnormalene.

Gjeldende Håndbok 017 skriver seg fra 1993. Det pågår nå et arbeid med å revidere denne håndboken. Statens vegvesen har engasjert SINTEF til å utarbeide noe av grunnlagsmaterialet for denne revisjonen.

Denne rapporten har tema forbikjøring. Hos SINTEF har Vilhelm Børnes vart prosjektleder, i tillegg har Kristaian Sakshaug, SINTEF og Arvid Aakre, NTNU arbeidet på prosjektet. Kontaktperson hos Statens vegvesen er Petter Hildre.

Arbeidet er utført høst 2003/vinter 2004.

SINTEF Bygg og miljø
Avdeling Veg og samferdsel



Tore Knudsen
Forskningssjef

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Bakgrunn	7
2.1	Tradisjonell forbikjøring	7
2.2	Forbikjøringsfelt i stigning	8
2.3	Forbikjøringsfelt på flat veg	8
2.4	2+1, 1+1, og 2+2 veg med og uten midtdeler	9
2.5	Lommer for å slippe forbi trafikk	10
2.6	Bruk av skulder til forbikjøring	11
2.7	Vegmerking	11
2.8	Generelt om trafikkavvikling på vegstrekninger	12
2.9	Forbikjøring og avviklingskvalitet	16
2.10	Modeller og verktøy	18
3	Forbikjøringsulykker	19
3.1	Forbikjøringsulykker generelt	19
3.2	Spesielt om forbikjøringsulykker på 2- og 3-felts landeveg	24
3.3	Ulykker i forbindelse med forbikjøringsfelt	31
3.4	Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt	31
3.5	Sammenfatning	35
4	Forbikjøring i de norske vegnormalene	37
4.1	Forbikjøringssikt	37
4.2	Forbikjøringsfelt i stigning	41
4.3	Forbikjøringsfelt som supplement til forbikjøringssikt	42
4.4	Forbikjøringsfelt, detaljutforming	43
5	Vegnormaler i andre land	44
5.1	Kort presentasjon av de ulike landene	44
5.2	Forbikjøringsmulighet	45
5.3	Forbikjøringssikt	47
5.4	Forbikjøringsfelt i stigning	50
5.5	Forbikjøringsfelt	54
5.6	2+1, 1+1 og 2+2 veger med midtdeler	58
5.7	Forbislippingslomme	60
6	Praktiske erfaringer	62
6.1	Erfaringer fra Statens vegvesen i Akershus	62
6.2	Erfaringer fra Statens vegvesen i Sør Trøndelag	62
7	Studie av forbikjøring - New Zealand	64
7.1	Rapport 1	64
7.2	Rapport 2	68
7.3	Rapport 3	72
8	Nytte/kost-beregning av forbikjøringsfelt, forenklet metode New Zealand	78
8.1	Bakgrunn	78
8.2	Forutsetninger	78
8.3	Resultat	80
8.4	Eksempel på bruk av modellen	80
8.5	Overføring til norske forhold	80

9	Egenutvikla modell for vurdering av forbikjøringsmuligheter.....	82
9.1	Innledning.....	82
9.2	Presentasjon av modell for forbikjøring.....	82
9.3	Behov for forbikjøringsfelt.....	91
9.4	Forbislippingslomme.....	95
9.5	Sammenligning med eksisterende Håndbok 017	95
10	Konklusjoner og anbefalinger	97
10.1	Generelt	97
10.2	Forbikjøringsmulighet.....	98
10.3	Forbikjøringsikt	99
10.4	Forbikjøringsfelt i stigning.....	100
10.5	Forbikjøringsfelt generelt.....	101
10.6	Forbislippingslomme.....	102
10.7	Forbikjøringskrav for ulike vegger og ÅDT-grupper.....	103
10.8	Geometrisk utforming	105
Litteratur	106
BILAG	108

1 Innledning

I Norge er det meste av hovedvegnettet utenfor byene 2-feltsveger. En stor del av vegene som skal bygges i framtiden vil også være 2-feltsveger.

Tradisjonelle 2-feltsveger er i de fleste tilfeller både avviklingsmessig og sikkerhetsmessig en atskillig dårligere løsning enn 4-feltsveger.

Hovedproblemet med 2-feltsveger er de mange møteulykkene. Kjøretøy kommer av ulike årsaker over i motgående kjørefelt og kolliderer med møtende kjøretøy.

Problematikk knyttet til forbikjøring er også karakteristisk for 2-feltsveger. Forbikjøring på 2-feltsveger kan sees på som en balanse mellom tilbud og etterspørsel. Bilførere ønsker å kjøre forbi kjøretøy som holder lavere fart for å spare tid og kunne kjøre i sitt eget tempo. For at det skal være mulighet for å kjøre forbi, må vegen være tilrettelagt for det.

Etterspørsel etter forbikjøring er påvirket av mange faktorer. Trafikkmengden på vegen har betydning for hvor mange potensielle forbikjøringssituasjoner som oppstår. Stor spredning i hastighet vil øke etterspørsel etter forbikjøring. Stor andel tungtrafikk og ferietrafikk i forhold til andel nyttereiser vil normalt medføre økende spredning i hastighet og dermed også økning i etterspørselen etter forbikjøring. Strekninger med stigning og dårlig kurvatur vil øke behovet for forbikjøring.

For å møte denne etterspørselen har en flere virkemidler tilgjengelig:

- Det kan sørges for at vegen har en viss andel med forbikjøringssikt.
- Det kan bygges egne forbikjøringsfelt. Forbikjøringsfelt i stigning vil være ekstra effektive.
- Det kan bygges lommer hvor det er mulig å kjøre til siden for å slippe forbi trafikk.
- Det kan bygges brede skuldre slik at det er mulig å kjøre ut på skulder for å slippe forbi trafikk.

Tilbudet begrenses av tilgjengelige midler og areal en har til disposisjon til slike formål. Kostnadene er svært avhengig av terrenotype og omgivelser.

Hvis etterspørsel etter forbikjøring blir for stor i forhold til tilbudet, vil andel misfornøyde bilførere øke, dette vil igjen kunne øke antall farefulle og ulovlige forbikjøringer. I tillegg vil stor etterspørsel i forhold til tilbud føre til et samlet tidstap. Hvis tilbudet er for godt i forhold til etterspørselen, kan en ha ”kastet penger ut av vinduet”.

Vegnormalenes anbefalinger skal sikre at forholdet mellom tilbud og etterspørsel etter forbikjøring blir liggende på et riktig nivå for ulike typer veger og ved ulike trafikkmengder.

I tillegg til å ta i betraktning frustrasjon, tidstap og anleggskostnader i disse vurderingene, må vurderinger i forhold til trafikksikkerhet legges stor vekt. 0-visjonen gir klare føringer i så måte. Undersøkelser (inkludert vår egen i kapittel 3) konkluderer med at ulykker i forbindelse med forbikjøring utgjør en forholdsvis liten andel av det totale ulykkesbildet på 2-feltsveger, men ulykkene har et alvorligere utfall enn gjennomsnittet.

I denne rapporten skal vi belyse tema forbikjøring. Rapporten skal inngå som en del av grunnlaget i forbindelse med revisjon av de norske vegnormalene for veg og gateutforming.

Innledningsvis er det et eget kapittel hvor vi gir en del bakgrunnsstoff om forbikjøring.

Vi har gjort en analyse av forbikjøringsulykker i Norge de siste årene. Tallmaterialet er hentet fra Straks-ulykkesregisteret i Vegdatabanken. Resultater fra denne undersøkelsen er gjengitt i kapittel 3.

Det fokuseres i det følgende på norske vegnormaler i forhold til temaet ”forbikjøring” og det gjøres sammenligninger med utenlandske vegnormaler.

På New Zealand har det vært jobba aktivt med problemstillinger rundt forbikjøring i flere år. Arbeidet har munnet ut i flere rapporter og en forenklet metode for å beregne nytte av forbikjøringsfelt. Vi oppsummerer en del av arbeidet som er gjort der. Det er i dette utviklingsarbeidet fokusert på å nytte/kostnadsvurderinger i tilknytning til forbikjøringstiltak.

Innenfor dette prosjektet har vi utviklet en modell som ut fra andel av forbikjøringssikt, trafikkmengde og lengde av eventuelle forbikjøringsfelt kan si oss hvilket samlet tilbud om forbikjøring dette utgjør. Tilbudet måles i hvor stor andel av tida en kjører det er mulig å foreta en sikker forbikjøring. Utnyttelse av strekninger med forbikjøringssikt beregnes ut fra sannsynligheten for at det skal dukke opp et møtende kjøretøy. Det blir vurdert hva som er riktig tilbud ut fra anbefalinger i andre lands vegnormaler, samt egne resonnement.

Søk i litteraturbasen ”Transport”, samt lange litteraturlister i den litteraturen vi har referert viser at det finnes forholdsvis mye litteratur om temaer knyttet til forbikjøring. Det er også mange deltema å gripe tak i. Vi har innenfor dette prosjektets rammer måttet gjøre en avgrensning i forhold til litteratur om emnet. Vi har konsentrert oss om vegnormaler fra et utvalg land og oppsummering av det arbeidet som er gjort i regi av vegmyndighetene på New Zealand.

2 Bakgrunn

Vi vil dette kapitlet gi noe bakgrunnsstoff omkring forbikjøring. Vi går mer i detalj inn på ulike tiltak for å bedre forbikjøringstilbudet. Videre blir det gitt oversikt over sammenhenger mellom trafikkavvikling, forbikjøringsmuligheter, frustrasjon og servicenivå.

2.1 Tradisjonell forbikjøring

Ved tradisjonell forbikjøring benyttes motgående kjørefelt til selve forbikjøringen. For å kunne gjennomføre en slik forbikjøring, er en avhengig av å ha god sikt framover. Nedenfor er gjengitt definisjon av ulike siktbegrep.

Stoppesikt er definert som ”Fri sikt fra bilførers øye og fram til et objekt med en nærmere definert høyde”.

Møtesikt er definert som ”Sikt fram til et kjøretøy med gitt høyde og som kjører i motsatt retning i samme kjørefelt. Avstanden mellom de to kjøretøyene skal være tilstrekkelig til at de skal kunne stanse i forsvarlig avstand fra hverandre”.

Forbikjøringssikt er definert som ”Minste fri sikt en motorvognfører må ha framover en veg mot møtende trafikk i det øyeblikk han ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring av et annet kjøretøy” (Rådet for teknisk terminologi 1973) .

En tradisjonell forbikjøring deles opp i ulike faser. Det trengs litt tid fra en strekning med forbikjøringssikt har oppstått til bilføreren bestemmer seg for å kjøre forbi. Når avgjørelse om å kjøre forbi er tatt, må den som skal kjøre forbi (aktivt kjøretøy) akselerere opp i en større fart, svinge ut i motgående felt, passere kjøretøyet det skal kjøre forbi (passivt kjøretøy) og svinge tilbake i sitt eget felt igjen. Det regnes gjerne en liten sikkerhetsluke fra aktivt kjøretøy er inne i feltet sitt til det møter motgående kjøretøy. Hvis det dukker opp et møtende kjøretøy akkurat i det aktivt kjøretøy ikke kan gjøre retrett, skal aktivt kjøretøy rekke å komme seg inn med noe klaring selv om det møtende kjøretøyet holder jevn fart. Det er vist eksempel på beregning med norsk beregningsmetode i kapittel 4.1.

Det er ut fra dette mulig å beregne hvor lang sikt det trengs for å kunne foreta en forbikjøring på en sikker måte. For ulike fartsnivå velges det hvilke hastigheter en skal benytte for møtende kjøretøy og for passivt kjøretøy. Akselerasjon, reaksjonstid og sikkerhetsavstander er også parametere som må fastlegges.

I de norske vegnormalene opereres det med forbikjøringssikt i området 300-550 meter, avhengig av dimensjonerende fart.

I de fleste vegnormaler tas det ved beregning av sikt lengde for forbikjøring utgangspunkt i en situasjon der aktivt kjøretøy har samme fart som passivt kjøretøy i det forbikjøringen starter. Dette benevnes en ”akselererende forbikjøring”. Kjøretøyet som skal kjøre forbi må akselerere for å komme forbi.

I mange tilfeller klarer de som skal kjøre forbi å planlegge forbikjøringen slik at akselerasjonsfasen er unnagjort, og en er klar til å svinge ut i motgående kjørefelt, i det forbikjøringsstrekningen starter. Dette benevnes ”flytende forbikjøring”. I slike situasjoner vil en kunne foreta trygg forbikjøring med atskillig kortere forbikjøringsstrekning (se også kapittel 5.3.2).

I praksis viser det seg at de fleste er mer forsiktig med å kjøre forbi når en ser et møtende kjøretøy. Dette understrekes bla av forsøk gjort i Sverige (kapittel 5.3.2). Dette tilsier at lange strekninger med forbikjøringsstrekning kan være mindre effektivt enn flere korte strekninger med samme totale lengde.

2.2 Forbikjøringsfelt i stigning

Det har lenge vært vanlig å benytte ekstra kjørefelt for forbikjøring i stigninger. Det er forholdsvis udiskutabelt at forbikjøringsfelt i stigninger kan forsvares både ut fra trafiksikkerhet og trafikkavvikling.

Forbikjøringsfelt i stigning anlegges ofte ut fra kriterier som sier noe om hastighetsforskjell mellom tunge og lette kjøretøy. Det finnes diagram som viser fartsutvikling for tunge kjøretøy for ulike stigninger. Disse benyttes for å finne start og slutt punkt for forbikjøringsfeltene. Eksempel på dette er vist i forbindelse med gjennomgangen av vegnormalene i kapittel 5.

I tillegg til de geometriske kravene, er det gjerne satt krav om at det må være en viss trafikkmengde for at det skal være aktuelt med forbikjøringsfelt i stigning. Trafikkmengdekravet kan være i form av ÅDT, ÅDT-tunge, maks timetrafikk, o.l.

Det kan også være krav til at et visst servicenivå skal opprettholdes. Hvis servicenivået blir for lavt må det anlegges forbikjøringsfelt. Servicenivå og trafikkavvikling er nærmere beskrevet i delkapittel 2.8 og 2.9.

Stigningsfelt må ha en viss minstelengde for å ha effekt.

2.3 Forbikjøringsfelt på flat veg

Vegnormalene har også gitt åpning for at forbikjøringsfelt kan anlegges utenom stigninger som et alternativ i tilfeller hvor det blir kostbart å anlegge en linjeføring som ivaretar krav til forbikjøringsstrekning.

I bla New Zealand, Canada, Australia og delvis USA har en etter hvert innført en mer systematisk bruk av forbikjøringsfelt på 2-feltsveger. Vegstrekninger med faste intervall mellom forbikjøringsfeltene kombinert med god forvarsling av forbikjøringsfeltene medfører at en stor andel av alle forbikjøringer blir gjennomført i forbikjøringsfelt. Forbikjøring i et forbikjøringsfelt er en tryggere operasjon enn tradisjonell forbikjøring der en benytter motgående kjørefelt. Forbikjøringsfelt gir også muligheter til å kjøre forbi for bilførere som enten kvier seg for å kjøre forbi på tradisjonelt vis, eller ikke har motorkraft nok til å foreta en tradisjonell forbikjøring på forsvarlig vis.

I Norge legges forbikjøringsfeltet som et ekstra kjørefelt til venstre for det gjennomgående feltet. I avslutningen er det sammenfletting. Disse reglene varierer noe fra land til land. I Sverige har de som kjører forbi vikeplikt ved sammenflettingen.

Det er ikke noe entydig svar på hvor lange forbikjøringsfeltene bør være. For lange forbikjøringsfelt medfører at den siste delen av forbikjøringsfeltet er ubenyttet i store deler av døgnet, en har dermed gjort investeringer som har liten nytte. For korte forbikjøringsfelt medfører at køer av kjøretøy ikke blir særlig godt oppløst. Det kan bli tendenser til at forbikjøring foregår langt utover feltets lengde. Dette kan skape farlige situasjoner.

Lengden av forbikjøringsfeltene må ha sammenheng med hvor tett de ligger og hvor stor trafikk det er. Hvis forbikjøringsfeltene ligger langt fra hverandre blir det stadig lengre køer som skal løses opp, og dermed trengs det lengre felt.

Etter hvert som det blir mer aktuelt med 2-feltsveger med ulike former for midtdelere, vil all forbikjøring måtte foregå i forbikjøringsfelt. Det må i den forbindelse tas stilling til hvor ofte en skal ha forbikjøringsfelt og hvor lange forbikjøringsfeltene skal være.

2.4 2+1, 1+1, og 2+2 veg med og uten midtdeler

2+1 veg har i utgangspunktet 3 felt, hvor det midterste feltet fungerer som forbikjøringsfelt. Det veksles fortløpende på hvilken retning forbikjøringsfeltet skal ha. I Sverige benevnes det 2+1 veg selv om vegen har noen strekninger med 1+1 veg eller 2+2 veg.

En 2+1 veg med fysisk midtdeler trekkes av svenske vegmyndigheter fram som en vegtype som både er forholdsvis sikker og som har god avviklingskapasitet. De har også god erfaring med slike veger uten midtdeler, her er imidlertid utvalget for lite til å kunne fastslå ulykkesnivået med samme sikkerhet.

I Sverige har mye av 2-feltsvegene så brede skuldre at totalvegbredden gir rom for 2+1 veg uten noe nevneverdig utvidelse av tverrprofilen. I Norge er situasjonen ved utbedring som regel slik at en ombygging til 2+1 veg krever utvidelse av tverrprofilen. For å spare investeringskostnader vil det være mer aktuelt å optimalisere strekningen med forbikjøringsfelt, slik at andel 1+1 veg blir lengre.

På veger 1+1 veger og 2+1 veger med midtdeler må det vurderes hva som skal være dimensjonerende passeringssituasjon for den delen av vegen som har ett felt. Hvis dimensjonerende situasjon skal være at et vogntog skal kunne passere et havarert vogntog, trengs det en kjørbare bredde på 2 vogntogbredder + 2 speilbredder + eventuell klaringsmargin. Det vil også ha betydning hvor stor del av midtdelerens bredde som er kjørbare og hvor stor del av vegskulder som ikke er kjørbare (grusskulder/grusavrunding). Dette vil i praksis si en bredde på $2,5 + 2,5 + 0,25 + 0,25 = 5,5$ meter + eventuell klaringsmargin. Med midtdeler på 1,5 meter, kjørefeltbredde på 3,5 meter og 1,0 m skulderbredde på den delen av vegen som har to parallelle felt, vil vi ut fra dette få følgende minimumsbredder for de ulike tverrsnittstypene:

- 1+1 veg med midtdeler: $2,0 + 3,5 + 1,5 + 3,5 + 2,0 = 12,5$ m
- 2+1 veg med midtdeler: $1,0 + 3,5 + 3,5 + 1,5 + 3,5 + 2,0 = 15,0$ m
- 2+2 veg med midtdeler: $1,0 + 3,5 + 3,5 + 1,5 + 3,5 + 3,5 + 1,0 = 17,5$ m

For veger uten midtdeler vil tilsvarende bredder bli (forutsatt skulderbredde 1 meter og kjørefeltbredde 3,5 meter):

- 1+1 veg uten midtdeler: $1,0 + 3,5 + 3,5 + 1,0 = 9,0$ m
- 2+1 veg uten midtdeler: $1,0 + 3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,0 = 12,5$ m
- 2+2 veg uten midtdeler: $1,0 + 3,5 + 3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,0 = 16,0$ m

Vi ser at ved bruk av midtdeler, er det kun 5 meter som skiller bredde av 2-feltsveg og 4-feltsveg, mens forskjellen er 7 meter uten midtdeler. Dette tilsier at kostnadsforskjeller på 1+1 veg, 2+1 veg og 2+2 med midtdeler ikke trenger å være veldig store ut fra forutsetning om at to vogntog skal kunne passere på 1-felts-delen av vegen.

2.5 Lommer for å slippe forbi trafikk

I flere land benyttes det egne lommer eller korte felt hvor det er mulig å svinge til siden for å slippe forbi køen bak. På New Zealand benevnes disse "Slow Vehicle Bays", i USA og Canada benevnes de "Turnouts". Vi har ikke funnet noe innarbeidet norsk begrep for slike lommer/felt. Vi benytter derfor et uoffisielt begrep "Forbislippingslomme" om disse.

Ideen bak forbislippingslommer er at kjøretøy på en smidig måte skal kunne slippe forbi bakenforliggende trafikk. En viss andel av de kjøretøy som lager køer ønsker å slippe forbi trafikken bak. Det kan over lange strekninger være dårlig tilrettelagt for å slippe forbi trafikk. Mindre lommer uten noe form for forvarsling kommer gjerne brått på, nedbremsing kan dermed bli brå og ubehagelig. Dette kan igjen medføre at farlige situasjoner oppstår.

Forbislippingslommer baserer seg på at kjøretøy som lager kø kjører ut i denne lomma, senker farten til køen er kjørt forbi, for deretter å øke farten og svinge ut i hovedfeltet igjen.

I motsetning til vanlige forbikjøringsfelt, er slike lommer basert på at kjøretøy som kommer fra lomma har vikeplikt for kjøretøy som ligger i det gjennomgående kjørefeltet.

Forbislippingslommer må dimensjoneres ut fra at et kjøretøy skal kunne slippe forbi en kø av angitt lengde. Det må tas utgangspunkt i en gitt trafikkfart, samt en beregna minstehastighet i enden av forbikjøringslomma som ikke er lavere enn at kjøretøyet kan entre det gjennomgående kjørefeltet på en trygg måte.

Varsling av forbislippingslommer f. eks 1-2 km i forkant og skilt som oppfordrer til bruk, kan medvirke til at større andel av forbikjøringene blir foretatt her.

Både forbikjøring på vanlig 2-feltsveg og i forbikjøringsfelt medfører ofte at hastigheten til den som kjører forbi blir forholdsvis høy. Dette vil igjen øke sannsynlighet for at eventuelle ulykker i forbindelse med forbikjøring får et alvorlig utfall. Forbislippingslomme baserer seg på at kjøretøyet som skal slippe forbi reduserer hastigheten i stedet for at det som kjører forbi øker hastigheten, dermed vil eventuelle uhell ikke nødvendigvis få like tragiske utfall.

Ved store trafikkmengder vil det kunne være vanskelig for kjøretøy som svingte av lomma å komme seg innpå igjen. Det vil i slike situasjoner være mer fornuftig med forbikjøringsfelt.

Forbislippingsfelt/lommer har ikke noe fast plass i det norske vegsystem og regelverk. Innføring av dette vil derfor kreve forholdsvis god planlegging og koordinering mellom ulike aktører. Det finnes imidlertid varianter av slike lommer i forbindelse med at saktegående kjøretøy skal ha mulighet for å slippe forbi køen etter en ferjestrekning. Det er også meldt om interesse for å få beskrevet slike lommer i vegnormalene i den hensikt.

2.6 Bruk av skulder til forbikjøring

I blant annet Sverige og Finland er det tilrettelagt for at vegskulder skal kunne benyttes i forbindelse med forbikjøring. Vegskuldrene har bredde på 2,5-3 meter. Et kjøretøy som blir innhenta av et annet kjøretøy legger seg ut på skulder. Kjøretøyet som skal kjøre forbi kan da foreta forbikjøringen uten å måtte over i motgående kjørefelt. Trafikk i motgående kjørefelt hjelper ofte til ved å legge seg delvis ut på sin høyre skulder.

Dette er forholdsvis effektive løsninger som blir mye brukt, men det kan ha noen negative aspekt knyttet til seg. Det kan f. eks ved stor trafikkmengde være vanskelig å komme inn igjen i kjørefeltet, og at det kan oppstå konflikt med kjøretøy som av ulike årsaker har stoppa på skulder.

I Sverige er de i ferd med å bygge slike veger om til 2+1 veger.

2.7 Vegmerking

Vi har i det følgende gitt en kort oversikt over ulike oppmerkingslinjer som kan ha betydning i forhold til forbikjøring. Alle opplysninger er hentet fra Håndbok 49 (Statens Vegvesen 2001)

Midtlinje på 2-feltsveger med tovegs trafikk

Midtlinje kan utformes som *kjørefeltlinje*, *varsellinje*, *dobbelt sperrelinje* eller *kombinerte linjer*. Av kombinerte linjer kan det forekomme *kjørefeltlinje/varsellinje*, *kjørefeltlinje/sperrelinje* og *varsellinje/sperrelinje*.

Kjørefeltlinje har kort strek og lang åpning (3+9). *Kjørefeltlinje* benyttes bare som midtlinje når fartsgrensen er 70 km/t eller høyere.

Varsellinje har lang strek og kort åpning (9+3), den benyttes som midtlinje når fartsgrense er 60 km/t eller lavere. *Varsellinje* benyttes også som midtlinje på veger med fartsgrense 70 km/t og høyere når den frie sikten framover i kjøreretningen er mindre enn møtesikt, og det ikke er nødvendig å anvende sperrelinje.

Sperrelinje er heltrukken. Det er ikke lov å kjøre på eller over *sperrelinje*. Som midtlinje kan det ikke benyttes enkeltstående sperrelinje. Det benyttes derimot *dobbelt sperrelinje* eller sperrelinje kombinert med varsellinje eller kjørefeltlinje. Sperrelinje benyttes i forbindelse med gangfelt, sperreområder/trafikkøyer og på vegstrekninger hvor det er særlig farlig å krysse midtlinjen.

Kombinerte linjer benyttes på strekninger hvor det er ulike restriksjoner i ulike retninger. F.eks vil kombinertlinje kjørefeltlinje/varsellinje angi at det er møtesikt i den ene retningen, men ikke i den andre retningen.

Møtesikt

Møtesikt er i Håndbok 049 definert til å være.

- 280 meter for fartsgrense 90
- 220 meter for fartsgrense 80
- 170 meter for fartsgrense 70

Kommentar:

Forbikjøringssikt for tilsvarende hastigheter ligger i området 400-500 meter. Dette viser at vegoppmerkingen ikke er en god veiledning i forhold til hvor det kan kjøres forbi på en sikker måte.

Det ble i forkant av forrige revisjon av Håndbok 017 også kommentert at reglene for oppmerking burde stå i forhold til beregnet forbikjøringssikt (Solberg 1983). Sett fra en annen synsvinkel, vil det kunne bli et problem hvis det i følge oppmerkingen er forsvarlig forbikjøringssikt, og det etter ei forbikjøringsulykke likevel viser seg at dette ikke stemmer.

Sperreområder

Sperreområder består av begrensingslinjer og skrålinjer eller vinkler. Sperreområder kan åpnes for trafikk ved å stiple avgrensingslinjene. Dette er aktuelt f. eks i forbindelse med avkjørsler som skal krysse sperreområdet.

Oppmerking av forbikjøringsfelt

Håndbok 049 (Statens Vegvesen 2001) har flere figurer som illustrerer oppmerking i forbindelse med forbikjøringsfelt.

2.8 Generelt om trafikkavvikling på vegstrekninger

I et trafikksystem vil det oppstå konflikter mellom ulike trafikanter og trafikkstrømmer. Disse konfliktene løses gjennom regulering og utforming, men i tillegg må vi ta hensyn til trafikantatferd. Uansett vil konfliktene føre til at det i perioder oppstår køer og forsinkelser i deler av trafikksystemet. Trafikantene vil subjektivt oppfatte avviklingskvaliteten som mer eller mindre god.

Kapasitet innen trafikkavvikling kan defineres som:

Det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold.

Her er det spesielt viktig å merke seg formuleringen ”rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold”. Det vil si at kapasitet ikke er en ”naturgitt konstant”, men kapasiteten vil være en dynamisk størrelse som endrer seg avhengig av en rekke ytre forhold. Det er også store muligheter for at vi som trafikanter kan påvirke kapasiteten gjennom vår atferd i trafikken.

Dersom trafikkbelastningen er større enn kapasiteten, vil dette føre til overbelastning. Dette fører igjen til kø, forsinkelse og dårlig avviklingskvalitet. Men redusert avviklingskvalitet er ikke nødvendigvis koblet til at trafikkbelastningen er større enn kapasiteten. Selv om vi ligger godt under kapasitetsgrensa, så vil det oppstå konflikter mellom kjøretøy. Dette kan føre til kø og forsinkelse, og dette vil oppfattes som en redusert avviklingskvalitet.

Individuelt for hver enkelt fører kan vi ofte knytte begrepet avviklingskvalitet til grad av ”manøvreringsfrihet”. Dette beskriver i hvor stor grad en blir påvirket av andre kjøretøy rundt seg. En har stor manøvreringsfrihet og god avviklingskvalitet når en selv kan bestemme egen hastighet, det er få konflikter med andre kjøretøy, en har gode muligheter til forbikjøring osv. Omvendt er det liten manøvreringsfrihet og dårlig avviklingskvalitet når en kjører i en saktegående kø med små muligheter til å bestemme egen hastighet, feltskifte, forbikjøring osv på grunn av konflikter med annen trafikk.

Fra Highway Capacity Manual (HCM) (*Transportation Research Board 2000*) kjenner vi begrepet ”Level of service” for å beskrive avviklingskvalitet. Her blir det definert 6 ulike servicenivå A-F. Ved servicenivå A er det liten trafikkbelastning og lav tetthet. En har stor grad av manøvreringsfrihet, og i praksis er en relativt uhindret av annen trafikk. Ved servicenivå E er trafikkbelastningen i nærheten av kapasitetsgrensen. En er nærmest låst i en køsituasjon, og har liten manøvreringsfrihet. Mellom ytterpunktene A og E har vi servicenivå B, C og D. I tillegg har vi servicenivå F som beskriver en situasjon med ustabil avvikling. Da er belastningen større enn kapasiteten, og avviklingen har brutt sammen. I en slik situasjon er det stor tetthet, liten hastighet og i praksis vil det også bli avviklet langt mindre trafikk i forhold til om vi hadde klart å opprettholde en stabil trafikkavvikling.

Det er et problem at trafikantene bare ser et lite utsnitt av trafikksituasjonen rundt sitt eget kjøretøy, og de vurderer subjektivt avviklingskvaliteten i forhold til dette. Derfor er det vanskelig å definere et objektivt begrepsapparat for å beskrive avviklingskvalitet som alle trafikanter vil forstå på samme måte. I media kan vi høre begreper som ”lite trafikk og god flyt”, ”noen kører, men god flyt”, ”lange køer med redusert hastighet”, ”saktegående kø”, ”delvis stillestående kø med store forsinkelser” osv. Generelt vil kanskje begrepene reisetid eller forsinkelse fra A til B være det som gir en mest objektiv informasjon. Men ettersom både reisetid og forsinkelse vil variere, så er det også vanskelig å gi prognoser for dette når avviklingskvaliteten er dårlig. Reisetid er definert som summen av ”normal kjøretid” og forsinkelse. Informasjon om reisetid er enklere å kontrollere, mens forsinkelse er noe mer uklart ettersom det kan være problematisk å tallfeste ”normal kjøretid”.

I oversikten på de neste sidene er det forklart en del parametre for å vurdere avviklingskvalitet. For mer detaljerte definisjoner henvises det til ordboken ”Road Transport Informatics Terminology” utgitt av NVF 53 (*Aakre m.fl. 2002*).

<i>Parameter</i>	<i>Vanlig enhet</i>	<i>Forklaring</i>
Volum (Trafikkvolum)	kjt/t	Antall kjøretøy som passerer et snitt i løpet av en viss periode, vanligvis uttrykt som kjt/time
Hastighet (Fart)	km/t	Det finnes mange ulike hastighetsbegreper, og generelt er det viktig å skille mellom punkthastighet (målt i et punkt) og strekningshastighet (målt over en strekning). Hastigheten uttrykkes vanligvis i km/time.
Tetthet	kjt/km	Tettheten uttrykker antall kjøretøy pr km veg. Tetthet er omvendt proporsjonal med gjennomsnittlig avstand i meter mellom hvert kjøretøy. Dette er en typisk strekningsparameter, men vi kan likevel estimere tetthet ut fra målinger i et punkt.
Intensitet	kjt/sek	Ved mer detaljerte analyser må vi beskrive hvordan trafikken varierer over kortere perioder. Da bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet uttrykt i kjt/sekund.
Reisetid	sek	Reisetid er tiden det tar å bevege seg en strekning fra A til B. Reisetid er summen av normal kjøretid og forsinkelse.
Normal kjøretid	sek	Normal kjøretid er den tid det tar å kjøre en viss strekning. Som regel er dette knyttet til en situasjon der en i liten grad blir påvirket av andre kjøretøy.
Forsinkelse	sek sek/kjt kjt-t/time	Forsinkelse er forskjellen mellom virkelig reisetid og normal kjøretid. Det finnes flere ulike begrep for forsinkelse avhengig av regulering, trafikk og geometriske forhold.
Fartsprofil		Et fartsprofil for et kjøretøy er et diagram som viser kjøretøyets fart på y-aksen og tid eller avstand på x-aksen. Formålet er å vise hvordan farten varierer over tid eller avstand.
Kø		En kø kan defineres som en rekke av kjøretøy som venter på å bli betjent av et system (for eksempel passere et punkt). I en kø vil atferden til de som er først i køen påvirke atferden til de som kommer lenger bak. Gjennom din oppførsel vil du altså påvirke det som skjer bak deg, men du har i prinsipp ingen innvirkning på det som skjer lenger fram i køen. Effektiviteten på betjeningsstedet har dermed størst betydning for avviklingen av en kø.
Kølengde	kjt eller meter	Det kan være problematisk å bestemme utstrekningen av en kø. Selv en mer eller mindre stillestående kø i et kryss vil i perioder ha en del kjøretøy i bevegelse. Kølengde angis i antall kjøretøy eller i meter dersom en tar hensyn til lengden av kjøretøyene.

Køhastighet	km/t	Kø er i seg selv ikke noe stort problem dersom den bare beveger seg fort nok. Derfor er det viktig å fokusere på køhastighet i tillegg til kølengde. Forskjellen mellom køhastighet og normal hastighet vil være med på å bestemme forsinkelsen.
Kapasitet	kjt/t	Kapasitet defineres som det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold.
Servicenivå	A-F	Servicenivå er et mål for kvalitet på trafikkavviklingen. Vi deler inn i servicenivå fra A (liten trafikk og fri avvikling) til E (nær kapasitetsgrensen). I tillegg har vi nivå F som angir ustabil avvikling der trafikken har brutt sammen (kapasitetsgrensen er overskredet).
Avviklingskvalitet		Avviklingskvalitet er tilnærmet det samme som servicenivå, men avviklingskvalitet brukes nok mer i en kvalitativ vurdering. Det er gjort en mer omfattende diskusjon av dette begrepet innledningsvis i dette kapittelet.
Servicevolum	kjt/t	Med servicevolum mener vi det høyeste volum som gjør at en holder seg innenfor et bestemt servicenivå. Servicevolum for nivå E tilsvarer kapasiteten.
Prosentandel av tid i kø (Percent Time-Spent-Following, PTSF)	%	I HCM 2000 brukes begrepet "Percent Time-Spent-Following" som et sentral størrelse for å beskrive avviklingskvalitet på tofeltsveger. Det er satt grenseverdier for de ulike servicenivå basert på PTSF.

Det er viktig å merke seg at det er stor variasjon i disse parametrene. Derfor må en ikke bare se på gjennomsnittsverdier, men en må også se på størrelser som beskriver variasjonen.

Det finnes en rekke kilder som beskriver sammenheng mellom ulike parametre innen trafikkstrømsteori. Her skal vi kun se på noen av de viktigste sammenhengene for vår problemstilling:

- Sammenheng mellom volum, hastighet og tetthet
- Sammenheng mellom reisetid, vanlig kjøretid og forsinkelse

Sammenheng mellom volum, hastighet og tetthet

For en trafikkstrøm har vi generelt følgende grunnleggende formel:

$\text{Volum [kjt/t]} = \text{Hastighet [km/t]} * \text{Tetthet [kjt/km]}$
--

Det er også en sammenheng mellom hastighet og tetthet. Når hastigheten er lav, kan bilene kjøre tett og tettheten blir stor. Etter hvert som hastigheten øker, vil bilene ha større avstand til hverandre, og tettheten avtar. Normalt regner vi at en hastighet i størrelsesorden 50-70 km/t er optimalt med hensyn til å få avvirket mest mulig trafikk. Det er slike hastigheter vi finner i en strøm som opererer nær kapasitetsgrensen. Dersom vi skal oppnå høyere hastighet, må vi begrense trafikken slik at volumet blir mindre. Disse sammenhengene er godt dokumentert i litteraturen.

Sammenheng mellom reisetid, vanlig kjøretid og forsinkelse

For en trafikant som beveger seg fra A til B så kan reisetiden deles opp i normal kjøretid og forsinkelse.

Reisetid [sek] = Normal kjøretid [sek] + Forsinkelse [sek]

Reisetiden kan måles og forsinkelsen beregnes som differansen mellom reisetid og normal kjøretid. Men i mange sammenhenger er det vanskelig å definere hva som menes med normal kjøretid. Vi knytter ofte dette til kjøretid på en strekning der en i liten grad blir påvirket av kryss og annen trafikk.

2.9 Forbikjøring og avviklingskvalitet

I tillegg til de parametere som er beskrevet i forrige kapittel, så er det en del størrelser som det er naturlig å vurdere i forhold til avviklingskvalitet og mulighet til forbikjøring.

De ulike trafikantene kan ha ulike ønsker om hastighet. Uten forbikjøringsmuligheter vil det bli store luker foran de kjøretøyene som kjører sakte og bak vil det samles opp en kø. Sett fra et fast punkt langs vegen vil vi da betrakte dette som et langt "tomrom" uten biler før det kommer en tett kø. For trafikantene hadde det vært en stor fordel om en kunne fordelt denne trafikken på en bedre måte. På en 2-feltsveg forutsetter dette forbikjøringsmuligheter.

I HCM 2000 har vi følgende inndeling i servicenivå for 2-feltsveger :

Tabell 1 *Servicenivå*

Servicenivå	PTSF i % for "klasse 1 veger"	Tilsvarende hastighet "klasse 1 veger"	PTSF i % for "klasse 2 veger"
A	< 35	> 90	< 40
B	35 – 50	> 80 - 90	40 - 55
C	50 – 65	> 70 - 80	55 - 70
D	65 – 80	> 60 - 70	70 - 85
E	> 80	< 60	> 85
F	100	< 50	100

I tabellen er det skilt mellom to ulike klasser av 2-feltsveger. Klasse 1 har en bedre standard enn klasse 2 veger. Oversatt til norske forhold kan vi sammenligne klasse 1 med 2-feltsveger som har god standard (motorveg klasse B og tilsvarende). Dette er veger der trafikantene forventer å kunne holde en rimelig høy hastighet.

Andel av tid i kø (Percent Time-Spent-Following) er her knyttet til en tidsluke på i størrelsesorden 5 sekunder. En av de største fordelene med en slik parameter er at den er enkel å måle i virkelig trafikk. Det er også en størrelse som trafikantene kan ha et visst forhold til.

Det er en klar sammenheng mellom tid i kø og mulighet til forbikjøringer. Forbedring av forbikjøringsmulighetene på en veg vil forbedre servicenivået. På en 2-feltsveg kan forbedring av forbikjøringsmulighetene f. eks ved bygging av forbikjøringsfelt kunne bidra til at behov for å bygge ny 4-feltsveg kan utsettes.

Tid i kø vil øke med økende trafikk (både med- og motgående) samt større spredning i hastighet. Forbedring av forbikjøringsmulighetene vil som sagt redusere denne tida ved at de lange tidslukene i trafikken utnyttes bedre.

Flere vegnormaler stiller krav i forhold til hvor lenge en maksimalt skal kjøre i kø. I Sverige har en krav om at en ikke skal ligge bak et annet kjøretøy i mer enn 5 minutter før det blir en forbikjøringsmulighet. Det resonneres da ut fra at frustrasjon og risiko for feilvurderinger øker etter hvert som denne tida øker.

En kø kan defineres som en rekke av kjøretøy der kjøretøyene lenger bak i køen blir påvirket av kjøretøyene foran. Generelt er det ikke nødvendigvis slik at kjøretøy i kø ønsker å kjøre forbi hverandre. Vi må derfor skille mellom følgende situasjoner:

- Kjøretøyene kjører etter hverandre i akseptabel hastighet, og det bakenforliggende kjøretøyet har ikke noe stort ønske om å kjøre forbi.
- Kjøretøyet bak ønsker å kjøre i en høyere hastighet og leter etter forbikjøringsmuligheter.

I praksis vil en ved køkjøring ofte ligge et sted mellom disse to situasjonene. Det er rimelig å gå ut fra at lysten til forbikjøring vil øke:

- etter hvert som hastighetsforskjellen øker mellom virkelig hastighet for det passive kjøretøyet og ønsket hastighet for det aktive kjøretøyet
- etter hvert som det aktive kjøretøyet har vært hindret av det passive kjøretøyet foran i lang tid
- dersom den aktive føreren ser at det er ledig rom foran det passive kjøretøyet
- dersom det passive kjøretøyet ligger under fartsgrensen og rimelig hastighet på stedet

Kort sagt vil lysten til forbikjøring øke etter som en faktisk vil ha nytte av en forbikjøring. I tillegg vil en del førere bli frustrert av å ligge bak noen som kjører seint. Lysten til forbikjøring vil da øke med økende frustrasjon.

Det er også rimelig å anta at vurdering av hva som er en sikker forbikjøring vil avta etter hvert som frustrasjonen øker. En del bilførere kan på denne måten ta sjanser som de normalt ikke ville gjort.

På den annen side er det rimelig at det blir foretatt færre forbikjøringer dersom føreren ser at dette har liten nytteverdi. Dersom det er en lang kø foran, vil mange bilførere vurdere det slik at det har liten praktisk nytte å kjøre forbi.

Innholdet i dette delkapitlet er også basert på artikler i (*Transportation Research Board 2004*)

2.10 Modeller og verktøy

Det finnes en del modeller og EDB-verktøy for å analysere og simulere trafikk på 2-feltsveger. Noen av disse er beskrevet i rapportene fra New Zealand. Det kan være interessant å foreta en fullstendig uttesting av disse. Det har ikke vært nok ressurser til en slik uttesting i dette prosjektet.

VTI-modellen

Svensk modell utviklet av VTI på 1980-tallet. Modellen har vært i omfattende bruk i Sverige for vurdering av avvikling på 2-feltsveger. Hittil har modellen kun vært tilgjengelig på stor datamaskin, men VTI arbeider nå med en PC-versjon. Det finnes en rapport som gir detaljert beskrivelse av denne modellen (*Brodin & Carlson 1987*). NTNU/SINTEF gjorde en del kjøring med denne modellen i et EU prosjekt rundt 1990 (*Aakre & Giæver 1990*).

TRARR

Australsk utvikla modell for simulering av 2-feltsveger. NTNU/SINTEF har gjort praktiske forsøk med denne modellen for norske forhold for 10-15 år siden. Modellen er spesielt tilrettelagt for analyse av forbikjøringsfelt. Noe omtalt i kapittel 7.

TWOPAS

Amerikansk modell for simulering av 2-feltsveger. Noe omtalt i kapittel 7.

IHSDM

Interactive Highway Safety Design Modell . Modell utviklet av The Federal Highway Administration's. Verktøy for å evaluere sikkerhet og avvikling som funksjon av ulike geometriske valg. Tilpasset 2-feltsveger. IHSDM kom i ny utgave i 2003. TWOPAS benyttes som delmodul i IHSDM. Mer informasjon om denne modellen kan finnes på <http://www.tfhrc.gov/pubrds/03jan/04.htm>.

Trafikksimuleringsmodeller

Det finnes en rekke trafikksimuleringsmodeller på markedet. Disse ser på hele nettverket i sammenheng, ikke bare en vegstrekning. Som regel er ikke slike modeller tilpasset bruk på 2-feltsveger. Effekt av forbikjøringstiltak vil dermed ikke kunne analyseres med slike modeller.

3 Forbikjøringsulykker

Denne gjennomgangen bygger på politirapporterte personskadeulykker hentet fra STRAKS-ulykkesregisteret. Dataene er bearbeidet videre ved hjelp av programmene Excel og SPSS.

Vi gir først en oversikt over alle ulykker som har med forbikjøring å gjøre, deretter ser vi kun på forbikjøringsulykker på landeveg. Til slutt har vi studert ulykker på 2-feltsveger i forhold til 3-feltsveger.

3.1 Forbikjøringsulykker generelt

Forbikjøringsulykker utgjorde i årene 1999 og 2000 2,1% av samtlige politirapporterte personskadeulykker i trafikken. Herav utgjorde møteulykker i forbindelse med forbikjøring 1,1 %, mens forbikjøringsulykker hvor kjøretøy med parallelle kjøreretninger kolliderte, utgjorde 1,0% (Tabell 2). Av de *alvorlige ulykkene*¹ utgjorde forbikjøringsulykkene i samme tidsrom 3,2%, herav var 1,8 % møteulykker i forbindelse med forbikjøring.

Tabell 2: Forbikjøringsulykkers andel av personskadeulykkene. Tall for 1999 og 2000.

Ulykkestype	Ulykke med drept el. alvorlig skadd		Ulykke med bare lettere skade		Antall personsk.ulykker	
Forbikj., parallelle kjøreretninger	1,5%		0,9%		1,0%	
Møting, forbikj. på rettstrekn.	0,8%	3,2%	0,4%	1,9%	0,5%	2,1%
Møting, forbikj. i kurve	0,5%		0,2%		0,3%	
Møting, forbikj. av stanset/parkert kjørt	0,3%		0,3%		0,3%	
Alle andre uhell		96,8%		98,1%		97,9%
Totalt		100%		100%		100%
N		2550		13980		16530

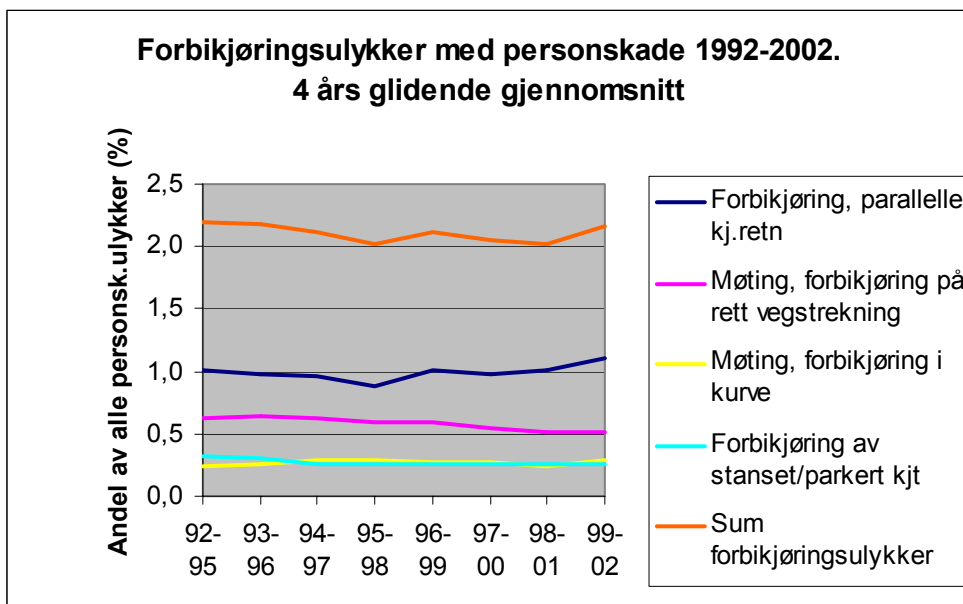
Tabell 3 viser hvor stor andel forbikjøringsulykkene står for når det gjelder skadde og drepte innen de ulike skadekategorier. Som en kan forvente utgjør forbikjøringsulykkene en noe større andel med hensyn på antall skadde og drepte enn med hensyn på ulykkesandelen.

Tabell 3: Forbikjøringsulykkers andel av antall skadde og drepte. Tall for 1999 og 2000.

	Drepte	Meget Skadde	alv.	Alv. skadde	Lettere skadde	Totalt	
Forbikj., parallelle kjøreretninger	1,2%	3,1%		1,7%	1,1%	1,2%	
Møting, forbikj. på rettstrekn.	0,6%	3,1%	5,8%	1,0%	0,6%	0,6%	2,6%
Møting, forbikj. i kurve	1,1%			0,4%	0,7%	0,3%	
Møting, forbikj. av stanset/parkert kjørt	0,2%			0,2%	0,4%	0,4%	
Alle andre uhell		96,9%	94,2%	96,5%	97,6%	97,4%	
Totalt		100%	100%	100%	100%	100%	
N		646	260	2143	20112	23161	

¹ Ulykke med drept, meget alvorlig eller alvorlig skadd trafikant

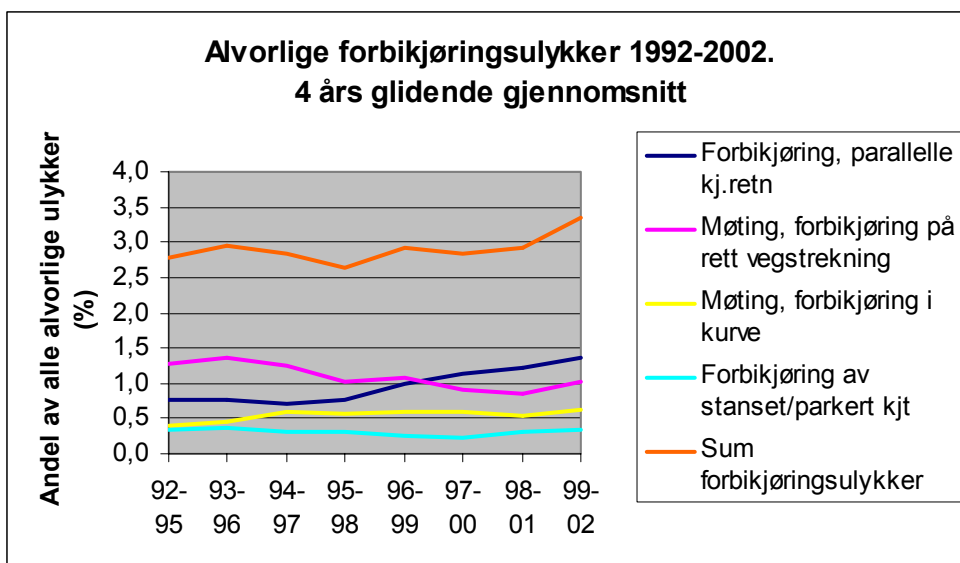
Forbikjøringsulykkene utgjør altså en forholdsvis liten andel både av antall ulykker og skadde og drepte, men de har en høyere alvorlighetsgrad enn gjennomsnittet for alle trafikkulykkene.



Figur 1: Utvikling i forbikjøringsulykkenes andel med hensyn på ulykker med personskade.

Figur 1 ovenfor viser hvordan forbikjøringsulykkenes andel av personskadeulykkene har utviklet seg fra 1992 til 2002. Andelen har vært forholdsvis konstant. Dette gjelder også for de ulike delkategorier, men med en svak nedgang når det gjelder møteing ved forbikjøring på rett vegstrekning, og en økning når det gjelder kollisjon mellom kjøretøy med parallelle kjøreretninger. (For mest mulig å eliminere tilfeldige statistiske svingninger har vi sett på glidende gjennomsnitt over 4-års-perioder.)

Ser vi på tilsvarende utvikling for de alvorlige ulykkene (Figur 2 neste side) har det relativt sett vært en viss økning i andelen i løpet av de senere år. Dette skyldes en betydelig økning når det gjelder forbikjøringsulykker med parallelle kjøreretninger. Det årlige antallet er imidlertid så vidt lite (30-40 pr år) slik at en ikke kan utelukke tilfeldige svingninger selv med bruk av glidende gjennomsnitt. Det samme gjelder også for møteulykker ved forbikjøring på rettstrekning der andelen har gått ned i løpet av det tidsrom vi her betrakter.



Figur 2: Utvikling i forbikjøringsulykkenes andel med hensyn på alvorlige ulykker.

Tabell 4 viser fordelingen på kjøretøykategorier involvert i forbikjøringsulykker når det gjelder alle skadegrader av trafikkulykker. Tabell 5 viser det samme for alvorlige forbikjøringsulykker.

Tabell 4: Kjøretøykategorier involvert i forbikjøringsulykker 1999 og 2000. Personskadeulykker

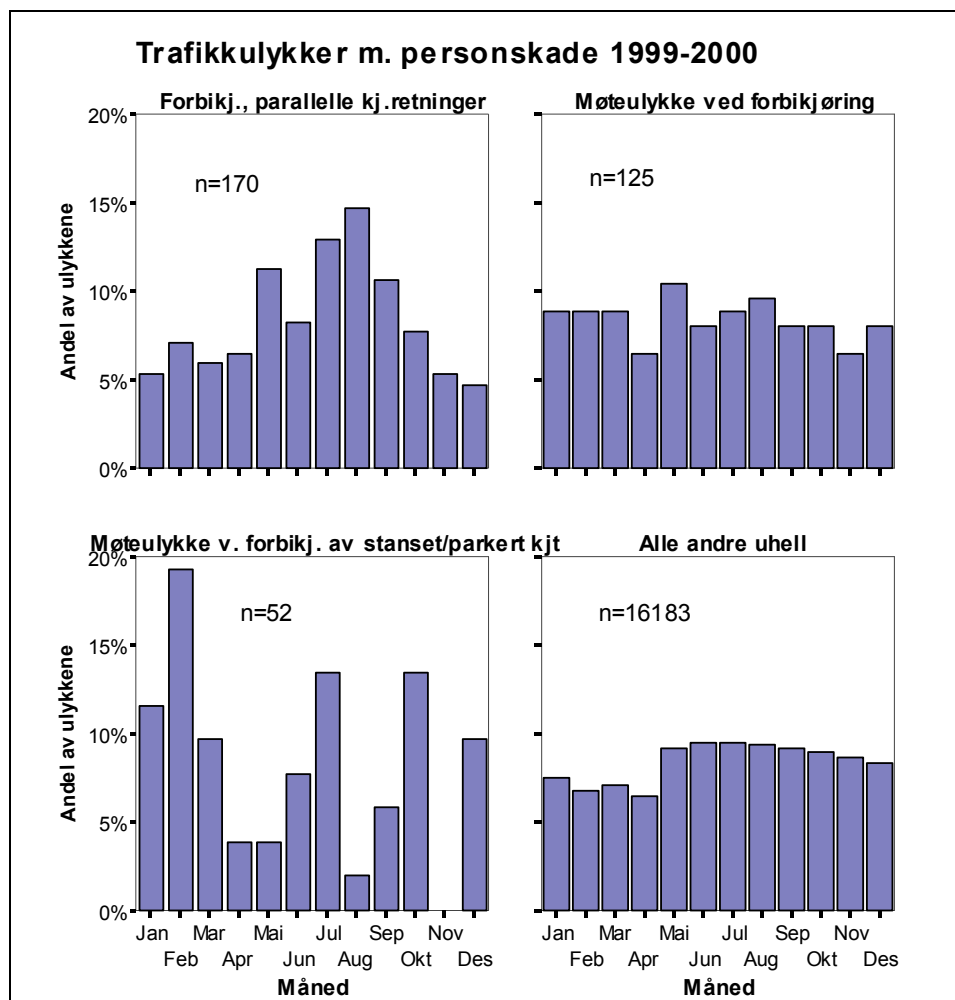
Type kjøretøy	Forbikj., parallell kj.retninger	Møteulykke ved forbikjøring	Møteulykke v. forbikjøring av stanset/parkert kjt	Totalt
Sykkel	13,0%	2,2%	2,5%	7,5
Hest			0,8%	0,1
Moped	4,3%	1,4%	0,8%	2,7
Lett MC	0,5%	0,4%	0,8%	0,5
Tung MC	7,9%	5,8%		5,9
Lett bil	59,0%	79,4%	79,8%	69,6
Lett bil med henger, bobil	1,9%	1,4%		1,4
Tung bil u. henger	7,1%	4,3%	14,3%	7,2
Tung bil m. henger	3,8%	4,0%	0,8%	3,4
Utrykningskjøretøy	0,5%			0,3
Andre typer kjøretøy	1,9%	1,1%		1,3
Totalt	100%	100%	100%	100
N	368	277	119	764

Tabell 5: Kjøretøykategorier involvert i forbikjøringsulykker 1999 og 2000. Alvorlige personskadeulykker

Type kjøretøy	Forbikj., parallele kj.retninger	Møteulykke ved forbikjøring	Møteulykke forbikjøring stanset/parkert kjt	v. av	Totalt
Sykkel	12,6	1,2	-		6,3
Moped	2,3	2,4	-		2,1
Tung MC, MC m sidevogn	14,9	8,4	-		10,6
Lett bil	62,1	78,3	57,9		68,8
Lett bil med henger, bobil	-	2,4	-		1,1
Tung bil u. henger	4,6	3,6	42,1		7,9
Tung bil m. henger	2,3	3,6	-		2,6
Andre typer kjøretøy	1,1	-	-		0,5
Totalt	100	100	100		100
N	87	83	19		189

En kan merke seg at det er omtrent like mange motorsykler implisert i forbikjøringsulykker som tunge kjøretøy (hver kategori utgjør ca 10% av de involverte enheter i alvorlige ulykker).

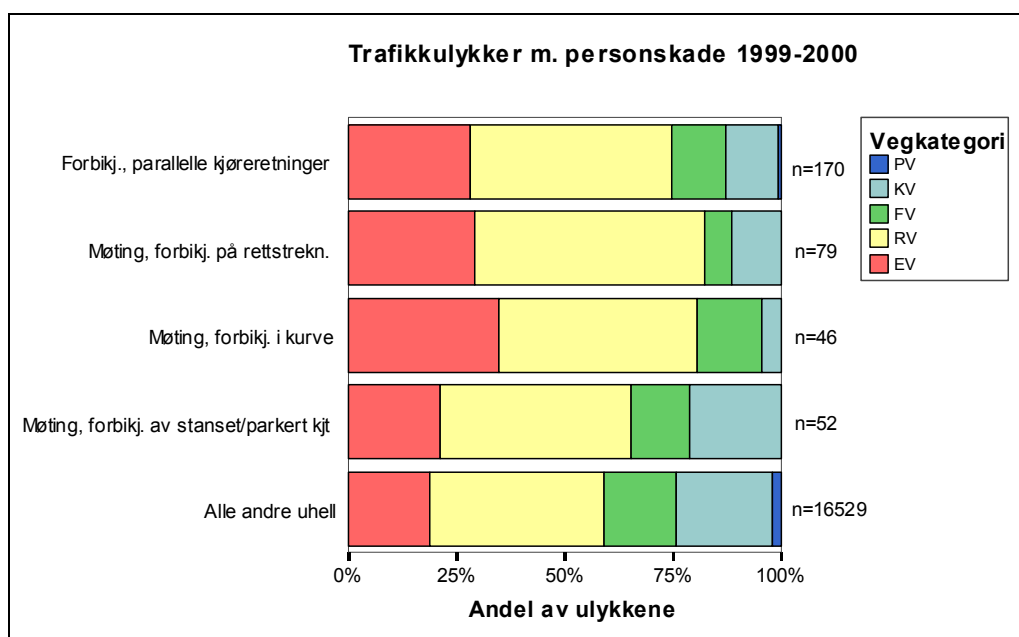
Figur 3 nedenfor viser hvordan forbikjøringsulykkene fordeler seg over året sammenlignet med de øvrige ulykkeskategoriene.



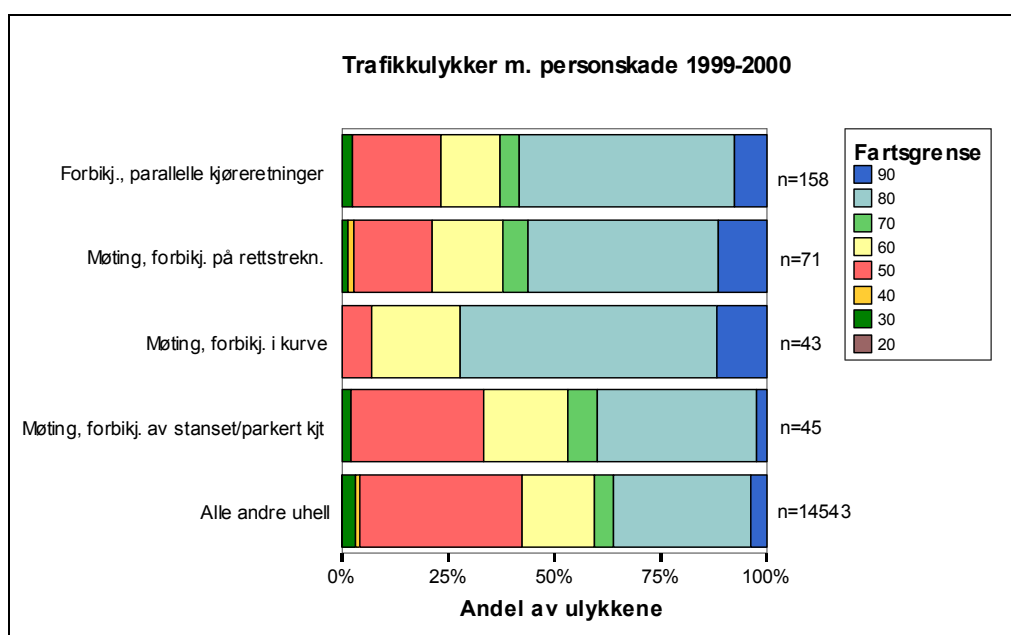
Figur 3: Ulykkenes fordeling over året.

De ulike typer forbikjøringsulykker har et noe ulikt mønster når det gjelder variasjonen over året. Når det gjelder kollisjon mellom kjøretøy i samme retning (øverst til venstre på figuren) skjer en stor andel av ulykkene i perioden mai-september. Når det gjelder møteulykkene er årskurven ganske flat, dvs. det er ingen årstider som peker seg ut. For møteulykker i forbindelse med forbikjøring av stanset eller parkert kjøretøy er det heller ingen årstid som peker seg ut, selv om februar har mange ulykker (kan skyldes tilfeldig variasjon pga. tallmessig få ulykker).

En noe større andel av forbikjøringsulykkene skjer på riks- og europaveger, sett i forhold til de øvrige ulykker (Figur 4). At dette vegnettet har større trafikk enn gjennomsnittet, er en naturlig forklaring på dette.



Figur 4: Ulykkenes fordeling på administrativ vegkategori.



Figur 5: Ulykkenes fordeling i henhold til fartsgrense på ulykkesstedet.

Bortsett fra forbikjøring av stanset eller parkert kjøretøy, er forbikjøringsulykkene typisk en landevegsulykke. Dette illustreres ved at en stor andel av ulykkene skjer der fartsgrensen er 80 km/t eller høyere (Figur 5).

Siden problemene med forbikjøringssikt, forbikjøringsmuligheter og forbikjøringsfelt som oftest er relatert til landevegsforhold, vil vi i det følgende spesielt se på forbikjøringsulykker der fartsgrensen er 70 km/t eller høyere.

3.2 Spesielt om forbikjøringsulykker på 2- og 3-felts landeveg

3.2.1 Problemets størrelse

Mens kapittel 3.1 tok for seg forbikjøringsulykker generelt, ser vi i dette kapittelet spesielt på forbikjøringsulykker på 2- eller 3-felts landeveger, det vil si hvor fartsgrensen er 70 km/t eller høyere.

Ca 50% av forbikjøringsulykkene med personskade skjer på 2- og 3-felts landeveger (tilsvarer ca 90 pr år). For alvorlige forbikjøringsulykker er andelen ca 60% (tilsvarer ca 25 pr år).

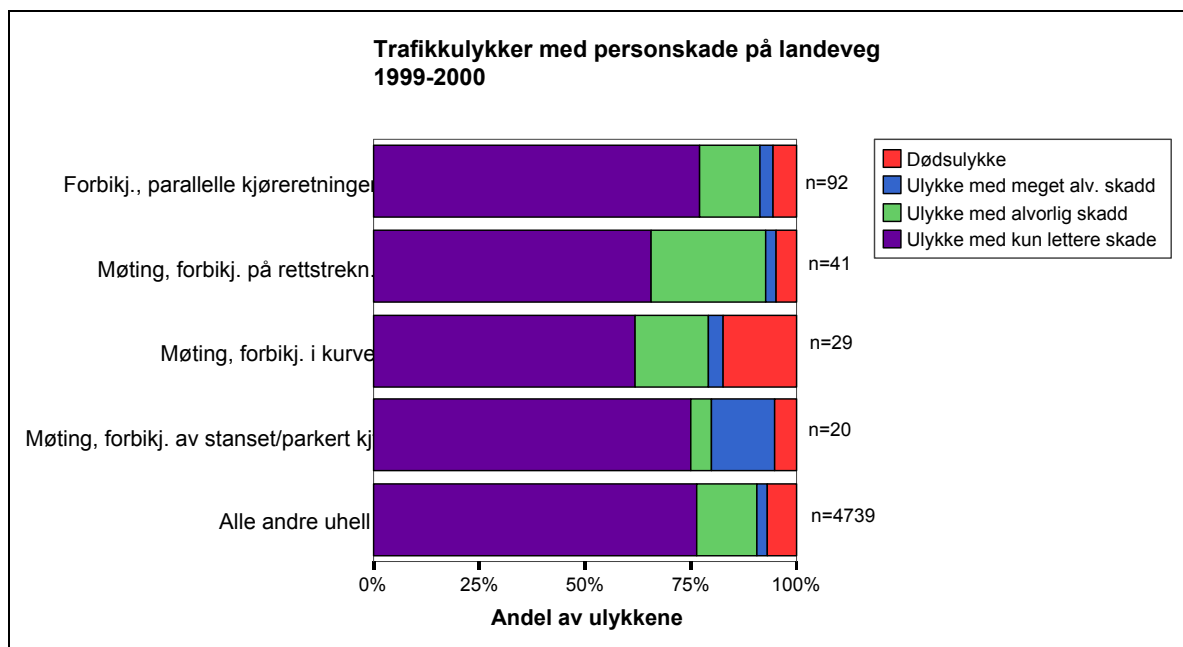
Tabell 6 nedenfor viser at i forhold til alle personskadeulykker på landeveger utgjør forbikjøringsulykkene 3,7%. Av alvorlige ulykker utgjør forbikjøringsulykkene 4,4%.

Tabell 6: Forbikjøringsulykkers på landeveg. Andel av personskadeulykkene. Tall for 1999 og 2000.

Ulykkestype	Ulykke med drept el. alvorlig skadd		Ulykke med bare lettere skade		Antall personsk.ulykker	
Forbikj., parallele kjøreretninger	1,8%		1,9%		1,9%	
Møting, forbikj. på rettstrekn.	1,2%	4,4%	0,7%	3,5%	0,8%	3,7%
Møting, forbikj. i kurve	0,9%		0,5%		0,6%	
Møting, forbikj. av stanset/parkert kjørt	0,6%		0,4%		0,4%	
Alle andre uhell		95,6%		96,5%		96,3%
Totalt		100%		100%		100%
N*		1162		3759		4921

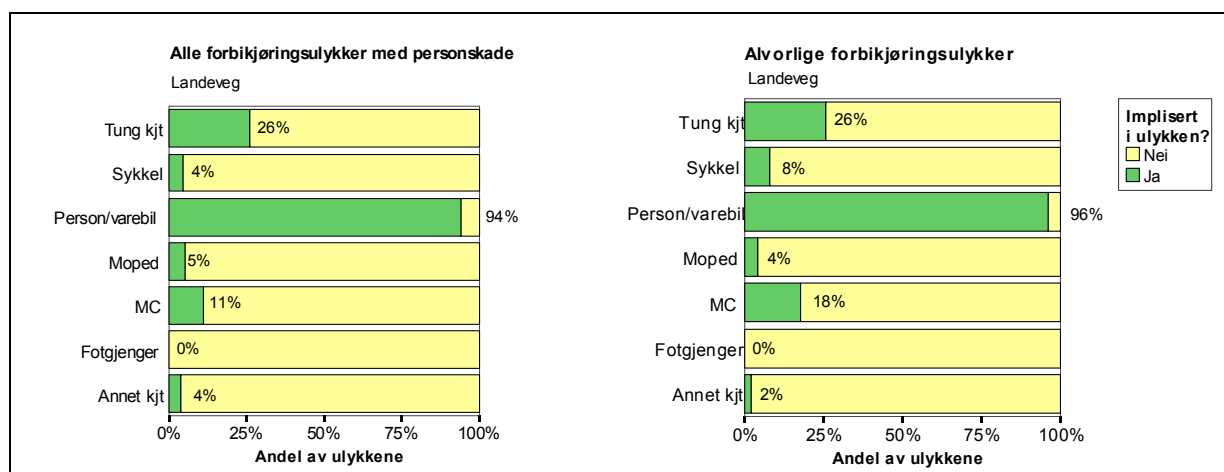
*Ulykker med uoppgitt fartsgrense eller antall felt inngår ikke i dette antallet

Figur 6 viser at i forhold til landevegsulykker generelt har møteulykker i forbindelse forbikjøring høy alvorlighetsgrad. Særlig gjelder dette ulykker ved forbikjøring i kurver hvor andel dødsulykker er svært høy. (Antall dødsulykker av denne kategorien blir likevel ikke høyere enn 5 på to år.)



Figur 6: Personskadeulykker på 2- og 3-felts landeveg 1999-2000. Fordeling på alvorlighetsgrad for forbikjøringsulykker og øvrige ulykker.

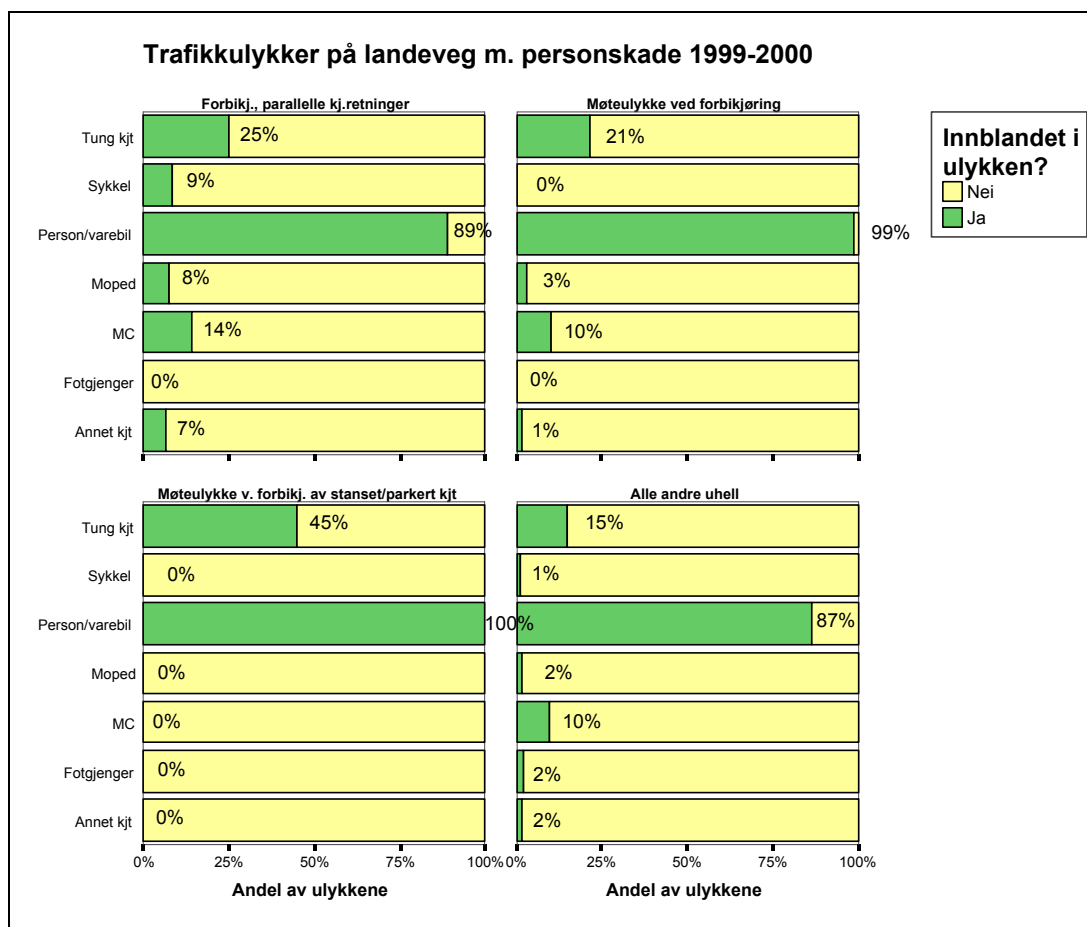
3.2.2 Involverte kjøretøykategorier



Figur 7: Forbikjøringsulykker på landeveg 1999-2000. Andel ulykker hvor de enkelte kjøretøykategorier er innblandet.

Figur 7 viser i hvor stor andel av ulykkene ulike kjøretøykategorier er innblandet. Tunge kjøretøy er innblandet i ca 1/4 både av alle forbikjøringsulykker med personskaadeulykker og av alvorlige forbikjøringsulykker. Andelen er større enn for ulykker generelt på landeveg (15%). I forhold til forbikjøringsulykker generelt (se Tabell 4 og Tabell 5) er naturlig nok færre syklistene innblandet.

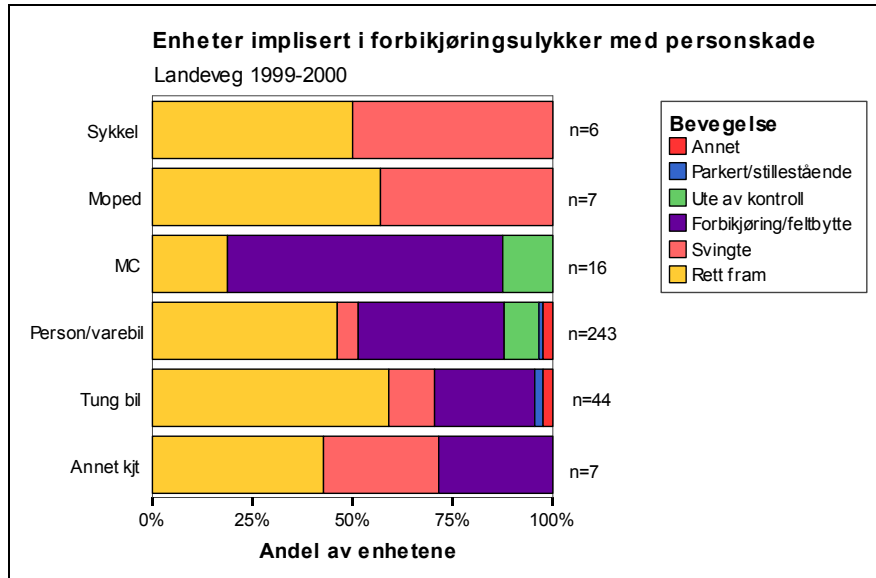
Figur 8 viser i hvor stor andel av landevegsulykkene den enkelte trafikantkategori var innblandet, fordelt på ulykkeskategori.



Figur 8: Personskadeulykker på landeveg 1999-2000. Andel ulykker hvor de enkelte trafikantkategorier er innblandet.

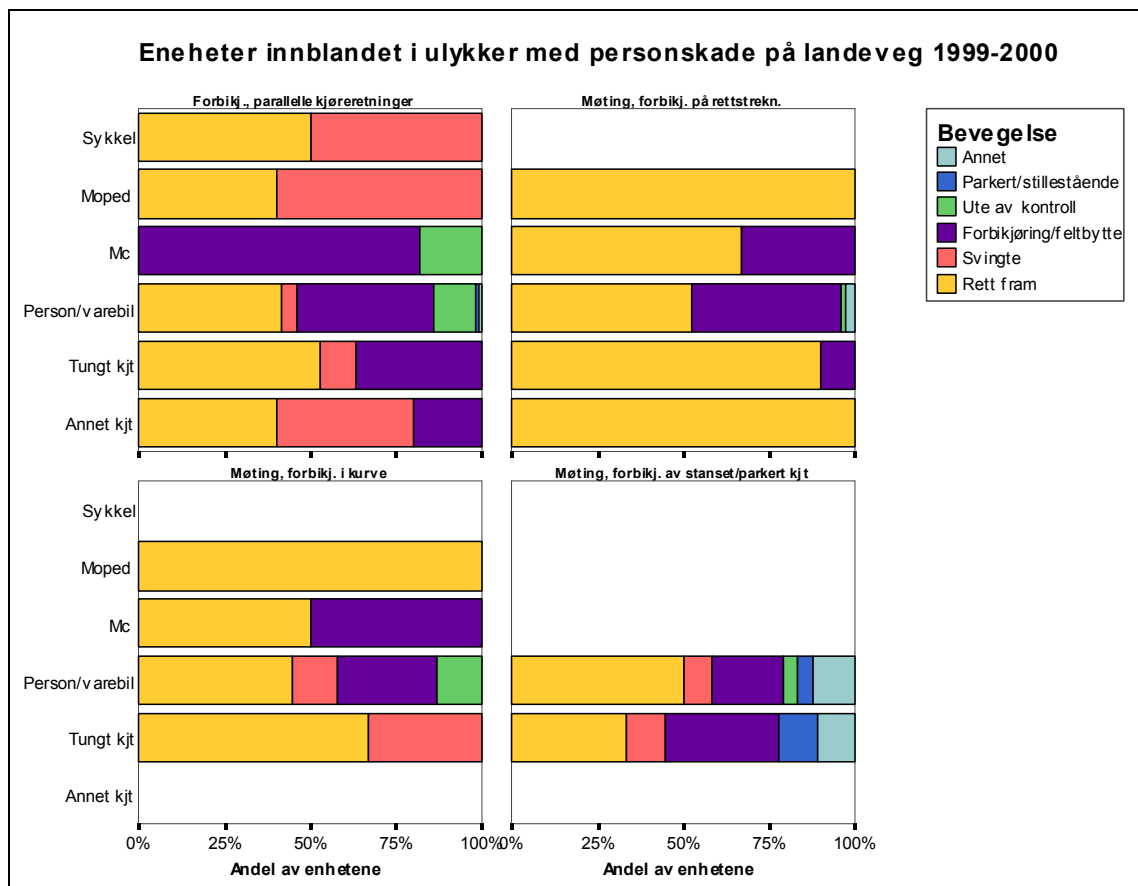
3.2.3 Hvem kjørte forbi?

Figur 9 viser bevegelsen like forut for ulykken for kjøretøy innblandet i forbikjøringsulykker på landeveg. Vi ser at en meget stor andel av de impliserte motorsykler foretok forbikjøring.



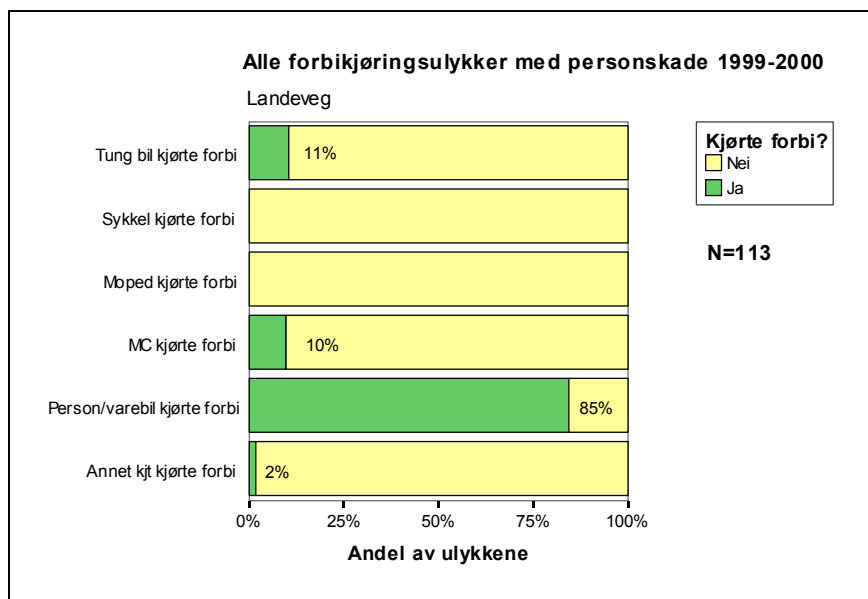
Figur 9: Angitt bevegelse for enheter innblandet i forbikjøringsulykker på landeveg 1999-2000.

Figur 10 viser det samme som Figur 9, inndelt etter type forbikjøringsulykke.



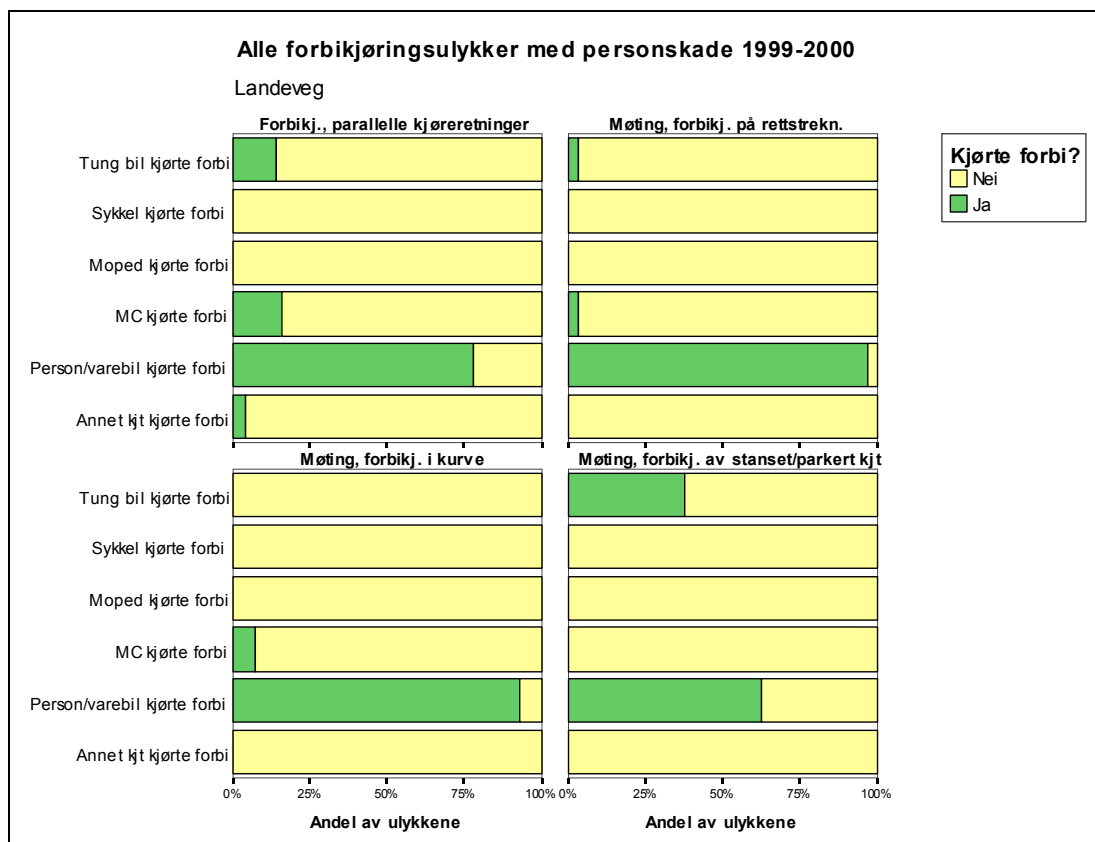
Figur 10: Bevegelse for enheter innblandet i forbikjøringsulykker på landeveg 1999-2000. Inndeling etter ulykkeskategori.

Figur 11 nedenfor viser hvilken kjøretøykategori som kjørte relatert til antall *ulykker*². I forhold til deres andel i trafikken bør motorsykler være overrepresentert, i og med at disse kjørte forbi i 10% av forbikjøringsulykkene på landeveg.



Figur 11: Hvem som foretok forbikjøring. Alle forbikjøringsulykker med personskade på landeveg 1999-2000.

Figur 12 viser det samme som Figur 11, men inndelt etter ulykkeskategori.



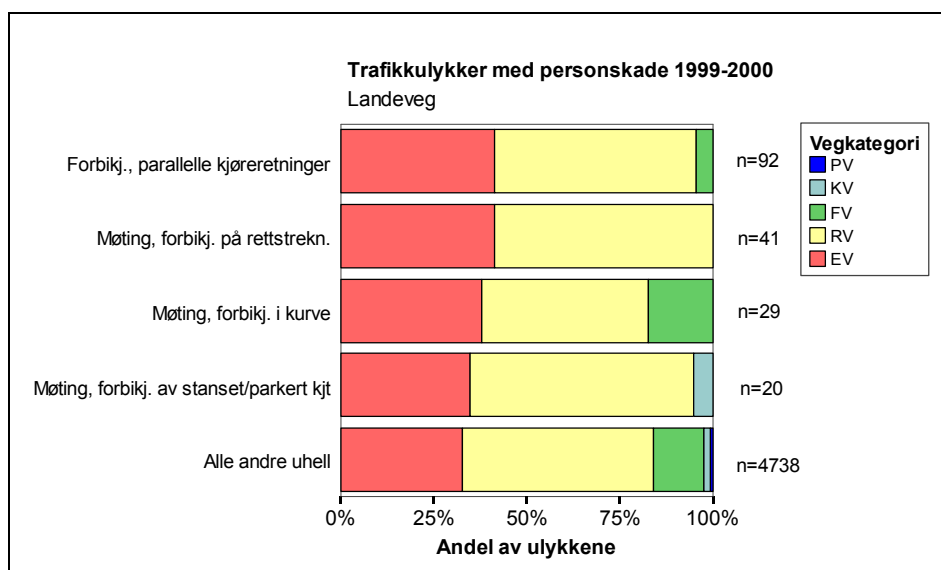
Figur 12: Hvem som foretok forbikjøring. Alle forbikjøringsulykker med personskade på landeveg 1999-2000. Inndeling etter ulykkeskategori.

² Opplysninger om dette er angitt for bare 60% av ulykkene

Figur 12 forrige side viser at tunge biler og motorsykler kjører forbi i en betydelig andel av de ulykker der det er kollisjon mellom kjøretøy i samme retning. Tunge kjøretøy står også for forbikjøringene i en stor andel av ulykkene som skjer ved forbikjøring av stanset eller parkert kjøretøy. Når det gjelder møteulykker i forbindelse med forbikjøring på rettstrekning eller i kurve, er det i all hovedsak en personbil som kjører forbi.

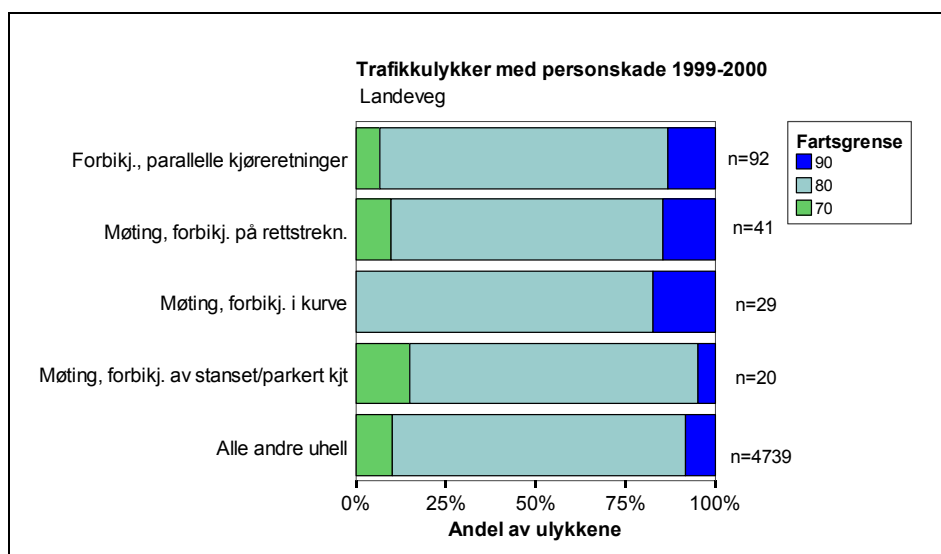
3.2.4 Fordeling på vegkategori og fartsgrense

Figur 13 viser at de fleste forbikjøringsulykker på landeveg (2- og 3-felts med fartsgrense ≥ 70 km/t) skjer på riks- og europaveger. Dette gjelder også for alle andre ulykker på landeveg.



Figur 13: Personskadeulykker på landeveg 1999-2000. Fordeling på vegkategori for ulike ulykkestyper.

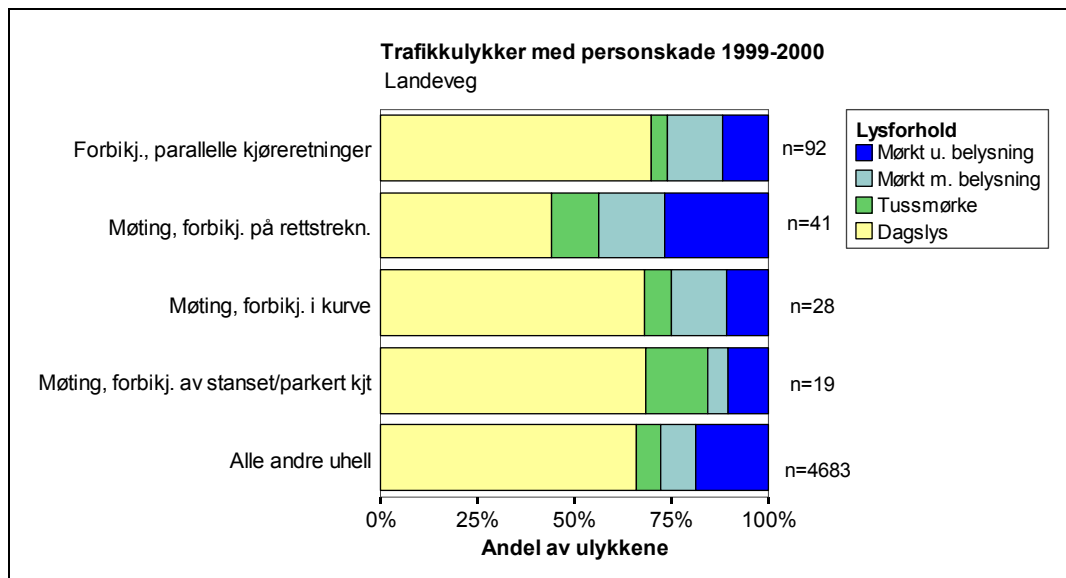
En noe større andel av forbikjøringsulykkene på landeveg skjer der fartsgrensen er 90 km/t, sett i forhold til øvrige landevegsulykker (Figur 14 nedenfor). Særlig kan en merke seg at en forholdsvis betydelig andel av forbikjøringsulykker i kurver skjer i 90-soner hvor kurvene som oftest er ganske slake.



Figur 14: Personskadeulykker på landeveg 1999-2000. Fordeling på fartsgrense for ulike ulykkestyper.

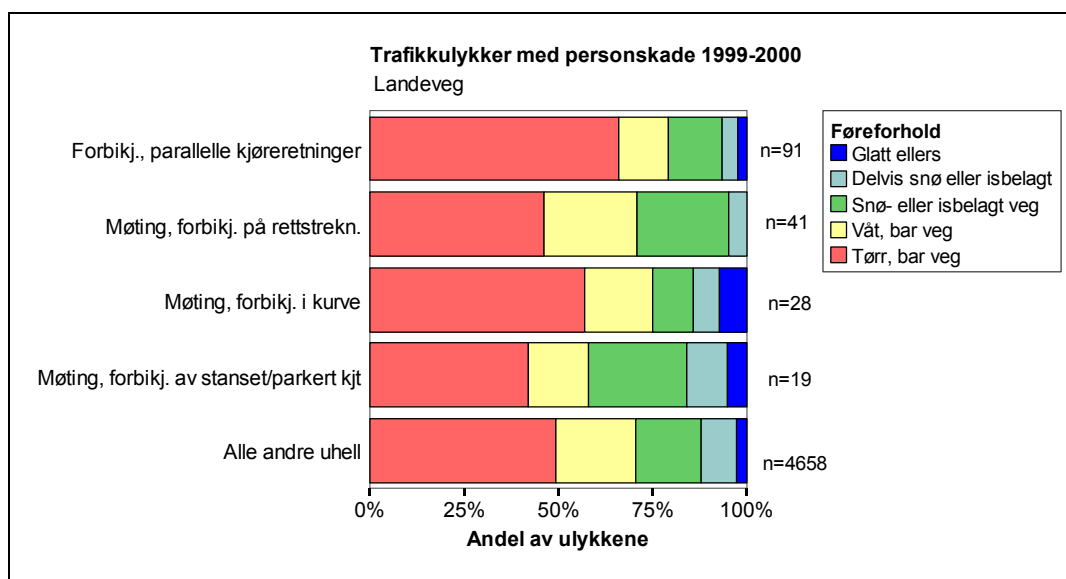
3.2.5 Fordeling på lys- og føreforhold

Sett i forhold til de andre ulykkeskategoriene skjer en forholdsvis stor andel av forbikjøringsulykkene på rettstrekning i mørke uten veglys (Figur 15). En mulig forklaring på dette er at bedømmelse av avstand og fart til andre kjøretøy er vesentlig dårligere i mørke enn i dagslys eller på opplyst veg.



Figur 15: Personskadeulykker på landeveg 1999-2000. Fordeling på lysforhold for ulike ulykkestyper.

Kategorien ”forbikjøring av stanset/parkert kjøretøy” har en noe større andel på vinterføre enn tilfellet er for gjennomsnittet av ”alle andre uhell”. Dette kan være situasjoner hvor et kjøretøy har svingt over i motgående kjørefelt for å unngå å kjøre inn i et stanset kjøretøy bakfra på glatt føre. For de øvrige typer forbikjøringsulykker er ikke andelen som skjer på vinterføre høyere enn gjennomsnittet for ”alle andre uhell” (Figur 16).



Figur 16: Personskadeulykker på landeveg 1999-2000. Fordeling på føreforhold for ulike ulykkestyper.

3.3 Ulykker i forbindelse med forbikjøringsfelt

3.3.1 Andel forbikjøringsulykker som skjer på strekninger med forbikjøringsfelt

STRAKS-ulykkesregisteret inneholder opplysninger om feltype. Tabell 7 viser hvordan denne fordelingen er for forbikjøringsulykker. Forbikjøringsfelt er bare angitt for 1,9% (3 ulykker) for kategorien parallelle kjøretninger. Dette kan tyde på at få ulykker skjer i forbindelse med slike felt. Det samme indikerer ulykkesfordelingen med hensyn på antall felt (Tabell 8 nedenfor): 3 felt er bare angitt for totalt 3,2% av alle forbikjøringsulykkene (10 ulykker).

Tabell 7: Fordeling på feltype for forbikjøringsulykker

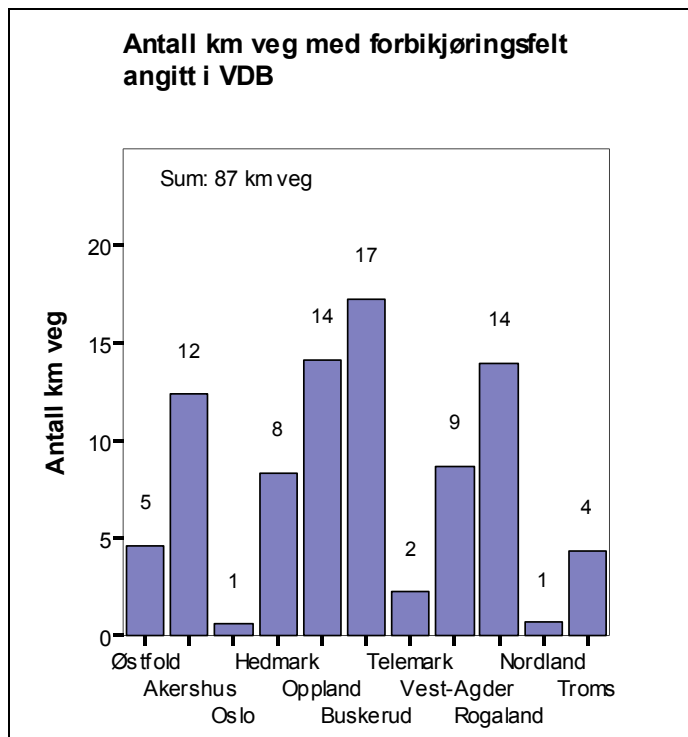
Feltype	Forbikj., parallell kj.retninger	Møteulykke ved forbikjøring	Møteulykke forbikj. stanset/parkert kjt	v. av	Sum
Vanlig kjørefelt	93,1%	98,2%	100,0%		96,0%
Forbikjøringsfelt	1,9%				0,9%
Svingefelt	0,6%				0,3%
Akselerasjonsfelt	0,6%				0,3%
Skulder	0,6%	0,9%			0,6%
Gang/sykkelbane		0,9%			0,3%
Gang/sykkelveg	0,6%				0,3%
Annet	2,5%				1,2%
Sum	100%	100%	100%		100%
n=	160	114	51		325
Uoppgitt	10	11	1		22
Totalt antall	170	125	52		325

Tabell 8: Forbikjøringsulykkenes fordeling med hensyn på antall kjørefelt.

Antall felt	Forbikj., parallell kj.retninger	Møteulykke ved forbikjøring	Møteulykke v. forbikj. av	Sum
1	5,2	1,7	2,1	3,5
2	90,2	93,9	95,8	92,4
3	2,6	4,3	2,1	3,2
4	0,7			0,3
5	1,3			0,6
Sum	100	100	100	100
n=	153	115	48	316
Uoppgitt	17	10	4	31
Totalt antall	170	125	52	347

3.4 Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt

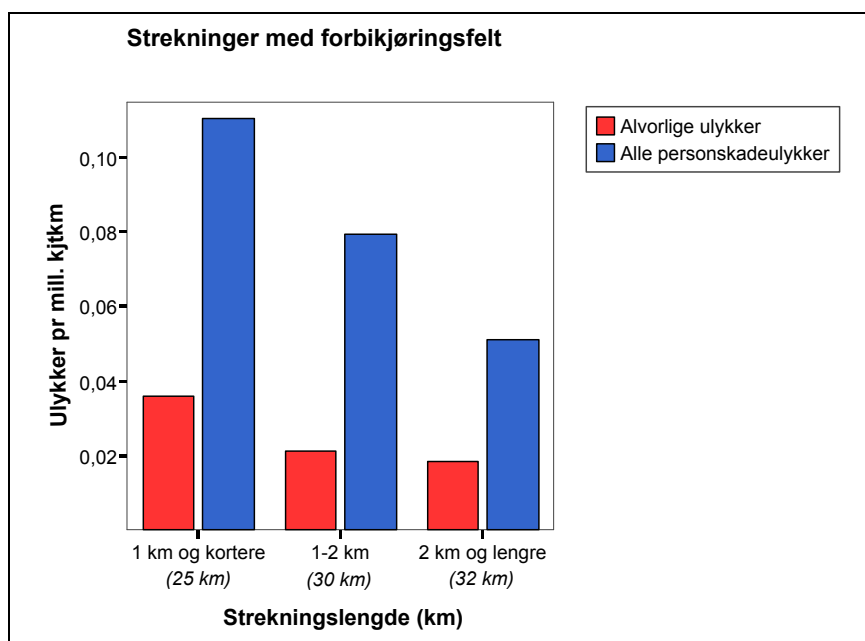
I feltregisteret i Vegdatabanken er det angitt om det er forbikjøringsfelt på strekningen. Ikke alle fylker merker et felt som forbikjøringsfelt selv om det er to felt i en retning på 1- eller 2-felts veg. Figur 17 nedenfor viser antall km veg hvor det er angitt forbikjøringsfelt i de ulike fylker.



Figur 17: Antall km veg hvor det er angitt forbikjøringsfelt i Vegdatabanken.

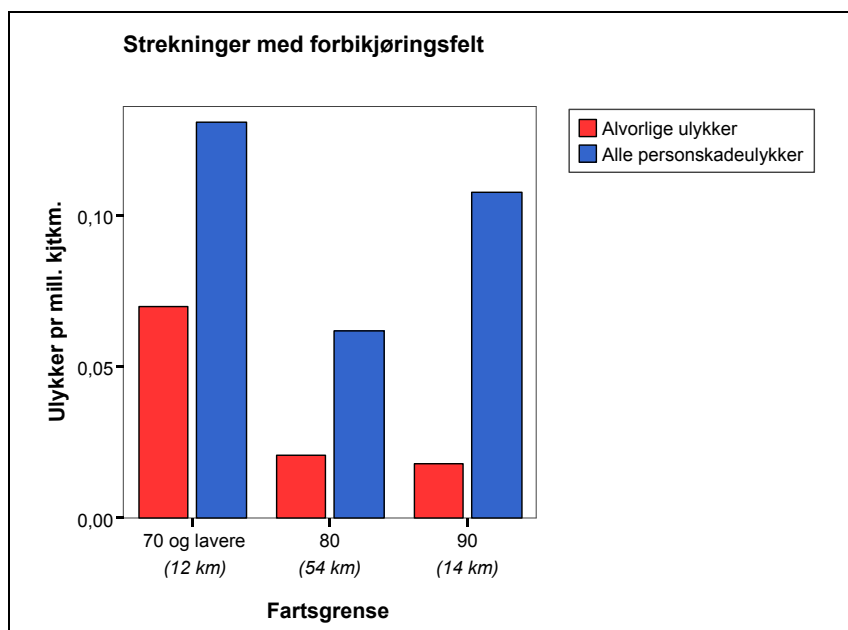
I det følgende har vi sett på hvordan ulykkesfrekvensen (både alvorlige ulykker og personskadeulykker totalt pr million kjøretøykilometer) på strekninger med forbikjøringsfelt varierer med strekningslengden, fartsgrense og ÅDT. Som grunnlag er benyttet politirapporterte personskadeulykker 1997-2000 hentet ut fra Vegdatabanken. Datamaterialet er for lite til at det gir mulighet for mer enn en gangs oppsplitting.

Figur 18 viser ulykkesfrekvensen for forbikjøringsulykker. Ulykkesfrekvensen synes å avta med økende lengde på forbikjøringsfeltet



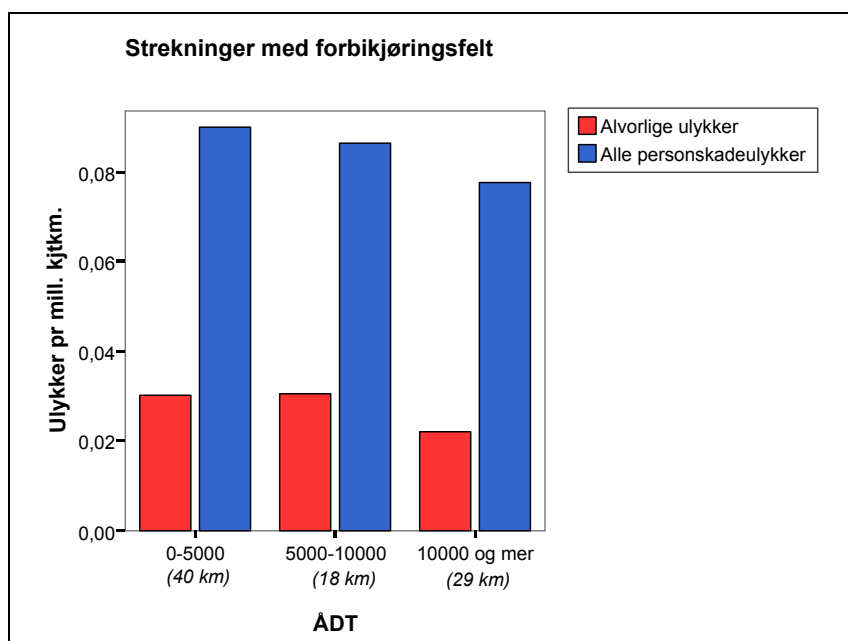
Figur 18: Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt. Inndeling etter forbikjøringsfeltets lengde.

Figur 19 viser at ulykkesfrekvensen på strekninger med forbikjøringsfelt er høyest der fartsgrensen er 70 km/t eller lavere. Dette gjelder både i forhold til personskaueulykker totalt og i forhold til alvorlige ulykker. Forekomst av myke trafikanter og kryss og avkjørsler kan antas å være en forklaring på dette. Strekninger med fartsgrense 90 km/t har høyere ulykkesfrekvens basert på alle personskaueulykker enn strekninger med 80 km/t, mens frekvensen basert på alvorlige ulykker er omtrent den samme. En kunne her ha forventet det omvendte, det vil si at 90-veger hadde høyest frekvens med hensyn på alvorlige ulykker. Vi må imidlertid ta forbehold om at antall km veg innen både laveste og høyeste fartsgrensekategori er lite.



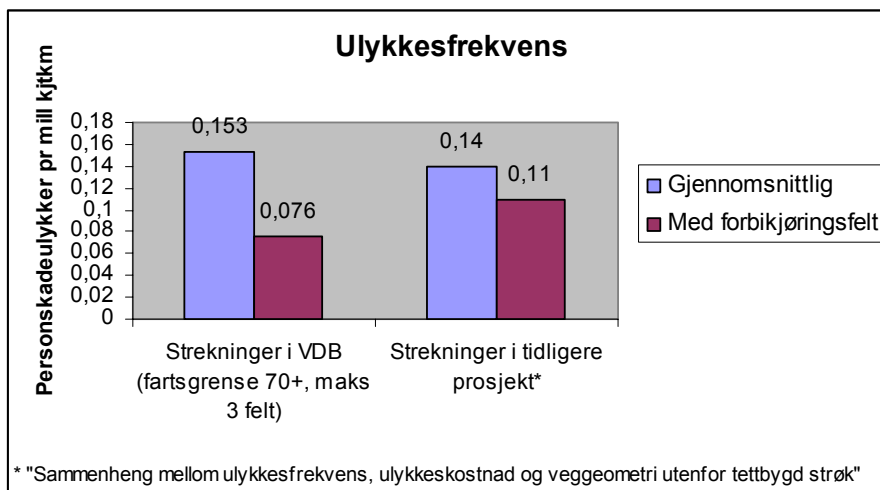
Figur 19: Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt. Inndeling etter fartsgrense.

Figur 20 viser at strekningene i høyeste ÅDT-kategori har noe lavere ulykkesfrekvens enn de to øvrige.



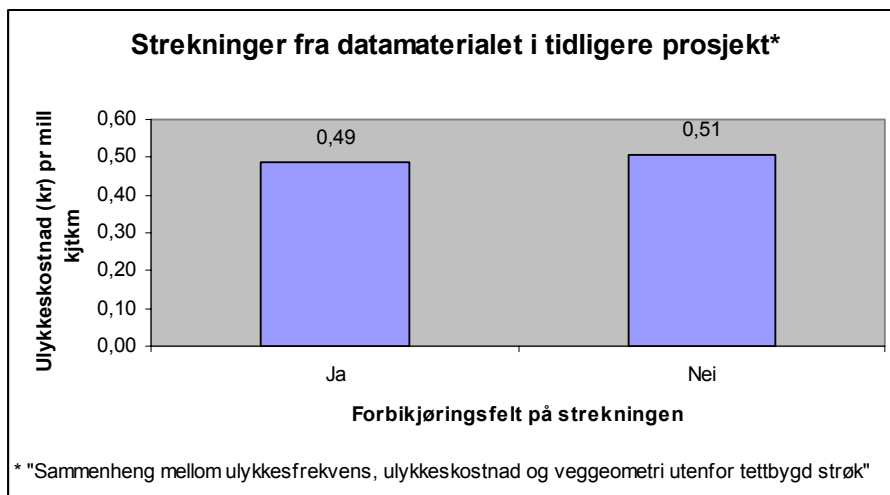
Figur 20: Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt. Inndeling etter forbikjøringsfeltets årstdøgnstrafikk.

På Figur 21 er ulykkesfrekvensen på strekninger med forbikjøringsfelt sammenlignet med øvrige landevegstrekninger. Til venstre på figuren er alle strekninger med fartsgrense *over* 60 km/t og maks 3 felt, sammenlignet med strekninger med forbikjøringsfelt. Vi ser at de sistnevnte har bare halvparten så høy ulykkesfrekvens som gjennomsnittlig. Stolpene til høyre gjelder data for vegstrekninger i Norge bygd etter en definert vegnormalstandard³. Også her har forbikjøringsfeltstrekningene lavere ulykkesfrekvens enn gjennomsnittet, men forskjellen er ikke så stor.



Figur 21: Ulykkesfrekvens på strekninger med forbikjøringsfelt sammenlignet med øvrige strekninger.

Figur 22 nedenfor viser at ulykkeskostnaden pr million kjøretøykilometer for landeveger med forbikjøringsstrekninger er omtrent den samme som for strekninger uten. Også her er data hentet fra undersøkelsen referert i fotnote 3 denne siden.



Figur 22: Ulykkeskostnad pr million kjøretøykilometer for landeveger med og uten forbikjøringsfelt (se fotnote 3).

³ Data fra prosjektet "Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, ulykkeskostnad og veggeometri utenfor tettbygd strøk" gjennomført av SINTEF for Vegdirektoratet.

3.5 Sammenfatning

Forbikjøringsulykkene utgjør ikke noen stor andel av de politiregistrerte personskadeulykkene. Alle veger og gater sett under ett utgjør de ca 2,1% av personskadeulykkene og 3,2% av de alvorlige ulykkene. Dersom vi bare ser på 2- eller 3-felts landeveger (fartsgrense 70 km/t eller høyere), er de tilsvarende andeler henholdsvis 3,7 og 4,4%.

Som en ser av tallene ovenfor har forbikjøringsulykkene en noe høyere alvorlighetsgrad enn gjennomsnittet, men ikke mye dersom en ser på landevegsulykkene.

I perioden 1992-2002 har forbikjøringsulykkenes andel av personskadeulykkene vært forholdsvis stabil. Ser vi bare på de alvorlige ulykkene har forbikjøringsulykkenes andel steget noe i de senere år. Dette skyldes i første rekke en økning i antall forbikjøringsulykker der kjøretøy med parallelle kjøreretninger kolliderer.

Av forbikjøringsulykkene på *landeveger* utgjør kollisjon mellom kjøretøy med samme kjøreretning 50% av ulykkene⁴, møteing i forbindelse med forbikjøring på rettstrekning 23%, møteing ved forbikjøring i kurve 15% og møteing ved forbikjøring av stanset/parkert kjøretøy 12%. Ser vi bare på de alvorlige forbikjøringsulykkene utgjør møteulykkene en større andel (til sammen 51%, hvorav 30% på rettstrekning og 21% i kurve)⁵.

Tunge kjøretøy er innblandet i ca 1/4 av forbikjøringsulykkene på landeveg. Dette er en større andel enn for trafikkulykker på landeveg generelt (15%). Lett bil med henger (bl.a. campingvogn) og bobil er innblandet i *fa* av forbikjøringsulykkene.

En svært stor andel av de motorsykler som er innblandet i forbikjøringsulykker har foretatt en forbikjøring. Særlig gjelder dette i ulykker hvor det har vært kollisjon mellom kjøretøy med samme kjøreretning.

Sett i forhold til antall forbikjøringsulykker på landeveg, har en person- eller varebil foretatt forbikjøring i 85% av dem. Tilsvarende prosenttall for tunge kjøretøy og motorsykler er henholdsvis 11 og 10%. For motorsykler er dette antakelig betraktelig høyere enn den andel de utgjør i trafikken.

De aller fleste forbikjøringsulykker på landeveg skjer på riks- eller europaveg der fartsgrensen er 80 km/t. Likevel er andelen i 90-soner noe høyere enn for landevegsulykker generelt.

Sett i forhold til gjennomsnittet for landevegsulykker skjer en større andel av møteulykker på rettstrekning ved forbikjøring i mørket på uopplyst veg. En forklaring på dette kan være at bedømmelse av fart og avstand er vesentlig dårligere i mørke. For andre typer forbikjøringsulykker er ”mørkeandelen” ikke høyere enn for landevegsulykker generelt.

Sett i forhold til andre typer forbikjøringsulykker og landevegsulykker generelt, skjer en større andel av ulykkene ved forbikjøring av stanset eller parkert kjøretøy på vinterføre. Dette kan være situasjoner hvor et kjøretøy (ofte tungt) har svingt over i motgående kjørefelt for å unngå å kjøre inn i et stanset kjøretøy bakfra.

⁴ Som regel kollisjon mellom den som kjører forbi og den som blir forbikjørt.

⁵ Data for 1999 og 2000.

Strekninger som er registrert med forbikjøringsfelt i Vegdatabanken har lavere ulykkesfrekvens (basert på alle personskadeulykker) enn gjennomsnittlig for alle landeveger⁶. Også en tidligere undersøkelse angående sammenhengen mellom veggeometri og ulykkesfrekvens viser dette. I følge sistnevnte undersøkelse er ulykkeskostnaden pr kjøretøykilometer omtrent den samme på strekninger med og uten forbikjøringsfelt. Dette kan indikere at ulykker på strekninger med forbikjøringsfelt har en noe høyere alvorlighetsgrad enn gjennomsnittet.

Data fra Vegdatabanken indikerer at korte strekninger med forbikjøringsfelt har høyere ulykkesfrekvens enn lange. Dette gjelder både i forhold til personskadeulykker totalt og til alvorlige ulykker. En mulig årsak er at ulykkesrisikoen kan være spesielt høy ved forbikjøringsfeltets start og slutt. Vi har imidlertid ikke hatt mulighet til å undersøke dette nærmere.

⁶ Vi har ikke fått klarlagt om flettingssonene før/etter forbikjøringsfeltet er inkludert i strekningen.

4 Forbikjøring i de norske vegnormalene

Vegnormalenes Håndbok 017 (*Statens Vegvesen 1992*) inneholder et kapittel som heter ”Forbikjøringsfelt”. Dette kapitlet omhandler ulike typer forbikjøringsfelt, grunnlag for å innføre slike felt og geometrisk utforming av disse. I tillegg til dette kapitlet stilles det for H1- og H2-veger krav til lengde av forbikjøringsfelt, samt hvor hyppig det skal være forbikjøringsmuligheter.

Håndbok 235 Stamvegnormalen (*Statens Vegvesen 2002*) gir også noen råd i forhold til forbikjøring.

I forbindelse med SINTEF’s gjennomgang av Håndbok 017 i 2002 (Bertelsen Dag m fl. 2002) ble alle kapitler vurdert med hensyn på hvilke premisser som låg til grunn og om det var mangler eller revisjonsbehov.

I det følgende er det oppsummert innhold i Håndbok 017 og Håndbok 235. Det er også med noe stoff som omhandler premisser for vegnormalene og kommentarer fra SINTEF sin gjennomgang i 2002.

4.1 Forbikjøringsfelt

Krav og anbefalinger i normalene

Håndbok 017 gir krav til lengde av forbikjøringsfelt. Disse verdiene varierer ut fra dimensjonerende hastighet. I Håndbok 235, Stamvegnormalen (*Statens Vegvesen 2002*) er lengde av forbikjøringsfelt satt til 500 m uavhengig av dimensjonerende fart. Tabell 9 gir oversikt over krav til forbikjøringsfelt.

Tabell 9 *Krav til forbikjøringsfelt i Håndbok 017 og Håndbok 235*

<i>Dim. Hastighet (Km/t)</i>	60	70	80	90	100	110	120	130
Forbikjøringsfelt HB 017 (m)	300	400	400	450	450	500	500	550
Forbikjøringsfelt HB 235 (m)	500	500	500	500	500	500	500	500

For å angi hvordan det skal legges til rette for forbikjøring angir Håndbok 017 hvor mange muligheter for forbikjøring det må være pr 5 kilometer vegstrekning i hver retning. Disse verdiene varierer med vegens ÅDT (Tabell 10)

Tabell 10 *Krav til antall forbikjøringsmuligheter pr 5 km*

<i>ÅDT</i>	0-1500	1500-5000	5000-10000
Antall forbikjøringsmuligheter	1	2	3

Det er kun for H1 veger det er satt krav til forbikjøringsmuligheter, dette gjelder både Håndbok 017 og Håndbok 235.

Kommentar:

Det er ikke gitt noen klar definisjon på ”forbikjøringsmulighet”.

Beregningsmetode som ligger til grunn for forbikjøringsikt i Håndbok 017

I følge premissene til linjeføringsdelen i vegnormalene (Moltumyr & Hovd 1993) blir forbikjøringsikt i dagens vegnormaler vurdert ut fra formelen :

$$L_f = \frac{V_p}{3.6} \cdot \left(t_r + \sqrt{\frac{2 \cdot (2 \cdot s_1 + 5)}{a}} \right) + 2 \cdot s_1 + 5 + \frac{V}{3.6} \left(\sqrt{\frac{2 \cdot (2 \cdot s_1 + 5)}{a}} - \sqrt{\frac{2 \cdot s_1}{a}} \right)$$

der

$$s_1 = \frac{V_p}{5.25} + 6.1$$

V_p = Fart passivt kjøretøy

V = Dimensjonerende fart

a = Akselerasjon

t_r = Reaksjonstid

s_1 = Sikkerhetsavstand

V_t = Trafikkfart

I en forbikjøring er det involvert 3 kjøretøy. Passivt kjøretøy med fart V_p , aktivt kjøretøy med samme fart som passivt kjøretøy og motgående kjøretøy med fart V_m . V_m er satt lik dimensjonerende fart V .

Forbikjøringsikten er sammensatt av tre delstrekninger $L_1 + L_2 + L_3$.

L_1 er den strekningen det kjøres mens beslutning om å kjøre forbi blir vurdert. I beregninga av denne strekningen inngår reaksjonstid (t_r). Den settes vanligvis til 3 sekunder i slike situasjoner.

L_2 er den strekningen som tilbakelegges av det aktive kjøretøyet i løpet av selve forbikjøringsmanøveren. Denne strekningen er lik den strekningen det passive kjøretøyet kjører i løpet av den tida forbikjøringen varer ($V_p \cdot t$) + avstanden mellom kjøretøyene i det forbikjøringen starter (s_1) + avstand mellom kjøretøyene i det forbikjøringen avsluttes (s_2). s_1 og s_2 settes ut fra erfaringsdata. Tida forbikjøringen varer beregnes på basis av kjøretøyet akselerasjon (a).

L_3 er veglengde tilbakelagt av et møtende kjøretøy i tiden fra det aktive kjøretøyet er på høyden med det passive til forbikjøringen er avsluttet.

I premissene til Håndbok 017 (Moltumyr & Hovd 1993) er det foretatt beregninger av forbikjøringsikt etter dette formelverket. Det er vist beregning for $V_p = V_t$ og for $V_p = 0,85 \cdot V_t$, samt egen kontrollberegning i Tabell 11. Egen beregning resulterte i opptil 25 meter lengre forbikjøringsikt. Dette kan skyldes unøyaktig avlesing av akselerasjonsdiagram.

Tabell 11 Forbikjøringssikt benyttet i Håndbok 017 og beregning gjort i premissnotat.

Vdim (km/t)	60	70	80	90	100	110	120	130	Stamveg
Forbikjøringssikt i Håndbok 017(m)	300	400	400	450	450	500	500	550	500
Beregnet forbikjøringssikt i premissene til HB 017 $V_t=0,85 \cdot V$	220	275	345	440	523	580	653	725	
Egen beregning $V_t=0,85 \cdot V$		289	369	462	544	598	665	733	

I premissene til Håndbok 017 fortelles det at krav til lengde av forbikjøringssikt i Håndbok 017 er satt på skjønn ut fra disse beregningene. Vi ser at for Vdim fra 100 km/t og oppover har en lagt seg bevisst lavere enn beregna verdier. Dette kan ha sammenheng med fartsgrense på norske veger i forhold til fartsgrense på tilsvarende veger i utlandet.

Kommentar – Akselerasjon ved beregning av forbikjøringssikt

I beregning av forbikjøringssikt inngår akselerasjon. Akselerasjonen som ligger til grunn i formelverket (Moltumyr & Hovd 1993) varierer tilnærmet lineært med fartsnivået. Ved 50 km/t er den ca 1 m/s², ved 90 km/t er den ca 0,4 m/s². Fra 90 km/t og oppover ligger det jevnt på 0,4 m/s².

For å få litt begrep om akselerasjonens betydning for forbikjøringssikten har vi gjort noen analyser for 70 og 80 km/t der vi har brukt henholdsvis 20% og 50% høyere akselerasjon enn det som er benyttet i Håndbok 017. 20 % og 50 % er benyttet da økning av bilparkens akselerasjonsevne fra den gang akselerasjonsdiagrammet ble beregnet og fram til i dag muligens kan ligge i dette området. Så vidt vi har kunnet registrere stammer akselerasjonsdiagrammet fra første del av 1960-tallet.

Det er brukt samme formelverk som vist innledningsvis. Resultatene fra analysen er gjengitt i Tabell 12.

Tabell 12 Akselerasjonens innvirkning på beregna forbikjøringssikt

Vm (fart til møtende kjøretøy)	70	70	70	80	80	80
Reaksjonstid (sek)	3	3	3	3	3	3
Vp (fart til forbikjørt kjøretøy)	50,58	50,58	50,58	57,80	57,80	57,80
s1	15,73	15,73	15,73	17,11	17,11	17,11
Akselerasjon (m/s ²)	0,71	0,85	1,07	0,55	0,66	0,83
Endring i akselerasjon	0	20 %	50 %	0	20 %	50 %
L1 (meter)	42,15	42,15	42,15	48,17	48,17	48,17
L2 (meter)	178,85	166,45	152,72	230,96	214,25	195,77
L3 (meter)	67,63	61,73	55,22	90,10	82,25	73,56
Lf (meter)	289	270	250	369	345	318

Det framkommer at forbikjøringslengde i disse tilfellene reduseres med 19 og 39 meter ved $V=70$, og med 24 og 51 meter ved $V=80$ ved en forbedring i akselerasjonsevnen på henholdsvis 20 og 50 prosent.

Med de usikkerheter det ellers opereres med, og tatt i betraktning at de anbefalte verdier uansett avviker forholdsvis mye fra de beregna, ser vi ikke noe grunn til å foreta storstilt undersøkelse av bilparken for å finne ut om det er forskjell på gjennomsnittlige akselerasjonsevne i dag i forhold til det som ligger til grunn for beregning av forbikjøringsstakt i Håndbok 017.

Vi har imidlertid gjort et lite forsøk på å finne ut noe om akselerasjonsevnen til bilparken. Opplysningsrådet for vegtrafikken innehar en rekke data om kjøretøyparken i Norge, vi har kontaktet de i håp om å kunne få svar på hvordan bilparkens akselerasjonsevne har utviklet seg fra 1960 og fram til i dag.

Det viste seg å være lite å hente direkte. Det finnes kun systematisk informasjon om kjøretøyparken pr enkeltår fra 1993 og fram til i dag, i tillegg finnes informasjon om hele kjøretøyparken pr 2002. Akselerasjonsevne er ikke standard informasjon, men det finnes informasjon om motorkraft og egenvekt kategorisert i ulike kjøretøygrupper. På bakgrunn av dette har vi laget en oversikt som viser egenvekten fordelt på motoreffekt (kg/kW) for år 2002 sammenlignet med hele bilparken. Kjøretøyene er delt inn i vektclasser. Resultatet av dette er gjengitt i Tabell 13.

Tabell 13 Sammenligning av nye biler i 2002 med dagens bilpark

Egenvekt, kategori	Registrerte kjø		Registrerte kjø 2002		Endring	
	Antall	kg/kW	Antall	kg/kW	Absolutt	%
>1000	10041	17,67	200550	17,42	-0,25	-1,40
1000-1250	31727	15,60	513359	15,98	0,38	2,41
1250-1500	37035	14,77	337667	15,11	0,34	2,30
1500-1750	8747	14,29	45278	14,77	0,48	3,36
1750-2000	709	16,45	5373	15,08	-1,37	-8,30
2000 <	357	15,66	1588	15,45	-0,21	-1,34

Resultatet av denne sammenligningen gir ikke grunnlag for å si at akselerasjonsevnen er bedre på personbiler registrert i 2002 enn kjøretøyparken som helhet.

Det ble gjort en analyse av en del bilmerker på begynnelsen av 60 tallet (Slettemark 1961). Her ble det funnet akselerasjon 40-60 km/t, 60-80 km/t og 80-100 km/t for ulike bilmodeller. En opel rekord hadde f. eks akselerasjon på 1,4 m/s² fra 40-60 km/t, 0,8 m/s² fra 60-80 km og 0,5 m/s² fra 80/100 km/t.

Kommentar – Dimensjonerende fart ved beregning av forbikjøringsstakt

I revidert Håndbok 017 er det i følge Statens Vegvesen (Hildre 2004) aktuelt å benytte fartsgrense som inngangsparameter i en rekke sammenhenger. Dette vil også kunne gjelde i forhold til beregning av forbikjøringsstakt.

Det kan vurderes fram og tilbake hvilke hastigheter som skal benyttes i beregning av dimensjonerende forbikjøringsstakt. Vi har i Tabell 14 vist et eksempel hvor det er tatt utgangspunkt i at passivt kjøretøy har en hastighet som er 10% lavere enn fartsgrensen og møtende kjøretøy har fart 15 % høyere enn fartsgrense. Det aktive kjøretøyet har i utgangspunktet

samme fart som det passive kjøretøyet i det forbikjøringsmanøveren starter. I dimensjonerende situasjon regnes det at det aktive kjøretøyet akselererer under hele forbikjøringen.

Tabell 14 Beregning av forbikjøringsikt

Vf = Fartsgrense	60	70	80	90	100
Vm = 1,15 * Vf	69	80,5	92	103,5	115
Vt = 0,90 * Vf	54	63	72	81	90
Reaksjonstid (sek)	3	3	3	3	3
Akselerasjon	0,83	0,55	0,42	0,42	0,42
s1	16,39	18,10	19,81	21,53	23,24
s2	21,39	23,10	24,81	26,53	28,24
L1	45,00	52,50	60,00	67,50	75,00
L2	180,87	255,40	336,19	388,43	442,93
L3	62,42	92,29	124,31	143,82	164,11
Forbikjøngssikt	288	400	521	600	682

Vi ser at fartsgrense og fartsnivå har stor betydning for hvor lang strekning som trengs for å kunne kjøre forbi på en trygg måte.

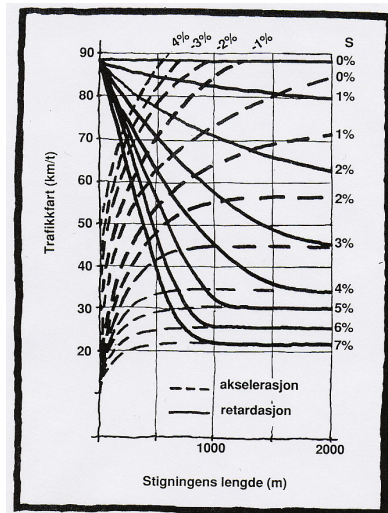
4.2 Forbikjøringsfelt i stigning

Krav og anbefalinger i normalene

Håndbok 017 gir krav om forbikjøringsfelt i stigning når følgende to kriterier inntreffer : Stigningen er så bratt at kritisk fartsdifferanse opptrer. Kritisk fartsdifferanse regnes for 15 km/t for motorveg og avkjørselsfri veg og 20 km/t for avkjørselregulert veg. ÅDT > 3000 på stamveger og ÅDT > 5000 på andre veger. Her er det åpent for vurdering ut fra vegfunksjon og andel tungtrafikk mm.

Forbikjøringsfelt skal sløyfes hvis lengde blir mindre enn 2-300 meter.

Figur 23 er hentet fra Håndbok 017 og viser tunge kjøretøys fartsutvikling i stigning (oppoverbakker). Heltrukne linjer viser hvordan farten utvikler seg fra 90 km/t ved start av bakken til den konvergerer mot en bestemt verdi. Stipla linjer viser hvordan farten utvikler seg hvis det startes med fart på 0 i bunn av bakken.



Figur 23 Tunge kjøretøys akselerasjon og retardasjon i stigning (fra Håndbok 017)

Kommentarer i vurdering av Håndbok 017 2002

- I gjennomgangen av Håndbok 017 (Bertelsen Dag m fl. 2002) ble det påpekt følgende:
- Det er uklart hvor absolutt kravet er.
- Et eksempel på hvordan startpunkt og sluttunkt av forbikjøringsfelt beregnes, ville tydeliggjøre bruken av Figur 23.
- Det anbefales å sammenligne figuren med tilsvarende figurer i HCM og evt andre normaler. Bla for å sammenligne hvilken motorkraft det skal regnes med.

4.3 Forbikjøringsfelt som supplement til forbikjøringsikt

Krav og anbefalinger i normalene

I Håndbok 017 er det åpninger for å benytte forbikjøringsfelt som alternativ til strekning med forbikjøringsikt. Dette trekkes fram som et gunstig alternativ i kupert terreng. Følgende krav stilles til slike felt:

- Minste horisontalkurveradius for slike felt bør ikke være mindre enn $1,5 \cdot R_{min}$
- Slike forbikjøringsfelt bør være minst 1 km lange

For stamveger utenfor tettbygd strøk med ÅDT 10000-15000 gir Håndbok 017 rom for å bygge 3-feltsveger. På slike veger skiftes det på hvilken retning som skal ha forbikjøringsfelt. Følgende krav stilles:

- Forbikjøringsfeltene bør ha lengde på minst 3 km.
- Overganger ved forbikjøringsfelt i begge retninger må plasseres på oversiktlige steder slik at man får tilstrekkelig gode siktforhold.

Den nye stamvegnormalen anbefaler bruk av forbikjøringsfelt ved ÅDT >8000 / SDT > 10000. Det anbefales videre at det bør være fysisk midtdelel hvis lengde av forbikjøringsstrekning

overstiger 1 km, og at hele strekningen kan få midtdeler hvis forbikjøringsfeltene ligger forholdsvis tett.

Stamvegnormalen åpner for forsøk med fysisk midtdeler på 2-3 feltsveg. Dette kan være aktuelt ved ÅDT 5000-10000 ut fra hensyn til trafikksikkerhet, og eller for ÅDT over 10000 som trinnvis utbygging til 4-feltsveg.

Følgende tverrprofil er anbefalt :

- 1+1 veg med midtdeler: $1,5 + 4,0 + 1,5 + 4,0 + 1,5 = 12,5$ meter
- 2+1 veg med midtdeler: $1,5 + 3,25 + 3,25 + 1,5 + 4,0 + 1,5 = 15$ meter
- 2+1 veg uten midtdeler: $1,5 + 3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,5 = 13,5$ meter

4.4 Forbikjøringsfelt, detaljutforming

Krav og anbefalinger i normalene

Håndbok 017 har figur som sier hvordan forbikjøringsfelt skal utformes. Følgende krav stilles:

- Forbikjøringsfelt skal ha samme bredde som gjennomgående kjørefelt.
- En sammenfletting fra 2 til 1 felt består av en tilpasningslengde på minimum 60 meter, en breddeinnsnevringlengde på minimum 100 meter og en overgangsstrekning på minimum L_s (Stoppstikt)

Vi henviser for øvrig til Håndbok 049

5 Vegnormaler i andre land

Vi har foretatt en gjennomgang av noen lands vegnormaler med hensyn på forbikjøring. Vi refererer i dette kapitlet en del av de krav og anbefalinger som gis, samt noe bakgrunnsstoff. For å kunne sammenligne andre lands krav direkte med norske krav, har vi også oppsummert noen sentrale verdier fra de norske normalene.

Denne gjennomgangen er sortert på tema. Det er ikke tatt med stoff om alle tema fra alle land.

5.1 Kort presentasjon av de ulike landene

Sverige

Tittel: Vägutforming 94, versjon S-2 (*Vägverket 2002*)

Utgitt: 2002-11

Merknad: Sverige er kommet langt på 2+1 veger og bruk av midtdeler.

Canada

Tittel: Geometric Guide for Canadian Roads (*TAC ATC. 1999*)

Utgitt : September 1999

Merknad: Hver enkelt delstat har egne vegnormaler som tar utgangspunkt i disse felles canadiske normalene.

Alberta

Tittel: Alberta Infrastructure, Highway geometric design guide. (*Alberta Infrastructure 1999*)

Utgitt: Ulike datoer på ulike deler. Det ser ut som det meste om forbikjøring er fra 1995.

Merknad: Alberta er en delstat i Canada. Det er mye felles med den canadiske normalen, men innholdet er noe mer konkretisert på enkelte områder. Topografi og bosettingsmønster i Alberta har fellestrekk med norsk topologi.

USA

Tittel: A policy on geometric design of Highways and Streets (*AASHTO 2001*)

Utgitt: 2001

Merknad: USA ligger som regel langt framme og er kilde til andre lands vegnormaler.

New Zealand

Tittel: State highway geoemtric design manual (*Transit 2003*)

Utgitt : Det meste er datostemplet 2002 eller 2003.

Merknad: Dette er en foreløpig utgave. Den er merket ”draft”. Vi har likevel med New Zealand i og med at det har vært jobba mye forbikjøring på New Zealand.

Andre land

Vi har hentet noe informasjon fra australske og sveitsiske vegnormaler

5.2 Forbikjøringsmulighet

Norge

Det skal være :

1 mulighet pr 5 km veg for ÅDT 0-1500

2 muligheter pr 5 km veg for ÅDT 1500-5000

3 muligheter pr 5 km veg for ÅDT > 5000

Sverige

Det anbefales at tilbudet til forbikjøringsmulighet skal være på et slikt nivå at gjennomsnittlig tid en blir liggende bak et kjøretøy uten å ha mulighet til å kunne kjøre forbi ikke bør overstige 5 minutter. Denne regelen gjelder uavhengig av vegtype.

Canada

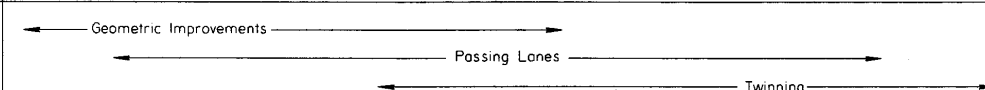
Det anbefales å benytte beregningsmodeller for å finne fram til et forbikjøringstilbud som står i forhold til behovet som en kan forvente ut fra trafikkmengde, veggeometri osv.

Det vises til HCM og vurdering av vegens servicenivå. HCM 1994-utgave tar ikke hensyn til forbikjøringsfelt ved beregning av servicenivå. Det refereres videre til at flere delstater har tatt i bruk matematiske modeller og simuleringsmodeller for å beregne behov for forbikjøring. Metodene i Ontario, British Columbia og Alberta bygger alle på rapport fra Morrall (1998). Vi har i neste avsnitt gjengitt metode benyttet i Alberta.

På lavtrafikkerte veger skal det være sikker mulighet for forbikjøring minst hver 10. minutt.

Alberta

I Alberta er det laget en modell for beregning av andel av en strekning som har forbikjøringsmulighet (Net Passing Opportunities - NPO), ut fra hvor stor andel av strekningen som har forbikjøringssikt og sannsynligheten for at det skal opptre ei tilstrekkelig stor tidsluke i motgående trafikkstrøm. Som dimensjonerende timetrafikk benyttes 15% av ÅDT. Ut fra dette kan det vurderes om det er behov for ekstra forbikjøringstiltak eller ikke. Resultatet av beregningene er gjengitt i Figur 24.

		NET PASSING OPPORTUNITIES (%)																
Opposing Volume (Vopp) Veh/h (one way)		50	100	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500	600
AADT (2-way) assuming directional split 50:50		667	1,333	2,000	2,333	2,667	3,000	3,333	3,667	4,000	4,333	4,667	5,000	5,333	5,667	6,000	6,667	8,000
AADT (2-way) assuming directional split (55:45)		740	1,481	2,222	2,593	2,963	3,333	3,704	4,074	4,444	4,815	5,185	5,556	5,926	6,296	6,667	7,404	8,888
AADT (2-way) assuming directional split 60:40		830	1,670	2,500	2,920	3,330	3,750	4,170	4,580	5,000	5,420	5,830	6,250	6,660	7,080	7,500	8,340	10,000
Percent no passing zone according to current pavement marking standards, i.e., sight distance must exceed 425m using an eye height of 1.15m and an object height of 1.15m for passing to be permitted.	0	89	79	70	66	63	59	56	53	50	47	44	42	39	37	35	31	25
	10	80	71	63	60	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33	31	28	22
	20	71	63	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33	31	30	28	25	20
	30	62	55	49	46	44	41	39	37	35	33	31	29	28	26	24	22	17
	40	53	47	42	40	38	35	34	32	30	28	26	25	24	22	21	19	15
	50	46	40	35	33	31	30	28	26	25	23	22	21	20	19	17	16	12
	60	36	32	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	16	15	14	12	10
	80	18	16	14	13	13	12	11	11	10	9	9	8	8	7	7	6	5
	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Possible Improvements to achieve greater Net Passing Opportunities																		

Figur 24 Diagram som viser når det er behov for forbikjøringstiltak

$NPO = P(GAO) \cdot \% PZ$. Prosent av strekning med forbikjøringsmulighet, tatt i betraktning motgående trafikkmengde.

$P(GAO)$ = Sannsynlighet for tidsluke > 30 sek i motgående trafikkstrøm. Denne er avhengig av timetrafikken.

$\% PZ$ = Andel av strekning hvor det i følge oppmerking er lov å foreta forbikjøring

Hvis $NPO < 30$ anbefales det tiltak for å bedre forbikjøringsmulighetene. Når NPO ligger i området 30-40 bør tiltak vurderes. Når NPO er fra 40 og oppover er situasjonen tilfredsstillende. Nederste del av diagrammet viser aktuelle tiltak for å forbedre forbikjøringsmulighetene. Det anbefales justering av linjeføring slik at andel forbikjøringssikt øker for ÅDT opp til ca 4000. Forbikjøringsfelt kan være aktuelt i ÅDT-området ca 1500-7000. 4-feltsveg er aktuelt å vurdere fra ÅDT ca 4000

Kommentar:

Modellen vi har utvikla (kapittel 9) er bygd opp etter noe av det samme prinsippet som denne modellen. Vi har gått forholdsvis grundig gjennom denne modellen for å sammenligne resultatene med vår modell. Det kan for oss se ut som det er en systematisk feil i verdiene presentert i Figur 24. Vi får, ved beregning etter formelverket som er presentert, lavere verdier enn det som er oppgitt i tabellen i Figur 24.

New Zealand

Som et minimum bør det være minst en forbikjøringsmulighet pr 10 minutt kjøring.

Forbikjøringsfelt er generelt nødvendig hvis vegens servicenivå kommer under servicenivå C. For å vurdere servicenivå anbefales det å benytte målinger basert på hvor mye kødannelse det er.

For å beregne nytte av forbikjøringsfelt henvises til TRARR og forenklet metode presentert i "Project Evaluation Manual" se kapittel 8.

Det refereres forøvrig til figur hentet fra Austroads (Australske vegnormaler). Her er det angitt (slik vi tolker det) hva som legges i begrepene "God", "Moderat", osv i forhold til forbikjøringstilrettelegging, og hvilken ÅDT de bør gjelde fra avhengig av andel tungtrafikk. Vi antar at kolonne 2 fra venstre angir hvor stor del av strekningen som enten har forbikjøringssikt eller forbikjøringsfelt.

Overtaking Opportunities Over Preceding 5 km ^(a)		Current Year Design Volume (AADT)		
Description	Percent Length Providing Overtaking ^(b)	Percentage of Slow Vehicles ^(c)		
		5	10	20
Excellent	70 - 100	5670	5000	4330
Good	30 - 70	4330	3670	3330
Moderate	10 - 30	3130	2800	2470
Occasional	5 - 10	2270	2000	1730
Restricted	0 - 5	1530	1330	1130
Very Restricted ^(d)	0	930	800	670

(a) Depending on road length being evaluated, this distance could range from 3 to 10 km.
(b) Including light trucks and cars towing trailers, caravans and boats.
(c) No overtaking for 3km in each direction

Figur 25 *Anbefalt forbikjøringsstandard (New Zealand)*

5.3 Forbikjøringssikt

5.3.1 Sikkerhet i forhold til (forbikjørings)sikt

I forhold til 1993-utgave av Håndbok 017 vises det i "Argumentasjon for standard brukt i normalen" (Hovd & Moltumyr 1993) til flere undersøkelser som hevder at bedring i vegens siktforhold gir reduksjon av ulykkesfrekvens. Trafikksikkerhetshåndboka (Elvik, Mysen, og Vaa 1997) viser til 2 undersøkelser som har gitt motsatt resultat, samtidig viser den til positiv effekt av kurveutretting og siktrydding. Det refereres bla til SINTEF rapport "Effekt av siktforbedrende tiltak på strekninger" (Vaa 1991).

5.3.2 Metode for beregning av forbikjøringsikt

Norge

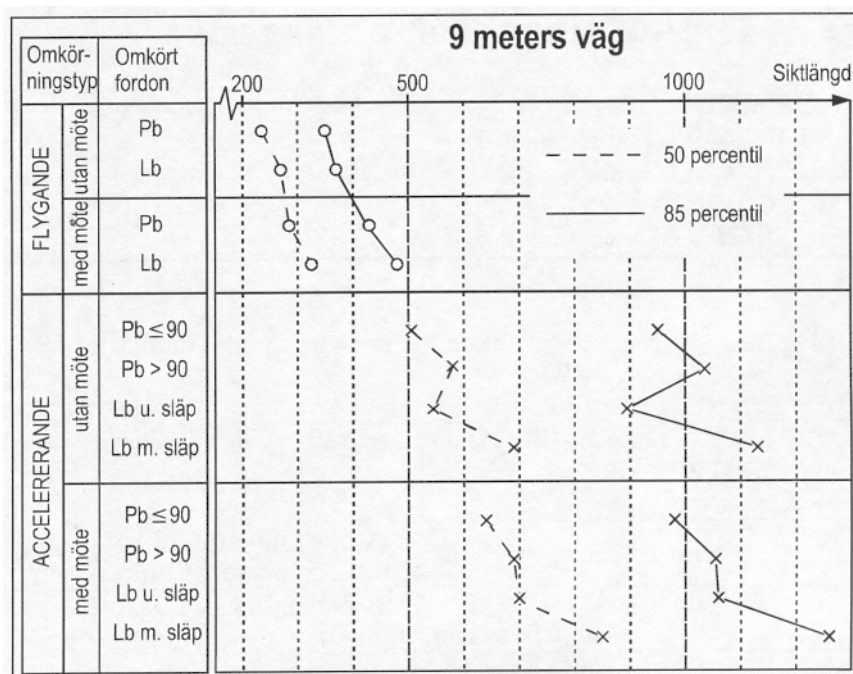
Se kapittel 4.1

Sverige

Det er definert tre standarder for forbikjøringssikt for hver referansehastighet (VR). Det opereres med en lengde for forbikjøringssikt for hver av disse standardene.

- God standard: ca 85 % av personbilførerne kjører forbi både lastebil og personbil som lager kø.
- Mindre god standard: ca 50 % av personbilførerne kjører forbi lastebil som lager kø
- Lav standard: ca 50 % av personbilførerne kjører forbi personbil med lavere hastighet enn referansehastigheten som lager kø.

De oppgitte forbikjøringssiktlengdene bygger på empiriske studier av akselererende forbikjøring på flat veg. Disse studiene er utført av VTI i Sverige. Figur 26 viser resultat fra forsøkene.



Figur 26 Forbikjøringssikt for ulike typer forbikjøring for 50- og 85-percentil. Fra VTI-studie

Det skilles på flytende forbikjøring og akselererende forbikjøring. Videre skilles det på forbikjøring med og uten møtende kjøretøy. Ved flytende forbikjøring har det aktive kjøretøyet i utgangspunktet større hastighet enn det passive kjøretøyet, det er dermed ikke nødvendig for det aktive kjøretøyet å akselerere. Som det framkommer av figuren, er behovet for forbikjøringssikt atskillig lavere i slike situasjoner.

Ved akselererende forbikjøring har begge kjøretøyene i utgangspunktet samme hastighet. Denne situasjonen krever fort dobbelt så lang forbikjøringssikt som ved flytende forbikjøring.

Av figuren framkommer det også at forbikjøring med synlig møtende kjøretøy krever 100-150 m lengre forbikjøringssikt enn forbikjøring uten synlig møtende kjøretøy for at like mange skal foreta forbikjøring. Dette skyldes bla at det kan være vanskelig å bedømme farten til det møtende kjøretøyet.

Det kommer ellers fram at det kreves lengre forbikjøringsstekt for forbikjøring av personbil (Pb) enn lastebil (Lb).

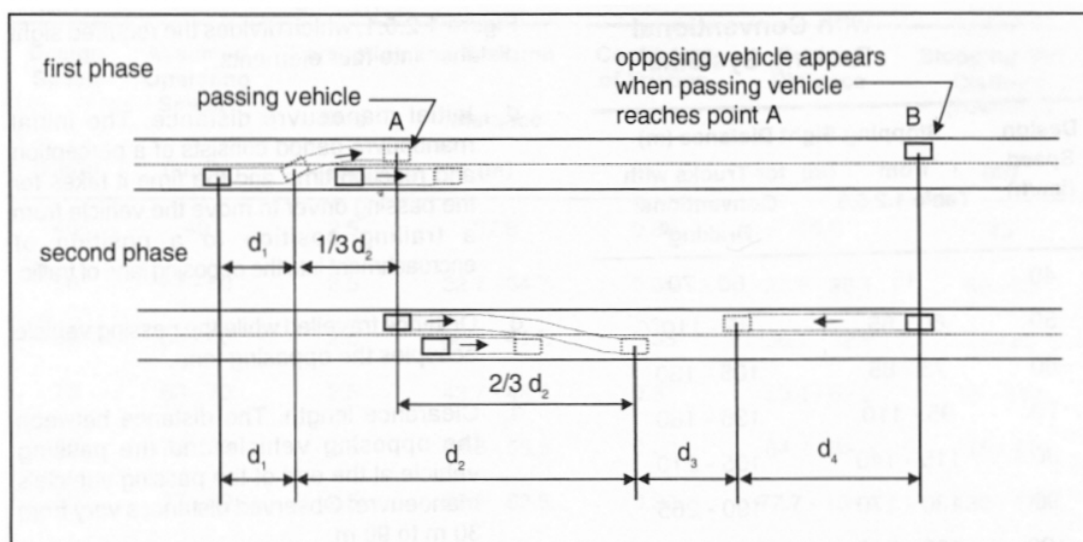
I de svenske vegnormalene er det påpekt at siktlengder i området mellom 300 og 450 meter er ugunstige. Dette begrunnes med at det er vanskelig å vurdere om en kan kjøre forbi eller ikke. Det benevnes som dilemmasone og det anbefales ikke å ha siktlengder i dette intervallet.

Kommentar:

Dilemmasone er, så vidt vi har registrert, ikke nevnt i de øvrige normaler. Dette fenomenet kan være verdt å undersøke mer i detalj.

Canada og USA

Forbikjøringsstekt deles i 4 strekninger jfr Figur 27



Figur 27 Forbikjøringsstekt inndelt i delstrekninger

- d1 Strekning som tilbakelegges i løpet av den tida en bestemmer seg for å kjøre forbi.
- d2 Lengde tilbakelagt mens selve forbikjøringen foregår
- d3 Sikkerhetsmargin mellom motgående kjøretøy og kjøretøyet som kjører forbi
- d4 Strekning det motgående kjøretøyet tilbakelegger fra det blir oppdaget av kjøretøyet som kjører forbi (ved pkt A) til kjøretøyet som kjører forbi er inne i feltet sitt igjen.

Følgende forutsetninger legges til grunn for beregningen:

- Motgående kjøretøy har samme fart som kjøretøyet som blir forbikjørt
- Kjøretøyet som blir forbikjørt har jevn hastighet
- Kjøretøyet som kjører forbi har, i det forbikjøringen starter, samme fart som kjøretøyet det skal kjøre forbi.
- Kjøretøyet som kjører forbi akselererer til hastighet 15 km/t over hastigheten til kjøretøyet som kjøres forbi

New Zealand

På New Zealand benyttes begrepet ”Intermediate Sight Distance” (ISD). Dette tilsvarer 2 ganger stoppsikt (beregna med øyehøyde 1,05 meter, siktehøyde 1,15 meter for Vdim).

På bakgrunn av observasjoner av forbikjøring ute i trafikken hevdes det at forbikjøring blir gjennomført på trygg måte ved forbikjøringssikt lik ISD.

5.3.3 Lengde forbikjøringssikt

Tabell 15 viser hvilke verdier det opereres med for forbikjøringssikt i de ulike lands vegnormaler ut fra dimensjonerende fartsnivå. 1)

Tabell 15 Forbikjøringssikt i ulike vegnormaler

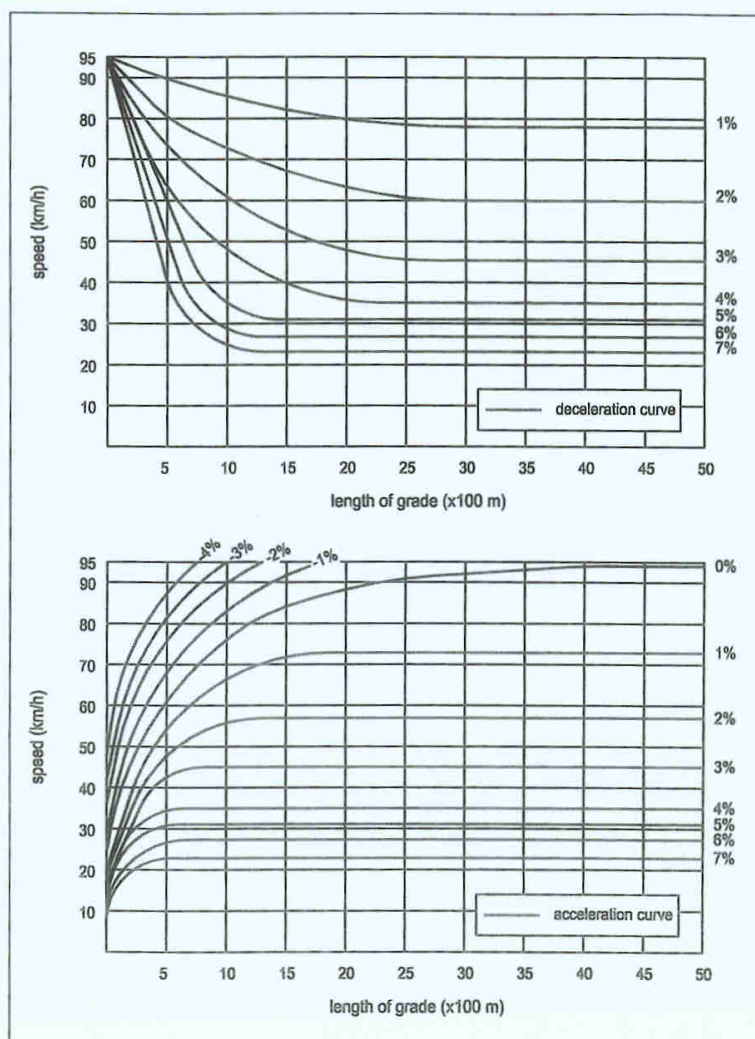
Land	Mrk	Dimensjonerende hastighet (km/t)								
		50	60	70	80	90	100	110	120	130
		Forbikjøringssikt (m)								
Norge			300	400	400	450	450	500	500	550
Norge, stamveg				500	500	500	500	500	500	500
Sverige	2)			700		900		900		
				500		700		700		
				350		500		500		
USA (AASHTO)		345	410	485	540	615	670	730	775	815
Canada		350	410	490	550	610	680	730	800	860
Alberta		340	420	480	560	620	680	740	800	860
New Zealand		110	150	190	230	280	340	420	500	600

- 1) Det kan være noe misvisende å benytte ”Dimensjonerende fart” som fartsbegrep i denne sammenhengen. Noen land (f. eks Sverige) benytter andre fartsbegrep med andre definisjoner som inngangsparameter.
- 2) Det er gitt verdier for henholdsvis ”God standard”, ”Mindre god standard” og ”Lav standard”.

5.4 Forbikjøringsfelt i stigning

5.4.1 Fartsutvikling for tunge kjøretøy i stigning.

I forbindelse med større stigninger på vegen får vanligvis tunge kjøretøy problem med å opprettholde hastigheten. Avhengig av kjøretøyets motorkraft og hvilken stigning det er, vil hastigheten konvergere mot en gitt verdi. Det er i de fleste vegnormalene gjengitt diagram som viser hastighetsforløpet ved ulike stigninger. Figur 28 viser to slike diagram hentet fra Canadiske vegnormaler. Det øverste diagrammet viser hvordan kjøretøy mister fart i motbakker med ulike stigninger, utgangsfart er 95 km/t. Det nederste diagrammet viser kjøretøy som akselererer fra 0 i ulike stigninger. Kjøretøyet som ligger til grunn for dette eksemplet har motorkraft på 180 kg/kW.



Figur 28 Diagram som viser hastighetsutvikling i stigning (Canada)

For å sammenligne grunnlaget for fartsutvikling i stigning i ulike vegnormaler, har vi gjort en liten ”stikkprøve”. Vi har funnet fram til fartsutviklingsdiagram for dimensjonerende kjøretøy i de ulike vegnormalene, der har vi lest av hvilken hastighet det konvergeres mot ved stigning på 6 %. Vi har også notert oss hvilken motorkraft som er benyttet som dimensjonerende for tunge kjøretøy for de ulike vegnormalene. Tabell 16 viser resultatet av dette.

Tabell 16 Sammenligning av motorkraft for dimensjonerende kjøretøy

Land	Mrk	Marsjfart for dimensjonerende kjøretøy ved stigning 6 %. [km/t]	Motorkraft i form av kg/kW for dimensjonerende kjøretøy (kg/kW)
Norge		26	Ikke oppgitt
Sverige		28	Ikke oppgitt
USA (AASHTO)	1)	38	120
Canada		26-28	200-180
Alberta	2)	28	180
New Zealand		25	200
Sveits		30	Ikke oppgitt

- 1) Det opereres i amerikanske vegnormaler med motorkraft på 120 kg/kW som typisk for tunge kjøretøy. Dette tallet skiller seg noe ut fra de andre. Det hevdes at dette er representativt for tunge kjøretøy i USA.
- 2) Motorkraft på 180 kg/kW er satt ut fra undersøkelser av tunge kjøretøy i Alberta. På strekninger hvor ferietrafikk dominerer, åpnes det for å benytte 120 kg/kW som motorkraft på dimensjonerende kjøretøy. Dette medfører noe reduserte krav til anlegging av forbikjøringsfelt i stigning.

5.4.2 Krav til trafikk for å generere forbikjøringsfelt i stigning

Det angis her hvilke trafikkmengder som kreves for at det skal være aktuelt med forbikjøringsfelt i stigning.

Norge

ÅDT > 3000 på stamveger og ÅDT > 5000 på andre veger. Her er det åpent for vurdering ut fra vegfunksjon og andel tungtrafikk mm.

USA

Følgende to krav må være oppfylt (i tillegg til fartsdifferanse/endring i servicenivå) :

- 200 kjt/time
- 20 tunge kjt/time

Timetrafikken gjelder dimensjonerende time korrigert for retningsfordeling og timefordelingsfaktor. Dimensjonerende time er timetrafikk i dimensjoneringsåret. Dvs ca 20 år fram i tid.

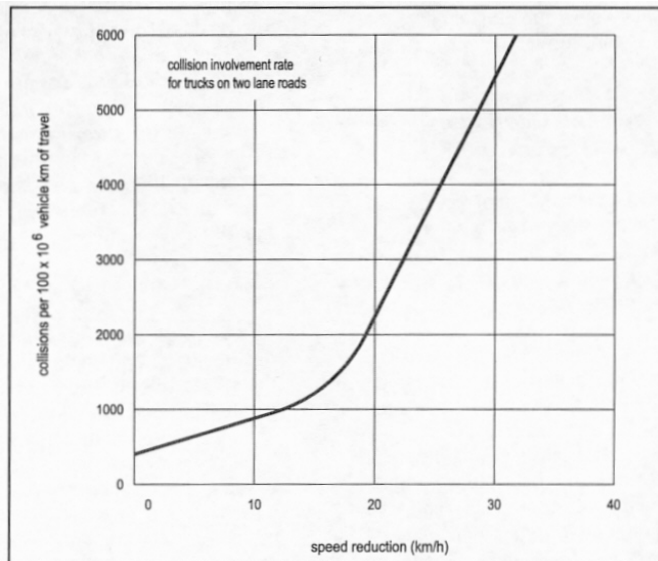
Alberta

Følgende to kriterier må være oppfylt:

- ÅDT- tunge > 150. I dette tallet regnes alle vogntog, semitrailere og lastebiler. I tillegg regnes halvparten av bussene og campingkjøretøyene.
- Servicenivå må være dårligere enn A

5.4.3 Kriterier for start og slutt punkt for forbikjøringsfelt i stigning

Figur 29 viser at ved hastighetsreduksjoner over 15 % øker ulykkesfrekvensen forholdsvis markant for ulykker med tunge kjøretøy involvert. Denne figuren finner vi igjen både i canadiske og amerikanske vegnormaler.



Figur 29 Sammenheng mellom ulykkesfrekvens og hastighetsreduksjon

Nedenfor er det oppsummert hvilke kriterier som legges til grunn for å starte et forbikjøringsfelt i stigning i de ulike lands vegnormaler. Det er forutsatt at det ut fra andre kriterier (f. eks trafikkmengde) skal anlegges forbikjøringsfelt. Videre vises det når feltet kan avsluttes og hvor lang strekning som må ha kriteriet oppfylt for at det i det hele tatt skal anlegges forbikjøringsfelt i stigningen. Det blir også sagt hvilken utgangshastighet som skal benyttes, der dette framkommer av materiale.

Ved forholdsvis slake stigninger vil utgangshastighet ha betydning. For en stigning på 2 % konvergerer hastigheten i følge Figur 28 mot 60 km/t. Dette betyr at hvis utgangshastigheten er satt til 70, vil det ikke bli behov for forbikjøringsfelt, hvis den var satt til 80, vil det bli behov for forbikjøringsfelt.

Flere av vegnormalene har grundige eksempler som viser hvordan det i praksis legges inn forbikjøringsfelt på basis av kriteriene som er gitt, og kurvene for fartsutvikling i stigning. Bilag 5 viser en illustrasjon fra et slikt eksempel hentet fra vegnormalene i Alberta, Canada.

Norge

- Utgangshastighet : V_{dim}
- Start: Der dimensjonerende fartsreduksjon for tunge kjøretøy er større enn 15 km/t for motorveg og avkjørselsfri veg. Der dimensjonerende fartsreduksjon for tunge kjøretøy er større enn 20 km/t for avkjørselsregulert veg.
- Slutt: Samme fartsdifferanse som ved start er oppnådd
- Min lengde av stigning for at felt skal anlegges: 200-300 meter

Sverige

- Starter seinest der fart på tunge kjøretøy har sunket til 65 km/t for $VR \geq 90$ km/t. Der fart på tunge kjøretøy har sunket til 60 km/t for $VR = 70$ km/t
- Slutter tidligst der fart på tunge kjøretøy er kommet opp igjen i 60 km/t
- Minimumslengde av stigning for at felt skal anlegges: 400 meter for $VR > 70$ km/t , 500 meter for $VR = 70$ km/t

USA

Forbikjøringsfelt i stigning hvis ett av følgende kriterier inntreffer:

- 15 km/t fartsreduksjon for tunge kjøretøy
- strekningen har servicenivå E eller F
- Servicenivået reduseres to eller flere nivå i stigningen i forhold til før stigningen

Canada

Ved hastighetsreduksjon for dimensjonerende tungt kjøretøy på 15 km/t i forhold den hastigheten som 85% av kjøretøyene holder .

Alberta

Ved fartsreduksjon for dimensjonerende tungt kjøretøy på 15 km/t. Det opereres med 95 km/t som utgangshastighet, da dette regnes som gjennomsnittlig fart for tunge kjøretøy på 2-feltsveger i Canada

New Zealand

- Utgangshastighet: Dimensjonerende fart.
- Start: Ved fartsreduksjon 15 km/t. Dette er begrunnet ut fra trafikksikkerhet
- Slutt: Tidligst når fartsreduksjon 15 km/t igjen har oppstått.
- Minimumslengde når felt først anlegges: Lengde bør ikke være kortere enn 800 meter inkludert overgangssonene. Lengde på 500 meter kan godtas på lavtrafikkerte veger i kupert terreng.

5.5 Forbikjøringsfelt

5.5.1 Generelt

Norge

I Håndbok 017 er det åpninger for å benytte forbikjøringsfelt som alternativ til strekning med forbikjøringsfelt. Dette trekkes fram som et gunstig alternativ i kupert terreng.

Den nye stamvegnormalen anbefaler bruk av forbikjøringsfelt ved $\text{ÅDT} > 8000$ / $\text{SDT} > 10000$. Det anbefales videre at det bør være fysisk midtdeler hvis lengde av forbikjøringsstrekning overstiger 1 km, og at hele strekningen kan få midtdeler hvis forbikjøringsfeltene ligger forholdsvis tett.

Forbikjøringsfelt bør ikke plasseres i kurver med radius mindre enn $1,5 \cdot R_{\text{min}}$

Sverige

Forbikjøringsfelt utenom stigning trekkes fram som alternativ til å justere vegens linjeføring i ”kostbart” terreng.

Canada

Noen stikkord :

- Forbikjøringsmulighetene bør være tilnærmet like i begge retninger
- Det er bedre å anlegge to korte forbikjøringsfelt enn ett langt.
- Det anbefales ikke å ha forbikjøringsfelt i begge retninger samtidig. Dette begrunnes med at trafikantene kan tro det er starten på en 4-feltsveg, og dermed ikke er godt nok forberedt på avslutningen av forbikjøringsfeltet.
- Hvis det er mulig bør det foretrekkes at motgående forbikjøringsfelt starter i omtrent samme punkt framfor at de avsluttes i samme punkt.
- En bør unngå å plassere et enkelt forbikjøringsfelt som eneste forbikjøringsmulighet over en lengre strekning med lite forbikjøringsikt og samtidig stor trafikk. Dette vil føre til hastighetsøkning i forkant av forbikjøringsfeltet og kamp om å kunne benytte den ene muligheten som er på strekningen.
- Forbikjøringsfelt bør i utgangspunktet plasseres på strekninger som ikke har forbikjøringsikt. Ved å ”spare” de strekninger som har forbikjøringsikt, vil det totalt sett gi bedre forbikjøringsmuligheter på strekningen. Det påpekes at dette også kan virke mer logisk for trafikantene.
- Plassering av forbikjøringsfelt i stigning er gunstig selv om kriterier for krabbefelt ikke er innfridd. I stigning blir fartsdifferansene større, dermed vil flere forbikjøringer kunne avvikles.
- Forbikjøringsfelt bør ikke plasseres på strekninger som har dårlig kurvatur.
- Det er bedre å anlegge forbikjøringsfelt på slutten av en strekning uten forbikjøringsmulighet, enn å anlegge det like før. Ved å anlegge forbikjøringsfeltet på slutten samler det seg opp en liten kø før forbikjøringsfeltet. Forutsatt at forbikjøringsfeltet er langt nok, vil det bli god spredning av trafikken etter forbikjøringsfeltet. Også i forhold til strekninger med nedsatt hastighet anbefales det å plassere forbikjøringsfelt i etterkant framfor i forkant.
- Forbikjøringsfelt bør plasseres utenfor kryssområder.
- Det bør være god sikt i starten av forbikjøringsfeltet slik at trafikantene kan forberede seg. I slutten av forbikjøringsfeltet er det viktig med god sikt for å ivareta sikkerhet ved sammenflettingen
- Det er viktig å optimalisere plassering av forbikjøringsfelt med hensyn til anleggskostnader. Bruer, fjellskjæringer, tunneler/kulverter etc. bør unngås.

New Zealand

Det kan anlegges forbikjøringsfelt på veger der det er vanskelig å få til tilstrekkelig forbikjøringsikt og/eller på veger med så stor trafikk i mot at det er små muligheter for forbikjøring.

Hvis servicenivået er lavere enn C, bør det anlegges forbikjøringsfelt

Australia

Noen enkle råd for lokalisering.

- Unngå plassering som krever kostnadskrevenne tiltak. F. eks utviding av bruer og kulverter.
- Legg forbikjøringsfelt ut nedstrøms tettsted og flaskehalsen framfor å legge de like oppstrøms.
- Etabler heller mange korte forbikjøringsfelt enn få lange.
- Det anbefales forbikjøringsfelt i lengdeintervall 800-1500 meter.
- I forhold til eksisterende veg vil etablering av forbikjøringsfelt på strekninger der det ikke er forbikjøringsrett fra før medføre at evt. eksisterende forbikjøringsstrekninger kan beholdes som supplement.
- Plasser forbikjøringsfelt der det er størst forskjell i hastighet mellom de som kjører sent og de som kjører fort.
- Plasser forbikjøringsfelt på strekninger der andel av biler som kjører i en kø er klart høyere enn gjennomsnittet for resten av vegstrekningen.
- Ikke plasser avslutning av forbikjøringsfelt i område med dårlig sikt, eller like før et punkt hvor trafikkfarten plutselig må reduseres, f. eks foran en sving.
- Avslutning av forbikjøringsfelt i motgående retning må ikke være for nære hverandre
- Sørg for at tilstrekkelig skulderbredde og at lengde til sammenfletting er lang nok.

Det henvises til Austroads "Rural Road Design" for flere detaljer.

5.5.2 Lengde av forbikjøringsfelt og overgangsstrekninger

Norge

- Forbikjøringsfelt utenom stigninger bør være minst 1000 meter lange.

Sverige

- Det anbefales å gjøre egne analyser for å finne fram til lengde av forbikjøringsfelt. Forøvrig henvises det til kapittel 5.6. hvor 2+1 vegger er beskrevet
- Lengde av innledningsstrekning: 150 (VR=70), 200 (VR=90), 250 (VR=110)
- Lengde av avslutningsstrekning; 200 (VR=70), 250 (VR=90), 300 (VR=110)

Canada

- 300-500 meter anbefales som absolutt nedre grense for lengde på forbikjøringsfelt. Slike forbikjøringsfelt vil bare kunne avvikle 1-2 forbikjøringer.
- Det er felles praksis i Canada å bygge forbikjøringsfelt med lengde 1,5 til 2 km uavhengig av trafikkvolum. Dette vil i de fleste tilfeller være tilstrekkelig til å løse opp køer og spre trafikken
- For lange forbikjøringsfelt er uheldig, da det sperrer for forbikjøring i motgående retning (forutsatt sperrelinje mot forbikjøringsfelt).

- Innledningsstrekning: $L1 = 0,4 \cdot V \cdot w$. V er dimensjonerende fart og w er feltbredde. Med feltbredde 3,5 meter og $V=90$ km/t vil dette utgjøre en lengde på 126 meter.
- Lengde av avslutningsstrekning: $L2 = 0,6 \cdot V \cdot w$ der V er dimensjonerende fart og w er feltbredde. Med feltbredde 3,5 meter og $V=90$ vil dette utgjøre en lengde på 189 meter.

New Zealand

Minimum 800 meters lengde. Lengde på 1500-2000 meter er mest ideelt.

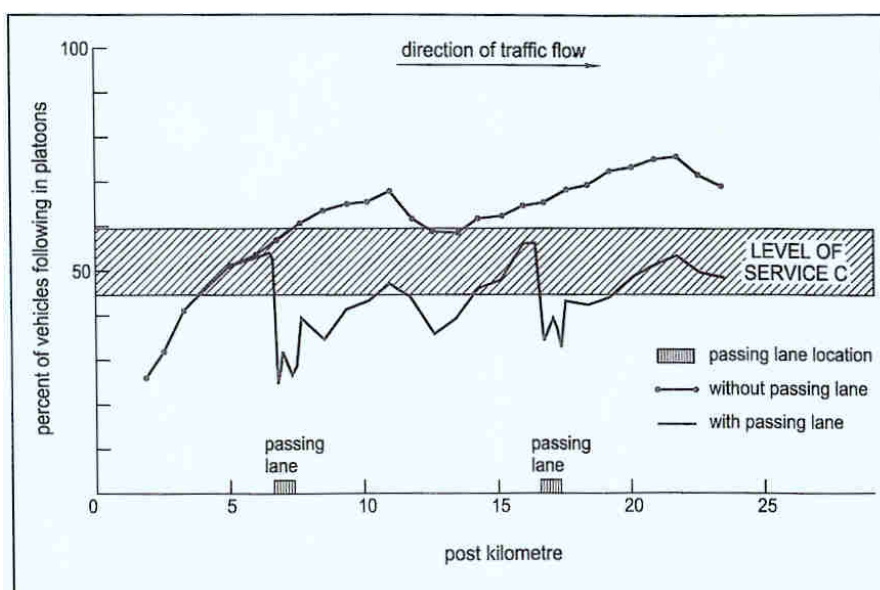
5.5.3 Avstand mellom forbikjøringsfelt

Sverige

Det anbefales å bruke beregningsmodeller for å optimalisere lengde av forbikjøringsfelt og avstand mellom de.

Canada

I de canadiske vegnormalene er det gjengitt en figur (Figur 30) som gir eksempel på hvordan forbikjøringsfelt virker inn på trafikkavviklingen (*Morrall-JF m fl. 1995*). Kurvene viser hvor stor andel av bilførerne som kjører i kø ("platoon") på veier med forbikjøringsfelt og veier uten forbikjøringsfelt. Forbikjøringsfeltenes innvirkning på trafikken er tydelig å lese ut av figuren.



Figur 30 Andel kjøretøy i kø (platoon).

Det er i de canadiske normalene tatt med en tabell fra British Colombia (delstat i Canada) som gir anbefalinger for avstand mellom forbikjøringsfelt for ulike ÅDT – grupper.

Tabell 17 *Canadiske anbefalinger for avstand mellom forbikjøringsfelt*

<i>ÅDT</i>	<i>Avstand mellom forbikjøringsfelt (km)</i>
1000-3000	9,6
3000-5000	8,0
5000-7000	6,4
7000-9000	4,4
>9000	4,0

New Zealand

Det anbefales avstander mellom forbikjøringsfelt på 10-15 km på lavtrafikkerte veger, og ned i 5-3 km for veger med mye trafikk

5.5.4 Skilting av forbikjøringsfelt

USA

Det anbefales å skilte 3-10 km i forkant

Canada

- Skilting er viktig for at forbikjøringsfeltene skal bli best mulig utnyttet.
- Forberedende skilting kan anbefales fra 3-10 km i forkant av forbikjøringsfeltet. 2 km før forbikjøringsfeltet starter er det skilt som oppfordrer til å slippe forbi i påfølgende forbikjøringsfelt.
- Det vises ellers til egen skiltnormal

New Zealand

Det blir oppfordret å ha opplysningsskilt 5 km i forkant av forbikjøringsfeltet.

5.6 2+1, 1+1 og 2+2 veger med midtdeler

Norge

I Norge er det i de nye stamvegnormalene åpnet for å bygge 2+1 veger som forsøksstrekninger. Dette er for nye veger aktuelt i området 5.000-10.000. Som ledd i en ombygging til 4-feltsveg er det også aktuelt for veger med ÅDT > 10.000.

Sverige

I Sverige ble det i juni 2001 besluttet at "13 m vegen" (bred 2-feltsveg) ved all nybygging og ombygning skulle erstattes av 2+1 veg, fortrinnsvis med fysisk skille mellom kjøreretningene, herav blir den gitt navnet "Mötesfri" veg.

Bakgrunnen for å innføre denne vegtypen, er de positive erfaringene de har med slike veger fra prøveperiodene. Det opereres med en reduksjon på 40-55% i antall drepte og alvorlig skadde personer for slike veger i forhold til de tradisjonelle brede 2-feltsvegene.

2+1 veg er delt i to typer. "Mötesfri landeväg" og "Mötesfri motortrafikled". "Mötesfri landeväg" benyttes hvis det er en del gang/sykeltrafikk. Referansefart 90 eller 110 kan benyttes. "Mötesfri motortrafikled" skal ha referansehastighet 110. Det skilles videre på nybygging og ombygging av den typeiske "13 m vegen".

2+1 veg har i utgangspunktet 3 felt, hvor det midterste feltet fungerer som forbikjøringsfelt. Det veksles fortløpende på hvilken retning forbikjøringsfeltet skal ha. Slike veger kan også bestå av strekninger med 1+1 eller 2+2 feltinndeling.

Følgende tverrprofiler anbefales for 2+1 veger (skulder – kj.felt – kj.felt – midtdeler – kj.felt – skulder):

- 2+1, ombygging av 13 m veg m g/s-trafikk: $0,75 + 3,25 + 3,25 + 1,50 + 3,5 + 0,75 = 13$ m
- 2+1, ombygging av 13 m veg u g/s-trafikk: $0,50 + 3,25 + 3,25 + 1,75 + 3,75 + 0,5 = 13$ m
- Ny 2+1 veg m tillatt g/s-trafikk: $1,0 + 3,25 + 3,25 + 1,75 + 3,75 + 1,0 = 14$ m
- Ny 2+1 veg u g/s-trafikk: $0,5 + 3,5 + 3,5 + 1,75 + 3,75 + 1,0 = 14$ m

Følgende tverrprofiler anbefales for 1+1 veger (skulder – kj.felt – midtdeler – kjørefelt – midtdeler) :

- 1+1 veg : $2,0 + 3,5 + 2,0 + 3,5 + 2,0 = 13$ m

Det er anbefalt fire ulike varianter for tverrprofil av 2+2 veger. Utforming avhenger av om det er motorveg eller landeveg, og om det er ombygging eller nybygging. Vi har nedenfor vist bredeste og smaleste forslag (skulder – kj.felt – midtdeler – kjørefelt – midtdeler) :

- 2+2 veg (bred) : $1,0 + 3,25 + 3,25 + 1,5 + 3,25 + 3,25 + 1,0 = 16,5$ m.
- 2+2 veg (smal) : $0,5 + 3,25 + 3,25 + 1,25 + 3,25 + 3,25 + 0,5 = 15,25$ m

Bredde fra ytre skulder til fysisk midtdeler har betydning for hvor vidt det er mulig å passere havarert kjøretøy, komme forbi saktegående kjøretøy, f. eks traktor, kunne passere kjøretøy parkert i vegkanten i forbindelse med vegvedlikehold osv. Hvis denne bredden blir for bred kan det innby til uønsket forbikjøring. De svenske normalene angir 6,1 meter som nødvendig bredde for at to vogntog skal kunne passere hverandre. For at personbil skal kunne passere vogntog opereres det med bredde på 5,25 meter. Det oppgis at erfaringer så langt tilsier at lastebilhavari er så uvanlig at det ikke er nødvendig å dimensjoneres ut fra at en slik situasjon skal oppstå. For 2+1 veger er det fysiske hinderet forskjøvet noe mot den delen av vegen som har 2 felt i forhold til senter av midtdeler

"Mötesfri landeväg" anbefales for veger hvor ÅDT i åpningsåret er større enn 4000 og ÅDT i sluttåret er mindre enn 12000. For "Mötesfri motortrafikled" opereres det med ÅDT-grenser i

åpningsår på 4000 for utbedring av 13 m veger, og 6000 for nye veger, øvre grense i sluttåret er satt til 15.000.

Nedenfor er noen generelle anbefalinger fra de svenske vegnormalene i forhold til slike veger :

- I forhold til slike veger er det viktig å kartlegge landbrukstransport og bred spesialtransport.
- Det anbefales at en 2+1 strekning må være minst 1 km og høyst 2,5 km lang.
- 1-feltsstrekninger bør ikke ligge i stigning
- Overgangsstrekninger, spesielt der en går fra 2 til 1 kjørefelt bør plasseres slik at de er oversiktlige.
- Overgang fra normal 2-feltsveg kan med fordel plasseres i kryss for å begrense risikoen for feilkjøring
- 1+1 strekninger bør overveies der det blir for kostbart med 2+1 strekning. Dette kan være pga broer, vanskelig terreng o.l. Det kan også benyttes for å få lengdene på 2+1-strekningene til å ”gå opp” i forhold til der det er naturlig å ha de.
- 2+2 strekninger kan benyttes hvis andel saktegående kjøretøy er stort eller bare for å få balanse i lengde av 1- og 2-feltsstrekninger.

De svenske normalene viser for øvrig regler for skilting og oppmerking i forbindelse med slike veger. Det er vist skilting og oppmerking av overganger fra 2+1 veg til vanlig 2-feltsveg, fra 4-feltsveg til 2+1 veg mm.

5.7 Forbislippingslomme

Dette er lommer/utvida skulder hvor saktegående kjøretøy kan svinge utpå for å slippe forbi trafikken bak. Det anbefales først og fremst brukt på veger i ”kostbart” terreng, og med lite trafikk.

Canada

- Det anbefales lengder fra 60 meter ved dimensjonerende hastighet på 60 km/t til 170 meter ved dimensjonerende hastighet 100 km/t. Maks lengde må ikke overstige 200 meter, da det kan medføre sammenblanding med forbikjøringsfelt.
- Innkjøringszone bør være 15 meter, utkjøringszone 30 meter.
- Det må være god sikt ved slike forbikjøringslommer. 300 meter i hver retning gis som anbefaling.

New Zealand

- Maks lengde må ikke overstige 300 meter, minimumslengde 60 meter
- Anbefalt å bruke på ruter med mye ferietrafikk, da feriereisende er mer villig til å slippe forbi trafikk i forhold til nyttereisende.
- Det er viktig med god sikt, minst 300 meter i forhold til start og slutt punkt.
- Følgende kriterier bør være oppfylt
 - Lange rekker med kjøretøy opptrer sjelden
 - Maks ÅDT på 2000
 - Minst 10% saktegående kjøretøy, herav hovedsakelig biler med campingvogn, campingbiler, biler med tilhenger etc.

- Det er begrensa mulighet for forbikjøring

Se for øvrig kapittel 7.3.2

USA

- Makslengde bør ikke overstige 185 meter. Dette for å unngå sammenblanding med forbikjøringsfelt.
- For øvrig stemmer anbefalingene godt over ens med Canada og New Zealandr angitt i Tabell 20 i kapittel 7.3.2.

6 Praktiske erfaringer

6.1 Erfaringer fra Statens vegvesen i Akershus

Terje Kristiansen ved Lillestrøm distriktsvegkontor har noe blandet erfaring med forbikjøringsstrekningene på E6 nord for Jessheim. I følge VDB er ÅDT på denne strekningen i området 11.000-15.000.

Han påpeker at disse forbikjøringsfeltene er med å skape uro i trafikkflyten når det er forholdsvis tett trafikk. Mange ønsker å kjøre forbi på disse strekningene. Farten økes for å kunne komme forbi flest mulig. Når feltene snevres inn til ett kjørefelt igjen, må det bremses. Denne oppbremsingen forplanter seg bakover, noe som igjen medfører køer og ujevn trafikkfart videre bakover.

Kristiansen påpeker videre at det har vært en del ulykker i forbindelse med disse strekningene. Han mener at manglende vegbelysning og dårlig oppmerking kan ha betydning i forhold til dette. Han trekker også fram viktigheten av å ha tilstrekkelig sikkerhetssone mellom motgående forbikjøringsfelt på 3-feltsveger for å unngå møteulykker. Disse sikkerhetssonene har blitt utvidet på denne vegen.

Lillestrøm distriktsvegkontor ønsker å bygge fysisk midtdeler på en del av denne strekningen. Pga økonomiske begrensninger er det ikke gjennomførbart. Det vurderes rimeligere tiltak for å bedre trafiksikkerheten.

Kristiansen nevner at de på ny RV 2 som byggeplanlegges i disse dager, er det planlagt 3-feltsveg på en del av strekningen. Det skal bygges fysisk midtdeler og vegen skal ha belysning. Dette trekkes fram som en god løsning i forhold til trafiksikkerhet.

6.2 Erfaringer fra Statens vegvesen i Sør Trøndelag

Vi har vært i kontakt med Bent Noodt ved Statens vegvesen. Han er planlegger ved Sør-Trøndelag distriktsvegkontor og har bla erfaring med forbikjøringsfelt fra planlegging av E39 fra Øysand til Tamshavn.

E39 er planlagt som 2-feltsveg uten midtdeler. Vegen har flere tunneler med nokså jevn innbyrdes avstand mellom seg. Det er planlagt forbikjøringsfelt i dagsonene mellom tunnelene.

Et viktig spørsmål som ble brakt på banen i forbindelse med dette prosjektet var om det ville være fornuftig å ha midtdeler på strekningen med forbikjøringsfelt uten at det er forbikjøring på strekningene mellom. Ville de mange rekkverksendene ugjøre en større risiko enn det en sparte inn med midtdeler?

E6-øst har siden den ble bygget på slutten av 80-tallet hatt forbikjøringsfelt med forholdsvis tett innbyrdes avstand mellom seg. Flere av disse er i stigning. ÅDT på denne strekningen er i følge VDB ca 10.000. Noodt kjenner ikke til spesielle problemer med kø i enden av disse forbikjøringsfeltene. Hovedinntrykket er at disse forbikjøringsfeltene fungerer godt.

Det bygges i disse dager midtdeler på denne strekningen. Det er som første byggesteg bygget midtdeler på de strekningene som har forbikjøringsfelt.

Det påpekes at Håndbok 017 er noe mangelfull i forhold til plassering av midtdeler i forbindelse med forbikjøringsfelt.

7 Studie av forbikjøring - New Zealand

Det er gjort en forholdsvis omfattende studie av forbikjøringsproblematikk på New Zealand. Arbeidet er gjort i regi av vegvesenet på New Zealand. Hensikten er i første rekke å vurdere nytte i forhold til kostnader ved å legge bedre til rette for forbikjøring på 2-feltsveger. Det er utarbeidet 3 rapporter innenfor dette programmet, i tillegg er det utviklet en forenklet metode for beregning av nytte/kostnad og det er gjort kalibrering av simuleringsverktøyet TRARR

Rapport 1

Referanse: (*Thrush-MJ 1996*)

Innhold:

Inneholder stort sett litteraturstudier. Noen tema som er omtalt: Frustrasjon (introduksjon), sikkerhet i tilknytning til forbikjøring, retningslinjer i andre land, modeller og verktøy, lokalisering og lengde av forbikjøringsfelt

Rapport 2

Referanse: (*Koorey m.fl. 1999*)

Innhold:

Inneholder noe litteraturstudie og noe rapportering fra egne undersøkelser. Frustrasjon i forbindelse med manglende forbikjøringsmuligheter, nytte/kostnadsvurdering. Basert på litteraturstudier og egne forsøk. Vurdering av trafiksikkerhet i forbindelse med forbikjøringsfelt. Litteraturstudier og egne undersøkelser, nytte/kostnadsanalyse. Optimal plassering av forbikjøringsfelt. Kalibrering av modeller.

Rapport 3

Referanse: (*Koorey & Gu 2001*)

Innhold:

Forsøk med sperrelinjer. Kalibrering av modeller. Analyse av forbislippingslommer. Rammeverk for detaljert modellering. Modelleringsverktøy

Vi har i det følgende foretatt en gjennomgang av dette arbeidet. Vi har lagt vekt på det vi mener kan være av interesse i forhold til norske vegnormaler. Noe av stoffet er forholdsvis detaljert gjengitt, andre deler er beskrevet i stikkordsform, mens noe ikke er referert i det hele tatt.

7.1 Rapport 1

Hovedhensikten i Rapport 1 (Thrush-MJ 1996) er å skaffe oversikt over arbeid som er gjort i andre land innenfor temaene:

- forbikjøring og trafikkavvikling
- krav og regelverk
- tilgjengelige analyseverktøy
- retningslinjer for å gjøre forbedringer

Det ble studert litteratur fra Australia, England, USA, Canada og Sør-Afrika.

7.1.1 Forbikjøringsmulighet og trafikkavvikling

Frustrasjon og forsinkelse

I stor del av litteraturen påpekes problemet med frustrasjon blant bilførere som blir liggende bak andre kjøretøy uten muligheter til forbikjøring. Selv ved små trafikkmengder vil dette problemet kunne oppstå. Det pekes også på at slik frustrasjon gir lavere terskel for å foreta forbikjøring.

Videre blir det understreket at manglende forbikjøringsmulighet virker negativt inn på vegens trafikkflyt og servicenivå.

Sikkerhet

(Kaub 1990) har studert hvordan manglende forbikjøringsmulighet virker inn på bilførers atferd. Det konkluderes med at terskelen for å foreta forbikjøring påvirkes i negativ retning etter hvert som trafikken øker. Det er signifikant endring av forbikjøringsterskel ved timetrafikk på 500 kjt/time.

(Alexander & Pisano 1992) konkluderer med at manglende mulighet til forbikjøring medfører at folk kjører forbi på strekninger hvor det i følge vegmerking er forbud mot forbikjøring.

(Harwood & St John 1986) har studert ulykker i tilknytning til forbikjøringsfelt. De konkluderer med at det er 38% mindre ulykker på strekninger med forbikjøringsfelt enn på strekninger uten forbikjøringsfelt. Før- og etterundersøkelser tyder også på at forbikjøringsfelt har positiv effekt.

(Taylor & Jain 1991) konkluderer med at forbikjøringsfelt er et effektivt virkemiddel for å redusere frekvensen av alvorlige ulykker. Størst effekt har det når ÅDT er i området 5000-10000.

Det påpekes ellers at forbikjøringsulykker utgjør en liten andel av det totale ulykkesbildet, men at ulykkene ofte får alvorlig utfall.

Måling av effekt av forbikjøringstiltak

Et hovedmål med arbeidet er å kunne finne fram til hvilke forbikjøringstiltak som er mest effektive. For å kunne finne svar på dette må en ha et system for å kunne kvantifisere effekten av slike tiltak.

I Nord-Amerika benyttes begrepet Percent Time Delay. Dette angir hvor stor del av tiden et kjøretøy ligger bak et annet kjøretøy uten å kunne kjøre forbi. Det sier dermed noe om forsinkelse og frustrasjonsnivå. (Kahn m fl. 1991) konkluderte med at dette var et bedre mål på servicenivå enn gjennomsnittsfart i et gitt punkt.

I Nord-Amerika vil det at en kommer under et gitt servicenivå, kunne rettferdiggjøre tiltak for å bedre forbikjøringsmulighetene, f. eks i form av bygging av forbikjøringsfelt.

Forholdet mellom to kjøretøy som kjører etter hverandre kan være av to typer. I det ene tilfellet kjører kjøretøyet bak uten å være nevneverdig påvirket av kjøretøyet foran, kjøretøyet bak har da ikke noe ønske om å kjøre forbi. I det andre tilfellet ønsker kjøretøyet bak å kjøre forbi kjøretøyet foran. Det bakerste kjøretøyet ligger da gjerne tettere opp i kjøretøyet foran, dermed vil også

kjøremåten til det fremste kjøretøyet påvirke det bakerste mer direkte. Dette siste tilfellet benevnes ”platoon”. Disse kan bestå av flere enn 2 kjøretøy. Morall (ikke datert) benyttet 5 sek. avstand mellom kjøretøyene for å skille på disse to situasjonene. Dvs ved avstand mellom kjøretøy mindre enn 5 sek ble det vurdert til å være ”platoon”.

Det kan være vanskelig å skille på hvem som er fornøyd med å ligge bak og hvem som egentlig ønsker å kjøre fortere enn kjøretøyet foran. Boal (1974) og Brantson (1976) sitert i (Hoban-CJ 1984) mener at en ved å måle tiden en kjører i kø ut fra dette kalkulerer for høy frustrasjon.

(May 1991) viste gjennom forsøk med 5 ulike forbikjøringsfelt at antall forbikjøringer pr km forbikjøringsfelt var et godt mål på effekten av det. Forsøkene konkludert med at forbikjøringsfelt på 400-1200 meters lengde var mest effektive.

Oppsummert viser dette at valg av målemetode og tilhørende parametere har betydning for om tiltak bør gjennomføres eller ikke og hvor stor nytte det eventuelt har.

7.1.2 Vegnormaler og regelverk

I rapporten er det gitt en oversikt over kriterier for innføring av forbikjøringsfelt som benyttes i ulike land. USA, Canada og Australia er nevnt. Forsinkelse for trafikantene og service-nivå er kriterier som går igjen.

Hva skal vegnormaler og regelverk basere seg på.

Det blir vist eksempel på normaler og regelverk basert på ulike typer kriterier.

Alternativ til forbikjøringsfelt og forbikjøringssikt

Felt/lomme for å kjøre til side for å slippe forbi trafikk er nevnt som et alternativ som det er ønskelig å vurdere videre. Dette er bla tillatt i USA. Det er anbefalt brukt på lavtrafikkerte veger. Dette er beskrevet nærmere i Rapport 3.

Det refereres ellers til Finland og USA (Texas) hvor det bygges brede skuldrer. Disse benyttes av saktegående kjøretøy for å slippe forbi annen trafikk. Undersøkelser fra Finland (Persula & Siimes 1993) viste at 40-80% av alle forbikjorte tunge kjøretøy benyttet skulder i forbindelse med at de ble forbikjørt. I tillegg benyttet møtende trafikk sin høyre skulder for å gi bedre plass til de som kjører forbi.

(Morral-JF 1984) påpeker at det ved store trafikkmengder kan være problematisk for kjøretøyet som har lagt seg ut på skulderen å komme seg tilbake i kjørefeltet. Det påpekes også at det kan skape ekstra frustrasjon hvis saktegående kjøretøy ikke legger seg ut på skulder.

7.1.3 Verktøy for å evaluere forbikjøring

Verktøy/modeller for å beregne trafikkavvikling på 2-feltsveger

I rapporten er det presentert en rekke modeller for å simulere trafikkavvikling for 2-feltsveger. Det skiller på matematiske modeller og EDB-baserte modeller. Flere av modellene har muligheter for å se på effekten av å legge inn forbikjøringsfelt. TRARR som er en australsk modell og TWOPAS utviklet i USA blir foretrukket å bruke videre i arbeidet med å utarbeide retningslinjer for forbikjøring på New Zealand.

The Unified Modell framlagt av Werner og Morrall (1984) er også presentert. Denne er grunnlag for modell benyttet i vegnormalene i Alberta (se kapittel 5.2).

Rapport 3 gir vurdering av krav til framtidige modeller (kapittel 7.3.3).

7.1.4 Viktige faktorer for å utvikle retningslinjer

Lengde av forbikjøringsfelt

Det er referert til en del undersøkelser for å finne ut hva som er den mest optimale lengden av forbikjøringsfelt. Det er studert ulik trafikkmengde og ulike typer terreng (kupert/tilnærmet flatt). Til tross for noe sprikende resultat vil det på bakgrunn av disse undersøkelsene kunne se ut som om det er mest gunstig med lange (1-2,5 km) forbikjøringsfelt på veger med mye trafikk og veger i "rolig" terreng. I mer kupert terreng vil 400-1200 være mest optimalt.

Forbikjøringssikt

Det trekkes fram flere undersøkelser som peker på at beregningsmodeller for beregning av forbikjøringssikt har svakheter. Det pekes også på at ulike land opererer med ulik forbikjøringssikt for sammenlignbare situasjoner. Forbikjøringssikt lengdene var lengst i Australia og kortest i Storbritannia.

7.1.5 Konklusjon

Selv om det i litteraturstudiet konkluderes med sikkerhetsgevinst og forbedring av trafikkflyt ved innføring av forbikjøringsfelt, etterlyses det klarere kvantifisering av nytten av slike tiltak.

Ut fra kompleksiteten i slike vurderinger anbefales det å bruke simuleringsmodeller for å vurdere nytten av tiltak. Variasjon i lengde, avstand, trafikkvolum, andel tungtrafikk og terrengform er noen faktorer som har betydning. TRARR og TWOPAS trekkes fram som nyttige verktøy i så måte.

7.2 Rapport 2

Rapport 2 fra New Zealand (Koorey m fl. 1999) dokumenterer eget utviklingsarbeid innenfor temaet forbikjøring, og særlig da forbikjøringsfelt. Målsettingen for arbeidet var å:

- utvikle metode for å kunne måle bilførernes frustrasjonsnivå for deretter å finne ut hvor i vegnettet frustrasjonsnivået var høyest,
- vurdering av potensial for ulykkesreduksjon,
- utvikle et forenkla system for å beregne anleggskostnader i forhold til å få mest mulig nytte av et forbikjøringstiltak,
- vurdere i hvilken grad resultat fra TRARR modell og mer enkle modeller kan inngå i en før-/etterundersøkelse.

7.2.1 Nytte/kostnadesvurdering, frustrasjon

Folks frustrasjonsnivå blir større på veger med dårlig sikt enn på veger med god sikt. Det er vist signifikant sammenheng på dette.

Det konkluderes med at betalingsvilligheten for bedre forbikjøringsforhold er størst på strekninger hvor det ikke er forbikjøringssikt, eller det bare er korte strekninger med forbikjøringssikt.

Bilførere som foretrekker å kjøre fort sett i forhold til annen trafikk er mest frustrert. Også bilførere som kjører bil med kraftig motor blir fortere frustrert enn andre. De som tar det med ro uttrykker frustrasjon over at det er få muligheter for å slippe forbi trafikk.

I rapporten konkluderes det med at reisende som kjører korte strekninger og reisende som kjører samme strekning ofte blir mer frustrert enn andre.

Det er kommet fram til en gjennomsnittlig betalingsvillighet for forbikjøringsfelt på 3,2 – 3,7 cent pr kjøretøy pr km med forbikjøringsfelt (tilsvarer ca 15-18 øre). Sammenhengene er ikke gode nok til å kunne differensiere betalingsvilligheten ut fra spesielle forhold som f. eks vegtype. 3.5 cent blir anbefalt å benytte som beregningsfaktor i nytte/kostnadsanalysen.

7.2.2 Nytte/kostnadsvurdering, trafikksikkerhet

Generelt om tidligere undersøkelser

I rapport 1 konkluderes det med reduksjon i ulykkesfrekvens fra 5 til 38 % ved anleggelse av forbikjøringsfelt. Disse studiene tar bare for seg selve strekningen med forbikjøringsfeltet og er stedsesifikke. The Transfund Projectevaluation Manual opererer med ulykkesreduksjon på 0-25%.

Det hevdes i denne rapporten at det finnes lite materiale som gir svar på hvordan forbikjøringsfelt påvirker ulike kategorier av ulykker, hva som er optimal lengde i forhold til sikkerhet, hvilke ÅDT-områder det er mest gunstig for med tanke på sikkerhet osv.

Tidligere undersøkelse New Zealand

(McLarin 1997) har gjort en undersøkelse hvor ulykkesfrekvens for 3- og 4-felts landeveger uten midtdeler er sammenlignet med ulykkesfrekvens for 2-felts landeveger uten midtdeler med tilsvarende ÅDT og i samme type terreng. Resultatet av dette er gjengitt i Tabell 18.

Tabell 18 Ulykkesfrekvens for 3-feltsstrekninger i forhold til 2-feltsstrekninger (Antall ulykker pr 10⁶ kjøretøykilometer).

Terreng	Flatt (Flat)		Kupert (Rolling)		Bratt (Mountanos)		Totalt	
	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt
ÅDT	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt	2 felt	3 felt
< 2500	0,25	(0,0)	0,28	0,29	0,40	(0,10)	0,28	0,25
2500-12000	0,18	(0,06)	0,25	0,18	0,38	(0,10)	0,21	0,16
> 12000	0,13	0,13	0,23	0,17	(0,10)	N/A	0,15	0,15
Totalt	0,19	0,10	0,26	0,18	0,36	(0,10)	0,22	0,16

Dette viser en total reduksjon i ulykkesfrekvens på 0,27. Dette resultatet sier heller ikke noe om situasjonen på strekningene før og etter forbikjøringsfeltet.

Ulykkesanalyse av 34 forbikjøringsfelt på New Zealand

På New Zealand er det gjennomført en ulykkesanalyse av 34 forbikjøringsfelt. Opprinnelig var det valgt ut 51 forbikjøringsfelt, men flere var av ulike årsaker ikke relevante. Blant annet ble alle som lå i nærhet til tettbebyggelse forkastet.

For hvert forbikjøringsfelt ble det registrert ulykker 2 km oppstrøms, langs forbikjøringsfeltet og 10 km nedstrøms. Det ble bare registrert ulykker med personskader. Disse ulykkene ble sammenligna med ulykkesituasjonen før forbikjøringsfeltet ble bygget.

Det krevdes at før- og etterperiodene var minst 3 år. Det ble i tillegg registrert terrengtype, lengde av forbikjøringsfeltet, byggeår og ÅDT. Det ble videre skilt på situasjoner der forbikjøringsfeltet ble bygd uten noen andre tiltak og situasjoner der det ble foretatt endra linjeføring i tillegg til anleggelse av forbikjøringsfeltet. Tabell 19 viser resultatet av analysene.

Tabell 19 Resultat av ulykkesanalyse av forbikjøringsfelt(ulykkesfrekvens er antall ulykker pr 10⁶ kjøretøykilometer)

Kategori	Antall	Retning	Ulykker før (stk)	Ulykkesfrekvens før	Ulykker etter (stk)	Ulykkesfrekvens etter	Endring (%)	
A	21	Mot	241	0,23	262	0,22	-4	-5
		Med	251	0,24	266	0,23	-6	
B	5	Mot	83	0,42	49	0,18	-56	-54
		Med	86	0,43	56	0,21	-52	
C	8	Mot	90	0,32	102	0,30	-5	6
		Med	79	0,28	113	0,33	20	
Total		Mot	414	0,27	413	0,23	-15	-13
		Med	416	0,27	435	0,24	-11	

- A: Kun forbikjøringsfelt
- B: Forbikjøringsfelt og utbedring av linjeføring.
- C: Blanding av A og B

Det er en betydelig ulykkesreduksjon for strekningene hvor det ble gjort utretting av linjeføring i tillegg til å anlegge forbikjøringsfelt. Det er vanskelig å isolere effekt av forbikjøringsfelt i forhold til effekt av linjeutretting.

Der det kun er anlagt nytt forbikjøringsfelt (kategori B), er det 5% endring i ulykkesfrekvensen.

I denne ulykkesanalysen ble det også gjort en del andre sammenstillinger. Dette er framstilt i tabellform i rapporten. Det påpekes at tallmaterialet er lite for en del av disse sammenligningene. I det følgende tar med et utdrag fra deres egne konklusjoner:

For forbikjøringsfelt i kategori A er det reduksjon i forbikjøringsulykker på 30 %, møteulykker på 60% og påkjøring bakfra-ulykker på 15%. Det er imidlertid en økning i "mistet kontroll"-ulykker på 15%. Disse utgjør så stor andel at total ulykkesreduksjon blir 5-6 %. Det antydes at økning i "mistet kontrollen" ulykker kan ha sammenheng med økning i hastighet både som følge av selve forbikjøringen og at det er "fri bane" nedstrøms forbikjøringsfeltet.

Analyse av hvor ulykkene befinner seg i forhold til forbikjøringsfeltet viser at de første 2 km nedstrøms forbikjøringsfeltet har noe høyere ulykkesfrekvens enn den øvrige strekningen. Det pekes på problem med sammenfletting og mulig stor fart som årsaker til dette.

Med tanke på trafikkmengde kom det fram at forbikjøringsfelt med trafikkmengder mindre enn ÅDT 4500 var mest gunstig. Videre ble det best resultat for forbikjøringsfelt med lengde < 800 m. Forfatterne har ikke gitt noe forklaring på dette. Dette resultatet avviker i forhold til våre funn i fra VDB, jfr kapittel 3.

Det er gjort en sammenligning av ulykkesfrekvens ut fra hvilken lengde det var på forbikjøringsfeltene. Det viste seg at forbikjøringsfelt i lengdekategorier under 1000 meter hadde størst reduksjon i ulykkesfrekvens.

Det konkluderes til slutt med at bygging av forbikjøringsfelt ikke nødvendigvis vil gi trafiksikkerhetsgevinst. Forbikjøringsfelt i tilknytning til kurveutretting kan se ut til å virke svært positivt i forhold til trafiksikkerhet. Det må særlig tas i betraktning at fartsøkning i de første kilometrene etter forbikjøringsfeltet kan være et problem.

I forbindelse med slike før- og etterundersøkelser er det påpekt at generell utvikling i antall drepte og skadde i trafikken samt forhold som intensitet av trafikkontroll, trafiksikkerhetskampanjer osv kan påvirke resultatene. Det ble for denne undersøkelsen konkludert med at slike forhold spilte mindre rolle.

Det konkluderes også med at disse undersøkelsene bør følges opp i framtiden slik at konklusjonene kan bli enda klarere.

7.2.3 Optimal plassering av forbikjøringsfelt

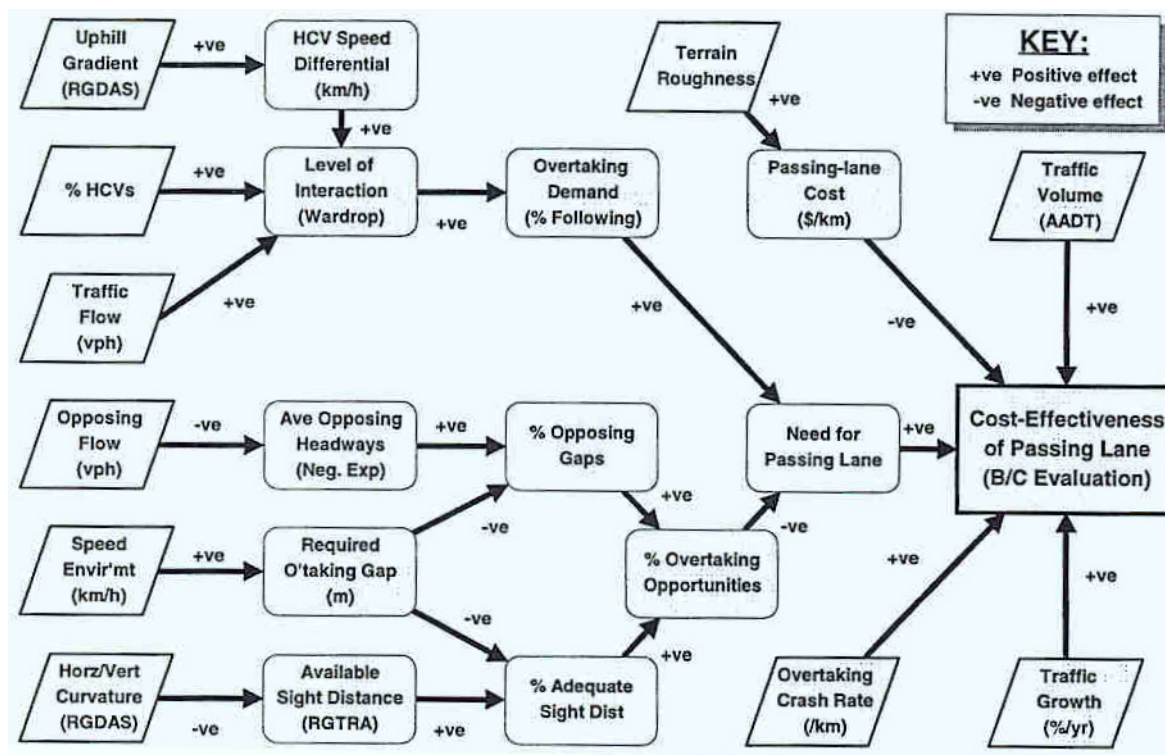
Det er svært mange faktorer som spiller inn i forhold til plassering av forbikjøringsfelt, lengde av forbikjøringsfelt, avstand til neste forbikjøringsfelt osv. Det kan kreve komplisert beregning for å finne optimal plassering og utforming av forbikjøringsfelt.

Analyseverktøyet TRARR kan benyttes, men er tungvint i bruk. Det er et behov for et enklere verktøy som kan benyttes i en tidligere vurderingsfase.

Rapport 2 presenterer i dette kapitlet en konseptuell modell for et slikt verktøy (Figur 31). Videre er det en gjennomgang av de ulike delene av modellen.

I modellen blir det for en vegstrekning beregnet hvilket tilbud det er til forbikjøring, og hvilken etterspørsel det er for å kjøre forbi. Tilbudet blir beregnet ut fra veggeometri, møtende trafikk og trafikkhastighet. Etterspørsel beregnes først og fremst ut fra trafikkvolum, andel tungtrafikk og fartsdifferanse mellom tunge og lette kjøretøy. Hvis tilbudet er lavere enn etterspørsel må det f. eks vurderes å ha flere forbikjøringsfelt. Det må da vurderes om et nytt forbikjøringsfelt totalsett er nyttig. Det vurderes da tidsbesparelse, redusert frustrasjonsnivå, evt reduserte ulykkeskostnader i forhold til den summen det koster å bygge et slikt felt.

I rapport 2 er det også vist noen regneeksempler og det er foretatt en verifisering av modellen.



Figur 31 Konseptuell modell for å vurdere forbikjøringsfelt

Denne konseptuelle modellen er grunnlag for forenklet metode som er beskrevet i kapittel 8.

I tillegg til "beregnet" plassering er det listet opp noen tekstlige holdepunkter for plassering av forbikjøringsfelt.

- Unngå forbikjøringsfelt i kryssområder.
- Unngå kostnadskrevende element. F. eks bruer, kulverter o.l
- Legg forbikjøringsfelt ut fra tettsteder framfor å legge de inn mot tettsteder.
- Når en skal ha flere forbikjøringsfelt etter hverandre, bør de legges i faste avstandsintervall.
- Anlegg heller flere korte forbikjøringsfelt enn få lange
- Anlegg helst forbikjøringsfelt på strekninger som ikke har forbikjøringssikt. Totalt forbikjøringstilbud blir da bedre.

7.2.4 TRARR-kalibrering

Det er foretatt kalibrering av modell som inngår i beregningene. Det viser seg at beregning av tidsbesparelse er svært følsom i forhold til fartsforskjell mellom kjøretøy i kø og ”frie” kjøretøy og trafikkvolum.

7.2.5 Konklusjon

Det er referert til flere rapporter som har studert bilførerens frustrasjon ved manglende forbikjøringsmulighet på 2-feltsveger. Flere av disse peker på at frustrasjon kan medføre urasjonelle handlinger. Det er også kommet fram til en verdsetting av forbikjøringsfelt for å hindre frustrasjon.

Det er gjort forsøk på finne sammenhenger mellom forbikjøringsfelt og trafiksikkerhet. Det kan være vanskelig å isolere kun effekt fra forbikjøringsfelt. I tillegg blir det fort for små datamengder til å trekke de helt sikre konklusjonene. Det gis totalt sett et bilde av at anleggelse av forbikjøringsfelt har en positiv innvirkning på trafiksikkerheten. Anleggelse av forbikjøringsfelt i tillegg til å rette ut vegens linjeføring ser ut til å gi tydelig positiv effekt

Det er vist noe av bakgrunnen for forenklet metode for beregning av nytte av forbikjøringsfelt.

7.3 Rapport 3

Fra rapport 3 (*Koorey & Gu 2001*) har vi stort sett referert fra en studie som omhandler forbislippingslommer på New Zealand.

7.3.1 Kalibrering av forenkla metode ut fra felt-studier

I dette kapitlet er det vist flere eksempler på forbedringer av den forenkla metoden. Dette er basert på feltstudier og input fra andre modeller, bla siste versjon av HCM.

7.3.2 Feltstudie av forbislippingslommer

Forbislippingslommer

Det finnes 70 forbislippingslommer på hovedvegnettet i New Zealand. Disse er først og fremst bygd i områder hvor det ikke var spesielt godt egna til å anlegge forbikjøringsfelt.

Forbislippingslommene er regulert slik at kjøretøy som skal tilbake fra forbislippingslomma har vikeplikt for trafikken i hovedfeltet.

Feltstudier med etterfølgende analyser av 8 forbislippingslommer har sammen med litteraturstudier gitt en del erfaringer med slike lommer.

Litteraturstudie

Vegmyndighetene på New Zealand (Transit 2000) dimensjonerer lengden på slike felt ut fra at et kjøretøy skal kunne stoppe helt på halve lengden av lomma, forutsatt en retardasjon på 3 m/s^2 og at hastigheten i utgangspunktet ligger 8 km/t lavere enn gjennomsnittlig trafikkfart på stedet. Dette gir lengder som vist i Tabell 20.

Tabell 20 *Anbefalte minimumslengder for forbislippingslomme på New Zealand*

<i>Trafikkhastighet Km/t</i>	<i>Minimumslengde (full bredde)</i>
30	60
40	60
50	70
60	80
70	100
80	135
90	175

Amerikanske retningslinjer (FHWA 1987) anbefaler maks lengde på 190 m for slike lommer.

Hvorvidt forbislippingslommer blir brukt og hvor effektive de er, avhenger mye av plassering og utforming av hver enkelt forekomst. Det refereres i litteraturstudiet til to ulike amerikanske undersøkelser som begge konkluderer med at ca 10-35 % av kjøretøy som kjører først i en kø benytter seg av slike forbislippingslommer.

Flere amerikanske undersøkelser har konkludert med at det er lite ulykker knyttet til slike forbislippingslommer. En undersøkelse (Rooney 2004) viste 1 kollisjon pr 80.000 brukere av forbikjøringslomme. En studie av 42 forbislippingslommer (Harwood & St John 1985) konkluderte med at det i gjennomsnitt var kun 1 ulykke hvert 5. år og 1 ulykke pr 400.000 brukere av forbikjøringslomme.

Undersøkelse i regi av Vegmyndighetene på New Zealand i 2000 viste at det var en god del oppbremsing i forbindelse med forbislippingslommene. Kun i 0-2% av tilfellene var det tale om full oppbremsing. De kraftigste oppbremsingene fant sted i tilknytning til forbislippingslommer hvor det var dårlig sikt til enden av lomma.

En undersøkelse fra New Zealand (*Nicholson 2000*) viser at det i noen situasjoner oppstår litt problem i slutten av slike lommer. Det ble likevel ikke definert som et sikkerhetsproblem så lenge det var god sikt og ikke for stor trafikk. Det ble også observert feil bruk av forbislippingslommene, f. eks kjøretøy som la seg ut i lomma selv om det ikke hadde noe etterfølgende kjøretøy. Dette viser at det er stort behov for informasjon og opplæring for å få slike lommer til å fungere.

Egen studie

Det er i rapporten referert til en egen undersøkelse av i alt 8 forskjellige forbislippingslommer på New Zealand. Figur 32 gir en oversikt over forbislippingslommene som inngikk i undersøkelsen.

Site Name	Location	SH RS/RP	Length	Grade	AADT	%HCVs
Towai	South of Kawakawa	SH 1N RP 113/10.1-10.0	90m	+2%	5200	17
Waikoau Hill	North of Whirinaki	SH 2 RP 608/5.2-5.7	100m	-7%	1600	18
Kilmog	North of Dunedin	SH 1S RP 667/14.2-14.7	450m	-10%	3900	11
Rahu Saddle	East of Reefton	SH 7 RP 152/5.9-6.0	90m	+7%	1900	20
Palmer's Mill South	North of Wairakei	SH 5 RP 111/9.7-9.9	250m	+5%	3200	12
Kaimai Deer Farm	West of Tauranga	SH 29 RP 21/19.1-18.8	200m	-8%	5900	15
Old Kaimai Road	West of Tauranga	SH 29 RP 21/15.9-15.7	200m	-5%	5900	15
Cannonball Deer Farm	West of Tauranga	SH 29 RP 21/15.0-14.6	150m	-9%	5900	15

HCV – Heavy commercial vehicles.

Figur 32 Forbislippingslommer som inngikk i undersøkelsen

For hver av disse forbislippingslommene ble det gjort registreringer av trafikken i 8 ulike perioder. Det ble gjort registreringer like før lomma og 500 meter forbi lomma.

Figur 33 viser eksempel på resultat fra undersøkelsen.

Site Name	Survey Period No.	No. of Vehicles (one-way)	%Trucks, Recreation Vehicles	% Bunching Before	% Bunching After*	%Veh Using SVB	%Trucks and Recreation Veh Using SVB
Towai	1	62	9.7	41.9	44.6	8.1	33.3
	2	69	17.4	44.9	37.5	7.3	41.7
	3	66	16.7	42.7	39.7	10.6	63.6
	4	65	9.2	38.5	25.0	4.6	16.7
	5	72	19.4	34.7	38.6	9.7	42.9
	6	70	14.3	30.3	44.1	5.7	30.0
	7	69	10.1	44.9	44.1	1.5	0.0
	8	69	14.5	40.6	53.6	8.7	30.0
TOTAL		542	14.0	40.2	40.9	7.0	35.5

Figur 33 Eksempel på resultat fra en av forbislippingslommene.

Bruk av forbislippingslommene

Forbislippingslomma i Figur 33 ble benyttet av gjennomsnittlig 35% av tunge kjøretøy/campingkjøretøy. Det kunne se ut som stigningen hadde betydning for hvor ofte forbislippingslomma ble brukt.

Tilsvarende undersøkelser fra USA har konkludert med at ca 10-35 % av tung-/campingtrafikken benytter slike forbislippingslommer (Harwood&St John og Rooney).

Lengde av forbislippingslomme

Det kan diskuteres hva som bør legges til grunn for dimensjonering av lengde på forbislippingslommer. Figur 34 viser anbefalte lengder som funksjon av trafikkhastighet og hvorvidt det skal dimensjoneres for en eller to passeringer pr forbislippingslomme. Det er her forutsatt en dimensjonerende situasjon der kjøretøyet som legger seg ut i forbislippingsfeltet har hastighet som ligger 10 km/t lavere enn trafikkhastigheten.

Mean Traffic Speed (km/hr)	Minimum Length of Slow Vehicle Bay (m)*	
	followed by 1 veh	followed by 2 veh
30	90	120
40	140	195
50	200	285
60	275	395
70	360	520
80	455	660
90	560	815

Figur 34 *Anbefalte lengder på forbislippingslommer ut fra trafikkhastighet*

For at trafikantene skal kunne klare å skille mellom forbislippingslomme og forbikjøringssfelt, anbefales det at forbislippingslomme aldri skal være lenger enn 300 meter, mens forbikjøringssfelt alltid skal være lenger enn 600 meter. Dette betyr at med de forutsetningene som er gjort i tabellen over, bør det ikke være forbislippingslommer hvis hastigheten overstiger 60 km/t.

Verifisering av modeller

Resultatene fra disse undersøkelsene er brukt til å verifisere modeller for beregning av køer på 2-feltsveger. Det viser seg f. eks at beregninger av hvor stor andel som kjører i kø etter et forbislippingsfelt gjort med TRARR er innenfor akseptable avvik i forhold til observerte verdier.

Effekt på trafikkavvikling

Ved liten trafikk har forbislippingsfelt forholdsvis liten effekt i forhold til å løse opp køer i og med at det er lite kø i utgangspunktet. Ved stor trafikk vil kjøretøy som slipper forbi veldig fort bli tatt igjen av nye kjøretøy, dermed vil det ha liten effekt på oppløsning av køer. I tillegg kan kjøretøyet som kjørte ut få problem med å komme inn igjen i trafikkstrømmen, og dermed bli forsinket.

Det konkluderes på bakgrunn av dette med at nytten av slike forbislippingslommer er forholdsvis liten i forhold til trafikkavvikling ved små og store trafikkmengder.

Motbakker/unnabakker

Ut fra undersøkelsene var det ikke entydig hvorvidt slike lommer er mer gunstig i motbakker enn i unnabakker. I motbakker kan det være tungt å komme i gang hvis en må redusere farten evt stoppe før en kommer seg inn i hovedstrømmen. Dette vil føre til at det fort skapes kø igjen, og at denne køen vil gå seinere enn køen gikk i utgangspunktet. I unnabakker kan det være problematisk å stoppe hvis det er nødvendig i enden av lomma.

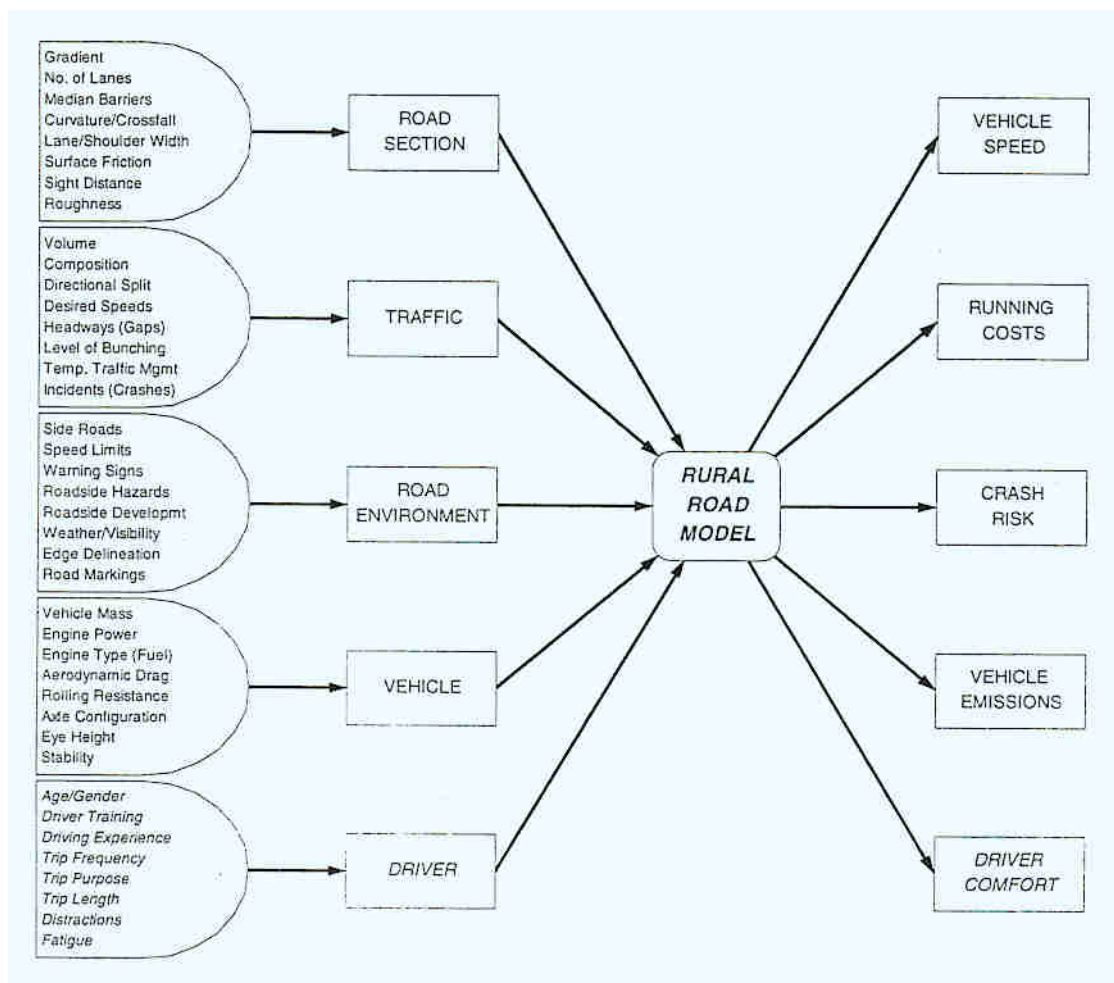
Frustrasjon

På bakgrunn av resultatene fra disse forsøkene er det funnet fram til en formel for hvor stor andel av kjøretøyene som kjører bak et kjøretøy før og etter ei forbislippingslomme. Andel kø-ledere som benytter forbislippingslomme inngår som en av parametrene.

Det viste seg at andel av kjøretøy som kjørte i kø ikke nødvendigvis ble redusert på målepunktet 500 meter etter forbislippingslomma.

7.3.3 Utvikling av rammeverk for detaljert modellering

Det har i modeller av 2-feltsveger inntil nå vært mye fokus på isolerte deler av veg og trafikkbildet. Det er behov for verktøy som ser helheten og tar hensyn både til trafiksikkerhet og avvikling. Figur 35 viser rammeverk for en altomfattende modell for 2-feltsveger presentert i denne rapporten.



Figur 35 Input til modell for 2-felts landeveger (New Zealand).

Det er behov for både forenkla og detaljerte modeller og metoder for å beskrive 2-feltsveger.

8 Nytte/kost-beregning av forbikjøringsfelt, forenklet metode New Zealand

8.1 Bakgrunn

Vegvesenet på New Zealand har over lengre tid arbeidet med temaet forbikjøring. Det er spesielt fokusert på fobikjøringsfelt. Det er i perioden fra 1995-2002 utarbeidet flere forskningsrapporter omkring temaet. Arbeidet har bla annet munnet ut i denne metoden for å vurdere nytte av etablering av forbikjøringsfelt. Metodikken skal inngå i vegvesenets effektkatalog for nytte/kostnadsvurderinger (*Transfund New Zealand 1999*). Vi refererer fra en foreløpig beskrivelse av metoden datert 2002.

Metoden er utvikla på basis av simuleringsmodeller, og den er utvikla og kalibrert på basis av forsøk av en rekke vegstrekninger. I arbeidet er det også foretatt en del litteraturstudier. Dette har gitt erfaringstall for:

- Endring i tidskostnader
- Endring i kjøretøykostnader
- Endring i "frustrasjonskostnader"
- Endring i ulykkeskostnader

Trafikken deles inn i en strøm av tunge kjøretøy og en strøm av lette kjøretøy. Modellen simulerer hvordan det ut fra disse trafikkstrømmene oppstår etterspørsel etter forbikjøringsmuligheter.

Endring i tidskostnader blir beregnet ut fra Unified Passing Model utviklet av Werner og Morrall (1984). Endring av "frustrasjonskostnader" beregnes ut fra endring av kødannelse. Bedre forbikjøringsmuligheter gir endring i hastighet, dette gir igjen endring av kjøretøykostnader. Endringer i ulykkeskostnadene blir kalkulert ut fra modeller for beregning av ulykkesfrekvens for vegstrekninger med og uten forbikjøringsfelt. Det er tatt hensyn til at forbikjøringsfelt også påvirker ulykkesituasjonen på strekningen nedstrøms for forbikjøringsfeltet.

8.2 Forutsetninger

Det er gjort følgende generelle forutsetninger i modellen:

- Det er sett bort fra eventuelle endringer av reisetid i motsatt retning.
- Det deles kategorisk i personbiler og tunge kjøretøy. I realiteten finnes det en rekke kjøretøytyper i mellom disse ytterpunktene som vil påvirke trafikkbildet.
- Andel tunge kjøretøy er forutsatt å ligge i området 10-15%.
- Hastighetsforskjell på tunge og lette kjøretøy er satt til 12,5%. Denne forskjellen vil i praksis endre seg avhengig av vegens geometri.
- Det regnes med 1 km lengde på forbikjøringsfeltene.
- Det forutsettes at timetrafikken er 7% av ÅDT om dagen (48% av døgnet), 1,5% av ÅDT om natten (50% av døgnet) og 10,5 % av ÅDT i rushtida (2% av døgnet)

Det er vist eksempel på hvordan det kan korrigeres for endra forutsetninger.

Stigning

For lengre strekninger i stigning skal det vurderes behov for forbikjøringsfelt ut fra lengden på stigningen og hvor bratt stigning det er, jfr. Tabell 21.

Tabell 21 *Kriterier for å vurdere forbikjøringsfelt i stigning*

<i>Stigning (%)</i>	<i>Lengde (meter)</i>
2	2000
3	1000
4	600
5	450
6	400
7	350
8	300
9	250

Ulykkeskostnader

Det er benyttet følgende ulykkesfrekvenser (antall ulykker pr 10⁶ kjøretøykilometer) for vegstrekninger med og uten forbikjøringsfelt for ulike terrengetyper.

Tabell 22 *Ulykkesfrekvenser*

<i>Terrengeform</i>	<i>Uf uten forbikjøringsfelt</i>	<i>Uf med forbikjøringsfelt</i>
Flatt terreng	0,18	0,16
Slakt terreng	0,28	0,25
Kuppert terreng	0,34	0,30
Bratt terreng	0,40	0,36

Investerings- og vedlikeholdskostnader

Det er satt opp gjennomsnittlige anleggs- og vedlikeholdskostnader for å bygge 1 km forbikjøringsfelt i de ulike terrengekategoriene. Disse kostnadene bygger på erfaringstall, bla fra en rekke vegprosjekt og fra litteraturstudier.

Tabell 23 *Enhetskostnader pr meter forbikjøringsfelt*

<i>Terrengetype</i>	<i>Enhetspris (Nz\$/meter)</i>	<i>Enhetspris Nkr/meter (ca)</i>
Flatt terreng	\$200	1000
Slakt terreng	\$260	1340
Kuppert terreng	\$400	2000
Fjellområder	\$650	3250

Områder med dårlige grunnforhold, kryss, bruer, kulverter o.l. bør unngås da dette vil kunne fordyre byggekostnadene vesentlig.

8.3 Resultat

Det er laget diagram som viser resultat fra modellen som funksjon av ÅDT, terrengtype, andel av strekningen som har forbikjøringssikt og gjennomsnittlig avstand mellom forbikjøringsfeltene. Det er egne diagram for endring i tids- og kjøretøykostnader (Bilag 1), ulykkeskostnader (Bilag 2) og ”frustrasjonskostnader” (Bilag 3), i tillegg er det laget et oppsummeringsdiagram som viser samlet nytte/kostnad (Bilag 4).

8.4 Eksempel på bruk av modellen

Vi har testet følgende case: ÅDT= 4000. 10 % av strekningen har forbikjøringssikt i dag. Det er gjort beregning for både slakt terreng (Rolling Terrain) og for bratt terreng (Mountainous terrain). Ut fra diagrammene vil dette, med ett forbikjøringsfelt pr 10 km, gi oss tall som vist i Tabell 24.

Tabell 24 Regneeksempel

	Slakt terreng		Bratt terreng	
	\$ NPV	NOK	\$ NPV	NOK
Tids og kjøretøykostnader	820000	4100000	820000	4100000
Frustrasjon	32000	160000	30000	150000
Ulykkeskostnader	56000	280000	78000	390000
Sum	908000	4540000		4640000
Anleggs- og vedlikeholdskost	260000	1300000	650000	3250000
Beregnet		3,5		1,4
NK fra skjema		3,6		1,5

Vi ser at det stort sett er anleggskostnadene som endrer seg ved endring av terrengtype. Anleggskostnadene er helt avgjørende for hvorvidt det er lønnsomt eller ikke. For slakt terreng er det et nytte/kostnadsforhold på ca 3,5, for bratt er det ca 1,5.

Bruk i større sammenheng

Det er i utkastet til beskrivelse også gitt eksempel på hvordan metodikken kan benyttes for å foreta systematisk analyse av vegnettet med hensyn på plassering og hyppighet av forbikjøringsfelt.

8.5 Overføring til norske forhold

I prinsippet vil en slik beregningsmodell være et nyttig verktøy i planlegging av nye veger og utbedring av eksisterende veger.

Vi vil anbefale at alle forutsetninger blir vurdert i detalj før en eventuelt tar i bruk denne modellen i Norge. Alle kostnader må vurderes i lys av norsk prisnivå. Anleggskostnader og tidskostnader har stor innvirkning på N/K-forholdet, det er derfor viktig å fokusere på disse.

Tidskostnader er funksjon av blant annet fartsforskjell på tunge og lette kjøretøy. Det er brukt 12% på denne verdien i modellen. Fartsgrensene i Norge er jevnt over lavere enn fartsgrensen på New Zealand. Etter hvert som fartsgrense og gjennomsnittsfart på en veg blir lavere, vil sannsynligvis også den prosentvis fartsforskjellen mellom tunge og lette kjøretøy minke. Det kan derfor hende at 12% på denne verdien ville være litt mye i Norge.

Det kommer ikke klart fram hvilken kalkulasjonsrente som er brukt og hvilket nedskrivningstidspunkt som er lagt til grunn for beregningene, dette må også tilpasses norske forhold.

Dette var noen eksempler på ulike forutsetninger. Hvis en får tilpasset modellen til norske forhold, vil dette være et nyttig verktøy.

9 Egenutvikla modell for vurdering av forbikjøringsmuligheter

9.1 Innledning

I eksisterende Håndbok 017 er det gitt krav til antall forbikjøringsmuligheter pr 5 km. Det kan være vanskelig å "telle" antall forbikjøringsmuligheter, og dette begrepet med forbikjøringsmuligheter pr 5 km bør endres. Vi foreslår at en i stedet ser på andel av tida der det er mulig å kjøre forbi.

Vi kan for eksempel si at det er mulig å kjøre forbi i 10 % av tida. Dersom hastigheten er rimelig konstant, så vil en slik andel også gjelde lengden av strekningen.

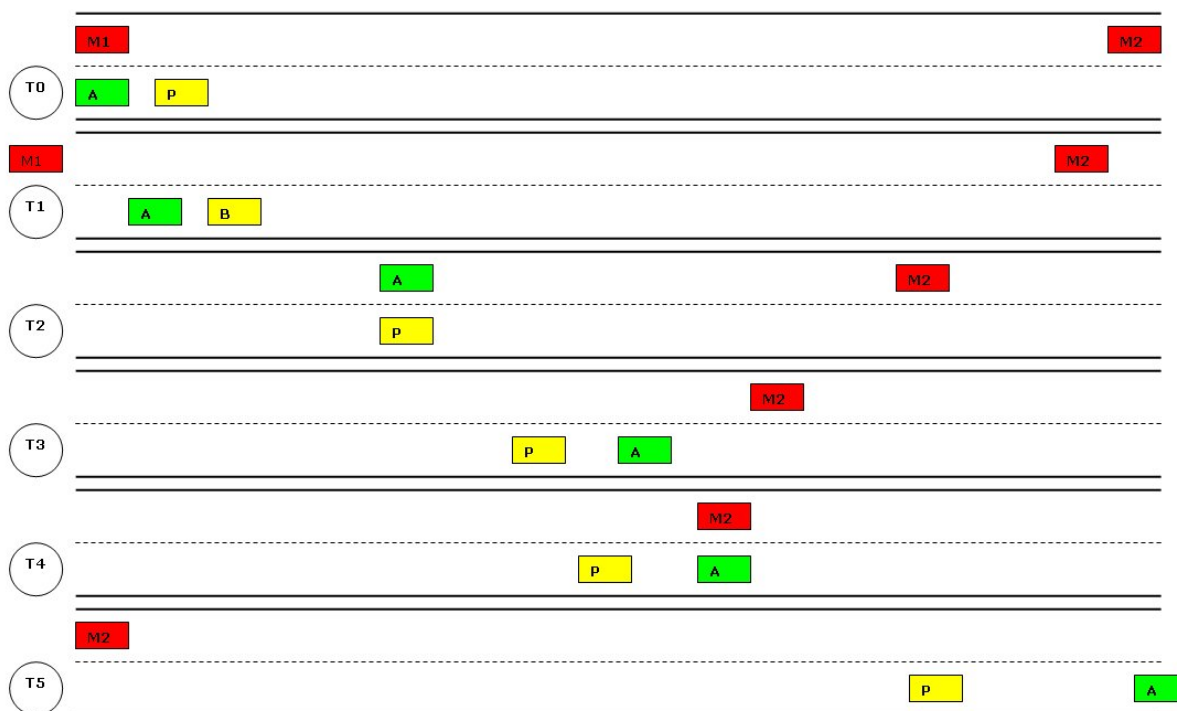
Modellen kan kort oppsummeres i følgende punkter:

1. **Andel av tid med forbikjøringsmulighet sett ut fra trafikkforhold**
Vi tar utgangspunkt i timetrafikk ut fra ÅDT og trafikkvariasjon. Her ser vi på tidsluker i motgående strøm og vurderer om disse er lange nok til at forbikjøring er mulig. Vi får da beregnet andel av tid der det er forbikjøringsmulighet sett ut fra trafikkforholdene.
2. **Andel av tid med forbikjøringsmulighet sett ut fra siktforhold**
Ut fra aktuelle siktforhold og krav til forbikjøringssiktsikt, kan vi finne en andel av strekningen som har forbikjøringssikt. Dersom vi antar konstant hastighet, så vil dette tilsvare andel av tid som det er forbikjøringsmulighet sett ut fra siktforhold.
3. **Andel av tid med forbikjøringsmulighet sett ut fra trafikk- og siktforhold**
Vi antar at motgående kjøretøy ankommer uavhengig av siktforhold, dermed kan vi multiplisere andelene over for å finne en andel der vi tar hensyn til både trafikk og sikt.
4. **Krav til andel av tid med forbikjøringsmulighet**
Ut fra ÅDT, vegens funksjon og ønske om avviklingskvalitet, kan vi sette et krav til at det skal være forbikjøringsmulighet i en viss andel av tida.
5. **Behov for og avstand mellom forbikjøringsfelt**
Dersom forbikjøringstilbudet angitt som tidsandel i punkt 3 er større enn kravet i punkt 4, så er det ikke behov for å bygge forbikjøringsfelt. Men dersom andelen ut fra trafikk og siktforhold er mindre enn kravet, må vi øke andelen med forbikjøringsmulighet ved å bygge forbikjøringsfelt. Lengden av og avstanden mellom forbikjøringsfelt beregnes ut fra at en skal tilfredsstillere kravet om forbikjøringsmulighet i en viss andel av tida.

9.2 Presentasjon av modell for forbikjøring

Nødvendig tidsluke

Skissen i Figur 36 viser de ulike fasene i en forbikjøring.



Figur 36 Prinsippskisse som viser de ulike fasene i en forbikjøring

Følgende kjøretøy er involvert:

Tabell 25 Kjøretøy som er involvert i en forbikjøring

Bil	Farge	Beskrivelse
A	Grønn	Det aktive kjøretøyet, dvs bilen som aktivt foretar forbikjøringen
P	Gul	Det passive kjøretøyet, dvs bilen som blir forbikjørt
M1	Rød	Det første av to møtende kjøretøy
M2	Rød	Det andre av to møtende kjøretøy

Det er altså tidsluken mellom kjøretøy M1 og M2 som A må utnytte til å kjøre forbi P. I vår modell har vi delt inn denne forbikjøringen i 5 faser avgrenset ved tidspunktene T0, T1, T2, T3, T4 og T5. Skissen over viser ”øyeblikksbilder” ved disse tidspunktene, og i tabellen under er det gitt en litt nærmere beskrivelse:

Tabell 26 Karakteristiske tidspunkt i en forbikjøring

Tid	Beskrivelse
T0	Bilene A og M1 møtes
T1	A starter forbikjøringen
T2	A og P er side ved side
T3	A er inne i sitt felt og avslutter forbikjøringen
T4	A møter M2
T5	M2 passerer det punktet langs vegen der A møtte M1

De 6 tidspunktene T0-T5 avgrensar de 5 fasene F1-F5 som vi deler forbikjøringen inn i. Disse fasene kan vi oppsummere slik:

Tabell 27 *Faser i en forbikjøring*

<i>Fase</i>	<i>Fra</i>	<i>Til</i>	<i>Beskrivelse</i>
F1	T0	T1	Fase F1 beskriver en reaksjonstid fra bil A møter bil M1 til han faktisk starter forbikjøringen. I denne fasen har bil A og bil P samme hastighet og konstant avstand.
F2	T1	T2	Fase 2 beskriver tiden fra forbikjøringen starter til det tidspunktet der bil A og bil P er side om side. Bil A har i denne fasen en konstant akselerasjon avhengig av starthastighet. I modellen er det mulig å angi at bil P hjelper til ved å bremse farten med en konstant retardasjon avhengig av starthastighet.
F3	T2	T3	Fase 3 beskriver tiden fra bilene A og P er side om side til forbikjøringen er avsluttet. Bil A har nå lagt seg inn foran bil P i riktig kjørefelt. I modellen har vi antatt at akselerasjonen avsluttes etter fase F2, og i fase F3 kjører derfor begge bilene med konstant hastighet. Bil A har høyere hastighet enn bil P, og forbikjøringen avsluttes når avstanden mellom disse bilene er stor nok.
F4	T3	T4	Fase 4 beskriver en sikkerhetstid fra forbikjøringen er avsluttet til bil A møter bil M2.
F5	T4	T5	Fase 5 beskriver den tiden som bil M2 bruker fra han møter A til han er på det stedet der A i sin tid møtte M1.

Summen av alle fasene F1-F5 angir hvor stor tidsluken i motgående strøm minst må være for bil A kan kjøre forbi bil P med de betingelser som vi angir i modellen. Vi kaller denne tidsluken for TM_OK. Matematisk kan vi beregne TM_OK slik:

$$TM_OK = T5 - T0$$

I modellen ser vi på fordelingen av tidsluker i motgående strøm. En tilfeldig tidsluke i denne strømmen kaller vi TM. Vi får da:

Tabell 28 *Kriterium for forbikjøring*

<i>Betingelse</i>	<i>Konsekvens</i>
TM > TM_OK	Forbikjøring mulig Avstanden mellom møtende kjøretøy er lang nok til at bil A kan kjøre forbi bil P på en sikker måte.
TM < TM_OK	Forbikjøring umulig Avstanden mellom møtende kjøretøy er ikke lang nok til at bil A kan kjøre forbi bil P på en sikker måte.

Vi kan endre en rekke parametere i modellen. Tabellen under viser hvilke verdier vi foreløpig har lagt inn som inngangsdata:

Tabell 29 Parametere som inngår i en forbikjøring

<i>Parameter</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Verdi</i>
VA1	Starthastighet bil A	70 km/t
VP1	Starthastighet bil P	70 km/t
VM	Hastighet for de møtende bilene M1 og M2	80 km/t
AA	Akselerasjon for bil A i fase F2 Angis direkte eller bregnes etter formelen: $AA = 2.0 - (VA1/60)$	0.83 m/s ²
AP	Akselerasjon (retardasjon) for bil P i fase F2 Bør kanskje settes lik 0, slik at P kjører med konstant hastighet? Angis direkte eller beregnes etter formelen: $AP = - (VP1/240)$	-0.29 m/s ²
LA	Lengde av bil A	6 m
LP	Lengde av bil P	6 m
TAP	Tidsavstand fra fronten av A til bakenden av P før forbikjøring	1.5 sek
TPA	Tidsavstand fra fronten av P til bakenden av A etter forbikjøring	1.5 sek
TAM1	Reaksjonstid Tid fra bil A møter bil M1 til forbikjøring starter $TAM1 = T1 - T0$ (lengde av fase F1)	1.5 sek
TAM2	Sikkerhetstid Tid fra forbikjøring avsluttes til bil A møter M2 $TAM2 = T4 - T3$ (lengde av fase F4)	1.5 sek

Her er en kort beskrivelse av de beregningene som gjøres i de ulike fasene:

Tabell 30 Beregninger

<i>Fase</i>	<i>Størrelse</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Beregning</i>
F1	TF1	Lengde av fase F1 (=reaksjonstid)	TAM1
F1	XA1	Utkjørt distanse bil A i fase F1 (fra felles nullpunkt)	$VA1*TF1$
F1	XP1	Utkjørt distanse bil P i fase F1 (fra felles nullpunkt)	$VP1*TF1+VP1*TAP+LP$
F2	XA2	Utkjørt distanse bil A i fase F2	$VA1*TF2+0.5*AA*TF2^2$
F2	XP2	Utkjørt distanse bil P i fase F2	$VP1*TF2+0.5*AP*TF2^2$
F2	TF2	Lengde av fase F2	Finner TF2 slik at $XA1+XA2=XP1+XP2$ (dvs bilene er side om side)
F3	VA	Bil A's hastighet etter fase F2	$VA=VA1+VA1*TF2$
F3	VP	Bil B's hastighet etter fase F2	$VP=VP1+VP1*TF2$
F3	XAP3	Krav til avstand mellom A og P når forbikjøring avsluttes	$VP*TPA+LA$
F3	TF3	Lengde av fase F3	$XAP3/(VA-VP)$
F3	XA3	Utkjørt distanse bil A i fase F3	$VA*TF3$
F3	XP3	Utkjørt distanse bil P i fase F3	$VP*TF3$
F4	TF4	Lengde av fase F4 (=sikkerhetstid)	TAM2
F4	XA4	Utkjørt distanse bil A i fase F4	$VA*TF4$
F4	XP4	Utkjørt distanse bil P i fase F4	$VP*TF4$
F5	XM25	Avstanden som bil M2 må kjøre i fase F5 = avstand bil A har kjørt fra han møter M1 til han møter M2 =	$XA1+XA2+XA3+XA4$
F5	TF5	Lengde av fase F5	$XM25/VM$
	TM_OK	Minste tidsluke i motgående strøm som gjør forbikjøring mulig	$TF1+TF2+TF3+TF4+TF5$

Sannsynlighet for tilstrekkelig tidsluke

Vi antar at tidslukene i motgående strøm følger en eksponensialfordeling. Vi kan da finne sannsynligheten for en tilstrekkelig lang luke etter følgende formel:

$$P(TM > TM_OK) = \exp(-VOLUM2/3600 * TM_OK)$$

der VOLUM2 er trafikkvolumet i retning 2 (dvs motgående strøm) regnet i kjt/time.

I modellen kan vi angi følgende parametere for sammenhengen mellom ÅDT og timetrafikk:

Tabell 31 Sammenheng mellom ÅDT og timetrafikk

<i>Parameter</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Verdi</i>
ÅDT	Årsdøgnetrafikk	
DØGN_%	Angir hvor stor døgnetrafikken er i det døgnet vi betrakter i forhold til ÅDT	100 %
TIME_%	Angir hvor stor timetrafikken er i den timen vi betrakter i forhold til døgnetrafikken	8 %
RETN1_%	Angir andel av timetrafikken som går i retning 1 (dvs den retningen som bilene A og P kjører i)	50 %
RETN2_%	Angir andel av timetrafikken som går retning 2 (dvs den retningen som bilene M1 og M2 kjører i)	50 %
VOLUM2	Angir timetrafikken i retning 2	

Vi får dermed følgende sammenheng mellom timetrafikken i motgående strøm og ÅDT:

$$VOLUM2 = \text{ÅDT} * (\text{DØGN_}/100) * (\text{TIME_}/100) * (\text{RETN2_}/100)$$

Vi kan videre definere følgende størrelser:

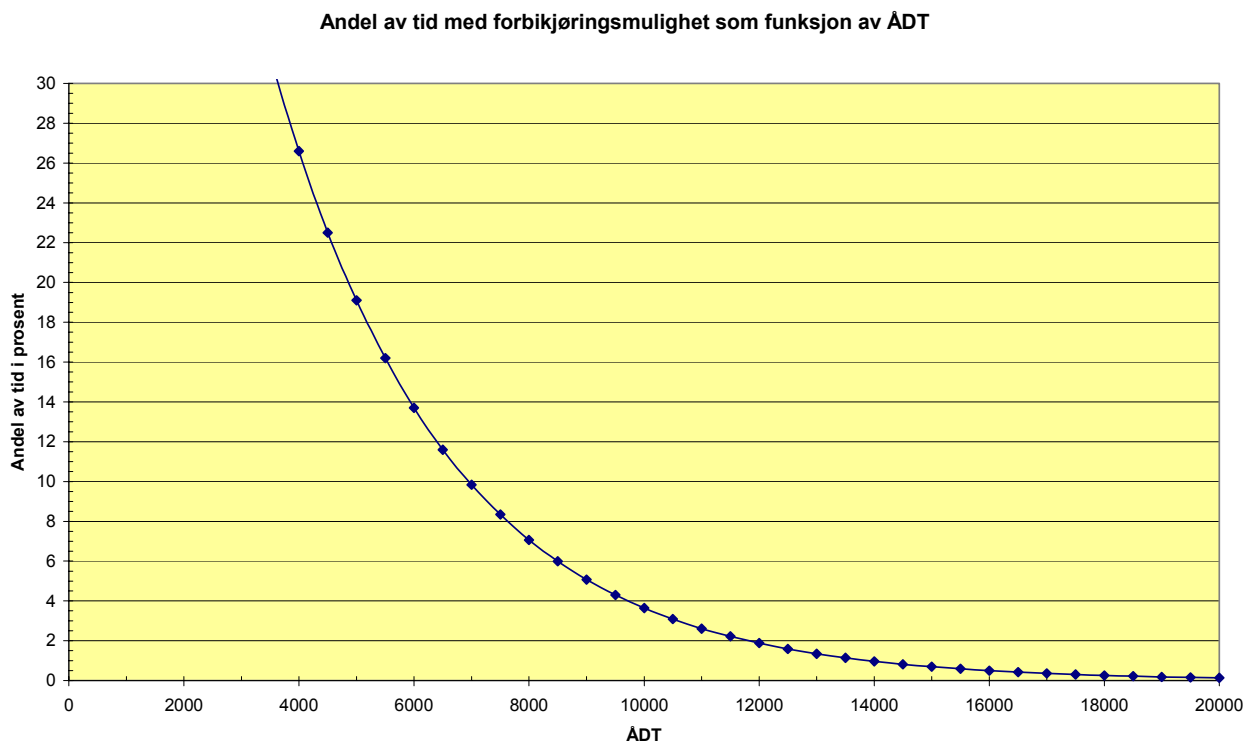
Tabell 32 Andel av tid med forbikjøringsmulighet

<i>Størrelse</i>	<i>Konsekvens</i>
PF_TRAFIKK	Andel av tida der det er forbikjøringsmulighet når vi bare tar hensyn til motgående trafikk (og ikke siktforhold)
PF_SIKT	Andel av tida der det er forbikjøringsmulighet når vi bare tar hensyn til siktforhold (og ikke motgående trafikk)
PF	Andel av tida der det er forbikjøringsmulighet når vi tar hensyn til både motgående trafikk og siktforhold PF = PF_TRAFIKK * PF_SIKT

Den beregnede sannsynlighet for en tilstrekkelig lang tidsluke i motgående strøm kan tolkes som den andelen av tida det er mulig å kjøre forbi når en kun tar hensyn til trafikken, det vil si:

$$PF_TRAFIKK = P(TM > TM_OK)$$

Denne modellen gir følgende sammenheng mellom ÅDT og PF_TRAFIKK:



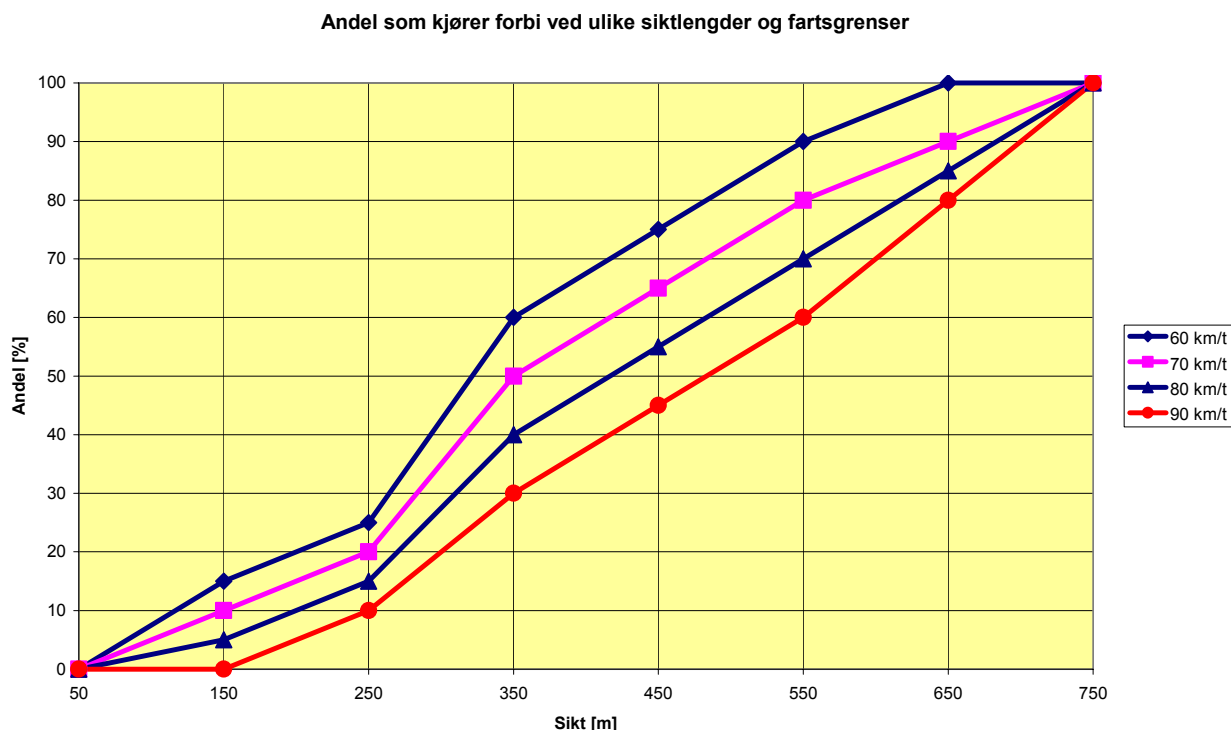
Figur 37 *Andel av tid med forbikjøringsmulighet som funksjon av ÅDT*

Siktforhold

I tillegg må vi som sagt ta hensyn til siktforholdene. I praksis vil ulike førere ha ulike krav til sikt når de starter en forbikjøring. Vi deler opp strekningen i ulike siktklasser og antar følgende fordeling for andelen som kjører forbi ved ulike siktlengder og fartsgrenser. Denne andelen må tolkes som andel av de som ”ønsker å kjøre forbi” og er på utkikk etter en forbikjøringsmulighet. Vi kaller andelen for PF_SIKT_FART

Tabell 33 Andel i % som kjører forbi avhengig av siktlengde og fartsgrense

Siktlengde		Fartsgrense			
Fra	Til	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90 km/t
0	100	0	0	0	0
100	200	15	10	5	0
200	300	25	20	15	10
300	400	60	50	40	30
400	500	75	65	55	45
500	600	90	80	70	60
600	700	100	90	85	80
700	-->	100	100	100	100



Figur 38 Andel i % som kjører forbi avhengig av siktlengde og fartsgrense

For en aktuell vegstrekning finner vi en fordeling på de ulike siktklassene. Denne fordelingen kalles SIKT_FORDELING og uttrykker hvor stor andel av vegstrekningen som faller innenfor en siktklasse.

Vi kan da vekte andelene innenfor hver siktklasse og finne et uttrykk for sannsynlighet for forbikjøring ut fra siktforhold. Denne verdien kalles PF_SIKT.

$PF_SIKT = \text{Sum av } (PF_SIKT_FART * SIKT_FORDELING)$ for alle siktklasser

Eksempel:

Fartsgrense 70 km/t og fordelingen på ulike siktklasser går fram av tabellen under.

Tabell 34 Eksempel på beregning av PF_SIKT

Sikt fra	Sikt til	PF_SIKT_FART	SIKT_FORDELING	PF_SIKT
0	100	0	0.00	0.0
100	200	10	0.10	1.0
200	300	20	0.20	4.0
300	400	50	0.20	10.0
400	500	65	0.30	19.5
500	600	80	0.10	8.0
600	700	90	0.10	9.0
700	-->	100	0.00	0.0
				51.5

I dette eksempelet kan førerne kjøre forbi i 51.5% av strekningen dersom en bare tar hensyn til siktforhold og ikke motgående trafikk. Vi antar at hastigheten er konstant inne på strekningen. Da vil andel av strekningen være det samme som andel av tiden.

Forbikjøringsmulighet vurdert ut fra forbikjøringssikt og andel trafikk i mot

Vi har nå beregnet:

- andel av tiden der en kan kjøre forbi når en bare tar hensyn til trafikk (PF_TRAFIKK)
- andel av tiden der en kan kjøre forbi når en bare tar hensyn til sikt (PF_SIKT)

Vi antar at disse sannsynlighetene er uavhengig av hverandre, det vil si at møtende trafikk ankommer uavhengig av siktforholdene. Da kan den totale andelen av tida der det er forbikjøringsmulighet beregnes som:

$$PF = PF_TRAFIKK * PF_SIKT$$

PF uttrykker andel av tida med forbikjøringsmulighet når vi tar hensyn til både trafikk- og siktforhold. Denne andelen kan vurderes i forhold til de krav vi måtte sette til en slik verdi.

9.3 Behov for forbikjøringsfelt

For å illustrere hvordan dette kan brukes til å finne behov for bygging av forbikjøringsfelt så kan vi definere følgende størrelser:

Tabell 35 Parametre i forbindelse med forbikjøringsfelt

Størrelse	Beskrivelse
L_EFF	Effektiv lengde der en kan starte forbikjøring i løpet av et forbikjøringsfelt. Vi kan for eksempel anta at et ”standard forbikjøringsfelt” kan ha en lengde på ca 800 meter. Dersom vi regner med at en forbikjøring tar 300 meter, så vil den effektive lengden for å starte en forbikjøring inne på en slik strekning være 500 meter, dvs L_EFF=500 m.
AVSTAND	Gjennomsnittlig avstand mellom forbikjøringsfelt
PF_KRAV	Et krav til andel av tida der det skal være forbikjøringsmulighet når vi bare tar hensyn til både motgående trafikk, siktforhold og forbikjøringsfelt. Et rimelig krav kan for eksempel være at en strekning skal ha forbikjøringsmulighet i minst 5% av tida, dvs PF_KRAV >= 5 %, se ellers vurdering på neste side.
PF_FELT	Andel av tida med forbikjøringsmulighet på grunn av forbikjøringsfelt: $PF_FELT = L_EFF / AVSTAND * 100$

Vi kan da gjøre følgende vurderinger omkring behovet for forbikjøringsfelt:

Tabell 36 Behov for forbikjøringsfelt

Betingelse	Konsekvens
PF > PF_KRAV	Forbikjøringsfelt unødvendig Dersom andelen av tida med forbikjøringsmulighet (vurdert ut fra trafikk og siktforhold) er større enn kravet, så er det ikke behov for å bygge forbikjøringsfelt.
PF < PF_KRAV	Forbikjøringsfelt bør bygges Dersom andelen av tida med forbikjøringsmulighet (vurdert ut fra trafikk og siktforhold) er mindre enn kravet, så må vi bygge forbikjøringsfelt for å øke denne andelen opp til kravet. $PF_FELT = PF_KRAV - PF$
AVSTAND	Gjennomsnittlig avstand mellom forbikjøringsfelt kan beregnes slik $AVSTAND = L_EFF / PF_FELT * 100$

Vi har foreslått følgende krav til andel av tid med forbikjøringsmulighet:

Tabell 37 *Krav til andel tid med forbikjøringsmulighet*

ÅDT	Krav	Begrunnelse
0-2000	5 %	Ved svært liten trafikk (ÅDT<1500) vil behovet for forbikjøring være lite, men vi har likevel satt et krav på 5%. Dette kravet kan fravikes dersom det er vanskelig å oppfylle det ut fra siktforholdene på strekningen. I så fall bør en sikre at det finnes muligheter til å slippe forbi annen trafikk.
2000-7000	5 % - 10%	Etter hvert som trafikken øker, er det flere som ønsker å kjøre forbi. Det foreslås derfor en lineær økning i andel av tid med forbikjøringsmulighet opp til ÅDT= 7000
Over 7000	10 %	Ved ÅDT over 8000 skal det normalt bygges midtdeler på 2-feltsveg. På slike veger må derfor all forbikjøring løses med egne forbikjøringsfelt. Det kan argumenteres med at det vil være liten nytte i å kjøre forbi dersom trafikken blir svært stor. Derfor burde kanskje kravet reduseres ved høy ÅDT? På den annen side vil det være stor trafikkvariasjon og konsekvensen av manglende forbikjøringsmulighet kan være større på slike veger. Derfor har vi opprettholdt kravet på 10%.

Vedlagte tabell (Figur 39) gir et utkast til anbefaling når det gjelder avstand mellom forbikjøringsfelt som funksjon av:

- ÅDT
- Andel av strekningen med forbikjøringssikt
- Krav til andel av strekningen med forbikjøringsmulighet

Eksempel 1:

2-feltsveg uten midtdeler med ÅDT lik 7000 kjt/døgn. ÅDT på 7000 gir at det vil være forbikjøringsmulighet i 9.8 % av tida dersom vi bare tar hensyn til trafikken (PF_TRAFIKK=9.8%).

Ved gitt siktfordeling og fartsgrense kan vi for eksempel beregne en andel av tida med forbikjøringsmulighet ut fra siktforhold (PF_SIKT) på 20%. Når vi tar hensyn til både trafikk og sikt, får vi beregnet en andel av tida der det er reell forbikjøringsmulighet:

$$PF = 9.8\% * 20\% = 2\%$$

Denne andelen (PF=2%) er mindre enn kravet (PF_KRAV=10%). Vi må da bygge forbikjøringsfelt som øker andelen fra 2% til 10%. $PF_FELT=PF_KRAV-PF = 10\% - 2\% = 8\%$

Vi antar ”standard forbikjøringsfelt” der en kan starte forbikjøringen over en lengde på 500 meter, det vil si $L_EFF=500$ m. Gjennomsnittlig avstand mellom forbikjøringsfelt blir da:

$$AVSTAND = L_EFF / PF_FELT * 100 = 500 / 8 * 100 = 6250 \text{ meter} = 6.25 \text{ km}$$

Dette kan vi se direkte fra høyre side i tabellen. Det må altså bygges et slikt forbikjøringsfelt pr 6,25 km for å tilfredsstille kravet om at det skal være forbikjøringsmulighet i 10% av tida.

Kommentar:

Ved å benytte lengre forbikjøringsfelt, vil avstanden mellom de kunne økes. Behovet for forbikjøringsfelt blir også mindre hvis det er mulig å øke andel av strekning med forbikjøringsikt, f.eks ved å gjøre noe med sideterreng, vegetasjon eller linjeføring.

Eksempel 2:

ÅDT 12.000 kjt/døgn med midtdeler. Her må all forbikjøring løses ved å bygge forbikjøringsfelt, dvs at PF_FELT må settes lik PF_KRAV på 10%. På grunn av midtdeleren blir det uinteressant å ta hensyn til motgående trafikk og siktforhold. Avstanden mellom to ”standard forbikjøringsfelt” blir da:

$$AVSTAND = L_EFF / PF_FELT * 100 = 500 / 10 * 100 = 5 \text{ km}$$

Det må altså bygges et forbikjøringsfelt (med effektiv lengde for start av forbikjøring på 500 meter) pr 5 km. Dette vil medføre at det blir forbikjøringsmulighet i 10% av tida.

Forenklet modell for forbi kjøring på tofeltsveg											Avstand i km mellom forbi kjøringssfelt med 500 meter effektiv lengde for start av forbi kjøring										
Ver 094 / 01.03.2004, (C) SINTEF Aaa											Andel av strekningen med forbi kjøringssikt [prosent] -->										
Andel av strekningen med forbi kjøringssikt [prosent] -->											Andel av strekningen med forbi kjøringssikt [prosent] -->										
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
ADT	Krav	prosent																			
kf/dagn	prosent																				
0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0	95,0	100,0	
0,0	4,2	8,5	12,7	16,9	21,2	25,4	29,6	33,9	38,1	42,4	46,6	50,8	55,1	59,3	63,5	67,8	72,0	76,2	80,5	84,7	
0,0	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,5	25,1	28,7	32,3	35,9	39,5	43,1	46,7	50,3	53,9	57,4	61,0	64,6	68,2	71,8	
0,0	3,0	6,1	9,1	12,2	15,2	18,2	21,3	24,3	27,4	30,4	33,4	36,5	39,5	42,6	45,6	48,6	51,7	54,7	57,8	60,8	
0,0	2,6	5,2	7,7	10,3	12,9	15,5	18,1	20,6	23,2	25,8	28,4	31,0	33,5	36,1	38,7	41,3	43,9	46,4	49,0	51,6	
0,0	2,2	4,4	6,6	8,7	10,9	13,1	15,3	17,5	19,7	21,9	24,0	26,2	28,4	30,6	32,8	35,0	37,1	39,3	41,5	43,7	
0,0	1,9	3,7	5,6	7,4	9,3	11,1	13,0	14,8	16,7	18,5	20,4	22,2	24,1	25,9	27,8	29,6	31,5	33,3	35,2	37,0	
0,0	1,6	3,1	4,7	6,3	7,9	9,4	11,0	12,6	14,1	15,7	17,3	18,8	20,4	22,0	23,6	25,1	26,7	28,3	29,8	31,4	
0,0	1,3	2,7	4,0	5,3	6,7	8,0	9,3	10,6	12,0	13,3	14,6	16,0	17,3	18,6	20,0	21,3	22,6	23,9	25,3	26,6	
0,0	1,1	2,3	3,4	4,5	5,6	6,8	7,9	9,0	10,1	11,3	12,4	13,5	14,6	15,8	16,9	18,0	19,1	20,3	21,4	22,5	
0,0	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,7	6,7	7,6	8,6	9,6	10,5	11,5	12,4	13,4	14,3	15,3	16,2	17,2	18,1	19,1	
0,0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3	8,1	8,9	9,7	10,5	11,3	12,2	13,0	13,8	14,6	15,4	16,2	
0,0	0,7	1,4	2,1	2,7	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,5	8,2	8,9	9,6	10,3	11,0	11,6	12,3	13,0	13,7	
0,0	0,6	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,6	5,2	5,8	6,4	7,0	7,5	8,1	8,7	9,3	9,9	10,4	11,0	11,6	
0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	8,9	9,3	9,8	
0,0	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	
0,0	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	
0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	
0,0	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1	
0,0	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	
0,0	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6	
0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	
0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	
0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	
0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	
0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	
0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	
0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3															

9.4 Forbislippingslomme

Bruk av forbislippingslommer vil være med å bedre mulighetene for forbikjøring. For å kunne beregne bidraget fra disse, må det vurderes hvor lang strekning med forbikjøringsmulighet de tilsvarer.

Vi har i denne rapporten ikke gjort noe vitenskapelig vurdering av dette. Vi antar at disse feltene blir benyttet i 1/3 av alle situasjoner der et kjøretøy ønsker å kjøre forbi kjøretøyet foran, dvs utnyttelsesgrad (FL_UTN) til å være 1/3. Videre antar vi at lengden (FL_LEN) har betydning for hvor mange forbikjøringer som foregår pr forbislippingsfelt.

Som en enkel regel definerer vi derfor forbislippingslommenes bidrag til total lengde med forbikjøringsmulighet til å være $1/3 * FL_LEN$.

Ett forbislippingsfelt på 150 meter på en 5 km-strekning vil dermed gi et bidrag på 50 meter til total forbikjøringsmulighet. Dette vil tilsvare forbikjøringsmulighet i 1% av tida.

9.5 Sammenligning med eksisterende Håndbok 017

Forbikjøringsmuligheter

Et krav om en forbikjøringsmulighet per 5 km-strekning er i teorien, hvis det ikke tas hensyn til motgående trafikk, oppfylt hvis det er en delstrekning med forbikjøringsikt innenfor hver 5 km-strekning. Det er med andre ord nok at vi har forbikjøringsikt i 1 meter, dvs andel av strekning med forbikjøringsikt kan være tilnærmet 0.

Hvis vi skal ta hensyn til motgående trafikk ser vi ut fra Figur 39 at ved ÅDT 2000 får en utnytte ca halvparten av mulighetene tatt i betraktning de forutsetninger om trafikkfordeling vi har gjort.

Når det angis 2 og 3 muligheter pr 5 km-strekning er det i tillegg uklart når en "lang" mulighet går over til å være to muligheter.

Ved å angi krav til andel av tid som skal ha forbikjøringsmulighet, og ved at det tas hensyn til møtende trafikk, vil vi få et mer entydig krav å forholde oss til.

Forbikjøringsmodellen

Selve forbikjøringsmodellen (modell for beregning av forbikjøringsikt/forbikjøringsluke) bygger stort sett på de samme prinsippene som eksisterende modell, men det er likevel en del endringer:

Tabell 38 Sammenligning av forbikjøringsmodell

<i>Parameter</i>	<i>Eksisterende modell</i>	<i>Ny modell</i>
Akselerasjon	Det aktive kjøretøyet akselererer under hele forbikjøringen. Slutthastigheten kan dermed bli relativt høy.	Det aktive kjøretøyet akselererer inntil det er side om side med det passive kjøretøyet. Deretter fortsetter det i konstant hastighet.
Retardasjon	Det passive kjøretøyet holder	Det er mulig å angi at det passive

	konstant hastighet.	kjøretøyet slakker ned på farten for å hjelpe til under forbikjøringen.
Reaksjonstid	Reaksjonstiden er satt til 3 sekunder fra det aktive kjøretøyet møter et møtende kjøretøy til forbikjøringen starter.	Vi har redusert denne tiden til 1.5 sekund da vi regner med at en forbereder en del av prosessen samtidig med at en møter et møtende kjøretøy.
Sikkerhetstid	I den eksisterende modellen er det ikke lagt inn sikkerhetstid etter forbikjøring. Forbikjøringen avsluttes samtidig med at det aktive kjøretøyet møter et møtende kjøretøy.	Vi har lagt inn en sikkerhetstid på 1.5 sekund fra forbikjøringen avsluttes til en møter et møtende kjøretøy.
Avstand mellom kjøretøy	Her brukes en empirisk sammenheng som gir avstand mellom kjøretøy. I praksis tilsvarer dette en relativt kort tidsluke på 1.0-1.5 sekunder før og etter forbikjøring.	Vi har angitt en tidsluke på 1.5 sekunder mellom kjøretøyene før forbikjøring og en tilsvarende luke som betingelse for at forbikjøring er avsluttet. I tillegg har vi angitt lengde av kjøretøyene for å se på effekten av å kjøre forbi et vogntog eller flere biler etter hverandre (multippel forbikjøring).
Hastighet	I eksisterende modell tar en utgangspunkt i at det passive kjøretøyet holder en hastighet 15% lavere enn trafikkhastigheten. Det møtende kjøretøyet holder en hastighet lik dimensjonerende hastighet.	I vår modell kan vi fritt angi hastighet både for det aktive, passive og møtende kjøretøyet.

Konsekvenser for forbikjøringssikt:

Det er vanlig å anta at en forbikjøring kan avbrytes inntil det tidspunktet der det aktive og passive kjøretøyet er side om side. Lengden som det møtende kjøretøyet kjører i løpet av tiden fra en er side om side til forbikjøring er avsluttet inngår derfor i begrepet forbikjøringssikt.

På grunn av litt andre betingelser vil den nye modellen stort sett gi litt strengere verdier for forbikjøringssikt. Dette skyldes særlig at vi har lagt inn en sikkerhetstid fra forbikjøringen avsluttes til en møter et møtende kjøretøy. I tillegg avslutter det aktive kjøretøyet akselerasjonen i det kjøretøyene er side om side med hverandre. I den eksisterende modellen fortsetter akselerasjonen under hele forbikjøringen og slutthastigheten kan bli urealistisk høy.

10 Konklusjoner og anbefalinger

På bakgrunn av egen modell, gjennomgang av utenlandske vegnormaler, gjennomgang av rapportene fra New Zealand, analyse av ulykkesregisteret i VDB og noen praktiske erfaringer, har vi kommet fram til en del anbefalinger i forhold til håndtering av forbikjøring i Håndbok 017.

10.1 Generelt

Det bør være et balansert forhold mellom forbikjøringsmuligheter og det ønsket/behovet det er for å kunne foreta forbikjøring. For dårlig tilbud i forhold til etterspørsel vil kunne føre til dårlig avviklingskvalitet, frustrerte bilførere og forsinkelser/tidstap. Dette kan igjen medføre stygge forbikjøringer, høy hastighet for å ”ta igjen det tapte”, hvilket igjen kan medføre ulykker. For godt utbygde muligheter for forbikjøring vil i praksis si investeringer som har liten eller ingen nytte.

I følge vår analyse av ulykker registrert i VDB 1999 og 2000 utgjør forbikjøringsulykkene 3,7% av alle personskadeulykkene på landeveg. Av alvorlige ulykker utgjør forbikjøringsulykkene 4,4%. Lignende resultat framkommer også i annen litteratur.

Ulykkene i forbindelse med forbikjøring fordeler seg på mange ulike kategorier, alt fra påkjøring av sykkelister til front mot front kollisjoner. Det vil være ulike tiltak som er aktuelle for å redusere de forskjellige ulykkestypene.

Egne analyser av Straks-ulykkesregisteret peker i retning av at strekninger med forbikjøringsfelt har lavere ulykkesfrekvens enn strekninger med bare 2-felt. Analyser fra New Zealand viser samme tendens. Forbikjøringsfelt i stigning ser ut til å ha stor sikkerhetsgevinst.

Gode forbikjøringsmuligheter medfører at kjøretøyene kan opprettholde egen valgt hastighet i større andel av tida, mens andelen av tida en er tvunget til å holde hastigheten til forankjørende reduseres. De som kjører på vegen vil da bli mer tilfreds og få en mer avslappet kjørestil, hvilket også virker positivt i forhold til trafiksikkerhet. På den andre siden er det en fare for at gjennomsnittlig fartsnivå blir høyere. Det er forholdsvis udiskutabelt at økning av fartsnivå medfører økning i ulykkestall. Dette understrekes blant annet i ”Trafiksikkerhetshåndbok” (Elvik, Mysen, og Vaa 1997)

Det kan konkluderes med at god tilrettelegging for forbikjøring på 2-feltsveger er gunstig i forhold til vegens avviklingskvalitet. Mye tyder på at det også totalt sett gir en klar trafiksikkerhetsgevinst. Tiltak for å holde fartsnivået nede vil forsterke denne effekten. Forbikjøringsulykkene utgjør en forholdsvis liten andel av alle ulykker på landeveg, det vil derfor i utgangspunktet være et begrenset potensial for ulykkesreduksjon.

10.2 Forbikjøringsmulighet

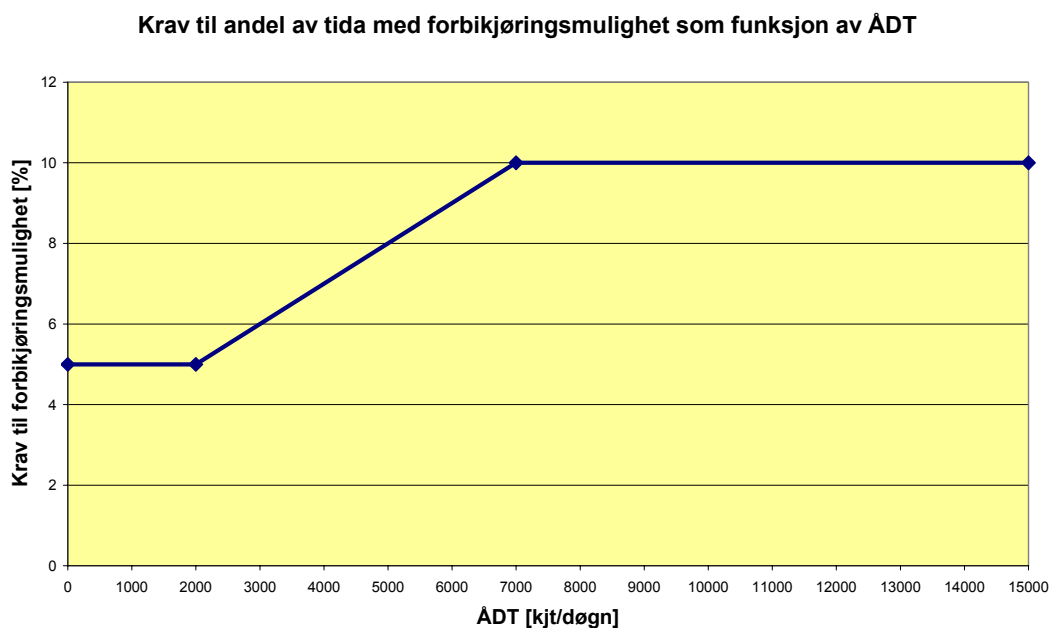
Modellen i kapittel 9 gir et mål på forbikjøringstilbudet ut fra vegens siktforhold og trafikk i mot. Forbikjøringsfelt og forbislippingslommer kan legges til. Forbikjøringsmuligheten angis som andel av tida det er sikker forbikjøringsmulighet.

I modellen har vi også foretatt en vurdering av hva som er et optimalt tilbud til forbikjøring. Vi har definert dette til å være en funksjon av ÅDT. Ved lav ÅDT er det liten etterspørsel etter å kjøre forbi. Etter hvert som trafikkmengden øker vil også etterspørselen etter å kunne kjøre forbi øke. Når trafikken blir tett, vil etterspørselen igjen avta, da det er lite tid å spare på å kjøre forbi.

I tillegg til å være avhengig av ÅDT, vil spredning av hastighet ha betydning for hvor mange potensielle forbikjøringer det kan bli. Spredning av hastighet er størst i stigning og på veg med dårlig kurvatur. Andel av trafikk i ulike kjøretøykategorier (tunge/lette/camping osv) har også betydning for spredning av kjøretøyenes hastighet. Vi ser for oss at en mulig videreutvikling av modellen i kapittel 9 kan være å beregne behov for forbikjøring ut fra kriterier som andel tungtrafikk, vegens kurvatur, trafikkmengde mm. Som basis for dette vil det være interessant å gjøre undersøkelser av norske bilførere.

Vi har vurdert etterspørsel etter forbikjøring på basis av tall fra andre land og egne vurderinger. Vi tror kanskje det er mindre etterspørsel etter forbikjøring i Norge enn i en del andre land, i og med at fartsgrensen i Norge er så pass lav at en stor andel av tunge kjøretøy klarer å opprettholde et akseptabelt fartsnivå.

Krav til forbikjøringsmulighet er gjengitt i Figur 40. Dette er ment som et forslag som kan være utgangspunkt for å diskutere seg fram til endelige krav i Håndbok 017. Ved hjelp av modellen vil vi lett kunne se konsekvensene av de krav vi stiller til forbikjøringsmulighet.



Figur 40 *Krav til andel av tida med forbikjøringsmulighet som funksjon av ÅDT*

Se for øvrig kapittel 9.3, Tabell 37

I modellen i kapittel 9 har vi gjort en rekke valg av forutsetninger. Disse valgene er ment som forslag basert på egne vurderinger. Noe av hensikten med denne modellen er at det skal være mulig å gjøre endringer i forutsetningene for å se hvordan dette påvirker resultatene.

10.3 Forbikjøringssikt

Det har tradisjonelt vært tenkt at det må være forbikjøringssikt for at det skal være mulig å foreta en forbikjøring. Forbikjøringssikt er den distansen en må kunne se framover for at det skal være mulig å foreta en forbikjøring uten å kolliderer med møtende kjøretøy ut fra visse forutsetninger.

I praksis er denne lengden avhengig av en rekke faktorer. Vi kan nevne:

- hastigheten til passivt kjøretøy
- hastighet til møtende kjøretøy
- kjøretøyets akselerasjonsevne
- gir-valg og hvor fort en skifter gir
- sikkerhetsmarginer til møtende kjøretøy og til passivt kjøretøy
- lengde av passivt kjøretøy
- vegens stigning
- vær- og føre forhold
- tid det tar å bestemme seg
- lys/mørke
- hvor kjent en er på vegen
- hvor hjelpsom passivt kjøretøy er
- hvilken fart aktivt kjøretøy har i startfasen mm.

I stedet for å operere med en bestemt verdi for forbikjøringssikt har vi foreslått en noe annen angrepsvinkel. Vi har satt opp en stipulert oversikt som viser hvor stor andel av de som ønsker å kjøre forbi, som faktisk kjører forbi ved ulike kategorier av siktlengde. Denne andelen vil også være avhengig av vegens fartsgrense, da det trengs kortere sikt for å kjøre forbi ved lavt fartsnivå enn ved høyt fartsnivå. Vurderingene bygger på hvilken forbikjøringssikt som benyttes i andre lands normaler, samt egne følsomhetsberegninger av forbikjøringslengde med varierende valg av hastighet på møtende, aktivt og passivt kjøretøy, videre er møtesikt tatt med i vurderingene.

Det beregnes hvor stor andel av en f. eks 5-km strekning som har sikt i kategoriene 0-100 meter, 100-200 meter, 200-300 meter osv.

Kravet til forbikjøringssikt blir dermed et krav til total sikt, der strekninger med lang sikt vektet tyngre enn strekninger med kort sikt.

Tabell 39 viser en oppstilling av forbikjøringssikt m.m. beregnet ut fra ulike forutsetninger for ulike dimensjonerende fartsgrenser. Disse tallverdiene er litt av grunnlaget for hvor stor andel av de som ønsker å kjøre forbi vi antar kjører forbi ved ulike siktforhold. Jfr Tabell 33.

Tabell 39 Noen størrelser som grunnlag for vurdering av forbikjøringssikt

Dimensjonerende fartsgrense	60	70	80	90
1. Forbikjøringssikt i 017 (avlest for dimensjonerende fart 10 km/t høyere enn dimensjonerende fartsgrense)	400	400	450	450
2. Forbikjøringssikt stamveg	500	500	500	500
3. Eksempel med ”kritisk situasjon”. Jfr Tabell 14. (Møtende kjøretøy har fart 15% over fartsgr., passivt ligger 10% under. Beregnet med ”017-metode”)	288	400	521	600
4. Eksempel med ”gjennomsnittlig situasjon”. Jfr eksempel i Tabell 29 (Møtende kjøretøy holder fartsgrense, passivt ligger 10% under). Beregnet med ny metode	310	370	440	510
5. Møtesikt		170	220	280

Det er noen mindre avvik mellom beregningsmodellen som ligger til grunn for forbikjøringssikt i Håndbok 017 og modellen vi presenterte i forrige kapittel. Disse forskjellene er vist i Tabell 38.

Bilførere som er godt kjent på vegen, er godt kjent med egne ferdigheter og bilens egenskaper, samt har bil med god akselerasjonsevne vil kunne foreta forbikjøring ned siktforhold ned mot møtesikt. I den andre enden av skalen finner vi biler med dårlig akselerasjon, bilførere som er usikre på egne ferdigheter og er ukjent på vegen slik at hastigheten i starten er lik hastigheten til det kjøretøyet som skal kjøres forbi.

Forbikjøringssikt i utenlandske vegnormaler ligger nokså samlet rundt 400-600 meter avhengig av dimensjonerende fart. Vegnormalene på New Zealand er imidlertid et unntak, her settes forbikjøringssikt lik møtesikt.

Mye tyder på at veger med gode siktforhold er sikrere enn veger med dårlige siktforhold. Ulike undersøkelser viser derimot noe sprikende resultat i forhold til dette.

10.4 Forbikjøringsfelt i stigning

Flere lands vegnormaler trekker fram at forbikjøringsfelt i stigning virker positivt i forhold til trafiksikkerhet.

Figuren i Håndbok 017 som viser akselerasjon og retardasjon for tunge kjøretøy i stigning stemmer bra med andre lands normaler, bortsett fra de amerikanske vegnormalene (AASHTO 2001). I disse har en lagt atskillig kraftigere kjøretøy til grunn, dette betyr igjen at det skal kraftigere stigning til i USA før det er aktuelt med forbikjøringsfelt i stigning i forhold til de andre landene.

Når det gjelder kriterium for start og slutt av stigningsfelt, er fartsendring på 15 km/t brukt i de fleste landene. Dette er begrunnet ut fra et trafiksikkerhetsaspekt.

Det er noe ulik angrepsmåte i forhold til hvilke trafikkmengder det må være for at det skal være aktuelt med forbikjøringsfelt i stigning. I Alberta i Canada er kravet satt ut fra krav om ÅDTT på 150. Med 10% andel av tungtrafikk tilsvarer det ÅDT på ca 1500. Dette er noe lavere enn Norge. Flere av de andre landene vurderer dette ut fra servicenivå.

På bakgrunn av at forbikjøringsfelt i stigning er et effektivt tiltak i forhold til både trafikksikkerhet og trafikkavvikling, vil vi vurdere å redusere terskelen for å innføre dette. Grenseverdi for når det skal være forbikjøringsfelt bør settes som funksjon av ÅDT, ÅDTT og en vurdering av hvor mye campingtrafikk det er.

Vi ser ikke noe grunn til å fire på kravene til forbikjøringsfelt i stigning. Vi vil anbefale at et akselerasjons/retardasjonsdiagram basert på motorkraft på 180 kg/kW legges til grunn (ca det som ligger til grunn i dag. Figuren i Håndbok 017 kan gjerne skiftes ut med en tydeligere figur.

Dagens normaler er noe uklare i forhold til verbbruk. Vi anbefaler at det benyttes ”skal” i forhold til forbikjøringsfelt i stigning.

Nedoverbakker

Tunge kjøretøy kan normalt ikke ha større hastighet nedover en bakke enn den hastigheten de klarer å holde oppover bakken. Dette tilsier at det også i nedoverbakker er behov for forbikjøringsfelt.

Forbikjøringsstrekning i nedoverbakke vil på grunn av bedre akselerasjonsmulighet bli kortere enn tilsvarende forbikjøringsstrekning i oppoverbakke. Det er derfor mer behov for forbikjøringsfelt i oppoverbakke enn i nedoverbakke. Med andre ord bør det først anlegges forbikjøringsfelt i oppoverbakke, deretter kan det vurderes om det også skal legges i nedoverbakke.

10.5 Forbikjøringsfelt generelt

Bruk av forbikjøringsfelt er et effektivt virkemiddel for å bedre forbikjøringsmulighetene på en veg. Studier På New Zealand viser store nyttegevinster av å bruke slike felt. I vårt eksempel viste det n/k-forhold på 3,5 og 1,5 for henholdsvis slakt terreng og fjellterreng. Det største nyttebidraget kom fra sparte tidskostnader.

Rapportene fra New Zealand peker i retning av at det kan være en viss ulykkesøkning de første 2 kilometrene etter slike felt, mest sannsynlig pga større fart. Bortsett fra det så det ut som forbikjøringsfelt hadde en positiv innvirkning på sikkerheten. Det viste seg særlig at kombinasjon av linjeutretting og nytt forbikjøringsfelt hadde positiv effekt.

Undersøkelsene fra VDB, og undersøkelsene fra New Zealand peker begge i retning av at ulykkesfrekvensen er mindre på veger med 3-felt enn på veger med 2 felt. Data fra VDB antyder korte forbikjøringsfelt kommer dårligere ut enn lange, undersøkelsene fra New Zealand konkluderer motsatt. Det er små datamengder i begge disse undersøkelsene, i tillegg er det benyttet ulike metodikk. Det trengs mer materiale for å kunne konkludere på dette.

Det er i de ulike lands vegnormaler gitt mange gode råd for bruk av forbikjøringsfelt. Mange av disse kan benyttes i norske vegnormaler.

Det blir fra flere hold advart mot å ha enkeltstående forbikjøringsfelt etter en lang strekning uten forbikjøringsmulighet. Dette kan føre til økt hastighetsnivå og skaper fare for ulykker.

Det gis noe ulike anbefalinger til lengde av forbikjøringsfelt. I vegnormalene i Canada og New Zealand anbefales det lengde på 1,5-2 km, begrunnet med at dette er mest optimalt mht trafikkavvikling. Det ser ellers ut for at 800 meter benyttes som en nedre grense i flere lands normaler. Korte forbikjøringsfelt vil være lettere å tilpasse i terrenget enn lange forbikjøringsfelt. Lange forbikjøringsfelt kan medføre større fartsnivå. Det er lang strekning å øke farten på. I tillegg kan det være fristende å prøve å kjøre forbi kjøretøy som en ser lengre framme. På bakgrunn av dette vil vi anbefale at lengde av forbikjøringsfelt bør ligge i området 800-1500 meter.

Vi anbefaler at avstand mellom forbikjøringsfelt (avstand fra slutt av ett forbikjøringsfelt til start for neste) ligger i området 4 – 9 km. For lang avstand vil medføre at større andel av forbikjøringene vil foregå mellom forbikjøringsfeltene. I tillegg er det en fare for at når det da først kommer et forbikjøringsfelt, ønsker ”alle” å benytte det, dette fører til dårlig utnyttelse og høyt fartsnivå. I følge våre forslag til krav til forbikjøringsmulighet, vil det ikke være nødvendig å ha forbikjøringsfelt tettere enn 4 km.

Flere lands vegnormaler anbefaler å bruke modelleringsverktøy for å finne fram til riktig forhold mellom lengde av forbikjøringsfelt og avstand mellom forbikjøringsfelt. Modellen beskrevet i kapittel 9 vil være godt egnet til å finne fram til kombinasjoner som oppfyller de kravene vi har satt. Som generell regel kan det være en fordel å ha en forholdsvis fast avstand mellom forbikjøringsfeltene over en lengre vegstrekning. Bilførerne vil da være bedre forberedt, og kan innstille seg på at det ikke er så lenge til neste forbikjøringsfelt.

10.6 Forbislippingslomme

Vi vil anbefale at det åpnes for bruk av forbislippingslommer i Norge. Disse bør først og fremst benyttes på veger med lav trafikk, og helst på steder med lav trafikkfart.

Forbislippingslommer bør ikke benyttes for veger med fartsgrense over 80km/t. Ved for stor fart vil det kunne bli problematisk å komme inn igjen i trafikkstrømmen i kjørefeltet.

For å unngå sammenblanding med forbikjøringsfelt bør lengde være maks 200 meter. Minimumslengde beregnes ut fra at det skal være mulig å stoppe på innenfor halve lomma med noenlunde normal nedbremsing. Minimumslengde blir derfor avhengig av vegens hastighetsnivå.

Det vil være viktig å ha et standard opplegg for skilting. Dette anbefales av de land som har tatt slike lommer i bruk.

Videre er det en fordel om det er flere slike lommer langs ei rute slik at trafikantene blir kjent med bruken av de etter hvert.

Rapportene fra New Zealand viser til flere undersøkelser som hevder at det er lite ulykker knyttet til slike forbislippingslommer.

10.7 Forbikjøringskrav for ulike vegger og ÅDT-grupper

Forbikjøring er i første rekke en aktuell problemstilling på landeveg. I praksis betyr dette H1- og H2 veger samt stamveger.

Null-visjonen er den viktigste premissen for den pågående revisjonen av Håndbok 017. Framtidens veger vil på bakgrunn av dette se annerledes ut en vegene gjør i dag. Når vi skal se på anbefalinger i forhold til forbikjøring i ny Håndbok 017, må vi ta i betraktning nye vegtyper som f. eks 2-feltsveg med midtdeler.

SINTEF har i prosjektet ”ÅDT-grenser” (Giæver Terje & Aakre Arvid 2003) laget et forslag til hvilke vegtyper som skal være gjeldende for hovedveger i revidert Håndbok 017. Vi gir anbefalinger knyttet til forbikjøring ut fra disse vegtypene.

Tabell 40 *Anbefalt ÅDT-område for ulike vegtverrsnitt ved fartsgrense ≥ 70 km/t*

Tverrprofil			Anbefalt ÅDT-område	
			Fra	Til
Antall felt	Skille mellom kjørefelt	Typisk veggbredde		
1	Ingen	4,0	0	300
2	uten gulstripe	< 6,0	0	1.000
2	Gulstripe	6,0-7,4	500	2.500
2	Gulstripe	$\geq 7,5$	1.500	4.000
2 (2+1)	Luft, dvs avstand mellom kjørefelt	7,5-10,0	3.000	8.000
2 (2+1)	Fysisk midtdeler	10-15	6.000	12.000
4 (smal)	Fysisk midtdeler	17-20	10.000	15.000
4 (vanlig)	Fysisk midtdeler	> 20	12.000	40.000
6	Fysisk midtdeler	> 27	30.000	

Vi har gjort en grovinndeling av disse kategoriene i fire grupper.

- 1-feltsveg
- 2-feltsveg uten sperre mellom motgående trafikkstrømmer
- 2-feltsveg med ikke-fysisk sperre mellom motgående trafikkstrømmer
- 2-feltsveg (2+1) med fysisk sperre mellom motgående trafikkstrømmer (ÅDT 6000-12000)
- 4-feltsveg (eller mer)

1-feltsveger

Forbikjøring på 1-feltsveger vil i praksis foregå ved at kjøretøy som skaper kø kjører ut for å slippe forbi trafikk. Dette kan foregå i forbindelse med møteplasser.

2-feltsveger uten sperre mellom motgående trafikkstrømmer

I forhold til forslaget til vegtyper i Tabell 40, er det her tale om veger med ÅDT opp til 4.000. I praksis er så godt som alle eksisterende 2-feltsveger av denne typen. Dette betyr at eksisterende veger med ÅDT helt opp mot 20.000 er aktuelle å ta i betraktning innenfor denne kategorien.

Ut fra kravene vi har satt til forbikjøringsmulighet, vil veger med ÅDT på 2000 ha krav om forbikjøringsmulighet i 5% av tida. Tatt hensyn til motgående trafikk, og uten anleggelse av forbikjøringssikt eller forbikjøringslommer tilsvarer dette krav om 10% forbikjøringssikt. For ÅDT på 4000 blir tilsvarende tall 7 % og 25%. For ÅDT på 7000 kreves det 100% forbikjøringssikt på vegen for å kunne oppfylle krav om forbikjøring i 10% av tida. Når ÅDT er større enn 7000 må det tas i bruk forbikjøringsfelt og eller forbislippingslomme for å kunne oppfyllet kravet.

Det anbefales å bruke forbikjøringsfelt etter et fastlagt mønster. Noen lunde fast avstand mellom forbikjøringsfeltene, samt tydelig forvarsling med skilt.

For veger som skal ha fartsgrense 80 eller lavere, anbefaler vi bruk av forbislippingslomme.

2-feltsveger med ikke-fysisk sperre mellom trafikkstrømmene

Slike veger er anbefalt i ÅDT-området 3000-8000.

Med ikke-fysisk sperre menes at det ikke er lovlig å kjøre over i motgående kjørefelt, selv om det er fysisk mulig. Eksempel på sperring kan være dobbel sperrelinje, malt rabatt, mm.

Så lenge det er fysisk mulig å foreta forbikjøring, vil det alltid være en fare for at det kan forekomme ulovlige forbikjøringer.

Når det er forbikjøringsforbud utenom forbikjøringsfeltene, kan det være fornuftig å plassere forbikjøringsfeltene på de strekningene som allerede har forbikjøringssikt. Invitasjonen til forbikjøring minsker etter hvert som det blir kortere og færre strekninger med forbikjøringssikt. Med andre ord vil det i så måte være mest gunstig om vegen ikke har forbikjøringssikt.

Forbikjøringssikt og møtende trafikk vil ikke ha innvirkning på forbikjøringsmuligheten for slike veger. Hele forbikjøringstilbudet må basere seg på forbikjøringsfelt og forbislippingslommer.

Vi har anbefalt at det er forbikjøringsmulighet fra 6-10% av tida i dette ÅDT-området. Dette tilsvarer 600 – 1000 meter effektiv lengde med forbikjøringsfelt pr 10 km strekning.

Forbikjøring på 2-feltsveger med fysisk sperre mellom trafikkstrømmene

Slike veger er i følge Tabell 40 aktuelle fra ÅDT = 6000.

Problemet med frustrerte bilførere som foretar vågale forbikjøringer vil ikke være framtreddende på slike veger i og med at det er fysisk umulig å kjøre forbi. Tilrettelegging for forbikjøring på disse vegene vil derfor i første rekke begrunnes ut fra framkommelighetshensyn og servicenivå.

På den andre side, hvis en er for sparsommelig med tilrettelegging av forbikjøringsmuligheter, kan det medføre så stor trang til å komme forbi når muligheten først byr seg, at det skaper høyt fartsnivå og farlige situasjoner f. eks i forbindelse med sammenfletting. I tillegg er det en viss fare for at noen prøver å kjøre forbi på strekning med bare ett felt.

Kravene i Tabell 37 tilsier at andel forbikjøringsfelt skal være 10% fra ÅDT = 7000. I praksis betyr det at en løsning med forbikjøringsfelt på 800 meter hver 5 km vil være å anbefale for slike veger.

For at spesielt saktegående kjøretøy (f. eks traktorer) skal kunne ha mulighet til å slippe forbi trafikk mellom to forbikjøringsfelt kan det være fornuftig å anlegge ei eller flere forbislippingslommer mellom to forbikjøringsfelt.

De svenske vegnormalene har et eget kapittel omkring utforming av slike veger. Det gis normalprofil for både 2+1 veg, 1+1 veg og 2+2 veg. 2+1 veg og 2+2 veg anbefales helt ned i hhv 13 m og 15, 25 m. 2+1 veg har i dette tilfellet ikke mulighet for at to vogntog kan passere hverandre i 1-feltsdelen av vegen. Det er vurdert at sjansen for havari av tunge kjøretøy er så små at det er unødvendig å dimensjonere ut fra en slik situasjon.

Ut fra Stamvegnormalene (*Statens Vegvesen 2002*), betraktninger gjort i kapittel 2.4 og de svenske vegnormalene ser vi at det er forholdsvis små forskjeller på total vegbredde for 2+1, 2+2 og 1+1 veger med midtdeler. Under 5 meters forskjell i vegbredde på 1+1 og 2+2 trenger ikke være urealistisk. Dette må tas i betraktning ved valg av vegtype.

Hvor vidt det i forhold til arealbehov lønner seg å anlegge 2+2 / 1+1 – veg i forhold til 1+2 / 1+1 / 2+1 veg vil avhenge av hvilken normalbredde det opereres med for hhv 1+1 veg, 2+1 veg og 2+2 veg. Med utgangspunkt i et eksempel med 12,5 m bredde for 1+1 veg, 15 m bredde for 2+1 veg, 17,5 m bredde for 2+2 veg og krav om 1 km forbikjøringsfelt pr 5 km vegstrekning i hver retning får vi nøyaktig samme arealbehov:

- 1 km 2+1, 3 km 1+1 og 1 km 1+2 gir areal : $12,5 \cdot 3000 \text{ m} + 15 \cdot 2000 \text{ m} = 67000 \text{ kvm}$
- 4 km 1+1 og 1 km 2+2 gir areal: $12,5 \cdot 4000 \text{ m} + 17,5 \cdot 1000 \text{ m} = 67000 \text{ kvm}$

Dette tyder på at med disse forutsetningene vil det lønne seg å plassere forbikjøringsfeltene uavhengig av hverandre. En vil da kunne tilpasse hvert felt til omgivelsen.

4-feltsveger

På veger med 4 eller flere kjørefelt kan det være aktuelt med et ekstra forbikjøringsfelt i stigning. Vi har ikke vurdert kriterier for dette.

10.8 Geometrisk utforming

Tegning og målsetting av figurer bør koordineres med Håndbok 49 Vegoppmerking. Tegningene bør være tydeligere enn det som finnes i dagens utgave. Det finnes i dagens Håndbok 017 ikke tegninger som viser forbikjøringsfelt med gjennomgående midtdeler.

Dette teamet er utover dette ikke behandlet i denne rapporten.

Litteratur

Aakre, A., Dørge, L., Storkitt, A., og Appel, K. 2002, *Road Transport Informatics Terminology*, NVF 53, Rapport nr 1:2002.

Aakre, A. og Giæver, T. 1990, *Testkjøring med VTI modellen*, SINTEF, Arbeidsnotat i EU-prosjektet ICARUS.

AASHTO 2001, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., Fourth Edition.

Alberta Infrastructure 1999, *Highway Geometric Design Guide*.

Alexander, H. B. og Pisano, P. A. 1992, *An Investigation of Passing Accidents on Two-Lane, Two-Way Roads* Volum 56 Number 2.

Bertelsen Dag, Børnes Vilhelm, Lindland Terje, og Giæver Terje 2002, *Premisser og analyse av Statens vegvesens Håndbok 017 "Veg- og gateutforming". Rapport 2*, SINTEF, Trondheim, STF22 A02324.

Brodin, A. og Carlson, A. 1987, *The VTI traffic simulation model - a description of the model and programme system*, VTI, Meddelande nr 321A.

Elvik, R., Mysen, A. B., og Vaa, T. 1997, *Trafikksikkerhetshåndbok*, TØI.

Giæver Terje og Aakre Arvid 2003, *ÅDT-grenser*, SINTEF, Trondheim, Rapport nr STF22 A03329.

Harwood, D. W. og St John, A. D. 1985, *Passing lane and other operational improvements on two-lane highways*, Transportation Research Board, USA, No 1026.

Harwood, D. W. og St John, A. D. 1986, *Operational Effectiveness of Passing Lanes on Two-lane Highways*, Federal Highway Administration.

Hildre, P. A. 2004, *Revisjon av Håndbok 017- Veg- og gateutforming* Foredrag på Samferdsel 2004.

Hoban-CJ 1984, *Bunching on Two-Lane Rural Roads*, Australian Road Research Board , Internal Report.

Hovd, A. og Moltumyr, T. 1993, *Argumentasjon for standard brukt i normalen*, SINTEF, Notat.

Kahn, A. M., Holtz, N. M., Yicheng, Z. J. R., og Razaqpur, F. 1991, *Costeffectiveness of passing Lanes: Safety, Level of service and Cost Factors*, Ministry of Transportation, Ontario.

Kaub, A. R. 1990, *Passing Operations on a Recreational Two-Lane, Two-Way Highways*, Transportation Research Record, 1280.

Koorey, G. F. og Gu, J. 2001, *Assessing Passing Opportunities - Stage 3*, Transfund New Zealand, Wellington, No. 220.

Koorey, G. F., Nicholson, C. S., Farrelly, P. M., og Mitchell T.J. 1999, *Assessing Passing Opportunities - Stage 2*, Transfund New Zealand, Wellington, No. 146.

May, A. D. 1991, *Traffic Performance and Design of Passing Lanes*, Transport Research Record.

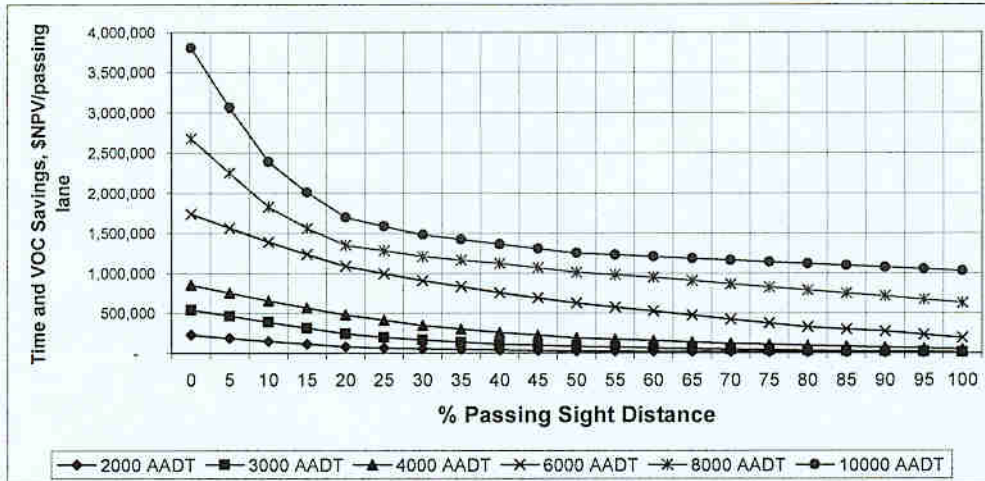
- McLarin, M. W. 1997, *Typical Accident Rates for Rural Passing Lanes on Unsealed Roads*, Transfund, New Zealand, Research Report No 89.
- Moltumyr, T. og Hovd, A. 1993, *Premisser for linjeføringsdelen i Vegnormalene*, SINTEF, Rapport no STF61 A93009.
- Morrall-JF 1984, *Passing Lane Research Study for the Trans-Canada Highway in Banff National Park*.
- Morrall-JF, Miller, E. Jr., Smith, G. A., Feuerstein J., og Yazden F 1995, *Planning and Design of Passing Lanes Using Simulation Model*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No 1.
- Nicholson, C. S. B. K. D. 2000, *Slow Vehicle Bays - Safety Review*, Opus International Consultant, New Zealand, Report 29A012.00.
- Persula, M. og Siimes, H. 1993, *Simulation Study of a High-Class Tree-Lane Rural Road*, Institute of Transportation Engineers.
- Rådet for teknisk terminologi 1973, *Ordbok for veg- og trafikkteknikk*.
- Rooney, F. D. 2004, *Turnouts - Summary Report*, California Department of Transportation, USA, Report No 1.
- Slettemark, R. 1961, *Akselerasjonsevnen for et utvalg vanlige personbiler*, Vegnormalkomiteen.
- Solberg, P. 1983, *Forbikjøringsatferd - Forbikjøringsikt*.
- Statens Vegvesen 1992, *Veg- og Gateutforming Håndbok 017*.
- Statens Vegvesen 2001, *Vegoppmerking Håndbok 049*.
- Statens Vegvesen 2002, *Stamvegutforming*, Statens vegvesen, Håndbok 235.
- TAC ATC. 1999, *Geometric Design Guide for Canadian Roads*, TAC ATC.
- Taylor, W. C. og Jain, M. K. 1991, *Warrants for Passing Lanes*, Transportation Research Board, Report no 1303.
- Thrush-MJ 1996, *Assessing passing opportunities, literature review*, Transit New Zealand, Wellington, No. 60.
- Transfund New Zealand 1999, *Project Evaluation Manual*.
- Transit 2003, *State Highway Geometric Design Manual (Draft)*.
- Transportation Research Board 2000, *Highway Capacity Manual 2000*.
- Transportation Research Board 2004, *Traffic Flow Theory and Highway Capacity* Transportation Research Record 1776.
- Vaa, T. 1991, *Effekt av siktforbedrende tiltak på strekninger*, SINTEF, Trondheim, Rapport STF63 A91014.
- Vägverket 2002, *Vägutforming 94*, Versjon S2.

BILAG

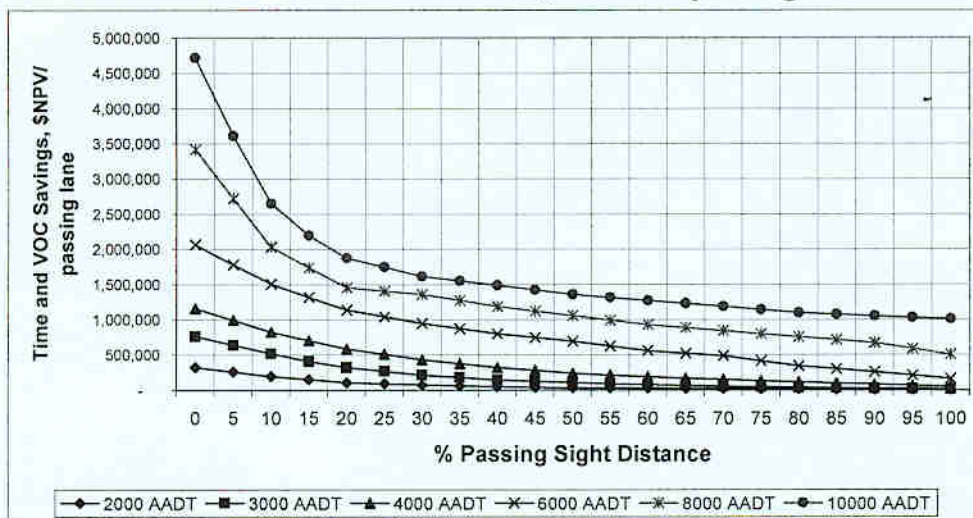
- Bilag 1 – Diagram som viser innsparing av tids og kjøretøykostnader ved anleggelse av forbikjøringsfelt for henholdsvis 5, 10 og 20 km avstand mellom feltene. Diagrammet er del av forenklet metode for beregning av nytte/kostnadsanalyse av forbikjøringsfelt (*Transfund New Zealand 1999*).
- Bilag 2 – Diagram som viser innsparing i ulykkeskostnader ved anleggelse av forbikjøringsfelt for henholdsvis 5, 10 og 20 km avstand mellom feltene. Diagrammet er del av forenklet metode for beregning av nytte/kostnadsanalyse av forbikjøringsfelt (*Transfund New Zealand 1999*).
- Bilag 3 - Diagram som viser betalingsvillighet i forhold til frustrasjon ved anleggelse av forbikjøringsfelt for henholdsvis 5, 10 og 20 km avstand mellom feltene. Diagrammet er del av forenklet metode for beregning av nytte/kostnadsanalyse av forbikjøringsfelt (*Transfund New Zealand 1999*)..
- Bilag 4 - Diagram som viser nytte/kostnadsverdi ved anleggelse av forbikjøringsfelt for henholdsvis 5, 10 og 20 km avstand mellom feltene. Diagrammet er del av forenklet metode for beregning av nytte/kostnadsanalyse av forbikjøringsfelt (*Transfund New Zealand 1999*)..
- Bilag 5 - Eksempel med vurdering av behov for forbikjøringsfelt i stigning. Hentet fra Alberta, Canada (*Alberta Infrastructure 1999*).

BILAG 1 – Nytte/kostnadsanalyse New Zealand. Besparelser i tids- og kjøretøykostnader

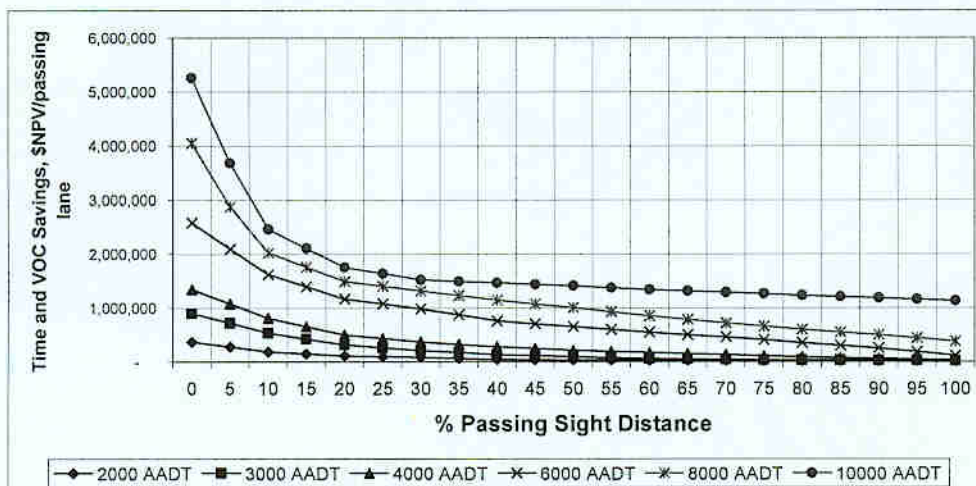
Flat Terrain, 5 km Spacing



Flat Terrain, 10 km Spacing

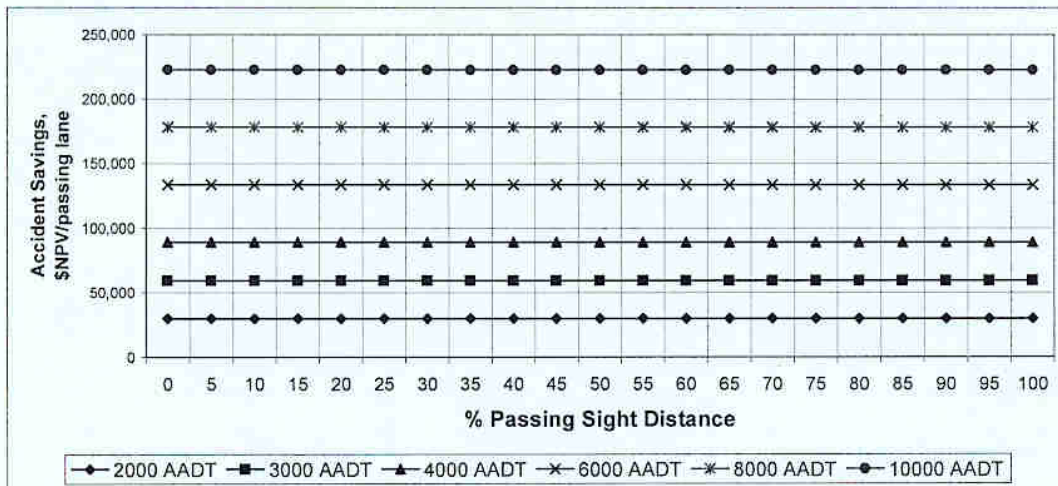


Flat Terrain, 20 km Spacing

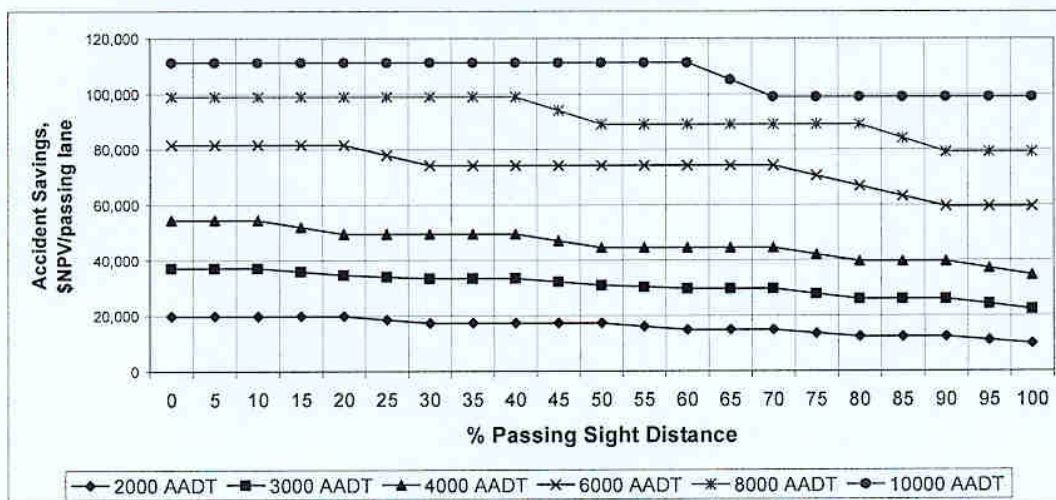


BILAG 2 Nytte/kostnadsanalyse New Zealand. Besparelser i ulykkeskostnader

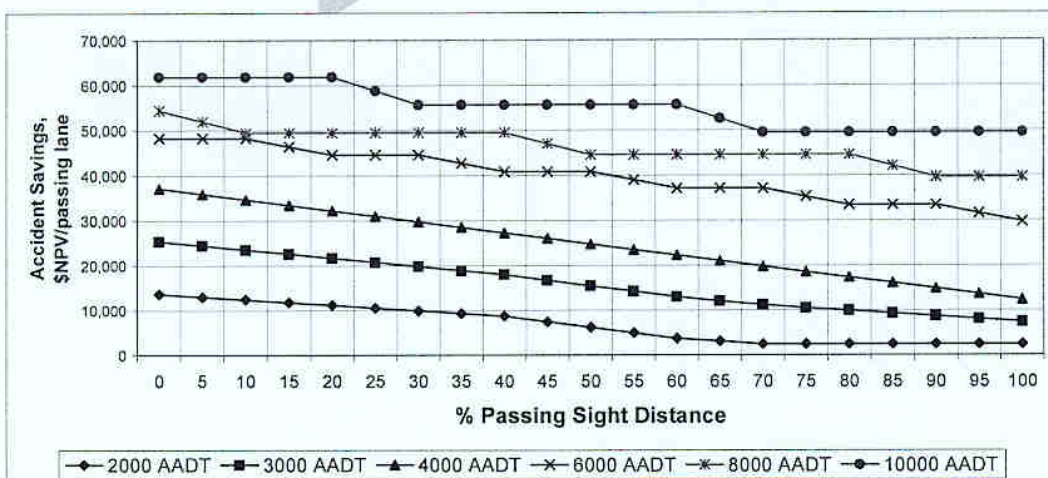
Rolling Terrain, 5 km Spacing



Rolling Terrain, 10 km Spacing

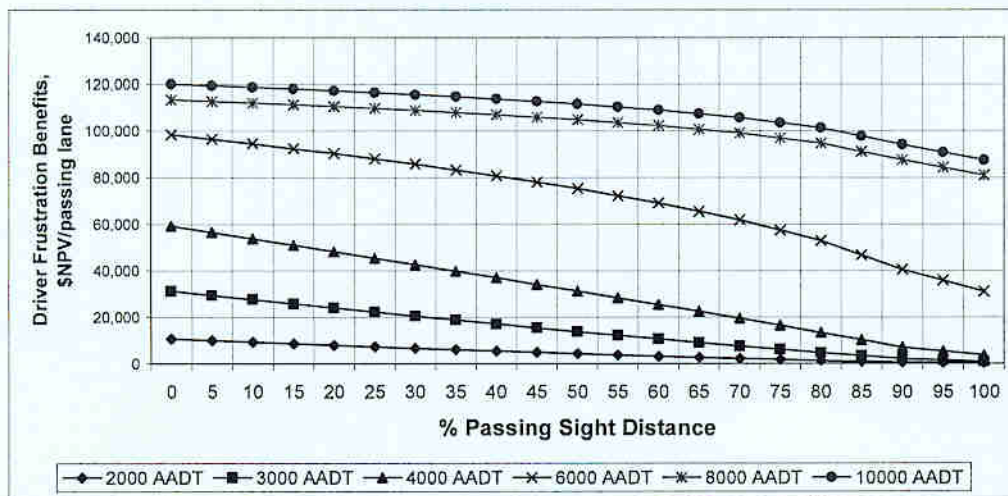


Rolling Terrain, 20 km Spacing

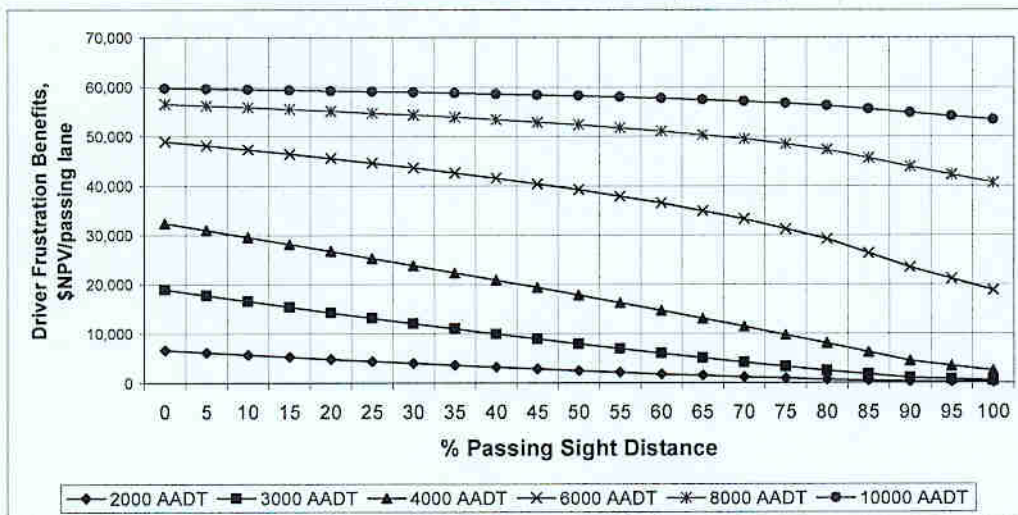


BILAG 3 Nytte/kostnadsanalyse New Zealand. Besparelser pga redusert frustrasjon

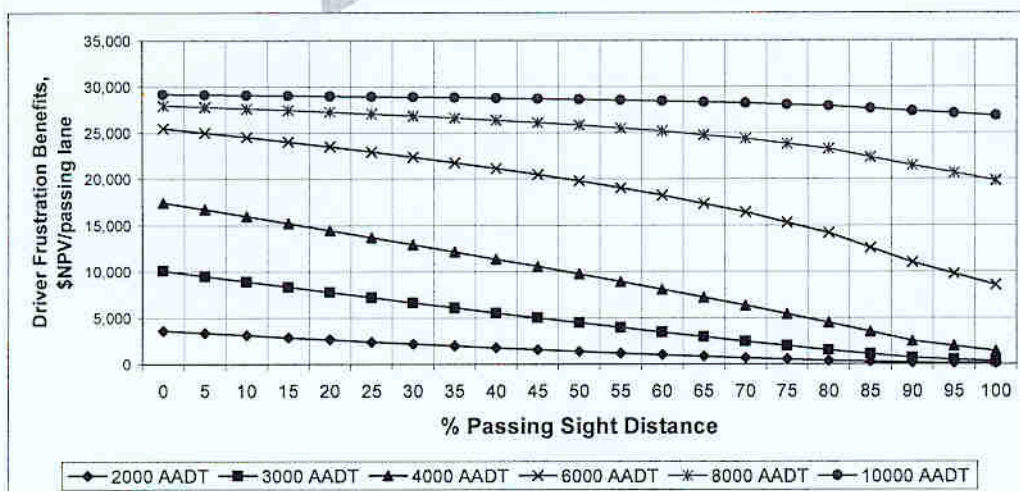
Rolling Terrain, 5 km Spacing



Rolling Terrain, 10 km Spacing

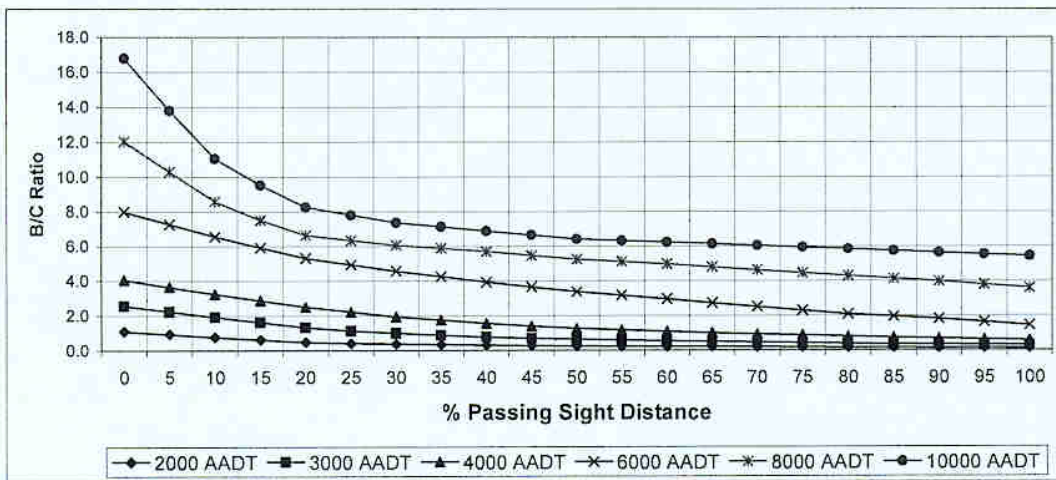


Rolling Terrain, 20 km Spacing

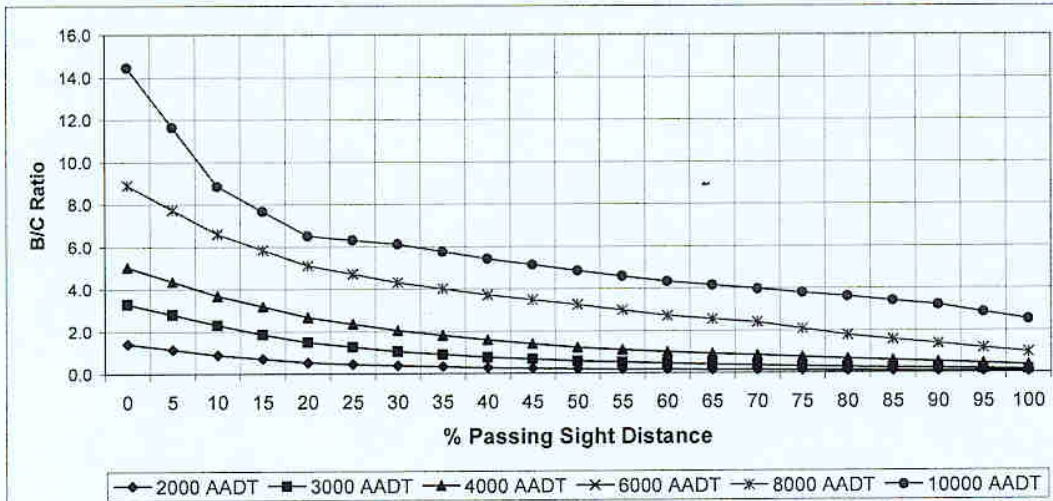


BILAG 4 Nytte/kostnadsanalyse New Zealand. Nytte/kostnadstill

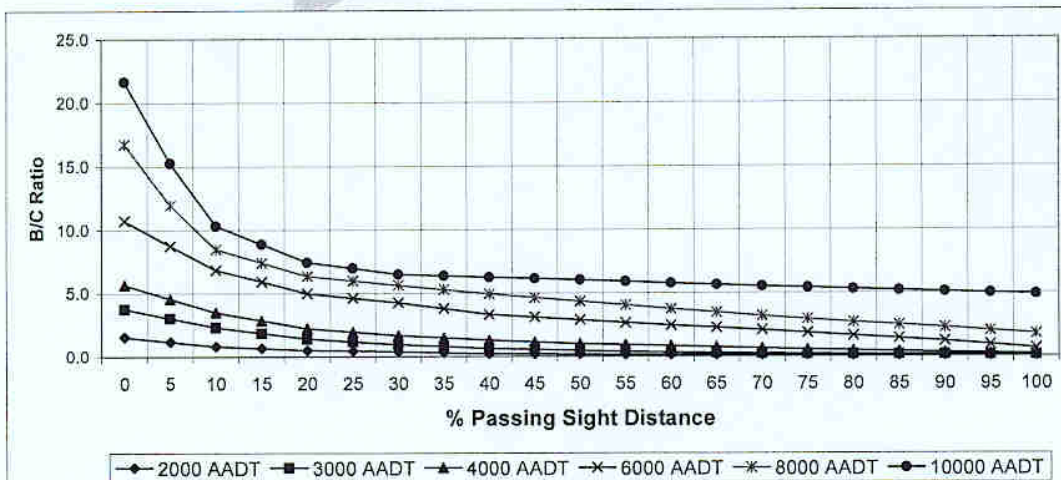
Rolling Terrain, 5 km Spacing



Rolling Terrain, 10 km Spacing



Rolling Terrain, 20 km Spacing



BILAG 5 Eksempel på beregning av forbikjøringsfelt i stigning (Alberta, Canada)

