

2021:00460 - Åpen

Rapport

Vurdering av smal 4-feltsveg

Skilting på smal midtdeler og avbøtende tiltak for smal vegskulder

Forfattere:

Trond Foss

Jo Skjeremo



Foto: Trond Foss

E6 nord for Hamar

Rapport

Vurdering av smal 4-feltsveg

Skilting på smal midtdeler og avbøtende tiltak for smal vegskulder

EMNEORD:
4-felts veg
Midtdeler
Skilting
Vegskulder
Trafikksikkerhet

VERSJON

2

DATO

2021-06-30

FORFATTERE

Trond Foss

Jo Skjermo

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens vegvesen Vegdirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.

John Almeida

PROSJEKTNR

102025112

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

96+ vedlegg

SAMMENDRAG

Samferdselsdepartementet vedtok i 2020 at det skulle åpnes for å bygge smale 4-feltsveger med et minimumsmål for midtdeler på 0,5 meter. En bredde på midtdeleren på 0,5 meter vil skape problemer mht. plassering av trafikkskilt som iht. håndbokserien om skilting (Hb N300 – Del 1 - 4) skal skiltes på begge sider av vegen eller kjørebanelen. Statens vegvesen Vegdirektoratet ønsket derfor gjennom et litteraturstudie å få utredet praktiske og trafikksikkerhetsmessige konsekvenser ved et tverrprofil med smal midtdeler.

Denne rapporten beskriver hvordan dette er løst på eksisterende smale 4-feltsveger og den ser også på mulige løsninger hvorav fire løsninger er foreslått videre bearbeidet gjennom forsøk i kjøresimulator.

Rapporten beskriver også en litteraturstudie om vegskuldens bredde og trafikksikkerhet med noen forslag til avbøtende tiltak der vegskulderen er < 2,0 meter.

UTARBEIDET AV

Trond Foss

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Per Lillestøl

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Terje Reitaas

SIGNATUR

**RAPPORTNR**
2021:00460**ISBN**
978-82-14-07660-8**GRADERING**
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**
Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	11
2	Utvelgelse av strekninger for nærmere vurdering.....	14
3	Gjeldende bestemmelser om skilting på begge sider av kjørebanen	17
	3.1 Generelle regler	17
	3.2 De mest relevante skiltene mht. plassering på begge sider av kjørebanen	18
4	Beskrivelse av utvalgte strekninger	21
	4.1 Innledning	21
	4.2 E6 mellom Melhus og Leinstrand sør for Trondheim	21
	4.3 RV4 forbi Gran.....	25
	4.4 E18 forbi Askim	28
	4.5 E6 på strekningen Dal – Nebbenes	31
	4.6 E6 nord for Minnesund (Strandlykkja – Espa).....	33
	4.7 E6 sør for Hamar	35
	4.8 E6 Hundorp – Harpefoss (E6 Frya – Vinstra).....	36
	4.9 E16 øst for Kløfta	38
	4.10 RV3 fra Brenneriroa til Elverum	40
	4.11 E134 Kongsberg.....	44
	4.12 E45 Älvängen – Gunntorp, Västra Götaland i Sverige.....	47
	4.13 E6 forbi Munkedal, Västra Götaland i Sverige	51
5	Beskrivelse av andre lands retningslinjer for midtdeler og skulder.....	53
	5.1 Innledning	53
	5.2 UNECE – Trans-European Motorway (TEM) recommended practice.....	53
	5.3 UK Traffic Signs Manual og tverrprofil for motorveg.....	54
	5.4 Krav til Vägars och gators utformning, Sverige.....	55
	5.5 Danske retningslinjer	57
	5.6 Østerrike	60
	5.7 Tyskland	60
6	Litteratursøk – skilting i midtdeler og trafikksikkerhet.....	63
	6.1 Innledning	63

6.2	Metodikk	63
6.3	Funn i litteratursøket	63
7	Alternative løsninger til skilting i smale midtdele	67
7.1	Innledning	67
7.2	Synlighet av skilt.....	67
7.3	Forslag til alternative løsninger.....	70
8	Anbefalinger for skilting i tilknytning til smal midtdeler	79
8.1	Viktige premisser og begrensninger	79
8.2	Kommentarer til Alternativene 1 - 3	79
8.3	Spesielle forhold i kryssområder.....	81
8.4	Oppsummering av anbefalinger for skilting på smal 4-feltsveg	82
9	Smale vegskuldre og trafiksikkerhet	83
9.1	Innledning	83
9.2	Metodikk	83
9.3	Vegskuldres funksjoner.....	84
9.4	Effekt på trafiksikkerhet.....	85
9.5	Kommentar til tillatt skulderbredde på 1,5 meter.....	87
9.6	Forslag til avbøtende tiltak	87
9.6.1	Maksimal hastighet på 100 km/t for veger med skulderbredde < 2,0 meter	87
9.6.2	Kontinuerlig overvåkning av veger med skulder < 2,0 meter.....	89
9.6.3	Ekstra areal utenfor skulder og slake grøfteskrånninger.....	89
9.7	Avbøtende tiltak for 4-feltsveger med ÅDT 12.000 – 20.000 kjt/døgn	90
10	Videre arbeid	91
10.1	Oppdragsgivers kravspesifikasjon.....	91
10.2	Oppfyllelse av kravspesifikasjonen for litteraturstudien	91
10.3	Forslag til videre arbeid	92
11	Referanser	93

Forord

Denne rapporten er utarbeidet etter oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet. Rapporten omfatter en litteraturstudie knyttet til skilting på smal midtdeler og avbøtende tiltak for smal vegskulder.


Oppdragsgivers prosjektleder har vært John Almeida som også har ledet oppdragsgivers referansegruppe med følgende medlemmer:

- Geir Vidar Olsen, Statens vegvesen
- Jon Flydal, Statens vegvesen
- Marius Slinde, Statens vegvesen
- Odd Anders Magnussen, Statens vegvesen,
- Per Qvalben, Nye Veier
- Renata Torquato Steinbakk, Statens vegvesen
- Tanja Loftsgarden, Statens vegvesen
- Yohannes Tilahun Gulema, Statens vegvesen

Trond Foss har vært prosjektleder hos SINTEF og har utarbeidet rapporten med god støtte av Jo Skjermo samt god støtte og kvalitetssikring av Per Lillestøl.

Vi vil gjerne takke prosjektleder John Almeida for meget godt og konstruktivt samarbeid og referansegruppen for gode innspill under vegs i prosjektet.

Trondheim 30. juni 2021

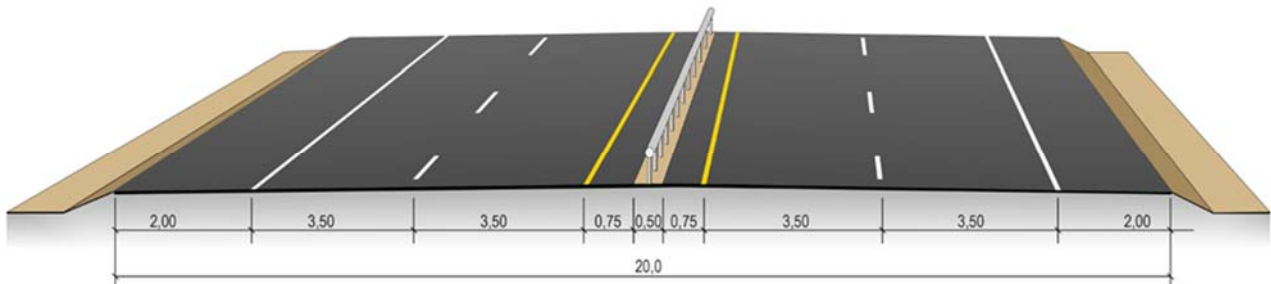


Terje Reitaas

Forskningsleder

Sammendrag

Samferdselsdepartementet vedtok i 2020 at det skulle åpnes for å bygge smale 4-feltsveger med et minimumsmål for midtdeler på 0,5 meter. En bredde på midtdeleren på 0,5 meter vil skape problemer mht. plassering av trafikkskilt som iht. håndbokserien om skilting (Hb N300 – Del 1 - 4) skal skiltes på begge sider av vegen eller kjørebanelen. Statens vegvesen Vegdirektoratet ønsket derfor å få utredet praktiske og trafiksikkerhetsmessige konsekvenser ved et tverrprofil som vist nedenfor gjennom et litteraturstudie.



En viktig del av litteraturstudien var innsamling av data om eksisterende løsninger. Eksempler på slike data er tverrprofil, ÅDT, andel tunge kjøretøyer, ulykkesdata de siste 4-5 årene og hvordan skiltingen var gjennomført. Det ble valgt ut 10 norske motorvegstrekkninger og 2 svenske motorvegstrekkninger med smal midtdeler. NVDB skulle være det viktigste grunnlaget for denne datainnsamlingen, men det viste seg at NVDB ikke var oppdatert med nødvendige data for de utvalgte strekkningene og det var nødvendig å innhente data gjennom Statens vegvesen Utbyggingsseksjonen. Google Maps/Streetview var et meget viktig og effektivt verktøy mht. å samle inn data om de løsningene som var anvendt på 4-feltsveger hvor midtdeleren var så smal at den ikke var egnet til plassering av skilt. De løsningene som ble funnet gjennom datainnsamlingen kan grovt deles inn i følgende kategorier:

- Det var bare skiltet på høyre side av kjørebanelen, ingen skilt i midtdeler eller på venstre side av vegen
- Det var skiltet på høyre og venstre side av 4-feltsvegen, ingen skilt i midtdeler.
- Det var skiltet på høyre og venstre side av kjørebanelen, men dette medførte at skiltingen i midtdeler ikke oppfylte Håndbok 300-seriens krav til avstander fra skulderkant og/eller rekkverk til skiltets nærmeste kant.

Litteraturstudien omfattet også en gjennomgang av retningslinjene for midtdeler og skilting på tilsvarende vegklasser i UNECE sin anbefaling for TEM nettverket, Storbritannia, Sverige, Danmark, Østerrike og Tyskland. Ingen av disse retningslinjene beskriver 4-feltsveger med hastigheter over 90 km/t med smalere midtdeler enn 2,0 meter (Danmark). I danske retningslinjer finnes det også et tverrprofil som tillater en midtdeler helt ned i 0,25 meter for 4-feltsveg med dimensjonerende hastighet på 90 – 100 km/t, men ifølge det danske Vegdirektoratet er ikke dette et profil som er anvendt noe sted.

Det ble gjennomført flere litteratursøk i vitenskapelige databaser for å finne mulige sammenhenger mellom manglende skilting i midtdeler og trafikkulykker, men søkene ga ikke noen funn på dette temaet. Det ble imidlertid funnet noen artikler om hvordan skilting kun på høyre side av vegen kunne medføre at bilførere i venstre felt ikke oppfattet skiltingen. Dette pga. tunge kjøretøyer i høyre kjørefelt som skygget for skiltene. En undersøkelse fra USA viste at med en timetraffikk på 200 tunge kjt/timen i høyre felt, var det en sannsynlighet på ca. 11 % for at en bilfører i venstre felt ikke ville se et skilt på høyre side av kjørebanelen pga. tunge biler som skjulte skiltet. En timetraffikk på 200 kjt/timen i høyre felt tilsvarer en ÅDT på 40.000 kjt/døgn dersom det i hovedsak var tunge kjøretøyer som kjørte i høyrefeltet. Dersom en antar en lineær

sammenheng mellom trafikkvolum og sannsynlighet for skjulte skilt, ville en ÅDT på 20.000 kjt/døgn medføre en sannsynlighet for at maksimum 5-6 % av bilførere i venstrefelt ikke så skilt på høyre side av veien.

Det ble utarbeidet 9 alternative løsninger for å redusere ulempene som oppstår med skiltingen på smale 4-feltsveger. Av disse løsningene var det bare følgende som ble ansett som realistiske løsninger gitt at midtdeleren ikke skulle være bredere enn 0,5 meter:

- Alt. 1 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, faste eller variable skilt
- Alt. 2 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, en eller flere gjentakelser, faste eller variable skilt,
- Alt. 3 Skilting på begge sider av veien, faste eller variable skilt
- Alt. 7 Skilting over begge kjørefelt med variable skilt

Det er knyttet en usikkerhet til de 2 første alternativene mht. risikoen for at tunge kjøretøyer i høyrefeltet skal kunne føre til at en bilfører i venstrefeltet ikke ser skiltet på høyre side av kjørebanelen. Det er også en usikkerhet knyttet til alt. 3 mht. at tunge kjøretøyer i høyre felt i motsatt retning kan skjule skiltet på venstre side av veien. For å redusere denne usikkerheten ned til et akseptabelt nivå anbefales det gjennomført forsøk i kjøresimulator.

I tillegg til de fire løsningene listet opp ovenfor anbefales det at midtdeleren utvides til 2,0 meter gjennom kryssområder. Behovet for skilting på både høyre og venstre side av kjørebanelen er størst ved avslutning av på- og avkjøringsramper, f.eks. skilting av fartsgrenser og felt for fartsøkning. En bredere midtdeler vil også gi plass til montering av portaler med vegvisning, annet vegkantutstyr som ofte installeres i kryssområder og understøttelse av bruer over 4-feltsvegen.

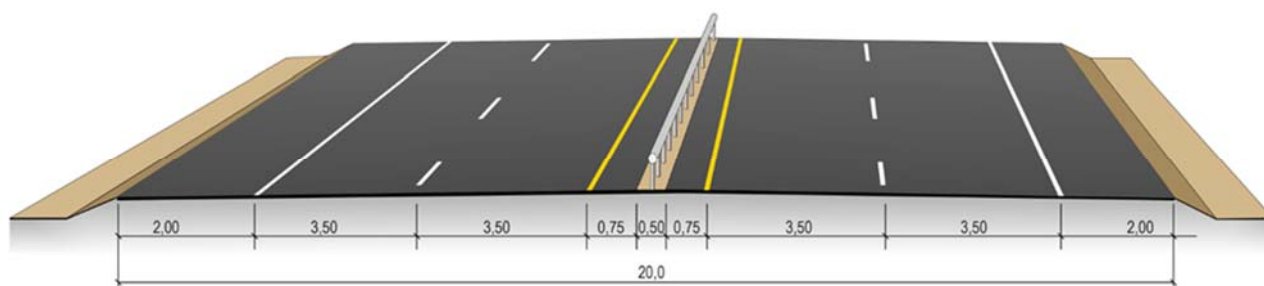
Prosjektet omfattet også en litteraturstudie knyttet til smal skulder og mulige avbøtende tiltak der det bygges med en smalere skulder enn det som er vist i normalprofilen. Litteraturstudien viste at det er en klar sammenheng mellom skulderens bredde og ulykkesrisiko.

Vår konklusjon mht. avbøtende tiltak etter den gjennomgangen av litteratur som vi har gjort i dette og tidligere prosjekter, er at det etter vår oppfatning ikke finnes avbøtende tiltak som er gode nok til å kompensere for både bortfall av viktige funksjoner og økning i trafikkulykker. Vi har imidlertid omtalt følgende avbøtende tiltak som delvis kan redusere den økte risikoen ved å bygge smalere skulder enn normalprofilene:

- Maksimal hastighet på 100 km/t på vegger som bygges med skulderbredde < 2 meter
- Kontinuerlig overvåking av strekninger med 110 km/t og skulderbredde < 2 meter. Ved automatisk deteksjon av hendelser settes hastigheten ned ved hjelp av variable fartsgrenseskilt
- Ekstra kjørbart areal (0,5 – 1,0 m ikke asfaltert) utenfor skulder og slake grøfteskrånninger med helning tilsvarende eller bedre enn 1:4

Summary

The Norwegian Ministry of Transport and Communications decided in 2020 that it should be able to build narrow 4-lane roads with a minimum width of 0.5 meters for central reserves. A width of the central reserve of 0.5 meters will create problems regarding location of traffic signs that according to the handbook series on traffic signs (Hb N300 - Part 1 - 4) must be located on both sides of the road or carriageway. The Norwegian Public Roads Administration therefore wanted to assess the practical and traffic safety consequences of a cross-section as shown below through a literature study.



An important part of the literature study was the collection of data on existing solutions. Examples of such data are cross-section data, AADT, proportion of heavy vehicles, accident data in the last 4-5 years and how the traffic signs were implemented. Ten Norwegian motorway sections and two Swedish motorway sections with narrow central reserves were selected. The National Road Database (NRDB) was supposed to be the most important basis for this data collection, but it turned out that NRDB was not updated with the necessary data for the selected sections, and it was necessary to obtain data through the Norwegian Public Roads Administration's Development Section. Google Maps / Streetview was a very important and effective tool in terms of collecting data on the solutions that were used on 4-lane roads where the central reserve was so narrow that it was not suitable for placing signs. The solutions found through the data collection, can be roughly divided into the following categories:

- There were only traffic signs on the right side of the road, no signs in the central reserve or on the left side of the road
- There were traffic signs on the right and left side of the 4-lane road, no signs in the central reserve
- The traffic sign was on the right and left side of the carriageway, but this implied that the signage in the central reserve did not meet the Handbook 300 series' requirements for distances from the shoulder edge and/or guardrail to the traffic sign's nearest edge.

The literature study also included a review of the guidelines for central reserves and signage on similar road classes in UNECE's recommendation for the TEM network, Great Britain, Sweden, Denmark, Austria, and Germany. None of these guidelines describe 4-lane roads with speeds above 90 km/h with a central reserve less 2.0 meters (Denmark). In the Danish guidelines, there is also a cross-section that allows a central reserve down to 0.25 meters for 4-lane roads with a design speed of 90 - 100 km/h, but according to the Danish Road Directorate, this is not a cross section that has been used anywhere.

Several literature searches were carried out in scientific databases to find possible relations between missing signage in the central reserve and traffic accidents, but the searches did not yield any findings on this topic. However, some articles were found on how signage only on the right side could cause that the drivers in the left lane did not perceive the traffic signs on the right side of the road due to heavy vehicles that hid the traffic signs. A study from USA showed that with an AADT for heavy vehicles of 200 veh/hour in

the right lane, there was a probability of approx. 11% that a driver in the left lane would not see a sign on the right side of the road due to heavy vehicles that hid the sign. An hourly traffic of 200 kjt / hour in the right lane corresponds to an AADT of 40,000 veh/day if it was mainly heavy vehicles driving in the right lane. Assuming a linear relationship between traffic volume and the probability of hidden signs, an AADT of 20,000 veh/day would lead to a probability that maximum 5-6% of drivers in the left lane do not see signs on the right side of the road.

Nine alternative solutions were prepared to possibly reduce the disadvantages that arise with the signage on narrow 4-lane roads. Of these solutions, only the following were considered realistic solutions given that the central reserve should not be wider than 0.5 meters:

- Alternative 1: Traffic signs only on the right side of the road, using normal or variable signs
- Alternative 2: Traffic signs only on the right side of the roadway, one or more repetitions, using normal or variable signs,
- Alternative 3: Traffic signs on both sides of the road, using normal or variable signs
- Alternative 7: Traffic signs above each lane installed in a gantry using variable signs

There is an uncertainty associated with the first 2 alternatives regarding the risk that heavy vehicles in the right lane may cause that a driver in the left lane will not see the traffic signs on the right side of the road. There is also an uncertainty associated with alternative 3 that heavy vehicles in the right lane in the opposite direction can hide the sign on the left side of the road. To reduce this uncertainty down to an acceptable level, it is recommended that experiments are performed in a driving simulator.

In addition to the four solutions listed above, it is recommended that the central reserve is extended to 2.0 meters through intersection areas. The need for signage on both the right and left side of the carriageway is mostly at the end of on- and off-ramps, e.g., signage of speed limits and lanes for speed increase. A wider central reserve will also provide space for the installation of gantries with information signs, other roadside equipment that is often installed in intersections and support for bridges over the 4-lane road.

The project also included a literature study related to narrow road shoulders and possible mitigating measures in those cases where the narrow 4-lane road is built with a shoulder with a width less than that shown in the normal cross section. The literature study showed that there is a clear relation between the width of the shoulder and the risk of accidents.

Our conclusion regarding mitigating measures after the review of literature that we have done in this and previous projects, is that in our opinion there are no mitigating measures that are sufficient to compensate for both loss of important functions and increase in traffic accidents. However, we have described three mitigating measures that can partially reduce the increased risk by building shoulders with a width less than the normal cross section:

- Maximum speed of 100 km/h on roads built with shoulder widths <2 meters
- Continuous monitoring of sections with 110 km/h and shoulder width <2 meters. When the automatic incident detection systems detect unwanted or unplanned events, the speed limit is reduced by means of variable signs
- Additional space outside the shoulder (0,5 – 1,0 meter and not paved surface) and ditch slopes equal to or better than 1:4

1 Innledning

Statens vegvesen Vegdirektoratet utredet i 2019-2020 alternative tverrprofiler for smale 4-feltsveger. Denne utredningen førte til at Samferdselsdepartementet skrev følgende i en pressemelding nr. 211/2020 den 7. desember 2020:

- Vi er opptekne av å lytte til fagfolk. Derfor følger vi anbefalinga til Statens vegvesen om å innføre moglegheita for å bygge smal firefelts veg. Det gir større fleksibilitet i utbygginga av norske vegar og kan auke den samfunnsøkonomiske lønsemda i fleire prosjekt. På den måten får vi meir igjen for fellesskapets pengar, seier samferdselsminister Knut Arild Hareide.

Pressemeldingen beskrev også tverrprofilene for veger med ÅDT 6.000 – 12.000 kjt/døgn og veger med ÅDT 12.000 – 20.000 kjt/døgn:

I dag blir vegar med 6.000 til 12.000 kjøretøy i døgnet bygd som to-trefeltsvegar. No vil det vere mogleg å bygge firefelts veg på desse strekningane. Firefeltsvegen skal ha ei breidde på 19,0-21,5 meter og skulderbreidde på mellom 1,5 og 2 meter. Det vil vere mogleg med ei fartsgrense på 110 km/t.

I dag blir det bygd firefelts veg på desse strekningane. Med dei nye endringane vil det vere mogleg å bygge med ein smalare firefelts veg. Vegen kan ha ei breidde på 20,0-23,0 meter og skulderbreidde på mellom 2 og 2,75 m. Det vil vere mogleg med ei fartsgrense på 110 km/t.

'Eg vil understreke at dersom skulderbreidda blir bygd under 2 meter for den smalaste firefelts vegen og 2,75 m for den andre, må det leggest opp til avbøtande tiltak', seier samferdselsministeren.

Det vil vere Statens vegvesen og Nye Veier som vurderer kva for avbøtande tiltak som skal nyttast på dei ulike strekningane. Det vil vere opp til den aktuelle byggherren (som Statens vegvesen og Nye Veier) å avgjere kva slags veg som skal nyttast.

Håndbok N100 Veg- og gateutforming beskriver ulike dimensjoneringsklasser og Samferdselsdepartementets beslutning fra desember 2020, har ført til at gjeldende versjon av Hb N100 har følgende bestemmelser for dimensjoneringsklasse H3 (som lastet ned 22.06.2021):

H3 – Nasjonal hovedveg, ÅDT >12 000 og fartsgrense 110 km/t

Vegen har standard som motorveg.

KRAV 3.63 KAN

Denne dimensjoneringsklassen kan også benyttes ved ÅDT 6 000 – 12 000 dersom samfunnsøkonomiske analyser i det konkrete prosjekt tilsier at dette er fornuftig.

Tverrprofil

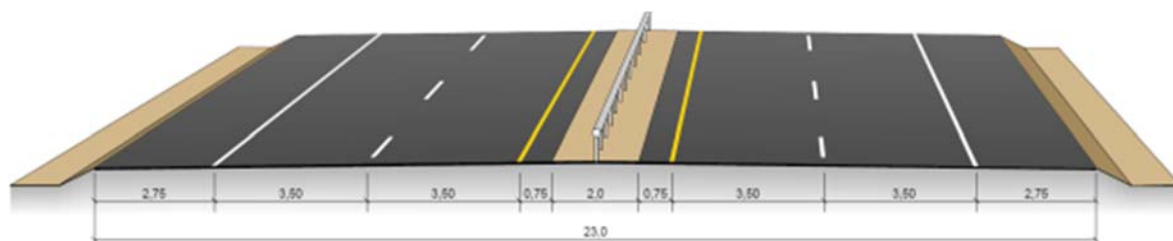
KRAV 3.64 SKAL

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i Figur 3.4 (se nedenfor).

KRAV 3.64 SKAL

Dersom det ut fra kapasitetsvurderinger viser seg å være behov for flere enn 4 felt, skal også de øvrige feltene ha breidde på 3,5 m.

Bredere midtdeler på grunn av skiltplassering, brusøyer eller tilpasning til tunnel krever ikke fraviksbehandling.



Figur 3.4: Tverrprofil H3, (mål i m)

KRAV 3.65 SKAL

Vegen skal ha midtdeler med rekkverk.

KRAV 3.65.1 KAN

Ved ÅDT < 20 000 kan midtdelerbredden reduseres til inntil 0,5 meter, forutsatt at dette gir tilfredsstillende løsninger for rekkverk, skilting og arbeidsvarsling og -sikring iht. til N101, N300 og N301.

KRAV 3.66 SKAL

Der det er ensidig tverrfall skal det samles opp overvann i midtdeleren.

KRAV 3.67 KAN

Ved ÅDT 12 000 – 20 000 kan skulderbredden reduseres til inntil 2,0 meter, dersom det benyttes avbøtende tiltak som sikrer at ulykkesfrekvens og skadekostnad ikke øker, sammenlignet med å benytte full skulderbredde.

KRAV 3.68 SKAL

Ved ÅDT 6 000 – 12 000 skal skulderbredde være 2,0 meter.

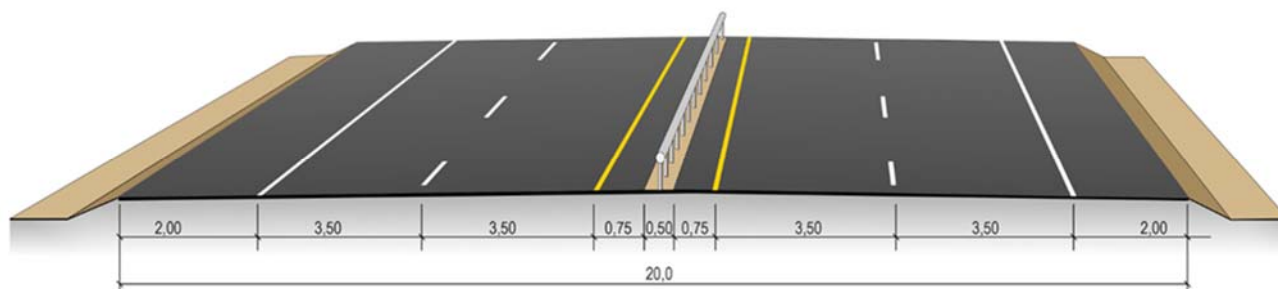
KRAV 3.68.1 KAN

Bredden kan reduseres til inntil 1,5 meter, dersom det benyttes avbøtende tiltak som sikrer at ulykkesfrekvens og skadekostnad ikke øker, sammenlignet med å benytte full skulderbredde.

KRAV 3.59 SKAL

Bruer med lengde < 500 m og ÅDT 12 000 - 25 000 skal ha skulderbredde \geq 2 m.

En bredde på midtdeleren på 0,5 meter vil skape problemer mht. plassering av trafikkskilt som iht. håndbokserien om skilting (Hb N300 – Del 1 - 4) skal skiltes på begge sider av vegen eller kjørebanelen. Statens vegvesen Vegdirektoratet ønsket derfor å få utredet praktiske og trafikksikkerhetsmessige konsekvenser ved et tverrprofil som vist Figur 1.



Figur 1: Tverrprofil som skal vurderes

I kravspesifikasjonen for dette oppdraget ble det beskrevet slik:

Oppdraget omfatter utarbeidelse av litteraturstudie. Litteraturstudie skal vurdere konsekvensene av skiltplassering for smal firefelts veg med 0,5 meter bred midtdeler, samt dokumentere relevant informasjon som vil være avgjørende for å finne alternative plasseringer og eventuelle avbøtende tiltak. Vurderinger av smal skulder skal også gjennomføres, og avbøtende tiltak som kan være aktuelle å benytte for å øke trafikksikkerheten skal undersøkes.

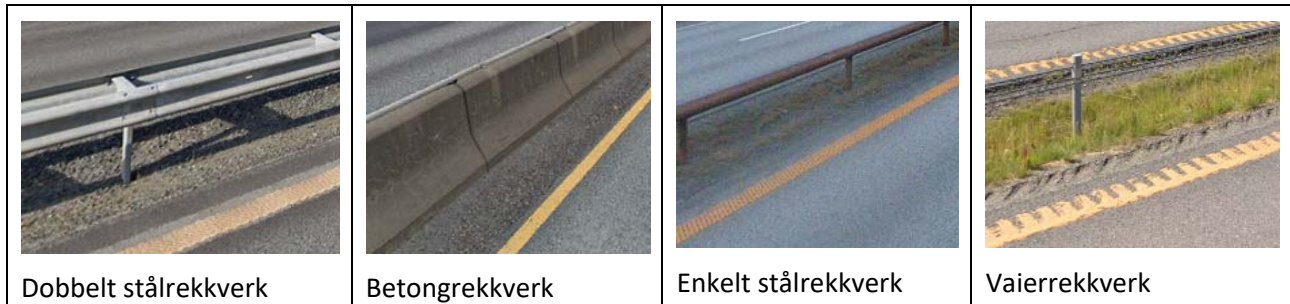
Rapporten skal bl.a. besvare følgende:

1. *Hvordan kan skilting med smal midtdeler løses, og hva er den beste løsningen/plasseringen?*
2. *Om funnene indikerer at endret skiltplassering er en aktuell løsning, må skiltnormalen revideres? Er det andre håndbøker som påvirkes av disse endingene?*
3. *Kan det forventes at trafikantenes oppfattelse av endret skiltplassering er like god som skiltplassering med dagens regelverk?*
4. *Finnes det avbøtende tiltak som kan bidra til å øke trafikksikkerheten og redusere risiko for ulykker ved bruk av skilt på smale veger?*
5. *Finnes det avbøtende tiltak eller kombinasjon av tiltak som bidrar til å øke trafikksikkerheten ved smal ytre skulder? Hvilke effekter kan forventes av tiltakene?*

2 Utvelgelse av strekninger for nærmere vurdering

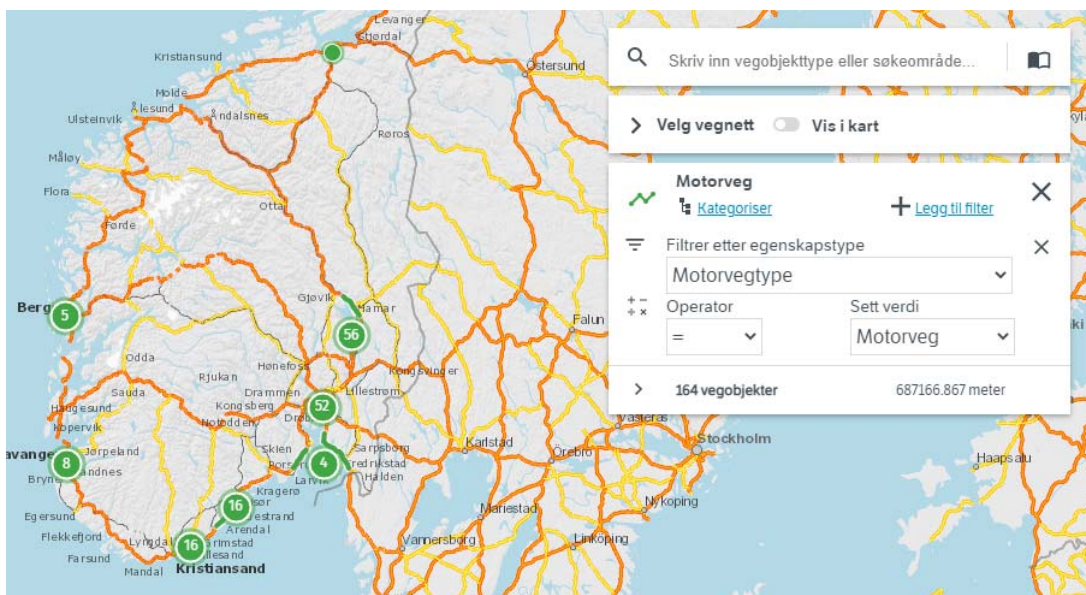
Strekningene som skulle vurderes i dette prosjektet skulle oppfylle følgende kriterier:

- Den skal være en del av en 4-felts motorveg med ÅDT 6.000 – 20.000 kjt/døgn og fartsgrense 90 – 110 km/t
- Den skal ha en smal midtdeler. Figur 2 viser typiske eksempler på slike smale midtdele.



Figur 2: Tverrprofil som skal vurderes (Foto: Google maps/Streetview)

Den planlagte metodikken for å finne aktuelle strekninger bygget på søk i Vegkart (vegkart.no) og krysskopleing/filtrering av ulike parametere som f.eks. motorveg, trafikkdel midt med bredde < 1 m, antall kjørefelt og eventuelt andre parametere i vegkart.no som kunne brukes til en filtrering. Det viste seg dessverre at Vegkart ikke har mulighet for en slik filtrering. Det er bare mulig å filtrere med en og en parameter. Det ble gjort forsøk på å filtrere på Motorveg og Trafikkdel midt med bredde < 1,0 m og manuelt kople CVS filene sammen, men dette fungerte heller ikke. Det ble derfor filtrert på Motorveg og dette ga i alt 164 vegobjekter, se Figur 3.



Kilde: vegkart.no

Figur 3: 164 vegobjekter med operatorverdi Motorveg

Metodikken ble derfor endret til følgende:

- Med unntak av den nye E6 nord for Hamar og nye RV3 øst for Hamar ble alle strekningene scannet ved 'helikopterflyging' et par hundre meter over bakken for et grovsøk etter strekninger med smal midtdeler. Grunnen til at de nye motorvegene øst og nord for Hamar ikke er tatt med, er at det ikke var god dekning med hverken Google maps og Google Street view for de nye motorvegene og dette er nødvendig for å kunne gjøre de analysene og vurderingene vi ønsker å gjøre. Figur 4 viser forskjellen på strekning med og uten smal midtdeler. Bildene på en stor skjerm hadde vesentlig bedre oppløsning og detaljeringsgrad enn figuren viser.
- Der det var indikasjon på smal midtdeler, ble 'helikopteret satt på bakken' for å kontrollere hvilken type midtdeler som var på strekningen. Senere figurer viser eksempler på slike bilder.



Foto: [google.no/maps](https://www.google.no/maps)

Figur 4: Eksempler på strekning uten og med smal midtdeler.

Figur 5 viser to eksempler på hva som ikke er regnet som smal midtdeler ved søk etter strekning med smal midtdeler. Selv om det er trangt mellom de to rekkverkene er det allikevel plass til et fartsgrenseskilt størrelse SS og også plass til et variabelt fartsgrenseskilt (høyre bilde).



Foto: [google.no/maps](https://www.google.no/maps)

Figur 5: Eksempel på hva som ikke er regnet som smal midtdeler (E18 i Agder)

De utvalgte strekningene er beskrevet i Kapittel 4 Beskrivelse av utvalgte strekninger. Strekningene er:

- E6 mellom Melhus og Leinstrand sør for Trondheim

- RV4 forbi Gran
- E18 forbi Askim
- E6 på strekningen Dal – Nebbenes
- E6 nord for Minnesund (Strandlykkja – Espå)
- E6 sør for Hamar
- E6 Hundorp - Harpefoss
- E16 øst for Kløfta
- RV3 fra Brenneriroa til Elverum
- E134 Kongsberg
- E45 Älvängen – Gunntorp, Västra Götaland i Sverige
- E6 forbi Munkedal, Västra Götaland i Sverige

3 Gjeldende bestemmelser om skilting på begge sider av kjørebane

3.1 Generelle regler

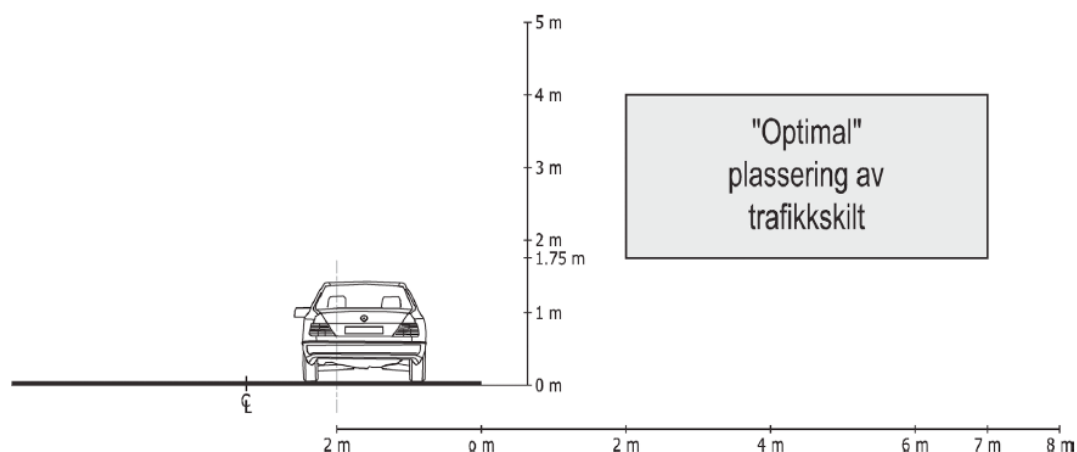
Vegdirektoratet har fraviksmyndighet på all offentlig veg mht. fravik fra normalserien N300. Dette er forankret i skiltforskriftens § 35.

Følgende krav gjelder iht. N300 serien slik den ble lastet ned fra vegvesen.no i februar 2021:

Mht. horisontal avstand fra kjørebane og skulder er kravet for fartsgrense 90 og 100 følgende:

- Minimum avstand fra skulderkant (asfaltkant) til nærmeste sidekant på skiltet: 1,5 meter
- Maksimum avstand fra skulderkant til nærmeste sidekant på skiltet: 4,0 meter
- Minsteavstanden kan fravikes når skiltstolpen står bak rekkverk, men ingen del av skiltet skal være nærmere skulderkanten enn 0,5 meter bak rekkverket

Figur 6 viser området for optimal plassering av trafikkskilt. Iht. figuren i Hb N300 Del 1 kan ytterste kant av trafikkskilt være inntil 7 meter fra skulderkant. Figuren er basert på anbefalinger i [26] hvor det også ble tatt hensyn til reduksjon av brøyteskader og hensyn til vedlikehold av skiltene.



Figur 6: Optimal plassering av trafikkskilt Hb N300 Del 1

Ingen del av skiltflaten bør ha større høyde over kjørebane enn 3,5 – 4,0 meter. Dersom deler av store skiltflater kommer høyere enn dette, skal det brukes en høyere skiltfolieklasse enn den normale dersom skiltet ikke kan belyses.

Overhengende plassering av skilt som normalt er sideplassert, skal betraktes som unntak og bare anvendes i følgende tilfeller:

- Stedlige forhold gjør sideplassering umulig eller svært vanskelig, og annen plassering i lengderetning er tilsvarende vanskelig eller upraktisk
- Overhengende plassering er den eneste som gjør skiltet synbart og lesbart.

Trekantede og sirkelformede trafikkskilt skal ha skiltstørrelse SS for flerfeltsveg med fartsgrense 90 km/t og motorveg med fartsgrense 100 km/t. Størrelse SS vil si en skiltdiameter på 100 cm på runde skilt og nedre bredde på 120 cm for fareskilt (trekantskilt).

Krav til **Fareskilt** mht. plassering er følgende:

- Fareskilt er som regel sideplassert, og skal da stå på høyre side av veggen i forhold til kjøreretningen. I tillegg kan skilt settes opp på venstre side av veggen dersom særlige forhold gjør det nødvendig. På veg med to eller flere kjørefelt i retningen bør fareskilt som hovedregel settes opp på begge sider av veggen eller kjørebane.
- Fareskilt kan plasseres over kjørebane dersom det er vanskelig å få til en tilfredsstillende sideplassering.

På motorveger skal fareskilt alltid ha underskilt med avstand til den potensielle faren. Fareskiltet skal plasseres 400 meter før faren og med gjentakelse etter 200 meter.

Eksempler på fareskilt som kan tenkes benyttet på smal 4-felts veg er:

- 116 Glatt kjørebane, gjerne variabelt skilt
- 149 Kø, skal primært brukes som variabelt skilt
- 152 Sidevind

Krav til **Forbudsskilt** er følgende:



- Forbudsskilt er som regel sideplassert og skal da stå på høyre side av veggen i forhold til kjøreretningen (unntak kan være gitt for enkelte skilt). I tillegg kan skilt settes opp på venstre side av veggen dersom særlige forhold gjøre det nødvendig. På veg med to eller flere kjørefelt i kjøreretningen bør forbudsskilt som hovedregel settes opp på begge sider av veggen eller kjørebane.
- Forbudsskilt kan plasseres over kjørebane dersom det er vanskelig å få til en tilfredsstillende sideplassering, eller dersom en regulering bare skal gjelde et bestemt kjørefelt.



For **Påbudsskilt** og **Opplysningsskilt** er bestemmelsene for plassering av skiltene knyttet til hvert enkelt skilt. Plassering av Påbudsskilt bestemmes av hvilket anvendelsesformål skiltet har. Opplysningsskilt er som regel sideplassert og hovedregelen er at de skal stå på høyre side av veggen i forhold til kjøreretningen.


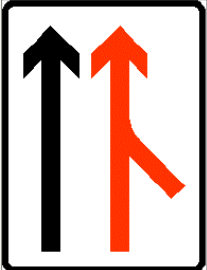
3.2 De mest relevante skiltene mht. plassering på begge sider av kjørebane

Et hovedtema for denne rapporten er plassering av skilt i midtdelere i smale 4-feltsveger. Dette delkapitlet beskriver de mest relevante fare-, forbud- og opplysningsskiltene som skal eller bør plasseres på begge sider av kjørebane på smale 4-feltsveger, jfr. Tabell 1.

Tabell 1: Mest relevante fare-, forbud- og opplysningsskilt

Skiltansikt	Nr.	Navn	Type	Plassering	Kommentar
	116	Glatt kjørebane	Fareskilt	Bør settes opp på begge sider av kjørebane ved flerfelts-veger	
	149	Kø	Fareskilt	Bør settes opp på begge sider av kjørebane ved flerfelts-veger	

Skiltansikt	Nr.	Navn	Type	Plassering	Kommentar
	152	Sidevind	Fareskilt	Bør settes opp på begge sider av kjørebanelen ved flerfelts-veger	
	335	Forbikjøringsforbud for lastebil	Forbudsskilt	Skal settes opp på begge sider av kjørebanelen der forbudet begynner.	Skal gjentas for hver 500 meter. Gjentagelses-skilt plasseres på høyre side av kjørebanelen. Skilt 335 kan også plasseres med kun underskilt (strekning inntil ca. 500 m), og trenger da ikke gjentakelse
	337	Slutt på forbikjøringsforbud for lastebil	Forbudsskilt	Settes opp der forbudet opphører. Vanligvis tilstrekkelig å bare plassere på høyre side av kjørebanelen	
	362	Fartsgrense	Forbudsskilt	Skilt 362 settes opp der særskilt fartsgrense begynner eller endres. Der dette er på fri vegstrekning skal skilt 362 settes opp på begge sider av kjørebanelen, og skal ikke kombineres med andre skilt.	Utenfor vegkryss skal fartsgrense 90 eller 100 km/t gjentas for hver 5 km eller oftere. På veg med mer enn to kjørefelt i samme kjøreretning skal gjentagesskilt også settes opp på venstre side av kjørebanelen.
	502	Motorveg	Opplysnings-skilt	Skiltet skal settes opp på begge sider av kjørebanelen der motorvegen starter.	Størrelse SS langs motorvegen, dvs. 90x120 cm

Skiltansikt	Nr.	Navn	Type	Plassering	Kommentar
	504	Slutt på motorveg	Opplysnings-skilt	Skiltet og forvarsling skal stå på begge sider av kjørebanelen.	Skiltet skal forvarsles med underskilt avstand. Størrelse SS, men MS kan brukes dersom det ikke er plass til SS størrelse.
	531	Felt for fartsøkning	Opplysnings-skilt	På høyre side av kjørebanelen, men kan også settes opp på venstre side.	Skiltstørrelse 112x150 cm

4 Beskrivelse av utvalgte strekninger

4.1 Innledning

Dette kapitlet beskriver innsamling av data som skulle brukes i senere analyser og vurderinger av ulike løsninger for skilting på smale 4-feltsveger. Følgende data skulle beskrives for de utvalgte strekningene:

- Vegstrekningens tverrprofil beskrevet og illustrert
- Data om trafikkstrømmene på vegstrekning, f.eks. ÅDT, andel tunge og lange kjøretøyer
- Data om ulykker de siste 4 – 5 årene, om mulig spesielt fokus på ulykker som kan skyldes manglende vegkantutstyr som skilter og signaler eller smale skuldre
- Data om skilting med fokus på skilter som iht. N300-1, 2 og 3 bør/skal være tosidig. Relevante data vil være plassering i forhold til kjørefeltene i begge retninger, størrelse, lesbarhet og type skilt.

En viktig kilde for data var NVDB gjennom veikart.no. Det viste seg dessverre at denne kilden ikke inneholdt alle de etterspurte dataene. Spesielt manglet det viktige data på tverrprofiler og det ble derfor brukt en nødløsning med måling av relative avstander på bilder lagret fra Google Maps/Streetview. *Alle følgende bilder som viser eksempler på skilting, er hentet fra Google maps/Streetview.*

4.2 E6 mellom Melhus og Leinstrand sør for Trondheim

Denne strekningen består av to delstrekninger, til sammen ca. 4,2 km. Den første delstrekningen går nordover fra Melhus til Jaktøien, er ca. 2,6 km og har fartsgrense 90 km/t. Den andre delstrekningen går videre nordover frem til Leinstrand og er ca. 1,7 km og har fartsgrense 100 km/t. Den smale midtdeleren er betong på den første delen og enkelt stålløkkverk (rør) på den andre delstrekningen.



Figur 7: Oversikt over motorvegstrekningen E6 Melhus - Leinstrand

Delstrekning 1: Vegsystemreferanse: EV6 K S72D1 m5190 - EV6 K S72D1 m7756, dvs. en lengde på 2,57 km.

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata hentet fra NVDB. Målemetode, bredde: Detaljplan. Bredde trafikkdeler angir bredde av trafikkdeler eks. skuldre mot trafikkdeler. Det er tilsynelatende ikke samsvar mellom detaljplan og bygget.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikkdeler, asfalt-skulder	Bredde trafikkdeler	Bredde trafikkdeler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
0,25	1,25	3,5	3,5	0,5	2,0	0,5	3,5	3,5	1,25	0,25



Google maps/Streetview

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
13.510 kjt/døgn	2019	15,9 %

Delstrekning 2: Vegsystemreferanse: EV6 K S72D1 m7756 - EV6 S72D1 m9455, dvs. en lengde på 1,7 km

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Ingen tverrprofildata tilgjengelig i NVDB. . Bildet nedenfor antyder bredder/avstander gitt en feltbredde på 3,5 m.










Google maps/Streetview

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
16.000 kjt/døgn	2019	15,0 %

Trafikkulykker på delstrekning 1 siden 01.01.20215. Ingen ulykker på delstrekning 2 som åpnet 2020.

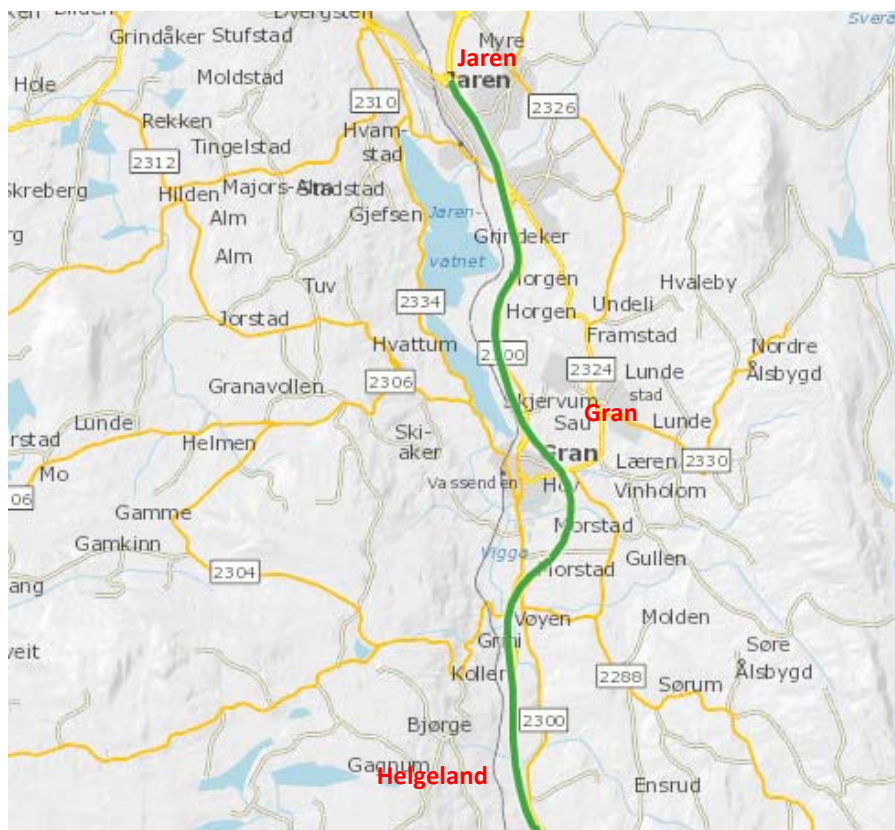
Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
2016-02-28	20:16	Påkjøring av gjenstand i kjørebanelen	1	90 km/t	Glatt ellers God sikt, opphold Mørkt med vegbelysning	
2018-10-25	16.29	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	90 km/t	Våt, bar veg God sikt, nedbør Dagslys	
2018-02-16	21:36	Møting på rett vegstrekning	2	70 km/	Snø / isbelagt veg God sikt, nedbør Mørkt med vegbelysning	Trolig noe feilkoding her. Strekningen har midtdeler av betong noe som også er kodet.

Skilting av fartsgrense	
	
E6 nordover, kun plassert på høyre side, ikke registrert i vegkart.no	E6 sørover, plassert på begge sider av motorvegen, størrelse Stor
	
E6 nordover, Plassert på begge sider av motorvegen, størrelse Stor. Kombinasjon av Fartsgrense og Motorvegskilt	E6 sørover. Plassert på sider av motorvegen, størrelse stor
Opplysningskilt	
	
E6 nordover – Felt for fartsøkning	Skiltet Motortrafikkveg til tross for samme standard som motorveg.
	
	E6 sørover. Opplysning om Felt for fartsøkning. Ensidig plassering



4.3 RV4 forbi Gran

Denne strekningen består en motorvegstrekning på 9,4 km. Strekningen går fra Helgeland nord for Lunner, forbi Gran på Hadeland og videre nordover til Jaren. Den smale midtdeleeren er enkelt stålrekkverk (rør). Fartsgrensen er 100 km/t fra Helgeland til Gran og 90 km/t fra Gran til Jaren.



Figur 8: Oversikt over motorvegstrekningen RV4 forbi Gran

Vegsystemreferanse: RV4 S9D1 som har tre underparseller: RV4 K S9D1 m3376-6709, RV4 K S9D1 m6709-8505 og RV4 K S9D1 m10264-14537.

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no. Figuren antyder bredder/avstander gitt en feltbredde på 3,5 m



Google maps/Streetview

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
Søndre del: 9.700 kjt/døgn Midtre del: 7.700 kjt/døgn Nordre del: 12.100 kjt/døgn	2019	Søndre del: 13 % Midtre del: 18 % Nordre del: 10 %

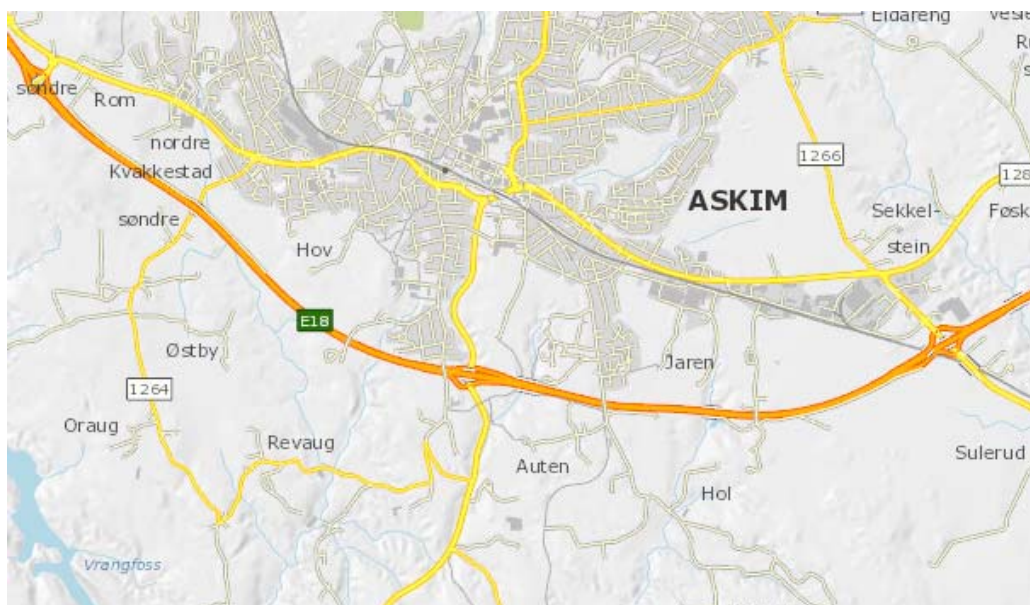
Trafikkulykker						
Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
Iht. vegkart.no er det ikke registrert noen trafikkulykker på denne strekningen siden ny RV 4 åpnet i 2016.						

Skilting av fartsgrense	
	
<p>RV4 nordover. Skilting på begge sider av kjørebane. Størrelse stor.</p>	<p>RV4 sørover. Skilting på begge sider av kjørebane. Stor størrelse.</p>
	
<p>RV4 nordover, Plassert på begge sider av kjørebane, størrelse Stor. Kombinasjon av Fartsgrense og Vegnummer</p>	<p>RV4 sørover. Plassert på begge sider av kjørebane, størrelse Stor</p>
	
<p>RV4 sørover. Variable skilt plassert over kjørebane i portal over hele motorvegen</p>	<p>RV4 sørover. Variable skilt plassert over kjørebane i portal over hele motorvegen</p>
Opplysningskilt	
	
<p>RV4 nordover. Motorveg skiltet på begge sider av kjørebane.</p>	<p>RV4 sørover. Felt for fartsøkning</p>

	
<p>RV4 nordover. Felt for fartsøkning</p>	<p>RV4 sørover. Slutt på motorveg</p>
	
<p>RV4 nordover. Avslutning på motorveg, skiltet på begge sider av kjørebane. Skilt og størrelse ikke funnet i vegkart.no</p>	
Fareskilt	
	
<p>RV4 nordover. Bratt bakke, stigning. Størrelse ikke oppgitt. Skiltet på begge sider av kjørebane.</p>	

4.4 E18 forbi Askim

Denne strekningen består en motorvegstrekning på 6,2 km. Den smale midtdeleren er enkelt wirekkverk. Fartsgrensen er 100 km/t, men var 90 km/t da vegen åpnet i 2007.



Figur 9: Oversikt over motorvegstrækningen E18 forbi Askim

Vegsystemreferanse: EV18 S63D1 med underparseller EV18 K S63D1 m3265-8736 og EV18 K S63D1 m8736-9347

Vegstrækningens tverrprofil iht. NVDB

Bredder tatt fra ferdigvegskart i 2006.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
0,0	1,5 m	3,5	3,5	0,5	2,1 m	0,5	3,5	3,5	1,5	0,0

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
9.944 kjt/døgn	2018	Ikke oppgitt

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
2019-07-19	23:05	Påkjøring bakfra	3	100 km/t	Tørr, bar veg God sikt, opphold Mørkt med vegbelysning	Ulykken inntraff på rampe (retardasjonsfelt)

2017-02-25	19:42	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	100 km/t	Snø / isbelagt veg God sikt, nedbør Mørkt med vegbelysning	
2017-11-22	20:35	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	100 km/t	Delvis snø / isbelagt veg Dårlig sikt, nedbør Mørkt med vegbelysning	

Ingen av de inntrufne ulykkene ser ut til å skyldes skiltingen på denne strekningen.

Skilting av fartsgrense



E18 østover. Skilting på høyre side av kjørebanelen. Størrelse stor.



E18 vestover. Skilt på høyre side, merk tre felt i samme retning

Opplysningskilt



E18 østover. Motorveg bare skiltet på høyre side av kjørebanelen.



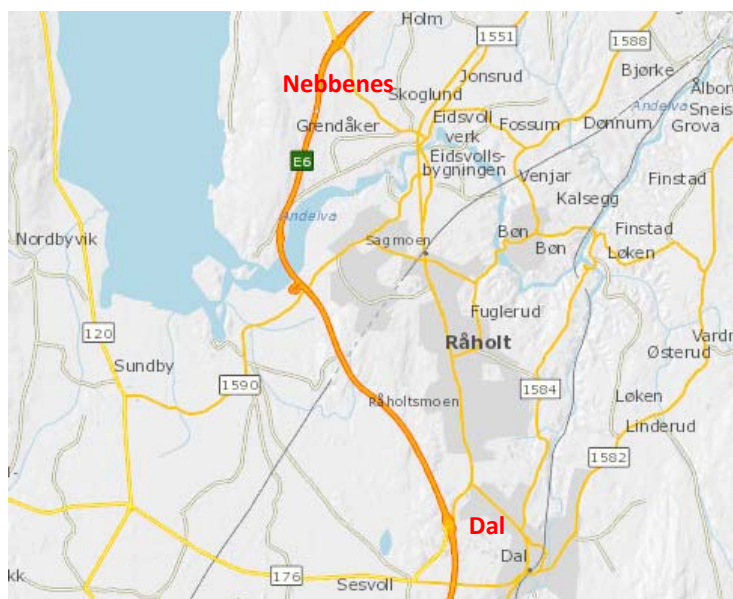
E18 østover – Felt for fartsøkning



E18 vestover – Felt for fartsøkning

4.5 E6 på strekningen Dal – Nebbenes

Denne strekningen består av en motorvegstrekning på 8,4 km. Den smale midtdelene er enkelt ståltrekkverk. Ved planlegging ble dimensjoneringsklassen S8 (HB 017, 2008) benyttet. Det er ikke søkt om fravik. Fartsgrensen på strekning er 110 km/t og skiltstørrelsen er SS.



Figur 10: Oversikt over motorvegstrekningen E6 Dal - Nebbenes

Vegsystemreferanse: EV6 S24D1, EV6 S25D1

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Data var ikke lagt inn i NVDB, men er oppgitt av Statens vegvesen, Utbygging.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
0,75+0,50	0,75	3,50	3,50	0,75	1,50	0,75	3,50	3,50	0,75	0,75+0,50

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
15.850 kjt/døgn	2019	12 %

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
2016-01-2017	09:48	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstrekning	1	110 km/t	Glatt ellers	

					God sikt, opphold Dagslys	
--	--	--	--	--	---------------------------------	--

Skilting av fartsgrense



E6 nordover. 110 km/t. Skilting på høyre side av kjørebanelen. Størrelse stor. Merk avstanden fra skulderkant til skilt som er over anbefalt 4 meter.



E6 sørover. 110 km/t. Skilting på høyre side.

Opplysningskilt



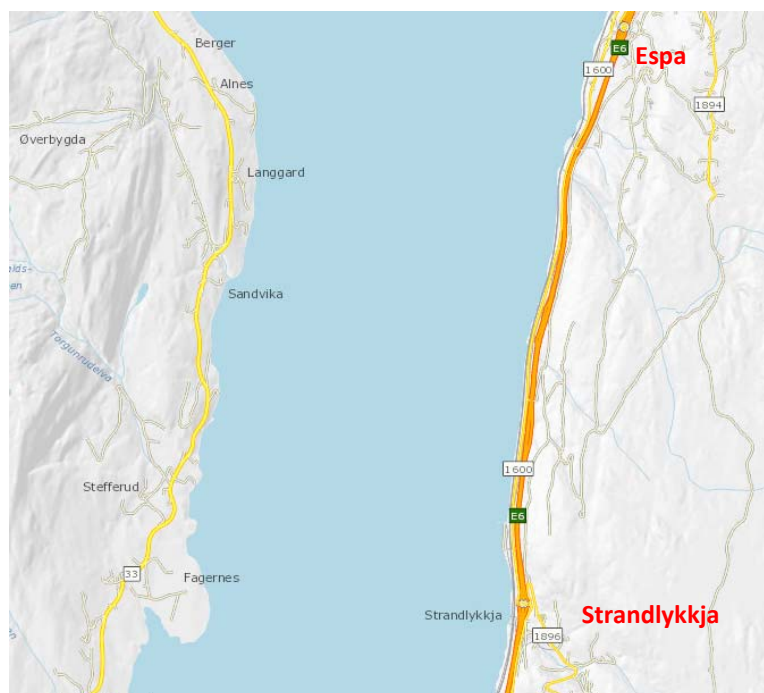
E6 nordover. Opplysning om Felt for fartsøkning på begge sider av kjørebanelen. Størrelse stor



E6 sørover. Opplysning om Felt for fartsøkning på begge sider av kjørebanelen. Størrelse stor

4.6 E6 nord for Minnesund (Strandlykkja – Espa)

Denne strekningen består av en motorvegstreking fra sør for Strandlykkja til Espa i nord på 7,8 km. Den smale midtdeleeren er enkelt stålrekkverk (rør). Ved planlegging ble dimensjoneringsklasse S8 (HB 017, 2008) lagt til grunn. Det er ikke søkt om fravik iht. tverrprofil. Fartsgrense er 110 km/t og skiltstørrels SS.



Figur 11: Oversikt over motorvegstrekingen E6 nord for Minnesund

Vegsystemreferanse: EV6 S24D1, EV6 S25D1

Vegstrekingens tverrprofil iht. NVDB

Data var ikke lagt inn i NVDB, men er oppgitt av Statens vegvesen, Utbygging.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
1,25	0,75	3,50	3,50	0,75	2,00	0,75	3,50	3,50	0,75	1,25

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
15.850 kjt/døgn	2019	12 %

Trafikkulykker etter 01.01.2015						
Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
2016-01-	09:48	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstrekning	1	110 km/t	Glatt ellers God sikt, opphold Dagslys	

Skilting av fartsgrense



E6 nordover. Skilting på høyre side av kjørebanelen. Størrelse stor.



E6 sørover. Skilt på høyre side av kjørebanelen. Størrelse stor.

Opplysningsskilt



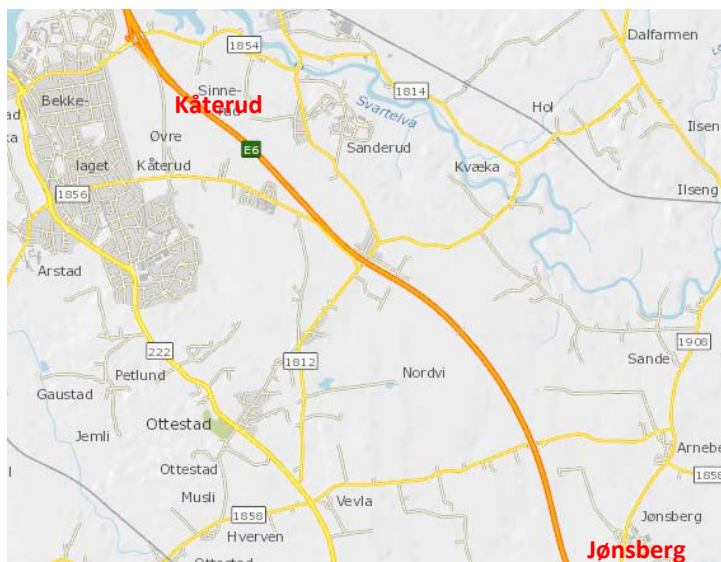
E6 nordover. Opplysning om Felt for fartsøkning på begge sider av kjørebanelen. Størrelse Stor



E6 sørover. Opplysning om Felt for fartsøkning på begge sider av kjørebanelen. Størrelse stor

4.7 E6 sør for Hamar

Denne strekningen består av E6 mellom Jønsberg og Kåterud sør for Hamar som er en strekning på 6,4 km. Den smale midtdeleeren er tosidig stålrekkverk med utforming som vist i bildet. Fartsgrensen er på 110 km/t.



Figur 12: Oversikt over motorvegstrekningen E6 Jønsberg - Kåterud

Vegsystemreferanse: EV6 S30D1

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no. Bildet nedenfor antyder bredder/avstander gitt en feltbredde på 3,5 m.



Google maps/Streetview

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
12.500 kjt/døgn	2019	18 %

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
Siden 01.01.2015 er det registrert 1 ulykke på strekningen, men denne ulykken skjedde på en strekning som ikke var 4-felts motorveg på det tidspunkt da ulykken skjedde.						

Skilting av fartsgrense



E6 nordover, kun plassert på høyre side av kjørebanelen.



E6 sørover, kun plassert på høyre side av kjørebanelen.

Opplysningsskilt



E6 nordover. Opplysning om Felt for fartsøkning bare montert på høyre side av kjørebanelen.



E6 sørover. Opplysning om Felt for fartsøkning bare montert på høyre side av kjørebanelen.

4.8 E6 Hundorp – Harpefoss (E6 Frya – Vinstra)

Denne strekningen består av E6 mellom Hundorp og Harpefoss som er en strekning på ca. 4,5 km. Den smale midtdeleren er tosidig stålrekkverk. Iht. til Hb 100 er vegen planlagt som S5 i Hb017 (2008), Stamveger og hovedveger med ÅDT 8000 – 12000, fartsgrense 90 km/t. Den er planlagt med 2 meter midtdeler, mens kravet i Hb N100 er minimum 1 meter. Det er søkt om fravik mht. midtdeler og bredde på den for å få plass til skilt i midtdeler. Det er også søkt fravik om lengden på forbikjøringsfelt. Bygd med minimumslengde 1,5km. Det er brukt både skiltstørrelse SS og MS.



Figur 13: Oversikt over motorvegstrekingen E6 Hundorp - Harpefoss

Vegsystemreferanse: EV6 S47D1

Vegstrekingens tverrprofil iht. NVDB										
<i>Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no. Data er oppgitt av Utbygging.</i>										
Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
	0,75	3,25	3,25	0,5	2,0	0,5	3,25	3,25	0,75	

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
4.700 kjt/døgn	2019	23 %

Trafikkulykker						
Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
Det er ikke registrert noen ulykker i vegkart.no på denne strekingen.						

Skilting av fartsgrense



E6 nordover, variable skilt plassert på begge sider av kjørebanelen. Krav i Hb V321 Variable trafikkskilt: Variable trafikkskilt skal følge samme grunnleggende krav til størrelse, farge, symbol og tekstgjengivelse som angitt i Håndbok N300.



E6 sørover, kun plassert på høyre side av kjørebanelen. Skiltet er montert like før utvidelsen til to felt i samme retning.

Opplysningskilt



E6 nordover. Opplysning om Felt for fartsøkning bare montert på høyre side av kjørebanelen.

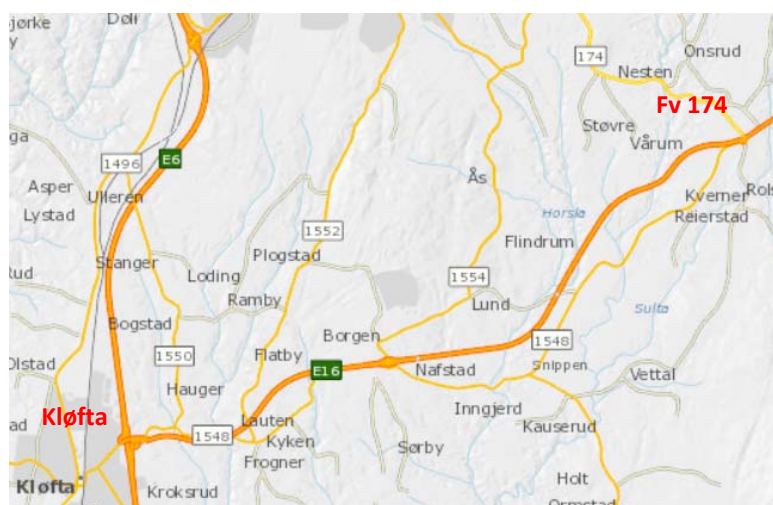


E6 sørover. Opplysning om fletting til ett felt ved avslutning av 4-feltsvegen.

4.9 E16 øst for Kløfta

Denne strekningen består av E16 mellom E6 på Kløfta og kryss med FV 174. Dette er en strekning på ca. 10,5 km. Den smale midtdeleren er enkelt stålrakkverk (firkantprofil på langsgående skinne).

Dimensjoneringsklasse ved planlegging var H1. Skiltstørrelse er MS. Veggen er dimensjonert for 90 km/t, men fartsgrensen er i senere tid hevet til 100 km/t. Strekningen ble ferdigstilt i 2007.



Figur 14: Oversikt over motorvegstrækningen E16 Kløfta – FV 174

Vegsystemreferanse: EV16 S58D1 med underparseller EV16 K S58D1 m328-10540 og EV16 K S58D1 m10540 KD1 m0-103

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no. Data er oppgitt av Utbygging.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
0,25	0,5	3,25	3,25	0,75	1,5	0,75	3,25	3,25	0,5	0,25

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
Kløfta – Kåstad: 13.860 kjt/døgn	2019	11 %
Kåstad – FV 174: 11.540 kjt/døgn	2019	10 %

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
2018-12-31	01.13	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	90 km/t	Ukjent føre- og værforhold Mørkt med vegbelysning	

Skilting av fartsgrense



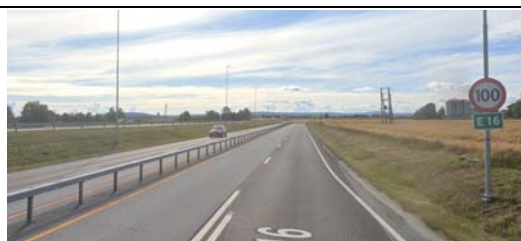
E16 østover, skilting på begge sider av kjørebanen. Merk den spesielle rekkverkløsning i midtdeler. Første fartsgrenseskilt etter krysset med E6 på Kløfta.









E16 vestover, skilting på begge sider av kjørebanen.



E16 østover. Fartsgrenseskilt bare på høyre side av kjørebanen.

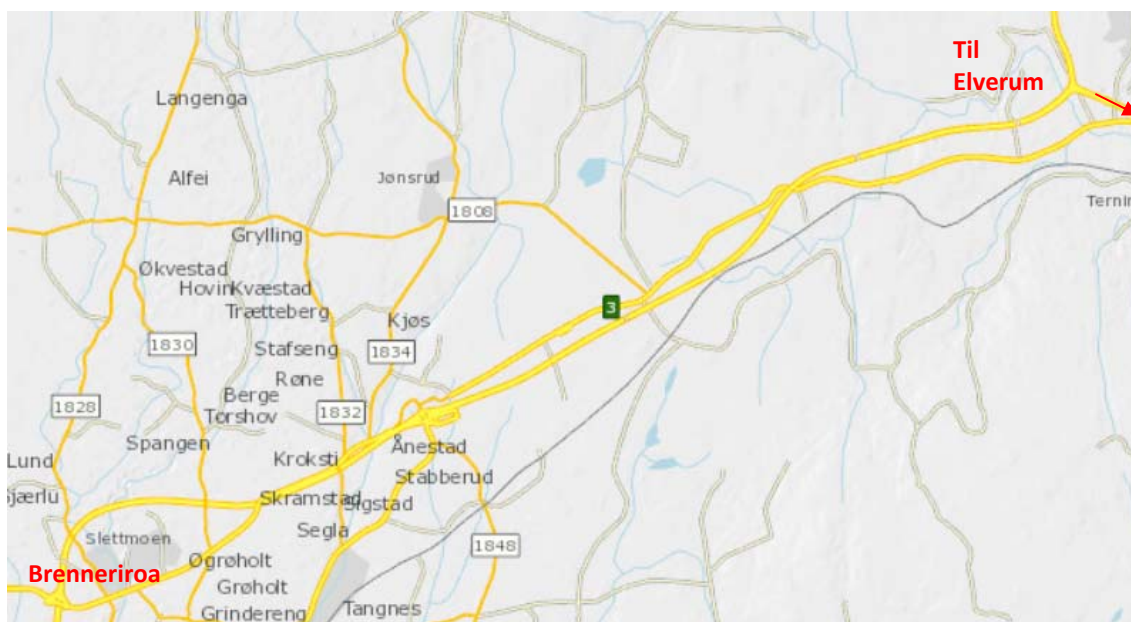


E16 vestover. Fartsgrenseskilt bare på høyre side av kjørebanen.

Opplysningskilt	
 <p>E16 østover. Opplysning om Felt for fartsøkning bare montert på høyre side av kjørebanelen.</p>	 <p>E16 vestover. Opplysning om Felt for fartsøkning bare montert på høyre side av kjørebanelen.</p>
 <p>E16 østover. Slutt på Motortrafikkveg. Skiltet på begge sider av kjørebanelen. Merk spesiell løsning på rekkverk i midtdeler.</p>	 <p>E16 vestover. Slutt på Motortrafikkveg. Skiltet på begge sider av kjørebanelen.</p>
 <p>E16 østover. Slutt på Motortrafikkveg skiltet på begge sider av kjørebanelen. Merk spesiell løsning på rekkverk i midtdeler.</p>	 <p>E16 vestover. Slutt på Motortrafikkveg skiltet på begge sider av kjørebanelen.</p>

4.10 RV3 fra Brenneriroa til Elverum

Denne strekningen består av ny RV3/25 mellom Brennerikrysset og krysset ved Elverum. Dette er en strekning på ca. 13,8 km. Den smale midtdeleren er enkelt stålrekkverk. Ved planlegging er dimensjoneringsklasse H8 (Hb 100, 2013) benyttet. Det er ikke søkt om noen fravik. Skiltstørrelsen som er benyttet er SS. Fartsgrensen er 110 km/t.



Figur 15: Oversikt over motorvegstrekingen RV 3/25 Brenneriroa - Elverum

Vegsystemreferanse: RV3 K S2D1 m3981-8438, RV3 K S3D1 m0-8999, RV3 K S4D1 m0-557

Vegstrekingens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no, men oppgitt av Statens vegvesen, Utbygging.

Bredde grus-skulder	Bredde asfalt-skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde trafikk-deler, asfalt-skulder	Bredde trafikk-deler	Bredde trafikk-deler, asfalt skulder	Bredde kjørebane	Bredde kjørebane	Bredde asfalt-skulder	Bredde grus-skulder
0,0	1,50	3,50	3,50	0,50	2,00	0,50	3,50	3,50	1,50	0,0

ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
14.600 kjt/døgn registret på gammel Rv3	2019	15%

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
Det er ikke registrert noen ulykker på denne strekingen siden den åpnet i 2020.						

Skilting av fartsgrense



RV3 østover etter Myklegardskrysset. Fartsgrense skiltet bare på høyre side.



RV3 vestover etter Elverumkrysset. Fartsgrense skiltet på begge sider av kjørebane (to felt plus felt for fartsøkning)



RV3 østover før Elverumkrysset. Fartsgrense skiltet på begge sider av kjørebane.



RV3 vestover etter bomstasjon. Fartsgrense bare skiltet på høyre side.



RV3 vestover. Skiltet fartsgrense etter kryss, kun på høyre side.

Opplysningskilt



RV3 østover. Skilt om Videokontroll/-overvåking satt opp på begge sider av kjørebane iht. Hb300-3 foran bomstasjon.



RV3 vestover. Skilt om Videokontroll/-overvåking satt opp på begge sider av kjørebane iht. Hb300-3 foran bomstasjon



RV3 østover. Felt for fartsøkning skiltet på høyre side.



RV3 vestover. Felt for fartsøkning skiltet på høyre side.



RV3 østover. Slutt på motorveg (kombinert med fartsgrense) skiltet på begge sider av kjørebanelen.

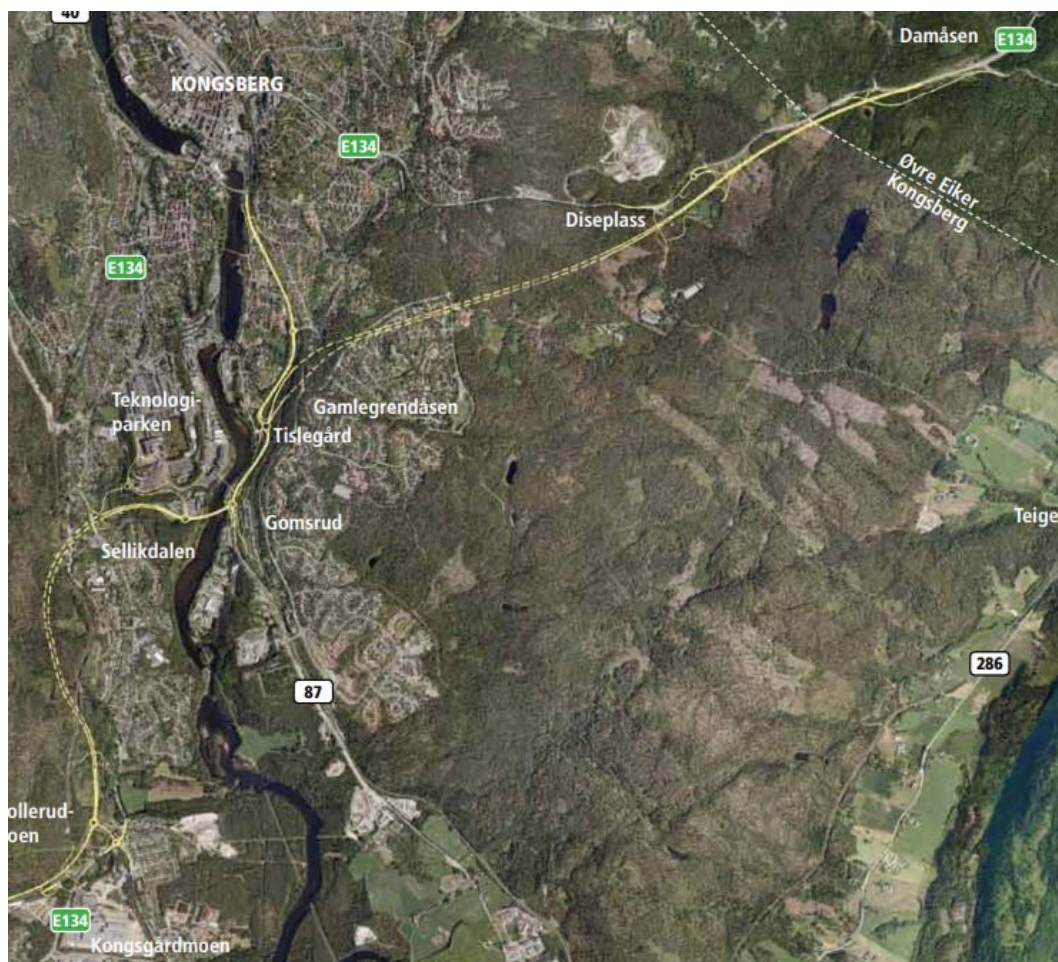
Forbuds- og påbudsskilt



Variable skilt i tilknytning til vektstasjon. Plassert på begge sider av kjørebanelen.

4.11 E134 Kongsberg

Denne strekningen er en del av ny E134 mellom Damåsen og Kongsgårdmoen. Strekningen er på ca. 5 km mellom østre tunnelportal Kongsberg tunnelen og Damåsen. Den smale midtdeleren er dobbelt stålrekkverk. Fartsgrensen er 90 km/t (vegkart.no, mai 2021). NVDB mangler en del vesentlige data for denne strekningen, bl.a. tverrprofil. Det foreligger heller ikke bilder fra Google Maps/Streetview, men det foreligger videoopptak (Statens vegvesen) på det meste av strekningen.



Figur 16: Oversikt over motorvegstrekningen E134 Damåsen - Kongsgårdmoen

Vegsystemreferanse: EV134 S42D1

Vegstrekningens tverrprofil iht. NVDB

Tverrprofildata er ikke lagt inn i Vegkart.no. Bildet nedenfor antyder bredder/avstander gitt en feltbredde på 3,5 m. Pga. skygger, redusert oppløsning på bildene og høyde på kamera har det vært vanskelig å beregne bredde på høyre og venstre skulder.



ÅDT	År	Andel kjøretøy med lengde over 5,6 meter
12.000 kjt/døgn	2019	10 %

Trafikkulykker etter 01.01.2015						
Dato	Klokkeslett	Ulykkeskode	Antall enheter	Fartsgrense	Kjøreforhold	Komm.
Det er ikke registrert noen ulykker i NVDB på denne strekningen siden den åpnet i 2020.						

Skilting av fartsgrense






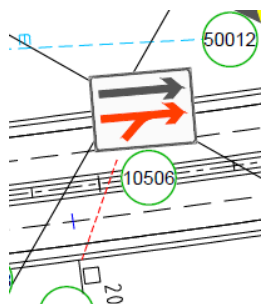
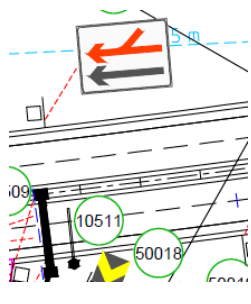

E134 vestover mot Kongsberg. Variabelt fartsgrenseskilt montert på begge sider av kjørebanelen. Størrelse SS. Ca. profil 950



E134 østover fra Kongsberg. Fartsgrenseskilt på høyre side av kjørebanelen. Størrelse MS. Profil ca. 1550



<p>E134 vestover mot Kongsberg. Portal for vegvisning.</p> <p>Variabelt fartsgrenseskilt montert på portalbein på begge sider av kjørebanelen. Størrelse SS. Profil ca. 1260</p>	
 <p>E134 vestover fra Damåsen. Portal for variabel feltanvisning.</p> <p>Variabelt fartsgrenseskilt montert på begge sider av kjørebanelen på portalbein. Størrelse SS. Profil ca. 1550.</p>	
Forbudsskilt	
 <p>E134 vestover mot Kongsberg. Stopp for kontroll. Variabelt skilt. Bredde: 100 cm, høyde tilpasses. Montert på begge sider av kjørebanelen. Profil ca. 1130.</p>	
 <p>E134 vestover mot Kongsberg. Portal for variabel feltanvisning.</p> <p>Rødt stoppblinksignal plassert på begge sider av kjørebanelen. Montert på portalbein. 300 mm</p>	

lyshode på høyre side og 200 mm lyshode i midtdeler. Profil ca. 1960.	
Opplysningskilt	
 <p>E134 vestover mot Kongsberg. Felt for fartsøkning. Profil ca. 2000. Bilde fra skiltplanen siden det mangler videodekning av denne strekningene.</p>	 <p>E134 østover fra Kongsberg. Felt for fartsøkning. Profil ca. 1980. Bilde fra skiltplanen siden det mangler videodekning av denne strekningene.</p>
	 <p>E134 østover fra Kongsberg. Varsel om sammenfletting på begge sider av kjørebanelen. Størrelse 100x150 cm (hovedskilt). Ca. profil 950</p>

4.12 E45 Älvängen – Gunntorp, Västra Götaland i Sverige

E45 nordøst for Gøteborg har en strekning med smal midtdeler hvor kjøreretningene er delt med et stålwirekverk.

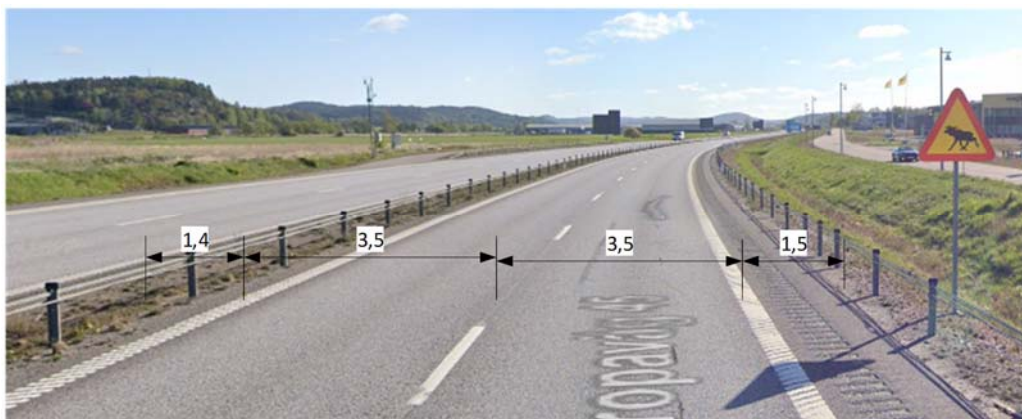




Figur 17: Oversikt over motorvegstrekingen E45 Älvängen - Gunntorp

Vegstrekingens tverrprofil

Bildet nedenfor antyder bredder/avstander gitt en feltbredde på 3,5 m.



Google maps/Streetview

ÅDT	År	Andel lastebiler
Varierer mellom 13.000 - 14.500 kjt/døgn for hele strekingen	2019	9 - 10 % avhengig av retning

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Tilgang til Strada (Swedish Traffic Accident Data Acquisition): Tilgang er begrenset til 'de som anvender oppgifterna för forskning med godkännande från Etikprövningsmyndigheten, eller till myndigheter där behandlingen av uppgifterna är nödvändig med hänsyn till ett viktigt allmänt intresse och inte innebär ett otillbörligt intrång i den registrerades personliga integritet'.

Skilting av fartsgrense



Google maps/Streetview

E45 mot Trollhättan. Fartsgrenseskilt på høyre side av kjørebanen. Tilsvarende skilting ble registrert i motsatt retning.

Forbudsskilt

Ingen skilt på strekningen

Opplysningsskilt

Det ble ikke registrert skilt som tilsvarte det norske 'Felt for fartsøkning' i noen av toplanskryssene.

Fareskilt



Google maps/Streetview

E45 mot Trollhättan. Fareskilt på høyre side av kjørebanen.



Google maps/Streetview

E45 mot Trollhättan. Fareskilt på begge sider av kjørebanelen. Skilt i midtdeler synes å være mindre enn skilt på høyre side. Tilsvarende skilting i motsatt retning.



Google maps/Streetview

E45 mot Göteborg. Skilting kun på høyre side av kjørebanelen.

4.13 E6 forbi Munkedal, Västra Götaland i Sverige

E6 forbi Munkedal, Västra Götaland i Sverige har en strekning med stålwirekkverk. Strekningen som ble registrert med Google Streetview var ca. 9 km.



Figur 18: Oversikt over motorvegstrekningen E6 forbi Munkedal



ÅDT	År	Andel lastebiler
Varierer mellom 18.000 - 19.500 kjt/døgn for hele strekningen	2019	6 - 8 % avhengig av retning

Trafikkulykker etter 01.01.2015

Tilgang til Strada (Swedish Traffic Accident Data Acquisition): Tilgang er begrenset til 'de som anvender oppgifterna för forskning med godkännande från Etikprövningsmyndigheten, eller till myndigheter där behandlingen av uppgifterna är nödvändig med hänsyn till ett viktigt allmänt intresse och inte innebär ett otillbörligt intrång i den registrerades personliga integritet'.

Skilting av fartsgrense



Google maps/Streetview

E6 nordover. Fartsgrenseskilt på høyre side av kjørebanelen. Tilsvarende skilting ble registrert i motsatt retning.

Forbudsskilt

Ingen skilt på strekningen

Opplysningsskilt

Det ble ikke registrert skilt som tilsvarte det norske 'Felt for fartsøkning' i noen av toplanskryssene.

Fareskilt



Google maps/Streetview

E6 sørover. Fareskilt på høyre side av kjørebanelen.

5 Beskrivelse av andre lands retningslinjer for midtdeler og skulder

5.1 Innledning

Hensikten med kapitlet er å beskrive retningslinjene for en del utvalgte europeiske land i relasjon til utforming av 4-feltsveger med høye dimensjonerende hastigheter. I den utstrekning det har vært enkel tilgang til retningslinjer for skilting på slike veger, er det også beskrevet slike retningslinjer. Med enkel tilgang menes litteratur på skandinaviske språk eller på engelsk og at denne litteraturen ligger tilgjengelig på internett. I noen tilfeller er det også benyttet personlige kontakter i Østerrike og Danmark for å få mer detaljert informasjon.

Kapitlet beskriver retningslinjene for utforming av 4-feltsveger i UK, Sverige, Danmark, Østerrike og Tyskland. Fokus har vært på bredde på midtdeler og skulder, og plassering av trafikkskilt på høyre og venstre side av kjørebane/veg. I tillegg er det også innledningsvis beskrevet UNECE sin anbefaling for utforming av trans-europeiske motorveger.

5.2 UNECE – Trans-European Motorway (TEM) recommended practice

UNECE (United Nations Economics Commission for Europe) har utarbeidet et dokument om TEM standarder og anbefalt praksis [8]. Dokumentet har krav til utforming av midtdeler og skuldre. Noen av de mest sentrale kravene er referert nedenfor i original form.

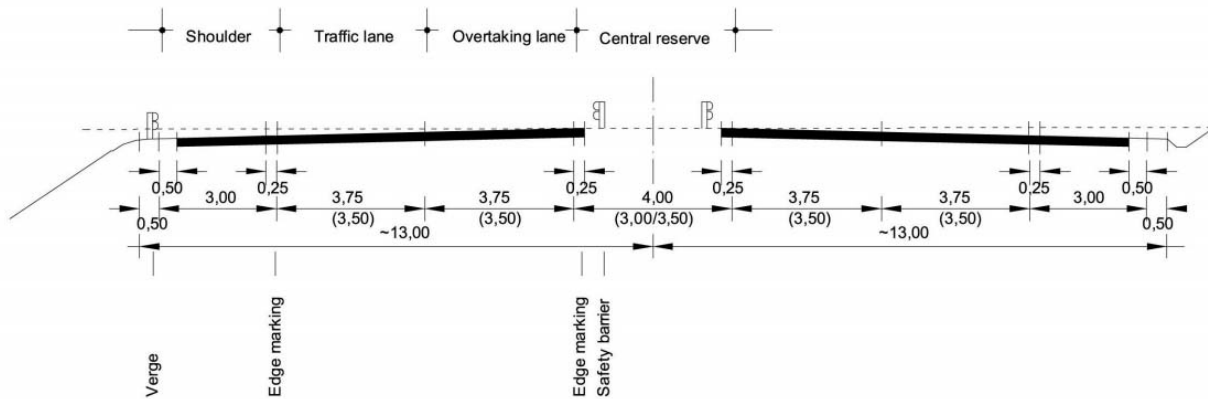
Det første kravet til midtdeler beskriver en anbefaling ('should') for bredden på midtdeleren:

Wherever possible, central reserve should have a width of no less than 4.00 m for section of motorway with design speeds of 140 km/h, 120 km/h and 100km/h, and no less than 3.00 m for sections of motorway with a design speed of 80 km/h – these widths including the edge lines of 0.25 m each. Changes in the width of the central reserve should be made gradually (RP – Recommended Practice)

Det første kravet til høyre vegskulder er:

The width of the shoulders should be equal to at least 3,00 meters, of which 2,5 meter is paved, so as to permit emergency stops. It would, however, be advisable to adopt shoulder widths up to 3,75 meters (Recommended Practice).

Det anbefalte tverrprofil for 4-felts motorveg er vist i Figur 19.

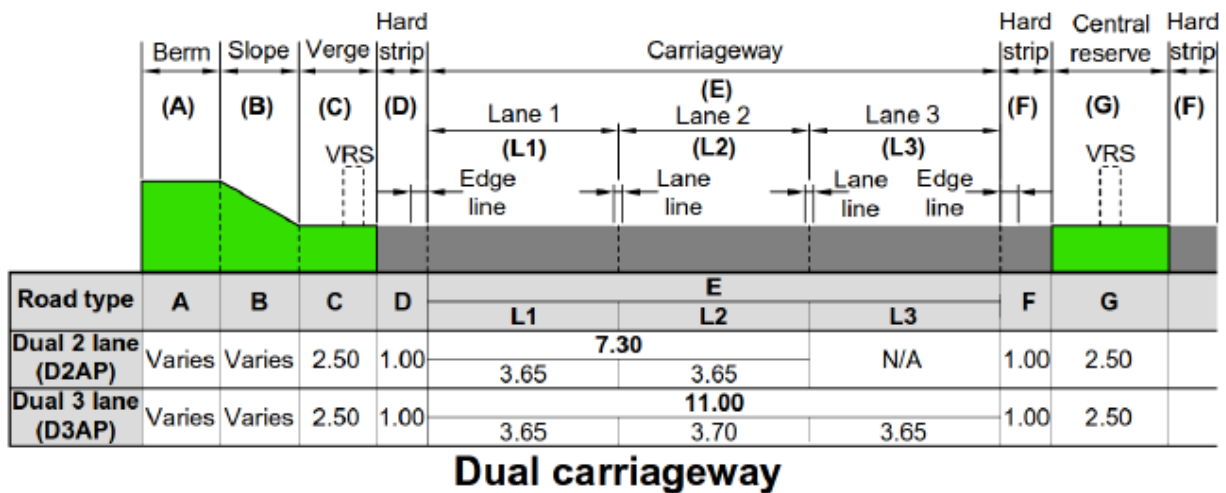


Figur 19: Anbefalt tverrprofil for 2x2 felts motorveg UNECE

UNECE sin TEM standard deler inn motorvegskiltene i tre kategorier: fareskilt (danger warning signs), forbud- og påbudsskilt (regulatory signs) og informasjonsskilt (informative signs). TEM standarden dekker bare informative skilt. Denne type skilt skal ifølge TEM standarden plasseres på høyre side eller på begge sider iht. nasjonale retningslinjer. Skiltkanten må plasseres bak eventuelt rekkverk eller 1,8 meter fra selve motorvegen.

5.3 UK Traffic Signs Manual og tverrprofil for motorveg

Tverrprofilen for 4-felts motorveger i UK er beskrevet i [2]. Tverrprofilen for 4-felts (eventuelt 6-felts) motorveg er vist i Figur 20.



Figur 20: Anbefalt tverrprofil for 2x2 (eventuelt 2x3) felts motorveg UK (venstrekjøring)

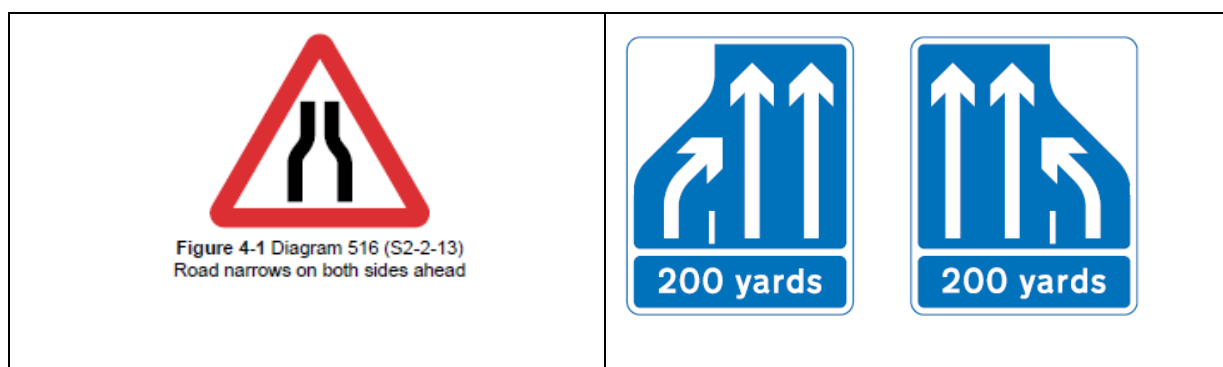
Tverrprofilen viser en skulderbredde på til sammen 3,5 meter hvorav 1 meter er asfaltert (hard strip) og 2,5 meter er 'verge' definert som 'Any nominally flat area between the edge of the paved width and either the start of an adjacent side slope or, in the absence of a side slope, the highway boundary or bridge parapet'. Feltebreddene er på 3,65 meter, skulder mot midtdeler på 1,0 meter og en fysisk midtdeler med rekkverk.

(VRS - Vehicle Resistance System) på 3,10 meter (minimumsbredde). Bredden på midtdeleren skal kunne utvides og bl.a. kunne ha plass til nødvendig VRS, plass til nødvendig faste og variable skilter, trafikksignaler, konstruksjoner og plass til nødvendig vedlikeholdsoperasjoner. Den harde skulderen skal kunne gi plass til nødstopper utenfor kantlinje til nærmeste kjørefelt. Skulderen skal også kunne gi adgang til utrykningskjøretøyer og ekstra trafikkareal ved midlertidige trafikkreguleringer.

UK Department for Transport, Department for Infrastructure (Northern Ireland), Scottish Government og Welsh Government har utarbeidet felles retningslinjer for trafikkskilt. Kapittel 3 i disse retningslinjene omhandler forbud og påbudsskilt [9] og kapittel 4 omhandler fareskilt [10].

Mht. plassering av fartsgrenseskilt på motorveg så anbefales det å skilte på begge sider av kjørebanelen. Skiltstørrelsen på fartsgrenseskilt er 120 cm (diameter). På motorveger hvor nasjonale fartsgrenser for motorveg gjelder, skal det ikke skiltes gjentakelse.

Innsnevring på begge sider av en motorveg, f.eks. ved smale bruer, skal skiltes på begge sider av kjørebanelen med skiltet på venstre side i Figur 21. Skiltene på høyre side i figuren viser skiltene som skal benyttes ved avslutning av et felt. Det skal skiltes på begge sider av kjørebanelen ved 800, 360 og 180 meter før innsnevringen starter eller feltet avsluttes.



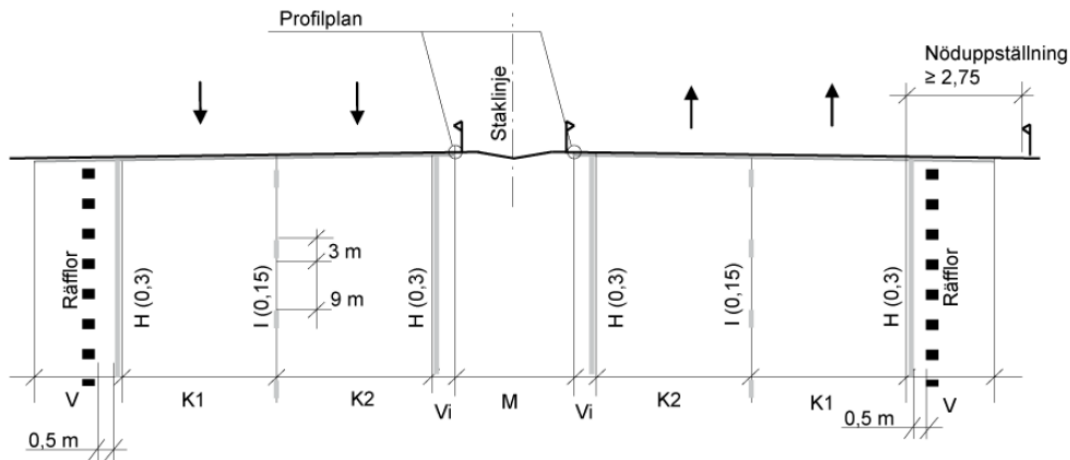
Figur 21: Skilting ved innsnevring av motorveg eller avslutning av kjørefelt, UK

5.4 Krav til Vägars och gators utformning, Sverige

Denne svenske retningslinjen [5] har en vegklasse kalt Motorvägar VR 110/120. Kravene til tverrprofil er vist i Figur 22 og tverrprofilen er vist i Figur 23.

	K1 (yttre körfält) (m)	K2 (inre körfält) (m)	Vi (inre väggen) (m)	V (Yttre väggen) (m)	M ³ (Mittremsa) (m)
Väg	3,5	3,5	0,5	2,0	2,5
Bro	3,5	3,5	0,5	2,0	
Tunnel	3,5	3,5	1,0	2,0	

Figur 22: Anbefalte bredder for tverrprofil for 2x2 felts motorveg, Sverige



Figur 23: Anbefalt tverrprofil for 2x2 felts motorveg, Sverige

Midtdeleren er 2,5 meter bred, kjørefeltene 3,5 meter og feltet for nødstopper er minst 2,75 meter. Skulder fra indre kjørebane til rekkverk er 0,5 meter. Midtdeleren skal ha rekkverk på begge sider mot indre kjørefelt og rekkverket skal tåle en belastning som gjør at rekkverket ikke kan komme ut i motgående kjøretning ved en påkjørsel. Overflatevann skal kunne håndteres i midtdeleren. Rekkverk på sidene skal ha en avstand til høyre kjørebane kant på minst 2,75 meter. Ytre skulderbredde skal være minst 2,0 meter.

Mht. skilting på motorveger er det et generelt krav i [11] at skilting på flerfeltsveger plasseres på begge sider av kjørebane:

14 § Om en väg har flera körfält för färd i samma riktning eller om förhållandena i övrigt gör det lämpligt ska varnings-, väjningsplikts-, förbuds och påbudsmärken även sättas upp till vänster om vägen eller på en mittremsa eller en refug om inte annat anges för respektive märke. Det gäller om det inte finns särskilda skäl för något annat.

Merk at det generelle kravet sier at skiltet på venstre side kan enten stå på venstre side av vegen eller i midtdeleren.

Forbud mot forbikjøring med lastebil skal plasseres på begge sider av vegen eller kjørebane. Fartsgrense skal skiltes på begge sider av vegen eller kjørebane. Her skilles det ikke mellom motorveg og andre vegtyper i kravet:

25 § Märke C31, hastighetsbegränsning, ska sättas upp på båda sidor om vägen eller körbanan där en hastighetsbegränsning börjar. Märket behöver dock inte sättas upp på vänster sida om det finns särskilda skäl och det är uppenbart att det är utan betydelse för trafikanternas förståelse av hastighetsbegränsningen.

Det er grunn til å merke seg at skiltet ikke trenger å stå på venstre side av kjørebane dersom det er åpenbart at det er uten betydning for trafikantenes forståelse av hastighetsbegrensningen. Dette vil være et sentral punkt mht. å foreslå endringer på det norske kravet om skilting av fartsgrense på begge sider.

Skiltet som opplyser om Motorveg, skal settes opp på begge sider av kjørebane der motorvegen begynner. Skiltet skal gjentas etter alle påkjøringsramper fra veger som ikke er motorveg. Skiltet 'Motorveg opphører' skal også stå på begge sider av kjørebane.

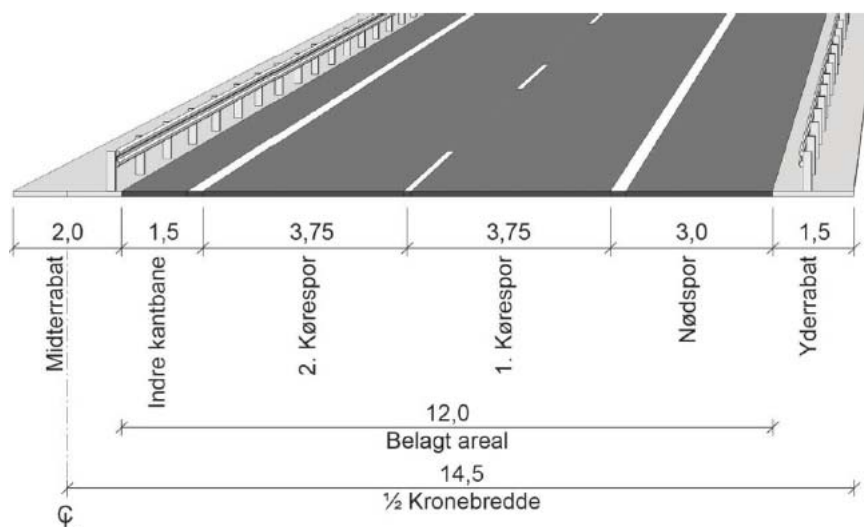
5.5 Danske retningslinjer

Danske retningslinjer for 4-feltsveger er beskrevet i [4]. De danske retningslinjene har to profiler som er relevante for dette prosjektet:

- 4-felts motorveger med en såkalt planleggingshastighet på 130 km/t. Tverrprofilet for denne planleggingshastigheten anbefales også for planleggingshastighet på 110 km/t
- 4-feltsveger med en planleggingshastighet på 90 km/t og 100 km/t. En 4-feltsveg med en planleggingshastighet på 90 km/t kan ha en midtdeler på 1,0 meter uten rekkverk, mens en 4-feltsveg med en planleggingshastighet på 100 km/t har en midtdeler på 0,75 meter med et rekkverk på midten.

Tverrprofilet for en 4-felts motorveg (110 – 130 km/t) er vist i Figur 24. Den totale bredden på profilet er 29,0 meter. Midtdeleren er 2,0 meter og nødfeltet (Nødspor) er på 3,0 meter. Utenfor nødfeltet er det en såkalt ytterrabatt på 1,5 meter som også har plass for rekkverk. Mellom indre kjørebane og midtdeler er det en skulder (indre kantbane) på 1,5 meter.

Utgangspunktet for den bredden som er valgt er at det skal være mulig å avvikle 4 felt dersom den ene kjøreretningen er stengt, f.eks. ved vegarbeid eller store vedlikeholdsarbeider. Med en bredde på 12,0 meter er det mulig å ha to felt på 2,9 meter og 2 felt på 2,2 og fortsatt ha plass til skuldre og en smal midtdeler (0,9 meter).



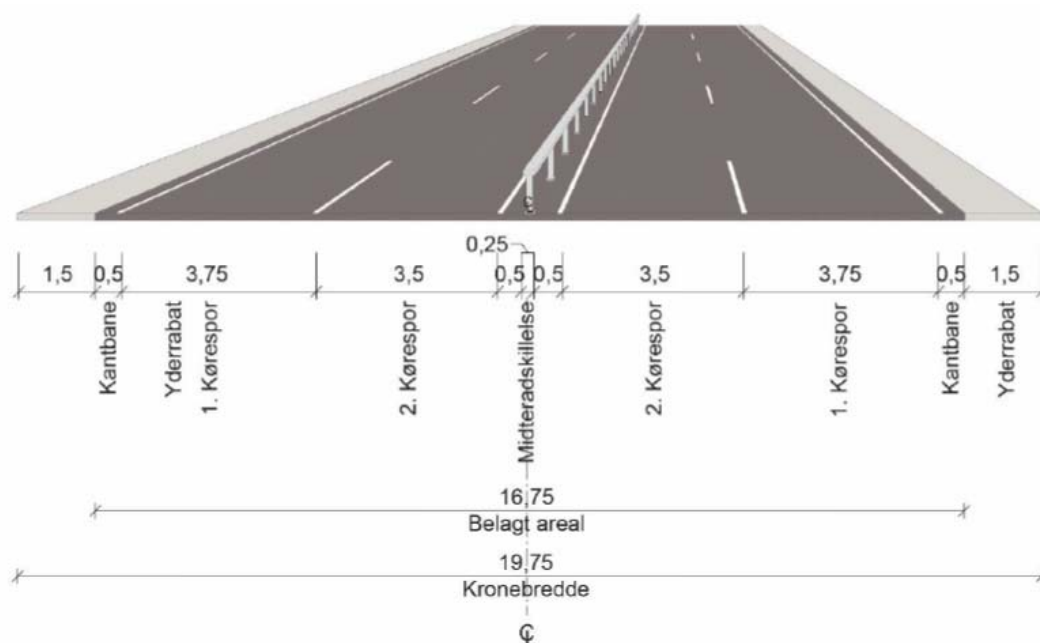
Figur 24: Tverrprofil for 4-felts motorveg, 110 – 130 km/t, Danmark

Nødfeltet på begge sider av motorvegen har en bredde på 3,0 meter som skal sikre at en personbil kan stoppe i dette feltet og åpne døren uten å komme inn i det ytterste av de to gjennomgående feltene. Dette er en viktig del av den trafiksikkerheten som er bygget inn i tverrprofilet. Skulderen på 1,5 meter mot midtdeler skal kunne øke muligheten for en fører som kommer over kantlinjen til å rette opp kjøretøyet og i verste fall kunne parkere en personbil med det meste av bilen utenfor kantlinjen på det indre feltet som også er 3,75 meter bredt. En annen viktig del av trafiksikkerheten er at midtdeleren skal ha rekkverk på begge sider av midtdeleren. Rekkverket kan plasseres helt ut til kanten på den indre skulderen.

En 4-feltsveg med planleggingshastighet på 100 km/t har total bredde på 19,75 meter. Tverrprofilet for denne vegtypen er vist i Figur 25. Denne vegtypen er skiltet som Motortrafikkveg. Den såkalte kantbane og

yterrabbatt utgjør til sammen 2,0 meter og dette gjør det mulig å plassere/parkere en personbil på dette arealet i en nødsituasjon. Høyre kjørebane er 3,75 og bidrar også til litt ekstra areal i slike situasjoner.

Midtdeleren kan utvides til 3,0 meter som medfører en forbedring av trafiksikkerheten siden det kan etableres autovern med plass til utbøying som ikke kommer inn i motgående kjøreretning. Det nevnes også at det er mulig å etablere et stivt autovern i en midtdeler med en bredde på ned til 1,0 meter.



Figur 25: Tverrprofil for 4-felts, 100 km/t, Danmark

De danske skiltreglene er beskrevet i [6]. Denne forskriften har i §7 en generell bestemmelse om plassering av trafikkskilt:

§ 7. Færdselstavler (norsk: trafikkskilt) opsættes i højre side af vejen i færdselsretningen. Dog kan færdselstavler opsættes i midterrabbat eller venstre side af vejen eller ophænges over kørebanen, hvor vej- eller færdselsmæssige forhold gør det påkrævet.

En gjennomgang av forskriften basert på søkeordene midterrabbat, motorvej og venstre viste at denne forskriften ikke har noen nærmere bestemmelser om plassering av trafikkskilt i midtdeler. Vi gikk også gjennom den danske Færdselsloven (tilsvarende den norske Vegtrafikkloven) uten å finne noen bestemmelser om plassering av skilt på begge sider av kjørebane/vegen.

Gjennom kontakt med Vejdirektoratet i Danmark fikk vi opplyst følgende:

På motorveje i Danmark er der altid en midterrabbat, som er bred nok til, at der kan stå en færdselstavle med for eksempel hastighedsbegrænsning eller overhalingsforbud for lastebiler eller lignende.

I Danmark bygger vi 2+1 veje til 90 km/t med en smal midteradskillelse. Disse har ikke status som motorveje, men er motortrafikveje. Hidtil har vi bygget dem til 90 km/t med en midteradskillelse med en bredde på 1,0 – 1,25 meter.

Vi har ikke kendskab til, at profilet for 2+2 med midteradskillelse, midterautoværn og 100 km/t er blevet brugt i et veiprojekt.

På alle veje med smal midteradskillelse med autoværn er der ikke placeret færdselstavler i midteradskillelsen. Men Vejdirektoratet og Politiet er indenfor det sidste år blevet opmærksomme på, at det måske ikke er en optimal løsning, da tavlerne til venstre for trafikanten står meget langt væk. Vejreglerne for afmærkning er ikke helt klare på dette område. Der er for øjeblikket et arbejde i gang, hvor det skal undersøges, om der bør vælges en anden løsning.

Figur 26 viser et eksempel på en 2+1 veg med fartsgrense 90 km/t og hvor midtdeleren i asfalt har stripefelt eller freste rumleriller. Noen av disse 2+1 vegene blir nå bygget om til 100 km/t og da blir vegen gjort møtefri ved at det settes et smalt autoværn i midtdeleren, jfr. Figur 27.



Figur 26: 2+1 veg med 90 km/t utan stålrekkverk i midtdeler (Google maps/Streetview)



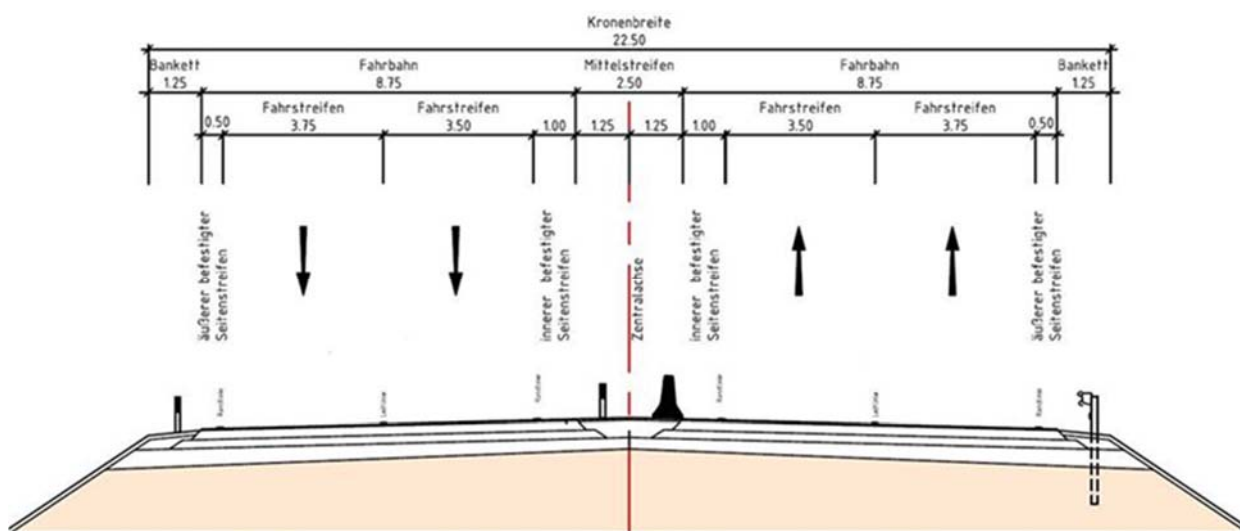
Figur 27: 2+1 veg med 100 km/t med stålrekkverk i midtdeler (Google maps/Streetview)

5.6 Østerrike

Motorvegene i Østerrike er beskrevet i [7]. Gjennom kontakt med ASFINAG har vi fått oversendt et tverrprofil som skal tilsvare en smal 4-feltsveg. ASFINAG ble grunnlagt i 1982 og er en føderal enhet med ansvar for planlegging, finansiering, bygging, vedlikehold, drift og innkreving av bompenger for 2.250 km med motorveger i Østerrike.

Tverrprofilet er vist i Figur 28. Høyrefeltet er 3,75 meter bredt. Utenfor kjørefeltet er det en bredde på 0,5 meter med fast dekke og utenfor der igjen en bankett på 1,25 meter. Banketten er alltid 1,25 meter uavhengig av om det er montert rekkverk eller ikke. Dette gir plass for at det meste av en personbil kan plasseres utenfor høyrefeltet dersom det ikke er rekkverk. Dersom det ikke er noe rekkverk, bør den horisontale avstanden til trær og lignende være 5 til 15 meter avhengig av hastighet og helning på skråning.

For motorveger med tillatt hastighet ≤ 100 km/t og $\text{ÅDT} < \text{enn } 20.000$ kjt/døgn er det ikke obligatorisk med en kjørbare skulder, jfr. hard shoulder i Figur 20. Midtdelene på 2,5 meter gir ifølge ASFINAG tilstrekkelig plass til trafikkskilt, fundamenter for portaler, og drenering av overflatevann. Hastigheter på mer enn 100 km/t krever en hard skulder på minst 2,5 meter. Hvis trafikken er mindre enn 10.000 biler per dag per retning, kan det bygges nødlommer hver 2. km i stedet for en kontinuerlig hard skulder.



Figur 28: Tverrprofil for 4-felts, 100 km/t, Østerrike

5.7 Tyskland

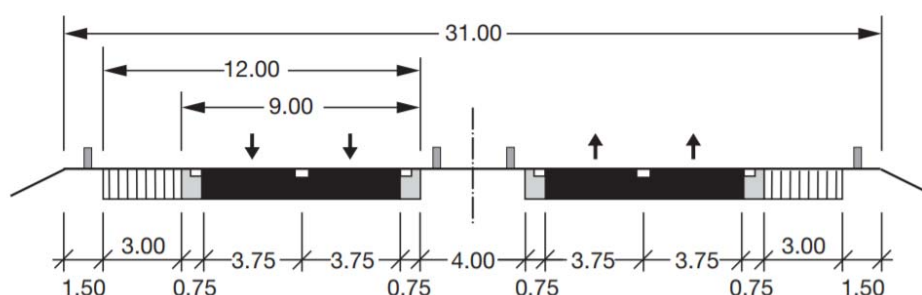
De tyske retningslinjene for motorveger er beskrevet i [3]. Disse retningslinjene beskriver hvordan motorvegene er delt inn i design klasser basert på vegkategori, om vegen ligger utenfor eller innenfor tettbygd strøk, om det er en føderal motorveg og type motorveg, se Figur 29. Kategorien AS dekker motorveger med AS 0 som den øverste kategorien som dekker kontinentale motorveger. AS II dekker interregionale motorveger og er vel trolig den kategorien som er mest sammenlignbar med norske 4-feltsveger med ÅDT opptil 20.000 og fartsgrense opptil 110 km/t. Designklassene EKA 1 B og EKA 2 blir derfor de mest relevante designklassene for tilsvarende norske motorveger. EKA 3 er mest beregnet for motorveger i byer med fartsgrense 80 km/t.

Table 9: Design classes for roads belonging to category AS

Road category	AS 0/AS I		AS II		
	outside or inside		outside or inside	outside	inside
Jurisdiction	Federal motorway	Non-federal motorway	Federal motorway	Non-federal motorway	All
Designation	Long-distance motorway	Motorway-like road	Inter-regional motorway	Motorway-like road	Urban motorway
Design class	EKA 1 A	EKA 2	EKA 1 B	EKA 2	EKA 3

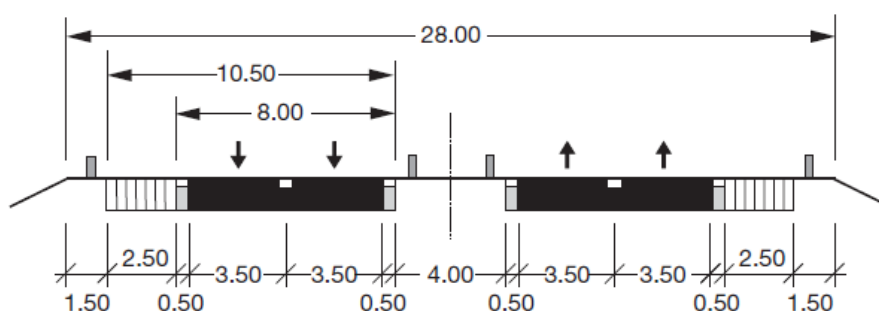
Figur 29: Designklasser for tyske motorveger

Tverrprofilet for EKA 1 B (designhastighet på 120 km/t) er vist i Figur 30. Tverrprofilet har en total bredde på 31,0 meter. Det er nødfelt på 3 meter på begge sider, kjørefeltene er 3,75 meter og midtdeleren er 4,0 meter med tosidig rekkverk.



Figur 30: Designklasse EKA 1 B

Tverrprofilet for EKA 2 (design hastighet på 100 km/t) er vist i Figur 31. På samme måte som for EKA 1 B kan designhastigheten økes over hhv. 120 og 100 km/t, men i tabellene for EKA 1 B og EKA 2 i [3] er det brukt disse designhastighetene. Tverrprofilet har en total bredde på 28,0 meter. Det er nødfelt på 2,50 meter på begge sider, kjørefeltene er 3,50 meter og midtdeleren er 4,0 meter med tosidig rekkverk.



Figur 31: Designklasse EKA 2

I de tyske retningslinjene står det følgende om midtdelerens funksjoner:

Midtdeleren skiller mellom kjørebaneer og er brukt for konstruksjoner og trafikktekniske innretninger som:

- *Understøtting av konstruksjoner over motorvegen*
- *Systemer for å håndtere kjøretøyer som er på veg inn i midtdeleren (vehicle restraint systems)*
- *Portalben*
- *Lysstolper*
- *Trafikkskilt*
- *Dreneringssystemer*
- *Anti-blendingssystemer*

6 Litteratursøk – skilting i midtdeler og trafiksikkerhet

6.1 Innledning

Hensikten med kapitlet er å beskrive funnene i gjennomførte søk i vitenskapelig litteratur om skilting i midtdeler og trafiksikkerhet. Det var spesielt interessant å se om det var litteratur som kunne si noe om sammenhenger mellom manglende skilting på venstre side av kjørebane eller veg mht. skilt som det i mange tilfeller er vanlig å skilte på både høyre og venstre side. Litteratur om skiltstørrelse var også interessant.

Det er viktig at trafikkskilt blir registrert og forstått av bilføreren mht. trafiksikkerhet. Det finnes flere undersøkelser som viser sammenhengen mellom feil eller mangler ved skiltingen og økt risiko for trafikkulykker. Fareskilt som varsler glatt kjørebane, kø eller sidevind er eksempler på skilt som kan medføre økt risiko dersom disse skiltene ikke blir registrert, forstått og etterfulgt av bilføreren. Derfor er det viktig at det innføres løsninger som reduserer risikoen for at nettopp dette skal skje når midtdeleren er så smal at det ikke kan skiltes på begge sider av kjørebanelen.

6.2 Metodikk

Det ble gjennomført to litteratursøk i Google Scholar med litt ulike hensikter.

Det første søket ble gjennomført med søkeordene: *median, central reserve, traffic signs, road signs, recognition, driver og safety*. Hensikten med dette litteratursøket var å finne vitenskapelige litteratur som kunne dokumentere eventuelle sammenhenger mellom trafikkskilt i midtdeler og trafiksikkerhet. Det var ingen begrensninger i søket, f.eks. mht. tid for publisering.

Søket resulterte i 31 referanser. Disse referansene ble gjennomgått mht. tittel, treff på søkeord og i hvilken sammenheng disse stikkordene ble brukt. I flere tilfeller ble det også utført en gjennomgang av sammendraget og selve artikkelen. Denne gjennomgangen viste at bare en av referansene hadde relevans for dette prosjektet.

Det andre litteratursøket ble gjennomført med søkeordene: *safety, driver, attention, awareness, traffic signs road signs, motorways, og highway*. Hensikten med dette søket var å finne vitenskapelige artikler som kunne dokumentere eventuelle sammenhenger mellom trafiksikkerhet og bilføreres oppmerksomhet mht. å oppfatte trafikkskilt på motorveger. Dette søket ga 1.640 treff hvorav de 100 mest relevante (treff på flest av søkeordene) ble gjennomgått mht. tittel, treff på stikkord i funnet og i en del tilfeller også gjennomgang av sammendraget og selve artikkelen. Denne gjennomgangen viste at bare et fåtall av referansene hadde relevans for dette prosjektet.

En oppsummering av litteratursøkene som ble gjennomført er derfor at det er lite vitenskapelig litteratur om mulige effekter av manglende eller feil skilting i forhold til retningslinjer på 4-felts motorveger. Det er veldig mye oppmerksomhet på vegens sideterreng og sikkerhetssoner, variable skilter, arbeidsvarsling, to-språklige skilt, reklameskilting, flere skilt på samme stolpe, avstand mellom skilt, utforming/farger/tekst/symbol, førers alder og ferdigheter og inkonsistent skilting, men veldig lite om de temaene som er hovedtemaet i dette prosjektet.

6.3 Funn i litteratursøket

Et av funnene var en rapport presentert på en vegkonferanse i India i 2010 [12]. Rapporten er egentlig retningslinjene for trafikkskilt på indiske veger og artikkelen har innledningsvis noen viktige prinsipper som er generelle og som kan være en del av grunnlaget for å vurdere alternative løsninger for norske 4-feltsveger. De 5 prinsippene listet opp nedenfor er også funnet igjen i annen litteratur.

For at et trafikkskilt skal være formålstjenlig, bør skiltet oppfylle følgende basiskrav:

- Oppfylle et behov
- Kreve oppmerksomhet
- Formidle en klar og enkel betydning
- Kreve respekt fra førerne av kjøretøyene
- Gi tilstrekkelig tid til riktig respons

Med hensyn til plassering av skilt har retningslinjene bl.a. følgende krav:

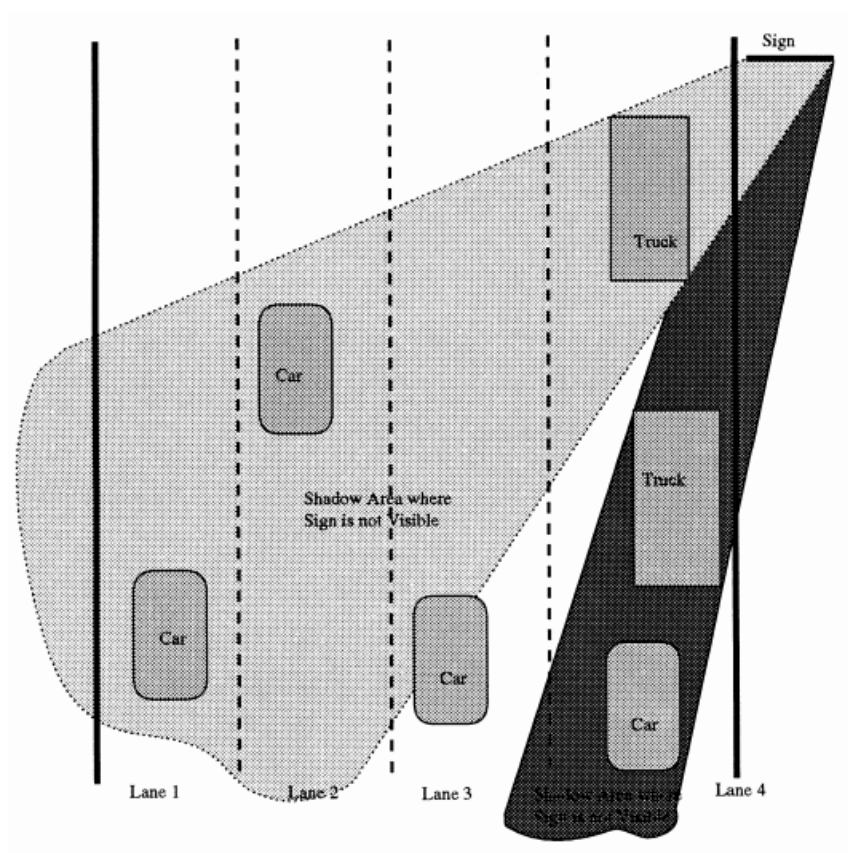
- Plasseringen av trafikkskilt skal være innenfor førernes synsfelt slik at det foreligger tilstrekkelig synlighet
- For at trafikkskiltet skal kunne formidle den riktige betydningen, bør skiltet være riktig plassert mht. stedet, objektet eller den situasjonen som skiltet skal anvendes i
- Plassering og lesbarhet av trafikkskiltet bør være slik at det gir tilstrekkelig responstid til vegbrukeren.
- Trafikkskilt skal være plassert og driftet på en ensartet og konsistent måte.

En annen interessant og relevant rapport er gitt i [13]. Forfatteren har utviklet en modell for å støtte trafikkingeniører i å studere problemet med store kjøretøyer som opptrer som sikhinder mellom en fører og et trafikkskilt eller trafikksignal. Forfatteren beskriver problemstillingen som følgende:

Ukjente sjåførere på urbane motorveier og motorveier er veldig avhengig av at informasjon, for eksempel destinasjonsinformasjon, advarsler, avkjøringer og reguleringskilt, blir vist av skilt plassert enten til høyre, til venstre for veien eller på skilt over kjørebanelen. Når en ukjent sjåfør følger en lastebil på relativt kort avstand, kan trafikkskilt til høyre, venstre eller over kjørebanelen være blokkert i det meste av strekningen før skiltet. Når skiltet endelig er synlig, kan det hende at sjåføren ikke har nok tid til å oppdage skiltet og lese meldingen på skiltet. Dette kan resultere i at sjåføren mister en avkjøring eller en advarsel, noe som deretter fører til at sjåføren utfører farlige manøvrer som kan forårsake en ulykke eller påvirke trafikkflyten.

Disse problemene forsterkes gjerne på veger med mye tunge og lange kjøretøyer, spesielt i situasjoner hvor flere tunge og lange kjøretøyer kommer i kolonner fordi det ikke foreligger forbikjøringsmuligheter for tunge kjøretøyer. Artikkelen referer til en del forskning på området som i hovedsak har beregnet sannsynligheten for at skjuling av trafikkskilt skal forekomme. Tiltak for å redusere ulempene har vært gjentagelse av skiltene, plassering på begge sider av vegen og skilting over kjørebanelen.

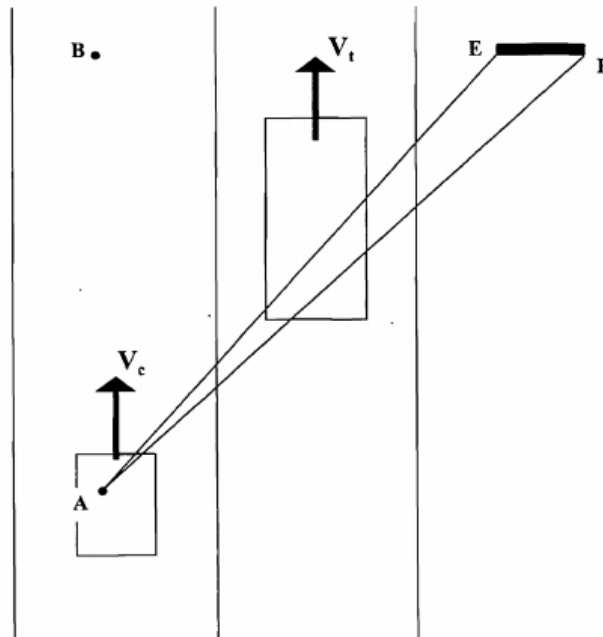
Modellen som er utviklet har noen vesentlige begrensninger, f.eks. at det tunge kjøretøyet alltid ligger foran det lette kjøretøyet i samme felt, at avstanden mellom de to kjøretøyene er konstant og at trafikkvolum og hastighet ikke inngår i modellen. Like interessant er det litteratursøket som inngår innledningsvis i denne artikkelen. En av artiklene det refereres til, [14], beskriver en matematisk modell for å beregne sannsynligheten for at ett eller to tunge kjøretøyer i høyrefeltet skal skygge for et skilt på høyre side av vegen, jfr. Figur 32.



Figur 32: Tunge kjøretøyers skygging for trafikkskilt. Kilde [14] **Error! Reference source not found.**

Den matematiske modellen var interessant, spesielt tatt i betraktning av at den er utviklet for 50 år siden, men den hadde liten praktisk anvendelse på grunn av en del viktige parametere som ikke inngikk i modellen.

En annen studie som det var referert til i [13] var en studie [15] som så på skjuling av trafikkskilt i en situasjon hvor en bilfører befant seg til venstre for ett eller flere tunge kjøretøyer i høyrefeltet, jfr. Figur 33. Punkt A er det første stedet fører av personbil kan se og lese skiltet, mens B er det siste punktet hvor føreren kan lese skiltet. Utstrekning på skiltet er E-F. Modellen forutsetter at begge kjøretøyene kjører med konstant hastighet, men forskjellig hastighet. Modellen ble evaluert gjennom virkelige forsøk og observasjoner på en ca. 40 km lang motorvegstrækning med fartsgrense 55 miles/hour (ca. 90 km/t) for tunge kjøretøyer og 65 miles/hour (ca. 105 km/t) for lette kjøretøyer. Gjennomsnittlig tungtrafikk i høyrefeltet var 420 kjt./time. Modell og virkelige tester viste god overenstemmelse ved at både modell og test viste at sjåføren i personbilen mistet omtrent 17 % av skiltene pga. skygging av store kjøretøyer.



Figur 33: Tungt kjøretøys skygging for trafikkskilt. Kilde [15]

Det ble også gjennomført en følsomhetsanalyse hvor tiden for å lese skiltet ble endret og antall tunge kjøretøyer i høyrefeltet ble endret.

Det ble antatt at volumet av lastebiler i høyre felt var 200 kjøretøyer i timen. Hastigheten på de lette kjøretøyene var definert til å være 65 mph (ca. 105 km/t) og hastigheten på lastebiler til å være 55 mph (ca. 90 km/t). Skiltet er først synlig for sjåfører når de er 500 feet (ca. 165 meter) unna, en lastebil er 12 meter lang og det antas at føreren trenger to sekunder for å lese et skilt. Da disse verdiene ble satt inn i den matematiske modellen, ble det funnet at sannsynligheten var 10,7 % for at en fører av et kjøretøy i venstre felt ville miste et skilt på grunn av skygging av store kjøretøyer i høyre felt. Dette betyr at omtrent 11 av 100 vil gå glipp av et trafikkskilt. Ved å redusere tiden for lesing av skiltet med 0,5 sekunder ble sannsynligheten for å miste et skilt redusert til 8,7 %.

Studien så også på alternative løsninger som kunne kompensere for tapet av skilt pga. skygging av tunge kjøretøyer. Ett av disse tiltakene var gjentakelse av skiltene. Sannsynligheten for å miste et skilt i basialternativet beskrevet over, var 10,7 %. Ved å gjenta skiltet en gang, ble sannsynligheten redusert til 1,2 % og ved å gjenta skiltet to ganger ville sannsynligheten reduseres til 0,1 %. En opplagt ulempe ved et slikt tiltak er selvfølgelig økningen av skilt som skal oppfattes og leses av bilførerne. Artikkelen konkluderer med at på kort sikt er den beste løsningen trolig å skilte på begge sider av kjørebanelen. På litt lenger sikt vil ITS-tjenester som visning av skiltene på display inne i kjøretøyet være en god løsning.

En timetrafikk på 200 kjt/timen i høyre felt tilsvarer en ÅDT på 40.000 kjt/døgn dersom det i hovedsak var tunge kjøretøyer som kjørte i høyrefeltet. Dersom en antar en lineær sammenheng mellom trafikkvolum og sannsynlighet for skjulte skilt, ville en ÅDT på 20.000 kjt/døgn medføre en sannsynlighet for at 5-6 % av bilførere i venstrefelt ikke så skilt på høyre side av veien. Det er veldig usikkert hvor langt den trenden som ble påvist i denne undersøkelsen kan trekkes, f.eks. hvor stor andel av bilførerne i intervallene 6.000 – 12.000 kjt/døgn og 12.000 – 20.000 kjt/døgn som ikke ville se skiltene. Men indikasjon kan være at med en ÅDT rundt 10.000 kjt/døgn vil det være maksimum 2 – 3 % som ikke ser skiltet på høyre side av kjørebanelen. Det understrekes at dette er meget usikre anslag.

7 Alternative løsninger til skilting i smale midtdelere

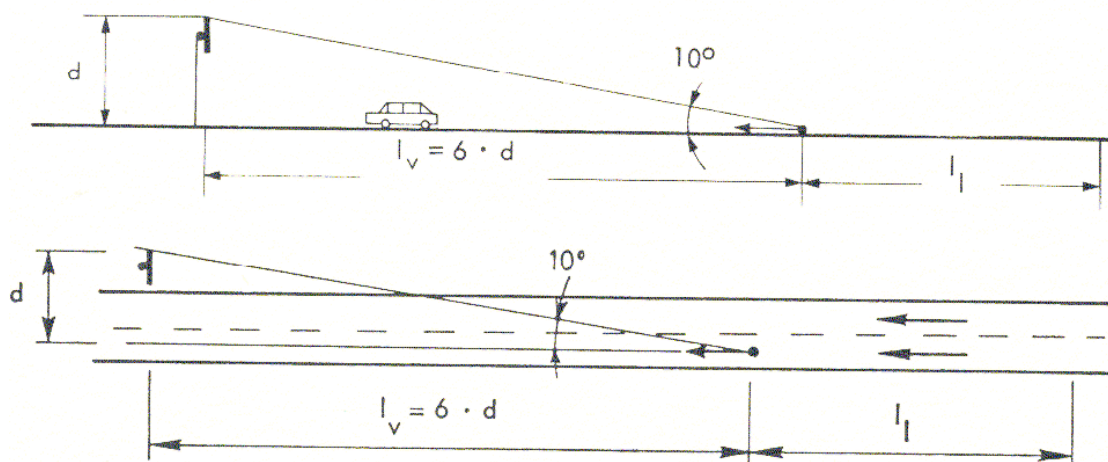
7.1 Innledning

Dette kapitlet beskriver noen alternative løsninger til hvordan nødvendig skilting kan gjennomføres på 4-feltsveger med midtdeler som er så smal at det ikke er plass til skilt i midtdeleren. Løsningene som er beskrevet baserer seg både på løsninger som er anvendt i dag, jfr. kapittel 4 Beskrivelse av utvalgte strekninger, og på løsninger/anbefalinger i den litteraturen vi har gått gjennom. Denne litteraturen omfatter både andre lands retningslinjer og vitenskapelige artikler som er relevant for dette prosjektet og som er beskrevet i Kapittel 6 Litteratursøk – skilting i midtdeler og trafikkikkerhet.

I kravspesifikasjonen for dette prosjektet er det tverrprofilen vist i Figur 1 som skal vurderes. Vi har allikevel valgt å ta med noen andre løsninger som krever bredere midtdeler enn den midtdeleren på 0,5 meter som er vist i Figur 1 i og med at dette er løsninger som er etablert på relativt nye veger som har midtdelere rundt 1,0 meter.

7.2 Synlighet av skilt

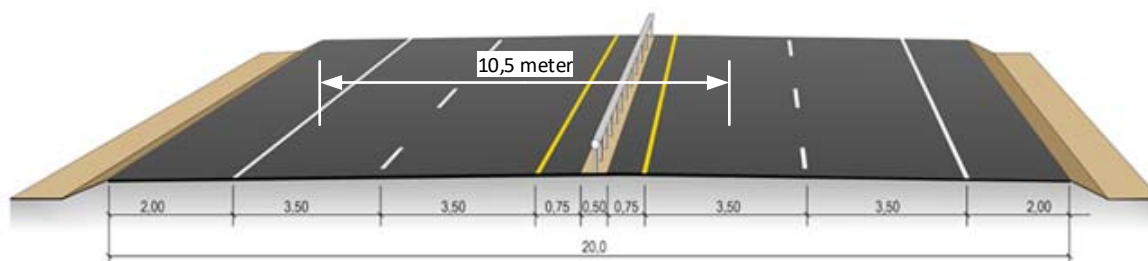
Trafikkskilt skal kunne oppfattes og leses mens de befinner seg innenfor trafikantens skarpe synsfelt. Vedlegg 1 i Hb N300-1 beskriver det skarpe synsfeltet som en sektor på 10 grader i forhold til bilførerens synsretning rett frem, jfr. figuren under som er hentet fra Vedlegg 1 i Hb 300-1.



Figur 34: Bilførerens skarpe synsfelt (Vedlegg 1 i Hb300-1)

I [26] diskuteres hva som er anbefalt skarp synsvinkel for at skiltene også skal kunne leses under vanskelige forhold. Anbefalingen i [26] er at skiltene bør stå innenfor en synsvinkel på 5 grader. Med en leseavstand på 100 meter, førerens posisjon midt i kjørefelt og med en bredde på kjørefeltet på 3,5 meter betyr det at skiltet kan settes maksimalt 7 meter fra kjørefeltkant ut ifra et synlighetshensyn. Med en leseavstand på 150 meter vil det si at avstanden d på figuren over må være mindre enn 10,5 meter. Denne avstanden er illustrert i Figur 35. Som figuren viser, vil grensen for det skarpe synsfeltet med 5 grader ligge omtrent på ytre kantlinje for høyre felt i motsatt retning. Et skilt som er montert 1,5 meter utenfor skulderkanten i motgående kjøreretning vil imidlertid ligge godt innenfor en sektor på 10 grader. Under gode forhold vil derfor et skilt på venstre side av vegen være godt synlig, men ved dårlige forhold (regn, tåke, snødrev, motlys) og en sliten bilfører vil et skilt 1,5 meter utenfor skulderkanten kunne være mindre synlig. Dette problemet forsterkes i mørket fordi billysene er asymmetriske og lyser minst opp på venstre side av vegen.

Bruk av vegbelysning eller variable skilt som er godt synbare under slike forhold vil kunne kompensere for stor avstand og asymmetriske billys.



Figur 35: 10,5 meter fra midt i venstrefelt til grense for 5 grader skarpt synsfelt

Håndbok N300-1 har krav til fri sikt mot andre skilt enn vegvisningsskilt under forutsetning av at skiltet skal være synlig i minst 5 sekunder. For fartsgrense 90 km/t er kravet til fri sikt 130 meter og for fartsgrense 100 km/t er kravet til fri sikt på 140 meter.




Selv om skiltene er plassert innenfor det skarpe synsfeltet er det ikke dermed sagt at bilførerene oppfatter skiltet og handler ut ifra skiltets regulering. I en undersøkelse om hvordan bilførere oppfattet fartsgrenser [28], ble bilførerens blikk registrert på en rute som var 54,7 km lang. Bare ca. 20 % av fartsgrenseskiltene ble sett på av bilførerene i denne testen. Forklaringene på dette var først og fremst perseptuell blindhet (blindhet pga. uoppmerksomhet) som oppstår når et individ ikke klarer å oppfatte en uventet stimulans i vanlig syn, mer som et resultat av mangel på oppmerksomhet enn feil eller mangler på synet. En annen årsak var automatikk i utførelsen av føreroppgavene og avstanden fra kjøretøyet ut til skiltet. En annen undersøkelse [29] viste tilsvarende resultat. Femten personer kjørte en strekning med til sammen 277 trafikkskilt. Registreringer ved hjelp av GPS og blikkpunktkamera viste at bare 24 % av skiltene ble sett på. Her ble resultatene forklart med skilttype, vegens omgivelser, trafikkforholdene og kjønn.

I [32] adresseres problemet med at bilførere som kjører på kjente veier ikke oppdager endringer i fartsgrensen når dette varsles gjennom variable skilt. Det forsøket som er beskrevet i denne artikkelen omfattet 24 deltakere som kjørte den samme ruten i en simulator 19 ganger på 5 adskilte dager. En del av denne ruten besto av en motorveg med variable skilt over hver kjørebane. På kjøring nr. 19 ble hastigheten endret fra 80 km/t til 100 km/t på 4 av 8 skilt. Forventningen var at ca. 6 % av deltakerne i testen ikke registrerte endringen i fartsgrense, men resultatene viste at litt over 58 % av deltakerne i forsøket ikke registrerte endringen. En oppfølging av denne undersøkelsen er beskrevet i [33]. Der ble 255 deltakere vist videoer med tre avbøtende tiltak: 1) mørke skilt før en endring i fartsgrensen, 2) blinkende gule lys og 3) 'bølger' i skiltansiktet. Det å vise mørke skilt hadde liten virkning på deltakernes registrering av endringen i fartsgrensene. Gule blinkende lys og bølger i skiltansiktet hadde en negativ effekt mht. registreringen av ny fartsgrense. Dette indikerte at blinkende lys og bølger i skiltansiktet for å tiltrekke bilførernes oppmerksomhet til variable skilt, faktisk reduserer bilførernes evne til å prosessere informasjon gitt i skiltet.

Det ble gjennomført et litteratursøk med søkeordene traffic sign, road sign, visibility, driver, motorway, og highway. Søket ga over 700 treff i Google Scholar og de 100 meste relevante treffene ble vurdert mht. hvordan en bilfører oppfatter trafikkskilt på en motorveg med høye hastigheter. De aller fleste artiklene var av nyere dato og var knyttet til avanserte førerstøttesystemer. Noen av disse artiklene refererte til undersøkelser som omhandlet bilførers oppfattelse av trafikkskilt, men undersøkelsene var gjerne 30-50 år gamle og var gjennomført med lavere hastigheter enn det som er aktuelt på norske motorveger i dag. En av artiklene var meget relevant [30], men var gjennomført på strekninger hvor bilførerene hadde kjørt med en gjennomsnittsfart på 55 km/t. Det ble funnet at avstand til skiltet ved første gangs oppdagelse ((first-

fixation distance) var lineært relatert til hastighet og varighet for fiksering på skiltet (tid som bilføreren brukte til å se på skiltet). Testdeltakerne omfattet 22 deltakere som kjørte en rute på 8,3 km med 75 trafikkskilt. Selv om hastighetene var mye lavere enn på norske høyhastighet 4-feltsveger, er resultatene så interessante at vi har tatt med resultatene for noen av de mest relevante skiltene på norske 4-feltsveger, se Tabell 2.

Tabell 2: Gjennomsnittlig tid for fiksering på skilt og avstand ved 1. gangs fiksering


Skilt	Lengde for fiksering (millisekunder ms)	Gjennomsnittlig hastighet ved fiksering på skilt	Avstand til skilt ved første gangs fiksering	Krav til fri sikt i N300-1, fartsgrense 60 km/t	Lengde for fiksering og avstand til 1. gangs fiksering ved 110 km/t (gitt lineær sammenheng)
	133 ms	62,5 km/t	42 meter	80 meter	234 ms 74 meter
	166 ms	62,6 km/t	65 meter	80 meter	292 ms 114 meter
	142 ms	64 km/t	70 meter	80 meter	244 ms 120 meter

Dersom den lineære sammenhengen som ble funnet mellom førstegangs fiksering, hastighet og avstand kan utvides til vesentlig høyere hastigheter enn de som ble benyttet i dette forsøket, vil lengde på fiksering og avstand til skiltet ved 1. gangs fiksering bli som vist i siste kolonne i Tabell 2. *Disse dataene er gitt at den lineære sammenhengen gjelder opptil 110 km/t hvilket ikke er bevist i denne undersøkelsen. Dataene må derfor ikke tillegges for stor vekt og er kun ment som en illustrasjon gitt en lineær sammenheng.*

Undersøkelsen viste at skiltene ble sett på en avstand som var mye nærmere enn den avstanden hvor skiltet ble synlig for bilfører og den viste også at en fikseringstid på 35 ms var nok til at 75 % av skiltene ble riktig identifisert.

Skilt som er plassert på steder hvor en bilfører ikke forventer å finne dette skiltet kan føre til ulykker som skyldes uheldig plassering av skiltet mer enn bilførerens manglende årvåkenhet og feil i kjøringen [31]. I et forsøk med 20 erfarne bilførere fikk bilførerne se bilder av gatemiljøer hvor det var skilt som var plassert på uventede steder. Blikkpunktkamera viste at det var mindre sannsynlig at disse bilførerne oppdaget de skiltene som hadde en uvanlig plassering. *Dette understreker behovet for å finne løsninger for skilting på smale 4-feltsveger som er konsistente og gjenkjennbare på nasjonalt nivå.*

7.3 Forslag til alternative løsninger


Alt. 1 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen	
Beskrivelse:	<p>Alle skilter plasseres på høyre side av kjørebanelen, dvs. ingen skilter i den smale midtdeleren. Skiltene kan som på bildet alltid vise samme skiltansikt eller skiltene kan være variable og vise forskjellige fartsgrenser, f.eks. lavere fartsgrense ved dårlige vær- og føreforhold eller hendelser.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Google Maps/Street View</p> <p>E6 sør for Hamar</p> </div>
Fordeler:	Dette er den enkleste og rimeligste løsningen for skilting langs 4-feltsveg med midtdeler iht. Figur 1. Vedlikehold kan gjennomføres fra høyre vegskulder.
Ulemper:	Bilførere i venstrefeltet kan miste viktig informasjon, spesielt ved høye trafikkvolum og høy andel tunge kjøretøy i høyrefeltet, se siste avsnitt i 6.3. På litt lenger sikt vil ulempen kunne reduseres etter hvert som trafikkskiltene blir elektroniske og alle kjøretøyer har fartsgrense på display basert på kart og/eller kamera.
Eventuell endring av N300 serien	Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til plassering av skilt på begge sider av kjørebanelen/vegen (gjelder flere typer skilt).
Andre kommentarer	For å ha et bedre beslutningsgrunnlag for å vurdere ulempene ved denne løsningen, bør det gjennomføres forsøk i kjøresimulator med varierende volum på tunge kjøretøyer i høyre felt.


Alt. 2 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, en eller flere gjentakelser	
Beskrivelse:	Alle skilter plasseres på høyre side av kjørebanelen, dvs. ingen skilter i den smale midtdeleren. Skiltene kan som på bildet alltid vise samme skiltansikt eller skiltene kan være variable og vise forskjellige fartsgrenser, f.eks. lavere fartsgrense ved dårlige


	<p>vær- og føreforhold eller hendelser.</p>  <p>Google Maps/Street View</p> <p>E6 sør for Hamar</p>
Fordeler:	En enkel og rimelig løsningen for skilting langs 4-feltsveg med midtdeler iht. Figur 1. Vedlikehold kan gjennomføres fra høyre vegskulder.
Ulemper:	Bilførere i venstrefeltet kan miste viktig informasjon, spesielt ved høye trafikkvolum og høy andel tunge kjøretøy i høyrefeltet. Ulempen reduseres ved gjentakelse av skiltene 1 eller 2 ganger avhengig av trafikkvolum og andel tunge kjøretøyer. På litt lenger sikt vil ulempen ytterligere kunne reduseres etter hvert som trafikkskiltene blir elektroniske og alle kjøretøyer har fartsgrense på display basert på kart og/eller kamera.
Eventuell endring av N300 serien	Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til plassering av skilt på begge sider av kjørebanelen/vegen (gjelder flere typer skilt).
Andre kommentarer	For å ha et bedre beslutningsgrunnlag for å vurdere ulempene ved denne løsningen og effektene av gjentatt skilting, bør det gjennomføres forsøk i kjøresimulator med varierende volum på tunge kjøretøyer i høyre felt, varierende avstand mellom gjentakende skilt og antall gjentakende skilt (1 eller 2).

Alt. 3 Skilting på begge sider av vegen


Beskrivelse:	Alle skilter som iht. N300 skal stå på begge sider av kjørebanelen/vegen plasseres på høyre og venstre side av <u>vegen</u> . Skiltene, kan som på bildet, alltid vise samme skiltansikt eller skiltene kan være variable og vise forskjellige fartsgrenser, f.eks. lavere fartsgrense ved dårlige vær- og føreforhold eller hendelser. Skiltingen på bildet er ikke iht. normalbestemmelsene i Hb N300-serien.
---------------------	---

	 <p style="text-align: center;">Google Maps/Street View</p> <p style="text-align: center;">E6 sør for Trondheim</p>
Fordeler:	<p>En enkel og rimelig løsning for skilting langs 4-feltsveg med midtdeler iht. Figur 1. Skiltene på venstre side kan for enkelte skilt, f.eks. fartsgrenser, kombineres med skilt i motsatt retning. Skiltingen på bildet er ikke iht. normalbestemmelsene i Hb N300-serien mht. maksimal avstand fra kjørebane kant til ytre skiltkant. Vedlikehold kan gjennomføres fra høyre vegskulder.</p>
Ulemper:	<p>Skiltet vil kunne komme utenfor bilførers synsfelt, jfr. kravene til maksimal avstand fra nærmeste kjørebane kant til skiltansikt. Å separere kjøreoppgaver ved sideplassering av skilt kan ha en negativ effekt på kjørestasjoner i seg selv, ut over overbelastning. Dette grunnet delt blikkbruk mellom skilt langt til venstre, og selve veibanen (ref. Blihse og Rovkwells (1971) som nevnt i SINTEF Rapport; 98560_Optimal plassering av trafikkskilt, ref. [26])</p> <p>Bilførere i venstrefeltet kan miste viktig informasjon av to ulike årsaker:</p> <ul style="list-style-type: none"> • høye trafikkvolum og høy andel tunge kjøretøy i motgående retning og høy andel tunge kjøretøyer i høyrefeltet i egen retning, se siste avsnitt i 6.3. • utenfor anbefalt maksimal avstand (anbefalt 4,0, men absolutt maksimum på 7,0 meter) <p>Ulempen kan reduseres ved gjentakelse av skiltene 1 eller 2 ganger avhengig av trafikkvolum og andel tunge kjøretøyer, men det vil være en fare for en overbelastning av skilter i forhold til bilførers oppfatning av skiltene når det skiltes på begge sider av vegen.</p> <p>På litt lenger sikt vil ulempen ytterligere kunne reduseres etter hvert som trafikkskiltene blir elektroniske og alle kjøretøyer har fartsgrense på display basert på kart og/eller kamera.</p>
Eventuell endring av N300 serien	<p>Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til maksimal avstand fra kjørebane kant til skiltansikt.</p>
Andre kommentarer	<p>For å ha et bedre beslutningsgrunnlag for å vurdere ulempene ved denne løsningen og effektene av gjentatt skilting, bør det gjennomføres forsøk i kjøresimulator med varierende volum på tunge kjøretøyer i begge retninger.</p>

Alt. 4 Skilting på begge sider av kjørebanen	
Beskrivelse:	<p>Alle skilter som iht. N300 skal stå på begge sider av kjørebanen/vegen plasseres på høyre og venstre side av kjørebanen. Skiltene, kan som på bildet, alltid vise samme skiltansikt eller skiltene kan være variable og vise forskjellige fartsgrenser, f.eks. lavere fartsgrense ved dårlige vær- og føreforhold eller hendelser. Skiltingen på bildet er ikke iht. normalbestemmelsene i Hb N300-serien i forhold til krav til minimumsavstand fra skilt til rekkverk. I dette tilfellet stikker skiltet godt utenfor rekkverket. Midtdelene er også større enn den minimumsbredden på 0,5 meter som er vist i Figur 1 og som er hovedtema for dette prosjektet.</p>  <p style="text-align: center;">Rv 4 Gran</p>
Fordeler:	Løsningen gjør det mulig å gjennomføre skilting uten fravik fra kravene om skilting på begge sider av kjørebane/veg, skiltene vil være godt innenfor bilførerens skarpe synsfelt og det er ingen fare for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon. Skiltene på venstre side kan for enkelte skilt, f.eks. fartsgrenser, kombineres med skilt i motsatt retning.
Ulemper:	Løsningen krever bredere midtdeler enn den som er vist i Figur 1 og som er hovedtema i dette prosjektet. Løsningen er dermed mindre aktuell, men er tatt med for å vise en løsning som er anvendt flere steder med meget smal midtdeler, se f.eks. 4.2, 4.3, 4.8, 4.10 og 4.12. Det kreves fravik fra kravene om minste avstand fra rekkverk til skiltkant. Vedlikehold må utføres fra venstre kjørefelt. Skiltene står utsatt til mht. påkjørsel, men risikoen for påkjørsel kan reduseres noe ved å montere skiltene høyere slik det er gjort på E18/E6 i Oslo-området
Eventuell endring av N300 serien	Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til avstander mellom skiltkant og rekkverk og eventuelt endring mht. størrelse på skilt på venstre side av kjørebanen.
Andre kommentarer	Løsningen ansees som lite aktuell i forhold til oppdragsgivers kravspesifikasjon, jfr. Figur 1: Tverrprofil som skal vurderes


Alt. 5 Skilting på begge sider av kjørebane – spesialløsning på rekkverk	
Beskrivelse:	<p>Dette er en variant av Alt. 4 hvor ytterkanten på skiltet i midtdeleren enten er innenfor eller flukter med rekkverket. Skiltet er på denne måten litt mer beskyttet enn i alternativ 4. Skiltingen på bildet er ikke iht. normalbestemmelsene i Hb N300-serien i forhold til krav til minimumsavstand fra skilt til rekkverk.</p>  <p style="text-align: center;">Google Maps/Street View</p> <p style="text-align: center;">E16 Kløfta – FV 174</p>
Fordeler:	Løsningen gjør det mulig å gjennomføre skilting uten fravik fra kravene om skilting på begge sider av kjørebane/veg, skiltene vil være godt innenfor bilførerens skarpe synsfelt og det er ingen fare for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon. Skiltene på venstre side kan for enkelte skilt, f.eks. fartsgrenser, kombineres med skilt i motsatt retning.
Ulemper:	Løsningen krever fravik fra kravene om minste avstand fra rekkverk til skiltkant dersom midtdeleren er smalere enn 2,0 meter gitt en skiltstørrelse på 1,0 meter. Denne løsningen krever også fravik mht. størrelse på fareskilt (1,20 meter) og variable skilt med størrelse SS. Løsningen med utvidelse av rekkverket på korte strekninger gir en dårligere optisk ledning av venstrefeltet enn gjennomgående rekkverk uten utvidelse. Den gir også en innsnevring av kjørebane som kan redusere bilførerens komfort og valgte hastighet. Vedlikehold må utføres fra venstre kjørefelt.
Eventuell endring av N300 serien	Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til avstander mellom skiltkant og rekkverk og eventuelt endring mht. størrelse på skilt på venstre side av kjørebane.
Andre kommentarer	Løsningen ansees som lite aktuell i forhold til oppdragsgivers kravspesifikasjon, jfr. Figur 1: Tverrprofil som skal vurderes

Alt. 6 Skilting på begge sider av kjørebane – lokal utvidelse av midtdeler	
Beskrivelse:	Denne løsningen er også anvendt flere plasser, f.eks. på RV 3 (se 4.10). Midtdelerens bredde varieres mellom meget smal midtdeler med ett rekkverk og smal midtdeler med dobbelt rekkverk. Det to rekkverkene i det doble rekkverket er gjerne bundet sammen med tverrbjelker som gjør at ytre belastninger tas opp i begge rekkverkene. Den bredere midtdeleren brukes gjerne der det er spesielle behov for utvidelse av


	<p>midtdelers, f.eks. ved bru-understøttelser eller spesielle installasjoner som krever et portalbein i midtdelers, jfr. bildet nedenfor.</p>  <p style="text-align: center;">E134 Kongsberg</p>
<p>Fordeler:</p>	<p>Løsningen gjør det mulig å gjennomføre skilting uten fravik fra kravene om skilting på begge sider av kjørebane/veg, skiltene vil være godt innenfor bilførerens skarpe synsfelt og det er ingen fare for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon. Skiltene på venstre side kan for enkelte skilt, f.eks. fartsgrenser, kombineres med skilt i motsatt retning. Løsningen er spesielt anvendbar foran og etter kryss med krav til vegvisningsskilt og skilting av fartsgrenser på høyre og venstre side av kjørebane.</p>
<p>Ulemper:</p>	<p>Løsningen kan kreve fravik fra kravene om minste avstand fra rekkverk til skiltekant avhengig av midtdelers bredde. Denne løsningen kan også kreve fravik mht. størrelse på fareskilt (1,20 meter) og variable skilt med størrelse SS. Vedlikehold må utføres fra venstre kjørefelt. Utvidelsen må være av en viss lengde slik at den ikke skaper dårlig optisk linjeføring, spesielt dersom utvidelsen skjer på rettstrekninger.</p>
<p>Eventuell endring av N300 serien</p>	<p>Løsningen krever en endring av N300 mht. krav til avstander mellom skiltekant og rekkverk og eventuelt endring mht. størrelse på skilt på venstre side av kjørebane.</p>
<p>Andre kommentarer</p>	<p>Løsningen kan være aktuell å benytte i tilknytning til kryss som ofte krever mere skilting og installasjoner i midtdeler eller på strekningene mellom kryssene. Denne løsningen er ikke nødvendig å simulere siden det kun gjelder kryss.</p>

Alt. 7 Skilting over begge kjørefelt og variable skilt

<p>Beskrivelse:</p>	<p>Bruk av variable skilt over hver enkelt kjørebane er mye brukt på flerfelts motorveger i utlandet, men er da gjerne montert på kraftige 2-bensportaler som muliggjør vedlikehold fra en gangbane på overliggeren.</p> <p>En enklere variant er vist i bildet nedenfor. Skiltene kan plasseres både på overligger og portalbein.</p>
----------------------------	--

	 <p style="text-align: right;">Google maps/Streetview</p> <p style="text-align: center;">RV 4 Gran</p>
<p>Fordeler:</p>	<p>Løsningen gjør det mulig å gjennomføre skilting uten fravik fra kravene om skilting på begge sider av kjørebane/veg, skiltene vil være godt innenfor bilførerens skarpe synsfelt og det er ingen fare for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon. Skiltene kan også benyttes til å vise andre skiltansikter, f.eks. varsel om kø. I og med at overliggieren på portalen er montert minst 5 meter over kjørebanen, er denne løsningen fordelaktig mht. å montere kamera og radarer for automatisk hendelsesdetektering i begge retninger.</p>
<p>Ulemper:</p>	<p>Vedlikehold må utføres fra venstre og høyre kjørefelt og vil kunne ha høyere vedlikeholdskostnader enn tradisjonell skilting på siden av vegen.</p>
<p>Eventuell endring av N300 serien</p>	<p>Løsningen krever ingen endring av N300-serien.</p>
<p>Andre kommentarer</p>	

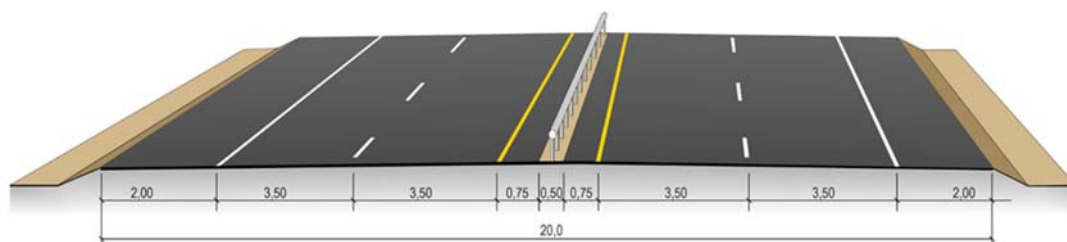
Alt. 8 Supplering av skilt ved malt (ev. projisert) skilt i kjørebane	
Beskrivelse:	<p>Dette er en løsning som er basert på at fartsgrenseskilt suppleres med oppmerking i kjørebanen.</p>  <p>Foto: GEVEKO Markings</p> <p>Med tillatelse fra GEVEKO Markings v/ Anders Wahlqvist</p>
Fordeler:	Løsningen vil i meget stor grad redusere risikoen for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon om fartsgrenser.
Ulemper:	Løsningen vil være utsatt for mye slitasje om vinteren med piggdekk, mekanisk fjerning av snø og is og salting. Løsningen er heller ikke egnet på strekninger hvor man ønsker å variere hastigheten ut ifra hendelser eller vær- og føreforhold. Vedlikehold av oppmerkingen vil kreve stenging av minst ett kjørefelt.
Eventuell endring av N300 serien	<p>Løsningen krever en endring av N302 mht. bruk av oppmerking i kjørebanen. I gjeldende versjon av Hb N302 Oppmerking kan fartsgrenser merkes opp i kjørebanen, men bruk av fartsgrensesymbolene for 90, 100 og 110 km/t er ikke omtalt.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #f9f9f9;">  <p>1054 Fartsgrense Symbolet kan anvendes som supplement til regulering gitt ved trafikkskilt. Fartsgrensesymbol med 30 km/t kan benyttes som supplement til fartsgrensesone-skilt 30 km/t i byområder. Fartsgrensesymbol (50, 60 og 70 km/t) kan benyttes for å tydeliggjøre aktuell fartsgrense ved ATK i punkt og på strekninger.</p> </div>
Andre kommentarer	Ansees som en lite aktuell løsning pga. ønsket om å kunne variere hastigheten over kortere perioder, f.eks. ved planlagte hendelser (vedlikehold, større utbedringer), uønskede hendelser (f.eks. trafikkulykker), eller meget dårlige vær- og føreforhold.

Alt. 9 Avansert førerstøttesystem	
<p>Beskrivelse:</p>	<p>Dette er en løsning som er basert på at informasjon i kjøretøyets hoveddisplay eller head-up display i frontruten erstatter (evt. supplerer) fartsgrenseskilt og eventuelt andre skilt. Løsningen kan være koplet sammen med en avansert førerstøttefunksjon som tilpasser kjøretøyets fart til observert/registrert fartsgrense og andre førerstøttefunksjoner som detektering av hendelser eller farer i kjøretøyets forventede kjøretøyspor.</p> <p>Andre C-ITS tjenester kan også være aktuell. Kjøretøyer i nærheten av hverandre kan kommunisere og utveksle informasjon om både fartsgrenser, fareskilt, mangler i skilting i forhold til kartgrunnlag og elektroniske skilting som etter hvert vil kunne erstatte og/eller supplere dagens fysiske skilting.</p> <div data-bbox="507 757 1311 1290" data-label="Image">  </div> <p style="text-align: right;">Foto: Per Lillestøl</p>
<p>Fordeler:</p>	<p>Løsningen vil redusere risikoen for at en bilfører i venstre felt skal miste viktig informasjon til ubetydelig.</p>
<p>Ulemper:</p>	<p>Løsningen finnes i dag i et begrenset antall nye merker og modeller. Det vil ta lang tid før alle biler på norske veier har slik funksjonalitet og løsningen er derfor ikke en aktuell løsning på kort sikt. Løsningen krever også kontinuerlig oppdatering av databaser/navigasjonssystemer o.l. og/eller gode kameraer og skilting som alltid er maskinlesbare. I dag er det svært få merker/modeller som kan lese trafikkskilt i sanntid, se f.eks. Volvo sin The Road Sign Information function (RSI).</p>
<p>Eventuell endring av N300 serien</p>	<p>Ikke relevant</p>
<p>Andre kommentarer</p>	<p>Ansees som en lite aktuell løsning i dette prosjektet pga. tidshorisonten.</p>

8 Anbefalinger for skilting i tilknytning til smal midtdeler

8.1 Viktige premisser og begrensninger

Hovedoppgaven i dette prosjektet var å finne løsninger for skilting på smale 4-feltsveger med profilet som vist nedenfor.



Figur 36: Tverrprofil som skal vurderes

I utgangspunktet utelukker dette tverrprofilen alle løsninger som krever bredere midtdeler enn 0,5 meter. Av de løsningene som er beskrevet i 0 Skilt som er plassert på steder hvor en bilfører ikke forventer å finne dette skiltet kan føre til ulykker som skyldes uheldig plassering av skiltet mer enn bilførerens manglende årvåkenhet og feil i kjøringen [31]. I et forsøk med 20 erfarne bilførere fikk bilførerne se bilder av gatemiljøer hvor det var skilt som var plassert på uventede steder. Blikkpunktkamera viste at det var mindre sannsynlig at disse bilførerne oppdaget de skiltene som hadde en uvanlig plassering. Dette understreker behovet for å finne løsninger for skilting på smale 4-feltsveger som er konsistente og gjenkjennbare på nasjonalt nivå.

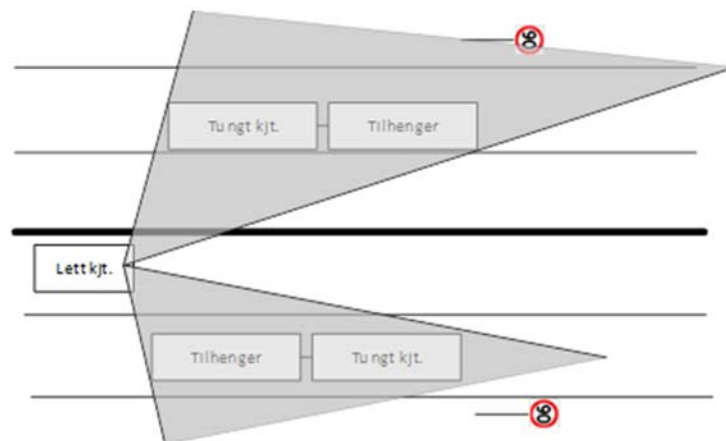
Forslag til alternative løsninger, er det bare følgende løsninger som ikke krever en bredere midtdeler enn 0,5 meter:

- Alt. 1 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, faste eller variable skilt
- Alt. 2 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, faste eller variable skilt, en eller flere gjentakelser
- Alt. 3 Skilting på begge sider av vegen, faste eller variable skilt
- Alt. 7 Skilting over begge kjørefelt med variable skilt

Ved etablering av nye motorveger anbefales bruk av variable fartsgrenseskilt (Hb V321 Variable trafikkskilt) slik at hastigheten kan styres ved uhell, sterk sidevind, tidsbegrensede fartsgrenser, harmonisering av fart og økning av kapasitet, redusert luftforurensning og som en del av arbeidsvarsling. Statens vegvesens rundskriv NA-rundskriv 2020/5 - Tekniske krav til LED variable trafikkskilt har mer utfyllende og presise krav til variable skilt.

8.2 Kommentarer til Alternativene 1 - 3

For alternativene 1 – 2 er det knyttet en usikkerhet til sannsynligheten for at bilførere i venstrefeltet ikke skal oppfatte skilt på høyre side av kjørebanelen, jfr. Figur 37. I 6.3 er det beskrevet en modell som er verifisert gjennom omfattende målinger som viser at det er en viss sannsynlighet for at dette kan skje. Sannsynligheten er bl.a. avhengig av volum på tunge kjøretøyer i høyrefeltet. For alt. 3 vil sannsynligheten også være avhengig av tungtrafikk i motsatt retning som vil kunne skjule trafikkskilt på venstre side av vegen.



Figur 37: Redusert sikt til trafikkskilt

Det er vanlig å observere at tunge kjøretøy ofte kommer i puljer. En mulig årsak kan være at fartssperrer og krav til lange forbikjøringsstrekninger gjør at tunge kjøretøy ikke har den samme muligheten for å passere andre tunge kjøretøy som lette kjøretøy har. Lengre puljer med tunge kjøretøy kan bety at kjøretøy i venstrefeltet opplever en større sannsynlighet for at de ikke oppfatter skilter på høyre side av kjørebane, men samtidig vil større avstander mellom puljene redusere sannsynligheten for at bilfører i venstrefeltet ikke oppfatter skilting på høyre side av kjørebane.

Disse forholdene reiser tre vesentlige spørsmål:

- Hvor stor er sannsynligheten for at en bilfører ikke skal oppfatte skilter i alternativ 1 – 3 ved ulike trafikkvolum og ulike andeler tungtrafikk og ulike grader av puljedannelser?
- I hvilken grad vil skilt på venstre side i alternativ 3 kunne medføre reduksjon i kjøprestasjon grunnet økt kompleksitet i blikkbruk mellom skilt og kjørebane, når skilt på høyre side av kjørebane er skygget av tyngre kjøretøy.
- Hvor alvorlige er konsekvensene av å ikke oppfatte et trafikkskilt relatert til de mest brukte trafikkskiltene på smale 4-feltsveger? Det er opplagte forskjeller i konsekvensene ved å ikke oppfatte et fartsgrenseskilt og å ikke oppfatte et fareskilt om glatt kjørebane pga. uventede klimatiske forhold.

Det første spørsmålet kan undersøkes og besvares med forsøk i kjøresimulator hvor det etableres ulike scenarier basert på matematisk modell for sannsynlighet for at bilfører ikke ser skilt [14], med følgende variabler: fartsgrense, trafikkvolum, kurvatur andel tunge kjøretøy, puljedannelse og avstand mellom gjentagende skilt. Slike forsøk vil kunne svare på spørsmål som:

- Hvor stor er sannsynligheten for at en bilfører i venstre felt ikke skal oppfatte skilt på høyre side av kjørebane i scenarier hvor hastighetene ligger mellom 90 og 110 km/t, ÅDT ligger mellom 6.000 og 20.000 kjt/døgn og andelen tunge kjøretøy ligger mellom 10 og 20 %?
- Vil noen av alternativene kvalitativt peke seg ut som uakseptable innen disse rammene og vil noen av alternativene kunne være mer eller mindre akseptable/brukbare for veier med ÅDT 6.000 – 12.000 kjt/døgn og mellom 12.000 – 20.000 kjt/døgn?

Det andre spørsmålet kan undersøkes ved bruk av kjøresimulator ved for eksempel å se på blikkbruk eller endringer i fart og sideveis posisjon av førers kjøretøy i nærheten av skilt, når høyre skilt er i skygge av tungbil. Dette for å gi en indikasjon på i hvilken grad dette kan være problematisk for oppgitt ÅDT.

Vi anbefaler derfor at slike forsøk gjennomføres i kjøresimulator for å skille ut alternative løsninger som ikke oppfyller kravene til akseptabelt nivå på sannsynlighet for at en bilfører ikke oppfatter et skilt på høyre side av kjørebanelen. Videre kan slike forsøk brukes for å eventuelt differensiere mellom ulike løsningsalternativer for ulike nivåer for ÅDT. En slik differensiering kan f.eks. si at for trafikk mindre enn ÅDT 12.000 kjt./døgn og en tungtrafikkandel på < 12%, vil sannsynligheten for at en bilfører i venstre kjørefelt ikke oppfatter et skilt på høyre side av vegen være < 0,9 %. Dette er som sagt bare et fiktivt eksempel for å illustrere hva slike forsøk kan vise.

8.3 Spesielle forhold i kryssområder

I kryssområder vil det alltid være større behov for skilting enn på strekningene mellom kryssene. Det kan være både visningsskilt, variable forbuds- og påbudsskilt og opplysningsskilt, jfr. Figur 38. Da kan det være meget hensiktsmessig å ha en midtdeler som gir større fleksibilitet mht. å plassere skilt, portaler, fundament for bommer og signaler som kan brukes til omdirigering av trafikken, viktig vegkantutstyr som samler inn data om trafikken og utstyr for overvåking av trafikken, f.eks. kameraer og radarer.



Figur 38: Større behov for skilting i kryssområder (Foto: Statens vegvesen)

Dersom denne utvidelsen av midtdeleren føres ut til rampestart/rampeslutt i begge retninger, vil det også hjelpe på situasjonen mht. å få vist gjeldende fartsgrenser på både høyre og venstre side av kjørebanelen for trafikanter som kommer inn på 4-feltsvegen fra kryssende veg, se Figur 39.



Figur 39: Fartsgrenseskilting etter påkjøringsrampe i kryss (Foto: Statens vegvesen)

8.4 Oppsummering av anbefalinger for skilting på smal 4-feltsveg

- Gitt at tverrprofilet er som vist i Figur 36 med midtdeler på 0,5 meter, er det bare følgende forslag som er realistiske løsninger uten å utvide midtdeler:
 - Alt. 1 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, variable eller faste skilt
 - Alt. 2 Skilting bare på høyre side av kjørebanelen, en eller flere gjentakelser, variable eller faste skilt
 - Alt. 3 Skilting på begge sider av vegen, variable eller faste skilt
 - Alt. 7 Skilting over begge kjørefelt med 1-bens portal og variable skilt
- Det er gjennom modellering som er verifisert gjennom forsøk, vist at det er sannsynlig at en bilfører ikke oppfatter trafikkskilt som er plassert på høyre side av kjørebanelen fordi skiltet kan bli skjult av store kjøretøyer i høyre felt, jfr. Figur 37. Det samme kan forventes mht. skjuling av skilt montert på venstre side av vegen pga. store kjørefelt i høyrefelt i motsatt retning. Sannsynligheten for skjuling er trolig mindre i dette scenarioet enn det første hvor kjøretøyene har samme retning. Hastighetsforskjellene på lett og tungt kjøretøy og lengden på det tunge kjøretøyet vil være avgjørende for sannsynligheten for skjuling. Eksempelvis vil et lett kjøretøy som bruker lang tid på passering av et langt tungt kjøretøy ha større sannsynlighet for skjuling av skilt på høyre side enn et kjøretøy som har en vesentlig høyere fart enn det korte tunge kjøretøyet. Alternativ 7 vil ikke ha slike problemer og kan derfor anvendes uten noen videre utredninger.
- For å redusere usikkerheten knyttet til sannsynligheten for skjulte skilt bør det gjennomføres forsøk i kjøresimulator med noen typiske scenarioer og grenseverdier. Dette vil kunne avklare hvilke av alternativene 1 – 3 som er best egnet/ikke egnet for de ulike typiske scenarioene og grenseverdiene. Et mulig eksempel på et scenario og grenseverdier er ÅDT 20.000 kjt/t, retningsfordeling 75/25, andel tungtrafikk 20 %, hastighet lett bil i venstrefelt 110 km/t, hastighet tung bil i høyre felt 90 km/t og to vogntog med lengde 22 meter etter hverandre.
- Gjennom kryssområder er det spesielt viktig at trafikanten får all nødvendig informasjon på en enkel og lettfattelig måte. Dette kan f.eks. løses med en utvidelse av midtdeleren gjennom krysset. Utvidelsen av midtdeleren føres så langt at f.eks. fartsgrenseskilt for påkjørende trafikk kan skiltes på begge sider av kjørebanelen.

9 Smale vegskuldre og trafiksikkerhet

9.1 Innledning

Hensikten med kapitlet er å beskrive resultatene av et søk etter rapporter og vitenskapelige artikler som beskriver eventuelle sammenhenger mellom skulderbredde og trafiksikkerhet. SINTEF gjennomførte et tilsvarende litteratursøk for Statens vegvesen Vegdirektoratet i 2019. Dette kapitlet bygger på deler av det notatet som den gang ble utarbeidet for Vegdirektoratet **Error! Reference source not found.**[18] og det er oppdatert mht. søk på relevante publikasjoner etter 2019.

Generelt sett har 4-felts motorveger med fysisk midtdeler og rekkverk god sikkerhet.

Trafiksikkerhetshåndboken [27] sier følgende om risiko på motorveg sammenlignet med andre vegtyper:

Motorveger har mye lavere ulykkesrisiko, uttrykt ved antall politirapporterte person-skadeulykker per million kjøretøykilometer, enn andre veger. I perioden 2006-2011 hadde motorveger 0,059 personskadeulykker per million kjøretøykilometer. Ulykkesrisikoen på øvrige riks- og fylkesveger var mellom 0,133 og 0,186 personskadeulykker per million kjøretøykilometer. Risikoen for personskadeulykker på motorveger er følgelig om lag 56-68% lavere enn på øvrige veger. Ulykkesmodeller som er utviklet for norske riks- og fylkesveger i 2010-2015 viser at motorveger har 53% færre personskadeulykker, 51% færre hardt skadde og 71% færre drepte enn andre veger når man kontrollerer for bl.a. trafikkmengde, fartsgrense, antall kjørefelt og andre variabler.

Dette gjelder generelt for motorveger. Nedenfor er det gjort rede for hvordan skulderbredden på motorveger kan påvirke trafiksikkerheten.

9.2 Metodikk

Det ble i 2019 gjennomført et litteratursøk med følgende søkeord: *traffic safety, road shoulder, width, highway, freeway, motorway*. Dette ga 153 referanser som var sortert etter relevansen. De første 80 artiklene ble deretter vurdert nærmere mht. tittel på artikkelen og hvor mange og i hvilken sammenheng søkeordene kom opp, i en del tilfeller også gjennomgang av sammendrag og selve artikkelen. Denne grovsorteringen førte deretter til at 4 artikler ble plukket ut for en nærmere gjennomgang. Alle de fire artiklene viste klare sammenhenger mellom skulderbredde og antall ulykker, men dessverre var tre av artiklene bare relatert til studier på to-feltsveger og uten at det var gjort noe for å relatere dette til flerfeltsveger. To av studiene, [16] og [19], var relatert til simulatorforsøk og handlet mye om hvor i kjørebanelen førerne valgte å plassere kjøretøyet ut ifra varierende skulderbredde. Økende skulderbredde viste økende avstand til vegens senterlinje hvilket på en to-felts veg uten midtdeler vil ha en trafiksikkerhetsmessig effekt. Den tredje av artiklene, som omhandlet effekten av utvidet skulder på to-feltsveger, kunne vise til vesentlige trafiksikkerhetsmessige effekter av å utvide skulderen. Dersom skulderen ble utvidet med 2,4 meter kunne man oppnå en reduksjon på opp til 49 % for ulykker relatert til skulderbredden.

I forbindelse med prosjektet Vurdering av smal 4-feltsveg er det gjennomført et nytt litteratursøk med søk etter vitenskapelige artikler publisert i tidsrommet 2019 – april 2021. Dette ga treff på 35 artikler som ble gjennomgått på samme måte som de tidligere 80 artiklene. Av de 35 artiklene publisert med de samme søkeordene som i 2019, var det bare en artikkel [17] som hadde relevans for dette prosjektet. Dette var imidlertid en meget relevant artikkel, se 9.4.

9.3 Vegskulders funksjoner

Vegskulderen har mange viktige funksjoner. US DoT Federal Highway Administration beskriver i [20] at trafiksikkerheten og en effektiv trafikkavvikling kan bli vesentlig svekket hvis noen av følgende funksjoner ikke kan oppfylles:

- Skulderen skal kunne gi plass før nødparkering av kjøretøyer som ikke kan kjøre videre på vegen, f.eks. ved punktering eller tom for drivstoff. Spesielt på veger med høy hastighet og/eller høye volumer er muligheten til å kunne nødparkere meget viktig mht. å unngå påkjøring bakfra ulykker. Også med tanke på å opprettholde kapasiteten på veger med store trafikkstrømmer er det viktig å kunne plassere kjøretøyer som ikke kan kjøre videre, utenfor det eller de kjørefeltene som er i bruk. Dette er trolig den viktigste funksjonen en vegskulder har. Bildet nedenfor viser en strekning av ny 4-felts E6 sør for Trondheim (100 km/t) hvor skulderen er så smal at en personbil ikke kan parkere utenfor kantlinjen.



Foto: (Google Streetview)

- Skuldrene skal kunne gi plass for håndtering av overtredelser av vegtrafikkloven ved at politi eller andre med myndighet til å stoppe kjøretøyer på veg kan gjøre dette på en trygg måte, både sett i relasjon til de som utfører håndteringen, den eller de som er stoppet og til andre trafikanter. I [20] er det anbefalt en bredde på ca. 2,5 meter eller mer mht. skulderens bredde for at denne funksjonen skal kunne oppfylles.
- Skuldrene skal kunne gi plass for vedlikehold av f.eks. rekkverk, skilt, utstyr i portaler, Vegkant ITS stasjoner, trafikkteletstyr o.l. uten at det er nødvendig å stenge høyre kjørefelt med de risikoene som følger av dette mht. trafiksikkerhet og avvikling. En bred skulder gir også en mye bedre sikkerhet for personell som utfører vedlikehold langs vegen, f.eks. med utstyr for klipping/slåing/fjerning av vegetasjon. I [20] er det anbefalt en bredde på ca. 2,5 meter eller mer mht. skulderens bredde. En bred skulder kan også brukes til midlertid lagring av snø som er brøytet bort fra kjørefeltene.
- Brede skuldrer gir plass for at en bilfører kan unngå en påkjøring bakfra kollisjon ved at det er plass til å svinge ut på skulderen og unngå å kjøre inn i en saktegående eller stillestående kø av biler som føreren observerer litt for sent til å kunne stoppe. Slike situasjoner kan oppstå ved dårlige siktforhold og uventet dårlig friksjonsforhold. Muligheten til å kunne gjennomføre slike unnamanøvre er spesielt viktig på høyhastighetsveger og veger med store trafikkvolum.
- Skuldrene øker trafiksikkerheten ved at de tilbyr en fører som har valgt å forlate et kjørefelt, et sikkert område hvor føreren kan velge å stoppe eller å kjøre inn på gjennomgående kjørefelt igjen. Mulige årsaker til at føreren velger å forlate kjørefeltet kan f.eks. være for å unngå en påkjøring

bakfra ulykke, et objekt i kjørebanelen, et uventet hull i kjørebanelen eller et illebefinnende hos fører eller passasjer. Det er viktig at hele skulderen har samme overflate og kjørbarehet. Deling av skulderen i to med delvis asfalt og delvis grus/pukk har vist seg å redusere trafikksikkerheten. Dette fordi det kan oppstå problemer med manøvrering av kjøretøyet når det er delvis på asfalt og delvis på grus, spesielt i de tilfelle hvor det er en høydeforskjell på asfalt og grus.

- Brede skuldre med forsterket kantoppmerking øker muligheten for at fører kan ta kontroll over kjøretøyet før det kjører av vegen i de tilfelle fører f.eks. har sovnet. Freste rumleriller i kjørebanelkant vil ytterligere forbedre denne funksjonen.
- Brede skuldre bedrer avviklingen på vegen ved at avstanden til sidehinder øker slik at føreren opplever en bedre komfort og gjennom det holder en hastighet som er høyere enn det føreren ville holdt med en smalere skulder ('flaskehals-effekten').
- Brede skuldre kan i en nødsituasjon brukes av utrykningskjøretøyer som ellers ville bli vesentlig hindret på en veg med køer
- Brede skuldre kan i ekstraordinære og/eller ekstreme trafikksituasjoner brukes som kjørefelt ('hard shoulder') i kombinasjon med nedsatt fartsgrense
- Brede skuldrer forbedrer stoppsikten i horisontalkurver med kurveradius ned mot minimumskurvatur

9.4 Effekt på trafikksikkerhet

En av de mest omfattende undersøkelsen av effekten av skulderbredde er dokumentert i rapporten 'Impact of Shoulder Width and Median Width on safety' [21]. Målet med dette forskningsprosjektet var å kvantifisere sikkerhetsmessige og avviklingsmessige effekter av to vegelementers utforming, skulderbredde og midtdeler. Dette prosjektet utviklet modeller for beregning av ulykkesantall både gjennom litteraturstudie og egne innsamlede data. Dette ble brukt til å utvikle modeller for å predikere ulykkesfrekvenser og en såkalt Accident Modification Factors (AMFs) for flerfelts veger mellom urbane områder. AMF er en konstant som representerer endringen i sikkerhet forårsaket av en endring i verdien for et vegelement, f.eks. bredde. AMF er derfor forholdet mellom forventede ulykkestall med og uten endringen i vegelementet.

Basert på de litteraturstudiene som ble gjennomført, innsamlede data og kvalitetssikring av et ekspertpanel fra Transport Research Board (TRB), ble det utarbeidet en anbefaling for AMF for gjennomsnittlig skulderbredde. Gjennomsnittlig skulderbredde for veger med midtdeler er definert som gjennomsnittet av indre- og ytre skulderbredde i samme retning. AMF gjelder alle ulykker som skjer fordi datamaterialet tilsynelatende ikke gjorde det mulig å skille ut spesielle ulykkeskategorier eller spesifikt til skulderbredde. Figuren nedenfor er hentet fra [21] og viser de anbefalte verdiene for AMF, dvs. forholdet mellom antall ulykker (alle alvorlighetsgrader) før og etter en endring av gjennomsnittlig bredde på skulder. Sammenhengen mellom AMF og skulderbredde er tilnærmet lineær. En skulderbredde på 1,5 meter (ca. 4,5 feet) gir en AMF-verdi på 0,92. En utvidelse av bredden på ytre skulder fra 1,5 meter til 2,0 meter (ca. 6 feet) vil dermed si en reduksjon av alle ulykker og alle alvorlighetsgrader på ca. 7 % (0,92 – 0,85).

Table 16. Recommend AMFs for average shoulder width (ft).¹

Category	Average shoulder width (ft) ²						
	0	3	4	5	6	7	8
Undivided	1.22	1.00	0.94	0.87	0.82	0.76	0.71
Divided	1.17	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.77

¹ The AMFs are for all crashes and all severities.

² The average shoulder width for undivided highways is the average of the right shoulders; for divided, it is the average of left and right shoulder in the same direction.

Figur 40: Anbefalte verdier for AMF relatert til endring i skulderbredde (Kilde: [21])

En annen relevant vitenskapelig artikkel er 'Safety sensitivity to road characteristics: A comparison across highway classes' [17]. Denne undersøkelsen undersøker forskjeller på 3 ulike motorvegklasser i USA mht. trafiksikkerhetsmessig følsomhet relatert til ulike vegelementer, som f.eks. vegskulder. De tre vegklassene og noen viktige parametere er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Utvalgte parametere for strekninger som inngikk i analysen

Interstate				
Totalt antall ulykker per år med personskade/død	Gjennomsnittlig ÅDT	Gjennomsnittlig bredde på ytre skulder	Gjennomsnittlig antall felt	Vegsegmenter med mer enn 2 felt
4.506	Ca. 30.000	Ca. 3 meter	5	100 %
US Roads				
Totalt antall ulykker per år med personskade/død	Gjennomsnittlig ÅDT	Gjennomsnittlig bredde på ytre skulder	Gjennomsnittlig antall felt	Vegsegmenter med mer enn 2 felt
3.913	Ca. 9.000	Ca. 1,8 meter	3	34 %
State Roads				
Totalt antall ulykker per år med personskade/død	Gjennomsnittlig ÅDT	Gjennomsnittlig bredde på ytre skulder	Gjennomsnittlig antall felt	Vegsegmenter med mer enn 2 felt
3.177	Ca. 6.500	Ca. 1,4 meter	2,5	17 %

Ytre skulderbredde på Interstate motorveger var i gjennomsnitt ca. 3 meter med en minimumsbredde på ca. 1 meter og en maksimumsbredde på ca. 3,5 meter. Alle Interstate motorveger i undersøkelsen hadde minst 4 felt. For disse vegene ble det ikke funnet noen sammenheng mellom ytre skulderbredde og ulykker med personskade/død. Artikkelen sier ingen ting om mulige årsaker til dette, men en mulig årsak kan være at den ytre skulderen på disse vegene er gjennomgående bred (gjennomsnitt 3 meter med et standardavvik på ca. 0,3 m). Det ble imidlertid funnet en signifikant effekt av å utvide den indre skulderen på Interstate motorveger. En utvidelse av den indre skulderbredden på 1 % ga en reduksjon på 1,7 % av ulykker med personskade/død og en reduksjon på 3 % på andre ulykker. Gjennomsnittlig bredde på indre skulder på

Interstate var ca. 1,4 meter med ca. 1,0 meter som minimum og ca. 2,5 meter som maksimum. Dette er en god indikasjon på at smale skuldre mot midtdeler har en negativ effekt på trafiksikkerheten.

For US Roads og State Roads ble det funnet signifikante sammenhenger mellom bredde på ytre skulder og ulykker. Artikkelen referer dessverre bare til resultater knyttet til 2-felts veier, men her er det tydelige sammenhenger. En utvidelse av bredden på 1 % på ytre skulder på US Roads betyr en reduksjon på ulykker med personskade/død på 0,3 % og på 0,6 % for ulykker uten personskade. For State Roads betyr en utvidelse på 1 % på ytre skulder en reduksjon på ca. 0,4 % på ulykker med personskade/død og på 0,2 % for ulykker uten personskade.

De signifikante funnene som er referert i undersøkelsen gjelder som sagt bare 2-feltsveier og tallene kan derfor ikke brukes for bredden på skuldre på norske smale 4-feltsveier. Det er imidlertid en indikasjon på at bredden på ytre skulder er viktig mht. trafiksikkerhet. Dersom følsomhetene for US Roads hadde vært gyldig for norske 4-feltsveier, ville en økning på bredden fra 1,5 meter til 2 meter vært en prosentvis økning på bredden på 30 % som igjen ville gitt en reduksjon på antall ulykker med 9 %. Denne reduksjonen stemmer godt med resultatene fra [17]. Det tilsvarende tallet med følsomheten til State Roads ville vært en reduksjon på 12 %. Disse tallene kan imidlertid ikke brukes til noe mer enn en indikasjon.

9.5 Kommentar til tillatt skulderbredde på 1,5 meter

I siste versjon av Hb N100 står det følgende:

Ved ÅDT 6 000 – 12 000 skal skulderbredde være 2,0 meter. Bredden kan reduseres til inntil 1,5 meter, dersom det benyttes avbøtende tiltak som sikrer at ulykkesfrekvens og skadestnad ikke øker, i forhold til å benytte full skulderbredde.

I 9.3 Vegskuldres funksjoner, er det beskrevet en rekke viktige funksjoner som ytre vegskulder skal oppfylle. I 9.4 Effekt på trafiksikkerhet, er det beskrevet hvordan skulderbredden påvirker trafiksikkerheten. Flere vitenskapelige artikler har dokumentert signifikante sammenhenger mellom utvidelse av skulder og reduksjon av antall ulykker.

Etter den gjennomgangen av litteratur som vi har gjort i dette og tidligere prosjekter, finnes det etter vår oppfatning ikke avbøtende tiltak som er gode nok til å kompensere for både bortfall av viktige funksjoner og økning i trafikkulykker.

9.6 Forslag til avbøtende tiltak

9.6.1 Maksimal hastighet på 100 km/t for veier med skulderbredde < 2,0 meter

Litteraturgjennomgangen viser at det er en sammenheng mellom skulderbredde og ulykkesrisiko. Dersom det bygges 4-feltsveg med skulderbredde 1,5 meter for veier med ÅDT 6.000 – 12.000 (prognose 20 år etter åpningsdato), bør fartsgrensen ikke være over 100 km/t. Den smale skulderen på 1,5 meter vil øke antall ulykker i forhold til en skulderbredde på 2,0 meter, mens en reduksjon på fartsgrense fra 110 km/t til 100 km/t vil redusere antall ulykker.



Figur 41: Redusert fartsgrense ved smal skulder

I Sverige er det gjennomført en stor undersøkelse i forbindelse med et program for endring av fartsgrenser og langtidseffekter på trafiksikkerhet. Undersøkelsen er bl.a. dokumentert i [23]. Undersøkelsen ble gjennomført på motorveger (MV), møtesfri motortrafikled (MML 2+1-väg med mitträcke, i noen tilfeller 2 + 2 felt)) og møtesfri landsväg (MLV 2+1-väg med mitträcke, i noen tilfeller 2+2 felt).

Av de funnene som ble gjort i denne undersøkelsen kan følgende være relevant for å se på effekten av å redusere fartsgrensen fra 110 til 100 km/t for 4-feltsveger med skulder på 1,5 meter:

- En økning av fartsgrensen på MV fra 110 til 120 km/t ga en økning i personskadeulykker (PSU) på 10 %, en økning på drepte og hardt skadde (D/HS) på 128 % (signifikant endring) og en nedgang på antall drepte (D) på 20 %. Siden det var et meget lite antall drepte i etterperioden (antall/år er 0,3 drepte) er det knyttet vesentlige usikkerheter til den prosentvise nedgangen. De smaleste (21,5 m) motorvegene sto for den dårligste utviklingen. Dersom man tar bort de 99 km motorveg med 21,5 m bredde (smal MV), synker økningen i antall D/HS fra 128 til 60 %.
- En reduksjon av fartsgrensen på MML fra 110 til 100 km/t ga en økning i PSU på 3 %, en reduksjon i D/HS på 38 % og en reduksjon i antall drepte på 58 %.
- En reduksjon av fartsgrensen på MLV fra 110 til 100 km/t ga en reduksjon i PSU på 22 %, en reduksjon i D/HS på 60 % og en reduksjon i antall drepte på 48 %.
- En økning av fartsgrensen på MML og MLV fra 90 til 100 km/t ga en økning på PSU 12 %, en økning på D/HS på 12 % og en økning på antall drepte på 99 %.

Ut over dette er det vanskelig å kvantifisere og sammenligne undersøkelsene som viser relasjonen mellom skulderbredde og trafiksikkerhet og undersøkelsene som viser relasjonen mellom fartsgrense og trafiksikkerhet. Dette skyldes i hovedsak at definisjonen og bruken av ulike ulykkeskategorier ikke er konsistent. I noen undersøkelser oppgis bare antall ulykker, mens det i andre undersøkelser kan være inndelt i ulykke uten personskade, lett personskade, alvorlig personskade (hardt skadde) og drepte. De to siste kan være slått sammen og alle tre kan også være slått sammen (PSU). Det kan derfor ikke sies noe sikkert om en reduksjon av farten vil resultere i en reduksjon i ulykker som er større eller mindre en økningen i ulykker på grunn av smal skulder. Dette handler derfor mer om at reduksjon av fartsgrensen er et avbøtende tiltak for den smale vegskulderen uten at det kan sies noe mer konkret om effekten av tiltaket i forhold til problemet. Funnene i undersøkelsene i [17] og [23] kan imidlertid være en indikasjon på at en

reduksjon fra 110 til 100 km/t vil være tilstrekkelig for å kompensere for økningen i ulykker når skulderen reduseres fra 2,0 til 1,5 meter.

9.6.2 Kontinuerlig overvåking av veger med skulder < 2,0 meter

Ved skuldre < 2,0 meter vil et kjøretøy ikke kunne parkere på utsiden av og i sikker avstand fra kantlinjen, jfr. Figur 42. Kjøretøy som er parkert på en veg med slike smale skuldre er ofte en medvirkende årsak til ulykker, som f.eks. kjedekollisjoner utløst av sjokkbølger i trafikkstrømmen [24] eller uoppmerksomme førere som reagerer for sent på det parkerte kjøretøyet. Et avbøtende tiltak for smal skulder kan derfor være en kontinuerlig overvåking av strekningen med smal skulder basert på et system for automatisk hendelsesdetektering slik de fleste nye tunneler med stor trafikk har installert. Påliteligheten på slike systemer i tunneler er stor, men på åpne strekninger vil slike systemer ha noen begrensninger når det ikke er vegbelysning, det snør tett (evt. snø og sterk vind) eller det er tett tåke med dårlig sikt.

Nye Veiers forslag til avbøtende tiltak ved bygging av smal skulder er variable skilt for hver 500 m og videodekning av strekningene. De variable skiltene og videodekning, gjør det mulig for VTS og raskt skilte ned fartsgrensen ved en eventuell hendelse. Fremtidig utvikling av teknologi vil muliggjøre utvikling av systemet for automatisk detektering av hendelser

På litt lenger sikt vil systemer for automatisk hendelsesdetektering i kjøretøyet kunne melde fra om hendelser som nødstopp på skulder/kjørebane gjennom såkalte DENM-meldinger (Decentralised Environmental Notification Message) spesifisert i [34]. Slike meldinger kan gå både til alle kjøretøy i området og til en vegtrafikksentral som kan sette fartsgrensen ned gjennom variable skilt.



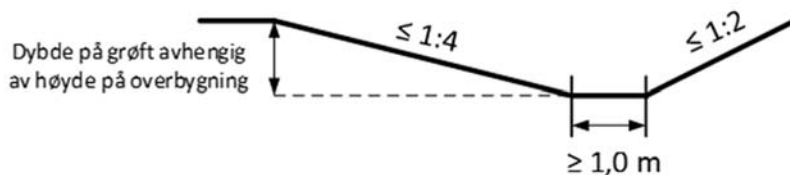
Figur 42: Redusert fartsgrense ved smal skulder og parkert kjøretøy

9.6.3 Ekstra areal utenfor skulder og slake grøfteskrånninger

Tverrprofilen vist i Figur 1, viser grøfteskråning der skulderen avsluttes. Dersom sideterrenget 0,5 – 1,0 meter utenfor skulderen utformes som et relativt flatt og jevnt terreng som det kan kjøres på, kan dette arealet brukes til en nødstopp ved at skulder og flatt sideterreng til sammen har bredde nok til et parkert kjøretøy. Dette avbøtende tiltaket kan ikke oppfylle alle de funksjonene som beskrevet i 9.3, men kan i

hvert fall være en nødløsning for parkerte kjøretøyer. Tiltaket vil også ha den begrensningen at det vil fungere dårlig om vinteren hvor arealet utenfor skulderen benyttes til snø-opplag.

Brede skuldre med forsterket kantoppmerking skal også kunne øke muligheten for at en bilfører som er sovnet skal kunne ta kontroll over kjøretøyet før det kjører av vegen/skulderen. Et utvidet sideterreng sammen med slake grøfteskråninger kan redusere risikoen noe når den smale skulderen ikke er tilstrekkelig manøvreringsareal i en slik nødsituasjon, se Figur 43.



Figur 43: Ekstra areal og slak grøfteskråning (Kilde:

Dette tiltaket kan gjerne benyttes i kombinasjon med redusert fartsgrense og kontinuerlig overvåkning med automatisk hendelsesdetektering og nedsatt fartsgrense.

9.7 Avbøtende tiltak for 4-feltsveger med ÅDT 12.000 – 20.000 kjt/døgn

De avbøtende tiltakene som er beskrevet ovenfor er også etter vår oppfatning relevante når en 4-felts veg med beregnet ÅDT på 12.000 – 20.000 kjt/døgn 20 år etter åpningsdato bygges med skulder som er ned mot minimumsmålet på 2,0 meter. Sammenhengen mellom skulderbredde og antall trafikkulykker gjelder også her og en skulderbredde på 2,0 meter vil ha et høyere ulykkestall enn en skulder på 2,75 meter som er bredden i normalprofilen. Dette kan kompenseres ved å sette fartsgrensen til 100 km/t.

Med økende trafikkvolum øker også sannsynligheten for at kjøretøy må stoppe av ulike årsaker. Overvåkning av strekninger med smale skuldre blir enda viktigere og det avbøtende tiltaket med kontinuerlig hendelsesdetektering og reduksjon av hastigheten, er dermed et aktuelt avbøtende tiltak også for veger med ÅDT 12.000 – 20.000 kjt/døgn.

Ekstra areal utenfor skulder og slake grøfteskråninger er også et avbøtende tiltak for veger med ÅDT 12.000 – 20.000 kjt/døgn og et tiltak som kan kombineres med og forsterke de to andre tiltakene.

10 Videre arbeid

10.1 Oppdragsgivers kravspesifikasjon

Dette prosjektet består av tre deler iht. kravspesifikasjonen:

1. Litteraturstudie.

Litteraturstudie skal vurdere konsekvensene av skiltplassering for smal firefelts veg med 0,5 meter bred midtdeler, samt dokumentere relevant informasjon som vil være avgjørende for å finne alternative plasseringer og eventuelle avbøtende tiltak. Vurderinger av smal skulder skal også gjennomføres, og avbøtende tiltak som kan være aktuelle å benytte for å øke trafikksikkerheten skal undersøkes.

2. Opsjon 1 – Vurdering av effekter og konsekvenser av endret skiltplassering

Dersom litteraturstudie ikke kan konkludere på løsninger basert på erfaringer på sammenlignbare veger i inn- og utland kan oppdragsgiver utløse opsjon. Opsjonen skal dokumentere forventede effekter av f.eks. alternative plasseringer av skilt, førerens oppfattelsesevne og reaksjonstid. Opsjonen kan for eksempel være simulering eller lignende metode for å dokumentere bilisters evne til å se og oppfatte skilt og budskapet på skilt med endret plassering. Dette kan også gjøres for andre forhold som er funnet i litteraturstudie.

3. Opsjon 2: Trafikksikkerhet ved smal skulder

Litteraturstudier viser at smale skuldre reduserer trafikksikkerheten. Trafikkulykker relatert til stopp på skulder på motorveg eller unna-manøver for plutselige køer er eksempler på slike ulykker som ofte har alvorlige utfall pga. høye hastigheter. Opsjon 2 skal vurdere om det kan benyttes andre metodikker enn litteraturstudier, f.eks. noen av de samme metodikkene som er beskrevet for Opsjon 1.

Målene for prosjektet er:

- Vurdere konsekvensene av smalere firefelts veg med hensyn til plassering av skilt i midtdeler og trafikksikkerhet som følge av smalere skulder.
- Påpeke risiko med hensyn til trafikksikkerhet ved smalere midtdeler (relatert til skilting) og skulder.
- Utarbeide konkrete forslag til alternativ plassering og utforming av skilt, og vurdere konsekvensene. En relevant faktor i vurderingene er trafikkmengde og andel lange kjøretøy. Kan ulik ÅDT og andel lange kjøretøy medføre ulik plassering av skilt? Avbøtende tiltak for å ivareta trafikksikkerhet skal vurderes og beskrives, og effekt av tiltakene skal dokumenteres.

10.2 Oppfyllelse av kravspesifikasjonen for litteraturstudien

Denne rapporten omfatter litteraturstudiet som beskrevet i pkt. i 10.1. Den gjennomførte litteraturstudien viste at det var lite relevant litteratur om konsekvensene av smalere 4-felts veg med hensyn til plassering av skilt i midtdeler. Det ble imidlertid gjort noen funn som er beskrevet i kapittel 6.

Det ble også gjennomført en vurdering av konsekvensene ved smale skuldre uten at det ble funnet noen avbøtende tiltak som kan fullt ut kan kompensere for skuldre som er smalere enn 2 meter.

Med bakgrunn i gjennomgang av eksisterende løsninger i Norge og gjennomgang av andre lands retningslinjer for skilting på motorveger, ble det utarbeidet 9 ulike forslag til hvordan ulempene med manglende skilting i midtdeler kan reduseres. Det har imidlertid ikke vært mulig å finne et godt nok datagrunnlag for å beskrive effektene av de ulike forslagene og en endelig anbefaling og prioritering.

10.3 Forslag til videre arbeid

I oppdragsgivers kravspesifikasjon er Opsjon 1 beskrevet som følger:

Dersom litteraturstudie ikke kan konkludere på løsninger basert på erfaringer på sammenlignbare veger i inn- og utland kan oppdragsgiver utløse opsjon. Opsjonen skal dokumentere forventede effekter av f.eks. alternative plasseringer av skilt, førerens oppfattelsesevne og reaksjonstid. Opsjonen kan for eksempel være simulering eller lignende metode for å dokumentere bilisters evne til å se og oppfatte skilt og budskapet på skilt med endret plassering. Dette kan også gjøres for andre forhold som er funnet i litteraturstudie

I og med at litteraturstudiet ikke resulterte i noen godt dokumenterte løsninger mht. trafikksikkerhet, foreslår vi at Opsjon 1 gjennomføres. Av de 9 forslagene som ble utarbeidet, mener vi at følgende 4 kan bearbeides videre i en simulering i vår VR-lab:



Målene for den undersøkelsen som kan gjennomføres i Opsjon 1 vil være følgende:

- Basert på en gjennomkjøring av de ulike alternativene vil deltakerne kunne bidra med kvalitative data om hvordan deltakerne opplever de ulike alternativene i forhold til basisalternativet og i forhold til hverandre mht. oppfattelse av skiltene, logisk plassering og lesbarhet. Basisalternativet vil være gjennomkjøring av en strekning med bred midtdeler som har plass til nødvendig skilting i midtdeleren før deltakeren kjører inn på strekningen med smal midtdeler.
- I den utstrekning det er mulig, vil undersøkelsen samle inn kvantitative data om bilførerens blikk ved hjelp av blikkpunkt-kamera. Disse dataene vil være et supplement til de kvalitative data og være med på å verifisere de kvalitative dataene.
- En analyse av resultatene fra innsamlede kvalitative og kvantitative data og en endelig anbefaling og prioritering av de fire foreslåtte tiltakene.

11 Referanser

- [1] Håndbok N300 Trafikkskilt Del- 1 Felles bestemmelser, 2012, som lastet ned fra vegvesen.no den 22. april 2021.
- [2] CD 127 Cross-sections and headrooms, 2020, Highways England et al.
- [3] Guidelines for the Design of Motorways, English Version of Richtlinien für die Anlage von Autobahnen, 2011
- [4] Håndbog – Tverrprofiler i åbent land, Vejregler, 2018
- [5] Krav til Vägars och gators utforming, 2012, Trafikverket og Sveriges Kommuner og Landsting
- [6] Lovtidende A - Bekendtgørelse om vejafmærkning, 2017
- [7] RVS 03.03.31 Querschnittselemente sowie Verkehrs- und Lichtraum von Freilandstraßen, August 2018
- [8] TEM standards and recommended practice, Third edition, February 2002, United Nations Economic Commission for Europe
- [9] Traffic Signs Manual, Chapter 3 Regulatory signs, DoT UK, 2018
- [10] Traffic Signs Manual, Chapter 4 Warning signs, DoT UK, 2018
- [11] Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om vägmärken och andra anordningar, 2019, TSFS 2019:74
- [12] Code of practice for road signs. Indian Road Congress, 2010, Akademia.edu
- [13] Sundarram, S., 1996, A software package for the analysis of the severity of blockage of traffic signs during daytime for drivers of cars following trucks on urban highways, Ohio University
- [14] Abrahamson, P., 1971, Blockage of Signs by Trucks, Traffic Engineering, April 1971, pp 18-26.
- [15] Faghri, A., 2000, mathematical analysis of trucks blocking roadway signs, Civil Engineering Systems, 17:2, 151-173,
- [16] Ben-Bassat, T. and Shinar, D., 2011. Effect of shoulder width, guardrail and roadway geometry on driver perception and behaviour, Accident Analysis & Prevention, 2011 – Elsevier
- [17] Chen, S. et al., 2019, Safety sensitivity to roadway characteristics - A comparison across highway classes
- [18] Foss, T., 2019, Effekten av vegskulder mht. trafikksikkerhet og avvikling. Notat SINTEF, 2019
- [19] Mecheri, S. et al., 2017. The effects of lane width, shoulder width and road cross-sectional reallocation on drivers' behavioural adaptations. Accident Analysis and Prevention 104 (2017)
- [20] Mitigation Strategies for design exceptions, 2007, US DoT Federal Highway Administration
- [21] Stamatiades, J. P. et al, 2009. Impact of Shoulder Width and Median Width on Safety. National
- [22] Zeeger, C. V. and Council, F. M., 1995. Safety relationships associated with cross-sectional roadway elements. Transportation Research Record No. 1512, National Research Council, pp 29-36
- [23] Vadeby, A. og Bjørketun, U., 2015, Utvärdering av ändrade hastighetsgränser – Långtidseffekter på trafiksäkerhet, VTI Rapport 860
- [24] Foss, T., Flaskehalsen på E6 Sluppen, Kronikk i Adresseavisen, 21.12.2020
- [25] Foss, T., 2020, Grøfteutforming og trafikksikkerhet, SINTEF-notat utarbeidet for Statens vegvesen Vegdirektoratet
- [26] Giæver, t., Jenssen, G.G, Lillestøl, P.J, 1999, Optimal plassering av trafikkskilt – Forprosjekt, SINTEF rapport STF22 A98560
- [27] TØI, Trafikksikkerhethåndboken, 2021 webutgave
- [28] V.W. Inman, Conspicuity of traffic signs assessed by eye tracking and immediate recall, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 56th Annual Meeting, Human Factors and Ergonomics Society (2012), pp. 2251-2255

- [29] Shoman, M., Simone, A., Vignali, V., 2019, Looking behaviour to vertical road signs on rural roads,
- [30] Costa, M. et al, 2018, Fixation distance and fixation duration to vertical road signs, Applied Ergonomics 69 (2018) 48-57, Elsevier
- [31] Borowsky, A., et al., 2008, Sign location, sign recognition and driver expectancies, Transportation Research Part F 11 (2008) 459-465)
- [32] Harms, I. M., Brookhuise, K. A., 2016, Dynamic traffic management on a familiar road: Failing to to detect changes in variable speed limits, Transportation Research Part F
- [33] Harms, I. M., Brookhuis, K. A., 2017, Traffic management: Assessing various countermeasures to improve detection failure of changes in speed limit signals, Applied Ergonomics, 44-52
- [34] ETSI EN 302 637-3 V1.2.1 (2014-09), Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic service



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no