

# Rapport

## Modell for beregning av forbikjøringssikt

**Forfattere**

Trond Foss

An-Magritt Kummeneje



Foto: Politiet



# Rapport

## Modell for beregning av forbikjøringssikt

**EMNEORD:**

Forbikjøringssikt

Overtaking Sight  
Distance  
OSDPassing Sight Distance  
PSD**VERSJON**

1,0

**FORFATTERE**Trond Foss  
An-Magritt Kummeneje**OPPDRAAGSGIVER**

Statens vegvesen Vegdirektoratet

**PROSJEKTNR**

102009880

**DATO**

2015-11-24

**OPPDRAAGSGIVERS REF.**

Randi Eggen

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

39

**SAMMENDRAG**

Denne rapporten er utarbeidet etter oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet. Rapporten skal inngå som en del av beslutningsgrunnlaget for Vegdirektoratets revisjon av kravene til forbikjøringssikt.

Rapporten beskriver hvordan krav til forbikjøringssikt for norske 2-feltsveger med tillatt hastighet 70, 80 og 90 km/t kan beregnes med grunnlag i en tysk modell for beregning av forbikjøringssikt basert på mer enn 1.000 videoopptak av forbikjøringer på tyske 2-feltsveger. Bruken av denne modellen viser at de eksisterende kravene til forbikjøringssikt i N100 Veg- og gateutforming må justeres. For eksempel er dagens krav til forbikjøringssikt på 550 meter for en norsk 2-feltsveg i dimensjoneringsklasse H2 med 90 km/t som fartsgrense. I den nye beregningsmodellen blir tilsvarende krav 650 meter. Dette er også mer i samsvar med kravene i andre nordiske land og USA.

**UTARBEIDET AV**

Trond Foss

**KONTROLLERT AV**

Odd Andre Hjelkrem

**GODKJENT AV**

Roar Norvik

**RAPPORTNR**

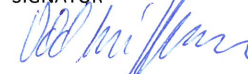

A27282

**ISBN**

9788214059878

**GRADERING**

Åpen

**SIGNATUR****SIGNATUR****SIGNATUR****GRADERING DENNE SIDE**

Åpen



# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag .....</b>	<b>5</b>
<b>Summary .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Begreper og definisjoner .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Metodikk .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Krav til forbikjøringssikt i andre relevante land .....</b>	<b>12</b>
4.1 Innledning .....	12
4.2 Nordiske land .....	12
4.2.1 Sverige .....	12
4.2.2 Finland .....	14
4.2.3 Danmark .....	14
4.3 Andre land .....	16
4.3.1 Tyskland .....	16
4.3.2 USA .....	16
4.4 Sammenlikning mellom landene .....	18
<b>5 Forutsetninger knyttet til føreradferd og kjøretøykarakteristika .....</b>	<b>19</b>
5.1 Føreradferd .....	19
5.2 Akselerasjonsegenskaper .....	20
<b>6 Modell for forbikjøringssikt .....</b>	<b>22</b>
6.1 Innledning .....	22
6.2 Beskrivelse av den tyske modellen .....	23
6.3 Registrerte hastigheter .....	27
6.4 Sammenheng mellom medianhastighet for aktivt og passivt kjøretøy .....	28
6.5 Utkjørte distanser under forbikjøringen .....	30
6.6 Sikkerhetsstrekning .....	30
6.7 Beregning av tid for motgående kjøretøy .....	31
6.8 Anvendelse av modellen for norske 2-feltsveger .....	32
<b>7 Norsk modell for beregning av forbikjøringssikt for 2-felts veg .....</b>	<b>33</b>
7.1 Hastigheter på norske 2-feltsveger ved forbikjøring .....	33
7.2 De ulike strekningene som tilsammen utgjør forbikjøringssikt .....	34
7.3 Sammenligning med andre lands krav til forbikjøringssikt .....	35

<b>8</b>	<b>Oppsummering og konklusjoner .....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>38</b>

## Sammendrag

Forbikjøringssikt er definert som den *Minste siktlengde en bilfører må ha framover mot møtende trafikk i det øyeblikket bilføreren ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring*. En gjennomgang av kravene til andre relevante land viste at disse landene krever lengre forbikjøringssikt enn det som i dag er beskrevet i de norske normalene og veiledningene. Finland krever f.eks. forbikjøringssikt som er 250 meter lenger enn det norske kravet for veger som har 90 km/t som fartsgrense. Det danske kravet for tilsvarende vegtype og fartsgrense er 150 meter lenger enn det norske kravet. I Tyskland og USA er kravet 50 meter lenger. Funnene i litteraturstudien indikerer dermed at de norske kravene kan være for knappe i forhold til andre sammenlignbare lands krav.

Selv om egenskaper ved bilfører er en viktig del av forbikjøringen er det få studier som har studert ulikheter i forbikjøringsatferd. Ulike trafikantgrupper trenger ulike distanser for forbikjøringssikt for å kunne planlegge, gjennomføre og mestre en forbikjøring på en god måte. Bilførers oppfatning av hva som er tilstrekkelig forbikjøringssikt og bilførers atferd ved forbikjøring avhenger av risikopersepsjon, synsevnen, reaksjonstid, vurdering av fart og avstand, vurdering av vær og føreforhold, evnen til å skille ut relevant informasjon og oppmerksomhetskapasitet. Disse egenskapene ved bilfører påvirkes av kunnskap, tilegnet gjennom føreropplæring og erfaringer, holdninger og biologiske forutsetninger ved individet, som syn, bevegelighet, kognitiv kapasitet, sykdom og medikamentbruk.

En hypotese i dette prosjektet var at kjøretøyenes akselerasjonsegenskaper har endret seg over tid og at en forventet økning av akselerasjonsevnen skulle bety kortere forbikjøringer og dermed reduserte krav til forbikjøringssikt. For å undersøke om denne hypotesen var riktig fikk SINTEF Transportforskning tilgang til Opplysningsrådet for vegtrafikk sin kjøretøydatabase. For å se etter mulige endringer ble det innsamlet og analysert kjøretøyegenskaper for 11 merker og modeller som var på markedet både i 2004 og 2014 og som var av de mest solgte merkene og modellene i Norge. Ut i fra endringene i akselerasjonstidene i både positiv og negativ retning er det etter vår oppfatning ikke grunnlag for å si at antatte endringer i kjøretøyenes akselerasjonsevne skulle medføre kortere forbikjøringssikt. Trolig vil føreradferden kunne gjøre større utslag enn de registrerte endringene i akselerasjonsevne. Akselerasjonsegenskapene er en parameter som er brukt i dagens modell for beregning av norske krav til forbikjøringssikt. I og med at forslaget til en ny norsk modell ikke baserer seg på akselerasjonsegenskapene, men på registrerte data for gjennomsnittshastighet for det aktive kjøretøyet, er ikke kunnskap om akselerasjonsegenskapene så relevant lenger.

Oppdragsgiver ønsket at prosjektet skulle se på den tyske modellen for beregning av forbikjøringssikt som et alternativ til en revisjon eller videreutvikling av den eksisterende modellen. Basert på den grundige analysen som er gjort av de tyske vegmyndighetene av forbikjøringssikt, har vi kommet frem til at denne modellen er den beste og mest realistiske sammenlignet med de andre modellene vi gikk gjennom i en litteraturstudie. Fordi den eksisterende norske modellen, som er en teoretisk modell hvor en del av parameterne er vanskelig å måle og derfor må baseres på kvalitative vurderinger, mener vi at den tyske modellen bør legges til grunn for beregning av norske krav til forbikjøringssikt. Vår anbefaling bygger på følgende forhold:

- Innsamlingen av data i forbindelse med forbikjøring på tyske 2-feltsveger er unik sammenlignet med andre tilsvarende datainnsamlinger vi har sett på i litteraturstudien.
- Data er samlet inn i prosjektperioden 2013 – 2015 og er av vesentlig nyere dato enn de andre datainnsamlingene vi har sett har vært gjennomført.
- Dataene som er samlet inn gir et godt grunnlag for en realistisk modell for beregning av forbikjøringssikt. Modellen bygger på empiriske data målt under virkelig forhold og er etter vår oppfatning bedre enn en teoretisk modell hvor noen av parameterne som inngår i modellen er vanskelig å måle og/eller anslå.
- Selv om tyske 2-feltsveger trolig har en gjennomgående høyere standard enn norske 2-feltsveger, er det grunn til å anta at forskjellen på en tysk forbikjøringsstrekning og en norsk forbikjøringsstrekning av tilsvarende lengde ikke er så stor at de tyske målingene ikke kan anvendes for norske forhold.

- En relevant faktor mht. å anvende den tyske modellen for norske forhold, er eventuelle forskjeller i føreradferd. Et litteratursøk på føreradferd ga ingen treff som kunne indikere noe om eventuelle forskjeller på norsk og tysk føreradferd. Ut i fra vårt kjennskap til norsk og tysk trafikkultur og trafikkovervåking, forventer vi ikke noen vesentlige forskjeller på adferden mellom norske og tyske bilførere.

Forbikjøringssikt er summen av *Forbikjøringsstrekning*, *Sikkerhetsstrekning* og *Strekning for motgående kjøretøy*.

*Forbikjøringsstrekningen* kan relateres til hastigheten til det passive kjøretøyet, dvs. det kjøretøyet som blir forbikjørt. Vi har foreslått at hastigheten til det passive kjøretøyet settes til fartsgrensen minus 5 km/t. Dette er basert på funnene i de tyske registreringene hvor hastigheten til det passive kjøretøyet (85 % fraktilen) ble målt til 75 km/t på vegstrekninger hvor fartsgrensen for tunge kjøretøyer (passive kjøretøyer) var 80 km/t. I den tyske modellen er det gått ut fra at det passive kjøretøyet alltid er et tungt kjøretøy.

*Sikkerhetsstrekningen* sin lengde baseres på observasjoner i det tyske prosjektet hvor ca. halvparten av observasjonene hadde en sikkerhetsstrekning som tilsa en sikkerhetstid på 2,5 sekunder. Med sikkerhetstid menes den tiden som gjenstår fra aktivt kjøretøy er tilbake i egen kjørebane til aktivt kjøretøy møter motgående kjøretøy.

*Strekningen for motgående kjøretøy* finnes som en funksjon av tillatt hastighet. I norske målinger er det beskrevet resultater fra fartsmålinger på norske 2-feltsveger med hastighet 80 og 90 km/t. Grovt regnet ligger 85 % fraktilen ca. 5 km/t over tillatt hastighet. Det foreslås derfor at hastighet på motgående kjøretøy settes lik fartsgrensen + 5 km/t.

Hastighetene for aktivt og motgående kjøretøy er over fartsgrensen i den foreslåtte norske modellen. Dette er basert på målinger og beregnede sammenhenger i virkelig trafikk. En forbikjøringsmodell som er basert på at ingen kjører fortere enn skiltet hastighet ville hverken være realistisk eller modellere virkeligheten på en tilfredsstillende måte. Hensikten med denne modellen er å beregne lengder for forbikjøringssikt som gir trafiksikre forbikjøringer. Derfor må virkelige registrerte data og kjøreadferd legges til grunn slik at modellen blir så realistisk og nær virkeligheten som mulig.

Med de forutsetningene som er gitt og foreslått ovenfor er det beregnet forbikjøringssikt for 2-feltsveger for fartsgrensene 70, 80 og 90 km/t. Dette ga følgende resultat (avrundet til nærmeste 50 meter):

Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 70 km/t:	550 meter
Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 80 km/t:	600 meter
Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 90 km/t:	650 meter



## Summary

Overtaking sight distance is defined as the minimum sight distance a car driver must have to oncoming traffic at the point where the driver wants to start a proper and safe overtaking. A review of the requirements of other relevant countries showed that these countries require longer overtaking sight than what is currently described in the Norwegian norms and guidelines. Finland requires e.g. an overtaking sight which is 250 meters longer than the Norwegian requirement for roads which have 90 km/h as speed limit. The Danish requirement for the similar road type and speed limit is 150 meters longer than the Norwegian requirement. In Germany and the United States the requirement is 50 meters longer. The findings of the literature study thus indicate that the Norwegian requirements may be too low in relation to the requirements in other comparable countries.

Although the characteristics of the driver are an essential part of the overtaking there are few studies that have studied differences in overtaking behaviour. Different road user groups need different distances for overtaking sight in order to plan, carry through and handle overtaking in a good way. Car driver's perception of what is sufficient overtaking sight and car driver's behaviour when overtaking depends on risk perception, vision, reaction time, assessment of speed and distance, assessment of weather conditions, the ability to distinguish relevant information and attention capacity. These qualities of the car driver are influenced by knowledge, acquired through driver training and experiences, attitudes and biological conditions of the individual, such as vision, mobility, cognitive capacity, disease and drug use.

One hypothesis in this project was that the vehicle's acceleration characteristics have changed over time and that an expected increase of acceleration capability should mean shorter overtaking and therefore reduced requirements for overtaking sight. To investigate whether this hypothesis was correct, SINTEF got access to the vehicle database of the Norwegian Information Council for Road Traffic. Data for 11 brands and models that were on the market in both 2004 and 2014 were analysed. The 11 brands and models were amongst the most sold cars in Norway. Based on changes in acceleration times in both positive and negative direction, there is from our point of view no basis for stating that the noted changes in the vehicle's acceleration performance should result in shorter overtaking term. Probably will the car driver behaviour has a greater impact than the recorded changes in acceleration performance. Acceleration characteristics are parameters that are used in the current model for the calculation of Norwegian requirements for overtaking sight. Given that the proposal for a new Norwegian model is not based on acceleration characteristics, but the recorded data for average speed for the active vehicle the acceleration characteristics are not relevant anymore.

The Norwegian Public Roads Administration, who was the project owner, wanted the project to look at the German model for calculating overtaking sight as an alternative to a revision or further development of the existing Norwegian model. Based on the thorough analysis made by the German road authorities of overtaking sight, we have concluded that the German model is the best and most realistic model compared to the other models we went studied in a literature study. Because the existing Norwegian model, which is a theoretical model in which a part of the parameters are difficult to measure and therefore must be based on a qualitative assessment, we recommend that the German model should be the basis for calculating the Norwegian requirements for overtaking sight. Our recommendation is based on the following conditions:

- The collection of data in connection with overtakings on the German 2-lane roads is unique compared to other similar data collections we have seen in the literature study
- Data were collected during the German project period 2013 - 2015 and is significantly more recent than the other data collections we have seen being completed
- The data collected provides a good basis for a realistic model for calculating overtaking sight. The model is based on empirical data measured under real conditions and is in our opinion better than a theoretical model in which some of the parameters included in the model are difficult to measure and/or estimate.
- Although the German 2-lane roads probably have a higher standard than Norwegian 2-lane roads it is assumed that the difference between a German overtaking section and a Norwegian overtaking section of

equivalent length is not so telling that the German measurements could not be used for Norwegian conditions.

- A relevant factor with respect to applying the German model for Norwegian conditions is any differences in driver behaviour. A literature search on driver behaviour gave no results that would indicate anything about any differences in Norwegian and German driver behaviour. Based on our knowledge of Norwegian and German traffic culture and traffic monitoring, we expect no significant differences in behaviour between Norwegian and German drivers.

The overtaking sight distance is the sum of the overtaking section, the safety section and the section for oncoming vehicles.



The overtaking section can be related to the speed of the passive vehicle, i.e. the vehicle being overtaken. We have recommended that the speed of the passive vehicle is the speed limit minus 5 km/h. This is based on the findings of the German registrations where the speed of the passive vehicle (85% fractile) was measured at 75 km/h on road sections where the speed limit for heavy vehicles (passive vehicles) was 80 km/h. In the German model, it is assumed that the passive vehicle is always a heavy vehicle.

The safety section is based on observations of the German project where approximately half of the observations had a safety section that implied a safety time of 2.5 seconds. Safety time is defined as the time remaining from the active vehicle is back in its own lane to the active vehicle meets the first oncoming vehicle.

The section for oncoming vehicles is found as a function of the permitted speed. In Norwegian speed data collections on two-lane roads with speed 80 and 90 km/h it was found that the 85% fractile is about 5 km/h above the speed limit. It is therefore recommended that the speed of oncoming vehicles is set equal to the speed limit + 5 km/h.

The speeds for active and oncoming vehicles are above the speed limit in the recommended Norwegian model. This is based on measurements and calculated correlations in real traffic. An overtaking model which is based on that nobody drives faster than the speed limit would neither be realistic nor model reality in a satisfactory manner. The purpose of this model is to calculate the lengths of overtaking sight distance where drivers are able to perform safe overtakings. Therefore real recorded data and driving behaviour should be used in the model so that the model is as realistic and close to reality as possible.

With the assumptions given and suggested above the overtaking sight distances are calculated for 2-lane roads for speed limits 70, 80 and 90 km/h. This gave the following results (rounded to the nearest 50 meters):

Overtaking sight distance on roads with speed limit 70 km/h:	550 meters
Overtaking sight distance on roads with speed limit 80 km h:	600 meters
Overtaking sight distance on roads with speed limit of 90 km/h:	650 meters

## 1 Innledning

Denne rapporten er utarbeidet etter oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet representert ved Randi Eggen som prosjektleder og Terje Giæver som prosjektmedarbeider. Hos SINTEF har Trond Foss vært prosjektleder og An-Magritt Kummeneje prosjektmedarbeider. Rapporten er kvalitetssikret av Odd André Hjelkrem.

Hovedhensikten med dette prosjektet var enten å revidere eksisterende modell for forbikjøringssikt eller å utvikle en ny modell. Den eksisterende modellen er beskrevet i [3]. Denne modellen bygger igjen på [12].

Bakgrunnen for prosjektet var opprinnelig at oppdragsgiver ønsket en vurdering og eventuelt verifisering av at forbikjøringssikten i håndbok N100 [16] er satt til 450 meter for veger med tillatt hastighet på 80 km/t og 550 meter for veger med tillatt hastighet på 90 km/t. Denne vurderingen og verifiseringen skulle skje gjennom en gjennomgang av andre lands krav til forbikjøringssikt, feltmålinger av forbikjøringssituasjoner, kjøretøyenes akselerasjonsegenskaper og en revurdering og videreutvikling av dagens modell.

Ved oppstart av prosjektet forelå det imidlertid informasjon om et meget interessant og relevant prosjekt for verifisering av tyske krav til forbikjøringssikt. Arbeidet ble utført av det tyske Federal Highway Research Institute (BAST) og Universitet i Dresden [20]. Arbeidet startet opp i 2013 og ble fullført i 2015. Arbeidet ble gjennomført i forbindelse med en oppdatering av de tyske retningslinjene for forbikjøringssikt. Innsamling av data som beskriver de ulike delene av forbikjøringsssekvensen er gjort med en drone som er plassert i konstant høyde på 250 meter over forbikjøringsstrekningen. Ved hjelp av bildebehandling er det analysert ca. 1000 forbikjøringer på tyske 2-feltsveger med fartsgrense 100 km/t. Dette har gjort det mulig å samle inn data på en måte som ingen andre har gjort mht. antall målinger, ulike data for hastigheter for ulike typer kjøretøyer og ulike distanser.

Statens vegvesen ønsket at den tyske modellen skulle evalueres av SINTEF med hensyn til anvendelse i Norge. Oppdraget endret derfor litt innhold i forhold til opprinnelig plan som inkluderte egne målinger på norske 2-feltsveger. Basert på den grundige analysen som er gjort av de tyske vegmyndighetene av forbikjøringssikt har vi kommet frem til at denne modellen er den beste og mest pålitelige modellen sammenlignet med mange andre modeller inkludert den eksisterende norske modellen som er mer basert på teori enn virkelige målinger av forbikjøringer. Mye av innholdet i denne rapporten omhandler derfor en beskrivelse av den tyske modellen og hvordan den er tilpasset og anvendt for å beregne krav til norske 2-feltsveger med fartsgrenser mellom 70 og 90 km/t.

Rapporten inneholder først en beskrivelse av viktige definisjoner. Deretter følger en oppsummering av en litteraturstudie av krav til forbikjøringssikt i land som Norge kan sammenligne seg med mht. topografi og/eller trafikkultur. Så følger et kapittel om forutsetninger knyttet til føreradferd og kjøretøykarakteristika. Videre beskrives den tyske modellen og hvordan den kan tilpasses og anvendes for å beregne krav til forbikjøringssikt i Norge for 2-feltsveger som har fartsgrense mellom 70 og 90 km/t. Helt til slutt er rapporten oppsummert i et sett med anbefalinger og konklusjoner.

## 2 Begreper og definisjoner

I denne rapporten benyttes følgende begreper og definisjoner:

Begrep	Definisjon
<i>Aktivt kjøretøy</i>	Det kjøretøyet som foretar forbikjøringen.
<i>Fartsgrense</i>	Forbud mot kjøring med høyere fart enn angitt antall km/t.
<i>Forbikjøringsstikt</i>	Minste sikt lengde en bilfører må ha framover mot møtende trafikk i det øyeblikket bilføreren ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring [16].
<i>Forbikjøringsstrekning</i>	Den strekningen som aktivt kjøretøy kjører i løpet av forbikjøringstiden.
<i>Forbikjøringstid</i>	Den tiden selve forbikjøringen tar fra føreren av aktivt kjøretøy starter forbikjøringen ved å akselerere og skifte over til motgående kjørefelt til kjøretøyet er tilbake i eget kjørefelt.
<i>Hastighet Aktiv kjøretøy</i>	Den hastigheten som aktivt kjøretøy til en hver tid holder.
<i>Hastighet Motgående kjøretøy</i>	Den hastigheten som motgående kjøretøy holder i den tiden forbikjøringen foregår.
<i>Hastighet Passivt kjøretøy</i>	Den hastigheten som passivt kjøretøy holder i den tiden forbikjøringen foregår.
<i>Motgående kjøretøy</i>	Det kjøretøyet som kommer i mot aktivt kjøretøy trafikk i det øyeblikket føreren av aktivt kjøretøy ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring.
<i>Passivt kjøretøy</i>	Det kjøretøyet som blir forbikjørt av aktivt kjøretøy.
<i>Sikkerhetsstrekning</i>	Den strekningen som motgående kjøretøy kjører i løpet av sikkerhetstiden.
<i>Sikkerhetstid</i>	Den tiden som gjenstår fra aktivt kjøretøy er tilbake i egen kjørebane til aktivt kjøretøy møter motgående kjøretøy.
<i>Strekning Motgående kjøretøy</i>	Den strekningen som motgående kjøretøy kjører i løpet av forbikjøringstid.

### 3 Metodikk

Dette prosjektet har anvendt følgende metoder for de ulike delene av prosjektet:

#### **Krav til forbikjøringssikt i andre relevante land**

Denne delen av prosjektet er basert på en gjennomgang av litteratur som beskriver kravene til forbikjøringssikt i de nordiske landene Sverige, Danmark og Finland i tillegg til Tyskland og USA. De nordiske landene er trolig de landene som er mest sammenlignbare med Norge mht. vegstandard, føreradferd og trafikkultur.

#### **Forutsetninger knyttet til føreradferd og kjøretøykarakteristika**

Føreradferd er basert på en litteraturstudie av bilføreres adferd. Mht. kjøretøykarakteristika fikk vi tilgang til Opplysningsrådet for vegtrafikk sin database for personbiler. Med utgangspunkt i de mest solgte bilmerkene og modellene i Norge ble det plukket ut 11 personbiler som var på markedet både i 2004 og 2014 og hvor det forelå data som gjorde det mulig å sammenligne 2014 modellene mot 2004 modellene. Deretter ble disse bilenes karakteristika sammenlignet for å se om det var skjedd noen endringer som kunne indikere at akselerasjonsevnen hadde endret seg så mye at det kunne innvirke på forbikjøringsstrekningens lengde.

#### **Modell for forbikjøringssikt**

Denne delen av prosjektet var basert både på en litteraturgjennomgang av ulike modeller for forbikjøring og en mer detaljert studie av en tysk modell basert på bildebehandling av over 1.000 observerte forbikjøringer. Deretter ble den tyske modellen tilpasset norske forhold og det ble beregnet forbikjøringssikt for hastighetene 70, 80 og 90 km/t.

## 4 Krav til forbikjøringssikt i andre relevante land

### 4.1 Innledning

Krav til sikt er avgjørende for vegens kvalitet og sikkerhetsnivå. Forbikjøringssikt defineres i Norge i Statens vegvesens normaler og vegledninger, se [16] og [15]. I dette kapittelet presenteres hvor og hvordan forbikjøringssikt er definert i andre nordiske og andre land det er naturlig å sammenlikne norske krav med.

Ved forbikjøring skal en bilfører kunne se tilstrekkelig langt for å sikre seg at en forbikjøring skal kunne gjennomføres uten kollisjon med eller økt risiko for møtende bil. Det stilles ikke krav om at bilen eller bilene skal kunne stanse. Ut fra dette defineres lengder for forbikjøringssikt.

Krav til forbikjøringssikt er beskrevet for følgende land:

- Nordiske land
  - o Sverige
  - o Finland
  - o Danmark
- Andre land:
  - o Tyskland
  - o USA

Tyskland har historisk betydd mye for vegplanlegging i Norge og er et av foregangslandene innen moderne vegplanlegging. USA har også vært viktig for norsk vegplanlegging. Det er derfor naturlig å studere disse to landenes krav til forbikjøringssikt før norske krav revideres. Norges naboland er interessant å sammenlikne seg med i forhold til samarbeid og kulturelle likheter mellom landene. Samtidig er det like klimaforhold og topografi mellom Norge og Sverige.

### 4.2 Nordiske land

#### 4.2.1 Sverige

I Sverige benyttes "Vägar och gators utformning" (VGU) [18] som hjelpemiddel for utforming av veger og gater. Den gjeldende versjonen er fra 2012 og er utarbeidet av det svenske Trafikverket og Sveriges Kommuner och Landsting (SKL). Som i Norge er det i svenske vegnormaler et klart skille mellom veger og gater.

VGU er delt inn i 10 kapitler, de mest relevante for forbikjøringssikt er de to kapitlene:

- Sektion landsbygd - vägrum
- Linjeföring

Forbikjøringssikt er i de svenske vegnormalene definert som summen av strekningen som kreves for å kjøre forbi et foranliggende kjøretøy og strekningen et møtende kjøretøy tilbakelegger på samme tid. På svensk er forbikjøringssikt betegnet som "omkörningssikt".

I Sverige skal forbikjøringsstrekninger utformes med forbikjøringssikt i henhold til tabellen nedenfor.

Tabell 1: Svenske krav til forbikjøringssiktlengder

Dimensjonerende fart (km/t)	Minste ønskelige lengde (m)	Minste godtatte lengre (m)*
80	800	> 450
100	900	> 550

\* Må godkjennes av vegholder

Krav til forbikjøringssikt gjelder for veger der forbikjøring skjer i møtende kjørefelt. For bestemmelse av forbikjøringssikt skal posisjonen til øye- og hinderpunktet (møtende kjøretøys frontlykter) velges i henhold til tabellen nedenfor. Dimensjonerende frontlykthøyde er 0,6 meter. For busser er frontlykthøyden ca. 1,0 meter.

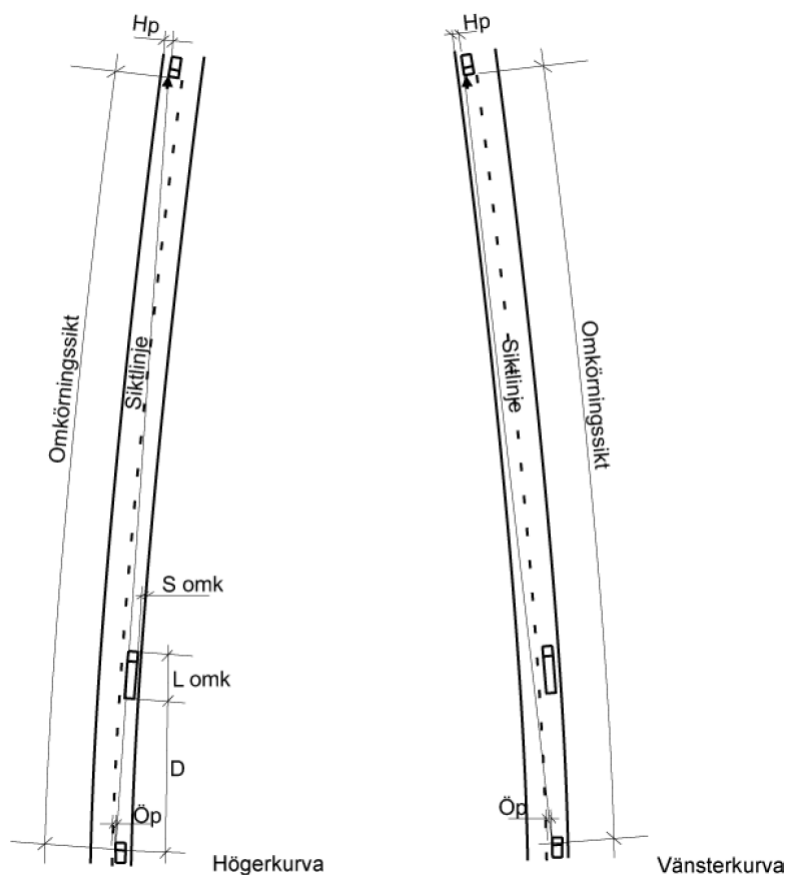
Tabell 2: Øye- og hinderpunkter for forbikjøringssikt

Øyepunkt (Öp) (i plan)	Øyehøyde	Hinderpunkt (Hp) (i plan)				Hinderhøyde	Avstand mellom forbikjørt kjøretøy og kjøreområdekant (S omk)	
Venstrekurve og høyrekurve	Personbil	Venstrekurve		Høyrekurve			Høyrekurve	
		Heltrukket kantlinje	Stiplet kantlinje	Heltrukket kantlinje	Stiplet kantlinje		Heltrukket kantlinje	Stiplet kantlinje
0,5	1,1	2,0*	2,5*	0,5*	1,0*	0,6	0,5*	1,0*

\* Fra kjøreområdekant (körytekant på svensk)

Kjøreområdet er den delen av vegbanen som normalt anvendes av bevegelig trafikk. Kjøreområdekanten er i normaltilfeller det samme som vegbanekanten. Kjøreområdekanten er definert som:

- Vegbanekant på veg uten vegskulder (vägern på svensk) eller med adskilt vegskulder med stiplet kantlinje
- Kjørebaneant på veg med vegskulder adskilt med heltrukket kantlinje.



Figur 1: Øyepunkt (Öp) og hinderpunkt (Hp) ved bestemmelse av forbikjøringssikt

Lengden på kjøretøy som forbikjøres (L omk i figur 1) bør tilsvare lengden til en lastebil med tilhenger eller semitrailer, noe som tilsvarer 24 meter, og avstanden mellom forbikjørende og forbikjørt kjøretøy for høydekurve (D i figur 1) testes for 20 og 40 meter. Siktkrav for forbikjøringsstrekninger bør være oppfylt i minst 2 sekunders kjøretid for hver forbikjøringsstrekning.

#### 4.2.2 Finland

Finske krav til forbikjøringssikt er beskrevet i "Kommunikationsministeriets förordning om frsiktsområden", [10], fra januar 2011.

Forbikjøringssikt er her definert som den avstanden en fører skal kunne se framfor seg i vegens retning under normale forhold, for å kunne kjøre forbi et foranliggende kjøretøy, uten at et møtende kjøretøy, som kommer innom synsfeltet når forbikjøringen innledes, trenger å redusere farten.

På landeveg skal det alle steder finnes minst stoppsikt som beskriver den avstanden en trafikant skal kunne stoppe på gitt at trafikanten plutselig observer et objekt i kjørebanelen som det må stoppes for. På strekninger med to kjørefelt skal det være tilstrekkelig mange forbikjøringsmuligheter. På 2-felts landeveger med brede kjørefelt, hvor det er mulig å kjøre forbi et kjøretøy i eget kjørefelt, samt på 1-felts landeveger med tovegs trafikk, skal det alle steder finnes minst møtesikt. Møtesikt er i finske vegnormaler definert som den avstanden førerne av to møtende kjøretøy trenger å se, for å kunne stoppe uten sammenstøt under normale forhold.

Tabellen nedenfor viser finske krav til forbikjøringssikt på vegger med ulike dimensjonerende fart.

Tabell 3: Finske krav til forbikjøringssiktlengder

Dimensjonerende fart (km/t)	Forbikjøringssikt (m)
50	550
60	600
70	650
80	700
90	800
100	850
110	900

#### 4.2.3 Danmark

Vegnormalene i Danmark utarbeides av Vejdirektoratet. Forbikjøringssikt fastsettes ut fra verdier som fremgår i håndboken "Grundlag for udformning af trafikarealer" [19]. Gjeldene håndbok er en høringsutgave fra januar 2012. Krav til forbikjøringssikt er beskrevet i håndbok om "Tracering". Forbikjøringsstrekninger bør tilbys med passende mellomrom jfr. håndbok "Tverrprofiler".

Forbikjøringssikt (overhalingssikt på dansk) defineres av danske vegnormaler som den frie siktlengden som må være til stede for at en forsvarlig forbikjøring skal kunne påbegynnes og gjennomføres. Manglende muligheter for forbikjøring har betydning for:

- Køddannelse
- Reduksjon i vegkapasitet
- Korte avstander mellom kjøretøy
- Farlig trafikantatferd

Det er to overordnede elementer som det skal tas hensyn til ved vurdering av forbikjøringssiktlengder:

- Hyppigheten av forbikjøringsmuligheter



- Forbikjøring sett i forhold til rom og tid

Krav til forbikjøringsmuligheter i form av forbikjøringssikt gjelder for 2-felts veger. Forbikjøringssikt på en vegstrekning gir trafikantene et bedre servicenivå. På tett trafikkerte vegstrekninger kan forbikjøring være vanskelig tross gode siktforhold. Siktstrekninger medfører ønske om forbikjøringsmuligheter. Forbikjøringsstrekninger bør plasseres på strekninger uten kryss (HB Tracering).

Forbikjøringslengden er i danske vegnormaler definert som den avstanden til et møtende kjøretøy som 85 prosent av bilførerne ønsker for å påbegynne og gjennomføre en forbikjøring (HB GUT).

I Danmark skal forbikjøringslengder utformes i henhold til tabellen nedenfor. Planleggingsfart er her definert som den farten som vegmyndigheten, av hensyn til framkommelighet, trafiksikkerhet og miljø, ønsker at førere av personbiler overholder (HB GUT).

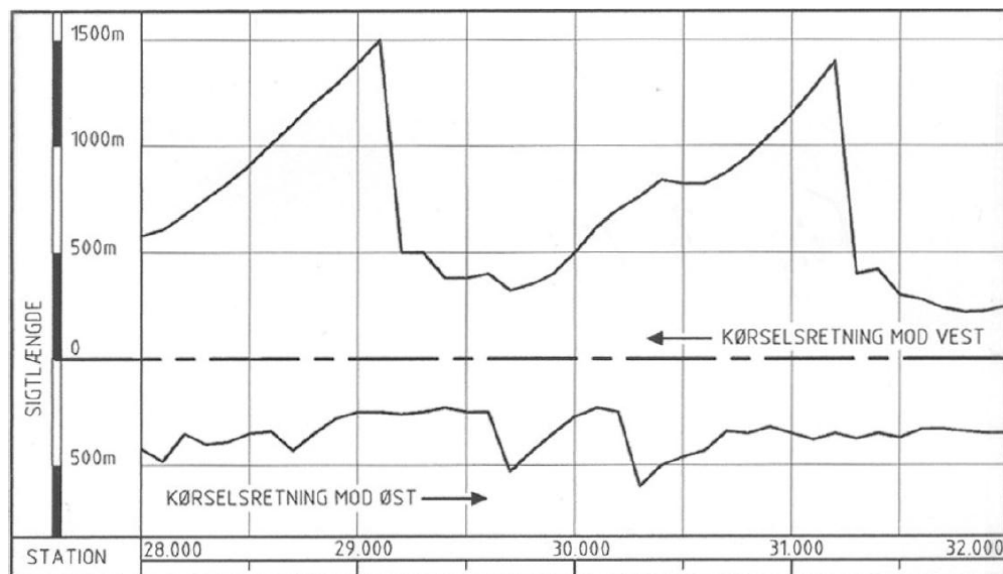
Tabell 4: Danske krav til forbikjøringssiktlengder

Planleggingsfart (km/t)	Forbikjøringslengde (m)
50	500
60	525
70	575
80	625
90	700

De danske kravene til forbikjøringssikt bygger på en tysk, empirisk modell, som bygger på regresjonsanalyser av et stort antall videoobservasjoner av forbikjøringer på rettstrekninger og i kurver. Verdiene i tabellen er beregnet ut fra den tyske beregningsmodellen. Senere danske atferdsstudier har bekreftet den tyske modellen (HB GUT).

Når vegens siktforhold skal vurderes, dvs. forbikjøringssikt og møtesikt, skal det utformes et siktdiagram som angir den maksimale siktlengden til et motgående kjøretøy når øyepunktet beveger seg ut til enden av vegtraséen (vejlinsen). Beregningen og opptegningen skal skje for begge kjøreretningene. Det skal tas hensyn til veksthøyder, autovern og om siktarealene ligger på vegarealet (HB Tracering). En veks møtesikt er i de danske vegnormalene definert som den avstanden to førere, som kjører i dimensjoneringshastigheten mot hverandre i samme kjøreretning, trenger for å kunne se hverandre og stanse uten sammenstøt.

Strekninger med manglende forbikjøringssikt eller møtesikt markeres og det gjennomføres vurderinger av om siktforholdene for disse strekningene er akseptable. Lengre strekninger med manglende møtesikt og derfor med dobbelt sperrelinje er normalt uakseptable. Lengre strekninger med sikt like oppunder møtesikt er også normalt uakseptable, da trafikantene opplever at dette ikke gir dem reelle forbikjøringsmuligheter. Forbikjøringsstrekninger kan utformes med passende mellomrom jf. håndboken "Tværprofiler". Alternativt kan vegen utformes med forbikjøringsstrekninger som en veg med 2 + 1 felt. Hvis siktforholdene ikke er akseptable skal det undersøkes om traséen kan endres (HB Tracering).



Figur 2: Eksempel på siktdiagram, hentet fra håndboken "Tracering: Anlæg og planlægning"

Møtesikt og forbikjøringssikt måles fra øyepunkt til kjøretøyspunkt plassert i vegens midtlinje 1 meter over kjørebanelen.

## 4.3 Andre land

### 4.3.1 Tyskland

I Tyskland benyttes "Richtlinien für die Anlage von Landstraßen" (RAL) som vegnormal for utforming av landeveg. Den utgis av "Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen" (FGSV), og den gjeldende versjonen er fra 2012. Retningslinjene for forbikjøringssikt i RAL vil presenteres i det følgende.

For gjennomføring av trygg forbikjøring stilles det krav om minst 600 meter forbikjøringssikt på landeveger uavhengig av forskjeller i dimensjonerende fartsgrense. Kravene er satt ut fra at det skal være mulig med forbikjøring mellom personbil og lastebil, hvor lastebilen (passivt kjøretøy) har en hastighet på 70 km/t og personbilen (aktivt kjøretøy) har en hastighet på 100 km/t. Sikt lengden forutsetter at kjøretøy i motgående kjørefelt har en hastighet på 100 km/t. Sikkerhetsdistansen mellom kjøretøyet som har foretatt forbikjøringen og kjørt tilbake i eget kjørefelt og møtende bil i motsatt kjørefelt er satt til 100 meter. For sikker forbikjøring av saktegående kjøretøy er en sikt lengde på minst 300 meter nødvendig.

Vegmerking for vegstrekningen hvor forbikjøring ikke er tillatt skiller seg fra andre strekninger. På strekninger med forbikjøringssikt på mindre enn 280 meter er forbikjøring forbudt. Gjeldende retningslinjer for vegoppmerking er beskrevet i "Richtlinien für die Markierung von Straßen" (RMS) fra 1980 og er nå under revisjon.

### 4.3.2 USA

I følge "the American Association of State Highway and Traffic Officials" [1] defineres sikt lengde som den distansen langs vegen et objekt av en bestemt høyde er synlig for føreren. Denne distansen avhenger av høyden av førerens øyne over kjørebanelen, høyden på det spesifikke objektet over vegbanen, samt høyden og posisjonen av sikthindringer i førerens siktlinje.

For amerikanske krav til forbikjøringssikt er dimensjonerende fart målt i "miles per hour" og forbikjøringssiktlengder er oppgitt i fot. I tabellen nedenfor er de amerikanske kravene nøyaktig omregnet til målenhetene kilometer i timen og meter for lettere å kunne sammenlikne med europeiske krav.

Tabell 5: Amerikanske krav til forbikjøringssikt [1]

Dimensjonerende fart (km/t)	Forbikjøringssikt (m)
32	216
40	274
48	332
56	390
64	448
72	495
80	559
89	605
97	651
105	696
113	756
121	786
129	817

Forbikjøring er aktuelt på hovedveger med to felt hvor bilførere stadig velger å kjøre forbi sakteregående trafikk. Et alternativ til innføring av forbikjøringssikt er å innføre forbikjøringsfelt [1].

Forbikjøringssiktlengder bør beregnes ut fra følgende forhold [1]:

- Fører bør kunne se en tilstrekkelig distanse framfor seg for å kunne bedømme om det kommer møtende trafikk imot.
- Fører bør kunne fullføre en forbikjøringsmanøver uten å avskjære det passerte kjøretøyet, før en møter et motgående kjøretøy.

Siktlengder bør beregnes ut fra at kun et kjøretøy skal kunne kjøre forbi kun et annet kjøretøy. Lengre siktdistanser kan likevel forekomme og disse distansene kan føre til multiple forbikjøringer. Det vil si flere kjøretøy som kjører forbi ett kjøretøy eller ett kjøretøy som kjører forbi flere kjøretøy.

Høyden av bilførers øyne og objekthøyden er fastsatt til å være 1 meter (3,5 fot) over kjørebanelen.

Forbikjøringssiktlengdene beregnet ut fra dette gjelder også for kjøring i mørket. En beregnet høyde til 1 meter gjør det også mulig for bilfører i det motgående kjøretøyet å se det forbikjørende kjøretøyet [1].

Fastsettelse av minimum distanse for forbikjøringssikt for hovedveger medfører enkelte antakelser om forbikjøringsatferd. Reell atferd ved forbikjøring varierer i stor grad. For å imøtekomme disse variasjonene i føreratferd bør kriteriene for forbikjøringssikt imøtekomme atferden til en stor andel av bilførerne i motsetning til en gjennomsnittlig atferd. Følgende antakelser om forbikjøringsatferd er lagt til grunn:

1. Det forbikjørte kjøretøyet kjører med konstant fart.
2. Det passerende kjøretøyet har redusert fart og kjører forbi det forbikjørte kjøretøyet når det kommer inn på en passeringsstrekning.
3. Når passeringsstrekningen starter, trenger føreren som foretar forbikjøringen noe tid til å vurdere om det er klart for passering, før føreren starter sin manøver.
4. Forbikjøringen gjennomføres ved en rolig start og en rask avslutning i møtende kjørefelt. Føreren som kjører forbi, akselererer gjennom manøveren, og gjennomsnittsfarten i venstre kjørefelt er omtrent 16 km/t (10 mph) høyere enn for det forbikjørte kjøretøyet.
5. Når føreren har kjørt tilbake i eget kjørefelt skal det være en passende avstand mellom eget kjøretøy og det møtende kjøretøy i venstre kjørefelt.

Enkelte bilførere akselererer i starten av forbikjøringen og holder konstant fart gjennom siste del av forbikjøringen. Andre førere akselererer helt til de har passert det foranliggende kjøretøy og avslutter forbikjøringen uten videre akselerasjon eller med redusert fart. For enkelhetsskyld er denne typen atferd ignorert og forbikjøringssiktlengder er fastsatt ved bruk av observert fart og tiden forbikjøring tar for en høy prosentandel av bilførere.

#### 4.4 Sammenlikning mellom landene

Tabellen nedenfor gir en oversikt over krav til forbikjøringssiktlengder i landene Sverige, Danmark, Finland og USA. I Tyskland stilles det krav om 600 meter forbikjøringssikt på landeveger uavhengig av forskjeller i dimensjonerende fartsgrense. Kravene til forbikjøringssikt i USA er omregnet fra "miles per hour" til kilometer i timen og fra fot til meter.

Tabell 6: Krav til forbikjøringssikt i Sverige, Danmark, Finland, USA og eksisterende krav i Norge.

Dimensjonerende fart (km/t)	Forbikjøringssikt (m)					
	Sverige, Minste ønskelige lengde	Sverige, Minste godtatte lengde	Danmark	Finland	USA	Norge
50			500	550		
60			525	600		
70			575	650	490	
80	800	> 450	625	700	560	450
90			700	800	605	550
100	900	> 550		850	660	
110				900		
120					786	

## 5 Forutsetninger knyttet til føreradferd og kjøretøykarakteristika

### 5.1 Føreradferd

Selv om egenskaper ved bilfører er en viktig del av forbikjøringen er det få studier som har studert ulikheter i forbikjøringsatferd, [5], [6], [9] og [17]. Ulike trafikantgrupper trenger ulike distanser for forbikjøringssikt for å kunne planlegge, gjennomføre og mestre en forbikjøring på en god måte. I planlegging av vegnormaler er det viktig å ta hensyn til ulikheter mellom trafikanter og det finnes ikke et enkelt fasitsvar på hva som er god og dårlig vegutforming. Ulikheter i menneskelige egenskaper bør vurderes i bestemmelse av forbikjøringssikt lengder. Bilførers oppfatning av hva som er tilstrekkelig forbikjøringssikt og bilførers atferd ved forbikjøring avhenger av risikopersepsjon, synsevnen, reaksjonstid, vurdering av fart og avstand, vurdering av vær og føreforhold, evnen til å skille ut relevant informasjon og oppmerksomhetskapasitet. Disse egenskapene ved bilfører påvirkes av kunnskap, tilegnet gjennom føreropplæring og erfaringer, holdninger og biologiske forutsetninger ved individet, som syn, bevegelse, kognitiv kapasitet, sykdom og medikamentbruk.

*Risikopersepsjon* har betydning for om man velger å gjennomføre en forbikjøring eller ikke og hva man opplever som trygg lengde for forbikjøringssikt. I 1987 gjennomførte SINTEF observasjonsstudier og vegkantintervju med 75 forbikjørere. Studien viste at unge førere (18-24 år) i større grad enn eldre aldersgrupper gjennomførte risikofylte forbikjøringer med høyest fart og var minst hjelpsomme med å slippe andre forbi når de selv ble forbikjørt. Studien viste også at menn i større grad gjennomførte forbikjøringer enn kvinner [17]. Det er ikke gjennomført noen liknende norsk studie senere og vi vet lite om dagens forskjeller i risikoatferd knyttet til forbikjøringsatferd ut fra menneskelige karakteristikk. Det er også svært få studier internasjonalt på dette området. En nylig gjennomført spansk studie av mer enn 200 forbikjøringsmanøvre viste også at forbikjøringsatferden varierte mellom kjønnene og ulike aldersgrupper. Som i den norske studien gjennomført omtrent 25 år tidligere, viste det seg at unge menn (under 30 år) hadde en mer aggressiv forbikjøringsatferd. Forbikjøringstiden var omtrent 1 sekund lavere til sammenlikning med andre bilførere og farten var i gjennomsnitt 4 km/t høyere [9]. En kjøresimulatorstudie av 100 israelske bilførere viste at menn og yngre bilførere (under 30 år) i større grad velger å gjennomføre forbikjøringer enn andre. Denne studien viser større forskjeller mellom kjønn og alder enn den spanske studien [6]. En annen israelsk studie i kjøresimulator studerte forbikjøringsatferden til 8 kvinnelige og 11 mannlige studenter med minst 4 års erfaring som bilførere. Studien viste at nesten alle bilførerne valgte å kjøre forbi et foranliggende kjøretøy med en lavere fart enn dem selv. Et mer overraskende funn var at to tredjedeler av bilførerne også valgte å kjøre forbi et foranliggende kjøretøy med samme fart som dem selv, mens halvparten valgte å kjøre forbi foranliggende kjøretøy med høyere fart enn dem selv. Resultatene fra studien viser at bilførere har en sterk tendens til å kjøre forbi foranliggende kjøretøy og at bilførere er villige til å øke deres egen fart betraktelig for å unngå å kjøre bak et annet kjøretøy [2]. Det er viktig å påpeke at det kan være store kulturforskjeller i villighet til forbikjøring, og at denne studien er gjennomført med unge bilførere, som ofte har en høyere risikovillighet enn andre. I tillegg kan personer være mer villige til å gjennomføre forbikjøringer i en kjøresimulator enn i reell trafikk.

*Synsevnen* er svært viktig for forbikjøringsatferd og atferd som bilfører generelt. På legekantorene sjekkes skarphet, synsfelt og kontrast. Synsevnen er svært viktig for bilkjøring og en del eldre opplever synsnedsettelse med alderen. Aldring medfører ofte blant annet langsynthet og redusert mørkesyn [11]. Personer med nedsatt syn kan kreve lengre forbikjøringssikt for at de velger å gjennomføre en forbikjøring.

*Reaksjonstid* er en størrelse i vegnormalene som inngår i beregning av sikt lengder. Vegnormalene i Norge bruker 2 sekunder for beregning av forbikjøringssikt. Forskjeller i personers reaksjonstid varierer ut fra kompleksiteten i beslutningen. Forskningsresultater har vist at enkle bremsereaksjonstider ligger mellom 1,5 til 2,5 sekunder, mens mer kompliserte beslutninger tar fra 2 til 8 sekunder [14]. Reaksjonstid varierer også ut fra tidligere kunnskap og erfaring med forbikjøring og vegstrekingen man kjører på, og biologiske egenskaper ved individet.

Bilføreres vurdering av fart og avstand inngår ikke eksplisitt i vegnormalene, likevel forutsetter vegnormalene implisitt at bilførere vurderer fart og avstand rimelig korrekt. Bedømmelse av forbikjøringssikt er et eksempel på dette. Studier har vist at bilførere har en tendens til å undervurdere egen hastighet. Denne tendensen forsterkes når man sitter høyt og når bilen er lydisolert. Bilførere har dårlig evne til å vurdere farten til møtende biler. Avstanden til møtende kjøretøy bedømmes rimelig riktig, men det er store variasjoner. Tåke gjør at biler virker lenger borte enn de er. Forbikjøring er en sammensatt beslutning som bygger på vegens forløp, samt egen og andres fart og posisjon. Bilførere synes å legge større vekt på lengden av siktstrekningen enn på tidsmarginen når de foretar en forbikjøring. Sikkerhetsmarginen blir dermed mindre ved høy fart enn ved lav, se oppsummering av F. Sagbergs innlegg på [14].

Enkelte trafikantgrupper har i større grad vanskeligheter med å *skille ut relevant informasjon* enn andre. Dette gjelder blant annet bilførere med lite kjøreerfaring. Andre forhold som kan ha betydning er trøtthet, stress, mental belastning, emosjoner og distraksjoner. En persons syn og kognitive kapasitet er også av betydning, se oppsummering av F. Sagbergs innlegg på [14].

*Oppmerksomhetskapasitet* har også betydning for atferd ved gjennomføring av forbikjøring. Vegnormalene sier ikke eksplisitt hvilke forutsetninger om oppmerksomhet som ligger til grunn, men normalene har implisitte forutsetninger om begrenset oppmerksomhetskapasitet. For å sikre at bilførerne får den informasjonen de trenger, gjennom vegoppmerking og skilting, er det viktig at informasjonen blir gitt i god tid, at informasjonsmengden som blir gitt begrenses og at vegløsningene ikke er inkonsistente, selvmotsigende og for komplekse. Andre forhold som kan ha betydning for oppmerksomheten er fenomenene tunnelsyn og uoppmerksomhetsblindhet <sup>1</sup>(inattentional blindness).

## 5.2 Akselerasjonsegenskaper

En hypotese i dette prosjektet var at kjøretøyenes akselerasjonsegenskaper har endret seg over tid og at en forventet økning av akselerasjonsevnen skulle bety kortere forbikjøringer og dermed reduserte krav til forbikjøringssikt. For å undersøke om denne hypotesen var riktig fikk SINTEF Transportforskning tilgang til Opplysningsrådet for vegtrafikk sin kjøretøydatabase. For å se etter mulige endringer ble det innsamlet og analysert kjøretøyegenskaper for 11 merker og modeller som var på markedet både i 2004 og 2014 og som var av de mest solgte merkene og modellene i Norge. Det ble sett på flere merker og modeller, men flere av de mest populære merkene og modellene på markedet i 2004 var enten ikke på markedet lenger i 2014, var så vesentlig endret at de ikke var sammenlignbare, eller manglet nødvendige data for 2004 eller 2014. Følgende merker og modeller ble funnet som sammenlignbare i 2004 og 2014:

- Audi A4 2,0
- Ford Fokus 1,6 Ambiente
- Ford Mondeo 2,0 TD Ambiente
- Mercedes-Benz E 200 CDI+
- Skoda Octavia 2,0 Classic
- Toyota Avensis 2,0 D-4D Business
- Toyota RAV4 4wd 5-dørs
- Volkswagen Polo 1,4 Comfortline
- Volkswagen Golf 1,6 Trendline
- Volkswagen Passat 2,0 Firstline
- Volvo V70 2,0 2,0 T

Navnene på listen over er fra 2004. Noen av modellene hadde fått et litt endret navn i 2014, f.eks. i de tilfellene der motoreffekten var endret. Motorstørrelsen er så vidt vi kunne den samme. Ellers kunne typen drivstoff være endret fra 2004 til 2014. I 2004 var 8 av de 11 modellene drevet på bensin, mens i 2014 var alle drevet på diesel.

---

<sup>1</sup> Uoppmerksomhetsblindhet foreligger når informasjon sentralt i synsfeltet blir registrert i nervesystemet, men ikke når bevisstheten.

Det ble valgt ut følgende parametere for å se på eventuelle endringer:

- *Endring i drivstofforbruk.* Her var det en entydig tendens ved at alle modellene hadde en vesentlig nedgang i forbruket målt i liter per mil. Nedgangen varierte mellom 21 og 54 %. Trolig skyldes denne nedgangen både en bedre utnyttelse av motorene og overgang fra bensin til diesel.
- *Endring i motorytelse.* Her varierte endringene fra -17 % til +56 %. Fire av de 11 modellene hadde redusert motorytelsen i området 5 til 17 %, mens 7 hadde økt motorytelsen i området 1 til 56 %. Seks av de syv modellene lå i området 1 til 20 %, mens den siste av de 7 hadde økt med 56 %. Som tidligere nevnt var det vanskelig å finne frem til modeller som var på markedet og sammenlignbare både i 2004 og 2014. Den ene som viste den spesielt store økningen kan være et eksempel på at selv om modellbetegnelsen var den samme, kan 2014 modellen være en variant av modellen som ikke fantes i 2004.
- *Endring i dreiemoment.* Alle modellene har en vesentlig endring i dreiemomentet. Dette skyldes trolig mere effektive motorer og overgang fra bensin til diesel som drivstoff. Her ligger økningen mellom 11 og 67 %. Åtte av de 11 modellene hadde en økning av dreiemomentet på over 50 %.
- *Endring i akselerasjon fra 0 – 100 km/t.* Det forelå bare sammenlignbare tider for 9 av modellene. Fire av disse hadde en akselerasjonstid som var den samme eller hadde økt med opp til 12 %. Fire av de andre modellene hadde en reduksjon i akselerasjonstiden på mellom 1 og 13 %, mens den siste hadde en reduksjon på 26 %. Dette var den samme modellen som hadde en økning i motorytelsen på 56 %.
- *Endring i egenvekt.* Gjennomgangen av vektdata viste at alle modellene hadde økt litt i vekt fra 2004 til 2014. Her var variasjonsområdet fra 1 – 13 %.
- *Endring i ytelse per vekt, dvs. Hk per tonn.* Analysen av data for forholdet mellom ytelse (Hk) og vekt (tonn) viste at 6 av modellene hadde en nedgang i ytelse i forhold til vekt, dvs. at vekten hadde økt mer enn tilsvarende økning i motorytelse. Variasjonsområdet for nedgangen var 1 – 27 %. Fire modeller hadde en økning av forholdet mellom ytelse og vekt, mens for den siste av de 11 modellene forelå det ikke nødvendige data fra 2004 til å si noe om endring i forholdet. De 4 modellene med en økning av forholdet hadde et variasjonsområde mellom 1 og 55 %. Verdien på 55 % var knyttet til det kjøretøyet som hadde den høye endringen i motorytelse og er som tidligere nevnt kanskje ikke helt representativ for utvalget og registrerte endringer. De 3 andre modellene lå mellom 1 og 13 % mht. økning av forholdet ytelse/vekt.

Ut i fra endringene i akselerasjonstidene i både positiv og negativ retning er det etter vår oppfatning ikke grunnlag for å si at antatte endringer i kjøretøyenes akselerasjonsevne skulle medføre kortere forbikjøringssikt. Trolig vil føreradferden kunne gjøre større utslag enn de registrerte endringene i akselerasjonsevne. Det er heller ikke noen av de andre parameterne som tilsier at endringer i kjøretøyenes karakteristika de siste ti årene skulle medføre at disse endringene vil ha noen vesentlig påvirkning på forbikjøringssiktens lengde.

Vi tar forbehold om at noen av verdiene for enkelte merker og modeller ikke trenger å være helt riktig pga. manipulering av tester.

Etter hvert vil førerstøttesystemer kunne bistå førerne i forbikjøringer, f.eks. ved hjelp av meldinger som Cooperative Awareness Messages (CAM) som sender ut informasjon om kjøretøyets posisjon, retning og hastighet til alle andre kjøretøyer i nærheten. Slike meldinger vil gjøre det mulig for en forbikjøringsapplikasjon i et kjøretøy å bedømme muligheten for en sikker forbikjøring og støtte føreren i hans beslutning mht. om forbikjøringsstrekning, sikkerhetsstrekning og utkjørt strekning for motgående kjøretøy er tilstrekkelig lang nok for forbikjøring.

## 6 Modell for forbikjøringssikt

### 6.1 Innledning

Hovedhensikten med dette prosjektet var enten å revidere eksisterende modell for forbikjøringssikt eller å utvikle en ny modell. Den eksisterende modellen er beskrevet i [3]. Denne modellen bygger igjen på [12].

Det er gjennomført en litteraturstudie av ulike modeller for forbikjøringssikt. Av de mest interessante funnene i dette litteraturstudiet kan nevnes et omfattende arbeid utført av National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). Dette arbeidet er beskrevet i Report 605 Passing Sight Distance Criteria fra 2008 [13]. Enda mer interessant er et arbeid som er utført av det tyske Federal Highway Research Institute (BASt) og Universitet i Dresden, se [20] og [21]. Arbeidet startet opp i 2013 og ble fullført i 2015. Arbeidet ble gjennomført i forbindelse med en oppdatering av de tyske retningslinjene for forbikjøringssikt. Innsamling av data som beskriver de ulike delene av forbikjøringssekvensen er gjort med en drone som er plassert i konstant høyde på 250 meter over forbikjøringsstrekningen. Ved hjelp av bildebehandling er det analysert ca. 1.000 forbikjøringer på tyske 2-feltsveger med fartsgrense 100 km/t for lette kjøretøyer og 80 km/t for tunge kjøretøyer. Dette har gjort det mulig å samle inn data på en måte som ingen andre har gjort mht. antall målinger, ulike data for hastigheter for ulike typer kjøretøyer og ulike distanser.

Statens vegvesen ønsket at den tyske modellen skulle evalueres av SINTEF med hensyn til anvendelse i Norge. Basert på den grundige analysen som er gjort av de tyske vegmyndighetene av forbikjøringssikt har vi kommet frem til at denne modellen er den beste og mest realistiske sammenlignet med f.eks. de 12 modellene som er beskrevet i [13]. Vår anbefaling bygger på følgende forhold:

- Innsamling av data i forbindelse med forbikjøring på tyske 2-feltsveger er unik sammenlignet med andre tilsvarende datainnsamlinger vi har sett på i litteraturstudien.
- Data er samlet inn i prosjektperioden 2013 – 2015 og er av vesentlig nyere dato enn de andre datainnsamlingene vi har sett har vært gjennomført.
- Dataene som er samlet inn gir et godt grunnlag for en realistisk modell for beregning av forbikjøringssikt. Modellen bygger på empiriske data målt under virkelig forhold og er etter vår oppfatning bedre enn en teoretisk modell hvor noen av parameterne som inngår i modellen er vanskelig å måle og/eller anslå.
- Selv om tyske 2-feltsveger trolig har en gjennomgående høyere standard enn norske 2-feltsveger, er det grunn til å anta at forskjellen på en tysk forbikjøringsstrekning og en norsk forbikjøringsstrekning av tilsvarende lengde ikke er så stor at de tyske målingene ikke kan anvendes for norske forhold.
- En relevant faktor mht. å anvende den tyske modellen for norske forhold, er eventuelle forskjeller i føreradfærd. Et litteratursøk på føreradfærd ga ingen treff som kunne indikere noe om eventuelle forskjeller på norsk og tysk føreradfærd. Det finnes imidlertid undersøkelser som ser på forskjeller mellom føreradfærd, men da gjerne knyttet til førergrupper hvor man forventer forskjeller, f.eks. sammenligning av førere i Nord-Europa med førere i Sør-Europa og sammenligning av førere i europeiske land med førere i afrikanske land. Ut i fra vårt kjennskap til norsk og tysk trafikkultur og trafikkovervåking, forventer vi ikke noen vesentlige forskjeller på adferden mellom norske og tyske bilførere. I forhold til modellen vil eventuelle forskjeller først og fremst være knyttet til hvor raskt føreren akselererer og hvilken maksimal hastighet han velger i forhold til forbikjørt kjøretøy.

Det må bemerkes at den tyske modellen bruker forbikjøring av et tungt kjøretøy som dimensjoneringskriterium og dette er også foreslått for den norske modellen. Det må også bemerkes at den tyske modellen ikke inkluderer en beslutningsstrekning i forbikjøringssikten. I den eksisterende norske modellen er det den strekningen en bilfører kjører på den tiden han/hun bruker på å ta en beslutning om forbikjøringen. I den norske modellen er beslutningstiden satt til 2 sekunder. Det må også bemerkes at å ikke inkludere beslutningsstrekningen i forbikjøringssikten er helt i tråd med den norske definisjonen på forbikjøringssikt som sier at forbikjøringssikt er den

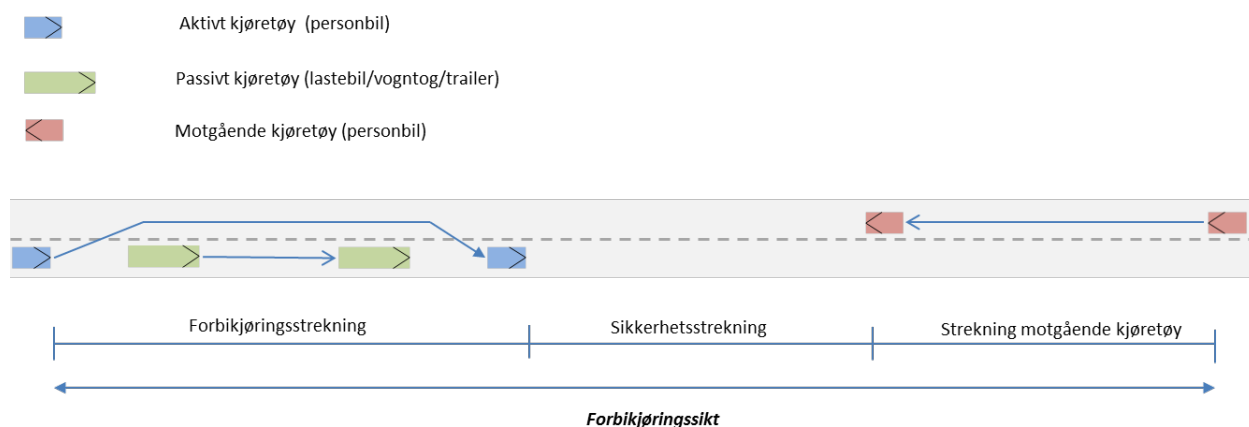


minste sikt lengde en bilfører må ha framover mot møtende trafikk i det øyeblikket bilføreren ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring [16]. I definisjonen har altså bilføreren allerede tatt en beslutning om å kjøre forbi.

## 6.2 Beskrivelse av den tyske modellen

Den tyske modellen for beregning av forbikjøringssikt er passert på at forbikjøringssikt består av tilsammen tre strekninger:

1. Den strekning som selve forbikjøringen utgjør, dvs. fra kjøretøyet beveger seg inn i motgående kjørefelt for å kjøre forbi kjøretøyet foran og til det er tilbake i høye kjørefelt. Denne strekningen er kalt *Forbikjøringsstrekning* i Figur 3.
2. Den sikkerhetsstrekningen som er mellom det kjøretøyet som har kjørt forbi og det kjøretøyet som kommer i motgående kjørebane når forbikjøringen er gjennomført. Denne strekningen er kalt *Sikkerhetsstrekning* i Figur 3.
3. Den avstanden som motgående kjøretøy har tilbakelagt i løpet av den tiden forbikjørende kjøretøy brukte på forbikjøringen. Denne strekningen er kalt *Strekning motgående kjøretøy* i Figur 3.

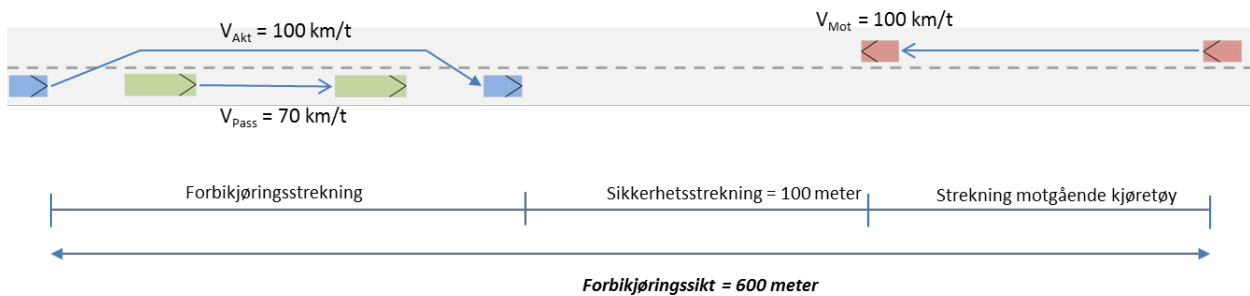


Figur 3: Prinsippskisse for forbikjøringssikt

I den tyske teoretiske modellen som forelå i 2012 og som ble evaluert og videreutviklet gjennom opptak av ca. 1.000 forbikjøringer, var det satt følgende verdier for de ulike kjøretøyene og avstandene:

- Det passive kjøretøyet ble antatt å være et tungt kjøretøy som kjørte i 70 km/t på en 2-feltsveg med tillatt maksimal hastighet på 100 km/t for lette kjøretøyer og 80 km/t for tunge kjøretøyer
- Hastigheten til det aktive kjøretøyet ble satt til 100 km/t ved forbikjøringen
- Hastigheten til det motgående kjøretøyet ble satt til 100 km/t
- Sikkerhetsstrekningen ble satt til 100 meter

Dette ga tilsammen et krav til forbikjøringssikt på 600 meter for tillatt maksimal hastighet på 100 km/t, se Figur 4.

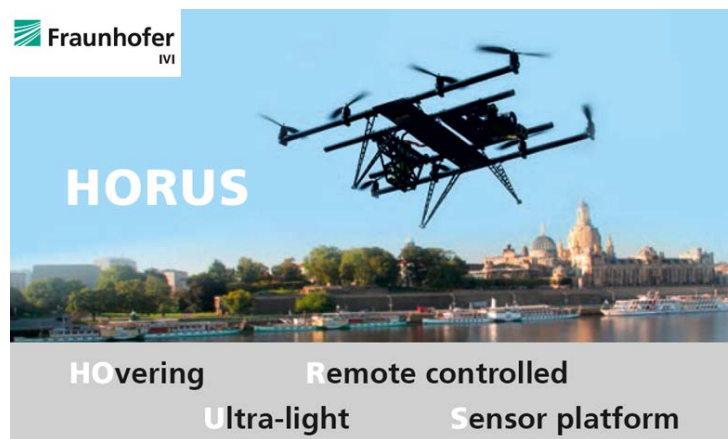


Figur 4: Prinsskisse for tidligere tysk forbikjøringsmodell

Følgende data ble ansett for å være sentrale mht. en evaluering og videreutvikling av den tyske modellen:

- Trafikkvolumene i begge retninger
- Type kjøretøy og kjøretøys lengde
- Sikt lengde ved start forbikjøring
- Hastigheten til det aktive kjøretøyet
- Hastigheten til det passive kjøretøyet
- Hastigheten til det motgående kjøretøyet
- Forbikjøringsstrekning for det aktive kjøretøyet
- Utkjørt distanse av det passive kjøretøyet
- Strekning motgående kjøretøy
- Avstander mellom kjøretøyene i de ulike fasene av forbikjøringene

Det tyske forsknings- og utviklingsprosjektet vurderte ulike former for teknologi og metodikk mht. innsamling av data. Resultatet ble at de brukte en drone (oktokopter), se Figur 5, som ble utviklet av Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure systems Dresden.



Kilde: Fraunhofer IVI

Figur 5: Dronen som ble brukt for innsamling av data for forbikjøringsikt

Dronen var ca. 1 x 1,3 meter stor og kunne holde seg i konstant posisjon (x, y og z-koordinater) ved hjelp av en GPS sensor. Avviket fra den konstante posisjonen er oppgitt til noen få meter. I tillegg til å holde en konstant posisjon hadde dronen et gyrostyrt kamera som tok opp eventuelle bevegelser i dronen slik at kameraet hadde en konstant

opptaksvinkel under registreringen av forbikjøringsstrekningen. Den maksimale forbikjøringsstrekningen det ble gjort opptak for var 800 meter. For å dekke en slik strekning ble dronen holdt i en konstant høyde på 250 meter over veggen. I tillegg til dronen ble det brukt radarer til å måle karakteristika som hastighet på kjøretøyene og antall kjøretøyer per tidsenhet.

Innsamling av data ble gjort på 7 ulike vegstrekninger med en ÅDT mellom 7.000 og 11.000 kjt/døgn. Dette var ut i fra kunnskapen om at ved ÅDT under 7.000 kjt/døgn forekommer det sjeldnere forbikjøring og ved ÅDT høyere enn 11.000 kjt/døgn forekommer det også sjeldnere forbikjøringer pga. stor motgående trafikk og færre akseptable tidsluker for forbikjøring. Tabell 7 viser en oversikt over de strekningene som ble brukt til innsamling av data.

Tabell 7: Oversikt over målestrekninger

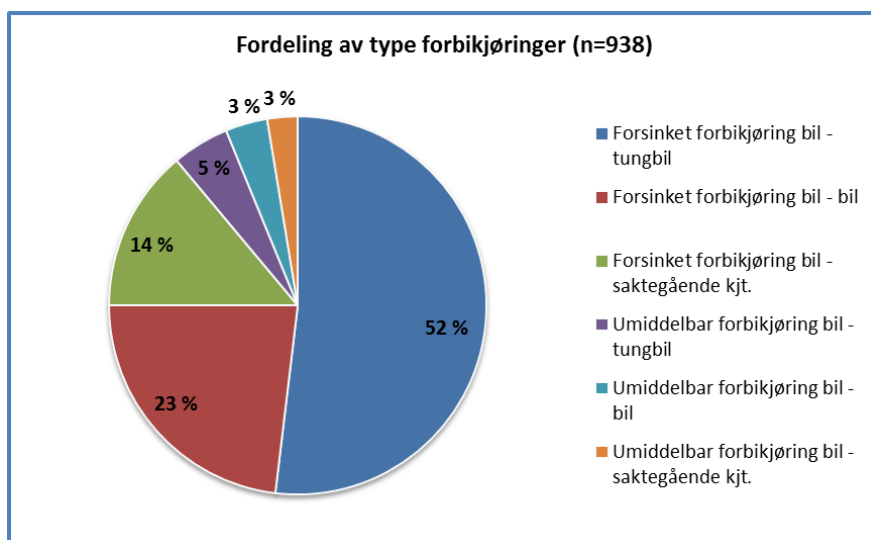
Målestrekning	ÅDT	Andel tunge kjt.	Vegbredde	Frisiktavstand
<b>B 172</b>	9.600	4,6 %	7,25 m	1.000 m
<b>B 97</b>	10.700	8,3 %	8,00 m	1.200 m
<b>B 87</b>	4.700	19,1 %	6,60 m	900 m
<b>B 22</b>	10.400	7,3 %	8,10 m	650 m
<b>B 289</b>	9.000	10,4 %	7,50 m	500 m
<b>B 279</b>	9.000	15,9 %	8,50 m	550 m
<b>ST 2665</b>	7.200	10,0 %	8,50 m	400 m

Totalt ble det registrert i 90 flytimer og det ble samlet inn data fra 1.158 forbikjøringer. Av disse var det 938 enkeltpasseringer, dvs. at et kjøretøy passerer et enkelt kjøretøy. De andre forbikjøringene var situasjoner hvor et kjøretøy passerer flere kjøretøyer. Disse registreringene ble ikke brukt i analysen i og med at hensikten med prosjektet var å se på forbikjøringssikt hvor ett kjøretøy kan passere ett annet kjøretøy på en sikker måte.

Enkeltpasseringene ble delt inn i to grupper:

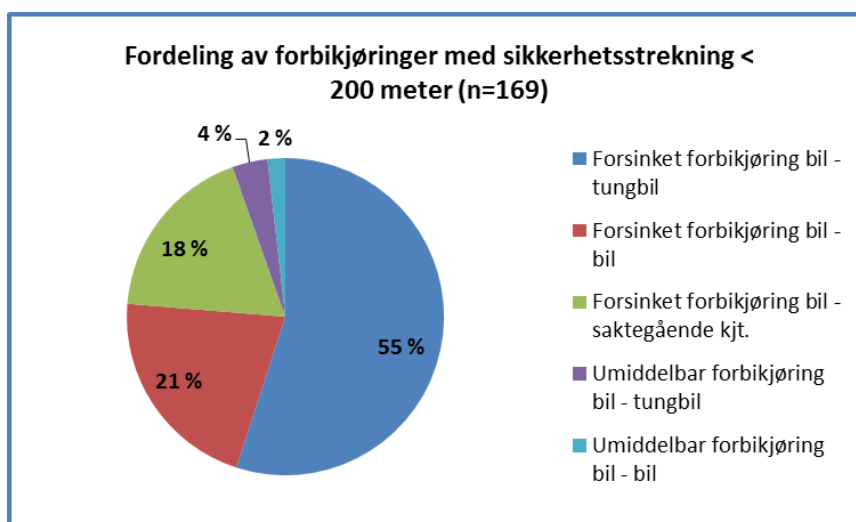
1. Forsinket forbikjøring som er forbikjøringer hvor det aktive kjøretøyet har ligget bak det passive kjøretøyet for deretter å akselerere og kjøre forbi. Disse utgjorde 88,9 % av registreringene.
2. Umiddelbar forbikjøring som er forbikjøringer hvor det aktive kjøretøyet tar igjen det passive kjøretøyet for umiddelbart å starte forbikjøring. Disse utgjorde 11,1 % av registreringene.

Figur 6 viser hvordan forbikjøringene ble delt inn 6 kategorier avhengig av om det var Forsinket forbikjøring eller Umiddelbar forbikjøring og hvilke typer kjøretøy som var involvert.



Figur 6: Fordeling av type forbikjøringer – alle forbikjøringer

Over halvparten av forbikjøringene er situasjoner hvor en personbil passerer et tungt kjøretøy. Det er disse situasjonene som er lagt til grunn for utviklingen av den tyske modellen og som de tyske vegmyndighetene ønsker skal være den dimensjonerende situasjonen for de tyske retningslinjene for forbikjøringssikt. Dersom det skal dimensjoneres for forbikjøringer hvor både det aktive og passive kjøretøyet er personbiler, vil kravet til forbikjøringssikt øke pga. av mindre hastighetsforskjeller på aktivt og passivt kjøretøy. Et tilleggskriterium i analysen var at sikkerhetsstrekningene ikke skulle være mer enn 200 meter etter at forbikjøringen var gjennomført. For sikkerhetsstrekninger under 200 meter kunne en anta at det motgående kjøretøyet hadde vært synlig for føreren av det passerende kjøretøyet og på den måten påvirket forbikjøringen. Dette ga som resultat at av de 938 passeringene som er vist i Figur 6 var 169 passeringer hvor sikkerhetsstrekningen var 200 meter eller mindre. De 169 passeringene var fordelt som vis på Figur 7 nedenfor.



Figur 7: Fordeling av type forbikjøringer – sikkerhetsstrekning < 200 meter

### 6.3 Registrerte hastigheter

Av de 169 passeringene som er vist i Figur 7 var 87 % enkeltpasseringer, dvs. et aktivt kjøretøy passerte ett passivt kjøretøy. Av disse var igjen 55 % forbikjøringer av tungt kjøretøy hvilket vil si at 79 tilfeller danner grunnlag for registrering og analyse av de ulike kjøretøytypenes hastigheter.

Figur 8 viser de hastighetene som ble målt på alle personbiler som foretok en enkeltpassering av et tungt kjøretøy. I alt ble hastigheten målt/beregnet på 4 punkter i forbikjøringen:

1. Ved starten av feltskiftet til motgående felt, dvs. i det venstre hjørne på kjøretøyet passerte midtlinjen. Føreren hadde på dette tidspunktet startet akselerasjon etter å ha ligget bak det tunge kjøretøyet. Hastigheten her er kalt  $V1_{Akt}$ .
2. Ved avslutningen av feltskiftet til motgående felt, dvs. i det hele kjøretøyet har passert midtlinjen. Hastigheten her er kalt  $V2_{Akt}$ .
3. Ved starten av feltskiftet tilbake til eget felt, dvs. i det kjøretøyet høyre del foran på kjøretøyet har krysset midtlinjen. Hastigheten her er kalt  $V3_{Akt}$ .
4. Ved avslutningen av feltskiftet tilbake til eget felt, dvs. i det hele kjøretøyet har passert midtlinjen. Hastigheten her er kalt  $V4_{Akt}$ .

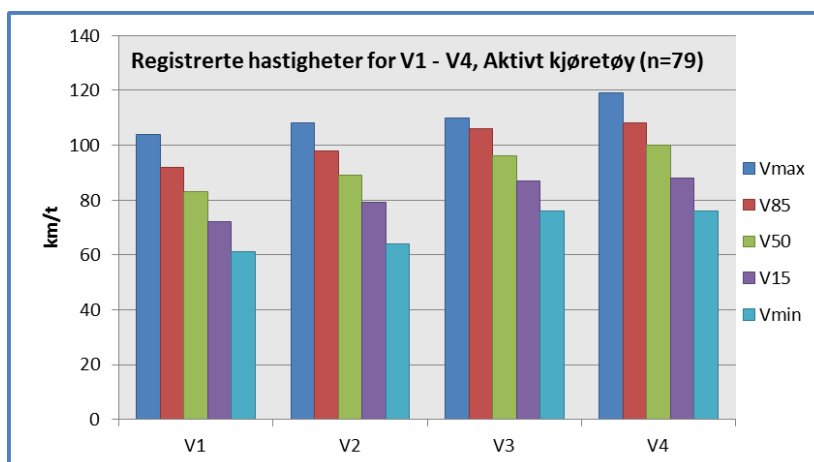


Figur 8: Registrerte hastigheter for aktivt kjøretøy (passerende kjøretøy)

Hastigheten på motgående kjøretøy ble målt samtidig relatert til tidspunktene for måling av  $V1 - V4$ . Hastigheten for motgående kjøretøy ble deretter beregnet som middelet av de fire hastighetene målt for Motgående kjøretøy.  $V_{Mot, 85}$  % fraktil ble målt til 100 km/t og medianhastighet var 84 km/t. Tillatt maksimal hastighet var 100 km/t. Den høyeste hastigheten som ble målt var litt over 130 km/t, mens den laveste hastigheten som ble målt var litt over 50 km/t. Det store spennet i hastigheter kommer av at den motgående trafikken omfattet alle typer kjøretøyer fra personbiler til saktegående kjøretøy.

Tilsvarende ble det målt hastigheten for det tunge kjøretøyet som ble passert. Målingene viste at hastigheten for det tunge kjøretøyet var tilnærmet konstant. På en strekning med 80 km/t som fartsgrense for tunge kjøretøyer ble  $V_{Pass, 85}$  (85 % fraktilen) målt til 75 km/t og medianhastighet var 68 km/t. Den høyeste hastigheten som ble målt var litt over 80 km/t og den laveste var litt under 60 km/t. Den generelle tillatte hastigheten for tunge kjøretøy er 80 km/t [7] på denne type veger og tunge kjøretøyer skal også ha en fartssperre på 90 km/t [8].

Registreringene av  $V1_{Akt} - V4_{Akt}$  viste hvordan hastigheten for aktivt kjøretøy endret seg under forbikjøringen. Figur 9 viser hvordan hastighetene for det aktive kjøretøyet varierer under forbikjøringen. Figuren viser bl.a. at 85 % fraktilen ligger noen km/t over tillatt hastighet i det det aktive kjøretøyet har passert det passive og er i ferd med å legge seg tilbake i eget felt. Høyeste registrerte hastighet ved avsluttet forbikjøring var ca. 120 km/t, dvs. 20 km/t over fartsgrensen.



Figur 9: Registrerte hastigheter for aktivt kjøretøy (passerende kjøretøy)

## 6.4 Sammenheng mellom medianhastighet for aktivt og passivt kjøretøy

I den første analysen av de innsamlede dataene for forbikjøring [20] fant det tyske prosjektet en meget interessant sammenheng mellom medianhastighetene til det aktive og det passive kjøretøyet. Medianhastigheten for det aktive kjøretøyet,  $V_{Akt,50}$ , ble regnet ut som gjennomsnittshastigheten for alle  $V1_{Akt,50} - V4_{Akt,50}$ . Medianhastigheten for det passive kjøretøyet (det tunge kjøretøyet) var som tidligere nevnt tilnærmet konstant under hele forbikjøringen. Følgende avhengighet ble funnet gjennom en regresjonsanalyse av medianhastighetene for det aktive og passive kjøretøyet ( $R^2 = 0,976$ ) :

$$F1: V_{Akt,50} = 1,1322 \times V_{Pass,50} + 15,049$$

Denne sammenhengen ble påvist for hastigheter for det passive kjøretøyet i området 53 – 80 km/t og for hastigheter for det aktive kjøretøyet mellom 74 og 105 km/t.

I det tyske prosjektet var det passive kjøretøyet alltid et tungt kjøretøy og det aktive kjøretøyet et lett kjøretøy, f.eks. en personbil. Registreringene gjelder forsinkede forbikjøring, dvs. det aktive har ligget bak det passive og ventet på en mulighet til å kjøre forbi. Tabell 8 viser hva medianhastigheten for det aktive kjøretøyet vil bli gitt medianhastigheten til det passive kjøretøyet.

Tabell 8: Medianhastighet for aktivt kjøretøy i relasjon til passivt kjøretøy

$V_{Pass,50}$	$V_{Akt,50}$
60 km/t	83 km/t
65 km/t	89 km/t
70 km/t	94 km/t
75 km/t	100 km/t
80 km/t	106 km/t

Forbikjøringsstrekningen er avhengig av lengden på det passive kjøretøyet og vil kunne variere litt avhengig av om det er en lastebil eller vogntog som blir forbikjørt. Dette temaet er ikke behandlet i [20] eller [21].

Etter at de første analysene ble gjennomført og presentert i artikkelen [20], ble det gjennomført ytterligere analyser av datamaterialet. Dette er beskrevet i [21]. I denne analysen fant en for det første at atferden til føreren av det aktive kjøretøyet ikke var avhengig av avstanden til motgående trafikk. Alle registreringene ble derfor analysert på nytt og en fant følgende 3 sammenhenger mellom hastighetene til aktivt og passivt kjøretøy og forbikjøringsstrekning:

1. Det var en konstant hastighetsdifferanse på 18 km/t mellom  $V_{Akt}$  og  $V_{Pass,85}$ .

$$F2: V_{Akt} = V_{Pass,85} + 18 \text{ km/t}$$

Tidsforbruket for passeringen for 85 % fraktilen var 9,4 sekunder. For de aktuelle målestrekningene fant en derfor følgende krav til forbikjøringsstrekning:

*Med en hastighet på 75 km/t for 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet, ble hastigheten på det aktive kjøretøyet 93 km/t med den konstante hastighetsforskjellen på 18 km/t. Dette ga en teoretisk lengde for forbikjøringsstrekningen på 243 meter.*

2. Hastigheten til det aktive kjøretøyet kunne også sees på som en funksjon av hastigheten til det passive kjøretøyet. Sammenhengen her er følgende:

$$F3: V_{Akt} = 1,19 \times V_{Pass,85} + 3,87 \text{ km/t}$$

*Med en hastighet på 75 km/t for 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet, ble hastigheten på det aktive kjøretøyet 93 km/t beregnet ut i fra F3. Dette ga en teoretisk lengde for forbikjøringsstrekningen på 243 meter.*

F2 og F3 er i praksis det samme. Forskjellen er bare at i F2 sier man at det er en konstant hastighetsforskjell og i F3 at hastighetsforskjellen kan uttrykkes gjennom en relasjon. Gitt at F3 gjelder for de samme hastighetsområdene som er oppgitt for F1, viser Tabell 9 de ulike hastighetene for det aktive kjøretøyet i forhold til det passive.

Tabell 9: Hastighet for aktivt kjøretøy i relasjon til passivt kjøretøy

$V_{Pass,85}$	$V_{Akt}$
60 km/t	75 km/t
65 km/t	81 km/t
70 km/t	87 km/t
75 km/t	93 km/t
80 km/t	99 km/t

3. Lengden på forbikjøringsstrekninger er en funksjon av hastigheten til det passive kjøretøyet:

$$F4: \text{Forbikjøringsstrekningen} = 2,38 \times V_{Pass,85} (\text{km/t}) + 75,69$$

*Med en hastighet på 75 km/t for 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet, ble den teoretiske lengden for forbikjøringsstrekningen på 254 meter.*

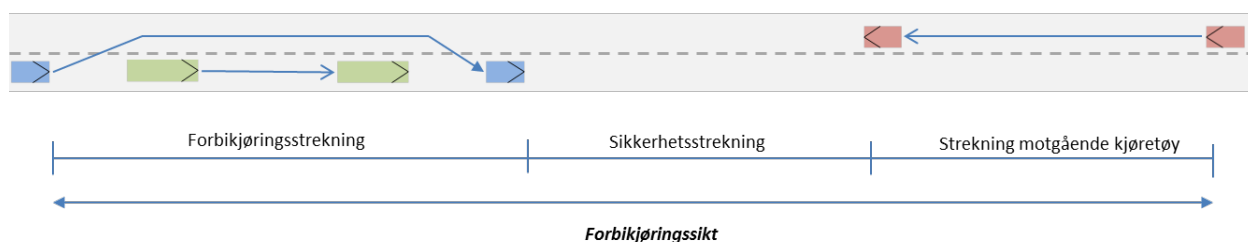
Gitt at F4 gjelder for de samme hastighetsområdene som er oppgitt for F1, viser Tabell 10 de ulike lengdene for forbikjøringsstrekning i forhold til hastigheten på det passive kjøretøyet.

Tabell 10: Forbikjøringsstrekning i relasjon til passivt kjøretøys hastighet

$V_{Pass,85}$	Forbikjøringsstrekning
60 km/t	218 m
65 km/t	230 m
70 km/t	242 m
75 km/t	254 m
80 km/t	266 m

## 6.5 Utkjørte distanser under forbikjøringen

De utkjørte distansene ble målt i totalt 86 tilfeller av forbikjøring, jfr. Figur 10.



Figur 10: Utkjørte distanser ved forbikjøringen

Forbikjøringsstrekningen for det aktive kjøretøyet var 245 meter for 85 % fraktilen (tillatt hastighet 100 km/t). Mediandistanse var 190 meter. Tiden for forbikjøringen ble målt til 9,4 sekunder (85 % fraktilen). I forhold til de teoretiske beregningene i F2 – F4 er det derfor bare et par meters avvik mellom de beregningsmodellene som er etablert og det som virkelig er målt.

Den utkjørte distansen for det passive kjøretøyet under forbikjøringen var 180 meter for 85 % fraktilen slik det er beskrevet i [20] og [21]. En beregning av distansen med hastighet 75 km/t og en tid på 9,4 sekunder gir imidlertid et svar på 196 meter. Mediandistansen var 140 meter. Denne strekningen er preget av at det passive kjøretøyet alltid var et tungt kjøretøy og at maks. tillatt hastighet for tunge kjøretøyer er 80 km/t. Strekningen for det motgående kjøretøyet var 250 meter for 85 % fraktilen.

## 6.6 Sikkerhetsstrekning

Analysen av de målte sikkerhetsstrekningene (91 målinger hvor sikkerhetsstrekningen er mindre eller lik 200 meter) viste følgende:

- 85 % fraktilen for sikkerhetsstrekningen var 170 meter
- 50 % fraktilen var 128 meter (medianen)
- 15 % fraktilen var 95 meter

Disse lengdene relaterer seg til alle målingene som ble gjort på de 7 teststrekningene med tillatt hastighet = 100 km/t.

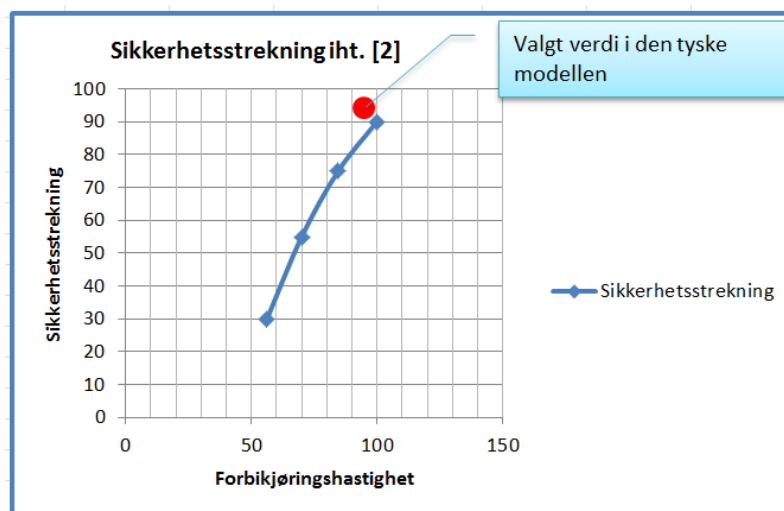


Det kan også i denne sammenhengen være interessant å se på de sikkerhetsstrekningene som er observert og beskrevet i [13] selv om observasjonene er fra mange år tilbake i tid, se Tabell 11.

Tabell 11: Sikkerhetsstrekning iht. [13]

Hastighetsområde (km/t)			
50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Gjennomsnittlig forbikjøringshastighet (km/t)			
56,2	70,0	84,5	99,8
Sikkerhetsstrekning (meter)			
30	55	75	90

Tallene i Tabell 11 er vist i Figur 11. I tillegg er det vist den verdien for sikkerhetsstrekning som er valgt i den tyske modellen for forbikjøringssikt for 2-felts veg med tillatt hastighet 100 km/t. Denne verdien stemmer godt med verdiene i [13], men dårlig med det som er registrert for sikkerhetsstrekninger slik det er beskrevet i [20] og [21].



Figur 11: Sikkerhetsstrekninger iht. [13]

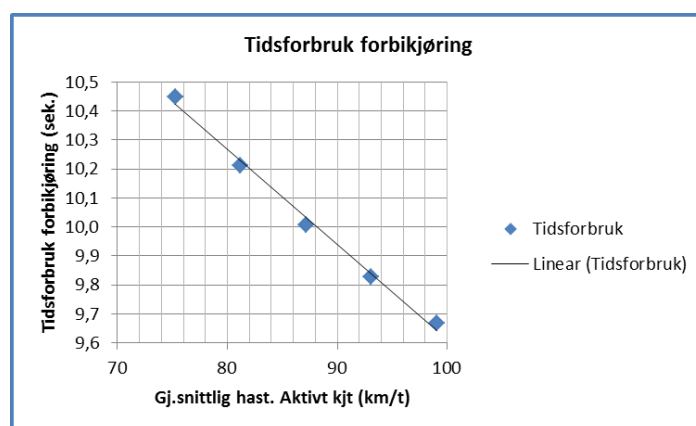
I forslaget til revisjon av [13] er det foreslått at sikkerhetstiden mellom det aktive og motgående kjøretøyet skal være 1 sekund. Dersom man regner at hastigheten på aktiv og motgående kjøretøy er 100 km/t blir sikkerhetsstrekningen den samme som om et kjøretøy kjørte 200 km/t i 1 sek, som igjen tilsvarer 55 meter. Dette er 15 meter mer enn den korteste sikkerhetsstrekningen som ble målt i det tyske prosjektet og er etter vår oppfatning altfor knapt mht. trafiksikkerhet.

## 6.7 Beregning av tid for motgående kjøretøy

Motgående kjøretøy vil kjøre en strekning som er produktet av hastigheten til det motgående kjøretøyet og den tiden det aktive kjøretøyet bruker på passeringen av det passive kjøretøyet. Mht. hastigheten til motgående kjøretøy sier den tyske modellen at den er det samme som tillatt hastighet med grunnlag i at 85 % fraktilen for motgående kjøretøyers hastighet ligger litt over tillatt hastighet. Dersom en velger samme strategi for den norske modellen vil det si at hastigheten for det motgående kjøretøyet settes lik tillatt hastighet. Mht. tiden det aktive kjøretøyet bruker på forbikjøringsstrekningen kan den regnes ut for de ulike hastighetene på følgende måte:

- Tabell 10: Forbikjøringsstrekning i relasjon til passivt kjøretøy viser sammenhengen mellom hastigheten til det passive kjøretøyet og lengden på forbikjøringsstrekningen, f.eks. er forbikjøringsstrekningen ca. 250 meter dersom 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet er 75 km/t.
- Tabell 9: Hastighet for aktivt kjøretøy i relasjon til passivt kjøretøy viser hastigheten til det aktive kjøretøyet i forhold til passive kjøretøyet, f.eks. er hastigheten til det aktive kjøretøyet i gjennomsnitt 93 km/t dersom 85 % fraktilen til det passive kjøretøyet er 75 km/t.
- Tiden for forbikjøringen finnes derved ut i fra relasjonen:

Tidsforbruket for forbikjøring = Forbikjøringsstrekning /  $V_{Akt}$  . Dette gir forbikjøringstidene for aktivt kjøretøy som vist nedenfor i Figur 12.



Figur 12: Tidsforbruk forbikjøring for ulike hastigheter Aktiv kjøretøy

## 6.8 Anvendelse av modellen for norske 2-feltsveger

Forbikjøringsstrekning er summen av Forbikjøringsstrekning, Sikkerhetsstrekning og Strekning motgående kjøretøy:

- *Forbikjøringsstrekningen* kan relateres til hastigheten til det passive kjøretøyet, jfr. Tabell 10. Spørsmålet her blir hvilken hastighet som skal velges som hastighet for passivt kjøretøy for de ulike fartsgrensene 70, 80 og 90 km/t. I den tyske modellen for 2-feltsveger er hastigheten for passivt kjøretøy satt til 75 km/t ut i fra at maksimal tillatt hastighet for tunge kjøretøyer er 80 km/t og at 85 % fraktilen for disse kjøretøyene er målt til 75 km/t. I den norske modellen vil det være naturlig å velge en hastighet for det passive kjøretøyet som er lik eller mindre enn tillatt hastighet.
- *Sikkerhetsstrekningen* som er valgt for den tyske modellen er etter vår oppfatning i knappeste laget sett ut i fra de registreringene som er gjort. Vi mener at det bør legges til rette for at minst halvparten av trafikantene finner sikkerhetsstrekningen å være av nødvendig lengde. Dette tilsvarer iht. [20] og [21] en lengde på 140 meter hvor det aktive kjøretøyet har holdt en hastighet på ca. 100 km/t ( $V_{Aktiv,4}$ ) og det motgående en hastighet på 100 km/t. Dette gir en sikkerhetstid på ca. 2,5 sekunder.
- *Strekningen for motgående kjøretøy* kan finnes som en funksjon av fartsgrensen. I den tyske modellen er hastighet på motgående kjøretøy satt lik fartsgrensen.

## 7 Norsk modell for beregning av forbikjøringssikt for 2-felts veg

### 7.1 Hastigheter på norske 2-feltsveger ved forbikjøring

Beregning av forbikjøringssikt gjøres ved hjelp av tre hastigheter:

- 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet under forbikjøringen
- Gjennomsnittlig hastighet for det aktive kjøretøyet under forbikjøringen
- Gjennomsnittlig hastighet for motgående kjøretøy

Årsaken til de fleste forbikjøringene er trolig at det passive kjøretøyet kjører saktere enn fartsgrensen og gjennomsnittlig hastighet for det passive kjøretøyet forventes derfor å ligge under fartsgrensen. Hastigheten for det passive kjøretøyet (85 % fraktilen) er i den tyske modellen målt til 75 km/t for tunge kjøretøyer som har en maksimal tillatt hastighet på 80 km/t på 2-felts landeveger. Det betyr at det passive kjøretøyet kjører 5 km/t saktere enn fartsgrensen. Vi tror at en slik hastighetsforskjell også kan være realistisk for norske forhold og hastigheter mellom 70 og 90 km/t og foreslår derfor at hastigheten til passivt kjøretøy settes til 65 km/t, 75 km/t og 85 km/t for fartsgrenser på hhv. 70, 80 og 90 km/t. Det betyr at 85 % fraktilen for det passive kjøretøyet blir:

$$V_{Pass,85} = \text{Fartsgrense} - 5 \text{ km/t}$$

Den gjennomsnittlige hastigheten for det aktive kjøretøyet kan relateres til hastigheten for det passive kjøretøyet. De tyske målingene viser en klar sammenheng her ved at hastigheten for det aktive kjøretøyet ligger litt mer enn 20 % over hastigheten til det passive kjøretøyet. Den gjennomsnittlige hastigheten for det aktive kjøretøyet blir dermed:

$$V_{Akt} = 1,19 \times V_{Pass,85} + 3,87 \text{ km/t}$$

I den tyske modellen er hastigheten til motgående kjøretøy satt lik fartsgrensen som er 100 km/t for lette kjøretøyer på de 2-feltsvegene som inngikk i undersøkelsen. En slik fastsettelse av hastigheten for motgående kjøretøy var basert på at 85 % fraktilen lå på litt over 100 km/t. I en norsk undersøkelse, se [4], for 2-feltsveger med fartsgrense 80 og 90 km/t ble det funnet at 85 % fraktilen grovt regnet lå ca. 5 km/t over tillatt hastighet. For norske forhold er det derfor foreslått at:

$$V_{Mot,85} = \text{Tillatt hastighet} + 5 \text{ km/t}$$

Dette gir følgende anbefalte hastigheter for passivt, aktivt og motgående kjøretøy for de ulike fartsgrensene mellom 70 og 90 km/t i en norsk modell for forbikjøringssikt, se Tabell 12:

Tabell 12: Hastigheter for beregning av forbikjøringssikt

Fartsgrense	Hastighet passivt kjøretøy	Gjennomsnittlig forbikjøringshastighet	Hastighet motgående kjøretøy
70 km/t	65 km/t	81 km/t	75 km/t
80 km/t	75 km/t	93 km/t	85 km/t
90 km/t	85 km/t	105 km/t	95 km/t

Som tabellen viser ligger hastighetene for aktivt og motgående kjøretøy over fartsgrensen. Dette er basert på målinger og beregnede sammenhenger i virkelig trafikk. En forbikjøringsmodell som er basert på at ingen kjører fortere enn fartsgrensen ville hverken være realistisk eller modellere virkeligheten på en tilfredsstillende måte. Hensikten med denne modellen er å beregne lengder for forbikjøringssikt som gir trafikksikre forbikjøringene. Derfor må virkelige registrerte data og kjøreadferd legges til grunn slik at modellen blir så realistisk og nær virkeligheten som mulig.

## 7.2 De ulike strekningene som tilsammen utgjør forbikjøringsstikt

Forbikjøringsstikt består av følgende tre delstrekninger i den norske modellen:

- Forbikjøringsstrekning for aktivt kjøretøy
- Strekning for motgående kjøretøy i samme tidsrom som forbikjøringen skjer
- Sikkerhetsstrekning mellom aktivt og motgående kjøretøy når aktivt kjøretøy er tilbake i eget felt

### Forbikjøringsstrekning for aktivt kjøretøy

Forbikjøringsstrekningen kan relateres til hastigheten til det passive kjøretøyet, se Tabell 10 på side 30. Ved en interpolering opp til fartsgrense lik 90 km/t kom en frem til følgende lengder på forbikjøringsstrekninger, se Tabell 13 nedenfor.

Tabell 13: Lengden på forbikjøringsstrekningen for ulike fartsgrenser

Fartsgrense	Hastighet passivt kjøretøy	Forbikjøringsstrekning
70 km/t	65 km/t	230 meter
80 km/t	75 km/t	254 meter
90 km/t	85 km/t	278 meter

### Strekning for motgående kjøretøy

Strekningen for motgående kjøretøy er produktet av hastigheten til motgående kjøretøy og den tiden forbikjøringen tar. I kapittel 6.7 er det beskrevet hvordan tiden for forbikjøringen er beregnet for de ulike gjennomsnittlige hastighetene for aktivt kjøretøy. Ved å multiplisere hastigheten for motgående kjøretøy med tiden for forbikjøringen for ulike fartsgrenser, får en beregnet strekningen for motgående kjøretøy for de ulike fartsgrensene, se

Tabell 14.

Tabell 14: Lengden på strekning for motgående kjøretøy for ulike fartsgrenser

Fartsgrense	Hastighet motgående kjøretøy	Strekning motgående kjøretøy
70 km/t	75 km/t	213 meter
80 km/t	85 km/t	231 meter
90 km/t	95 km/t	251 meter

I den tyske modellen er sikkerhetsstrekningen satt til 95 meter som er litt overraskende i forhold til det som er målt av sikkerhetsavstander. Målingene viser for eksempel at halvparten av sikkerhetsstrekningene er målt til 140 meter, noe som tilsvarer en sikkerhetstid på grovt regnet 2,5 sekunder. Vi foreslår at en ut i fra et trafiksikkerhetsmessig synspunkt legger til grunn at sikkerhetstiden settes til 2,5 sekunder og at dette benyttes til å beregne sikkerhetsstrekningene for de ulike hastighetene. En får derved følgende lengder for sikkerhetsstrekninger for de ulike fartsgrensene, se Tabell 15.

Tabell 15: Lengden på sikkerhetsstrekninger for ulike fartsgrenser

Fartsgrense	Gjennomsnittlig forbikjøringshastighet aktivt kjøretøy	Hastighet motgående kjøretøy	Relativ hastighetsforskjell	Sikkerhetsstrekning (utkjørt distanse i løpet av 2,5 sek.)
70 km/t	81 km/t	75 km/t	156 km/t	108 meter
80 km/t	93 km/t	85 km/t	178 km/t	124 meter
90 km/t	105 km/t	95 km/t	200 km/t	139 meter

Forbikjøringssikt er summen av de tre delstrekningene beskrevet ovenfor. Forbikjøringssikt for de ulike fartsgrensene er vist i Tabell 16. I siste kolonne i tabellen er forbikjøringssiktet rundet av til nærmeste 50 meter.

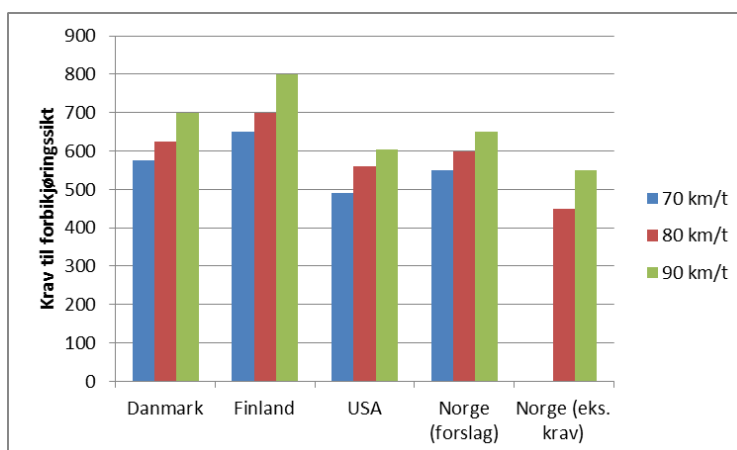
Tabell 16: Lengden på forbikjøringssikt for ulike fartsgrenser

Fartsgrense	Forbikjøringsstrekning	Sikkerhetsstrekning	Strekning motgående kjt.	Forbikjørings-sikt	Avrundet verdi
<b>70 km/t</b>	231 m	108 m	213 m	552 m	<b>550 m</b>
<b>80 km/t</b>	254 m	124 m	231 m	609 m	<b>600 m</b>
<b>90 km/t</b>	278 m	139 m	251 m	668 m	<b>650 m</b>

### 7.3 Sammenligning med andre lands krav til forbikjøringssikt

I kapittel 4.4 Sammenlikning mellom landene er det vist en tabell over kravene til forbikjøringssikt for Sverige, Danmark, Finland og USA. Tyskland har 600 meter uavhengig av hastighet, men i utgangspunktet gjelder de 600 meterne for 2-felts landeveger hvor fartsgrensen er 100 km/t for lette kjøretøyer og 80 km/t for tunge. Sverige har spesielle krav som ikke gjør de sammenlignbare med andre lands krav. Figur 13 nedenfor viser derfor kravene til forbikjøringssikt for Danmark, Finland og USA i tillegg til de foreslåtte nye norske kravene til forbikjøringssikt. Figuren viser også dagens krav i N100 Veg- og gateutforming for fartsgrenser på 80 og 90 km/t.

Som det fremgår av figuren er forslagene til nye norske krav til forbikjøringssikt mer i tråd med andre lands krav enn dagens krav i N100 Veg- og gateutforming. De nye forslagene til forbikjøringssikt for norske 2-feltsveger ligger omtrent midt mellom kravene i Danmark og USA.



Figur 13: Krav til forbikjøringsikt i ulike land

## 8 Oppsummering og konklusjoner

### Krav til forbikjøringssikt i andre relevante land

Forbikjøringssikt er definert som den *Minste sikt lengde en bilfører må ha framover mot møtende trafikk i det øyeblikket bilføreren ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring*. En gjennomgang av kravene til andre relevante land viste at disse landene krever lengre forbikjøringssikt enn det som i dag er beskrevet i de norske normalene og veiledningene. Finland krever f.eks. forbikjøringssikt som er 250 meter lenger enn det norske kravet for veger som har 90 km/t som fartsgrense. Det danske kravet for tilsvarende vegtype og fartsgrense er 150 meter lenger enn det norske kravet. I Tyskland og USA er kravet 50 meter lenger. Funnene i litteraturstudien indikerer dermed at de norske kravene kan være for knappe i forhold til andre sammenlignbare lands krav.

### Føreradferd

Selv om egenskaper ved bilfører er en viktig del av forbikjøringen er det få studier som har studert ulikheter i forbikjøringsatferd. Ulike trafikantgrupper trenger ulike distanser for forbikjøringssikt for å kunne planlegge, gjennomføre og mestre en forbikjøring på en god måte. Bilføreres oppfatning av hva som er tilstrekkelig forbikjøringssikt og bilførers atferd ved forbikjøring avhenger av risikopersepsjon, synsevnen, reaksjonstid, vurdering av fart og avstand, vurdering av vær og føreforhold, evnen til å skille ut relevant informasjon og oppmerksomhetskapasitet. Disse egenskapene ved bilfører påvirkes av kunnskap, tilegnet gjennom føreropplæring og erfaringer, holdninger og biologiske forutsetninger ved individet, som syn, bevegelse, kognitiv kapasitet, sykdom og medikamentbruk.

### Akselerasjonsegenskaper

En hypotese i dette prosjektet var at kjøretøyenes akselerasjonsegenskaper har endret seg over tid og at en forventet økning av akselerasjonsevnen skulle bety kortere forbikjøringer og dermed reduserte krav til forbikjøringssikt. For å undersøke om denne hypotesen var riktig fikk SINTEF Transportforskning tilgang til Opplysningsrådet for vegtrafikk sin kjøretøydatabase. For å se etter mulige endringer ble det innsamlet og analysert kjøretøyegenskaper for 11 merker og modeller som var på markedet både i 2004 og 2024 og som var av de mest solgte merkene og modellene i Norge. Ut i fra endringene i akselerasjonstidene i både positiv og negativ retning er det etter vår oppfatning ikke grunnlag for å si at antatte endringer i kjøretøyenes akselerasjonsevne skulle medføre kortere forbikjøringssikt. Trolig vil føreradferden kunne gjøre større utslag enn de registrerte endringene i akselerasjonsevne. Det er heller ikke noen av de andre parameterne som ble analysert som tilsier at endringer i kjøretøyenes karakteristika de siste ti årene skulle medføre at disse endringene vil ha noen vesentlig påvirkning på forbikjøringssiktens lengde. Akselerasjonsegenskapene er en parameter som er brukt i dagens modell for beregning av norske krav til forbikjøringssikt. I og med at forslaget til en ny norsk modell ikke baserer seg på akselerasjonsegenskapene, men på registrerte data for gjennomsnittshastighet for det aktive kjøretøyet, er ikke kunnskap om akselerasjonsegenskapene så relevant lenger.

### Norsk modell for forbikjøringssikt

Oppdragsgiver ønsket at prosjektet skulle se på den tyske modellen for beregning av forbikjøringssikt som et alternativ til en revisjon eller videreutvikling av den eksisterende norske modellen. Basert på den grundige analysen som er gjort av de tyske vegmyndighetene av forbikjøringssikt, har vi kommet frem til at denne modellen er den beste og mest realistiske sammenlignet med de andre modellene vi gikk gjennom i en litteratstudie. Også i forhold til den eksisterende norske modellen som er en teoretisk modell hvor en del av parameterne er vanskelig å måle og derfor må baseres på kvalitative vurderinger, mener vi at den tyske modellen bør legges til grunn for beregning av norske krav til forbikjøringssikt. Vår anbefaling bygger på følgende forhold:

- Innsamling av data i forbindelse med forbikjøring på tyske 2-feltsveger er unik sammenlignet med andre tilsvarende datainnsamlinger vi har sett på i litteraturstudien.
- Data er samlet inn i prosjektperioden 2013 – 2015 og er av vesentlig nyere dato enn de andre datainnsamlingene vi har sett har vært gjennomført.

- Dataene som er samlet inn gir et godt grunnlag for en realistisk modell for beregning av forbikjøringssikt. Modellen bygger på empiriske data målt under virkelig forhold og er etter vår oppfatning bedre enn en teoretisk modell hvor noen av parameterne som inngår i modellen er vanskelig å måle og/eller anslå.
- Selv om tyske 2-feltsveger trolig har en gjennomgående høyere standard enn norske 2-feltsveger, er det grunn til å anta at forskjellen på en tysk forbikjøringsstrekning og en norsk forbikjøringsstrekning av tilsvarende lengde ikke er så stor at de tyske målingene ikke kan anvendes for norske forhold.
- En relevant faktor mht. å anvende den tyske modellen for norske forhold, er eventuelle forskjeller i føreradferd. Et litteratursøk på føreradferd ga ingen treff som kunne indikere noe om eventuelle forskjeller på norsk og tysk føreradferd. Ut i fra vårt kjennskap til norsk og tysk trafikkultur og trafikkovervåking, forventer vi ikke noen vesentlige forskjeller på adferden mellom norske og tyske bilførere.

### Forbikjøringssikt

Forbikjøringssikt er summen av *Forbikjøringsstrekning*, *Sikkerhetsstrekning* og *Strekning motgående kjøretøy*:

- *Forbikjøringsstrekningen* kan relateres til hastigheten til det passive kjøretøyet ved formelen:

$$\text{Forbikjøringsstrekning} = 2,38 \times V_{\text{pass},85} \text{ (km/t)} + 75,69$$

Vi har foreslått at hastigheten til det passive kjøretøyet settes til fartsgrensen minus 5 km/t. Dette er basert på funnene i de tyske registreringene hvor hastigheten til det passive kjøretøyet (85 % fraktilen) ble målt til 75 km/t på vegstrekninger hvor fartsgrensen for tunge kjøretøyer (passive kjøretøy) var 80 km/t. Dette gir relasjonen:

$$V_{\text{pass},85} = \text{Fartsgrense} - 5 \text{ km/t}$$

- *Sikkerhetsstrekningen* sin lengde baseres på observasjoner i det tyske prosjektet hvor ca. halvparten av observasjonene hadde en sikkerhetsstrekning som tilsa en sikkerhetstid på 2,5 sekunder. Dette gir sikkerhetsstrekninger på:

$$\text{Sikkerhetsstrekning} = (V_{\text{aktiv}} + V_{\text{Mot},85})/3,6 * 2,5$$

- *Strekningen for motgående kjøretøy* finnes som en funksjon av tillatt hastighet. I norske målinger [4] er det beskrevet resultatene fra fartsmålinger på norske 2-feltsveger med hastighet 80 og 90 km/t. Grovt regnet ligger 85 % fraktilen ca. 5 km/t over tillatt hastighet. Det foreslås derfor at hastighet på motgående kjøretøy settes lik fartsgrensen + 5 km/t. Dette gir relasjonene:

$$V_{\text{Mot},85} = \text{Fartsgrense} + 5 \text{ km/t}$$

$$\text{Strekning for motgående kjøretøy} = V_{\text{Mot},85} * \text{tid for forbikjøring iht. Figur 12}$$

### Beregning av forbikjøringssikt for 2-feltsveger med fartsgrense 70 – 90 km/t

Med de forutsetningene som er gitt og foreslått ovenfor er det beregnet forbikjøringssikt for 2-feltsveger for fartsgrensene 70, 80 og 90 km/t. Dette ga følgende resultat (avrundede verdier):

Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 70 km/t:	550 meter
Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 80 km/t:	600 meter
Forbikjøringssikt på veger med fartsgrense 90 km/t:	650 meter

## 9 Referanser

Alle referanser til websider gjelder informasjon lastet ned i perioden februar 2015 – juni 2015.

- [1] American Association of State Highway and Transportation Officials. 2004. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. 5th ed. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials
- [2] Bar-Gera, H. and Shinar, D., *The tendency of drivers to pass other vehicles*, Transportation Research Part F (2005)
- [3] Børnes, V. et al., 2004, *Forbikjøring – Grunnlag for revisjon av Håndbok 017 Veg- og Gateutforming*, , SINTEF, Rapport STF22 A04318
- [4] Eggen, R. og Giæver, T., 2014, *Beregning av linjeføringskrav i N100 med nye sikkerhetsfaktorer*. Arbeidsnotat, Statens vegvesen Vegdirektoratet
- [5] Farah, H. and Toledo, T., 2010, *Passing behavior on two-lane highways*, Transportation Research Part F (2010)
- [6] Farah, H., 2011, *Age and Gender Differences in Overtaking Maneuvers on Two-Lane Rural Highways*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2248 (2011)
- [7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_limits\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_limits_by_country)
- [8] [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_limits\\_in\\_Germany](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_limits_in_Germany)
- [9] Ilorca, C., 2013, *Influence of age, gender and delay on overtaking dynamics*, IET Intelligent Transport Systems, Human-Centred Design for Intelligent Transport Systems
- [10] Kommunikationsministeriet, 2011, *Kommunikationsministeriets förordning om frisksiktsområden*, Finlands Författningssamling
- [11] Moe, D., et al., 2010, *Aktiv og passiv risiko – Studie av høyrisikogrupperne unge- og eldre bilførere med forslag til risikoreduserende tiltak*, SINTEF A15755 2010
- [12] Moltumyr, T og Hovd, A., 1993, *Premisser for linjeføringsdelen i Vegnormalene*, SINTEF, Rapport STF61 A93009
- [13] National Cooperative Highway Research Program, (2008), *Report 605 Passing Sight Distance Criteria*
- [14] *Notat fra Nordisk seminar om "Dimensionsgivende Trafikant" 20. og 21. mai 2008* som lastet ned fra [http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/03/Dimensionsgivende\\_trafikant\\_080520-21.pdf](http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/03/Dimensionsgivende_trafikant_080520-21.pdf)
- [15] Statens vegvesen Vegdirektoratet (2013), *V120 Premisser for geometrisk utforming av veger*
- [16] Statens vegvesen Vegdirektoratet (2014), *N100 Veg- og gateutforming*
- [17] Stene, T. og Moe, D., 1987, *Unge førere og farlig kjøring Del 2: Forbikjøring*, SINTEF STF 63 A87002
- [18] Trafikverket og Sveriges Kommuner och Landsting, 2012, *Vägar och gators utforming*
- [19] Vejdirektoratet, 2012, *Håndbok - Grundlag for udforming af trafikarealer – Anlæg og planlægning*
- [20] Vettters, A., Jaehrig, T., 2015, *Verification of the existing model for Passing Sight Distance on single Two lane rural Carriageways*, Federal Highway Research Institute, 2015
- [21] Vettters, A., Jaehrig, T., 2015, *Verification of the existing model for Passing Sight Distance on single Two lane rural Carriageways*, 5<sup>th</sup> International Symposium on Highway Geometric Design, Vancouver, Canada.







Teknologi for et bedre samfunn  
[www.sintef.no](http://www.sintef.no)