

# Vegutformingsnormaler

Utvikling av grunnparametre og linjeføringsparametre

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 723



**Tittel**

Vegutformingsnormaler

**Undertittel**

Utvikling av grunnparametre og linjeføringsparametre

**Forfatter**

Jon Arne Klemetsaune

**Avdeling**

Vegutforming

**Seksjon**

Veg og gate

**Prosjektnummer**

4100\_L10417

**Rapportnummer**

Nr. 723

**Prosjektleder**

Silje Hjelle Strand

**Godkjent av**

Tanja Loftsgarden

**Emneord**

Vegutformingsnormaler

**Sammendrag**

Rapporten inneholder en gjennomgang av forutsetningene for utvikling av vegutformingsnormalene de siste 50-60 år. Normalene baseres på et antall grunnparametre og linjeføringsparametre. Det er 18 grunnparametre som i ulik grad påvirker vegutformingsnormalene. Mange verdier er endret de siste femti årene, basert på nye målinger og erfaringer. Bare tre av parametrene er helt uendret de siste femti årene. De øvrige er endret, men de fleste relativt lite.

**Title**

Road design guidelines

**Subtitle**

Basic parameters and elements of geometric design

**Author**

Jon Arne Klemetsaune

**Department**

Road Design

**Section**

Roads and Streets

**Project number**

4100\_L10417

**Report number**

No. 723

**Project manager**

Silje Hjelle Strand

**Approved by**

Tanja Loftsgarden

**Key words**

Road design guidelines

**Summary**

The primary objective of the study was to investigate the basis for the development of Norwegian road design guidelines for the last 50-60 years. The guidelines are based on a group of basic parameters and elements of geometric design. There are 18 basic parameters which have different impact on the development of the guidelines. Many of them have been updating their values gradually for the last 50 years. Only three are unchanged since the beginning.



## FORORD

Prosjekteier/prosjektbestiller er Vegdirektoratets enhet for Myndighet og regelverk, avdeling for Vegutforming, seksjon for Veg og gate. Prosjektet er gjennomført med i hovedsak etatsinterne medarbeidere. I tillegg til denne rapporten er arbeidet presentert på videomøter for seksjon Veg og gate. Prosjektarbeidet ble startet høsten 2020 og avsluttet våren 2021, og har vært organisert med flere grupper involvert.

### *STYRINGSGRUPPE*

- Prosjekteier Myndighet og regelverk v/ **Marius Slinde**
- Prosjektbestiller FoU Vegutforming v/ **Silje Hjelle Strand**
- Prosjektleder **Jon Arne Klemetsaune**
- Faglig ekspert **Yohannes Gulema**
- Faglig ekspert **Arek Zielinkiewicz**

Styringsgruppa har hatt ansvar for oppdragsbeskrivelse, justeringer underveis, nødvendige beslutninger om prosjekttinnholdet, innhold i sluttrapport, ressursbruk og framdrift.

### *PROSJEKTGRUPPE*

- Prosjektgruppeleder er **Jon Arne Klemetsaune**
- Gruppemedlem er **Yohannes Gulema**
- Gruppemedlem er **Arek Zielinkiewicz**
- Gruppemedlem er **Trang Tran**

Prosjektgruppa har hatt ansvar for å omsette styringsgruppa sine føringer i praktisk arbeid. Gruppemedlemmene utnytter sine erfaringer og kontakter for å innhente informasjon om problemstillinger angående grunnparametre og linjeføringsparametre de siste ti-årene.

### *SAMARBEIDSGRUPPE*

Samarbeidsgruppa har bestått av kontaktpersoner som har deltatt i utviklingen av vegnormalene og/eller har omfattende erfaring fra praktisk vegplanlegging.

Disse har i stor grad bidratt med sine erfaringer: Asbjørn Hovd, Tor Smeby, Randi Eggen, Terje Giæver, Torstein Ryeng, Torunn Moltumyr, Odd Nygård, Trond Foss, Kurt Lødøen, Svein Solbjørg, Odd Hauan og Arne Meland.

### *PROSJEKTAVGRENSING*

Vegnormalene skal i henhold til forskrift etter veglovens § 13 gjelde for all planlegging og bygging av veger og gater på det offentlige vegnettet, og skal gi føringer for utforming av veganlegg for alle trafikanter. I denne rapporten undersøkes utviklingen av den delen av normalene som er beregnet på utforming av veger for biltrafikk (dimensjonerende kjøretøy; personbiler og større kjøretøyer). Normalene omfatter i tillegg til «veg i dagen», geometrisk utforming av veg på bruer og i tunneler. Andre vegbrukeres kjøretøy tas også hensyn til i vegutforming; for eksempel motorsykler, mopeder, busser og sykler.

Denne rapporten er konsentrert om grunnparametre som gir grunnlag for vegutforming på frie vegstrekninger for aktuelle dimensjonerende kjøretøy (personbiler og større kjøretøyer opp til modulvogntog). I tillegg omtales noen viktige linjeføringsparametre.

## INNHOOLD

FORORD .....	3
SAMMENDRAG .....	5
1. INNLEDNING .....	6
1.1 Oppgavebeskrivelse .....	6
1.2 Dokumenter .....	7
1.3 Vegloven / Forskrifter.....	8
2. GRUNNPARAMETRENE.....	9
2.1 Statistiske variable.....	11
2.2 Kjøretøy-/bilfører-variable .....	14
2.3 Omgivelsene-/vegen-variable .....	19
2.4 Bilfører-variabel.....	27
3. LINJEFØRINGSPARAMETRENE .....	28
3.1 $R_h, \min$ = minste horisontalkurveradius .....	28
3.2 $A_{\min}$ = minste klotoidparameter .....	30
3.3 $R_v, \min$ høybrekk minste vertikalkurveradius ved høybrekk .....	35
3.4 $R_v, \min$ lavbrekk minste vertikalkurveradius ved lavbrekk.....	35
4. VEGBREDDE .....	36
4.1 Historiske vegbredder .....	36
4.2 Gjeldende vegbredder.....	37
5. VIKTIGE ERFARINGER.....	40
6. VEDLEGG.....	44
VEDLEGG 6.1 Oversikt over vegnormalhåndbøker, premissrapporter og veiledere.....	44
VEDLEGG 6.2 Grunnparameter-oversikter fra 1993 -2013 .....	47
VEDLEGG 6.3 Endringsnotater .....	50
VEDLEGG 6.4 Fartsbegrepet V .....	59
VEDLEGG 6.5 PERSONBIL-UTVIKLING .....	70

## SAMMENDRAG

Vegdirektoratets enhet for Myndighet og regelverk, avdeling for Vegutforming og seksjon for Veg og gate har stått for utarbeidelsen av denne rapporten. Arbeidet er gjennomført høsten 2020 og våren 2021 med hovedsakelig etatsinterne medarbeidere.

### Oppgavebeskrivelse

Vegdirektoratet ønsker å gå gjennom forutsetningene for utvikling av vegutformingsnormalene de siste 50-60 år. Normalene inneholder krav til geometrisk utforming av veganlegg som baseres på et antall «grunnparametre». Disse er igjen basert på fysiske lover for kjøretøy som beveger seg på vegnettet i ulike hastigheter. Også endring av «linjeføringsparametre» skal undersøkes.

Vegutformingsnormalene er en detaljering av forskrifter for anlegg av offentlig veg. I medhold av §13 i vegloven av 21. juni 1963. Denne er sist revidert 10. september 2014. I forskriften står det blant annet i §3 (vegnormaler) i punkt 5: *Vegnormalene skal sikre en tilfredsstillende og enhetlig kvalitet på vegnettet ut fra samferdselspolitiske mål. Vegnormalene vil derfor måtte inneholde en del standardkrav. Vegnormalene skal likevel gi frihet til å velge løsning tilpasset forholdene på stedet.*

### Grunnparametrene

Begrepet grunnparameter finnes i notater fra 1970-tallet. Det er nå definert 18 parametre som i ulik grad påvirker vegutformingsnormalene. De er gruppert i statistiske variable, variabler knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører, variabler knyttet til omgivelsene(vegen) og variabler knyttet til bilføreren. Parallelt med utgivelser av reviderte vegutformingsnormaler (N100) utarbeides veiledere (V120) som gir bakgrunn for dimensjoneringstabeller og andre normalverdier. Mange parametre har endret verdi de siste femti årene der nye målinger og erfaringer har gitt bakgrunn for slike beslutninger. Det er både små og store endringer.

### Linjeføringsparametre

Det er klar sammenheng mellom de parametrene som kalles grunnparametre og de 11 som defineres som linjeføringsparametre. En ny veglinje må konstrueres ut fra en rekke hensyn og krav. Ut fra fartsnivå og vegstandard stilles det en rekke minimumskrav til sikt og kurvatur. Men det skal også legges vekt på at vegne skal tilpasses terrenget og at enkelt-elementer gjøres tilstrekkelig lange for at veganlegget skal framstå best mulig estetisk.

### Vegbredde

Normalene beskriver vegbredder som skal benyttes ved ulike vegklasser/standardklasser/dimensjoneringsklasser. Antall vegklasser har variert ganske mye de siste 50 årene, og kjørefeltbredder og skulderbredder har variert minst like mye. Trafikksikkerhet er i senere tid vektlagt i større grad slik at midtrekkverk er blitt innført for relativt lave trafikk tall (for veger med ÅDT større enn 6000 kjøretøy/døgn) Vesentlig større grøftebredde enn tidligere bidrar til å redusere skader ved utforkjøringsulykker.

### Erfaringer

Bare tre av parametrene er helt uendret de siste femti årene. Det er bilførerenes øyehøyde, kjøretøyhøyde og hjulavstand (kjøretøyets sporvidde). De øvrige er endret, men de fleste relativt lite. Det er gjennomført målinger og beregninger for å kontrollere at parameter-verdiene reflekterer fysisk virkelighet. Det sammenlignes også med verdier i sammenlignbare land. Maksimal overhøyde er økt for å kunne bruke krappere kurvatur i kupert terreng.

Vegdirektoratet behandler søknader om «fravik» fra parameter-kravene. Statistikk herfra kan indikere hvilke parametre som gir mest utfordringer.

# 1. INNLEDNING

## 1.1 Oppgavebeskrivelse

Vegdirektoratet ønsker å gå gjennom forutsetningen for utvikling av vegutformingsnormaler de siste 50-60 år. I juni 2020 ble følgende beskrivelse laget:

Det skal utarbeides et dokument (og en presentasjon) som dokumenterer utviklingen av vegnormaler (N100) over tid.

- Hvilke overordnede forhold har vært lagt som grunnlag for revisjon/endring i normalutgavene innen veg- og gateutforming fra og med 1968, dvs. 1978, 1981, 1983, 1991, 2008 og 2013?

Dokumentet skal inneholde detaljerte endringer i forutsetninger og verdisseting av ulike parametre. Hovedvekt skal ligge på området:

- Grunnparametere (ihht. veileder V120, særlig kapittel 2 (15 stk grunnparametre)) og vitenskapelig grunnlag til dem (de eldste normalene var skrevet i en mer vitenskapelig form).

En viss vekt skal også ligge på linjeføringsparametere (ihht. veileder V120, særlig kapittel 3 (5 stk linjeføringsparametre)) med utgangspunkt i ovennevnte kunnskap om endringer av grunnparametere som de bygger på.

### Beskrivelse av oppdraget

Utviklingen av vegnormaler over tid, skal dokumenteres. Dette er viktig både for å få en bedre kjennskap til hvordan utviklingen har vært og hvorfor man har gjort endringer til hvilke tidspunkt. Dette er grunnleggende basiskunnskap som også bør ligge til grunn i videreutvikling av dagens normaler. Fagmateriellet skal presenteres i skriftlig og muntlig form (presentasjon) for Myndighet og regelverk, seksjon Veg og gate.

### Problemstillinger

1. Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere har ikke blitt endret siden 1968 og hvorfor?
2. Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere har blitt endret siden 1968 og hvorfor? Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere er blitt endret flere ganger?
3. Hva er vitenskapelig grunnlag for de ulike grunnparametere?
4. Hvilke samfunnsmessige endringer kan ha påvirket grunnparametere?
5. Hva er den viktigste kunnskapen fra forrige normalutgavene, som Statens Vegvesen bør ta med seg videre til fremtidige revisjoner?

## 1.2 Dokumenter

Det er samlet inn håndbøker fra ulike kilder. Noen finnes bare i analog form. En oversikt over aktuelle håndbøker, veiledere og premiss-rapporter er gjengitt i vedlegg 6.1.



### 1.3 Vegloven / Forskrifter

Vegutformingsnormalene er fra de eldste undersøkte utgavene i 1967 utarbeidet som en utdyping og detaljering av forskrifter for anlegg av veg, i medhold av §13 i vegloven av 21. juni 1963. Forskriftene gjaldt for bygging og utbedring av riksveger, fylkesveger og kommunale veger utenfor bymessig bebygde områder. Samferdselsdepartementet godkjente forskriftene som ble foreslått av Statens vegvesen.

Vegnormalene er senere stadig blitt revidert med bakgrunn i erfaringer med hensyn til trafiksikkerhet, investeringskostnader og trafikkavviklings-kapasitet.

Ved en lovendring i 1989 ble det bestemt at all vegplanlegging skal skje etter plan- og bygningsloven (PBL) fra 1. juli 1994. Dette påvirket ikke umiddelbart vegutformings-normalene, men de kommunale myndigheters påvirkning på trasevalg og vegstandard ble betydelig styrket.

Fra Lovdata gjengis siste utgave av «Forskrift om anlegg av offentlig veg» fra 10. september 2014:

#### *§ 3. Vegnormaler*

- 1. Vegnormaler som kan ha miljø- eller samfunnsmessige konsekvenser, skal godkjennes av Samferdselsdepartementet.*
- 2. Statens vegvesen ved Vegdirektoratet kan innenfor rammen av forskriftene fastsette utfyllende bestemmelser – vegnormaler. Målet med normalene er effektiv og trafiksikker transport av mennesker og gods, og best mulig tilpasning til bebyggelse, bomiljø, bymiljø, landskap, naturmangfold, kulturmiljø, vegetasjon og landbruksarealer.*
- 3. Det skal redegjøres for miljø- og samfunnsmessige konsekvenser av vegnormalene før de vedtas. Offentlige og private institusjoner og organisasjoner som skal benytte vegnormalene, eller som skal ivareta brukerinteresser, bør gis anledning til å uttale seg. Statens vegvesen ved Vegdirektoratet bestemmer på hvilken måte høring skal foregå. Høring kan unnlates hvis den ikke vil være praktisk gjennomførlig eller må anses åpenbart unødvendig.*
- 4. Myndighet til å fravike vegnormalene innenfor forskriftenes rammer, legges til Statens vegvesen ved Vegdirektoratet for riksveg, fylkeskommunen for fylkesveg og kommunen for kommunal veg dersom ikke annet følger av annen forskrift etter vegloven.*
- 5. Vegnormalene skal sikre en tilfredsstillende og enhetlig kvalitet på vegnettet ut fra samferdselspolitiske mål. Vegnormalene vil derfor måtte inneholde en del standardkrav. Vegnormalene skal likevel gi frihet til å velge løsning tilpasset forholdene på stedet.*
- 6. Vegnormalene er en del av det tekniske grunnlaget for valg av løsning gjennom planlegging. Planbehandlingen skal skje med hjemmel i plan- og bygningsloven.*
- 7. Ved planlegging og utbygging av vegnettet skal det fastlegges hvordan gang- og sykkeltrafikken skal avvikles.*



## 2. GRUNNPARAMETRENE

### Oversikt

Ved utarbeidelse av normaler for vegplanlegging er det lagt vekt på fysiske lover for kjøretøy som beveger seg på vegnettet i ulike hastigheter. Disse forholdene er beskrevet nedenfor.

Begrepet grunnparameter finnes i notater fra 1970-tallet. Systematisering av parametrene i ulike grupper og typer finnes tilbake til SINTEF-rapport «Premisser for linjeføringsdelen i vegnormalene», datert 15.03.1993 (vedlegg 1, premissrapport-oversikt, bok nr 25). Antall parametre er øket fra 15 til 18 på listene i de ulike veilederne fram til 2019.

Denne oversikten over grunnparametrene er basert på tekst/tabeller i V120 (2019-utgaven), side 8 og 9.

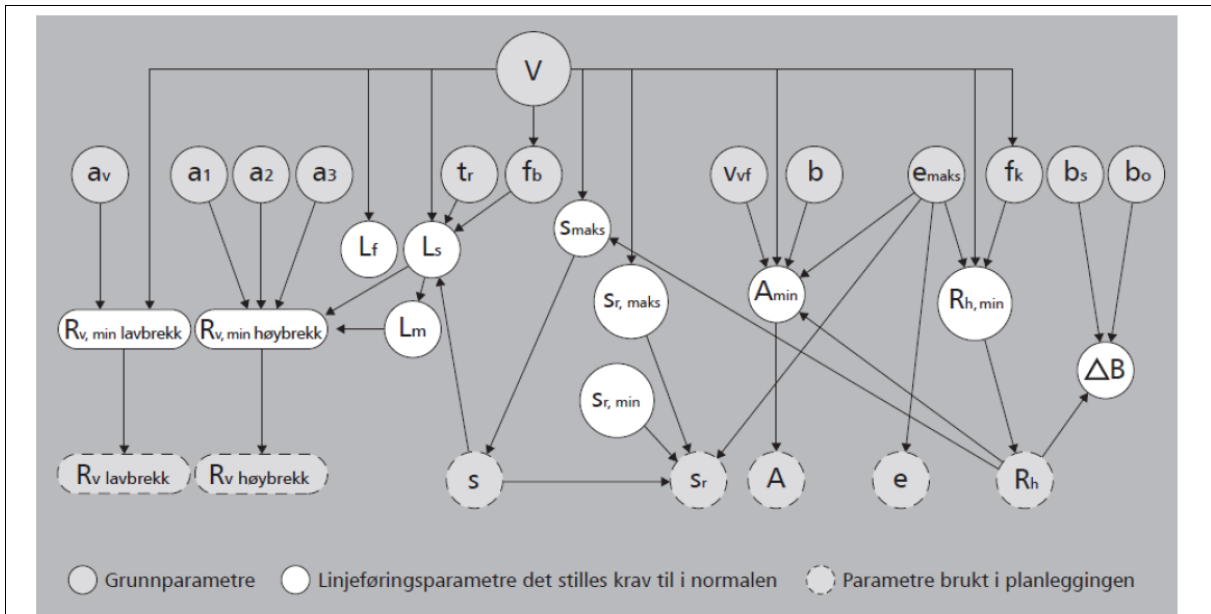
GRUNNPARAMETER-GRUPPE			GRUNN-PARAMETER-TYPE *	MERKNADER
nr	parameter	beskrivelse		
<b>Statistiske variable</b>				
1-1	$a_1$	øyehøyde	Konstant	
1-2	$a_2$	beregningsmessig objekthøyde	Konstant	
1-3	$a_3$	beregningsmessig kjøretøyhøyde	Konstant	Varierer med dimensjonerende kjøretøy
1-4	$b_k$	kjøretøybredde	Var. kjøretøy	
1-5	$b$	hjulavstand	Konstant	Avstand på samme aksling
1-6	$b_o$	overheng	Var. kjøretøy	
1-7	$b_s$	sporingsøkning	Var. kjøretøy	Økning på dimensjonerende kjøretøy
<b>Variabler knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører</b>				
2-1	$V$	fartsgrense		
2-2	$a$	akselerasjon	Var. kjøretøy	
2-3	$r$	retardasjon	Var. kjøretøy	
2-4	$a_v$	vertikalakselerasjon	Var. vegklasse	
2-5	$v_{vf}$	relativ vertikalfart	Var. vegklasse	
<b>Variabler knyttet til omgivelsene (vegen)</b>				
3-1	$f_t$	totalfriksjon	Var. vegklasse	
3-2	$f_k$	sidefriksjonskoeffisient	Var. vegklasse	
3-3	$f_b$	bremsefriksjonskoeffisient	Var. vegklasse	
3-4	$e_{maks}$	maksimal overhøyde	Var. vegklasse	
3-5	$s$	stigningsgrad	Var. vegklasse	
<b>Variabler knyttet til bilføreren</b>				
4-1	$t_r$	reaksjonstid	Konstant	
18	<b>SUM</b>	antall		

**Grønnfargede parametre (13 stk)** er illustrert i øverste «grunnparameterlinje» (og i tillegg V (fart) aller øverst) i oversiktsfiguren på neste side (2019-utgaven).

\* Grunnparameter-typer

- Konstant = Konstant verdi uavhengig av veg-dimensjoneringsklasse og kjøretøytype
- Var. vegklasse = Variabel verdi avhengig av veg-dimensjoneringsklasse (og fartsgrense)
- Var. Kjøretøy = Variabel verdi avhengig av kjøretøytype.

I mai 2019 utga Vegdirektoratet en revidert veileder V120 kalt «Premisser for geometrisk utforming av veger». Veiledningen har samme utgangspunkt og struktur som håndboka som utkom i 2013 (2014). Veiledningen er supplerende informasjon om bakgrunnen for håndbok N100 utgitt i mai 2019. Antall dimensjoneringsklasser er her redusert i forhold til 2013-utgaven. I tillegg er størrelsen på fartstillegg og sikkerhetsfaktorer redusert.



**Figur 2.3: Oversikt over sammenhenger over hvilke grunnparametre som inngår i formelgrunnlaget for beregning av linjeføringsparametere i håndbok N100 Veg- og gateutforming**

V = fartsgrense (med eventuelle fartstillegg)	$L_f$ = forbikjøringsikt lengde
$a_v$ = vertikalakselerasjon	$L_s$ = stoppsikt lengde
$a_1$ = øyehøyde	$L_m$ = møtesikt lengde
$a_2$ = beregningsmessig objekthøyde	$s$ = stigning
$a_3$ = beregningsmessig kjøretøyhøyde	$s_{maks}$ = største tillatte stigning
$t_r$ = reaksjonstid	$s_r$ = resulterende fall
$f_b$ = bremsefriksjon	$s_{r, maks}$ = største tillatte resulterende fall
$f_k$ = sidefriksjon	$s_{r, min}$ = minste tillatte resulterende fall
$v_{vf}$ = relativ vertikalfart	A = klotoidparameter
b = hjulavstand	$A_{min}$ = minste klotoidparameter
$b_s$ = sporingsøkning	e = overhøyde
$b_o$ = overheng	$e_{maks}$ = største tillatte overhøyde
$R_v$ = vertikalkurveradius	$R_h$ = horisontalkurveradius
	$R_{h, min}$ = minste horisontalkurveradius
	$\Delta B$ = breddeutvidelse

Grunnparametrene og sammenhengen mellom dem er likt illustrert i 2013 og 2019.

I tillegg til grunnparametrene og noen av linjeføringsparametrene, er også utviklingen i vegbredder vist i denne rapporten.

## 2.1 Statistiske variable

Det er definert sju ulike statistisk variable grunnparametre (1-1 til 1-7)

### 1-1 $a_1$ øyehøyde

Denne parameteren er i vegnormalsammenheng definert som konstant, det vil si uavhengig av kjøretøytype og vegdimensjoneringsklasse. Parameteren er bestemt slik at 85 % av personbilparken med gjennomsnittsfører har en høyere verdi enn denne (**1,10 m**). Denne verdien har vært uendret siden vegnormalutgaven fra 1977. I et notat fra TØI i 1963 ble det benyttet verdien 1,20 m ved beregning av krav til vertikalkurvatur.

Parameteren inngår nå i beregningen av minste vertikalkurveradius i høybrekk for ulike vegdimensjoneringsklasser.

I en masteroppgave fra 2018 (Stig Strømsem) ble faktisk øyehøyde målt på et utvalg personbilførere (200 personer). I dette utvalget ble øyehøyden 1,16 m for 85 % fraktilen, mens 95 % av førerne hadde øyehøyde større enn 1,10 m over vegbanen.

### 1-2 $a_2$ beregningsmessig objekthøyde

Denne parameteren er i vegnormalsammenheng regnet som konstant, dvs uavhengig av vegdimensjoneringsklasse. Dette selv om det ved lav fart kunne gjøres en reduksjon på ca 2 cm i parameterverdien. Objekthøyden er definert som høyden på en gjenstand det forutsettes at en bilfører klarer å bremse ned og stoppe for. Beregningsmessig objekthøyde er objekthøyden redusert med en høyde tilsvarende ett bueminutt. (1 bueminutt er 1/60 av en grad i en sirkel inndelt i 360 grader). På en avstand av 160-170 m (stoppsikt for fart på ca 90 km/t) tilsvarer ett bueminutt ca 5 cm.

Beregningsmessig objekthøyde er i 2019 satt til **0,25 m**. Objekthøyden representerer et 0,30 m høyt objekt i vegbanen. I vegnormalutgaven fra 1977 er objekthøyden kalt for hinderhøyden og gitt verdien 0,20 m. I et notat fra TØI i 1963 ble det benyttet verdien 0,10 m ved beregning av krav til vertikalkurvatur. Parameteren inngår nå i beregningen av minste vertikalkurveradius i høybrekk for ulike vegdimensjoneringsklasser.

Det bør vurderes å øke verdien på denne parameteren, kanskje avhengig av dimensjoneringsklasse. Danmark bruker f.eks. objekt-høyde 0,5 m for motorveger.

### 1-3 $a_3$ beregningsmessig kjøretøyhøyde

Denne parameteren er i vegnormalsammenheng regnet som konstant, det vil si uavhengig av vegdimensjoneringsklasse. Dette selv om det ved lav fart (som gir kortere nødvendig siktlengde) kunne gjøres en økning på ca 5 cm i parameterverdien. Parameteren er bestemt slik at 85 % av personbilparken har en høyere verdi enn denne (1,35 m). Denne verdien har vært uendret siden vegnormalutgaven fra 1977. Beregningsmessig kjøretøyhøyde er lik kjøretøyhøyden minus 10 cm (tilsvarende ett bueminutt på en avstand av 330 m) det vil altså si **1,25 m**.

Parameteren inngår i beregning av minste vertikalkurve i høybrekk dimensjonert for møtesikt og beregning av forbikjøringssikt.

Det er sannsynlig at dagens personbilpark er høyere enn tidligere, og i Sverige brukes nå kjøretøyhøyde 1,50, altså 15 cm høyere enn i Norge. Men variasjonen er stor også for moderne og populære biler. For eksempel er høyden på Audi e-tron 1,65 m, og Tesla modell 3 er 1,44 m høy.

#### 1-4 $b_k$ kjøretøybredde

Denne parameteren er i vegnormalsammenheng regnet som konstant, det vil si uavhengig av vegdimensjoneringsklasse. Men verdien varierer med de ulike dimensjonerende kjøretøy. For personbiler forutsettes at 85 % har bredde mindre enn angitt verdi (1,80 m).

For normalen fra 2019 gjelder følgende bredder (m): *bredder er angitt uten sidespeil*

Dimensjonerende kjøretøytype	Bredde vegnormal (2019)	Bredde vegnormal (1967- 1981)	Bredde Audi e-tron mest solgt (2020)	Bredde Tesla 3 nest mest solgt (2020)
Modulvogntog (MVT)	2,60			
Vogntog (VT)	2,60	2,50		
Buss (B)	2,55			
Lastebil (L)	2,55	2,50		
Liten lastebil (LL)	2,55			
Personbil (P)	1,80	1,90	1,94	1,85

Av tabellen ses at breddene for vogntog og lastebil er økt, mens personbil-bredden er redusert. Denne bredden bør vurderes på nytt siden andelen store personbiler er stigende. For dimensjonering av parkeringsanlegg spiller også inn at tykkelsen på bildørene er større enn tidligere. Bredden på parkeringsfelt bør kanskje økes med 0,10 – 0,25 cm.

Bredden på personbiler er ikke direkte brukt i utforming av veganlegg (unntatt parkering), men for grunnparametrene  $b$  (hjulavstand, dvs sporvidde),  $b_o$  (overheng) og  $b_s$  (sporingøkning) vil ulike vitale konstruksjonsmål spille inn.

I vegnormalhistoren finnes følgende verdier:

- Personbil-bredden var angitt til 1,90 m i perioden 1967 – 1981. Fra 1992 er bredde 1,80 som 85 % av bilene skal være smalere enn (som tabellen viser er populære biler nå ca 5 – 15 cm bredere enn 1,80 m).
- Personbil-lengden var angitt til 5,00 m i perioden 1967 – 1981. Fra 1992 er lengden 4,80 m den som 85 % av bilene skal være kortere enn. Populære biler er nå ca 4,30 – 4,90 m lange.
- Personbil-akselavstand var angitt til 2,90 m i perioden 1967 – 1981. Fra 1992 er avstanden 2,80 m. Ingen krav knyttet til denne verdien.
- Personbil-hjulavstand/sporvidde er ikke definert før i 1992 der den som nå er angitt til 1,65 m og som 85 % av bilene skal være smalere enn. Populære biler har nå hjulavstand/sporvidde på ca 1,60 – 1,65 m.

#### 1-5 $b$ hjulavstand

Denne parameteren, som også kalles sporvidde, er i vegnormalsammenheng regnet som konstant, det vil si uavhengig av vegdimensjoneringsklasse. Hjulavstanden er definert som avstand senter-senter for et hjulpar på samme aksling for en dimensjonerende personbil. Men verdien varierer med de ulike dimensjonerende kjøretøy. For personbiler forutsettes at 85 % har bredde mindre enn angitt verdi (1,65 m).

Parameteren inngår i formelverket for beregning av minste klotoidparameter  $A_{\min}$ .

## 1-6 $b_o$ overheng

Denne parameteren inngår i beregningen av nødvendig breddeutvidelse i kurver. Den tar vare på breddeøkningen som skyldes at deler av kjøretøyet krever plass utenfor linja som beskrives av ytre forhjul.

Kjøretøytype	R = 50	R = 100	R = 300	R = 500
Modulvogntog (MTV)	0,13	0,07	0,02	0,02
Vogntog (VT)	0,19	0,10	0,03	0,02
Buss (B)	0,46	0,23	0,03	0,04
Personbil (P)	0,06	0,03	0,00	0,00

Breddeøkning (m) pga overheng i kurver for noen kjøretøytyper

## 1-7 $b_s$ sporingsøkning

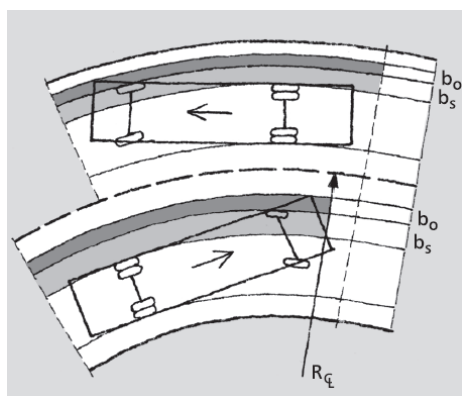
Denne parameteren inngår også i nødvendig breddeutvidelse i kurver. Den tar vare på breddeøkningen mellom ytre forhjul på fremre aksling og indre bakhjul på bakaksel ved kjøring i kurve.

Kjøretøytype	R = 50	R = 100	R = 300	R = 500
Modulvogntog (MTV)	1,50	0,74	0,25	0,15
Vogntog (VT)	0,96	0,47	0,15	0,09
Buss (B)	0,56	0,28	0,09	0,04
Personbil (P)	0,08	0,04	0,02	0,01

Sporingsøkning (m) pga overheng i kurver for noen kjøretøytyper

## Breddeutvidelse i kurver

Grunnparametrene  $b_o$  og  $b_s$  er vesentlige når kjørefeltbredder skal bestemmes i kurver. Dette illustreres i figurene nedenfor (fra hveileder V120).



Nødvendig total breddeøkning,  $\Delta B$

Kjøretøytype	R = 50	R = 100	R = 300	R = 500
Modulvogntog (MTV)	3,40	1,80	0,70	0,50
Vogntog (VT)	2,50	1,30	0,50	0,40
Buss (B)	2,10	1,20	0,50	0,30
Personbil (P)	0,50	0,30	0,20	0,20

Breddeøkning (m) for 2-feltsveg med feltbredde 3,25 m

Verdiene i tabellen er basert på formelen  $\Delta B = 2 \times b_s + 2 \times b_o + 0,15$  (0,15 m er «fast styringstillegg»)

Hovedvegene skulle inntil 01.01.2015 dimensjoneres for vogntog (VT). I NA-rundskriv 2015/14 ble det beskrevet hvilke endringer som måtte gjøres i håndbok N100 etter at Samferdselsdepartementet vedtok at hovedvegnettet skulle planlegges for bruk av modulvogntog (MVT).

## 2.2 Kjøretøy-/bilfører-variable

Det er definert 5 ulike variable grunnparametre knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører (2-1 til 2-5)

### 2-1 V fartsgrense

Denne parameteren ligger til grunn for krav til linjeføring. Enkeltelementer i linjeføringen og utformingen dimensjoneres for en fart som i mange tilfeller er større enn fartsgrensen ved at det i de seneste normalutgavene legges til et fartstillegg og/eller et fartsprofiltillegg. Se også vedlegg 6.4 om fartsbegrepet V.

#### fartstillegg, $\Delta v_t$

De ulike dimensjoneringsklassene gis ulike fartstillegg ut fra vurderinger omkring risiko (sannsynlighet for ulykke og konsekvens). Følgende fartstillegg er benyttet: 0 km/t, 5 km/t og 10 km/t. Fartstillegget påvirker minsteverdiene i dimensjoneringstabellene.

ÅDT	0-4 000		4 000 – 6 000		6 000 – 12 000		>12 000
Fartsgrense	60	80	60	80	60	90	110
Nasjonale hovedveger		H1		H1		H5	H3
Øvrige hovedveger	Hø2	Hø1	Hø2		Hø2		

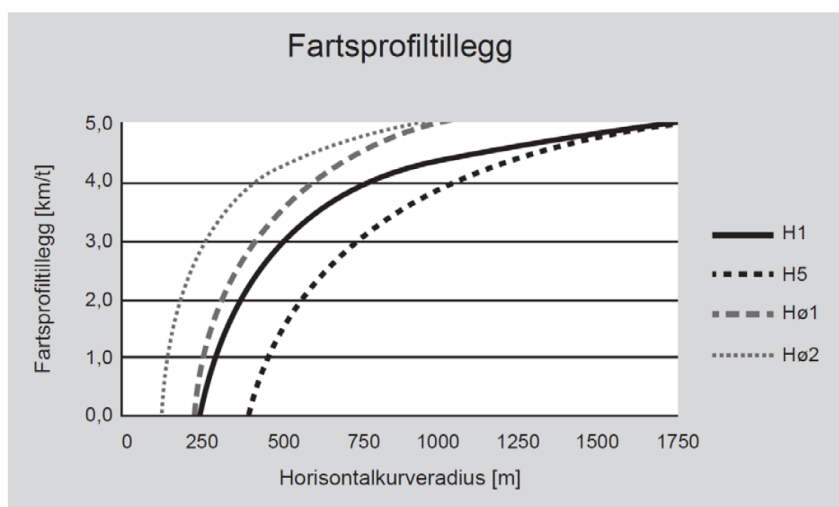
Fartstillegg = 0	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,1
Fartstillegg = 10	Sikkerhetsfaktor – friksjon 1,1

I tidligere normalutgaver er høyeste verdi for fartstillegg 15 km/t.

#### fartsprofiltillegg, $\Delta v_{pt}$

Erfaringsmessig kjører mange raskere enn fartsgrensen ved bedre vegstandard. Derfor er det i de ulike dimensjoneringsklassene lagt inn et fartsprofiltillegg for å kompensere for økt fart ved økende horisontalkurveradius.

Fartsprofiltillegget varierer mellom 0 km/t og 5 km/t. Fartsprofiltillegget er 0 km/t for første linje og økes til 5 km/t for nederste linje i prosjekteringstabellene i N100. For motorvegstandard (dimensjoneringsklasse H3) er det ikke noe fartsprofiltillegg.



Trafikkhastigheten det skal dimensjoneres for påvirker mange parametre. Viktige for linjeføring og investeringskostnader er minimumskravene til horisontalkurver og vertikalkurver. Nedenfor er gjengitt utviklingen i kravene for planlegging for et utvalg av ny tofelts hovedveg/stamveg:

Vegnormal-utgave	Trafikk-mengde	Dimensjonerende hastighet/fart	Trafikk-hastighet	Skiltet fartsgrense	Maks overhøyde	Minimum horisontal-kurve	Minimum høybrekks-kurve
år	ÅDT	km/t	km/t	km/t	%	m	m
1967	1.500 – 4.000	90	68	80	6,0	400	4700
1967	1.500 – 4.000	80	62	80	6,0	300	3200
1977	1.500 – 4.000	90	68	80	7,0	350	4700
1977	1.500 – 4.000	80	62	80	7,0	250	3200
1981	1.500 – 4.000	90	68	80	7,0	350	4700
1981	1.500 – 4.000	80	62	80	7,0	250	3200
1992	1.500 – 5.000	90	-	80	8,0	320	3700
1992	1.500 – 5.000	80	-	80	8,0	230	2400
2002	0 – 1.500	-	-	80	8,0	250	2300
2002	1.500 – 5.000	-	-	80	8,0	350	4000
2008	0 – 4.000	80+5+0 *	-	80	8,0	250	2800
2008	4.000 – 8.000	80+10+0 *	-	80	8,0	275	4200
2013	0 – 4.000	80+5+0 *	-	80	8,0	250	2800
2013	4.000 – 6.000	80+10+0 *	-	80	8,0	300	4400
2019	0 – 6.000	80+5+0 *	-	80	8,0	250	2800
2019	6.000 – 12.000	90+5+0 *	-	90	8,0	400	4700

\* *Fart = Fartsgrense med fartstillegg og fartsprofiltillegg i normalene 2008-2013-2019*

I de tidligste normalene ble det pekt på tre hovedfaktorer for fastsetting av dimensjonerende fart: trafikkmengde, terreng, og ønsket kjørefart. Stor trafikkmengde medførte høy dimensjonerende fart, mens kupert terreng ga lavere fart for å spare investeringskostnader. Og normalt skulle 90 % av kjørefarten være lavere enn dimensjonerende fart. Dette prinsippet er videreført også i 1992-utgaven av hb 017 der det heter: «i spredtbygde områder bør dimensjonerende fart være 10-20 km/t over ønsket fartsgrense, men den kan settes lavere i vanskelig terreng eller på veger med lite trafikk».

I praktisk planlegging ble nok mange planlagte veger liggende i vanskelig terreng og derfor gitt dimensjonerende fart 80 km/t. Fartsgrensen ble også 80 km/t der vegens omgivelser tilsa det. Fartsgrensen for motorveger har økt fra 90 km/t i 1965 til 100 km/t i 2000, og til 110 km/t i 2014.

I vegutformingsnormalene fra og med år 2008 er linjeføringen og utformingen dimensjonert for en fart som i mange tilfeller er større enn fartsgrensen ved at det legges til et fartstillegg og/eller et fartsprofiltillegg.

#### Oppsummering av geometri-beregningsmetodikk basert på fart og farts-suppleringer

Vegnormal-år	1967-1981	1992	2002	2008	2013	2019
Dim. hast/fart	X	X				
Fartsprofil		X				
Fartsgrense			X	X	X	X
Fartstillegg				0 – 15	0 – 15	0 – 10
Fartsprofiltillegg				0 - 10	0 - 5	0 - 5

*Fartsbegrep-utvikling (km/t)*

Metoden for å fastsette vegutformings-krav har altså endret seg ganske mye, men tabell-verdiene i de enkelte dimensjoneringsklasser er ganske like (se tabellen ovenfor).

## 2-2 a akselerasjon

Denne parameteren inngår i beregning av akselerasjonsfelt-lengder i planskilte kryss (personbil) og beregning av forbikjøringsfelt i stigning (vogntog).

Sentrale verdier for beregningene er dimensjonerende kjøretøyers vekt og motoreffekt. 85 % av kjøretøyene skal ha større forholdstall mellom motoreffekt og vekt enn dimensjonerende kjøretøy.

Disse parametrene gjelder for 2019-normalen:

Kjøretøytype	Enhet	Personbil (P)	Vogntog (VT)
Rullemotstand	-	0,015	0,015
Luftmotstand	-	0,4	0,6
Areal, kjøretøyfront	m <sup>2</sup>	2,0	8,0
Masse /vekt	kg	1 500	40 000
Motoreffekt *	kW	60	360
Forhold motor/vekt	kW/kg	0,040	0,009

\* 1 kW = 1,34 HK

I 2013-normalen er de samme verdiene brukt i beregningsmodellene som da ble lansert for å beregne lengden av akselerasjonsfelt ved ulike geometriske forhold for planskilte kryss (håndbok N100 2019, side 62). Det er også laget beregningsmodeller for å beregne forbikjøringsfelt i stigning (håndbok N100 2019, side 78). Bakgrunnen for regnemodellene er nærmere beskrevet i håndbok V121 (Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, 2013) og håndbok V120 (Premisser for geometrisk utforming av veger, 2019). Utviklingen i nye personbilers vekt og motoreffekt går ganske raskt slik at endringer i parametrene i tabellen må påregnes. Både vekt og motoreffekt øker.

I håndbok 017 fra 2008 finnes tabeller for lengden av akselerasjonsfelt avhengig av fartsgrense på primærvegen og om sekundærvegen krysser over eller under primærvegen. Dersom primærvegen har stigning/fall på 4 % eller mer justeres tabellverdiene med 30 %.

For vogntog og modulvogntog forventes motoreffekt å øke, mens tillatt totalvekt i stor grad er politisk besluttet.

## 2-3 r retardasjon

Denne parameteren inngår i beregning av lengden til retardasjonsfelt og venstresvingefelt. Utsiktet tap av fart i stigninger inngår ikke vegnormalenes definisjon av retardasjon. Parameteren **r** er en gjennomsnittsverdi i perioden det bremses fordi start- og slutfasen har mindre hastighetsreduksjon enn i midtfasen.

Dimensjonerende verdi for gjennomsnittlig retardasjon er i 2019-normalen satt til **3,0 m/s<sup>2</sup>**.

I en SINTEF-rapport fra 1974 (Engstrøm) beskrives **0,5 g** (altså 4,9 m/s<sup>2</sup>) som grensen for ubehagelig/akseptabel retardasjon. I rapporten anbefales brukt 2,6 m/s<sup>2</sup>.

(I 1974-rapporten er akseptabel grense for sideakselerasjon satt til **0,25 g** (altså ca 2,5 m/s<sup>2</sup>).

Ved beregning av bremselengde benyttes indirekte en retardasjon:  $r = g \times f_b$

der **g** er tyngdeakselerasjonen **9,8 m/s<sup>2</sup>** og

der **f<sub>b</sub>** er bremsefriksjonen som avhenger av fartsgrensen **V** og sikkerhetsfaktor (**1,0** eller **1,1** knyttet til friksjonsberegninger)

Beregningsmodell for lengden av retardasjonsfelt ved ulike geometriske forhold for planskilte kryss finnes i håndbok N100 fra 2019, side 61. Bakgrunnen for regnemodellen, er nærmere beskrevet i veileder V121 (Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, 2013, side 75).



## 2-4 a<sub>v</sub> vertikalakselerasjon

Denne parameteren inngår i formelverket for beregning av minste vertikalkurve radius for lavbrekk. Lavbrekkskurver dimensjoneres ut fra et ønsket nivå for kjørekraft.

Dimensjonerende verdi for vertikalakselerasjon, **a<sub>v</sub>**, er i 2019-utgaven satt til **0,3 m/s<sup>2</sup>**.

I 2013-utgaven er kravet differensiert mellom hovedveger (0,3 m/s<sup>2</sup>) og samleveger/atkomstveger (0,5 m/s<sup>2</sup>). Håndbok V265 fra 2008 angir hvordan lavbreksskurven beregnes:

$$R_{v, \min} = \frac{v^2}{a_v} = \frac{V^2}{12,96 \cdot a_v} \quad [\text{m}]$$

V = fart [km/t]

a<sub>v</sub> = vertikalakselerasjon [m/s<sup>2</sup>]

v = fart (m/s<sup>2</sup>)

Det antas at verdien for V også her betyr forventet fartsgrense tillagt eventuelle fartstillegg og fartsprofiltillegg.

I 1992-utgaven av vegutformingsnormalen (hb 017) var valg av standardklasse avgjørende for planleggingsparametrene. Standardklassene H1 og S1 var for de største hovedvegene, mens A2 og A3 betegnet de mest lokale vegene.

I premissene for linjeføringen utgitt av SINTEF i 1993 er det følgende oversikt for dimensjonerende vertikalakselerasjon:

Standardklasse	a <sub>v</sub> (m/s <sup>2</sup> )
H1 – S1	0,3
H2 – S2	0,5
H3 – S3 – A1	0,7
A2 – A3	Ingen krav

Formelen for vertikalkurveberegning er lik den i håndboka fra 2008, men V kalles i 1993-utgaven for dimensjonerende fart.

I normalene før 1992 er det f.eks. i 1981-utgaven beskrevet to hensyn til utforming av lavbrekkskurver. Det må tas hensyn til stoppsiktkrav ved kjøring i mørke. Dette kravet vil normalt være avgjørende for minimumsverdien. Dette stoppsiktkravet er altså, av ukjente grunner, forlatt i nyere utgaver av normalene.

Kjørekraft-kravet er diskutert allerede i grunnlagsmaterialet for 1967/1977-normalen.

I notatet «Vertikalkurver» fra TØI i 1963 heter det:

*«I lavbrekk blir vognføreren utsatt for sterkere vertikal akselerasjon enn i høybrekk, siden tyngdeakselerasjonen og sentrifugalkraften virker i samme retning. Det er vanskelig å beregne grenseverdier for vertikal akselerasjon mht kjørekraft da kjøretøyets fjærsystem, bildekkenes fleksibilitet, kjøretøyets totalvekt mm er medvirkende faktorer og varierer sterkt fra kjøretøy til kjøretøy. Undersøkelser tyder på at en maksimumsverdi på **0,3 m/s<sup>2</sup>** for den vertikale akselerasjonen gir tilfredsstillende kjørekraft for de fleste kjøretøytyper.*

*«For å unngå «knekk» i veglinja anvendes ofte en «tommelfinger-regel» som relaterer absolutt minste kurvelengde (L<sub>vk</sub>) til vegens dimensjonerende hastighet: **L<sub>vk</sub> (i meter) = 2/3 V (i km/t).**»*

## 2-5 $v_{vf}$ relativ vertikalfart

Denne parameteren inngår i formelverket for beregning av minste klotoideparameter og brukes for å beregne lengden som overhøyden bygges opp over. Relativ vertikalfart er forskjellen i vertikalfart for hjul på samme aksling, og skyldes at kjørefeltet dreies om senterlinja på vegen når overhøyden bygges opp eller ned. Relativ vertikalfart dimensjoneres ut fra ønsket nivå for kjørekomfort. Verdien er i 2019-normalen satt til **0,05 m/s** for hovedveger.

Formelen for relativ vertikalfart er:  $v_{vf} = b \times v \times e_d / L_o$

der  $b$  = hjulavstand på samme aksling (dimensjonerende personbil),  $v$  = fart i m/s,  $e_d$  = endring i overhøyde, og  $L_o$  = lengden av overgangskurven ved oppbygging fra takfall til  $e_{maks}$ .

I normalen fra 2013 og 2008 er verdien også 0,05 m/s for hovedveger, men det tillates 0,06 m/s for samleveger og atkomstveger.

For normalen fra 1992 er det i premiss-heftet fra 1993 beskrevet at verdien for relativ vertikalfart er tilpasset et ønsket nivå for estetikk og komfort. Verdien er gjort avhengig av standardklassen slik:

Standardklasse	$v_{vf}$ (m/s)
H1 – S1	0,046
H2 – S2 – A1	0,060

I tidligere normaler forekommer ikke parameteren relativ vertikalfart, men i 1981-normalen beskrives krav til klotoideparameteren A slik:

- Krav til kjøredynamikk gir at A bør være mindre enn R (horisontal-kurve radius)
- Krav til estetikk gir at A bør være større enn R / 3.

I normalene fra 1977 og 1971 er det tilsvarende krav til klotoideparameteren.

Kravene til klotoideparameteren A er nærmere beskrevet i kapitlet om linjeføringsparametre.

## 2.3 Omgivelsene-/vegen-variable

Det er definert 5 ulike variable grunnparametre knyttet til omgivelsene/vegen (3-1 til 3-5).

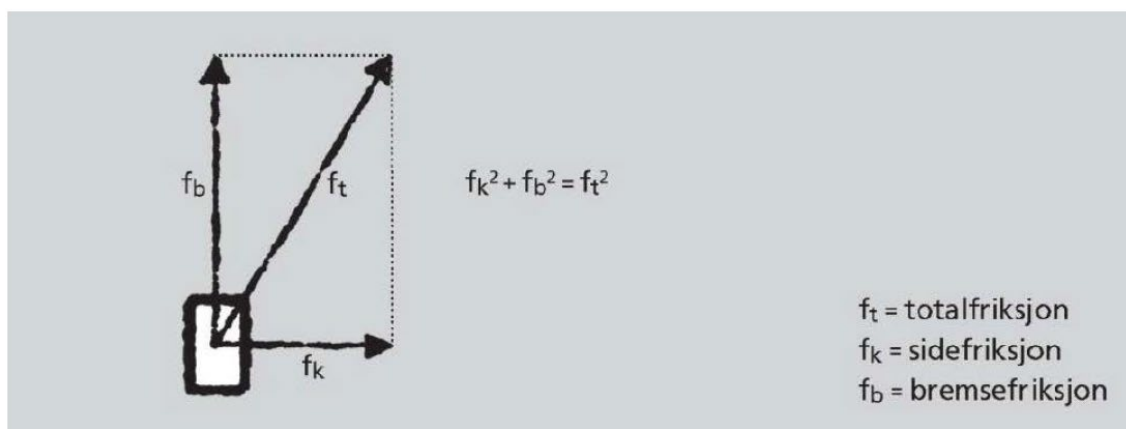
### 3-1 $f_t$ totalfriksjon

Til grunn for dimensjonerende totalfriksjon legges friksjonsverdier fra målinger på vegnettet. For ulike dekketyper (normalt asfaltdekke) skal 95 % av strekningen forventes å ha friksjon bedre enn dimensjonerende verdi ved de gitte førebetingelsene: våt og bar vegbane.

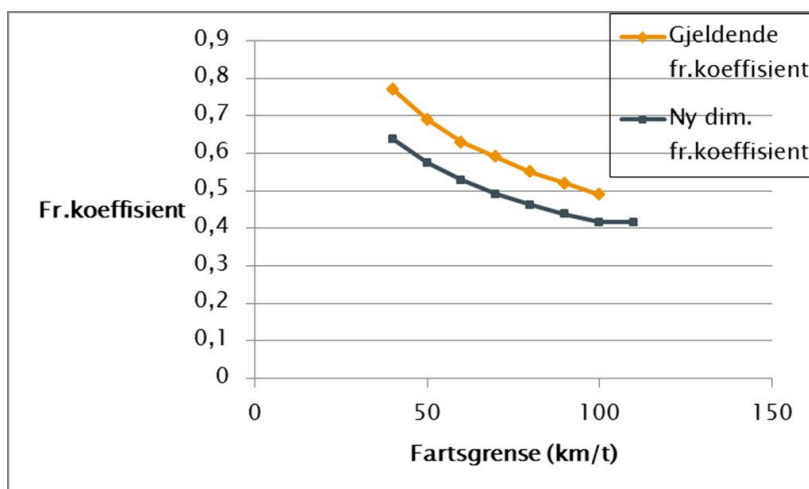
Totalfriksjon sikrer tilstrekkelig friksjon:

- for nedbremsing,  $f_b$  (bremsefriksjon)
- for å holde kjøretøyet på veien ved kjøring i kurver,  $f_k$  (sidefriksjon)

Denne figuren fra veileder V120 (premisser for geometrisk utforming av veger) fra mai 2019 viser sammenhengen mellom de ulike friksjonskomponentene:



Verdiene i tabellen nedenfor er framkommet gjennom friksjonsmålinger med ulik fart (40, 60 og 80 km/t) på bar og våt asfalt (ikke nylagt). Det er gjennomført mange tusen målinger, og verdiene i grafen/tabellen representerer 5 %-fraktilen, dvs at bare 5 % av målingene gir dårligere (lavere) friksjon. Verdiene for **totalfriksjonskoeffisientene** i tabellen tar ikke hensyn til fartstillegg og fartsprofiltillegg.



Ny koeffisient benyttes i 2019-utgaven av håndbok N100

Fartsgrense [km/t]							
40	50	60	70	80	90	100	110
0,64	0,58	0,53	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40

Tabell for **totalfriksjon** fra 2019-utgaven av V120

Fartsgrense [km/t]							
40	50	60	70	80	90	100	110
0,77	0,69	0,63	0,59	0,55	0,52	0,49	

Tabell fra 2013-utgaven av V120. Samme verdier finnes også i 2008 av Linjeføringsteori (håndbok 265)

Det er ikke funnet tilsvarende tabeller i rapporter tidligere enn 2008. Årsaken til de lavere verdiene for totalfriksjon i 2019 er omfattende målinger som dokumenterer faktiske forhold og at tallene representerer 95%-fraktilen og ikke 85%-fraktilen som i tabellene fra 2008/2013. Samtidig er sikkerhetsfaktor-verdiene redusert siden det i 2019-utgaven ligger inne en sikkerhetsfaktor ved å gå fra 85 til 95%-fraktil. Et lavere tall for totalfriksjon gir altså rom for å bruke reduserte sikkerhetsfaktorer.

For at friksjon skal kunne brukes i formelverket må den fordeles på sidefriksjon og bremsefriksjon. I 2019-utgaven av V120 er det gjengitt en tabell som viser **sidefriksjonens andel** (i prosent) av totalfriksjonen.

Fartsgrense [km/t]							
40	50	60	70	80	90	100	110
39 %	39 %	37 %	37 %	34 %	30 %	26 %	20 %

Denne fordelingen er lik 2013-utgaven av V120, som igjen er lik fordelingen i håndbok 265, Linjeføringsteori, fra 2008. I 2008-utgaven er det beskrevet at sidefriksjonsandelene er tilnærmet lik de som ble benyttet i 1992-utgaven av håndbok 017.

Prosentverdiene brukes til å beregne koeffisienter for sidefriksjonen ( $f_k$ ) mens verdiene for bremsefriksjon ( $f_b$ ) beregnes med formelen:

$$f_k^2 + f_b^2 = f_t^2$$

I 2019-utgaven av V120 gir beregningene denne oversikten over friksjonskoeffisientene for ulike fartsgrenser (eksklusive eventuelle sikkerhetsfaktorer):

Fartsgrense [km/t]								
	40	50	60	70	80	90	100	110
$f_t$	0,638	0,575	0,528	0,491	0,461	0,437	0,416	0,397
$f_k$	0,249	0,224	0,195	0,182	0,157	0,131	0,108	0,079
$f_b$	0,588	0,529	0,490	0,456	0,434	0,416	0,401	0,389

For di friksjon ikke er en entydig og eksakt størrelse, og målingene ofte gir stor spredning brukes det sikkerhetsfaktorer. Sikkerhetsfaktorene som brukes i 2019-utgaven er vist i tabell under kapitlet om parameteren fart (V). Det brukes her sikkerhetsfaktorer på 1,0 og 1,1. Dette er kraftig reduksjon fra 2013-utgaven og 2008-utgaven av veilederne der det i tillegg ble brukt sikkerhetsfaktorer på 1,25, 1,50 og 1,75. Endring i bruk av sikkerhetsfaktor må sees i sammenheng med bruk av 95%-fraktil i stedet for 85%-fraktil tidligere, og det gjør det vanskelig å sammenligne friksjonsverdiene direkte.

Selv med høg driftsstandard på hovedvegnettet, vil det i korte perioder kunne være vesentlig lavere friksjon enn forutsatt slik at trafikantene må kjøre saktere enn fartsgrensen.

### 3-2 $f_k$ sidefriksjonskoeffisient

Sidefriksjonen er den delen av totalfriksjonen som sammen med overhøyden tar opp sidekreftene ved kjøring i kurve. Ved geometrisk dimensjonering brukes ulike sidefriksjonsverdier for ulike fartsgrenser. Sidefriksjon inngår i formelen for beregning av minste horisontalkurveradius

$$R_{h,min} = \frac{v^2}{127 \cdot (e_{maks} + f_k)} \quad [m]$$

I 2019-utgaven av V120 gir beregningene denne oversikten over friksjonskoeffisientene for sidefriksjon for ulike fartsgrenser:

Sikkerhetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,249	0,224	0,195	0,182	0,157	0,131	0,108	0,079
1,10	0,226	0,204	0,178	0,165	0,143	0,119	0,098	0,072

Tabell **sidefriksjon** fra 2019-utgaven av V120

Friksjonsverdiene i tidligere veiledere er ulike verdiene i 2019-utgaven. Eksempelvis kan det av tabellen nedenfor sees at for fartsgrense 80 km/t vil sidefriksjonsfaktoren med sikkerhetsfaktor 1,00 i 2019 (0,157) tilsvare sidefriksjonsfaktoren med sikkerhetsfaktor 1,25 i 2013 (0,15).

Sikkerhetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,30	0,27	0,23	0,22	0,19	0,16	0,13	
1,10	0,27	0,25	0,21	0,20	0,17	0,14	0,12	
1,25	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,12	0,10	
1,50	0,20	0,18	0,15	0,15	0,12	0,10	0,09	
1,75	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	

Tabell for **sidefriksjon** fra 2013-utgaven av V120. Samme verdier finnes også i 2008 i veilederen Linjeføringsteori (håndbok 265). Det er ikke funnet tilsvarende tabeller i rapporter tidligere enn 2008.

### 3-3 $f_b$ bremsefriksjonskoeffisient

Bremsefriksjonen er den delen av totalfriksjonen som bremser ned kjøretøyet fra en viss fart til stopp. Ved geometrisk dimensjonering brukes ulike bremsefriksjonsverdier for ulike fartsgrenser. Bremsefriksjon inngår i formelverket for beregning av siktlengder (stoppsikt og møtesikt). Det betyr at beregningen av minste vertikalkurveradius i høybrekk er avhengig av bremsefriksjonen.

I 2019-utgaven av V120 gir beregningene denne oversikten over friksjonskoeffisientene for bremsefriksjon for ulike fartsgrenser:

Sikker- hetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,588	0,529	0,490	0,456	0,434	0,416	0,401	0,389
1,10	0,534	0,481	0,446	0,415	0,394	0,379	0,365	0,354

Tabell for **bremsefriksjon** fra 2019-utgaven av V120

Friksjonsverdiene i tidligere veiledere er ulike verdiene i 2019-utgaven. Det skyldes andre krav til friksjonsfaktor i den seneste utgaven slik det er vist i tabellene for totalfriksjon på side 20.

Eksempelvis kan det av tabellen nedenfor sees at for fartsgrense 80 km/t vil friksjonsfaktoren med sikkerhetsfaktor 1,00 i 2019 (0,434) tilsvare friksjonsfaktoren med sikkerhetsfaktor ca 1,2 i 2013.

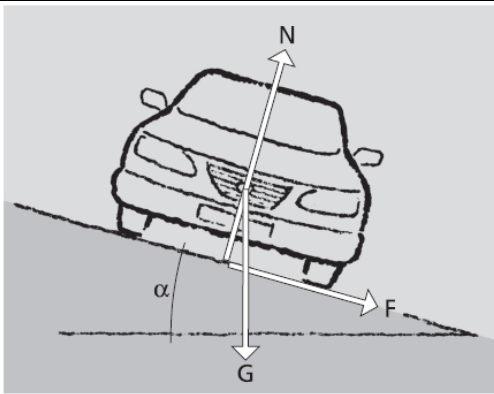
Sikker- hetsfaktor	Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,00	0,70	0,63	0,59	0,54	0,52	0,49	0,47	0,47
1,10	0,64	0,58	0,53	0,49	0,47	0,45	0,43	0,43
1,25	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,39	0,38	0,38
1,50	0,47	0,42	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32	0,32
1,75	0,40	0,36	0,34	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27

Tabell for **bremsefriksjon** fra 2013-utgaven av V120. Samme verdier finnes også i 2008 av Linjeføringsteori (håndbok 265). Det er ikke funnet tilsvarende tabeller i rapporter tidligere enn 2008.

### 3-4 e overhøyde

Med overhøyde (**e**) menes kjørebanelens tverrfall i horisontalkurver. Overhøyden tar sammen med sidefriksjonen opp sidekrefter ved kjøring i kurver. Maksimal overhøyde (**e<sub>maks</sub>**) inngår i beregning av minste horisontalkurveradius, minste lengde for oppbygging av overhøyde og minste klotoidparameter.

Nedenfor illustreres sammenhengen mellom fartsgrense, overhøyde og friksjon. Fra 2013-utgaven av V120.



Figur 3.2: Krefter som virker på kjøretøy ved kjøring i kurve

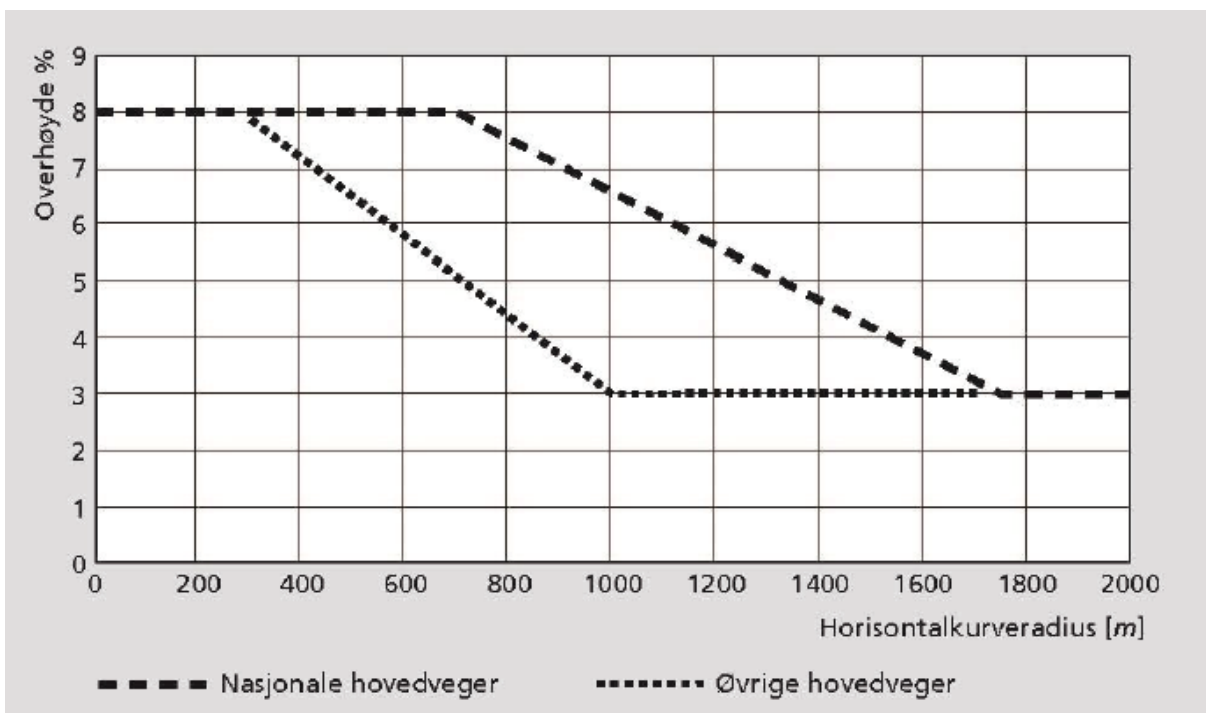
Følgende parametere inngår i beregning av minste horisontalkurveradius:

- $V$  = fartsgrense (med eventuelle fartstillegg) [km/t]
- $e_{maks}$  = maksimal overhøyde [m/m]
- $f_k$  = dimensjonerende sidefriksjonsfaktor

Minste horisontalkurveradius ( $R_{h,min}$ ) beregnes ut fra følgende formel:

$$R_{h,min} = \frac{V^2}{127 \cdot (e_{maks} + f_k)} \quad [m]$$

Maksimal overhøyde har siden vegenormalen fra 1992 vært satt til **8 %**. Figuren nedenfor er fra 2019-utgaven (og 2013-utgaven) av V120. Samme figur finnes også i håndbok 265 fra 2008.



I håndbok 017 fra 1981 er største tillatte overhøyde fastsatt til **7 %**, den samme verdien finnes også i 1978-utgaven, mens de tidligste normal-bladene fra 1967-1971 angir **6 %** som maksimalt tillatte overhøyde. Overhøyden skal, sammen med sidefriksjonen, kompensere for påført sidekraft ved kjøring i horisontalkurve.

I vegnormal-bladet fra 1967 skal minste tillatte kurveradius være 300 m for dimensjonerende hastighet 80 km/t og 400 m for hastighet 90 km/t ved overhøyde på **6 %**.

Den økte verdien for maksimal-overhøyde som bestemt i de siste vegnormal-utgavene muliggjør høyere hastigheter og mindre horisontalkurveradier.

Eksempelvis ble altså en ganske vanlig hovedveg i 1967 med dimensjonerende hastighet 90 km/t (fartsgrense 80 km/t) konstruert med overhøyde 6 % og minste horisontalkurveradius på 400 m. En tilsvarende vegstrekning ville i 2019 bli konstruert med overhøyde 8 % og minimumsradius på 250 m.

I den siste utgaven av håndbok N100 (2019) er største overhøyde for dimensjoneringsklasse H3 med fartsgrense 110 km/t og ÅDT  $\geq 12.000$  satt til 7,5 %. Ved beregning av minste horisontalkurvatur (800 m) benyttes fartstillegg 10 km/t og sikkerhetsfaktor for friksjon på 1,10.

I grunnlaget for forrige utgave av håndbok N100 (2013) viser beregninger i V120 at for høyeste dimensjonerings-klasse, H9, fås største overhøyde 8,0 % ved minste horisontalkurvatur 700 m. Da er fartsgrensen satt til 100 km/t, fartstillegget 15 km/t og sikkerhetsfaktor for friksjon 1,75.

Årsakene til endringene i maksimalt tillatt overhøyde er ikke godt dokumentert i veilederne, men det antas at behovet for å kunne bygge med krappere kurvatur i kupert terreng samtidig som sikkerhetsnivået opprettholdes er et sannsynlig motiv. Nabolandet Sverige har maksimal overhøyde på 5,5 %, men terrenget der er normalt vesentlig slakere slik at det ikke medfører kostnadsøkninger med større horisontalkurver.

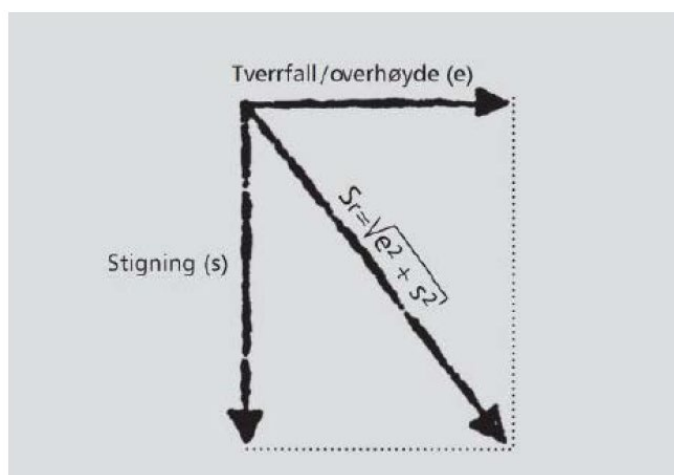


### 3-5 S stigningsgrad

Stigningsgraden er definert som høydeforskjell dividert med horisontal avstand. Stigningsgraden inngår i formelverket for beregning av sikt lengder og resulterende fall. Verdien måles langs vegens senterlinje, og maksimalverdien bestemmes ut fra dimensjoneringsklasse og hensynet til tunge kjøretøyers framkommelighet. På strekninger med vanskelig framkommelighet på vinterføre vurderes stigninger spesielt.

Maksimal stigningsgrad,  $S_{maks}$ , for ulike dimensjoneringsklasser varierer i 2019-utgaven av normalene fra 5 % til 8 %. Kravene til maksimal stigning/fall har vært endret i tidligere vegnormal-utgaver.

Resulterende fall,  $S_r$ , framkommer som resultatanten av lengdefall (stigningsgrad) og tverrfall (overhøyde)



I vegnormalen stilles det krav til minste og største tillatte resulterende fall.

Minste resulterende fall er i 2019-normalen er et bør-krav satt til 2% for å sikre vannavrenning. Denne verdien var et skal-krav i 2013-, 2008- og 2002-utgaven av vegnormalene. Men i 1992-utgaven og tidligere normaler var minimumskravet 0,5 %. Så lave verdi gir stor risiko for vannplaning i høye hastigheter.

Krav til største resulterende fall i 2019-utgaven avhenger av dimensjoneringsklassen, med 10 % for H1 og H5, og 9 % for H3. For veger med ÅDT lavere enn 4000 aksepteres opp til 11,3 % resulterende fall der det er en kombinasjon av maksimalt tverrfall og maksimal stigning.

Tilsvarende for 2013-utgaven er kravene like for alle dimensjoneringsklassene bortsett fra den største motorvegklassen med fartsgrense 100 km/t med ÅDT  $\geq 20.000$ . Der er kravet 9,5 %.

#### Stigningskrav for hovedveg med fartsgrense 80 km/t (dim. hast. 90 km/t). ÅDT ca 5.000

Vegnormal-år	1967-1981 dim 90	1992 dim 90	2002 80	2008 80	2013 80	2019 80
Maksimal stigning/fall %	5,5	7	6	6	6	6
Største resulterende fall %	8	9	10	10	10	10
Minste resulterende fall %	0,5	0,5	2,0	2,0	2,0	2,0

*Eksempel på stigningskrav (%) i ulike normal-utgaver*

Stigningsgrad uttrykkes vanligvis i %. Største tillatte stigningsgrad er bestemt av krav til framkommelighet, kjørefort, kapasitet og sikkerhet. Kravene i 2019-utgaven av håndbok N100 varierer fra 5 % til 8 % avhengig av dimensjoneringsklassen. Maksimal stigning i plankryss er 5 %.

Kravene til stigning har variert litt de siste 50 årene. Personbiler vil i stigninger opp til 6 % lett holde samme kjørefart som på flat veg. Tunge kjøretøy får merkbart lavere fart ved stigninger brattere enn 3%. Når ÅDT overstiger 4000 bør det bygges forbikjøringsfelt. Det er utviklet en regnemodell for beregning av nødvendig lengde.

Kravet til maksimal (dimensjonerende) fartsdifferanse ved forbikjøringsfeltets avslutning ble senket med 5 km/t i 2013. Altså fra 15 km/t til 10 km/t når ÅDT for tunge kjøretøy overstiger 400 kjt/d. For mindre trafikk med tunge kjøretøy ble kravet tilsvarende senket fra 20 km/t til 15 km/t.

I normalene fra 2008 og tidligere var kravene til dimensjonerende (kritisk) fartsdifferanse ved forbikjøringsfeltets start og avslutning de samme, dvs 15 km/t for ÅDT (tunge) større en 400 og 20 km/t for ÅDT (tunge) lavere enn 400. I de senere normalene er startdifferansekravet beholdt uendret.

Trafikksikkerhetshåndboken fra TØI inneholder noen vurderinger av stigningsgrad med hensyn til ulykker. Der antydes at stigninger/fall større enn 5 % gir en viss øning i ulykker.

Framkommelighet på vinterføre, sammen med trafikkavviklings-kapasitet på store hovedveger, taler for lavest mulig stigningsgrad. Mange elbil-førere senker farten litt i bratte stigninger for å spare på batteriet.

I krappe horisontalkurver ble det i tidligere normaler stilt krav til at resulterende fall kunne gi strengere krav til stigningsgraden. Det ble gjort beregning ved hjelp av formelen

$$s_{maks} = \sqrt{s_{r,maks}^2 - e^2} \text{ [m/m]}$$

Der eksempelvis **Sr, maks** er 10 % for en H1-veg med fartsgrense 80 km/t, og **e** er det aktuelle tverrfallet.

I gjeldende normal fra 2019 er det for veger med ÅDT lavere enn 4000 akseptert opp til 11,3 % resulterende fall der det er en kombinasjon av maksimalt tverrfall og maksimal stigning.

## 2.4 Bilfører-variabel

Det er definert 1 variabel grunnparameter knyttet til bilføreren (4-1)

### 4-1 $t_r$ reaksjonstid

Reaksjonstid inngår i formelverket for beregning av stoppsikt, møtesikt og forbikjøringsikt. Reaksjonstiden består av to komponenter; (1) den tiden man bruker på å oppfatte en spesiell situasjon og (2) den tiden man bruker til å bestemme seg for handling (bremse/akselerere/styre unna). Det forutsettes at 85 % av personbilførerne vil reagere raskere enn dimensjonerende verdi.

Det skal tas hensyn til at bilførerne har sterkt varierende yteevne. Reaksjonstiden dreier seg om tidsspennet for synsinntrykk – bearbeiding – beslutning – handling.

Vegnormalen fra 2019 angir en fast dimensjonerende verdi på **2 sekunder**, uavhengig av vegfunksjon, fartsgrense og trafikkmengde. Denne verdien finnes også i tidligere normaler tilbake til 1981-utgaven.

Før revisjonen av håndbok 017 i 2008 gjennomførte SINTEF et oppdrag fra Vegdirektoratet med tema «Reaksjonstid i vegtrafikken», rapportnr STF A04332. Det ble gjennomført litteraturstudium, forsøk i kjøresimulator, registrering i trafikken, og bearbeiding av data fra tidligere simulatorforsøk. Det ble konkludert med at 85%-fraktilen for reaksjonstiden ligger mellom 1,5 og opp mot 2,0 sekund. For å inkludere flest mulig situasjoner anbefales å benytte en verdi på 2,0 sekunder som dimensjonerende reaksjonstid. Det ble ikke funnet noen statistisk sammenheng mellom reaksjonstid og vegstandard. Derfor skiller det i Norge ikke mellom ulike vegstandarder som det for eksempel gjøres i Sverige. Der varierer verdien fra 2,0 sekund for god vegstandard til 1,0 sekund for lav standard.

I premissene for vegnormalene for 1992 står det i SINTEF-rapporten fra 1993: «Teoretisk synes det fornuftig å knytte dimensjonerende reaksjonstid til en representativ verdi for bilførerne som holder vegens dimensjonerende fart.»

I vegnormalene fra 1967-1977 benyttes ulike verdier av reaksjonstid avhengig av ulike vegtyper/vegklasser.

- $t_r = 3$  sekunder for motorveger og avkjørselsfrie veger
- $t_r = 2$  sekunder for andre veger
- $t_r = 1,5$  sekunder for gater som inngår i riksvegnettet

I framtidige vegnormaler bør det vurderes om utviklingen av kjøretøyers førerstøttesystemer kan gi grunnlag for å redusere dimensjonerende verdi for reaksjonstiden.

### 3. LINJEFØRINGSPARAMETRENE

Figuren på side 10 illustrerer sammenhengen mellom parametrene og hvilke som defineres som linjeføringsparametre (og ikke grunnparametre eller planleggingsparametre).

Det er vist 11 linjeføringsparametre som er beskrevet slik:

- **L<sub>f</sub>** = forbikjøringssikt-lengde
- **L<sub>s</sub>** = stoppsikt-lengde
- **L<sub>m</sub>** = møtesikt-lengde
- **S<sub>maks</sub>** = største tillatte stigning
- **R<sub>v, min høybrekk</sub>** = minste vertikalkurveradius ved høybrekk
- **R<sub>v, min lavbrekk</sub>** = minste vertikalkurveradius ved lavbrekk
- **S<sub>r, maks</sub>** = største tillatte resulterende fall
- **S<sub>r, min</sub>** = minste tillatte resulterende fall
- **A<sub>min</sub>** = minste klotoidparameter
- **R<sub>h, min</sub>** = minste horisontalkurveradius
- **Δ B** = breddeutvidelse

De fleste av disse parametrene er omtalt sammen med grunnparametre som påvirker linjeføringen.

Utformingen av en ny veglinje/vegtrase påvirkes av mye mer enn minimumskravene som følger av fysiske lover i grunnparametrene. Vegen skal i størst mulig grad følge formasjonene i terrenget og gi bilførerne god trafiksikkerhet og tilpasset trafikkavviklingskapasitet. Blant annet må det sørges for at en tilstrekkelig andel av vegstrekningen har forbikjøringssikt.

Det er viktig å gi vegen en god «rytme» og god estetikk ved at enkelt-elementene gjøres tilstrekkelig lange og at kurvepunktene i horisontalplanet og vertikalplanet faller sammen i størst mulig grad. Det vil gi en god optisk føring. Ved tilstrekkelig lengdefall der overgangskurvene plasseres blir det enkelt å tilfredsstille kravene til minimum resulterende fall på kjørebanelen.

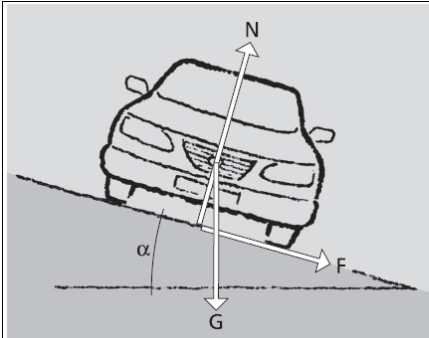
Noen av linjeføringsparametrene kommenteres på de neste sidene:

- **R<sub>h, min</sub>** = minste horisontalkurveradius
- **A<sub>min</sub>** = minste klotoidparameter
- **R<sub>v, min høybrekk</sub>** = minste vertikalkurveradius ved høybrekk
- **R<sub>v, min lavbrekk</sub>** = minste vertikalkurveradius ved lavbrekk

I tillegg omtales begrepet **nabokurver**

#### 3.1 *R<sub>h, min</sub> = minste horisontalkurveradius*

Minste horisontalkurve bestemmes ut fra ønsket om likevekt mellom kreftene som virker på kjøretøyet, slik illustrasjonen på neste side viser sammenhengen mellom fart, overhøyde og friksjon.



Figur 3.2: Krefter som virker på kjøretøy ved kjøring i kurve

Følgende parametere inngår i beregning av minste horisontkurveradius:

- V = fartsgrense (med eventuelle fartstillegg) [km/t]
- $e_{maks}$  = maksimal overhøyde [m/m]
- $f_k$  = dimensjonerende sidefriksjonsfaktor

Minste horisontkurveradius ( $R_{h,min}$ ) beregnes ut fra følgende formel:

$$R_{h,min} = \frac{V^2}{127 \cdot (e_{maks} + f_k)} \quad [m]$$

Maksimal overhøyde har siden vegnormalen fra 1992 vært satt til 8 %.

I premiss-rapporten fra 1993 (side 34) finnes dette eksempelet på beregning av minste horisontkurveradius for standardklasse H2 (hovedveg i middels tett bebyggelse). V betegner her dimensjonerende fart

St-klasse	V	$e_{maks}$ tabell 4.6	$f_k$ tabell 4.4	R	e figur 5.6	$R_{min}$	Krav til $R_{min}$
H2	50	0.08	0.22	66	0.08	66	70
	60	0.08	0.20	101	0.08	101	100
	70	0.08	0.18	148	0.08	148	150
	80	0.08	0.16	210	0.08	210	210
	90	0.08	0.14	290	0.077	294	300
	100	0.08	0.12	394	0.070	414	420

I kolonnen lengst til høyre er beregnede verdier avrundet.

Senere normalutgaver bruker samme beregningsmåte, men verdiene for  $R_{h,min}$  er litt avvikende siden farten (V) er endret fra dimensjonerende fart til fartsgrense med diverse fartstillegg.

Vegnormalene inneholder også verdier for når horisontkurver kan bygges uten overhøyde. Da benyttes samme beregningsformel, men  $e_{maks}$  er byttet ut med takfallverdien (normalt -0,03).

Prosjekteringstabellene inneholder derfor et bør-krav om å benytte takfall når horisontkurveradius f. eks. er større enn 2500 m for fartsgrense 80 km/t og større enn 4000 m for fartsgrense 110 km/t.

I vegnormalen fra 2002 kom det inn et bør-krav om at minimumskurvaturen over bru økes med 50%.

Senere utgaver har dette som skal-krav. Det er ikke noen begrunnelse for at verdien skal økes med akkurat 50 %, men det vises til at friksjonen kan være dårligere enn på tilstøtende veg.

Eksempelvis vil en H1-veg med fartsgrense 80 km/t kunne klare seg med en sidefriksjonsfaktor på 46% av den som er normen for å beregne minste horisontkurveradius. Tilsvarende vil en H3-veg med fartsgrense 110 km/t kunne ha sidefriksjonsfaktor på 26 % av normalen.

### 3.2 $A_{min}$ = minste klotoidparameter

Viktig for utformingen av veger med god linjeføring er bruk av passe store klotoider. I håndbok N100 er det satt en absolutt minsteverdi for klotoiden ( $A_{min}$ ) knyttet til minste horisontalkurveradius i de ulike dimensjoneringsklassene. Minste klotoidparameter beregnes ut fra krav til lengde for overhøydeoppbygging. I beregningen inngår følgende parametre.

$R_{h,min}$  = minste horisontalkurveradius [m]

$b$  = hjulavstand [m]

$e_{maks}$  = maksimal overhøyde [m/m]

$V$  = fartsgrense (med eventuelle farts- og fartsprofiltillegg) [km/t]

$v_{vf}$  = relativ vertikalfart [m/s]

$L_{o,min}$  = nødvendig lengde for å bygge opp overhøyde fra 0 til  $E_{maks}$  [m]

Minste klotoidparameter beregnes ut fra formelen:

$$A_{min} = \sqrt{R_{h,min} \cdot L_{o,min}} \quad \text{hvor} \quad L_{o,min} = \frac{b \cdot V \cdot e_{maks}}{3,6 \cdot v_{vf}}$$

I håndbok N100 Veg- og gateutforming er det satt en absolutt minsteverdi for  $A_{min}$ , knyttet til minste horisontalkurveradius i de ulike dimensjoneringsklassene. Ved kurveradier større enn  $R_{h,min}$  vil kravet til klotoidparameteren  $A$  øke.

I tidligere normaler var krav til kjøredynamikk, kurvelengde og estetikk brukt ved fastsetting av  $A_{min}$ .

I den eldste normalen fra **1967** er det lagt stor vekt på beregning og bruk av overgangskurver. Overgangskurver vil bidra til en mykere og godt utformet veglinje, og klotoiden egner seg godt til overgangskurve fordi krumningen tiltar (eller avtar) lineært med kurvelengden. Formelen for klotoiden gjengis slik:  $A^2 = R \times L$

Til grunn for beregninger av  $A_{min}$  legges vurderinger av kjøredynamiske forhold, av overhøydeoppbygging og av estetisk utforming. Disse vurderinger resulterer oftest i 3 ulike verdier for  $A_{min}$ , hvorav den største alltid anvendes i detaljplanleggingen.

Retningsendringen over klotoidens første del er svært liten. Først når retningsendringen er minst  $3^\circ$  er klotoiden så lang at dens karakteristiske form er merkbar. Klotoiden bør derfor være minst så lang at det punktet nås der  $R=3A$ ,  $L_{min} \geq A/3$ .

Når sirkelkurveradiusen er stor, har det liten hensikt å legge inn overgangskurve slik at klotoider kan sløyfes ved kurver med slakere radius enn 2000 m.

#### Kjøredynamikk

Når et kjøretøy beveger seg inn i en kurve fra en rettstrekning påføres en sidekraft som i kurver med  $R \leq 2000$  m må avdempes slik at kjørekomfort og sikkerhet blir tilfredsstillende. Dette oppnås ved å stipulere en maksimal verdi for tverrykket, dvs endringen i sidekraftens akselerasjon med tiden. Det største akseptable tverrykk er fastsatt til  $0,5 \text{ m/sek}^3$ . Klotoidens minsteparameter kan uttrykkes som en funksjon av dimensjonerende hastighet,  $V$ , og beregnes etter formelen:  $A_{min} = 0,21 \sqrt{v^3}$

### Overhøydeoppbygging

Et annet kriterium for fastleggelse av  $A_{\min}$  er at oppbyggingen av overhøyden i sin helhet skal kunne foretas i overgangskurven. Klotoidens lengde må følgelig være lik eller større enn overhøyderampens lengde,  $L_0$

$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot L_0} \quad \text{hvor } L_0 = \frac{b \cdot V \cdot e_{maks}}{3.6 \cdot v_{vh}}$$

Dersom vegen har 3 kjørefelt gis en  $L_0$  korreksjonsfaktor 1,19 og ved 4 kjørefelt er korreksjonsfaktoren 1,32. (tabell VII-3.3 i normalblad fra 1967).

Normalt bør klotoideverdien  $A$  være mindre enn  $R$ .

### Estetikk

Et tredje kriterium for  $A_{\min}$  er at retningsendringen må være stor nok til at den er optisk merkbar.

Dette kan uttrykkes ved formelen  $A_{\min} \geq R/3$

### Valg av klotoideparameter

Minimumsverdi beregnes separat for kriteriene kjøredynamikk, overhøydeoppbygging/klotoidelengde. Den beregningen som gir høyest verdi blir dimensjonerende.

I normalen fra 1967 beskrives også grundig overgangskurver/klotoider brukt som vendeklotoide mellom to motsatt rettede sirkelkurver. Da gjelder følgende begrensninger for klotoidenes parametre og sirkelkurvenes radier:

$$A1/A2 \leq 1,5$$

$$R1/R2 \leq 3,0 \quad \text{når klotoidene har samme parameter}$$

$$R1/R2 \leq 4,5 \quad \text{når klotoidene har ulike parametre}$$

Hvor

$A1$  = den største av de to parametrene

$A2$  = den minste av de to parametrene

$R1$  = den største av de to radiene

$R2$  = den minste av de to radiene

Det bør alltid forutsettes en mellomliggende rettstrekning på 10 m, med mindre denne formelen resulterer i en større lengde:  $L = (A1 + A2)/40$ .

Det beskrives også klotoidekrav for bruk av overgangskurver ved eggekurver

$$R2/2 \leq A \leq R2$$

og sammenstøtende klotoider.

$$A1/A2 \leq 1,3$$

Kravene i premiss-rapporten fra **1993** (side 40) gjengis nedenfor:

Minste klotoidparameter i normalen er beregnet ut fra krav til overhøydeoppbygging, krav til kjøredynamikk, krav til kurvelengde og et veiledende "krav" til estetikk.

Krav til overhøydeoppbygging:

$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot L_o} \quad \text{hvor } L_o = \frac{b \cdot V \cdot e_{\max}}{3.6 \cdot v_{vh}}$$

Krav til kjøredynamikk:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{0.0214 \cdot V^3 - 2.73 \cdot e_{\max} \cdot R \cdot V}{\lambda}}$$

Krav til kurvelengde:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R \cdot V \cdot t}{3.6}}$$

Krav til estetikk:

$$A_{\min} \approx \frac{R}{3} \quad (\text{bare veiledende})$$

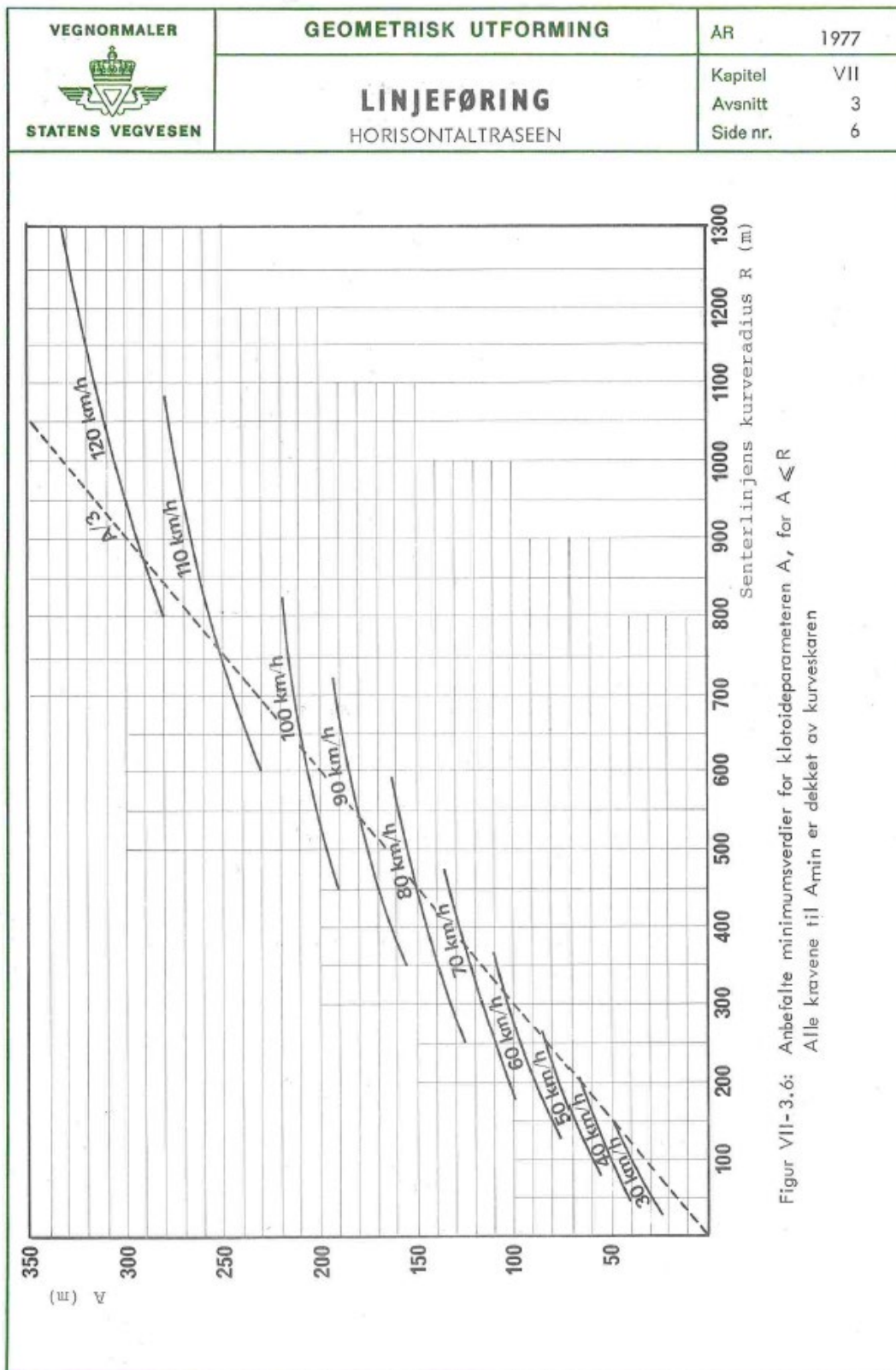
hvor

R	=	horisontalkurveradius (m)
b	=	hjulavstand (m)
$e_{\max}$	=	endring i overhøyde over klotoiden
V	=	dimensjonerende fart (km/t)
$v_{vh}$	=	relativ vertikalfart (m/s)
$\lambda$	=	tverrykk (m/s)
t	=	minste kjøretid i klotoide (sek)

Den av disse ligningene som gir den største verdi for  $A_{\min}$ , er dimensjonerende i hvert enkelt tilfelle.



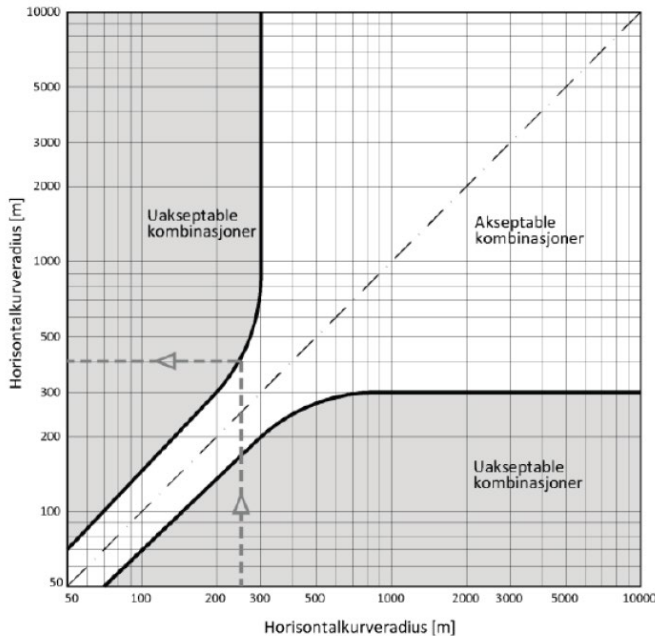
I vegnormalene fra 1977 til 1981 finnes følgende figur:



Denne figuren ga en rask løsning på å konstruere en bra og harmonisk linjeføring

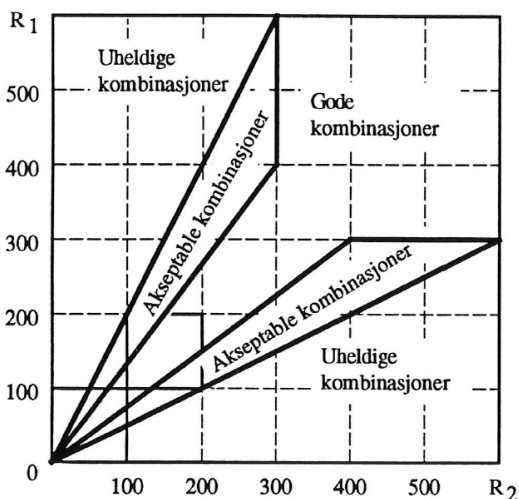
## Nabokurver

For å sikre jevn geometri stilles det krav til nabokurver i horisontaltraseen. I gjeldende håndbok N100 fra 2019 viser dimensjoneringstabeller hvilke sirkelkurveradier som er akseptable. Tabellene er basert på sammenhenger vist i figuren hentet fra veileder V120 fra 2019.



For sirkelkurver med radius  $\leq 300$  m settes krav til nabokurver. Nabokurven til  $R_h = 300$  m ligger i intervallet  $R_h = 200$  m til  $R_h = 1000$  m. For alle kurver med radius  $>300$  m er det ingen øvre grense for nabokurvens radius. Dersom fellestangenten mellom de to sirkelkurvene i en S-kurve er kortere enn 2 ganger fartsgrenseverdien (f. eks. hvis fellestangenten er kortere enn 160 m ved fartsgrense på 80 km/t) regnes ikke den korte rettlinjen som nabokurve. Sirkelkurvene blir da nabokurver.

Dette nabokurvekravet finnes første gang i håndbok 017 fra 1992. I premissene utgitt i 1993 finnes denne figuren som bygger på «egne vurderinger samt en figur fra tyske normaler».



Prinsippet er lik figuren fra 2019, men kravene til minste kurve er her 400 m i stedet for 300 m iden ferskeste normalen. Og kravet om en fellestangentlengde regnes som 2 x den minste sirkelkurveradiusen. F. eks. vil en sirkelkurveradius på 250 m medføre at 500 m blir maks tangentlengde for at sirkelkurvene skal regnes som nabokurver. Det gir en betydelig forskjell fra 2019-kravet på 160 m.

### 3.3 $R_v$ , min høybrekk *minste vertikalkurveradius ved høybrekk*

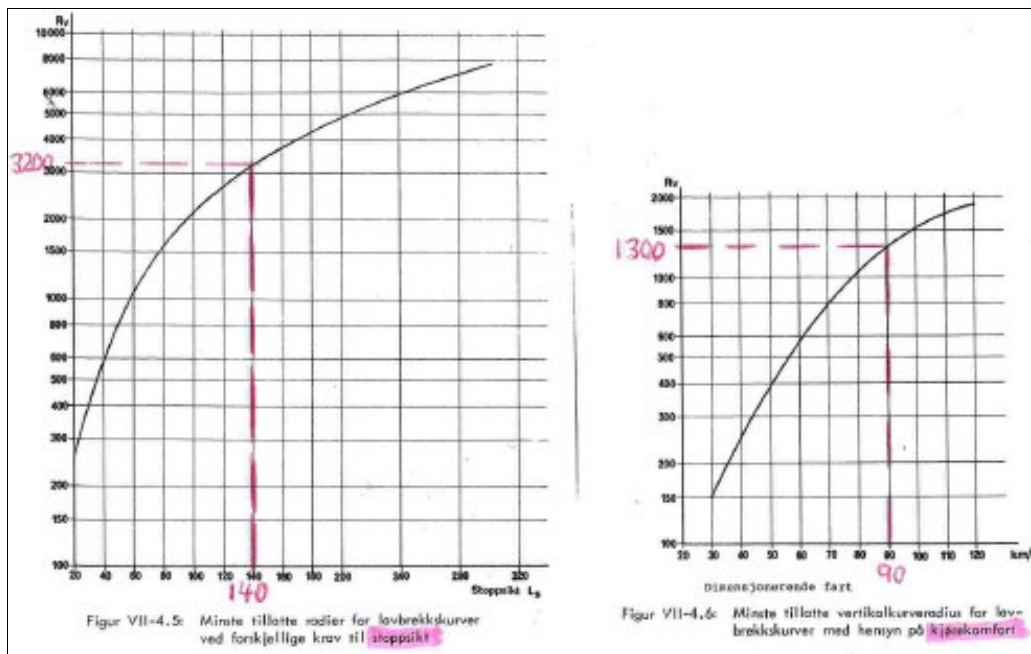
Høybrekkskurver er dimensjonert ut fra siktkrav ved kjøring i dagslys. Dimensjoneringstabellene i 2019-utgaen av N100 er beregnet ut fra kravet til stoppsikt mot et objekt med høyde 0,30 m. Den beregningsmessige objekthøyden er 0,25 m, og øyehøyden for bilførerene er satt til 1,10 m. Øyehøyden på 1,10 m er holdt uendret siden normalutgaven fra 1977. Objekthøyden var i 1977 kalt hinderhøyden og gitt verdien 0,20 m.

Fra de eldste vegnormalene og fram til gjeldende normal fra 2019 er minimumskravene til høybrekksradius litt redusert, mest pga litt økning i objekthøyden.

### 3.4 $R_v$ , min lavbrekk *minste vertikalkurveradius ved lavbrekk*

Lavbrekkskurver er nå dimensjonert ut fra krav til kjørekomfort. I beregningsformelen inngår fartsgrense (med eventuelle fartstillegg) og krav til vertikalakselerasjon. Tidligere ble lavbrekkskurver dimensjonert ut fra kjøring i mørke. I 1993-premissene ble det oppfordret til å kontrollere siktforholdene for kjøring i mørke der vegen ikke var belyst.

Figuren nedenfor (dessverre litt uskarp) er fra vegnormalen i 1977 der det framgår at det stor forskjell på kurvekravet mht stoppsikt og kjørekomfort.



På figuren er det med rød farge illustrert eksempel på kurvaturkrav når stoppsikt er 140 m (tilsvarende dimensjonerende fart 90 km/t og fartsgrense 80 km/t). Stoppsiktkravet gir minimum lavbrekkskurve på ca 3200 m, mens kjørekomfortkravet gir 1300 m.

I 2019-utgaven av N100 viser prosjekteringstabellen for H1 med fartsgrense 80 km/t et stoppsiktkrav på 115 m og **krav til minste lavbrekkskurve på 1900 m**. Dette harmonerer dårlig med det som er vist på grafene ovenfor. Og 1992-normalen viser at kjørekomfortkravet ga vertikalkurveradius 2090 m.

I Sverige og Danmark dimensjoneres lavbrekk for kjøring i mørket. Der gir fartsgrense 80 km/t krav om minste lavbrekkskurveradius på 3500 - 4400 m. Det forutsettes lyskasterhøyde på 600 mm og spredning i lyskjeglen på  $1^\circ$ .

## 4. VEGBREDDE

### 4.1 Historiske vegbredder

Retningslinjer for vegbredder var en vesentlig del av vegutformingsnormalene fra de eldste tider. Ulike vegklasser ble knyttet opp til forventede trafikkmengder. Nedenfor er vegklasse-forskriftene fra 1974.

Statens Vegvesen  
Vegdirektoratet

TABELLARISK OVERSIKT OVER VEGKLASSER M.M. IFLG. REVIDERTE  
FORSKRIFTER FOR ANLEGG AV VEG AV 17/4 - 1974

Veg- kl.	Grunnprofil (mål i m)	Vegled.	Din.	Max
		kapas. ÅDT	hast. km/t	stign. ‰
I A		Inntil 50.000	80 -120	60
I B		Inntil 40.000	70 -100	70
II B		8.000 -12.000	60 -100	80
II C		4.000 -8.000	60 -90	80
II D		1.500 -4.000	50 -90	90
II E		300 -1.500	40 -80	95
III		< 300	30 -70	100

\*) Bredden vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.  
\*\*) Reduseres med 50% i kystbart terreng.

Disse forutsetningene er temmelig like også i 1981-utgaven av normalene.

Men i 1992 ble begrepet standardklasse innført, med hele 12 standardklasser. Vegbredden for en «vanlig» hovedveg for ÅDT 5.000 – 10.000 er 8,50 m med kjørefeltbredder på 3,25 m. Samme vegbredde gjaldt for dimensjonerende fart i så stort spenn som 80 – 130 km/t.

I 2008-utgaven av Håndbok 017 brukes begrepet dimensjoneringsklasser og en mye brukt hovedveg-utforming S4 for ÅDT 4.000 – 8.000 har vegbredde 10,00 m med kjørefeltbredder på 3,50 m og «nyvinningen» midtmerking med bredde 1,00 m. Her forutsettes fartsgrense 80 km/t.

Håndbok N100 fra 2013 har 9 dimensjoneringsklasser for nasjonale hovedveger. Vegbredde, kjørefeltbredde og midtmerkingsbredde for H4 er tilsvarende som for S4 i 2008-utgaven, men øvre ÅDT-verdi er senket til 6.000 kjt/døgn der det forutsettes fartsgrense 80 km/t. Trafikksikkerhetsvurderinger senket grensen for bruk av midtrekkverk fra 8.000 til 6.000 kjt/d.

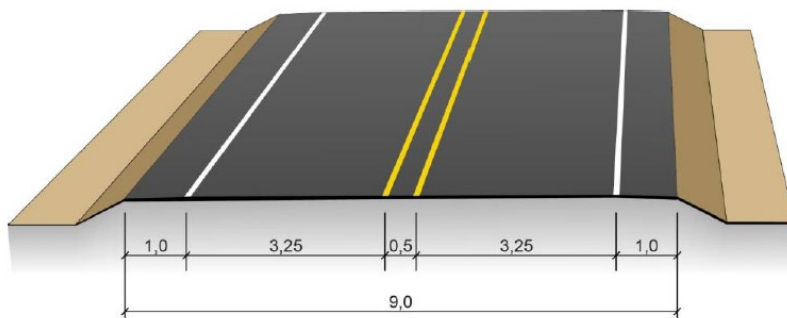
## 4.2 Gjeldende vegbredder

Antall dimensjoneringsklasser i N100 for 2019-utgaven er redusert til 3 for nasjonale hovedveger. En nasjonal hovedveg for ÅDT opp til 6.000 kjt/d og med fartsgrense 80 km/t (H1) skal ha vegbredde 9,00 m med kjørefeltbredder på 3,25 m og midtmerkings-bredde 0,50 m. I denne normal-utgaven brukes 2-3/felts-veg med fartsgrense 90 km/t for ÅDT 6.000 – 12.000 kjt/d (H5). Vegbredden er 12,50 m – 15,00 m inklusive midtrekkverk. Veger for ÅDT større enn 12.000 kjt/d (H3) bygges som firefeltsveger med fartsgrense 110 km/t. Vegbredden er 23,00 m.

Det forventes en revisjon av innholdet i N100 i 2021 mht ÅDT, fartsgrenser og vegbredder for dimensjoneringsklassene H3 og H5

Illustrasjoner av tverrprofiler i N100 i 2019-utgaven gjengis med kommentarer nedenfor:

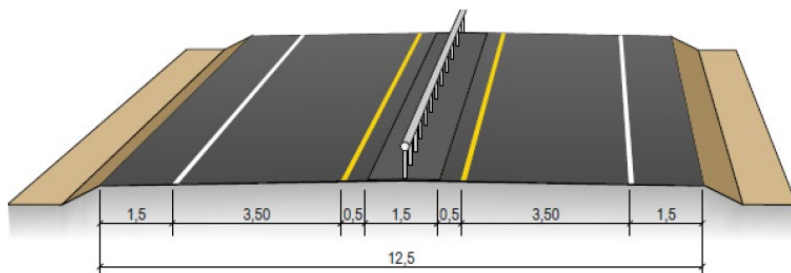
### H1 Nasjonal hovedveg, ÅDT < 6 000 og fartsgrense 80 km/t



Dersom ÅDT er mindre enn 4000 kjt/døgn og vegen har svært få avkjørsler kan Vegdirektoratet godkjenne fartsgrense 90 km/t etter fravikssøknad.

For 2021-utgaven av N100 foreslås ingen endringer for denne dimensjoneringsklassen

## H5 Nasjonal hovedveg, ÅDT 6 000 – 12 000 og fartsgrense 90 km/t

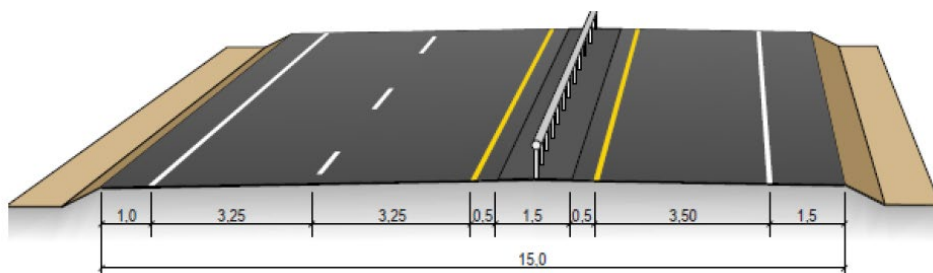


Denne utformingen ble "midlertidig" godkjent som en videreføring av normalen fra 2013.

For 2021-utgaven av N100 foreslås at dimensjoneringsklassen **skal betegnes H2** og at midtdelerbredden kan vurderes med ulik bredde. Breddene i tverrsnittet blir slik:

1. 1,50 – 3,50 – 0,75 – 1,00 – 0,75 – 3,50 – 1,50 gir totalt 12,50 m
2. 1,50 – 3,50 – 0,75 – 0,50 – 0,75 – 3,50 – 1,50 gir totalt 12,00 m

Dimensjoneringsklasse H5 med forbikjøringsfelt hadde denne utformingen i 2019:

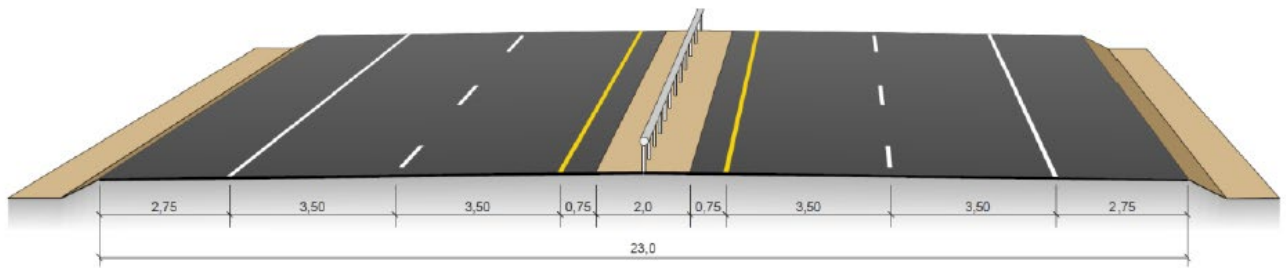


For 2021-utgaven av N100 foreslås at dimensjoneringsklassen **skal betegnes H2** og at midtdeleren kan vurderes med ulik bredde. Breddene i tverrsnittet blir slik:

1. 1,00 – 3,50 – 3,50 – 0,75 – 1,00 – 0,75 – 3,50 – 1,50 gir totalt 15,50 m
2. 1,00 – 3,50 – 3,50 – 0,75 – 0,50 – 0,75 – 3,50 – 1,50 gir totalt 15,00 m

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

Dimensjoneringsklasse H3 med forbikjøringsfelt hadde denne utformingen i 2019:



For 2021-utgaven av N100 foreslås at dimensjoneringsklassen **fremdeles skal betegnes H3** og at midtdeleren kan vurderes med ulik bredde mellom 0,50 og 2,00 m. Ytre skulderbredde kan også ha bredde mellom 1,50 m til 2,75 m. Ved ensidig tverrfall skal overvann samles opp i midtdeleren. Ved bruk av smale midtdelere må det være tilfredsstillende løsninger for rekkverk, skilting og overvannshåndtering

Denne dimensjoneringsklassen kan også benyttes ved ÅDT 6000 – 12000 dersom samfunnsøkonomiske analyser tilsier at det er fornuftig.

For ulike trafikkmengder kan typiske bredder i tverrsnittet bli slik:

#### ÅDT > 20 000

1. 2,75 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 2,00 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 2,75 gir totalt 23,00 m

#### ÅDT 12 000 - 20 000

1. 2,75 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 2,00 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 2,75 gir totalt 23,00 m
2. 2,00 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 2,00 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 2,00 gir totalt 21,50 m
3. 2,00 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 0,50 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 2,00 gir totalt 20,00 m

#### ÅDT 6 000 - 12 000

1. 2,00 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 2,00 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 2,00 gir totalt 21,50 m
2. 1,50 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 2,00 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 1,50 gir totalt 20,50 m
3. 1,50 – 3,50 – 3,50 - 0,75 – 0,50 – 0,75 – 3,50 – 3,50 – 1,50 gir totalt 19,00 m

Det må gjennomføres ulike sikkerhetsvurderinger dersom det velges smale skulderbredder og midtdelerbredder.

## 5. VIKTIGE ERFARINGER

Oppgavebeskrivelsen inneholder fem problemstillinger

### 1. Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere har ikke blitt endret siden 1968 og hvorfor?

**Parameteren øyehøyde ( $a_1$ )** har hatt uendret verdi 1,10 m siden 1968. Det ble gjennomført målinger i 2018 som viser at 1,16 m kunne være en riktigere verdi. Personbilparken øker i høyde slik at det kan bli aktuelt å øke verdien til f.eks 1,20 m i framtida. Lav verdi gir ekstra sikkerhet.

**Parameteren beregningsmessig kjøretøyhøyde ( $a_3$ )** har hatt uendret verdi 1,25 m siden 1977. Det tilsvarer en fysisk kjøretøyhøyde for personbil på 1,35m. I de senere år har kjøretøyhøyden økt og det bør vurderes å endre denne parameteren i framtida. I Sverige benyttes nå kjøretøyhøyde 1,50 m. Lav verdi gir ekstra sikkerhet.

**Parameteren hjulavstand ( $b$ )** («sporvidde») har hatt uendret verdi 1,65 m siden den ble definert i premissrapporten fra 1993. Den er bestemt med utgangspunkt i statistisk fordeling av personbilparkens hjulavstand. De mest populære bilene som selges nå i 2021 har ikke større hjulavstand enn gjeldende parameterverdi.

### 2. Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere har blitt endret siden 1968 og hvorfor? Hvilke grunnparametere og linjeføringsparametere har blitt endret flere ganger?

## GRUNNPARAMETRE

De fleste grunnparametrene er endret de siste 50 årene. Her kommenteres 11 parametre.

**Parameteren beregningsmessig objekthøyde ( $a_2$ )** er nå 0,25 m og representerer et 0,30 m høgt objekt i vegbanen. Denne høyden er tidligere (i 1993) kalt hinderhøyde. I 1977-utgaven var hinderhøyden 0,20 m og TØI benyttet verdien 0,10 m i 1963. Objekthøyden er økt gjennom de siste 50 årene selv om ulykker knyttet til påkjøring av noe som ligger på vegbanen er mindre enn 1 % (se premisser for linjeføring, 1993).

**Parameteren kjøretøybredde ( $b_k$ )** er nå 1,80 m og representerer bredden som 85 % av personbilene er smalere enn. Fram til 1981 var denne verdien 1,90 m. Det bør vurderes å gå tilbake til denne verdien siden populære bilmodeller nå er 5-15 cm bredere enn 1,80 m.

**Parameteren fartsgrense ( $V$ )** er avgjørende for verdien på mange av grunnparametrene og linjeføringsparametrene. Definisjonen for fart har endret seg mye de siste femti årene og har vært så omfattende vurdert at det er laget et eget vedlegg om temaet. De eldste vegutformingsnormalene benyttet begrepene dimensjonerende hastighet/fart, mens det senere er benyttet aktuelle fartsgrenser med ulike sikkerhetstillegg.

**Parameteren vertikalakselerasjon ( $a_v$ )** angir verdien, 0,3 m/s<sup>2</sup>, for akseptabel kjørekraft i lavbrekkskurver for alle dimensjoneringsklasser. Denne verdien ble også brukt i de eldste normalene. I mellomliggende normaler ble det akseptert større verdier (0,5-0,7 m/s<sup>2</sup>) for vertikalakselerasjon for veger med lavere generell standard.



**Parameteren relativ vertikalfart ( $V_{vf}$ )** angir verdien, 0,05 m/s, for akseptabel kjørekraft i overgangskurver (klotoider) i gjeldende vegnormal. I tidligere normaler skiller det på hovedveger og mindre veger der det aksepteres relativ vertikalfart på 0,06 m/s. Før 1992 var det ingen krav til denne parameteren, bare minimumskrav til klotoidparameteren A.

**Friksjonsparametrene, totalfriksjon ( $f_t$ ), sidefriksjon ( $f_k$ ) og bremsefriksjon ( $f_b$ )** har endret verdier i de fleste av vegnormal-utgavene. Det skyldes for det meste oppdaterte måleverdier på vegnettet, endring fra å bruke 95%-fraktil i stedet for 85%-fraktil, og bruk av sikkerhetsfaktorer.

**Parameteren maksimal overhøyde ( $e_{maks}$ )** angir verdien 8% i gjeldende vegnormal. Dette er uendret siden normalen fra 1992. I normalene mellom 1981 og 1992 var største tillatte overhøyde 7%, mens de eldste vegnormalene hadde 6% som maks-grense. Ved å bruke stort tverrfall kan det bygges krappere kurver med like stor trafiksikkerhet som der det er mindre tverrfall med slakere kurver. Årsakene til endringene er ukjent, men mange vegprosjekter i kupert terreng er lettere å tilpasse landskapet når relativt krappe kurver kan benyttes.

**Parameteren stigningsgrad ( $S$ )** inngår i beregning av sikt lengde og resulterende fall. Verdien varierer nå mellom 5% og 8% avhengig av dimensjoneringsklasse. Veger med mye trafikk og høy fartsgrense har krav om lav stigningsgrad. Tunge kjøretøyers framkommelighet er viktig. Kravene til maksimal stigning henger sammen med kravene til maksimal resulterende fall. Minste resulterende fall skal sikre effektiv vannavrenning på flate partier av vegene. Verdiene for disse typene resulterende fall har endret seg, spesielt mellom 1992-utgaven og 2002-utgaven av normalene.

**Parameteren reaksjonstid ( $t_r$ )** inngår når stoppsikt, møtesikt og forbikjøringsikt skal beregnes. Vegnormalen angir nå en fast dimensjonerende verdi på 2 sekunder for alle dimensjoneringsklasser. I de eldste normalene fra 1967 til 1977 benyttes verdier fra 1,5 sekunder (gater) til 3,0 sekunder (motorveger).

## LINJEFØRINGSPARAMETRE

Av 11 definerte linjeføringsparametre er 4 omtalt spesielt i denne rapporten

**Parameteren minste horisontalkurve radius ( $R_{h, min}$ )** beregnes ved likevekt mellom kreftene som skyldes fart, overhøyde og friksjon. Verdier for disse kreftene har vært endret i de fleste vegnormal-utgavene. Derfor er også horisontalkurvekravet endret selv om beregningsformelen har vært uendret siden de første normal-utgavene.

Økning av minimumskurvaturen over bruer med 50 % begrunnes i vegnormalen fra 2008 med behov for god sikt i områdene inntil og over brua. Det kan også være fare for is på brua selv om det er bar veg før og etter. Det er ingen begrunnelse som viser hvorfor 50 % er en riktig verdi. Det bør vurderes om dette kravet kan differensieres og gjøres avhengig av for eksempel fartsgrense og/eller dimensjoneringsklasse.

**Parameteren minste klotoidparameter ( $A_{min}$ )** knyttes nå til minste horisontalkurve radius i de ulike dimensjoneringsklassene. Minste klotoidparameter beregnes ut fra kravet til lengde for overhøydeoppbygging. I tidligere normaler var krav til kjøredynamikk, kurvelengde og estetikk brukt ved fastsetting av  $A_{min}$ .

**Nabokurve-krav** er viktig for å sikre en jevn geometri i horisontaltraseen. Vegnormalene inneholder nå krav for kurveradius mindre enn 300 m. I normalen fra 1992 vurderes nabokurve-kravene når radius er mindre enn 400 m.

**Parameteren minste vertikalkurveradius ved høybrekk ( $R_{v, \min \text{ høybrekk}}$ )** dimensjoneres ut fra krav til stoppsikt ved ulike dimensjoneringsklasser og fartsgrenser. Verdiene er endret i flere vegnormaler siden verdier for friksjon, fart, fartsprofil og reaksjonstid er endret. For framtida må kanskje objekthøyden som inngår i beregningene revurderes (økes?).

**Parameteren minste vertikalkurveradius ved lavbrekk ( $R_{v, \min \text{ lavbrekk}}$ )** dimensjoneres nå ut fra krav til kjørekomfort. Tidligere var også siktforhold ved kjøring i mørket på ubelyste veger dimensjonerende. Komfortkravet gir omtrent halv verdi for lavbrekksradius i forhold til mørkesikt-kravet. Estetisk sett bør heller ikke lavbrekkskurvene være for krappe.

### 3. Hva er vitenskapelig grunnlag for de ulike grunnparametrene?

Seks av de sju grunnparametrene som tilhører gruppen statistiske variable er ganske lett målbare, nemlig parametrene for kjøretøyførerens øyehøyde, kjøretøyhøyde, kjøretøybredde, hjulavstand, overheng og sporingsøkning. Disse parametrene vil endre seg i takt med utviklingen i kjøretøyparken. En av parametrene er beregningsmessig objekthøyde. Denne er mer skjønnsmessig fastsatt enn de øvrige.

Gruppen med variabler knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører inneholder fem parametre. Der er to parametre, nemlig akselerasjon og retardasjon, beregnet med data for utviklingen i kjøretøyenes motorstyrke, vekt og bremse-effekt. To parametre knyttet til kjørekomfort er vertikalakselerasjon og relativ vertikalfart. Disse er mer skjønnsmessig fastsatt og blir variert med vegens dimensjoneringsklasse. Parameteren fartsgrense er styrende for verdien av alle grunnparametrene og linjeføringsparametrene. Fartsgrensen er i stor grad bestemt politisk med hensyn til trafiksikkerhet og framkommelighet.

Gruppen med variabler knyttet til omgivelsene (vegen) inneholder fem parametre. Tre av disse er friksjonsparametre, nemlig totalfriksjon, sidefriksjon og bremsefriksjon. Verdiene her er bestemt ved målinger under definerte og relevante forhold på vegnettet. Parameteren overhøyde bestemmes av fartsgrensen (med evt tillegg), sidefriksjonsfaktor og aktuell horisontalkurveradius. Verdien for maksimal overhøyde er endret de siste femti årene, basert på beregning av sikker kjøring i kurver med ulik radius og fart. Den siste parameteren i denne gruppa er stigningsgrad. Verdiene for maksimal stigning varierer med dimensjoneringsklassene. Det er hensynet til tunge kjøretøyers framkommelighet (forholdet mellom motorkraft og vekt) som bestemmer maksimalverdiene. Det tas også hensyn til at vinterføre kan gi periodevise problemer på grunn av lavere friksjon. Derfor kommer også krav til maksimalt resulterende fall inn med ulike verdier for ulike dimensjoneringsklasser. Det stilles også krav til minste resulterende fall slik at regn og smeltevann kan renne av vegbanen.

I gruppen variabler knyttet til bilføreren finne bare parameteren reaksjonstid. Det er gjennomført undersøkelser om hvor lang tid førere bruker på å oppfatte en spesiell situasjon og tid det brukes for å bestemme seg for handling. Reaksjonstiden er satt til 2 sek for alle veger. Tidligere varierte tiden mellom 1,5 og 3,0 sek avhengig av vegtype. Denne parameteren kan bli endret i framtida avhengig av en økt andel aldrende/tregere bilførere, men også av mer automatiserte kjøretøyer.

#### 4. Hvilke samfunnsmessige endringer kan ha påvirket grunnparametrene?

Samfunnsmessige endringer som påvirker vegutformingen antas å være vektleggingen på effektivitet, sikkerhet og miljø. Bruk av sikkerhetsfaktorer har påvirket verdier for enkelte grunnparametre. Fartsgrensene er økt på motorveger, og er delvis lavere og mer differensiert på ulike dimensjoneringsklasser og vegstandarder. Maksimal overhøyde er økt for å kunne bruke krappere kurvatur og dermed muliggjøre bedre tilpassing av veglinja i kupert terreng.

Ved normalutgavene i 2008 og 2013 ble det lagt mye vekt på «nullvisjonen» og trafiksikkerhet. Fram til 2019-utgaven ble det arbeidet mye med å tilpasse normalene til politiske ønsker om høyere fartsgrense på motorvegene.

#### 5. Hva er den viktigste kunnskapen fra de forrige normalutgavene som Statens vegvesen bør ta med seg videre til framtidige revisjoner?

Kunnskapen om faktorer som påvirker sikkerhet, effektivitet og miljø utvikles stadig. Nye aktører som fylkeskommunene og Nye Veier, er i det siste kommet sterkere inn som ansvarlige for vegplanlegging. Det finnes et system for å søke «fravik» fra krav i de til enhver tid gjeldende normaler. Statistikk fra fraviksbehandlingen kan indikere hvilke parameter-verdier som gir mest utfordringer. Vegnormalene skal inneholde krav, og samtidig gi fleksibilitet i prosjektene. Dette er en «evigvarende» diskusjon. «Langt eller bredt» er også diskutert lenge. Vegnettet består i dag av mange veger med enkel og jevn standard (Rh 200 m, B 7,0 m) som fungerer greit for ÅDT under 2000-3000 kjt/døgn.

Vegtilsynet, som ble opprettet i 2012, skal føre tilsyn med at Statens vegvesen og Nye Veier AS har tilstrekkelige og effektive styringssystem som sikrer at krav til trafiksikkerhet blir fulgt. Blant annet har Vegtilsynet undersøkt om Statens vegvesen gjennomfører trafiksikkerhetsrevisjoner i samsvar med vegsikkerhetsforskriften fra oktober 2011. Det ble i en rapport fra 2016 påpekt at det ofte mangler risikovurdering for fravik med konsekvens for trafiksikkerheten.

Trafiksikkerhetsrevisjoner skal gjennomføres på mange nivå i planprosessen. Behov for fravik fra vegutformings-normalen er viktig å avdekke i reguleringsplanfasen. Men erfaringer viser at fraviksbehov svært ofte først avdekkes i byggeplanfasen. Dersom fravik ikke blir godkjent, kan det medføre langvarige prosesser for ny plangodkjenning i offentlige etater.

Ved framtidige revisjoner av vegutformingsnormalene er det viktig å følge med på utviklingen av fører støtte-systemer i kjøretøyparken. Det forventes etter hvert større grad av automatisert kjøring både for personbiler og tunge kjøretøy. Systemene er en forlengelse og forsterkning av sansene. Hjelpesystemer vil kunne tas ut som høyere fart, rimeligere vegutbygginger og/eller færre ulykker. Adferdskontroll vil kunne vil kunne skje i bilene og ikke av politi langs vegene. Men kjøretøysammensetningen vil jo inneholde mange eldre biler i lang tid framover. Den dominerende stillingen vegtransporten har forventes å vare i lang tid framover, og det blir viktig å utbedre vegnettet for økt trafikk. Stadig større andel eldre bilførere vil gi økt behov for enklere og standardiserte vegsystem med et fåtall krysstyper.

## 6. VEDLEGG

### VEDLEGG 6.1 *Oversikt over vegnormalhåndbøker, premissrapporter og veiledere*

Noen av tidligere utgaver av håndbok N100 (017) og veiledere kan søkes opp i vitenarkivet Brage:

<https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2489413>

Gjeldende utgaver av håndbok N100 (017) og veiledere kan søkes opp i Statens vegvesen sin nettside:

[Håndbøker | Statens vegvesen](#)

Dok nr internt	Gml nr /Ny-nr	Dokument-navn	Innhold - dato	Utgitt - dato	Merknader lenke til Brage / vegvesen.no
0a	Skjema nr 750	Retningslinjer og normaler for veger	1947	1947	Finnes i VD bibliotek <a href="http://hdl.handle.net/11250/2594636">http://hdl.handle.net/11250/2594636</a>
1	SVV hb 802	Geometrisk utforming	1967-1977	26.09.1968	Ringperm, med oppdaterte løsblad. GRØNN <a href="http://hdl.handle.net/11250/2557860">http://hdl.handle.net/11250/2557860</a>
2	-	Vegnormaler. Utdrag av geometrisk utforming	1967-1970	23.04.1971	Bok i A5-format erstatter løs-blad i A4-format, GRØNN.
3	019	Vegnormalene. Gatnormaler	1974-1977	01.07.1977	Bok i A5-format erstatter løs-blad i A4-format, GUL <a href="http://hdl.handle.net/11250/2594689">http://hdl.handle.net/11250/2594689</a>
3a	019	Normaler Gatnormaler	1974-1978	31.12.1978	Bok i A5-format erstatter 1977-utgaven. GUL <a href="http://hdl.handle.net/11250/2608996">http://hdl.handle.net/11250/2608996</a>
4	017	Vegnormalene. Geometrisk utforming	1967-1977	01.11.1977	Bok i A5-format erstatter løs-blad i A4-format. <a href="http://hdl.handle.net/11250/2608999">http://hdl.handle.net/11250/2608999</a>
5	017	Normaler Geometrisk utforming	1978	01.12.1978	Bok i A5-format <a href="http://hdl.handle.net/11250/2592294">http://hdl.handle.net/11250/2592294</a>
6	017	Normaler Vegutforming	1981	1981	Bok i A5-format erstatter hb 017 (1978) <a href="http://hdl.handle.net/11250/2593284">http://hdl.handle.net/11250/2593284</a>
7	019	Vegutforming i byer og tettsteder	1983	1983	Bok i A5-format <a href="http://hdl.handle.net/11250/2593939">http://hdl.handle.net/11250/2593939</a>
8	017	Normaler Veg- og gateutforming	1992	Nov. 1992	Bok i A4-format erstatter hb 017 fra 1981 <a href="http://hdl.handle.net/11250/189941">http://hdl.handle.net/11250/189941</a>
9	235	Normaler/retningslinjer Stamvegutforming	2002	Sept. 2002	Bok i A4-format <a href="http://hdl.handle.net/11250/2594725">http://hdl.handle.net/11250/2594725</a>
10	017	Normaler Veg- og gateutforming	2008	Mai 2008	Bok i A4-format erstatter hb fra 1992 og 2002 <a href="http://hdl.handle.net/11250/189781">http://hdl.handle.net/11250/189781</a>
11	N100	Normal Veg- og gateutforming	2013	Juni 2014	Bok i A4-format erstatter hb 017 (2008) <a href="http://hdl.handle.net/11250/2583303">http://hdl.handle.net/11250/2583303</a>
12	N100	Normal Veg- og gateutforming	2019	Mai 2019	Bok i A4-format erstatter hb N100 (2013) <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Notat 1	N100	Viktigste endringer i revidert N100	2013	Nov 2013	Endringer i 2013-utgaven <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Notat 2	N100	Viktigste endringer i revidert 017/N100	2019	2019	Endringer i 2019-utgaven <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Notat 3	N100	Konsekvensvurderinger i revidert N100	2013	Okt 2012	Endringer i 2013-utgaven <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Rundskriv 1	NA 2015/2	Fartsgrense og motorveger. Dimkl. 110 km/t	2014	2015	Prosjekteringstabell for 110 km/t <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Rundskriv 2	NA 2015/14	Nye krav i N100	2015	2015	Utform av kryss modulvogntog <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Rundskriv 3	NA 2015/15	Nye føringer for hovedveger	2015	2015	Rundkjøring på hovedveg <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Rundskriv 4	NA 2016/7	Reviderte kriterier for sykling	2016	2016	Sykling i envegsregulerte gater <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>
Rundskriv 5	NA 2018/10	Fartsgrense kriterier	2018	2018	Fartsgrenser eksisterende veier <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>

## Premissrapport-oversikt

Dok nr internt	Gml nr /Ny-nr	Dokument-navn	Innhold - dato	Utgitt - dato	Merknader lenke til Brage / vegvesen.no
20	(V120)	Premisser for geometrisk utforming av veger og veg-/gatekryss		før 2013	Diverse kompendier/fagnotater fra NTH
21		Vertikalkurver	1963	1963	Hefte i A4-format. Utarbeidet for Vegnormalkomiteen. Laget av TØI v/Urving
22		Klotoiden som overgangskurve	1964	1964	Hefte i A4-format. Utarbeidet for Vegnormalkomiteen. Laget av TØI v/Urving
23		Premissene for utforming av vegkryss. Del 1	1964	1964	Bok i A4-format. Forslag til vegnormaler. Utarbeidet for Vegnormalkomiteen. Laget av TØI v/Krogsæter
24		Premissene for utforming av vegkryss. Del 2	1964	1964	Bok i A4-format. Forslag til vegnormaler. Utarbeidet for Vegnormalkomiteen. Laget av TØI v/Krogsæter
25	Rapport	Premisser for linjeføringsdelen i vegnormalene	1993	1993	Bok i A4-format. Dimensjonerings-grunnlag for hb 017 (1992-utgaven). Utgitt av VD nov 1993, identisk med rapport mars 1993 fra SINTEF v/ Moltumyr og Hovd.
26	Rapport	Premisser og analyse av Statens vegvesens Håndbok 017. Rapport 1	2001	2001	Bok i A4-format. Evaluering av premissene for hb 017 (1992-utgaven) og stamvegnormalen (2001). SINTEF v/ Bertelsen og Børnes.
27	Rapport	Premisser og analyse av Statens vegvesens Håndbok 017. Rapport 2	2002	2002	Bok i A4-format. Evaluering av premissene for hb 017 (1992-utgaven) og forslag til revisjoner. Laget av SINTEF v/ Børnes. m.fl.
28	Rapport	Revisjon av håndbok 017 Veg- og gate-utforming. Dimensjonerings-forutsetninger	2004	2004	Bok i A4-format. Revisjon av premissene for hb 017 (1992-utgaven). Kjøretøyeigenschaften. Laget av SINTEF v/ Bertelsen. m.fl.
29	Rapport	Sporingsberegning. Grunnlag for revisjon av Håndbok 017.	2006	2006	Bok i A4-format. Endringer av dim. typekjøretøyer for ny Hb 017 (2008-utgaven). Laget av SINTEF v/ Børnes og Moltumyr.

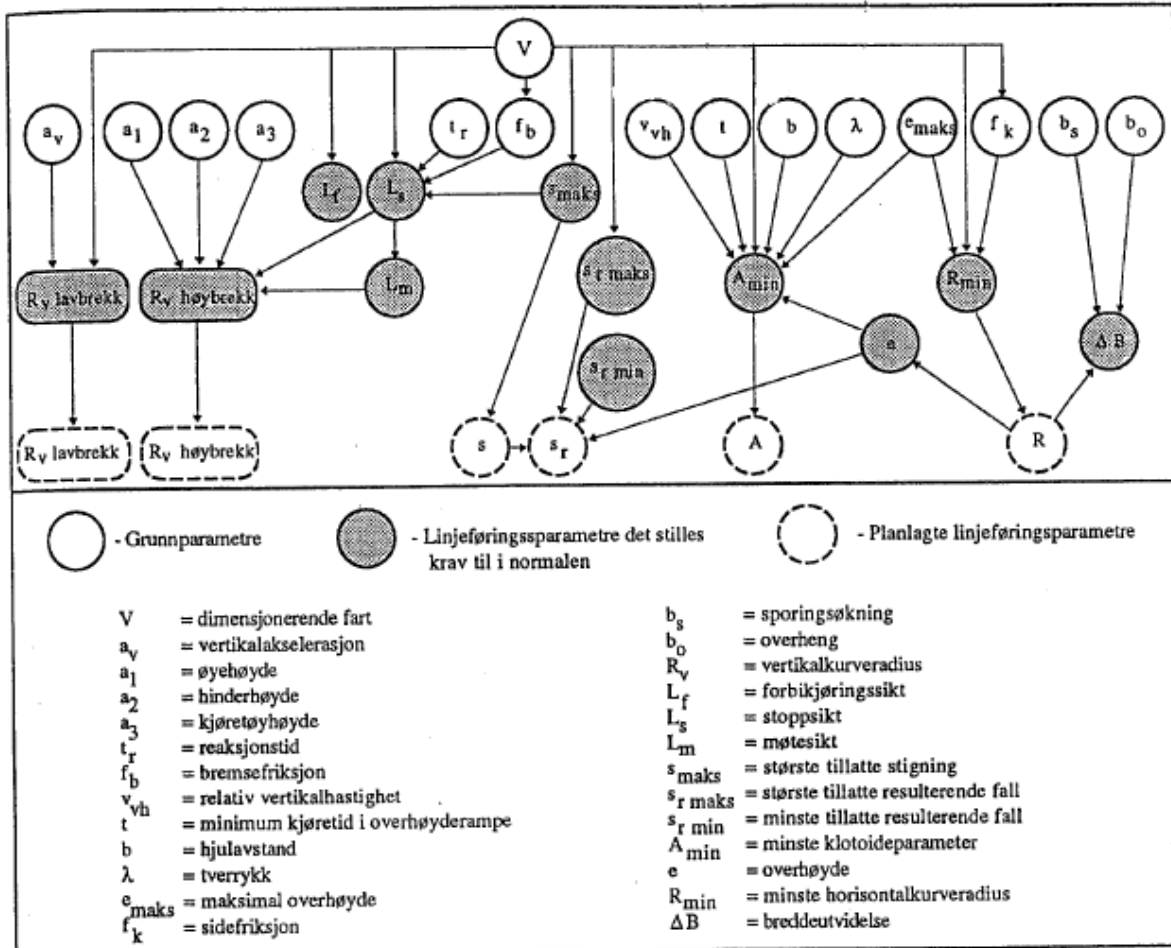
## Veileder-oversikt

Dok nr internt	Gml nr /Ny-nr	Dokument-navn	Innhold - dato	Utgitt - dato	Merknader lenke til Brage / vegvesen.no
30	(V120)	Premisser for geometrisk utforming av veger og veg-/gatekryss		før 2005	Diverse kompendier/fagnotater fra NTH
31	263	Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.	2005	2005	Hefte i A4-format. Angir fordeler og ulemper ved ulike krysstyper. Plassering og geometrisk utforming.
32	263	Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.	2008	2008	Hefte i A4-format. Utdyper kravene til utforming av kryss gitt i håndbok 017.
33	265	Linjeføringsteori.	2008	Mai 2008	Bok i A4-format. Grunnlagsmateriale for del C og D i håndbok 017. <a href="http://hdl.handle.net/11250/189785">http://hdl.handle.net/11250/189785</a>
34	V121	Geometrisk utforming av veg- og gatekryss (erstatte håndbok 263 fra 2013)	2013	2014	Bok i A4-format. Bakgrunn for kravene til utforming av kryss med god trafiksikkerhet og framkommelighet. <a href="http://hdl.handle.net/11250/196177">http://hdl.handle.net/11250/196177</a>
35	V120	Premisser for geometrisk utforming av veger. Erstatte hb 265 fra 2013	2013	Juni 2014	Bok i A4-format. Bakgrunn for linjeføringskrav for N100 (2014) <a href="http://hdl.handle.net/11250/196181">http://hdl.handle.net/11250/196181</a>
36	V120	Premisser for geometrisk utforming av veger	2019	Mai 2019	Bok i A4-format. Bakgrunn for linjeføringskrav for N100 (2019) <a href="#">Håndbøker   Statens vegvesen</a>

## VEDLEGG 6.2 Grunnparameter-oversikter fra 1993 -2013

### 1993:

I 1993 utga SINTEF Vegteknikk en rapport (STF61 A93009) som oppsummerer dimensjoneringsgrunnlaget for linjeføringsdelen håndbok 017 (1992-utgaven). Rapporten heter «Premisser for linjeføringsdelen i vegnormalene» og ble laget på oppdrag fra Vegdirektoratet, Kontor for vegutforming. Forfattere var Torunn Moltumyr og Asbjørn Hovd.



FIGUR 3.1 Oversikt over sammenhenger i formelgrunnlag for beregning av geometriske minimums- og maksimumsverdier

Rapporten inneholder en grundig gjennomgang av alle grunnparametrene og linjeføringsparametrene som finnes på oversikts-figurer. Det er tegnet inn 15 grunnparametre.

I senere utgaver av tilsvarende premiss-rapporter er antallet redusert til 13. De to som er sløyfet er:

- **t, Minimum kjøretid i overhøyderampe**

Parameteren inngår i beregning av minste klotoidparameter. Fast verdi på 2 sek benyttes.

- **$\lambda$ , Tverrykk**

Parameteren inngår i beregning av minste klotoidparameter. Tverrykket er definert som endring i side-akselerasjon pr tidsenhet ved kjøring i kurve,  $\lambda = da/dt$  (m/s<sup>3</sup>).

Som dimensjonerende verdi for tverrykket velges antatt største ufarlige verdi ved vegnormalenes definerte sikkerhetsnivå. Verdien gjøres avhengig av dimensjonerende fart og standardklasse.

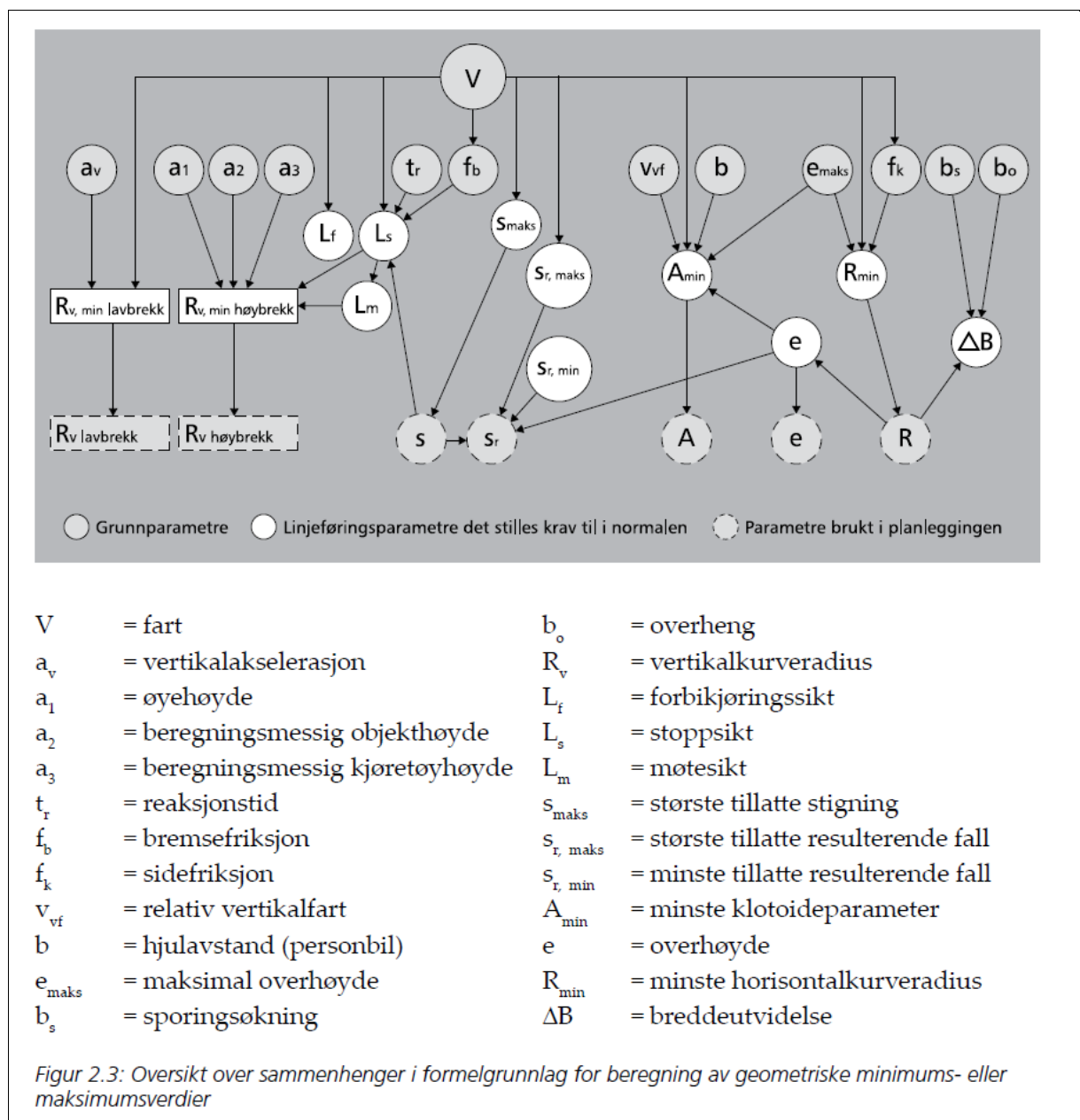
## 2008:

I mai 2008 utga Utbyggingsavdelingen i Vegdirektoratet en veiledning kalt Linjeføringsteori (håndbok 265). Senere utgaver med samme tema blir kalt V120.

Veiledningen er grunnlagsmateriale for del C og D i håndbok 017 Veg- og gateutforming, 2008-utgaven.

Utformingsparametrene tar utgangspunkt i:

- våt, men ren og isfri vegbane
- kjøring i dagslys
- frie kjøreforhold (ikke kø)
- personbiler, unntatt parameteren stigningsgrad som tar hensyn til tungtrafikken



Som nevnt i beskrivelsen av rapporten fra 1993 er det i 2008 beskrevet 2 færre grunnparametre. Krav til kjøretid i overhøyderamper og krav til tverrykk er fjernet.



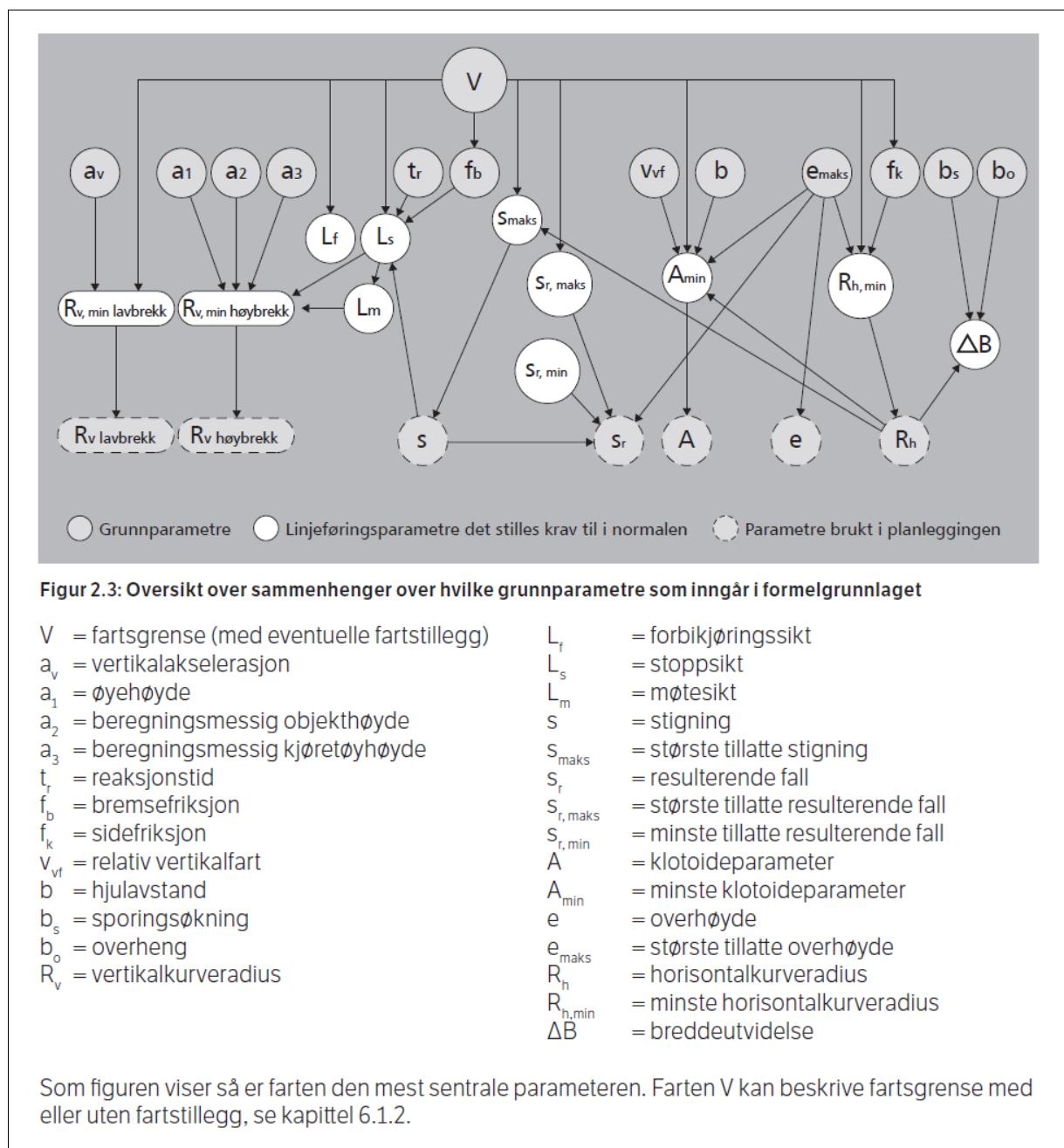
## 2013:

I oktober 2013 utga Utbyggingsavdelingen i Vegdirektoratet en veiledning kalt «Premisser for geometrisk utforming av veger» (Håndbok 265). I juni 2014 ble veiledningen gitt nytt nummer, V120, men innholdet er beholdt uendret fra 2013.

Veiledningen er grunnlagsmateriale for del C og D i håndbok N100 Veg- og gateutforming, 2013-utgaven.

Veiledningen inneholder premisser som kan deles i to prinsipielt ulike deler:

- premisser for geometriske minimums- og maksimumskrav (f.eks. horisontalkurveradier) basert på fysiske formler.
- premisser av mer generell karakter (f. eks. lokalt vegnett) basert på planmessige vurderinger



Her er nå **parameteren V** presisert å betegne fartsgrensen (som skiltet på planlagt vegstrekning)

## NOTAT 1      Vegdirektoratet 12.11.2013

### **Viktigste endringer i revidert håndbok N100 Veg- og gateutforming (2013)**

Begrepet stamveg i vegnormalene utgår etter at forvaltningsreformen trådte i kraft. Det er besluttet at begrepet stamveg skal erstattes av nasjonal hovedveg og det som tidligere ble kalt hovedveger, kalles nå øvrige hovedveger. Dette innebærer blant annet at alle dimensjoneringsklassene betegnes med nye begrep, S-klassene betegnes nå H og de tidligere H-klassene betegnes nå Hø. Nummereringen av klassene er uendret.

### **Ny struktur**

Håndbok N100 Veg- og gateutforming er nå inndelt i del A–F. Del A Overordnet del sier noe om betraktninger og forutsetninger som må avklares på et overordnet plannivå før prosjektering. Del B Gater og del C Veger inneholder krav til hhv utforming av gater og veger. Del D beskriver en standard for utbedring av eksisterende veg der det er besluttet i en overordnet plan at strekningen skal utbedres. Del E Temakapitler beskriver utforming av ulike vegelementer som for eksempel kryss, avkjørsler, løsninger for gående og syklende. Del F Dimensjoneringsgrunnlag beskriver forutsetninger for dimensjonering.

### **Endringer i del A Overordnet del**

Del A omhandler forutsetninger som må være på plass før man starter detaljprosjektering etter kravene i håndboken. Denne delen inneholder ikke kravstoff og er kortet noe ned i forhold til forrige utgave. Det gis nå en tydeligere presisering av normalens gyldighetsområde med oppdaterte tabeller om fravik.

### **Endringer i del B Gater**

Kravene til utforming av gater er uendret.

## Endringer i del C Veger

De viktigste endringene er:

- Verdiene i prosjekteringstabellene i hver dimensjoneringsklasse er justert på grunn av trinnvis utjevning av fartsprofiltillegg og nye regler for avrunding
- Innslagspunktet for midtrekkverk på 2-felts veg er senket fra ÅDT 8 000 til 6 000. I den laveste delen av intervallet er det åpnet for bruk av plankryss på veger med midtrekkverk. Denne endringen medfører også endringer i kravene til forbikjøring.
- 4-feltsveger med midtrekkverk skal ha 2 m bred midtdeler. Tidligere var kravet minst 1 m.
- Krav til avstand mellom driftsåpninger i midtrekkverk er tatt ut av denne normalen og beskrevet i håndbok 231 Rekkverk og vegens sideområder. Avstanden varierte tidligere mellom 1,5 km og 3 km. Kravet er nå satt til 3 km for alle klasser.
- Krav til stopplommer for hver 3. km er innført i dimensjoneringsklasse H7 og H8.
- Krav til stopplommer i klasse H2, H3, H4, H5, Hø1 og Hø2 er justert slik at det blir lengre avstand mellom dem.
- I klasse H5 er feltbreddene redusert fra 3,75 m til 3,5 m. Siden kravet til økt bredde på indre skulder er økt (fra 0,5 m til 0,75 m) er feltbredden redusert slik at totalbredden er uforandret.
- Det er nå krav til belysning i hele klasse H7 (mot tidligere ved ÅDT > 20 000).
- Alle veger har nå fartsprofiltillegg 0–5 km/t. Det innebærer reduserte stoppsiktkrav for H1 og H2.
- Dimensjoneringsklasse H6: krav om 1 m midtdeler (tidligere minimum 1 m)

## Endringer i del D Utbedring av eksisterende veger

Denne delen har de største endringene i forhold til versjonen fra 2008. Tidligere gjaldt denne delen for veger med ÅDT < 4 000. Dette er nå endret til å gjelde for veger med ÅDT opp til 12 000. 3

Det er utarbeidet nye dimensjoneringsklasser: U-H2, U-H4, U-H5, U-H<sub>0</sub>1, U-H<sub>0</sub>2 og U-Sa3.

Linjeføringskravene i utbedringsstandarden er beregnet ved å justere verdiene til noen av grunnparametrene som benyttes ved bygging av ny veg. For eksempel:

- redusert fartstilleggene
- redusert sikkerhetsfaktor for friksjon
- redusert vertikalakselerasjon
- økt objekthøyde

### **Endringer i del E Temakapitler:**

Del E Temakapitler beskriver utforming av ulike vegelementer som for eksempel kryss, avkjørsler, løsninger for gående og syklende. Disse kapitlene var tidligere kalt detaljkapitler og var fordelt på del B og C. Kapitlene i den nye del E gir utformingskrav både til elementer tilknyttet både gater, nye veger og utbedring av eksisterende veger.

#### De viktigste endringene er:

- Endrede stigningskrav på gang- og sykkelveger. De endrede kravene er justert i samsvar med anbefalte stigninger i håndbok V129 Universell utforming av veger og gater.
- Det er innført nye stoppsiktkrav for syklende.
- Krav til minste diameter på rundkjøringer på nasjonale hovedveger er økt med 5 m.
- Metode for beregning av nødvendig lengde av fartsendringsfelt i toplanskryss er ny. Det er utarbeidet et regneark som beregner nødvendig lengde på disse feltene. Sluttresultatet (lengden på feltene) er stort sett som tidligere. Bruken av det nye regnearket blir forklart i håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.
- Krav til utforming av forbikjøringsfelt er skjerpet i forhold til når slike felt avsluttes. Det er satt krav til kritisk fartsdifferanse som er 5 km/t lavere enn i dag ved avslutningen av feltene. Det er utarbeidet et eget regneark som beregner start- og slutt punkt for forbikjøringsfelt. Bruken av regnearket blir forklart i håndbok V120 Premisser for geometrisk utforming av veger.

- Det er satt krav til når venstresvingefelt skal etableres. Dette var tidligere en anbefaling i håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Grunnlaget for fastsettelse av kravene er også oppdatert.
- Kapittel E.9 om bruer og tunneler er endret noe. Kravene om bredde mellom rekkverk på bruer er satt til minimum 7,5 m for 2-felts veg og 6,5 m for 1-felts veg.
- Det er satt krav til avstand mellom tunnelåpning og kryss, fartsendringsfelt og sideanlegg.
- I tunneler < 500 m kan ha midtrekkverk når det er midtrekkverk på vegen for øvrig.
- Det er innført en kortere busslomme til bruk ved utbedringsstandard

### **Endringer i del F Dimensjoneringsgrunnlag:**

- Bruer over gang- og sykkelveger bør ha fri høyde 3,10 m. Tidligere var kravet på 3,0 m.

### **Definisjoner**

Noen definisjoner er tatt ut, noen nye er føyd til og noen er endret. Begreper som benyttes er nå koordinert mellom de ulike normalene.

## NOTAT 2      Vegdirektoratet 2019

### Viktigste endringer i revidert håndbok N100 Veg- og gateutforming (2019)

Ny håndbok N100 Veg- og gateutforming er nå godkjent med unntak av nasjonale hovedveger med trafikkmengde 6 000 – 12 000. I dette trafikkintervallet skal det gjøres utredninger av alternative løsninger. Dimensjoneringsklasse H5 fra forrige normal er derfor videreført i denne normalen. Det er gjort noen mindre justeringer i dimensjoneringsklasse H5 i forhold til forrige versjon.

De største endringene i revidert håndbok N100 Veg- og gateutforming er redusert antall dimensjoneringsklasser, nytt beregningsgrunnlag for linjeføringskrav, tilrettelegging for modulvogntog og fartsgrense 110 km/t på motorvegnettet. De viktigste vegene har fått en høyere transportstandard uten rundkjøringer og miljøgater.

N100 viser tre dimensjoneringsklasser for nasjonale hovedveier utenfor tettbygd strøk, og dette er vesentlig færre enn før. På nasjonale hovedveger skilles kjøreretningene med enten forsterket midtoppmerking eller midtrekkverk. Dette er viktig for trafikkikkerheten.

Standard for utbedring av eksisterende veg er beskrevet i enkelte dimensjoneringsklasser. Lokale veier med enkel standard har fått større plass. Det er tillatt å løse de største problemene uten å løse alle.

Linjeføringskravene er justert/ redusert med utgangspunkt i nye og omfattende friksjons- og fartsmålinger på vegnettet. Dette gir besparelser uten at trafikkikkerheten reduseres.

Alle nye nasjonale hovedveger skal dimensjoneres slik at de er fremkommelige for modulvogntog. I kryss skal modulvogntoget sikres fremkommelighet gjennom overkjørbart areal. Stopplomme, snuplasser og breddeutvidelse i kurver (< 500 m) er tilpasset modulvogntoget.

Nye tunnelprofiler/ stoppsikt i tunnel som er samstemt med veg i dagen. Krav til avstand fra tunnelportal til sideanlegg og start retardasjonsfelt er tatt ut.

Belysningskrav er oppdatert i hht ny standard. Nytt om blanding.

Nett og gatebruksplanlegging er et viktig verktøy for planlegging og utforming av den enkelte gate i byer og tettsteder. I gater må det som regel prioriteres. Anvisningene om byer/gater er fleksible og gir valgfrihet. Man kan sette sammen elementer etter funksjon, mål, areal. Viktige nye tema er kapasitetssterke gater, gattetun, sambruksområder, litt bredere sykkelfelt, nytt kapittel om kantstein.

Stoffet om gang/sykkelløsninger understreker valgfriheten mellom en rekke velprøvde løsninger. Samtidig prøver vi ut nye løsninger i piloter. Sykkelekspressvei og sykling mot kjøreretningen i envegsregulerte gater er omtalt. Gangfeltkriterier er beskrevet.

Stoffet om kollektivtrafikk er oppdatert med midtstilt kollektivfelt og midtstilt kollektivgate. Kriterier for kantstopp/busslommer er tydeligere. Det tillates å bruke kantstopp når ÅDT < 1 500

Det er gjort en bedre samordning mellom N100 og fartsgrensekriteriene. Blant annet er bruk av 30/40 km/t beskrevet bedre.

## NOTAT 3      Vegdirektoratet v/Randi Eggen 05.10.2019

### **Vurdering av konsekvenser av nye krav i håndbok 017 Veg- og gateutforming**

I dette notatet redegjøres det for de viktigste endringene og konsekvensene av disse i forslaget til ny håndbok 017 Veg- og gateutforming (N100 2013-utgaven) i forhold til gjeldende utgave fra 2008.

#### **Konsekvenser av forslag til ny utbedringsstandard**

Den største endringen i forslaget til ny normal er forslaget til ny utbedringsstandard.

Det er utarbeidet egne vegklasser for utbedring av eksisterende veg som har en noe lavere standard enn det som gjelder for bygging av ny veg. Utbedringsstandarden gjelder for veger der det er besluttet i en overordnet plan at strekningen skal utbedres. Utbedringsstandarden gjelder for veger med ÅDT opp til 12 000 (mot ÅDT 4 000 i gjeldende normal).

Kravene til horisontal- og vertikalkurvatur er mindre strenge ved utbedringsstandard enn ved bygging av ny veg, og dette kan føre til en økning av ulykkesnivået. Nullvisjonen for trafiksikkerhet skal legges til grunn for alle veg- og gatesystemer, og det er derfor spesielt viktig å påse at en redusert vegstandard ikke fører til nevneverdig økning av trafikkulykker. På den andre siden vil en mindre stram linjeføring gjøre det lettere å tilpasse veglinjen i terrenget, og dette vil kunne føre til lavere kostnad ved bygging.

Kryssløsninger, løsninger for gående, syklende og kollektivtrafikk, belysning og sideanlegg er så like ved de to standardene at en ikke har tatt med disse forholdene i konsekvensvurderingen.

I konsekvensvurderingen har man i hovedsak valgt å avgrense analysene til å omfatte ulykkes- og anleggskostnader. I denne forbindelse er det etablert ulike terrengmodeller som spenner fra «lett» til «vanskelig» terreng. I terrengmodellene er det lagt inn veglinjer som representerer de ulike vegklassene i utbedringsstandarden og tilhørende vegklasser for bygging av ny veg. Linjeberegningene gir grunnlag for beregning av anleggskostnader for ulike terreng og vegklasser.

Det er videre laget en beregningsmodell, som ut fra standarden på veglinjene beregner antall ulykker og skadekostnader som følge av ulykkene. Beregningsmodellen gjør også en nettonytteberegning av de ulike veglinjene hvor skadekostnader, kjøretøyenes tidskostnader og anleggskostnader inngår.

Selv om vegklassene i utbedringsstandard har en noe dårlige geometri enn tilsvarende vegklasser ved bygging av ny veg antas dette ikke å påvirke fartsvalget til de kjørende. Kjøretøyenes tidskostnader vil imidlertid bli påvirket av at veglengden blir forskjellig ved utbedringsstandard og bygging av ny veg.

Ved valg av utbedringsstandard fremfor standard for bygging av ny veg er det skadekostnader og tidskostnader som bidrar til negativ nytte, mens anleggskostnader bidrar til positiv nytte.

I «flatt og lett terreng» viser beregningene at en kan få negativ nytte ved valg av utbedringsstandard. Årsaken til dette er at det er vil være liten forskjell i anleggskostnader mellom utbedringsstandard og standard for bygging av ny veg, samtidig som den negative nytten knyttet til skadekostnader og tidskostnader er noe større enn forskjellen i anleggskostnader.

Ved mer skrånende og vanskeligere terreng vil forskjellen mellom anleggskostnadene ved utbedringsstandard og standard ved bygging av ny veg øke. Den negative nytten av skade- og

tidskostnadene øker imidlertid mindre enn endringen i anleggskostnader. Dette betyr at ved et gitt terreng vil netto nytte være lik 0 ved å velge utbedringsstandard fremfor standard ved bygging av ny veg.

Generelt er det liten økning i skadekostnader ved utbedringsstandard. Dette har sin årsak i at kurvaturkravet i utbedringsstandard er relativt strengt.

I «skrått og vanskelig terreng» viser beregningene positiv nytte ved utbedringsstandard. Her vil den store forskjellen i anleggskostnader mellom utbedringsstandard og standard for bygging av ny veg være betydelig større enn den negative nytten knyttet til skade- og tidskostnader.

Beregningene viser for eksempel at for nasjonal hovedveg med fartsgrense 80 km/t og ÅDT 0-4000 i «skrått og vanskelig terreng» er netto nytte ca 5 mill. kr pr km veg (i vegens levetid) ved å velge utbedringsstandard fremfor standard for ny veg. Den negative nytten knyttet til skadekostnader og tidskostnader er små, og her er det anleggskostnadene som utgjør den store forskjellen.

Kostnadene knyttet til ulike vegklasser vil være forskjellige, og derfor vil positiv nytte av utbedringsstandard for en vegklasse ikke nødvendigvis ha positiv nytte for en annen vegklasse gitt samme terreng.

Alle beregninger er gjort med teoretisk oppbygde terrengformasjoner med ulik helningsgrad. For alle vegklasser er det benyttet minimumskurvatur med vekselvis høyresving og venstresving (med rette linjer, klotoider og sirkler).

I praksis vil en ikke konsekvent benytte minimumskurvatur, og det anbefales derfor at det gjennomføres tilsvarende konsekvensvurderinger med reelle terrengformasjoner i nye prosjekt der det kan være aktuelt å velge utbedringsstandard.

Beregningsmetoden som er benyttet i forbindelse med vurderingene er utarbeidet i Vegdirektoratet (Trafikksikkerhetsseksjonen og Transportplanseksjonen), og er kvalitetssikret eksternt av TØI og SINTEF.

#### **Konsekvenser av forslag til senket innslagspunkt for midtrekkverk**

Det er i det nye forslaget til håndbok 017 Veg- og gateutforming foreslått å senke innslagspunktet for når det skal bygges midtrekkverk på nye veger. Nedre grense i dagens krav er ved ÅDT > 8 000. Denne grensa foreslås nå senket til ÅDT > 6 000.

Ved bygging av midtrekkverk på to- og trefelts veger kan man i gjennomsnitt forvente følgende effekter på antall drepte og hardt skadde:

- 76% reduksjon i antall drepte
- 47% reduksjon i hardt skadde

Virkingen er basert på et vegnett med gjennomsnittlig ÅDT=11000.

Midtrekkverk har i første rekke innvirkning på møteulykker og utforkjøringsulykker til venstre. De øvrige ulykestypene antas det at midtrekkverk har liten innvirkning på. Med utgangspunkt i sannsynligheter for møteulykker som følge av at kjøretøyer kommer over i motgående kjørefelt er det beregnet hvilke endringer i skadetallene en vil få ved redusert ÅDT.



Beregningene viser at en vil få følgende ulykkesreduksjoner ved midtrekkverk med gitt ÅDT:

- 67 og 42% av antall drepte og hardt skadde ved ÅDT=8000
- 60 og 39% av antall drepte og hardt skadde ved ÅDT=6000

Veger med liten ÅDT vil i utgangspunktet ha relativt få ulykker pr km veg, og effekten av midtrekkverk vil derfor svekkes jo mindre trafikk vegen har. Ut fra beregningene som er gjort er det valgt å sette innslagspunktet ved ÅDT = 6 000. Ved et lavere innslagspunkt vil kostnadene øke vesentlig. Dette skyldes at vegnettet med lav ÅDT er betydelig lengre.

Ved ÅDT=6000, som er det nye innslagspunktet for når man skal benytte rekkverk, vil man fortsatt ha god trafiksikkerhetsgevinst.

Ved å senke innslagspunktet for midtrekkverk fra ÅDT 8 000 til 6 000 vil antall hardt skadde og drepte reduseres med 7-10 pr år på riksvegnettet.

#### **Beskrivelse av øvrige endringer og konsekvenser de har:**

- ○ For alle 4-feltsveger er bredden av midtarealet økt med 1 m. Dette er begrunnet i breddebehov for plassering av skilt og tekniske installasjoner.  
Konsekvens: For å få plass til nødvendige tekniske installasjoner i midtdeler er det behov for en bredde på 2 m. Vil medføre økt arealbehov, men vil forenkle drift og vedlikehold.
- ○ Stigningskrav på gang- og sykkelveger er justert i samsvar med anbefalte stigninger i håndbok 278 Universell utforming av veger og gater.  
Konsekvens: Endringen kan medføre lengre gangavstander, men vil gjøre gang- og sykkelvegnettet mer tilgjengelig for alle.
- ○ Krav til utforming av forbikjøringsfelt er skjerpet i forhold til når slike felt avsluttes. Det er satt krav til kritisk fartsdifferanse som er 5 km/t lavere enn i dag ved avslutningen av feltene.  
Konsekvens: Noe lengre forbikjøringsfelt, men økt sikkerhet ved at fartsdifferansen ved avslutning av forbikjøringsfeltet blir mindre.
- ○ Det er satt krav til når venstresvingefelt skal etableres. Dette var tidligere en anbefaling i håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Grunnlaget for fastsettelse av kravene er også oppdatert.  
Konsekvens: Kravet medfører liten endring i forhold til dagens praksis.
- ○ Krav til minste diameter på rundkjøringer på nasjonale hovedveger er økt med 5 m.  
Konsekvens: Bedre fremkommelighet, men noe mer arealkrevende løsning.
- ○ Kravene om bredde mellom rekkverk på bruer er satt til minimum 7,5 m for 2-felts veg og 6,5 m for 1-felts veg.  
Konsekvens: Redusert breddekrav i forhold til gjeldene krav noe som gir reduserte anleggskostnader.
- ○ Det er innført krav til stopplommer for hver 3. km i dimensjoneringsklasse H7 og H8.  
Konsekvens: Det nye kravet vil kreve noe mer arealbruk, men gir økt sikkerhet og fremkommelighet fordi havarerte kjøretøy kan hensettes til side for kjørebanelen.

- ○ Krav til stopplommer i klasse H2, H3, H4, H5, Hø1 og Hø2 er justert slik at det blir lengre avstand mellom dem.

Konsekvens: Lavere anleggskostnader, uten at sikkerhet og fremkommelighet reduseres vesentlig. Kravet er gjort gjeldene på veier med forholdsvis lav trafikk.

- ○ I dimensjoneringsklasse H5 er feltbreddene redusert fra 3,75 m til 3,5 m. Siden kravet til økt bredde på indre skulder er økt i håndbok 231 Rekkverk (fra 0,5 m til 0,75 m) har vi valgt å redusere feltbredden for at totalbredden skal være uforandret.

Konsekvens: Arealbehovet er uendret. Redusert kjørefeltbredde og tilsvarende økt bredde på indre skulder har liten betydning for sikkerhet og fremkommelighet.

- ○ Det er nå krav til belysning i hele klasse H7 (mot tidligere ved ÅDT > 20 000).

Konsekvens: Økte anleggs- og driftskostnader, men økt sikkerhet (spesielt for eldre bilførere).

## VEDLEGG 6.4 Fartsbegrepet V

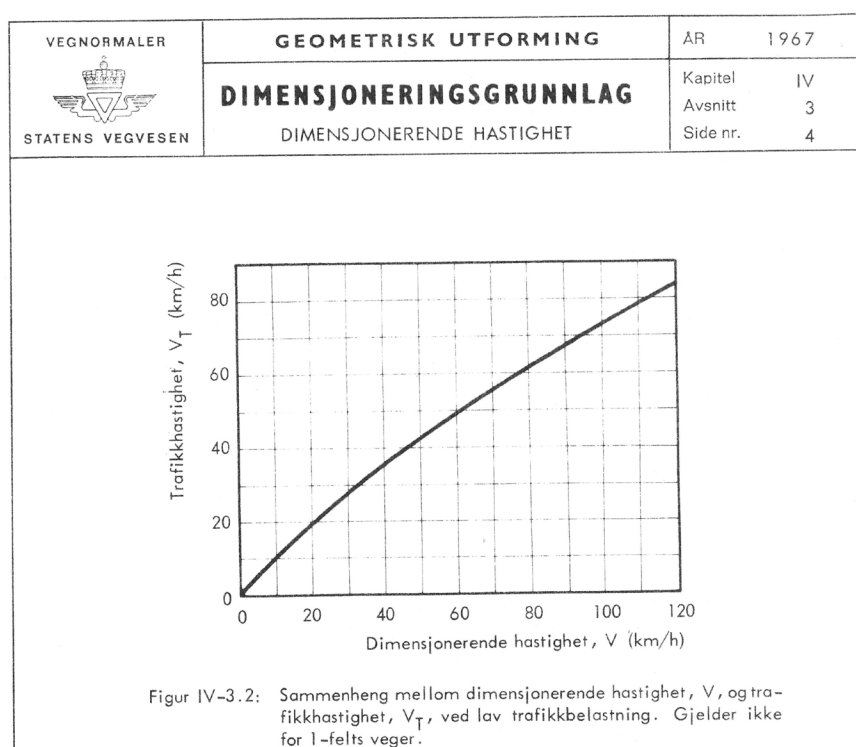
I de første normalene fra 1967 ble valg av dimensjonerende hastighet bestemmende for en vegstrekningens geometriske utforming. På samme vegstrekning (planstrekning) måtte samtlige linjeførings-elementer (kurvatur, stigning, overhøyde/tverrfall osv) tilfredsstillende de minstekrav som vegens dimensjonerende hastighet stilte. Dimensjonerende hastighet ble valgt ut fra forventet trafikkmengde, terrengforhold og ønsket trafikkhastighet. Det står bl.a. i normalen:

«Den prosjekterende ingeniør må sørge for at den valgte dimensjonerende hastighet står i et rimelig forhold til kjørehastigheten».

Ulike fartsbegreper er også brukt i andre land: **Trafikkhastighet = Design speed,**

**Dimensjonerende hastighet/fart = Operative speed, Fartsgrense = Operative speed (- 10 km/t ?)**

Dimensjonerende hastighet ble i Norge brukt i beregninger av geometri slik at trafikantene skulle ha god avviklings-kapasitet forutsatt at gjennomsnittlig kjørehastighet ble slik som forutsatt i denne figuren:



Denne figuren ble beholdt i vegnormal-utgavene til og med 1981. Dimensjonerende hastighet var en ren planleggings-størrelse som ikke hadde noen direkte tilknytning til skilting av fartsgrense. Men det var (og er) en erfaring for at 85 % av bilførerne holder lavere fart enn ca 10 km/t over skiltet fartsgrense (tilsvarende fartstillegget som brukes i gjeldende vegnormaler). For planlegging av nye hovedveger ble det derfor normalt valgt dimensjonerende hastighet 10 km/t høyere enn forventet skiltet fartsgrense. Det vil si at landeveger med fartsgrense 80 km/t ble planlagt med verdier for dimensjonerende hastighet 90 km/t. Fartsgrensen ble oftest fastsatt i en egen vurdering like før åpning av den nye vegparsellen. Ved vurderingen ble vegens omgivelser tillagt avgjørende vekt.

En viktig linjeføringsparameter er kravene til horisontalkurvatur. Dimensjonerende hastighet kalles i 1977 for dimensjonerende fart.

I normalblad fra **1977** og i **håndbok 017** fra samme år finnes disse kravene:

### 3.2 HORISONTALKURVER

Med utgangspunkt i de største tillatte verdier for overhøyde og sidefriksjonsfaktor kan den minste tillatte kurveradius,  $R_{min}$ , ved ulike dimensjonerende fart beregnes etter formelen

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + f_k)}$$

Figur VII-3.4 angir avrundede verdier av  $R_{min}$ .

Dimensjonerende fart, V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Minste tillatte kurveradius, $R_{min}$ (m)	25	45	80	125	175	250	350	450	600	800

Figur VII-3.4: Minste tillatte kurveradius ved maksimal overhøyde 7% ved ulike verdier av dimensjonerende fart

Disse verdiene ble beholdt **uendret i 1981-utgaven** av håndbok 017.

**Håndbok-utgaven fra 1992** var omarbeidet og oppbygd forskjellig fra tidligere utgaver. Det var nå lagt spesiell vekt på

- Høyere standard på stamvegene
- Bedre tilpasning til byområder
- Bedre tilpasning til kommunale vegger
- Harmonisk veg-geometri

Normalen gir større ulikhet enn tidligere i krav til vegstandard mht vegfunksjon, omgivelser og trafikkmengde. Her ble det introdusert dimensjonering ut fra et **forventet fartsprofil**, men også her brukes begrepet dimensjonerende fart.

Forholdet mellom dimensjonerende fart, fartsgrense og fartsnivå blir forklart i Del A – Dimensjoneringsgrunnlag:

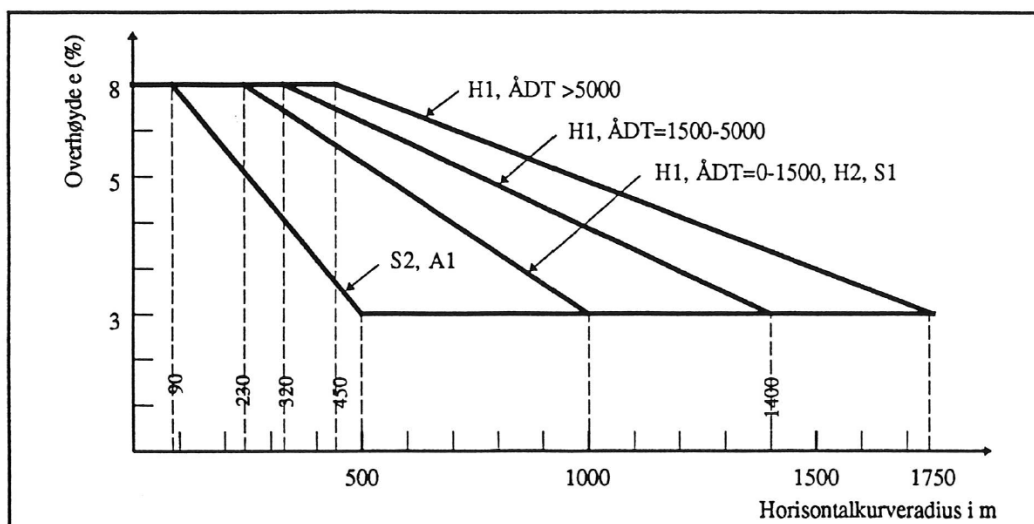
*«Dimensjonerende fart velges ut fra vegens funksjon og områdetype, og bør tilsvare fartsnivået, eller den hastighet som 85 % av trafikantene overholder (85 % - fraktilen). Dimensjonerende fart er dermed ikke det samme som fartsgrensen. I spredtbygde områder bør dimensjonerende fart være 10-20 km/t over ønsket fartsgrense, men den kan settes lavere i vanskelig terreng eller på vegger med lite trafikk.»*

Det skulle settes krav til samordning av elementene når andre verdier en minimums-/maksimums-verdier ble brukt. Maksimal overhøyde ved minimumskurvatur var økt fra 6% til 7% i 1977-utgaven, og ytterligere økt til 8% i denne 1992-utgaven.

I premisser for linjeføringsdelen i vegnormalene utgitt av SINTEF i 1993 er det beskrevet hvilken dimensjonerende fart som bør velges avhengig av vegens standardklasse og forventet trafikkmengde 20 år etter åpningsåret. For hovedveg i spredtbygde strøk (H1) gjelder:

- ÅDT  $\leq$  1500                    80 km/t
- ÅDT 1500 – 5000                90 km/t
- ÅDT  $\geq$  5000                    100 km/t

Denne inndelingen ga grunnlag for å illustrere sammenhengen mellom krav til horisontalkurveradius og overhøyde for ulike trafikkmengder:



I håndbok 017 (Veg- og gateutforming) fra 1992 er det laget mange tabeller for linjeføringsparametre med minimums-/maksimumsverdier. Grensen mellom behovet for 2-feltsveg og 4-feltsveg ble satt til ÅDT 15.000.

Denne dimensjoneringstabell gjaldt for en mye brukt standardklasse:

HOVEDVEG – H1. ÅDT 5.000 – 15.000 (utsnitt av fig 3.20):

Dimensjonerende fart (km/t)	80	90	100	110	120	130
Minste horisontalradius (m)	230	320	450	620	830	1200
Minste klotoideparameter (m)	125	155	190	225	260	325
Stoppsikt (s=0) (m)	119	147	178	215	255	302
Forbikjøringsikt (m)	400	450	450	500	500	550
Forbikjøringsmuligheter pr. 5 km	3	3	3	3	3	3
Minste høybrekksradius (m)	2900	4400	6600	9800	14000	20000
Minste lavbrekksradius (m)	1650	2090	2580	3120	3710	4350
Maksimal overhøyde (%)	8	8	8	7,4	6,7	5,1
Maksimal stigning (%)	6	6	5	5	5	5
Største resulterende fall (%)	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Minste resulterende fall (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**Håndbok 235 Stamvegutforming fra 2002** erstatter det som står om stamvegstandard i 1992-utgaven av Håndbok 017.

I forordet i Håndbok 235 står det at bakgrunnen for revisjonen av stamvegstandarden er blant annet Stortingets behandling av NVVP 1998-2007 hvor man ønsket en større fleksibilitet i standarden. Det ble vektlagt at standarden må kunne tilpasses lokale forhold, og avvik bør kunne tillates der trafikkgrunnet gir mulighet til det. Samtidig påpekte Stortinget at det er viktig med helhetlig planlegging av stamvegrutene. Vegdirektoratet har også justert normalen ut fra ny kunnskap og erfaring.

I stamvegnormalen benyttes begrepet fartsgrense (skiltet fartsgrense) selv om hovedfokus for inndeling av utformingstabellene er ÅDT. Inngangsverdien til tabellene med krav til linjeføringsparametre er altså endret fra dimensjonerende fart. Bakgrunnen for denne endringen var at mange misforsto begrepet dimensjonerende fart. For hvert ÅDT-intervall finnes det nå en minimums-verdi for horisontalkurvatur og minimumsverdier for andre linjeføringsparametre.

Det anbefales at tofelts stamveger (ÅDT <10.000) bør planlegges for fartsgrense 80 km/t, at firefelts motorveger med ÅDT 10.000 – 20.000 bør planlegges for fartsgrense 90 km/t og motorveger med ÅDT >20.000 bør planlegges for fartsgrense 100 km/t.

Fartsgrense	km/t	80	80	80	90	100
Antall kjørefelt		2	2	2	4	4
Vegbredde	m	8,50	8,50	10,00	20,00	26,00
Linjeføringsparameter standardklasse H1	ÅDT	0-1500	1500-5000	5-10.000	10-20.000	>20.000
Rmin, horisontal	m	250	350	450	450	600
Minste klotoideparameter	m	130	165	175	175	225
Minste stoppsikt lengde	m	106	139	178	178	211
Minste forbikjøringssikt lengde	m	500	500	500	-	-
Forbikjøringsmuligheter pr 5 km	stk	1	2	3	-	-
Rmin høgbrekk basert på stoppsikt	m	2300	400	6700	6700	9400
Rmin lavbrekk	m	1850	2200	2600	2600	3100
Maks overhøyde	%	8	8	8	8	8
Maks stigning	%	8	6	6	6	5
Største resulterende fall	%	10	10	10	10	10
Minste resulterende fall	%	2	2	2	2	2
Rmin uten overhøyde	m	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Rmin horisontal i kryss	m	550	700	800	800	800
Rmin høgbrekk i plankryss	m	22.800	38.300	47.200	47.200	64.600
Rmin høgbrekk i planskilt kryss	m	-	-	9.800	9.800	13.600
Maks stigning i plankryss	%	6	5	4	4	4
Maks stigning i planskilt kryss	%	-	-	6	6	5

Av denne linjeføringstabellen ses at kravene er like for ÅDT-intervallene 5.000-10.000 og 10.000-20.000 selv om fartsgrense og vegbredder er ulike. Det er ikke begrunnet i normalen, og det er heller ikke utgitt noen premiss-rapport eller veileder i forbindelse med denne stamvegutformings-normalen fra 2002.

**Håndbok 017 Veg- og gateutforming fra 2008** erstatter Håndbok 017 fra 1993 og Håndbok 235 fra 2002. Her blir nullvisjonen for trafikksikkerhet, framkommelighet og miljø lagt til grunn for utformingen av vegsystemet.

Fartsgrensen er en viktig inngangsparameter til dimensjoneringsklassene og gatetverrsnittene. Ved vurdering av fartsgrensen for nye veger må det tas hensyn til en del sentrale krav i **fartsgrensekriteriene** (se div NA-rundskriv).

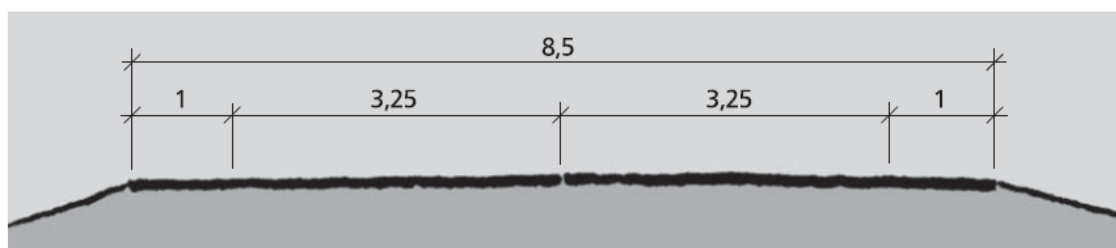
Også her er trafikkmengden (ÅDT) grunnlag for dimensjoneringen. Fartsgrensene for hver dimensjoneringsklasse skal samsvare med fartsgrensekriteriene

Eksempelet nedenfor er fra en mye brukt dimensjoneringsklasse:

### S2 Stamveger, ÅDT 0 - 4 000 og fartsgrense 80 km/t

#### Tverrprofil

Vegen skal bygges etter tverrprofil vist i figur C.3.



Figur C.3: Tverrprofil S2, 8,5 m vegbredde (mål i m)

Tabell C.4: Prosjekteringstabell for S2

	$R_h^{2)}$	Horisontalkurvaturparametre						Vertikalkurvaturparametre					
		Nabokurve		Klotoide	Siktlengde			$R_{v,høg}$	$R_{v,lav}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
		Min	Maks	Min	Stopp	$\Delta_{st}^{3)}$	Forbi	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
1)	200	200	300	110	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	225	225	350	120	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
Vegnorsmalstandard	250	250	400	125	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	275	250	550	130	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	300	250	1 000	135	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	350	250		150	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	400	250		160	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	450	270		165	115	9	450	2 800	1 900	8,0	6,0	10	2
	500	270		180	125	10	450	3 400	2 100	8,0	6,0	10	2
	550	275		190	125	10	450	3 400	2 100	8,0	6,0	10	2
	600	280		200	125	10	450	3 400	2 100	8,0	6,0	10	2
	700	290		215	125	10	450	3 400	2 100	8,0	6,0	10	2
	800	290		220	125	11	450	3 400	2 100	7,5	6,6	10	2
	900	290		230	125	11	450	3 400	2 100	7,0	7,1	10	2
	1 000	300		230	125	12	450	3 400	2 100	6,5	7,6	10	2
	1 200	300		240	140	14	450	4 000	2 300	5,6	8,0	10	2
1 400	300		240	140	14	450	4 000	2 300	4,7	8,0	10	2	
1 600	300		240	140	14	450	4 000	2 300	3,7	8,0	10	2	
$\geq 1 750$	300		240	140	14	450	4 000	2 300	3,0	8,0	10	2	

Forutsetningene for vegnormalen fra 2008 er nærmere beskrevet i Håndbok 265 (Linjeføringsteori) utgitt i 2008. Prosjekteringstabellen på foregående side er et resultat av beregnede verdier med utgangspunkt i fartsgrense og fartstillegg som gir farten som brukes ved beregning av minste horisontalkurveradius og tilhørende verdier for de øvrige kravene i tabellen. En bedre vegstandard enn den som gis av minimumsverdiene, vil i tillegg medføre et fartsprofiltillegg.

Fartstillegget er fra 0 km/t til 15 km/t med størst verdi for de største vegene med høyest trafikkmengde (15 km/t fartstillegg ved fartsgrense 100 km/t).

Fartsprofiltillegget er fra 0 km/t til 10 km/t, med gradvis økning fra 0 i øverste linje i prosjekteringstabellen til 10 i nederste linje.

**Håndbok N100 Veg- og gateutforming fra 2013** erstatter Håndbok 017 fra 2008.

Her lanseres nytt opplegg for inndeling i dimensjoneringsklasser, men prinsippet med bruk av fartsgrense og diverse farts-tillegg beholdes i utforming av dimensjoneringsstabellene, men høyeste verdi for fartsprofiltillegget er redusert fra 10 km/t til 5 km/t.

Her er eksempel fra tabellen for de minst trafikkerte hovedvegene:

## H2 Nasjonale hovedveger, ÅDT < 4 000 og fartsgrense 80 km/t

Tabell C.4: Prosjekteringstabell for H2

$R_h^1$	Horisontalkurvaturparametre							Vertikalkurvaturparametre						
	Nabokurve		Klotoid	Sikt lengde <sup>2</sup>				$R_{v,høy}$	$R_{v,høy}^3$	$R_{v,lav}$	Overhøyde e	Stigning Maks	Res. fall	
	Min	Maks		Min	Stopp	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Forbi	Min	Kryss			Min	Maks
250	250	400	125	115	-9	12	450	2800	-	1900	8,0	6,0	10,0	2
275	250	550	130	115	-9	12	450	2800	-	1900	8,0	6,0	10,0	2
300	250		140	120	-9	12	450	3000	-	1900	8,0	6,0	10,0	2
350	250		150	120	-9	12	450	3000	-	1900	8,0	6,0	10,0	2
400	250		160	120	-9	12	450	3000	6500	2000	8,0	6,0	10,0	2
450	270		170	120	-9	12	450	3000	6500	2000	8,0	6,0	10,0	2
500	270		180	125	-11	16	450	3300	7100	2000	8,0	6,0	10,0	2
550	275		190	125	-11	16	450	3300	7100	2000	8,0	6,0	10,0	2
600	280		195	125	-11	16	450	3300	7100	2000	8,0	6,0	10,0	2
700	290		215	125	-11	16	450	3300	7100	2000	8,0	6,0	10,0	2
800	290		220	125	-11	16	450	3300	7100	2000	7,5	6,6	10,0	2
900	290		225	125	-11	16	450	3300	7100	2000	7,0	7,1	10,0	2
1000	300		230	125	-11	16	450	3300	7100	2100	6,5	7,6	10,0	2
1200	300		235	125	-11	16	450	3300	7100	2100	5,6	8,0	10,0	2
1400	300		235	125	-11	16	450	3300	7100	2100	4,7	8,0	10,0	2
1600	300		235	125	-11	16	450	3300	7100	2100	3,7	8,0	10,0	2
≥ 1750	300		235	125	-11	16	450	3300	7100	2100	3,0	8,0	10,0	2



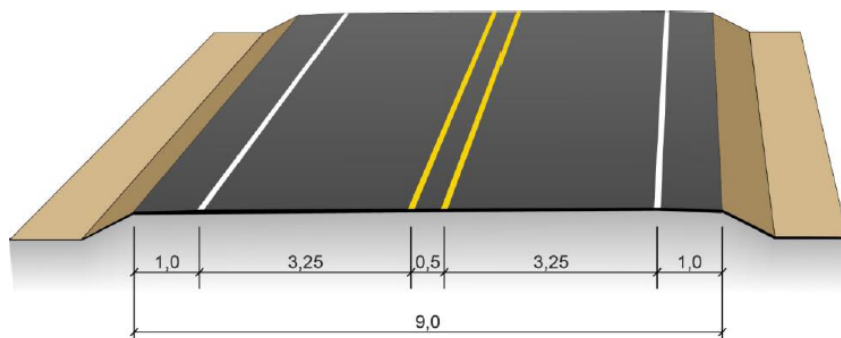
**Håndbok N100 Veg- og gateutforming fra 2019** erstatter Håndbok N100 fra 2013.

Her lanseres nok en gang nytt opplegg, med færre dimensjoneringsklasser, men prinsippet med bruk av fartsgrense og diverse farts-tillegg beholdes i utforming av dimensjonerings-tabellene. Høyeste verdi for fartstillegget er redusert fra 15 km/t til 10 km/t. Dette gir utslag i dimensjoneringsklassene for veger med størst trafikk og høyeste fartsgrense.

### H1 – Nasjonal hovedveg, ÅDT < 6 000 og fartsgrense 80 km/t

#### Tverrprofil

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i Figur C.1.



Figur C.1: Tverrprofil for H1 (mål i m)

Notat fra VD:

*Linjeføringskravene er justert/ redusert med utgangspunkt i nye og omfattende friksjons- og fartsmålinger på vegnettet. Dette gir besparelser uten at trafiksikkerheten reduseres.*

Tabell C.4: Prosjekteringstabell for H1, 80 km/t

R <sub>h</sub> <sup>1</sup>	Horisontalkurvatur					Vertikalkurvatur			
	Nabokurve		Klotoide	Sikt lengde		R <sub>v,høy</sub>	R <sub>v,lav</sub>	Overhøyde	Stigning <sup>3</sup>
	Min	Maks	Min	Stopp <sup>2</sup>	Forbi	Min	Min	e	Maks
250	250	400	125	115	600	2800	1900	8.0	6.0
275	250	550	135	115	600	2800	1900	8.0	6.0
300	250		140	115	600	2800	1900	8.0	6.0
350	250		150	120	600	3000	1900	8.0	6.0
400	250		160	120	600	3000	2000	8.0	6.0
450	270		175	120	600	3000	2000	8.0	6.0
500	270		180	120	600	3000	2000	8.0	6.0
550	275		190	120	600	3000	2000	8.0	6.0
600	280		200	120	600	3000	2000	8.0	6.0
700	290		215	125	600	3300	2000	8.0	6.0
800	290		225	125	600	3300	2000	7.5	6.0
900	290		230	125	600	3300	2000	7.0	6.0
1000	300		235	125	600	3300	2100	6.5	6.0
1200	300		235	125	600	3300	2100	5.6	6.0
1400	300		235	125	600	3300	2100	4.7	6.0
1600	300		235	125	600	3300	2100	3.7	6.0
≥ 1750	300		235	125	600	3300	2100	3.0	6.0

## Utvikling av fartsbegrepet som grunnparameter for vegutformingen

Trafikkhastigheten det skal dimensjoneres for påvirker mange parametre. Viktige for linjeføring og investeringskostnader er minimumskravene til horisontalkurver og vertikalkurver. Nedenfor er gjengitt utviklingen i kravene for planlegging for et utvalg av ny tofelts hovedveg/stamveg:

Vegnormal- utgave	Trafikk-mengde	Dimensjon- erende hastighet/fart	Trafikk- hastig- het	Skiltet farts- grense	Maks over- høyde	Minimum horisontal- kurve	Minimum høybrekks- kurve
år	ÅDT	km/t	km/t	km/t	%	m	m
1967	1.500 – 4.000	90	68	80	6,0	400	4700
1967	1.500 – 4.000	80	62	80	6,0	300	3200
1977	1.500 – 4.000	90	68	80	7,0	350	4700
1977	1.500 – 4.000	80	62	80	7,0	250	3200
1981	1.500 – 4.000	90	68	80	7,0	350	4700
1981	1.500 – 4.000	80	62	80	7,0	250	3200
1992	1.500 – 5.000	90	-	80	8,0	320	3700
1992	1.500 – 5.000	80	-	80	8,0	230	2400
2002	0 – 1.500	-	-	80	8,0	250	2300
2002	1.500 – 5.000	-	-	80	8,0	350	4000
2008	0 – 4.000	80+5+0-	-	80	8,0	250	2800
2008	4.000 – 8.000	80+10+0	-	80	8,0	275	4200
2013	0 – 4.000	80+5+0-	-	80	8,0	250	2800
2013	4.000 – 6.000	80+10+0	-	80	8,0	300	4400
2019	0 – 6.000	80+5+0	-	80	8,0	250	2800
2019	6.000 – 12.000	90+5+0	-	90	8,0	400	4700

I de tidligste normalene ble det pekt på tre hovedfaktorer for fastsetting av dimensjonerende fart: trafikkmengde, terreng, og ønsket kjørefart. Stor trafikkmengde medførte høy dimensjonerende fart, mens kupert terreng ga lavere fart for å spare investeringskostnader. Og normalt skulle 90 % av kjørefarten være lavere enn dimensjonerende fart. Dette prinsippet er videreført også i 1992-utgaven av håndbok 017 der det heter: «i spredtbygde områder bør dimensjonerende fart være 10-20 km/t over ønsket fartsgrense, men den kan settes lavere i vanskelig terreng eller på veier med lite trafikk».

I praktisk planlegging ble nok mange planlagte veier liggende i vanskelig terreng og derfor gitt dimensjonerende fart 80 km/t. Fartsgrensen ble også 80 km/t der vegens omgivelser tilsa det.

I vegutformingsnormalene fra og med år 2008 er linjeføringen og utformingen dimensjonert for en fart som i mange tilfeller er større enn fartsgrensen ved at det legges til et fartstillegg og/eller et fartsprofiltillegg.

### fartstillegg, $\Delta v_t$

De ulike dimensjoneringsklassene gis ulike fartstillegg ut fra vurderinger omkring risiko og konsekvens. Følgende fartstillegg er benyttet: 0 km/t, 5 km/t, 10 km/t og 15 km/t. Fartstillegget påvirker minsteverdiene i dimensjoneringstabellene. I 2019-utgaven er høyeste fartstillegg 10 km/t.

### fartsprofiltillegg, $\Delta v_{pt}$

Erfaringsmessig kjører mange raskere enn fartsgrensen ved bedre vegstandard. Derfor er det i de ulike dimensjoneringsklassene lagt inn et fartsprofiltillegg for å kompensere for økt fart ved økende horisontalkurveradius. Fartsprofiltillegget varierer mellom 0 km/t og 10 km/t. Fartsprofiltillegget er 0 km/t for første linje og økes til 10 km/t for nederste linje i prosjekteringstabellene i håndbok 017/N100. For motorvegstandard (dimensjoneringsklasse H3) er det ikke noe fartsprofiltillegg.

Tabell 35 Sikkerhetsfaktorer for ulike dimensjoneringsklasser (fra Statens vegvesen) *hb 265, år 2008*

ADT	Boligheter	0 - 1500				1500-4000				4000 - 8000		8000 - 12000		12000 - 20000			> 20000		
		50	60	80	90	50	60	80	90	60	80	60	90	60	80	100	60	80	100
Fartsgrense (km/t)																			
Stamveger			S1	S2	S3		S1	S2	S3	S1	S4	S1	S5	S6	S7	S8	S6	S7	S9
Andre hovedveger			S1	H1			S1	H2		S1	S4	S1	S5	S6	S7	S8	S6	S7	S9
Samleveger	Sa1	Sa1		Sa3		Sa2		H2											
Atkomstveger	A1/A2/A3																		

Fartstillegg = 0	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,10
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,25
Fartstillegg = 10	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,50
Fartstillegg = 15	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,75

### Vegnormal 2013:

Her introduseres mange dimensjoneringsklasser som gis utforming basert på forventet trafikkmengde og med ulike fartsgrenser. Det benyttes fartstillegg-størrelser som i 2008-utgaven, mens høyeste fartsprofiltillegg nå er 5 km/t.

ÅDT	Boenheter	< 1500				1500 - 4000				4000 - 6000		6000 - 12000		12000 - 20000			> 20000		
		50	60	80	90	50	60	80	90	60	80	60	90	60	80	100	60	80	100
Hovedveger			H1	H2	H3		H1	H2	H3	H1	H4	H1	H5	H6	H7	H8	H6	H7	H9
Øvrige hovedveger			H1	H <sub>1</sub>			H1	H <sub>2</sub>		H1	H4	H1	H5	H6	H7	H8	H6	H7	H9
Samleveger	Sa1	Sa2		Sa3		Sa2		H <sub>2</sub>											
Atkomstveger	A1/A2/A3																		

Fartstillegg = 0	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,10
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,25
Fartstillegg = 10	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,50
Fartstillegg = 15	Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,75

Figur 6.2: Fartstillegg og sikkerhetsfaktor for de ulike dimensjoneringsklassene (standard for bygging av ny veg)

## Vegnormal 2019:

Her reduseres antall dimensjoneringsklasser. Disse gis utforming basert på forventet trafikkmengde og med ulike fartsgrenser. Høyeste fartstillegg er redusert fra 15 km/t til 10 km/t, mens høyeste fartsprofiltillegg beholdes som 5 km/t.

ÅDT	0-4 000		4 000 – 6 000		6 000 – 12 000		>12 000
<b>Fartsgrense</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>110</b>
Nasjonale hovedveger		H1		H1		H5	H3
Øvrige hovedveger	Hø2	Hø1	Hø2		Hø2		

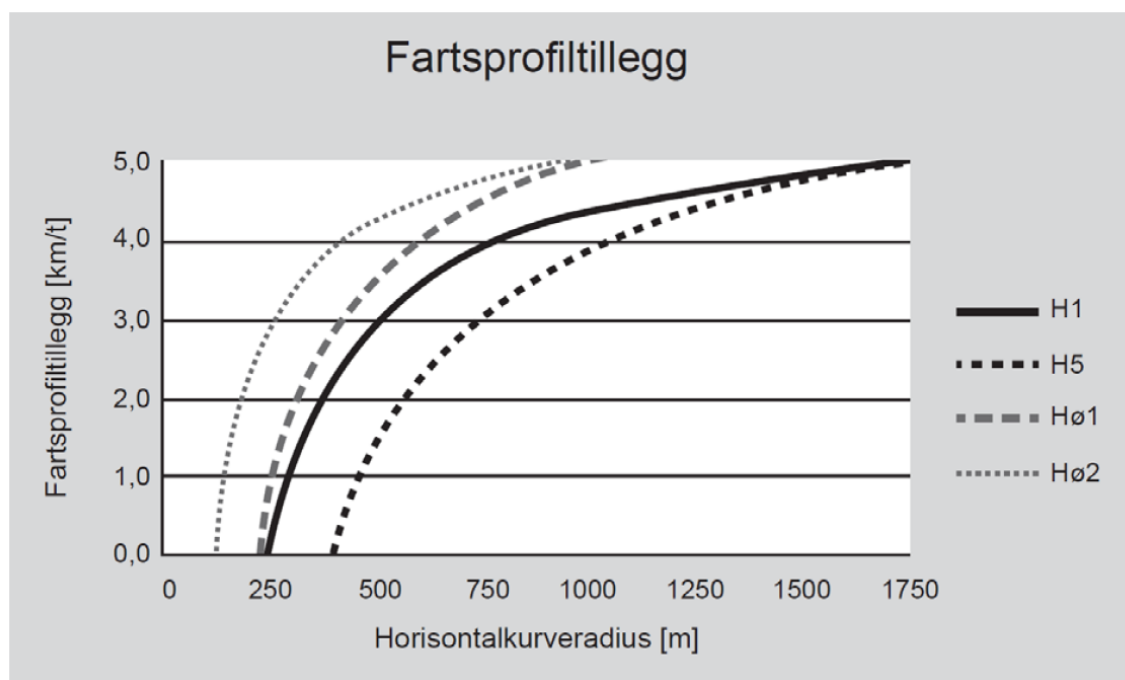
  

Fartstillegg = 0	Sikkerhetsfaktor -friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor -friksjon 1,0
Fartstillegg = 5	Sikkerhetsfaktor -friksjon 1,1
Fartstillegg = 10	Sikkerhetsfaktor -friksjon 1,1

## Fartsprofiltillegg, $\Delta v_{pt}$

Fartsprofiltillegget ( $\Delta v_{pt}$ ) kommer i tillegg til fartstillegget, og er omtalt i kapittel 2.15.

Fordeling av fartsprofiltillegg som funksjon av horisontalkurveradius for ulike dimensjoneringsklasser er vist i Figur 6.2.



Fartsprofiltillegg benyttes ikke for dimensjoneringsklasse H3, denne klassen inngår derfor ikke i figuren. Fart ligger til grunn for beregning av minste horisontalkurveradius, klotoidparametere, siktlengder og vertikalkurveradier i prosjekteringstabellen. På grunn av at fartsprofiltillegget øker med økende horisontalkurveradius, så øker også kravene til øvrige parametere nedover i prosjekteringstabellen.

Verdiene for horisontalkurveradius nedover i tabellen forutsetter også at dimensjonerende sidefriksjon er vesentlig redusert. For de nederste linjene er også  $e_{maks}$  redusert (se kapittel 2.8).

## Horisontalkurveradius

Minste horisontalkurveradius i prosjekteringstabellene er beregnet ved hjelp av formelen:

$$R_{h,min} = \frac{v^2}{127 \cdot (e_{maks} + f_k)} \quad [m]$$

Ved beregning av minste horisontalkurveradius  $R_{h,min}$  er fartsprofiltillegget  $\Delta v_{pt} = 0$ .

Utregnet minste horisontalkurveradius ( $R_{h,min}$ ) er avrundet opp til nærmeste verdi i tallrekken: 55, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1750.

Minste horisontalkurveradius for Hø1 ved gjennomgående utbedring er rundet ned til nærmeste verdi.

### Eksempel - beregning av minste horisontalkurveradius

Dimensjoneringsklasse H1 i håndbok N100 Veg- og gateutforming (se Tabell 6.1) har en minste horisontalkurveradius på 250 m. Denne er beregnet med følgende inndata i formelen over:

$$V = \text{fartsgrense} + \Delta v_t + \Delta v_{pt} = 80 + 5 + 0 = 85 \text{ km/t}$$

$$f_k = 0,16 \text{ (fra Tabell 2.7 med sikkerhetsfaktor friksjon 1,0 og fartsgrense 80 km/t)}$$

$$e_{maks} = 0,08$$

Dette gir  $R_{h,min} = 240 \text{ m}$ , avrundet opp til 250 m.

## Oppsummering av geometri-beregningsmetodikk basert på fart og farts-suppleringer

Vegnormal-år	1967-1981	1992	2002	2008	2013	2019
Dim. hast/fart	X	X				
Fartsprofil		X				
Fartsgrense			X	X	X	X
Fartstillegg				0 – 15	0 – 15	0 – 10
Fartsprofiltillegg				0 – 10	0 - 5	0 - 5

### Fartsbegrep-utvikling (km/t)

Metoden for å fastsette vegutformings-krav har altså endret seg ganske mye, men tabell-verdiene i de enkelte dimensjoneringsklasser er ganske like (se side 66).

## VEDLEGG 6.5 PERSONBIL-UTVIKLING

### PERSONBIL-DIMENSJONER (meter)

Mål	Sym-bol	Premiss-krav	1967	1978	1981	1992	2008	2013	2019	Audi e-tron	Tesla Mod 3
			NORMALKRAV							6,5 % 2020	5,5 % 2020
Lengde	<b>L</b>	85 % forutsettes kortere	5,00	5,00	5,00	4,80	4,80	4,80	4,80	4,90	4,69
Bredde ex speil	<b>b<sub>k</sub></b>	85 % forutsettes smalere	1,90	1,90	1,90	1,80	1,80	1,80	1,80	1,94	1,85
Høyde (beregnet messig kjøretøyhøyde)	<b>H (a<sub>3</sub>)</b>	85 % forutsettes høyere		1,35 (1,25)	1,35 (1,25)	1,35 (1,25)	1,35 (1,25)	1,35 (1,25)	1,35 (1,25)	1,63 (1,53)	1,44 (1,34)
Akselavstand			2,90	2,90	2,90	2,80	2,80	2,80	2,80	2,93	2,88
Sporvidde (hjulavstand)	<b>b</b>	85 % forutsettes smalere				1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,58

Fram til 1981 var mye av premisene for parametrene hentet fra utenlandske vegnormaler. Normalkravene fra 1992 baseres på en stor nasjonal gjennomgang utført av SINTEF (rapport utgitt 1993, se bok 25).

I tabellen er også tatt med dimensjoner for de to mest solgte nye personbiler i Norge i 2020.

Audi e-tron hadde 6,5 % av totalsalget på 141 000 personbiler, mens Tesla Model 3 hadde 5,5 %.

Det bør være aktuelt med gjennomgang av disse parametrene som er uforandret siden 1992, spesielt mulig økt verdi for bredde og høyde. Personbil-bredden har betydning for utforming av parkeringsplasser, og i liten grad betydning for krav til vegutforming. For vegutforming er det viktig å ta hensyn til større kjøretøyer (vogntog og busser).

I tillegg til økte dimensjoner har personbilparken utviklet seg mye mht egenvekt og motorkraft.

Gjeldende normaler fra 2019 baserer seg på at 85 % av personbilene har motor som yter minimum 60 kW (ca 80 hk). Den mest solgte bilen i 2020 veier ca 2400 kg og har motoreffekt på 230-300 kW. Denne utviklingen kan ha betydning for vegutforming som avhenger av akselerasjonsegenskapene for personbiler.

Andre teknologitrender er «selvkjørende transport» og «samhandlende intelligente transport-systemer». Dette kan påvirke vegutforming i framtida, men utviklingen er fremdeles usikker og disse trendene blir ikke vurdert nærmere i dette notatet.

Bakgrunnstekst og figurer nedenfor (neste side) er hentet fra TØI-rapport 1689/2019 Framskrivning av kjøretøyparken (Oslo, mars 2019)

## Kjøretøybestanden

Bestandsutviklingen for personbiler er vurdert/beregnet i flere dokumenter. Her vises NB19-banen (fra nasjonalbudsjettet for 2019) og NTP-banen (mål i NTP 2018-2029).

Bilparken vokser, men veksttakten fram til 2030 (0,84 prosent per år) er betydelig lavere enn observert fra 2010 til 2018 (2,09 prosent per år).

I 2050 vil det i henhold til NB19-banen være 3,4 millioner personbiler i Norge. I NTP-banen blir bilparken ørlite større enn i NB19-banen. Største forskjellen mellom figurene er antallet ladbare hybridbiler. Vekt og dimensjoner for hybridbilene er mer lik el-bilene enn fossil-bilene. Andelen av el-biler (inkl hybridbiler) i trafikken vil være 85 % omtrent i år 2035.

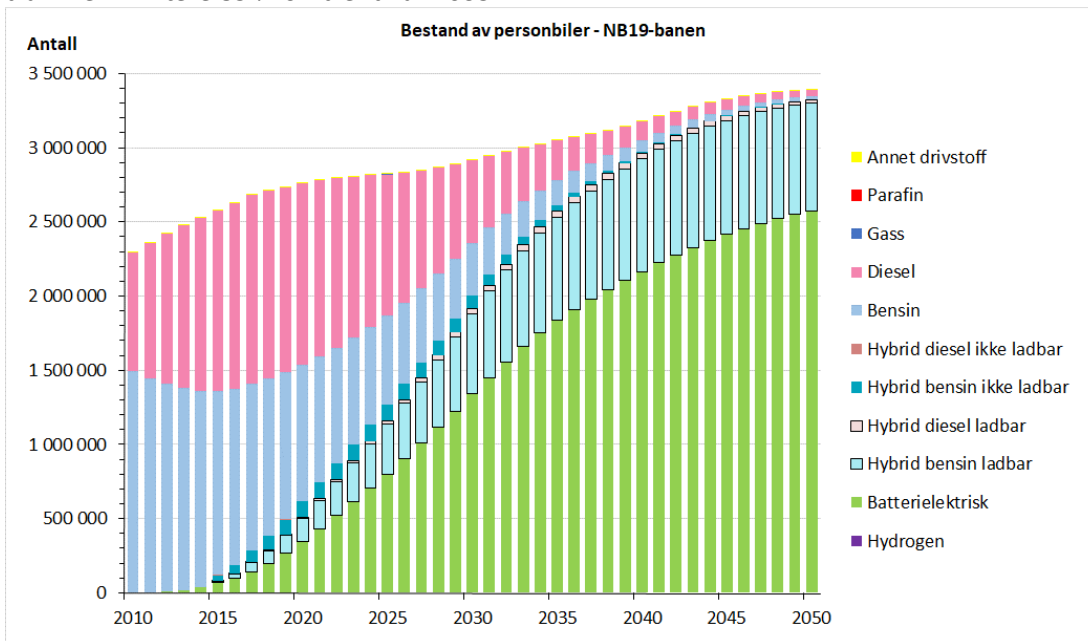


Fig. 5.1 Bestand av personbiler ved årsslutt 2010-2050, etter energiteknologi. NB19-banen.

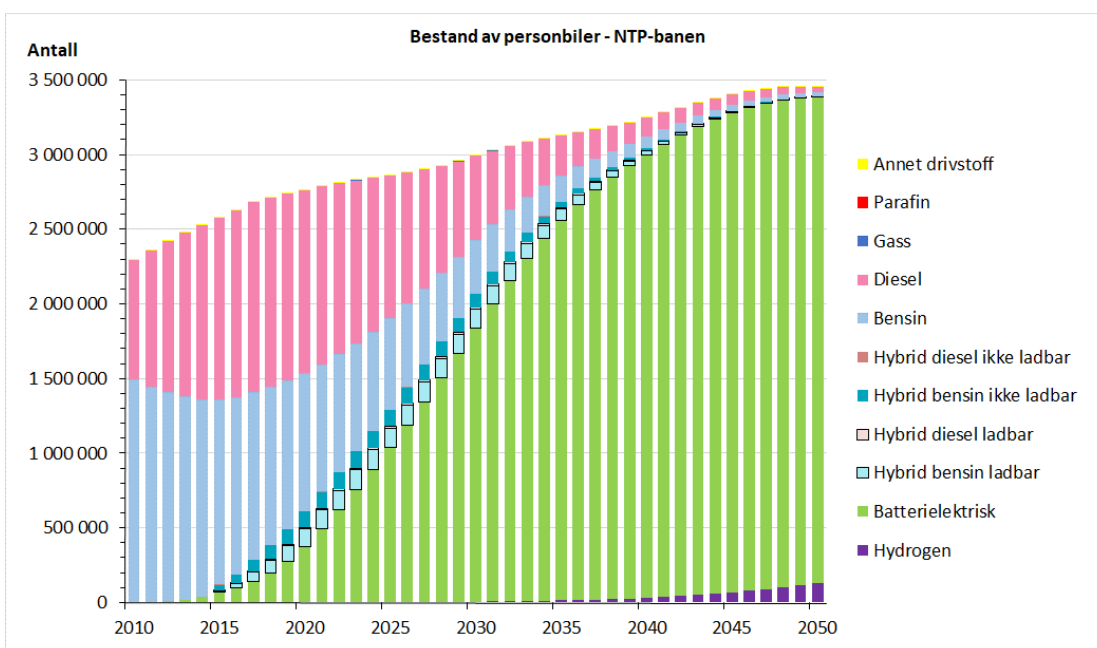


Fig. 5.2 Bestand av personbiler ved årsslutt 2010-2050, etter energiteknologi. NTP-banen.

## Vektfordeling

Personbilene blir stadig tyngre. Mens biler over 1500 kg utgjorde under 1 prosent av de nye personbilene i 1992, var andelen over 61 prosent i 2018. Det innebærer at det gjennomsnittlige drivstofforbruket og CO<sub>2</sub>-utslippet synker vesentlig langsommere enn det i prinsippet ville ha gjort med en konstant vektfordeling.

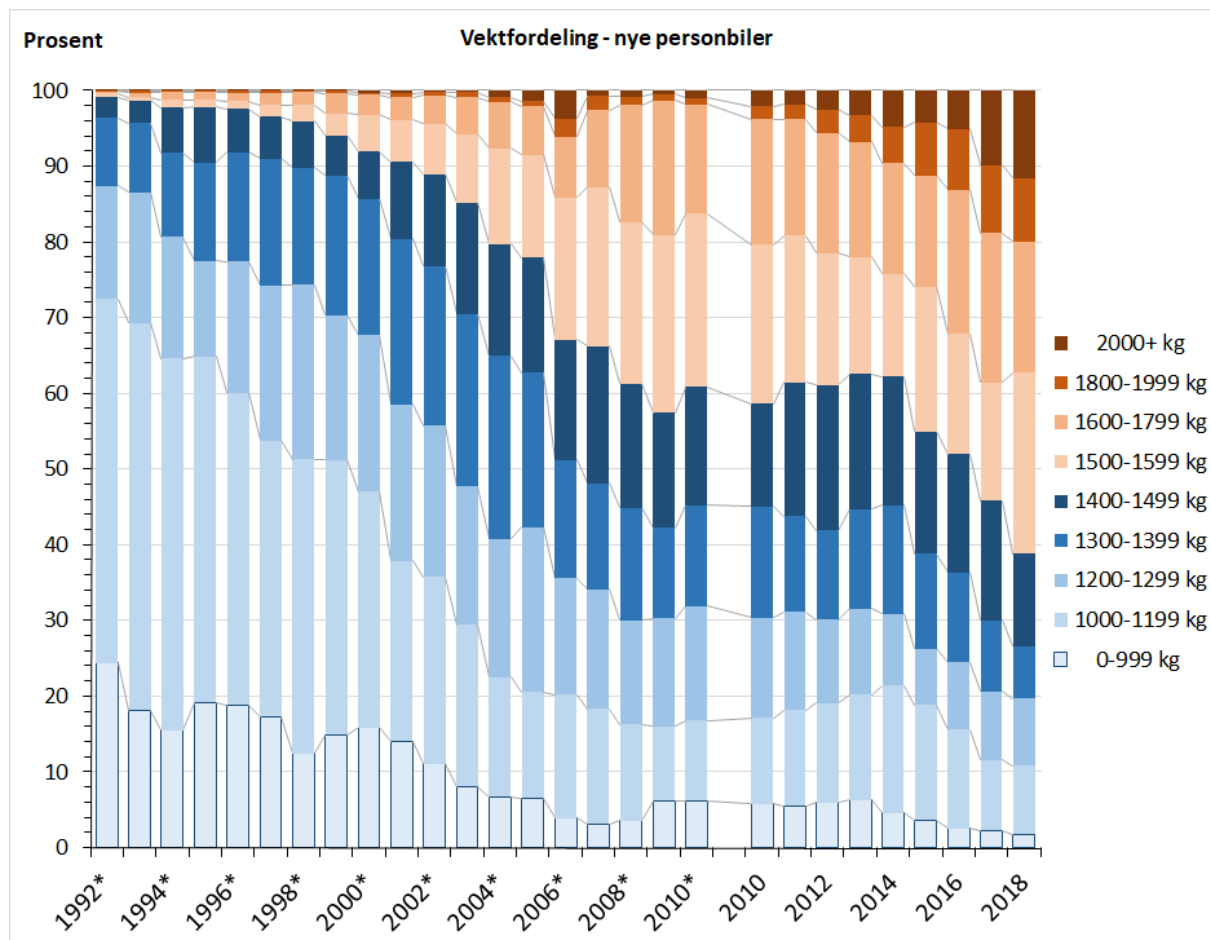


Fig. 3.6 Markedsandeler for nye personbiler 1992-2018, etter egenvekt. Tallene for 1992\*-2010\* gjelder nye personbiler førstegangsregistrert i Norge (kilde: OFV). Tallene for 2010-2018 inkluderer netto bruktimport av biler førstegangsregistrert i utlandet samme år (kilde: Autosys, dvs. motorvognregistret).

En viktig del av forklaringen på økt gjennomsnittsvekt siden 2010 er overgangen til nye energiteknologier. De ladbare hybridene er vesentlig tyngre enn gjennomsnittet. Også elbilene er forholdsvis tunge.

I motsatt retning trekker at diesebilandelen synker. Diesebilene er noe tyngre enn gjennomsnittet og atskillig tyngre enn bensinbilene. De er også tyngre enn de ikke-ladbare hybridene.







Statens vegvesen  
Pb. 1010 Nordre Ål  
2605 Lillehammer

Tlf: (+47)22073000  
firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag**