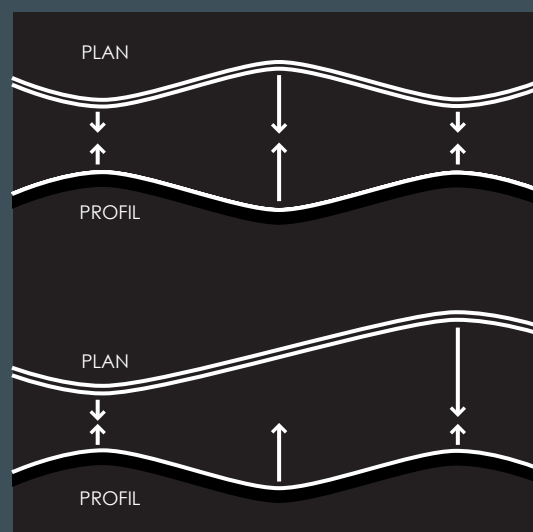
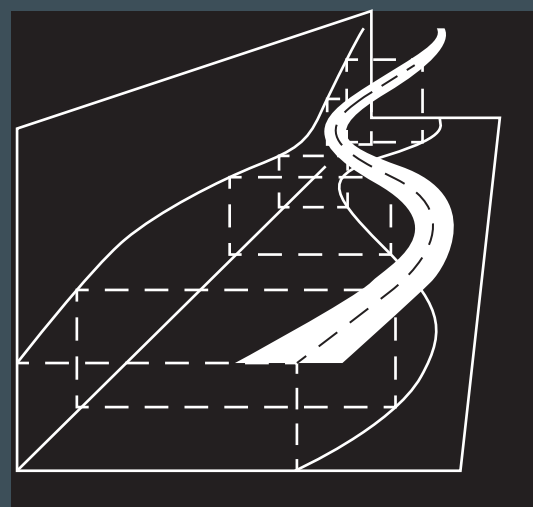


Premisser for geometrisk utforming av veger

VEILEDNING

Håndbok 265



Premisser for geometrisk utforming av veger

Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, www.vegvesen.no.

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

Nivå 1: • Oransje eller • grønn fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2: • Blå fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Premisser for geometrisk utformimng
av veger
Nr. 265 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Siv.ark. Knut Selberg

ISBN: 978-82-7207-666-4

Forord

Denne veiledningen er grunnlagsmateriale for del C og D i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Den forklarer og redegjør for de parametere som brukes ved konstruksjon av en veglinje, og det formelverket som disse parametere inngår i. Forutsetninger og verdier som er lagt til grunn for linjeføringskravene er dokumentert. Videre forklarer den hvordan prosjekteringstabellene for veger i håndbok 017 Veg- og gateutforming er bygd opp. Den tar også opp utbedring av eksisterende veg, overgangen mellom tunnel/bru og veg, tilpasning til terrenget og forbikjøring.

Vegdirektoratet

Lars Erik Hauer

14.10.2013

Innhold

1	Innledning	7
2	Grunnparametere	9
2.1	Inndeling av parameterne	9
2.2	Sammenheng mellom parametere og formelgrunnlag	11
2.3	Øyehøyde, a_1	12
2.4	Objekthøyde og beregningsmessig objekthøyde, a_2	12
2.5	Kjøretøyhøyde og beregningsmessig kjøretøyhøyde, a_3	13
2.6	Kjøretøybredde, b_k	14
2.7	Hjulavstand, b	14
2.8	Overhøyde, e	14
2.9	Vertikalakselerasjon, a_v	16
2.10	Relativ vertikalfart, v_{vf}	16
2.11	Akselerasjon, a	16
2.12	Retardasjon, r	17
2.13	Stigningsgrad, s	17
2.14	Reaksjonstid, t_r	17
2.15	Fartsgrense, V	17
2.16	Friksjon 18	
2.16.1	Totalfriksjon, f_t	18
2.16.2	Sidefriksjon, f_k	20
2.16.3	Bremsefriksjon, f_b	20
2.17	Sporingsøkning, b_s	21
2.18	Overheng, b_o	21
2.19	Dimensjonerende kjøretøytyper	22
3	Linjeføring	23
3.1	Horisontalkurvatur	23
3.1.1	Elementer i horisontalkurvaturen	23
3.1.2	Minste horisontalkurveradius	24
3.1.3	Minste klotoideparameter	25
3.1.4	Kurvekombinasjoner	26
3.1.5	Nabokurver	28
3.2	Vertikalkurvatur	30
3.2.1	Elementer i vertikalkurvaturen	30
3.2.2	Vertikalkurveradius	31
3.2.3	Krav til stigningsgrad	32
3.3	Romkurven - estetikk og optisk føring	33
3.3.1	Romkurvatur	33
3.3.2	Overhøyde	34
3.3.3	Optisk føring	35

4	Tverrprofil	37
4.1	Tverrfall	37
4.1.1	Rettsrekning	37
4.1.2	Sirkelkurve	37
4.1.3	Overhøydeoppbygging i kurvekombinasjoner	38
4.2	Resulterende fall	41
4.3	Breddenvidelse i kurver	42
5	Sikt	45
5.1	Definisjoner	45
5.1.1	Fri sikt	45
5.1.2	Stoppsikt	45
5.1.3	Møtesikt	45
5.1.4	Forbikjøringssikt	45
5.2	Krav til sikt	45
5.3	Beregning av ulike siktlengder	46
5.3.1	Stoppsikt, Ls	46
5.3.2	Møtesikt, Lm	46
5.3.3	Forbikjøringssikt, Lf	46
5.4	Siktkontroll	48
6	Dimensjoneringsklasser	53
6.1	Prosjekteringstabellen	53
6.1.1	Generelt om risiko	54
6.1.2	Fartstillegg og sikkerhetsfaktor for friksjon	54
6.1.3	Fordeling av fartsprofiltillegg	55
6.1.4	Horisontalkurveradius	57
6.1.5	Klotoide	57
6.1.6	Siktlengde	58
6.1.7	Vertikalkurveradius	60
6.1.8	Overhøyde	61
6.1.9	Stigning	61
6.1.10	Resulterende fall	61
6.1.11	Linjeføring i kryss – supplerende krav	61
6.2	Utbedring av eksisterende veg	63
6.2.1	Grunnlag for utbedringsstandard	63
6.2.2	Krav til utbedringsstandard	64
7	Forbikjøring	65
7.1	Forbikjøringsmuligheter	65
7.2	Forbikjøringsfelt i stigning	66
7.2.1	Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt	69

8	Slyng	71
8.1	Slyngklasser	71
8.2	Horisontalkurvatur	71
8.3	Bredden	72
8.4	Overhøyde	73
8.5	Stigninger og vertikalkurvatur	73
8.6	Klotoider i slyng	75
9	Vegtunneler og bruer	77
9.1	Vegtunneler	77
9.1.1	Overgang mellom tunnel og veg i dagen	77
9.2	Bruer	77
9.2.1	Plassering, grunnforhold og spennvidder sett i forhold til veggen	77
9.2.2	Linjeføring på bruer	78
	Vedlegg - oversikt over grunnparametere for ny veg og utbedringsstandard	81

1 Innledning

Denne håndboka behandler premissene for kravene til geometrisk utforming av vegar slik de er presentert i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Premissene kan, som normalen, deles i to prinsipielt ulike deler:

- premisser for geometriske minimum- og maksimumskrav (eksempelvis horisontalkurveradier) basert på fysiske formler
- premisser av mer generell karakter (eksempelvis lokalt vegnett) basert på planmessige vurderinger

Det vesentligste av håndboka omhandler geometriske krav ut fra anerkjente fysiske lover. Differensieringen av standardkravene framkommer ved at inngangsdataene i formlene er vurdert ut fra vegenes funksjon og trafikale forhold.

De geometriske minstekravene er knyttet til følgende forutsetninger for kjøre- og trafikkforhold:

- våt, men ren og isfri kjørebane (ikke vinterforhold)
- kjøring i dagslys
- frie kjøreforhold (ikke kø)
- grunnparametre knyttet til personbiler, unntatt for stigninger som dimensjoneres ut fra tungtrafikkens egenskaper

Inngangen til detaljbestemmelsene i normalen styres av:

- vegens funksjon
- dimensjonerende trafikkmengde
- fartsgrense

Grunnparametrene som brukes i formelverket varierer med de tre faktorene over og gir således varierende krav til geometrisk utforming.

2 Grunnparametere

2.1 Inndeling av parameterne

Betegnelsen grunnparametere brukes om alle parametere som inngår i beregninger av geometriske minimums- eller maksimumsverdier.

Grunnparametrene kan deles inn i fire grupper:

1. Statistiske variabler:

a_1	øyehøyde
a_2	beregningsmessig objekthøyde
a_3	beregningsmessig kjøretøyhøyde
b_k	kjøretøybredde (varierer med dimensjonerende kjøretøy)
b	hjulavstand
b_o	overheng
b_s	sporingsøkning

2. Variabler knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører:

V	fartsgrense
a	akselerasjon
r	retardasjon
a_v	vertikalakselerasjon
v_{vf}	relativ vertikalfart

3. Variabler knyttet til omgivelsene (vegen):

f_t	totalfriksjon
f_b	bremsefriksjonskoeffisient
f_k	sidefriksjonskoeffisient
e	overhøyde
s	stigningsgrad

4. Variabler knyttet til bilføreren:

t_r	reaksjonstid
-------	--------------

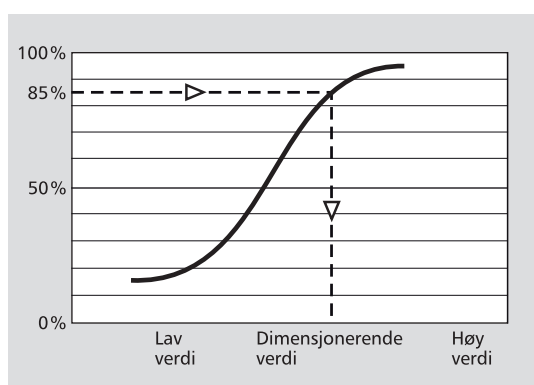
Noen grunnparametere har konstant verdi, andre varierer med dimensjoneringsklasse eller kjøretøytype. Dimensjoneringsklasser for veger er gitt i håndbok 017 Veg- og gateutforming.

Parametre knyttet til kjøretøyene er basert på dagens bilpark.

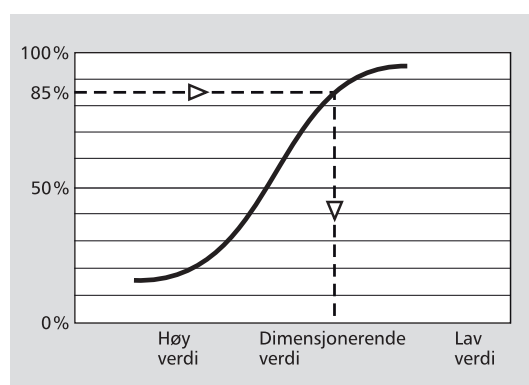
Tabell 2.1: Grunnparametere - konstante eller variable

Grunnparametere	Konstant	Variabel-dimensjoneringsklasse	Variabel-kjøretøy
a_1	x		
a_3	x		
b	x		
t_r	x		
a_2		x	
V		x	
V_b		x	
a_v		x	
v_{vf}		x	
e		x	
f_t		x	
f_k		x	
f_b		x	
s		x	
b_k			x
a			x
r			x
b_s			x
b_o			x

De enkelte grunnparametrene skal gi representative verdier for de forhold de skal beskrive. Normalt vil dimensjonerende verdi dekke 85 % av alle aktuelle tilfeller. Det betyr at dimensjonerende verdi forutsettes bestemt ut fra en statistisk fordeling. Eksempelvis for parameteren reaksjonstid (t_r) forutsettes 85 % av personbilførerne å ha mindre verdi (reagerer raskere) enn dimensjonerende verdi (se Figur 2.1).



Figur 2.1: Prinsippfigur for fastsettelse av dimensjonerende verdi for reaksjonstid

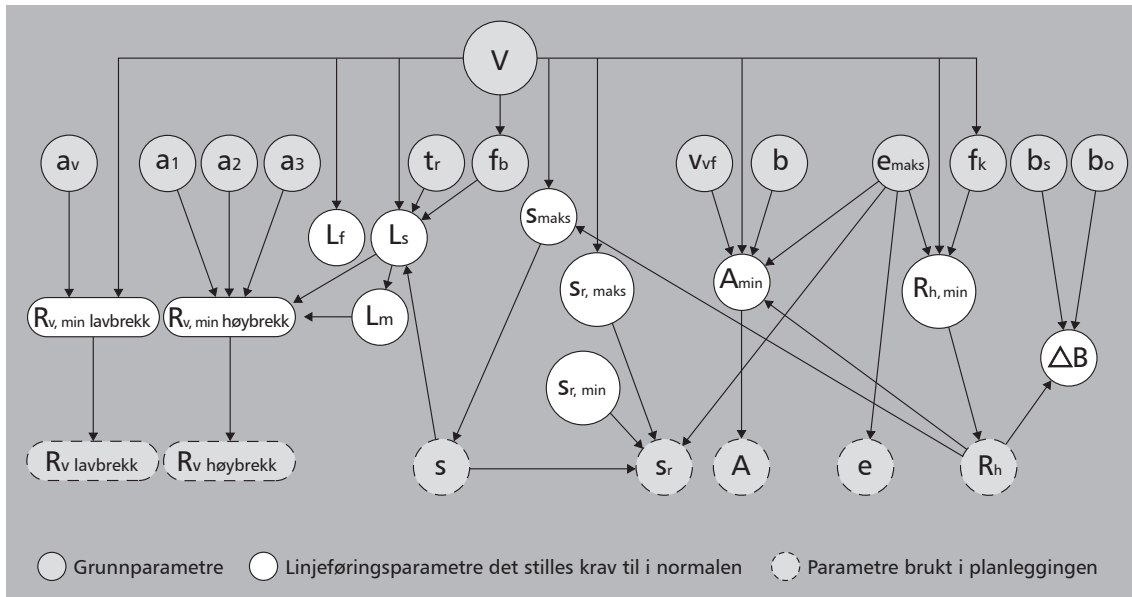


Figur 2.2: Prinsippfigur for fastsettelse av dimensjonerende verdi for øyehøyde

For øyehøyde (a_1) forutsettes 85 % av personbilførerne å ha en større verdi enn dimensjonerende verdi (se Figur 2.2).

2.2 Sammenheng mellom parametre og formelgrunnlag

I prosjekteringstabellene i håndbok 017 Veg og gateutforming settes det krav til kurvaturen på vegene. Krav til kurvatur beregnes ut fra en rekke fysiske parametre. Sammenheng mellom parametrene i formelgrunnlaget som brukes i beregning av geometriske minimums- og maksimumsverdier er vist i Figur 2.3.



Figur 2.3: Oversikt over sammenhenger over hvilke grunnparametre som inngår i formelgrunnlaget

V = fartsgrense (med eventuelle fartstillegg)

a_v = vertikalakselerasjon

a_1 = øyehøyde

a_2 = beregningsmessig objekthøyde

a_3 = beregningsmessig kjøretøyhøyde

t_r = reaksjonstid

f_b = bremsefriksjon

f_k = sidefriksjon

v_{vf} = relativ vertikalfart

b = hjulavstand

b_s = sporingsøkning

b_o = overheng

R_v = vertikalkurveradius

L_f = forbigjøringsikt

L_s = stoppsikt

L_m = møtesikt

s = stigning

S_{maks} = største tillatte stigning

S_r = resulterende fall

$S_{r, maks}$ = største tillatte resulterende fall

$S_{r, min}$ = minste tillatte resulterende fall

A = klotoideparameter

A_{min} = minste klotoideparameter

e = overhøyde

e_{maks} = største tillatte overhøyde

R_h = horisontalkurveradius

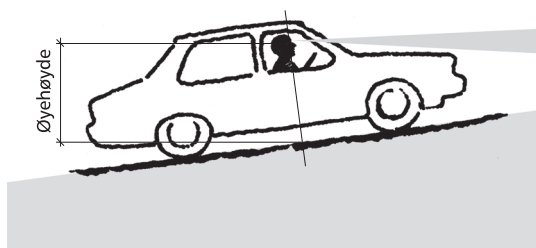
$R_{h, min}$ = minste horisontalkurveradius

ΔB = breddeutvidelse

Som figuren viser så er farten den mest sentrale parameteren. Farten V kan beskrive fartsgrense med eller uten fartstillegg, se kapittel 6.1.2.

2.3 Øyehøyde, a_1

Øyehøyden, a_1 , er definert som øyehøyde over vegbanen for en bilfører i en personbil. Parameteren inngår ved siktkontroll og i beregningen av minste vertikalkurveradius i høybrekk, se kapittel 5.4.



Figur 2.4: Øyehøyde, a_1

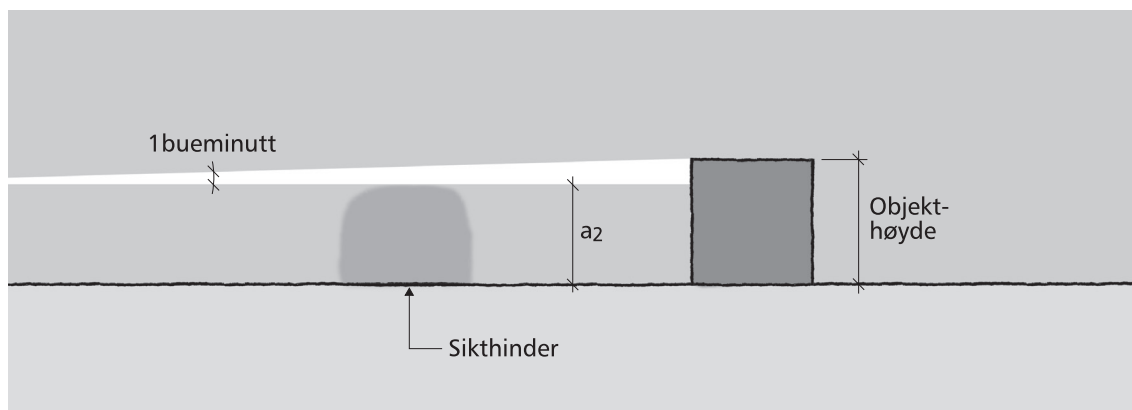
Verdien for øyehøyden er satt ut fra en forutsetning om at 85 % av personbilparken med en gjennomsnittsfører og en passasjer skal ha en øyehøyde som er større enn den valgte verdien. Dette er beregnet ut fra statistiske opplysninger om førerhøyde og personbilparkens sammensetning.

Verdien for dimensjonerende øyehøyde (a_1) er satt til 1,1 m.

2.4 Objekthøyde og beregningsmessig objekthøyde, a_2

Objekthøyden er definert som høyden på en gjenstand det forutsettes at en bilfører skal kunne bremse ned og stoppe for. Beregningsmessig objekthøyde er objekthøyden redusert med ett bueminutt. Parameteren beregningsmessig objekthøyde inngår i beregning av minste vertikalkurve i høybrekk dimensjonert for stoppsikt, og ved siktkontroll.

For å oppfatte en gjenstand må en se en sektor av gjenstanden som dekkes av en vinkel på ett bueminutt. Dette tilsvarer 2,9 cm på en avstand av 100 m. På en avstand av 160-170 m tilsvarer dette ca 5 cm. Det er valgt å regne med en konstant beregningsmessig objekthøyde (a_2) lik objekthøyde minus 5 cm (som tilsvarer ett bueminutt på avstand på ca 160 m). Det er den beregningsmessige objekthøyde (a_2) som regnes som grunnparameter.



Figur 2.5: Objekthøyde

Gjeldende verdier for objekthøyde er vist i Tabell 2.2.

Tabell 2.2: Objekthøyde på fri vegstrekning (mål i m)

Objekthøyde	Høyden representerer	Gyldighetsområde
0,30	Objekt i vegbanen	Alle nye vegger
0,65	Baklys på kjøretøy	Utbedringsstandard

I kryss kreves det at en ser en større del av objektet. Verdier for gjennomgående veg i kryssområder er gitt i Tabell 2.3.

Tabell 2.3: Objekthøyde i kryssområder (mål i m)

Objekthøyde	Gyldighetsområde
0,00	Alle nye vegger
0,30	Utbedringsstandard

Ved bygging av ny veg er objekthøyden i kryss 0 m. Det vil si at kjørebanelen skal være synlig i en avstand av stoppsikt L_s (for uregulerte kryss og avkjørsler) eller $1,2L_s$ (for forkjøringsregulerte kryss).

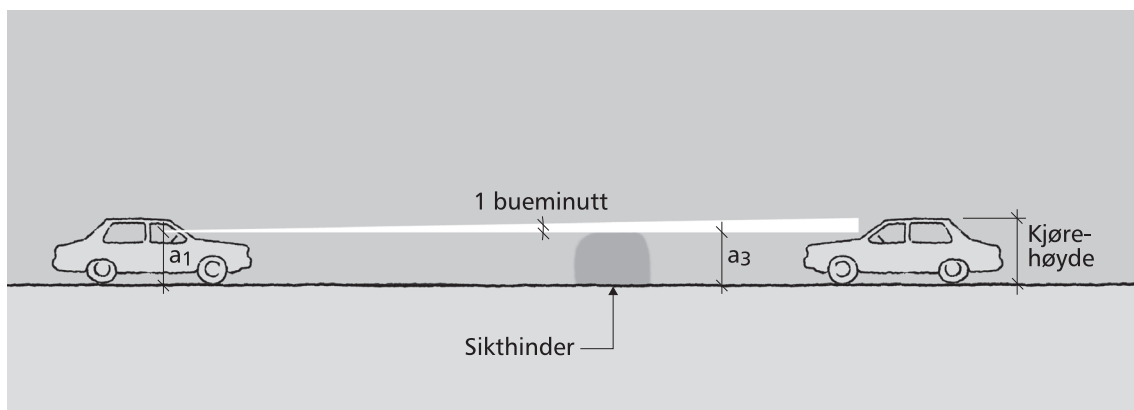
Ved utbedringsstandard er kravet til objekthøyde i kryss 0,30 m. Det kan i høybrekk medføre at kjørebanelen ikke er synlig i mer enn ca 2/3 av siktkravet.

2.5 Kjøretøyhøyde og beregningsmessig kjøretøyhøyde, a_3

Dimensjonerende kjøretøyhøyde er satt til 1,35 m. Verdien er fastsatt ut fra en statistisk vurdering av personbilparken. 85 % av personbilene forutsettes å være høyere.

Parameteren inngår i beregning av minste vertikalkurve i høybrekk dimensjonert for møtesikt og beregning av forbikjøringsikt. Kjøretøyhøyde er også en aktuell parameter ved noen former for siktkontroll.

For å oppfatte en gjenstand må en se en sektor av gjenstanden som dekkes av en vinkel på ett bueminutt. Dette tilsvarer 2,9 cm på en avstand av 100 m. På en avstand på 330 m tilsvarer dette ca 10 cm. Det er valgt å bruke en konstant beregningsmessig kjøretøyhøyde (a_3) lik kjøretøyhøyde minus 10 cm, det vil si 1,25 m.



Figur 2.6: Kjøretøyhøyde

2.6 Kjøretøybredde, b_k

Kjøretøybredde varierer med dimensjonerende kjøretøy. Håndbok 017 Veg- og gateutforming har fire dimensjonerende kjøretøytyper. Bredder for disse kjøretøyene er vist i Tabell 2.4. Forutsetningsvis har 85 % av kjøretøyene en bredde mindre enn angitt verdi.

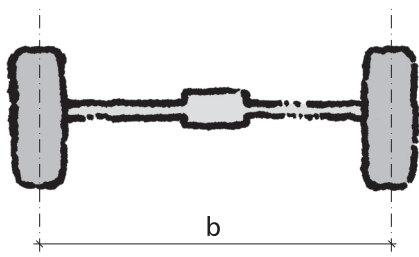
Tabell 2.4: Kjøretøybredder for dimensjonerende kjøretøytyper

Dimensjonerende kjøretøytyper	Bredde [m]
Vogntog (VT)	2,6
Lastebil (L)	2,55
Buss (B)	2,55
Personbil (P)	1,8

Bredde er angitt uten sidespeil.

2.7 Hjulavstand, b

Hjulavstanden er definert som avstand senter - senter for et hjulpar på samme aksling for en dimensjonerende personbil.



Figur 2.7: Hjulavstand personbil, b

Hjulavstanden inngår i formelen for beregning av minste lengde for oppbygging av overhøyde. Denne lengden sammen med horisontalkurveveradius bestemmer minste klotoidparameter A_{\min} (se kapittel 3.1.3).

Dimensjonerende hjulavstand er satt til 1,65 m. Dette er en konstant verdi uavhengig av andre forhold enn sammensetningen av personbilparken. 85 % av personbilene forutsettes å ha en hjulavstand som er mindre.

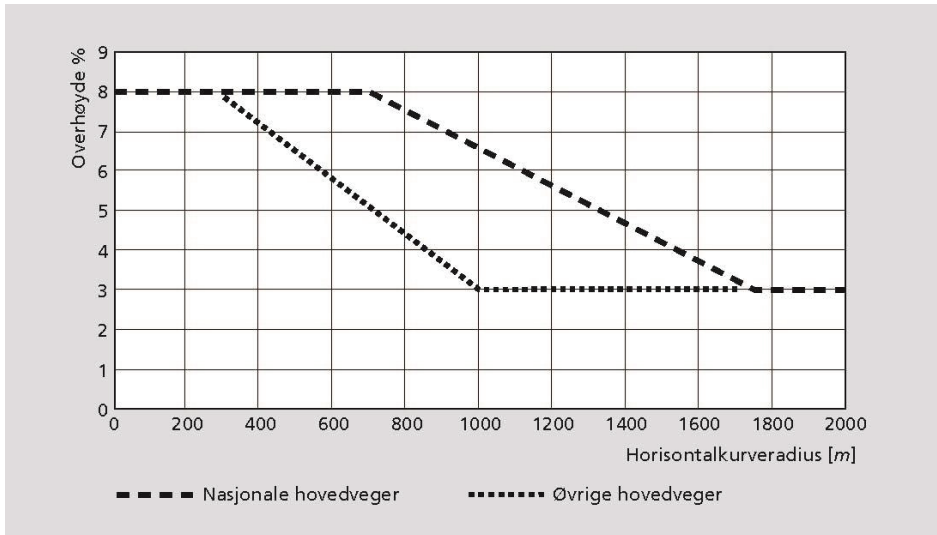
2.8 Overhøyde, e

Med overhøyde menes kjørebansens tverrfall i horisontalkurver. Overhøyden skal sammen med sidefriksjonen ta opp sidekraft ved kjøring i kurver. Overhøyden må ikke være så stor at langsomtgående eller stillestående kjøretøy glir sidevegs på glatt føre.

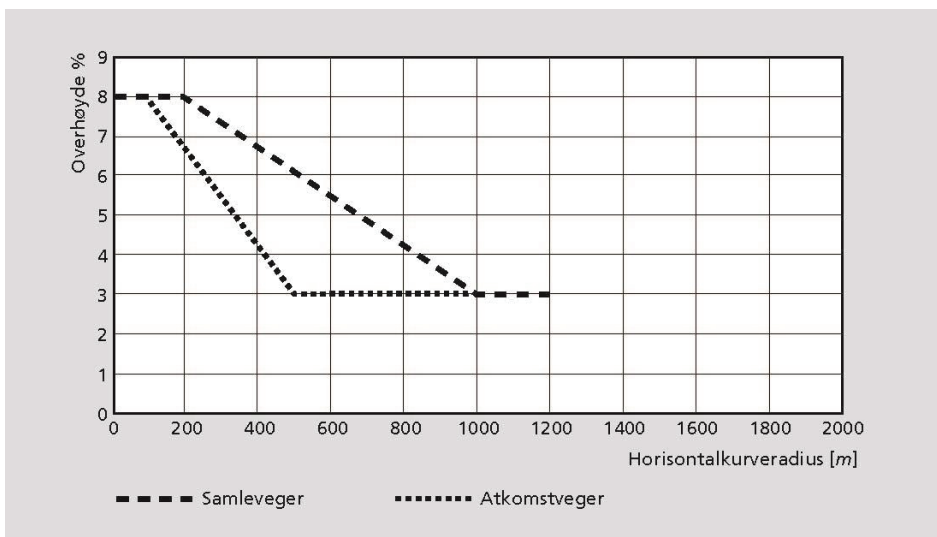
Maksimal overhøyde inngår i beregning av minste horisontalkurveveradius, minste lengde for oppbygging av overhøyde og minste klotoidparameter.

Maksimal overhøyde er satt til 8 %. Overhøyde for kurveradier større enn minste horisontal kurveradius er avhengig av vegens funksjon og er angitt i Figur 2.8 og Figur 2.9. Disse figurene legges til grunn både ved bygging av ny veg og ved utbedringsstandard.

I plankryss er maksimal tillatt overhøyde satt til 6 %. Dette fører til at minste horisontalkurveradius for gjennomgående hovedveg i plankryss er større enn for fri vegstrekning.



Figur 2.8: Overhøyde for nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger



Figur 2.9: Overhøyde for samleveger og atkomstveger (A2 og A3)

Overhøyde 3 % brukes fra og med den kurveradien som kan hentes ut fra Figur 2.8 og 2.9. I prosjekteringstabellene er det valgt å bruke maksimum overhøyde e_{maks} for horisontalkurver som er noe større enn minstekurven. For mellomstore kurver bygges det da inn større sikkerhet mot utforkjøring ved at sidekraften som opptas av overhøyde utover minstekurven beholdes.

Største radius R_h med $e = e_{\text{maks}}$ for nasjonale hovedveger er satt ut fra høyeste dimensjoneringsklasse, som er H9. Da ligger fartsgrense 100 km/t, fartstillegg 15 km/t og sikkerhetsfaktor for friksjon på 1,75 til grunn. Det gir resulterende $R_h = 700$ m. Se dimensjoneringsstabellene i håndbok 017 Veg- og gateutforming.

Tilsvarende for øvrige hovedveger er høyeste dimensjoneringsklasse med fartsgrense 80 km/t lagt til grunn, som er H4. Denne har minstekrav til horisontalkurveradius på 300 m. For samleveger har en lagt til grunn dimensjoneringsklassen Sa3, mens det for atkomstveger er lagt til grunn 60 km/t med 0 km/t fartstillegg og med sikkerhetsfaktor for friksjon på 1,1.

I prosjekteringstabellene er det angitt ved hvilken radius man går over fra ensidig tverrfall til takfall.

2.9 Vertikalakselerasjon, a_v

Vertikalakselerasjon inngår i formelverket for beregning av minste vertikalkurveradius i lavbrekk. Lavbrekkskurver dimensjoneres ut fra et ønsket nivå for kjørekomfort.

Dimensjonerende verdi for vertikalakselerasjon ved bygging av ny veg er satt til 0,3 m/s² for hovedveger, og 0,5 m/s² for samleveger og atkomstveger.

Ved utbedringsstandard er dimensjonerende verdi for vertikalakselerasjon satt til 0,5 m/s² for hovedveger, og 1,0 m/s² for samleveger.

Vertikalakselerasjonen (a_v) påvirker ikke sikkerheten slik den brukes i prosjekteringstabellene, men er en parameter som påvirker kjørekomfort.

2.10 Relativ vertikalfart, v_{vf}

Relativ vertikalfart er definert som forskjellen i vertikalfart for hjul på samme aksling, og skyldes at kjørefeltet dreies om senterlinja på vegen når overhøyden bygges opp eller ned. Parameteren inngår i beregning av minste klotoidparameter og brukes for å beregne lengden som overhøyden bygges opp over.

Relativ vertikalfart dimensjoneres ut fra et ønsket nivå for kjørekomfort. Dimensjonerende verdi er satt til 0,05 m/s for hovedveger, og 0,06 m/s for samleveger og atkomstveger. Det er brukt samme verdier ved bygging av ny veg og utbedringsstandard.

Relativ vertikalfart (v_{vf}) påvirker ikke sikkerheten slik den brukes i prosjekteringstabellene, men er en parameter som påvirker kjørekomfort.

2.11 Akselerasjon, a

Akselerasjon inngår i beregning av akselerasjonsfelt i planskilte kryss, og beregning av forbikjøringsfelt i stigning.

Verdien er ikke konstant, men varierer med kjøretøyeigenschaften og andre fysiske parametere, se kapittel 2.19. Parameteren er lik for ny veg og ved utbedringsstandard.

2.12 Retardasjon, r

Ved dimensjonering av veger inngår parameteren i beregningsgrunnlaget for tilfeller der hensikten er å redusere farten. Tap av fart i stigninger defineres derfor i denne håndboken ikke som retardasjon.

I realiteten vil verdien for retardasjon variere over tid. Både førerens bruk av bremsepedalen og forsinkelser i bremsesystem gjør at retardasjon typisk starter med liten retardasjon for deretter å øke mot sin maksimale verdi, inntil fører letter på pedalen og retardasjonen avtar. Parameteren r er derfor en gjennomsnittsverdi:

$$r = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Parameteren inngår i beregningen av lengden til retardasjonsfelt og venstresvingefelt. Dimensjonerende verdi for gjennomsnittlig retardasjon r er satt til $3,0 \text{ m/s}^2$. Samme verdi brukes både ved bygging av ny veg og for utbedringsstandard.

Ved beregning av bremselengde benyttes indirekte en retardasjon $r = g \cdot f_b$, hvor bremsefriksjon f_b avhenger av fartsgrensen V og sikkerhetsfaktor knyttet til friksjon, se kapittel 2.16.3.

2.13 Stigningsgrad, s

Stigningsgraden inngår i formelverket for beregning av siktlengder og resulterende fall. Verdien måles langs vegens senterlinje, og bestemmes ut fra dimensjoneringsklasse og hensynet til tunge kjøretøys framkommelighet.

På strekninger med vanskelig framkommelighet på vinterføre må stigninger vurderes spesielt.

Maksimal stigningsgrad s_{maks} for ulike dimensjoneringsklasser varierer fra 5 til 8 %. Kravene til stigning er identisk ved bygging av ny veg og utbedringsstandard med unntak av store horisontalkurver i dimensjoneringsklasse U-H4.

2.14 Reaksjonstid, t_r

Reaksjonstiden inngår i formelverket for beregning av stoppsikt, møtesikt og forbikjøringssikt. Denne verdien defineres som den tiden en bilfører trenger for å oppfatte en situasjon, vurdere den, fatte beslutning om å bremse/akselerere og starte bremsingen/ akselerasjonen. Det forutsettes at 85 % av personbilførerne vil reagere raskere enn dimensjonerende verdi.

Det er valgt en fast dimensjonerende verdi på 2 sekunder, uavhengig av vegfunksjon, fartsgrense og trafikkmengde.

2.15 Fartsgrense, V

Fartsgrense ligger til grunn for krav til linjeføring. Fartsgrensen varierer fra 30 til 100 km/t for de ulike

dimensjoneringsklassene. Enkeltelementer i linjeføringen og utformingen dimensjoneres for en fart som i mange tilfeller er større enn fartsgrensen ved at man legger til et fartstillegg og/eller et fartsprofiltillegg.

Fartstillegg, Δv_t

Ulike dimensjoneringsklasser gis ulike fartstillegg ut fra vurderinger omkring risiko og konsekvens, se kapittel 6.1.2. Følgende fire fartstillegg er benyttet: 0, 5, 10 og 15 km/t. Fartstillegget påvirker minsteverdiene i dimensjeringstabellene.

Hvilke verdier som benyttes for hver enkelt dimensjoneringsklasse er vist i Figur 6.2 og Figur 6.3. Som det framgår av figurene brukes ikke fartstillegg for utbedringsstandard.

Fartsprofiltillegg, Δv_{pt}

Erfaringsmessig tar bilistene ut mer fart ved økende vegstandard. Derfor er det i dimensjoneringsklassene i håndbok 017 Veg- og gateutforming lagt inn et fartsprofiltillegg for å kompensere for økt fart ved økende horisontalkurveradius.

Fartsprofiltillegget varierer mellom 0 og 5 km/t. Fartsprofiltillegget er 0 km/t for første linje i prosjekteringstabellen og økes til 10 km/t for nederste linje.

Fartsprofiltillegget øker omvendt proporsjonalt med krumningen ($1/R_n$). For mellomliggende verdier beregnes derfor fartsprofiltillegget med formelen.

$$\Delta v_{pt} = \Delta v_{pt,maks} \cdot \left[\frac{\frac{I}{R_h} - \frac{I}{R_{h,min}}}{\frac{I}{R_{h,maks}} - \frac{I}{R_{h,min}}} \right]$$

Hvordan fartsprofilen varierer med horisontkurveradien for de enkelte dimensjoneringsklasser framgår av Figur 6.4, Figur 6.5 og Figur 6.6.

2.16 Friksjon

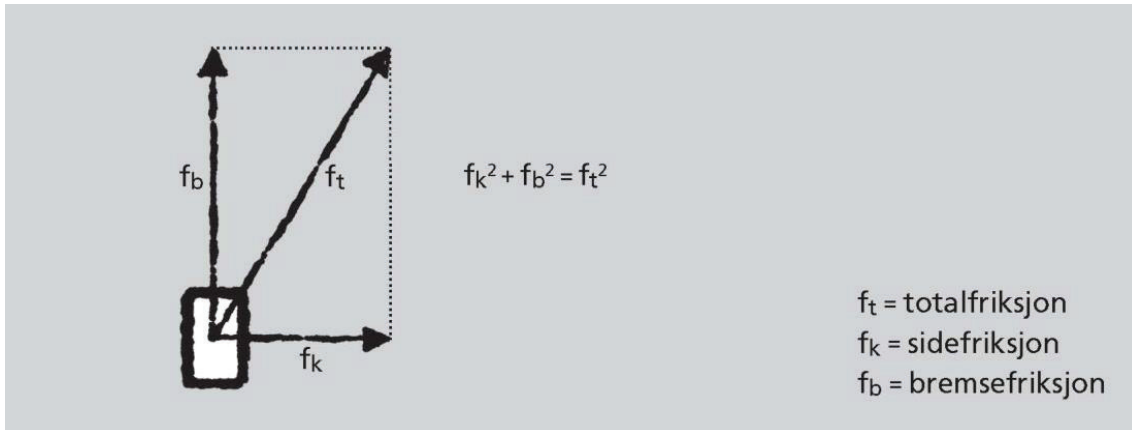
Dimensjonerende friksjonsverdier (totalfriksjon) er basert på friksjonsmålinger på eksisterende vegger. Vegdekkets friksjonsegenskaper beskrives i utgangspunktet som en konstant som forutsettes å dekke 85 % av vegoverflata ved våt, men ren og isfri overflate og målt ved 60 km/t. Denne verdien korrigeres for andre fartsgrenser enn 60 km/t, dekomponeres til bremse- og sidefriksjon, og underlegges sikkerhetsvurdering for de ulike dimensjoneringsklasser. Hvordan sikkerhetsfaktoren varierer for de ulike dimensjoneringsklassene framgår av Figur 6.2 og Figur 6.3.

2.16.1 Totalfriksjon, f_t

Totalfriksjonen skal:

- sikre tilstrekkelig friksjon for nedbremsing
- sikre tilstrekkelig friksjon for å holde kjøretøyet på vegen ved kjøring i kurver

Totalfriksjon inngår ikke direkte i beregningene av minimums- eller maksimumsverdier for linjeføringen, men danner grunnlaget for bremse- og sidefriksjon. Prinsippet for fordelingen mellom bremse- og sidefriksjon er vist i Figur 2.10.



Figur 2.10: Bremse- og sidefriksjon

Verdiene i Tabell 2.5 er framkommet gjennom friksjonsmålinger med ulik fart, og gir et bilde av et vegdekkets friksjonsegenskaper.

Tabell 2.5: Totalfriksjon ved ulike fartsgrenser

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

Dimensjonerende friksjon er knyttet opp til fartsgrense. Det tas ikke hensyn til fartstillegg og fartsprofiltillegg.

For at friksjon skal kunne brukes i formelverket, må den som nevnt fordeles på side- og bremsefriksjon. Sidefriksjonens andel av totalfriksjonen er gitt i Tabell 2.6.

Tabell 2.6: Sidefriksjonens andel av totalfriksjonen ved ulike fartsgrenser

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

Verdien for sidefriksjon regnes ut på grunnlag av totalfriksjonen i Tabell 2.5 og prosentverdiene i Tabell 2.6. Verdien for bremsefriksjonen regnes så ut på grunnlag av formelen oppgitt i Figur 2.10. Dette gir verdier for friksjon (uten sikkerhetsfaktor) som vist i Tabell 2.7.

Tabell 2.7: Totalfriksjon fordelt på side- og bremsefriksjon ved ulike fartsgrenser

Fartsgrense [km/t]							
	40	50	60	70	80	90	100
f_t	0,77	0,69	0,63	0,59	0,55	0,52	0,49
f_k	0,30	0,27	0,23	0,22	0,19	0,16	0,13
f_b	0,70	0,63	0,59	0,54	0,52	0,49	0,47

Fordi friksjon ikke er en entydig størrelse, og målingene ofte gir stor spredning, brukes det sikkerhetsfaktorer. Følgende fire sikkerhetsfaktorer er benyttet: 1,1 – 1,25 – 1,5 og 1,75. Disse varierer for de ulike dimensjoneringsklassene. Sikkerhetsfaktorene for utbedringsstandard er jevnt over lavere enn for standarden ved bygging av ny veg. Dette framgår av Figur 6.2 og Figur 6.3.

2.16.2 Sidefriksjon, f_k

Sidefriksjonen er den delen av totalfriksjonen som sammen med overhøyden skal ta opp sidekreftene ved kjøring i kurve. Ved dimensjonering brukes ulike sidefriksjonsverdier for ulike fartsgrenser.

Sidefriksjon inngår i formelen for beregning av minste horisontalkurveradius.

Tabell 2.8 viser sidefriksjon for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer.

Tabell 2.8: Sidefriksjon for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer

Sikkerhetsfaktor	Fartsgrense [km/t]						
	40	50	60	70	80	90	100
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

2.16.3 Bremsfriksjon, f_b

Bremsfriksjonen er den delen av totalfriksjonen som skal bremse ned kjøretøyet fra en viss fart til stopp. Ved dimensjonering brukes ulike bremsfriksjonsverdier for ulike fartsgrenser, se Tabell 2.7.

Bremsfriksjon inngår i formelverket for beregning av siktlengder (stoppsikt og møtesikt). Det betyr at beregningen av minste vertikalkurveradius i høybrekk er avhengig av bremsfriksjonen.

Tabell 2.9 viser bremsfriksjonsverdier for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer.

Tabell 2.9: Bremsfriksjon for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer

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

2.17 Sporingsøkning, b_s

Ved kjøring i kurver vil et kjøretøy trenge mer plass enn på en rettlinjert veg. Sporingsøkningen er definert som breddeøkningen mellom ytre forhjul på fremre aksling, og indre bakhjul på bakaksel ved kjøring i kurve.

Grunnparameteren sporingsøkning inngår i beregningen av nødvendig breddeutvidelse i kurver, og skal ta vare på den delen av breddeøkningen som skyldes økt avstand mellom hjulsporene.

Sporingsøkningen er avhengig av kjøretøytype og horisontalkurveradius. Tabell 2.10 viser sporingsøkning for de ulike dimensjonerende kjøretøyene.

Tabell 2.10: Sporingsøkning ved kjøring i kurve [m]

	Fartsgrense [km/t]									
	40	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Vogntog (VT)	1,19	0,68	0,47	0,37	0,31	0,23	0,18	0,15	0,11	0,09
Buss (B)	0,68	0,39	0,28	0,22	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,04
Lastebil (L)	0,57	0,33	0,24	0,20	0,16	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05
Personbil (P)	0,10	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01

2.18 Overheng, b_o

Grunnparameteren overheng inngår også i beregningen av nødvendig breddeutvidelse i kurver. Den skal ta vare på breddeøkningen som skyldes at deler av kjøretøyet vil kreve plass utenfor linja som beskrives av ytre forhjul.

Tabell 2.11 viser hvordan overhengen vil gi ekstra breddebehov avhengig av horisontalkurveradius og kjøretøytype.

Tabell 2.11: Breddeøkning på grunn av overheng i kurver [m]

	Fartsgrense [km/t]									
	40	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Vogntog (VT)	0,22	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Buss (B)	0,58	0,29	0,23	0,18	0,15	0,12	0,09	0,08	0,05	0,04
Lastebil (L)	0,27	0,16	0,10	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02
Personbil (P)	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00

Breddeutvidelse ved kjøring i kurver er nærmere omtalt i kapittel 4.3 og Tabell 4.1 viser total breddeutvidelse i meter for 2-feltsveger avhengig av kurveradius og kjøretøytype.

2.19 Dimensjonerende kjøretøytyper

Ytre mål for dimensjonerende kjøretøy er beskrevet i håndbok 017 Veg- og gateutforming. For kjøretøytypene personbil og vogntog er det i tillegg satt verdier for fysiske parametere som har påvirkning på kjøretøyenes akselerasjon. Verdiene for vekt og motoreffekt for dimensjonerende kjøretøy representerer en statistisk 15-persentil. Det vil si at 85 % av kjøretøyene har bedre motoreffekt og lavere vekt enn dimensjonerende kjøretøy.

Personbil er dimensjonerende kjøretøy ved bestemmelse av akselerasjonsfeltets lengde. Parametere som inngår i beregning av akselerasjon for personbil er gitt i Tabell 2.12.

Tabell 2.12: Parametere som inngår i beregning av akselerasjon for personbil (P)

Parameter	Enhet	Verdi
Rullemotstand	-	0.015
Luftmotstand	-	0.4
Areal, front	m ²	2.0
Masse	kg	1500
Motoreffekt	kW	60

Vogntog er dimensjonerende kjøretøy ved dimensjonering av forbikjøringsfelt i stigning.

Parametere som inngår i beregning av akselerasjon for vogntog er gitt i Tabell 2.13.

Tabell 2.13: Parametere som inngår i beregning av akselerasjon for vogntog (VT)

Parameter	Enhet	Verdi
Rullemotstand	-	0.015
Luftmotstand	-	0.6
Areal, front	m ²	8.0
Masse	kg	40000
Motoreffekt	kW	360

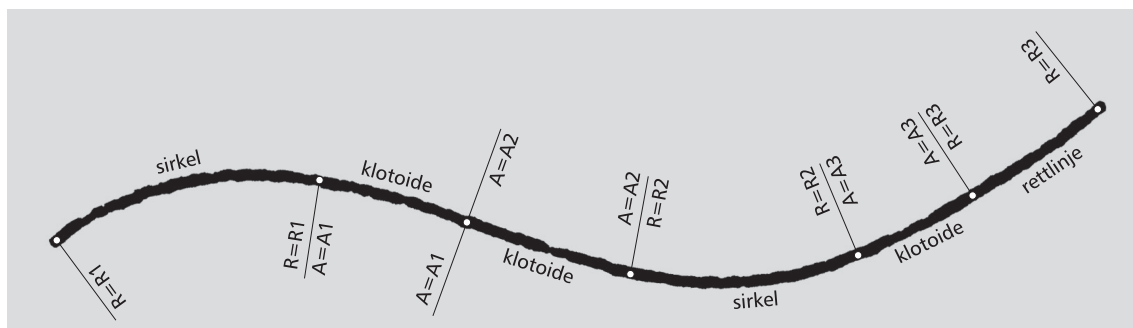
3 Linjeføring

3.1 Horisontalkurvatur

I dette kapitlet beskrives de ulike elementene i horisontalkurvaturen, og hvordan minsteverdier for disse elementene beregnes.

3.1.1 Elementer i horisontalkurvaturen

Ved konstruksjon av vegens horisontalkurvatur brukes elementene rettlinje, sirkel og klotoide, og disse elementene kan kombineres fritt. Figur 3.1 viser et eksempel på hvordan disse elementene kan kombineres.



Figur 3.1: Eksempel på sammensetning av ulike element i horisontalkurvaturen

Rettlinje

Rettlinjer gir god sikt. Lange rettlinjer kan gi gode muligheter for forbikjøring, men det er vanskeligere å vurdere fart og avstand til møtende kjøretøy enn ved kjøring i slake kurver.

For å gi god trafikkavvikling, er det ønskelig at en viss andel av vegstrekningen har forbikjøringssikt. Her egner slake kurver seg bedre enn rettlinjer, forutsatt at en har tilfredsstillende siktforhold.

Ved kjøring i mørke vil en på rettlinjer få økt fare for blending av motgående kjøretøy, og bilføreren må derfor bruke nærlys over lengre strekninger, noe som reduserer sikten.

Rettlinjer bør ikke brukes i stort omfang, svakt krummede kurver anbefales.

Sirkelkurve

Sirkelen er en geometrisk kurve med konstant krumning. Sirkelkurven gir konstant sidekraft på kjøretøyet ved jevn fart.

Jevn krumning gir også god optisk ledning. En veg som består av kurver med liten variasjon i krumningsradius og kurvelengde, innbyr til sikker kjøring og gir en estetisk god veglinje dersom den for øvrig passer inn i landskapet.

Krumning større enn 0,1 ($R < 10$ m), blir bare brukt ved utforming av trafikkøyer, hjørneavrundinger etc.

Klotoide

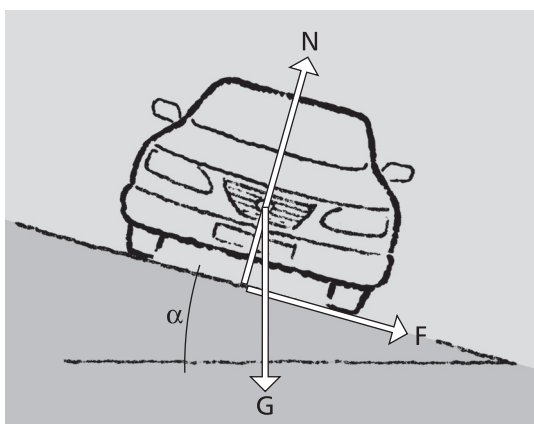
Klotoider brukes for å få en jevn overgang fra én krumning til en annen. De blir brukt som overgang mellom rettlinjer og sirkler, mellom sirkler med ulik, men ensrettet krumning (eggkurver), og mellom

sirkelkurver med motsatt krumning (vendeklotoider). Klotoidens gode egenskaper som overgangs-kurve skyldes at dens geometri gir konstant vinkelhastighet ved kjøring med konstant fart.

Fra bilførerens perspektiv dreier man på rattet i klotoiden, mens man holder konstant rattutslag i sirkelkurven.

3.1.2 Minste horisontalkurveradius

Minste horisontalkurve bestemmes ut fra ønsket om likevekt mellom kreftene som virker på kjøretøyet.



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:

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

Ved prosjektering må man kontrollere at valgt horisontalkurveradius sammen med vertikalkurvaturen og utforming av sideterrenget gir tilfredsstillende sikt (se kapittel 5.4).

Minste horisontalkurveradius i tunnel

I utgangspunktet gjelder de samme krav til horisontalkurveradius i tunnel som for veg i dagen. I tunneler vil normalt krav til sikt bli dimensjonerende for minste horisontalkurveradius.

Følgende parametere inngår i beregning av minste horisontalkurveradius i tunnel (eller store fjellskjæringer) basert på krav til sikt:

L_s = stoppsikt [m], (kapittel 5.1.2 og 5.3.1)

B = avstand fra midt i kjørefeltet til tunnelveggen [m], (Figur 5.2).

Følgende formel brukes:

$$R_{\min} = \frac{L_s^2}{8 \cdot B} \quad [\text{m}]$$

Verdien for B vil avhenge av bl.a. vegbredde, skulderbredde og høyre- eller venstrekurve.

Ved lange sikt lengder i forhold til radien bør følgende formel benyttes ved kontroll av sikt:

$$B = R \cdot \left[1 - \cos \left(L_k \cdot \frac{\rho}{2 \cdot R} \right) \right] \quad [\text{m}], \quad \text{hvor } L_k \text{ er sikt lengdekravet}$$

ρ er en omregningsfaktor fra vinkel i radianer til vinkel i grader eller gon. Verdier for ρ er vist i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Omregningsfaktor ρ

Vinkelenhet	ρ
Radianer (2π)	1
Grader (360°)	57,30
Gon (400°)	63,66

Ellers vises det til kapittel 5.4 om siktkontroll.

3.1.3 Minste klotoideparamenter

Minste klotoideparameter beregnes ut fra krav til lengde for overhøydeoppbygging. I beregningen inngår følgende parametere:

- $R_{h,\min}$ = minste horisontalkurveradius [m]
- b = hjulavstand [m]
- e_{\max} = 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_{\max} [m]

Minste klotoideparameter beregnes ut fra formelen:

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

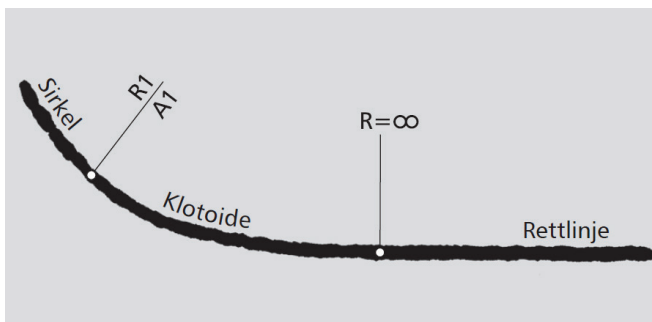
I håndbok 017 Veg- og gateutforming er det satt en absolutt minste verdi for A_{\min} , knyttet til minste horisontalkurveradius i de ulike dimensjoneringsklassene.

De tidligere kravene til kjøredynamikk, kurvelengde og estetikk brukes ikke lenger ved fastsetting av A_{\min} .

3.1.4 Kurvekombinasjoner

Klotoide

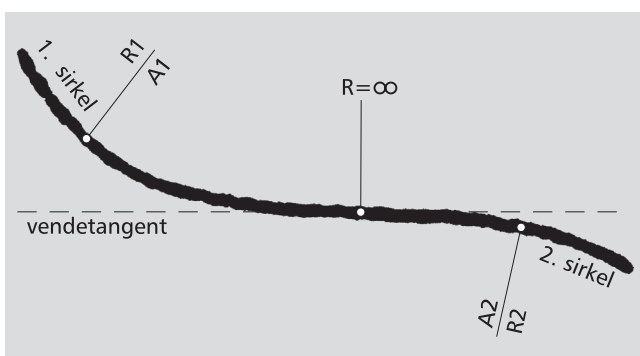
Den vanligste kurvekombinasjonen er rettlinje, klotoide og sirkel.



Figur 3.3: Klotoide

Vendeklotoide

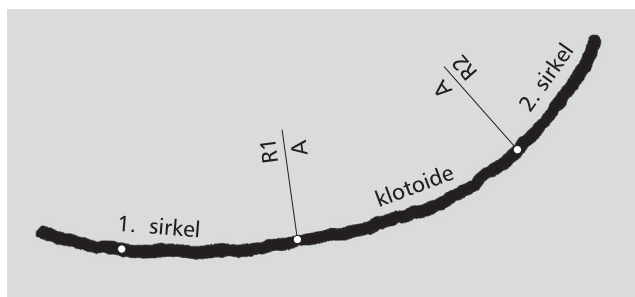
En vendeklotoide er to enkeltklotoider (uten rettlinje mellom) som danner en overgangskurve mellom sirkelkurver med motsatt krumning (S-kurver).



Figur 3.4: Vendeklotoide

Eggkurver

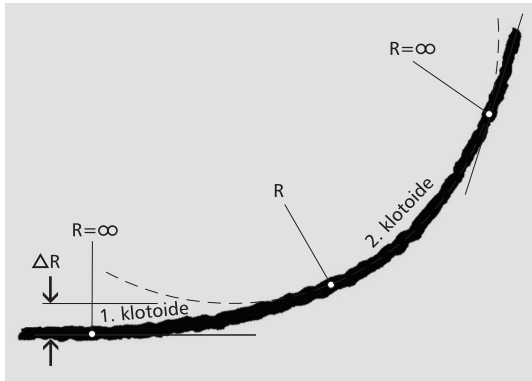
En eggkurve er en klotoide mellom to sirkler hvor den ene sirkelen i sin helhet ligger innenfor den andre, og hvor sentrene ikke er sammenfallende; for eksempel en overgang fra en slak venstresving til en krappere venstresving.



Figur 3.5: Eggkurve

Sammenstøtende klotoider

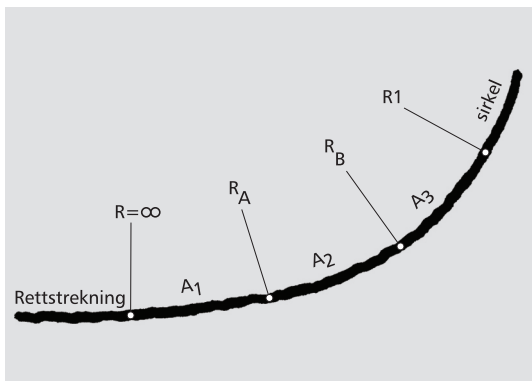
Sammenstøtende klotoider er to klotoider, med like eller ulike parametere, hvor krumningen går samme vei. I sammenknypningspunktet har begge klotoidene samme radius. Sammenstøtende klotoider er aktuelt å bruke ved utbedringsarbeider og i kryssområder for å kunne få til linjekombinasjoner som er best mulig tilpasset eksisterende forhold.



Figur 3.6: Sammenstøtende klotoider

Sammensatte klotoider

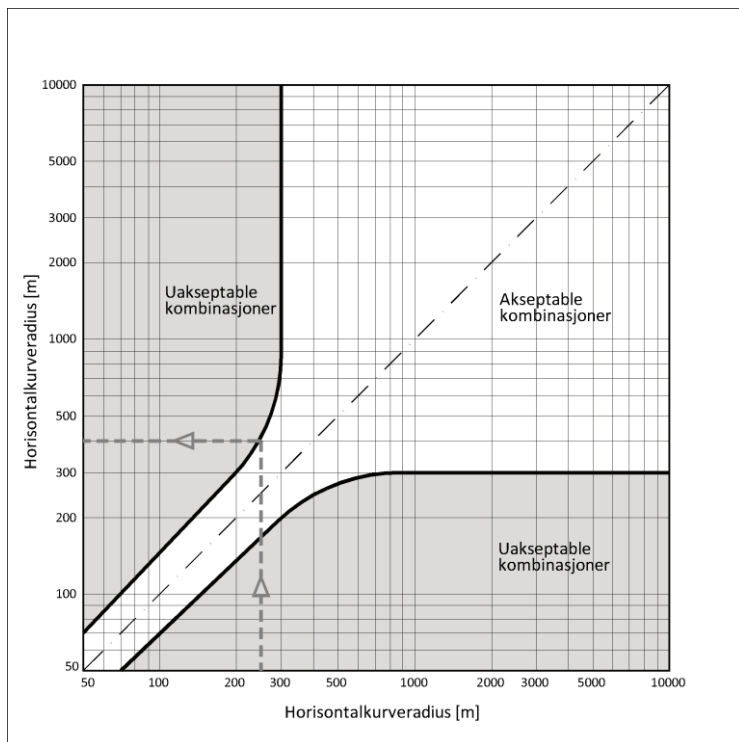
Sammensatte klotoider består av klotoider med forskjellige parametere. Sammensatte klotoider anbefales bare brukt i slyngpartier. Forholdet mellom klotoidparametere bør være mindre enn 1,3 ($A_1 > A_2 > A_3$).



Figur 3.7: Sammensatte klotoider

3.1.5 Nabokurver

For å sikre jevn geometri stilles det krav til nabokurver i horisontaltraseen. Disse kravene er basert på sammenhenger vist i Figur 3.7. For sirkler med radius ≤ 300 m settes krav til nabokurver. Nabokurven til $R_n = 300$ m ligger i intervallet $R_n = 200$ m til $R_n = 1000$ m. For alle kurver med radius > 300 m er det ingen øvre grense for nabokurvens radius.



Figur 3.8: Krav til nabokurver

Dersom fellestangenten mellom de to sirkelkurvene i en S-kurve er kortere enn 2 ganger farts- grensen regnes ikke den korte rettlinsen som nabokurve. Sirkelkurvene blir da nabokurver.

Eksempel - nabokurvevurderinger

Når fellestangenten for sirkelkurvene i en S-kurvekombinasjon er relativt kort, regnes ikke mellomiggende rettlinje som en nabokurve til sirkelkurvene. For at disse rettlinjene skal regnes som nabokurver, må lengdene på disse fellestangentene være lengre enn 120, 160, 180 og 200 m for fartsgrenser på hhv 60, 80, 90 og 100 km/t.

Et utsnitt av prosjekteringstabellen for en «H1-veg; Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger, ÅDT 0 – 12 000 og fartsgrense 60 km/t» er vist nedenfor.

Tabell 3.2: Prosjekteringstabell for H1-veg

R_h^1	Horisontalkurvaturparameter							Vetikalkurvaturparameter						
	Nabokurve		Klotoide	Siktlengde ²				$R_{v,høy}$	$R_{v,høy}$	$R_{v, lav}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Forbi	Min	i kryss	Min	e	Maks	Maks	Min
125	125	180	75	70	-4	5	-	1100	-	1100	8.0	6.0	10.0	2
150	125	200	85	75	-4	6	-	1200	-	1100	8.0	6.0	10.0	2
175	125	250	90	75	-4	6	-	1200	-	1100	8.0	6.0	10.0	2
200	150	300	100	75	-4	6	-	1200	-	1200	8.0	6.0	10.0	2
225	160	350	105	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8.0	6.0	10.0	2
250	175	400	115	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8.0	6.0	10.0	2
275	180	550	120	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8.0	6.0	10.0	2
300	200		135	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8.0	6.0	10.0	2
350	225		140	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8.0	6.0	10.0	2

Tabellen ovenfor er for en H1-veg. I kolonnene «nabokurve min. og maks.», er det gitt minste og største tillatte horisontalkurveradius for nabokurver som kan knyttes sammen med den valgte horisontalkurven vist til venstre i tabellen. Hvis det ikke er oppført noen nabokurveverdi, kan man bruke horisontalkurve med radius større enn 1000 m eller en rettlinje. Dette betyr at en ikke kan ha en direkte overgang mellom f.eks. en horisontalkurve med $R_h = 250$ og en rettlinje for denne dimensjoneringsklassen.

Dersom en har et kurveforløp hvor en i utgangspunktet ønsker en overgang mellom en horisontalkurve tilsvarende minste tillatte horisontalkurveradius for denne dimensjoneringsklassen ($R_h = 125$ m) og en rettlinje, må en ha en opp-/nedtrapping i kurveradiene slik at kurveforløpet blir slik som vist nedenfor.

- $R_h = 125$ m kan kombineres med $R_h \leq 180$ m
- Kurven med $R_h = 180$ m, kan kombineres med $R_h \leq 250$ m
- Kurven med $R_h = 250$ m kan kombineres $R_h \leq 400$ m
- Kurven med $R_h = 400$ m kan kombineres med en kurve med $R_h \geq 1000$ m eller en rettlinje

I tillegg må en bruke klotoider mellom de ulike sirkelkurvene.

3.2 Vertikalkurvatur

I dette kapitlet beskrives aktuelle elementer i vertikalkurvaturen, og hvordan minsteverdier for vertikalkurver beregnes.

3.2.1 Elementer i vertikalkurvaturen

Vertikalkurvaturen består av stigninger og vertikalkurver. Aktuelle vertikalkurver er sirkler, parabler eller klotoider.

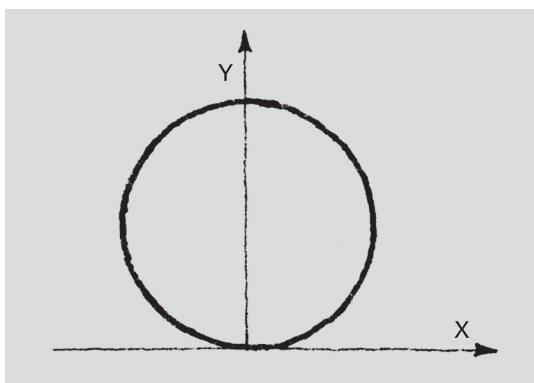
Sirkel

Med et koordinatsystem som vist i Figur 3.9, vil sirkelens geometri være gitt ved ligningen:

$$x^2 + (y - R)^2 = R^2$$

I de fleste tilfeller brukes bare en liten del av sirkelbuen; sjelden mer enn 1/50 av periferien. x-verdiene vil vanligvis være mindre enn 0,06R. Høyden av sirkelkurven er gitt ved ligningen:

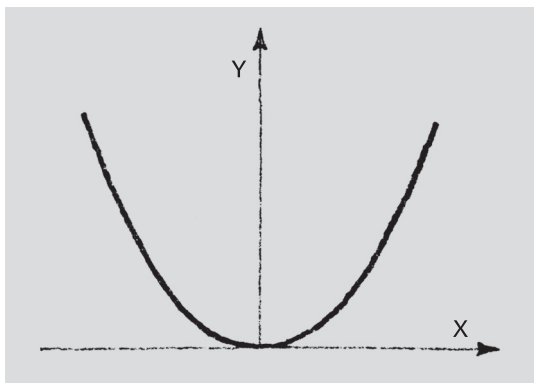
$$y = R \pm \sqrt{R^2 - x^2}$$



Figur 3.9: Sirkel (vertikalkurvatur)

Parabel

Parabelen er det mest brukte kurveelementet i vertikalkurvaturen. Parabelens form er vist i Figur 3.10.



Figur 3.10: Parabel (vertikalkurvatur)

Parabelens form er gitt ved ligningen:

$$y = 2px^2$$

Parabelligningen for et koordinatsystem som vist i Figur 3.10 blir:

$$y = \frac{1}{2R} \cdot x^2$$

Kurveforløpet avviker lite fra en sirkel for den delen som er aktuell å bruke for en vertikalkurve, og vertikalkurven angis normalt som radien i parabelens toppunkt.

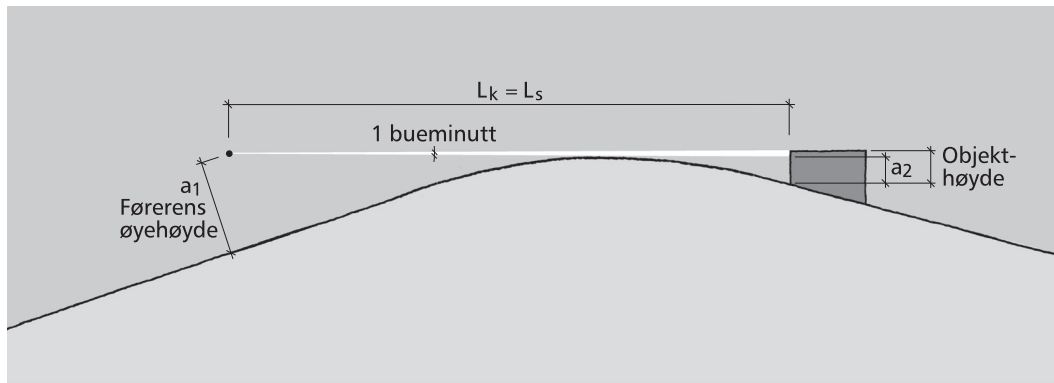
Klotoide

Klotoiden er et nyttig element i vertikalkurvaturen, først og fremst for å gi mer estetiske lavbrekkskurver. Ved bruk av klotoider sammen med sirkelkurver får en et vesentlig lengre kurveforløp, uten at selve sirkelkurven blir forskjøvet noe særlig i høyderetning. Sirkelkurven må riktignok forskyves noe i forhold til rettlinja, men denne forskyvningen er svært beskjeden. I de fleste tilfeller vil en parallellforskyvning mindre enn 0,3 m være tilstrekkelig. Dette gjør at veglinja ikke får et knekket forløp, noe som særlig forekommer hvis kurvene i vertikalkurvaturen er korte.

3.2.2 Vertikalkurveradius

Minste vertikalkurveradius i høybrekk

Høybrekkskurver er dimensjonert ut fra sikt krav ved kjøring i dagslys. Figur 3.11 viser et høybrekk dimensjonert for stoppsikt. Verdiene for høybrekkskurver i dimensjoneringstabellene er beregnet ut fra L_s for horisontal veg ($s = 0$). Dette er en tilnærming som ikke medfører veldig store feil.



Figur 3.11: Prinsippskisse for stoppsikt i høybrekk

1-feltsveger er dimensjonert ut fra krav til møtesikt, 2- og flerfeltsveger ut fra krav til stoppsikt. For 1-feltsveger må det kontrolleres at vertikalkurvaturen også tilfredsstillende stoppsikt. Vertikalkurven beregnes som parabel, og minste vertikalkurve angis med radius i parabelens toppunkt.

Det forutsettes at lengden av vertikalkurven er lengre enn krav til sikt (L_k). For utregning av høybrekk brukes da følgende parametere:

- L_k = sikt krav (L_s eller L_m), se kapittel 5.3
- a_1 = øyehøyde
- a_2 = beregningsmessig objekthøyde = objekthøyden minus 5 cm
- a_3 = beregningsmessig kjøretøyhøyde = kjøretøyhøyden minus 10 cm

Vertikalkurveradien i høybrekk bestemmes ut fra formelen:

$$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L_k}{\sqrt{a_1} + \sqrt{a_{2(3)}}} \right)^2 \quad [\text{m}]$$

Ved prosjektering av korte vertikalkurver (mindre enn L_k) vil det være mulig å redusere vertikalkurve-
radien. Minste vertikalkurve radius kan da beregnes ut fra formelen:

$$R_{v,\min} = \frac{2 \cdot L_k}{s_d} - 2 \cdot \left(\frac{\sqrt{a_1} + \sqrt{a_{2(3)}}}{s_d} \right)^2 \quad [\text{m}]$$

s_d er stigningsendring i m/m.

Minste vertikalkurve radius i lavbrekk

Lavbrekkskurver er dimensjonert ut fra krav til kjørekomfort.

Følgende parametere brukes for beregning av minste kurveradius i lavbrekk:

$$V = \text{fartsgrense (med eventuelle fartstillegg)} \quad [\text{km/t}]$$

$$a_v = \text{vertikalakselerasjon} \quad [\text{m/s}^2]$$

Minste vertikalkurve radius i lavbrekk bestemmes ut fra formelen:

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

3.2.3 Krav til stigningsgrad

Stigningsgrad er definert som høydeforskjell dividert med horisontal avstand i vegens lengderetning. Stigningsgraden uttrykkes vanligvis i %. Den er positiv i stigning og negativ i fall sett i profileringsretningen. Største tillatte stigningsgrad er bestemt av krav til framkommelighet, kjørekomfort, kapasitet og sikkerhet. Krav til maksimal tillatt stigningsgrad i håndbok 017 Veg- og gateutforming varierer fra 5 % til 8 % avhengig av dimensjoneringsklassen.

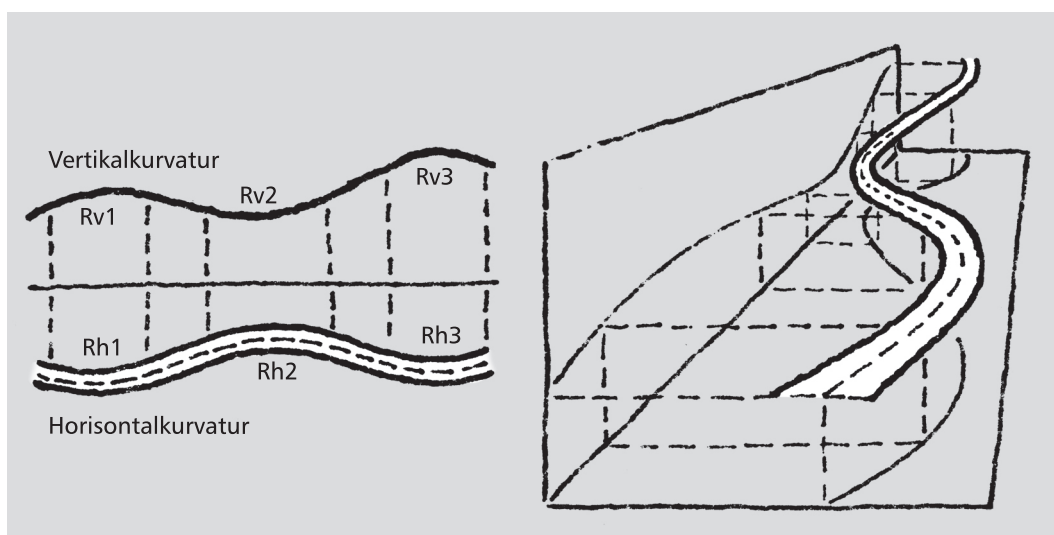
3.3 Romkurven - estetikk og optisk føring

Vegen skal ha en jevn og rytmisk form, og den skal være formet slik at den gir trafikantene god optisk informasjon om vegens geometri og videre forløp. Slake kurver er ofte ønskelig av hensyn til trafiksikkerhet og framkommelighet.

Vegen er en romkurve som beskrives ved hjelp av projeksjonene i horisontal- og vertikalplanet samt tverrprofil. Estetisk sett er det utformingen av den tredimensjonale romkurven som er av interesse. Horisontal- og vertikalkurvaturen skal derfor planlegges slik at de i kombinasjon danner en romkurve som har en jevn og rytmisk form. Normalt skal man kontrollere romkurven ved hjelp av perspektivtegninger eller 3D-modeller.

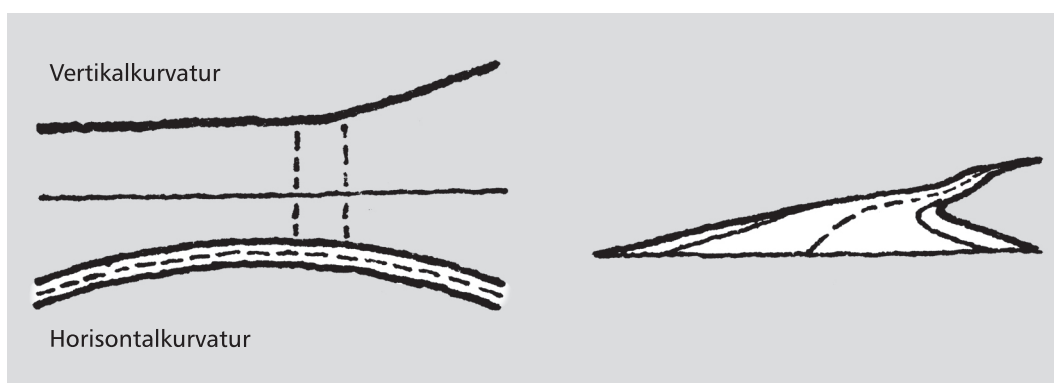
3.3.1 Romkurvatur

Når kurvepunktene i horisontal- og vertikalplanet faller sammen, oppnås en ideell linjeføring både ut fra hensynet til trafiksikkerhet, optisk føring, vannavrenning og estetikk.



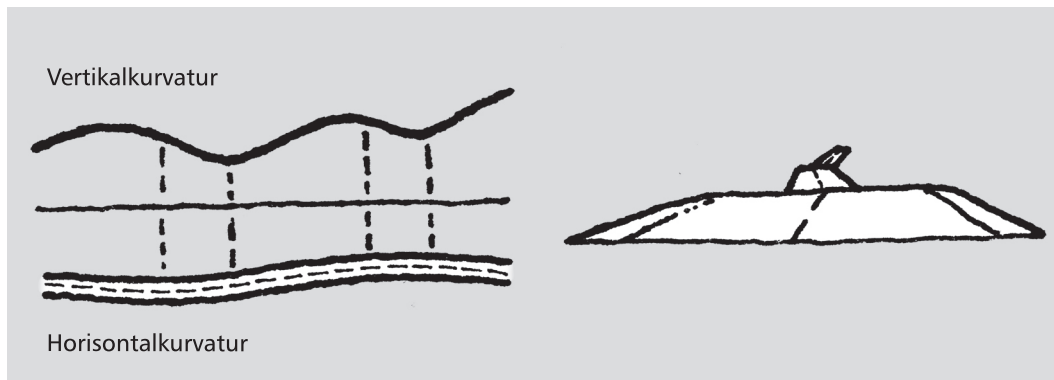
Figur 3.12: Når horisontal- og vertikalkurvepunktene faller sammen oppnås en jevn romkurvatur

Figur 3.13, Figur 3.14 og Figur 3.15 er eksempler på kurvekombinasjoner som bør unngås.



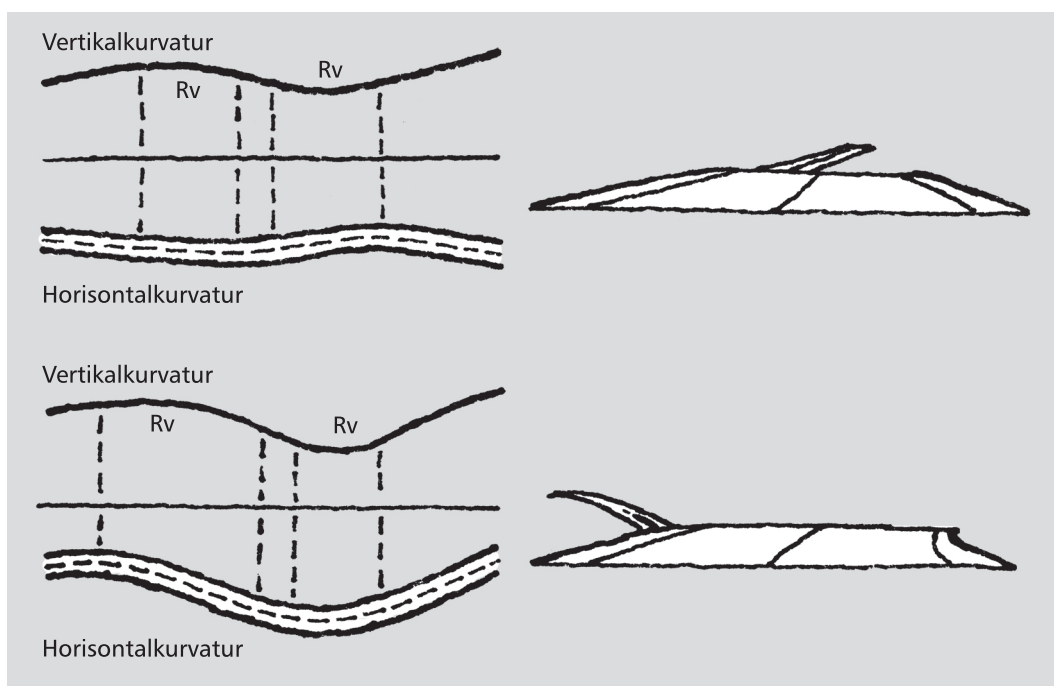
Figur 3.13: Kurvekombinasjon som bør unngås, eksempel 1

Figur 3.13 viser at en kort vertikalkurve i en lang horisontalkurve gir en skjemmende uregelmessighet i linjeføringen. Horisontalkurven framtrer ikke som sammenhengende.



Figur 3.14: Kurvekombinasjon som bør unngås, eksempel 2

Figur 3.14 viser krapp vertikalkurvatur i kombinasjon med slak horisontalkurvatur. Hvis endringene i vektikalplanet er store, vil trafikantene se vegen stykkevis. Dette kan gi trafikkfarlige situasjoner.

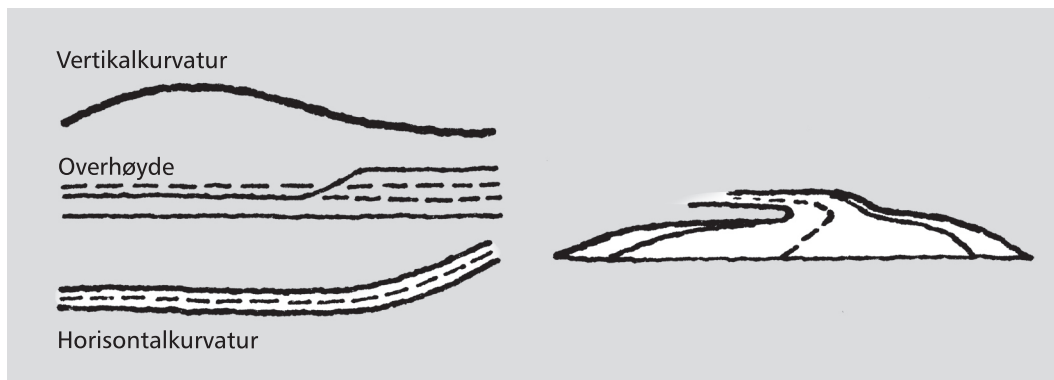


Figur 3.15: Linjeføring som gir sprang i perspektivet

3.3.2 Overhøyde

Vegens geometriske form beskrives først og fremst av vegkantene som er markert med kantlinjer eller rekkverk. Vegkantene er normalt symmetriske om vegens senterlinje, men ved bruk av overhøyde får høyre og venstre vegkant forskjellig vertikalgeometri. Overhøydeoppbyggingen kan derfor gi et skjeddende inntrykk, og den kan komme til å forsterke en ellers uheldig linjeføring. Slike feil kan være spesielt uheldige på bruer eller andre faste byggverk.

Man bør derfor ta hensyn til overhøyden når vegens vertikaltrasé bestemmes. En bør være spesielt oppmerksom på kurver med korte klotoider hvor overhøydeoppbyggingen skjer over en relativt kort lengde. Dette vil ofte kunne gi knekkvirkning i perspektivbilde.

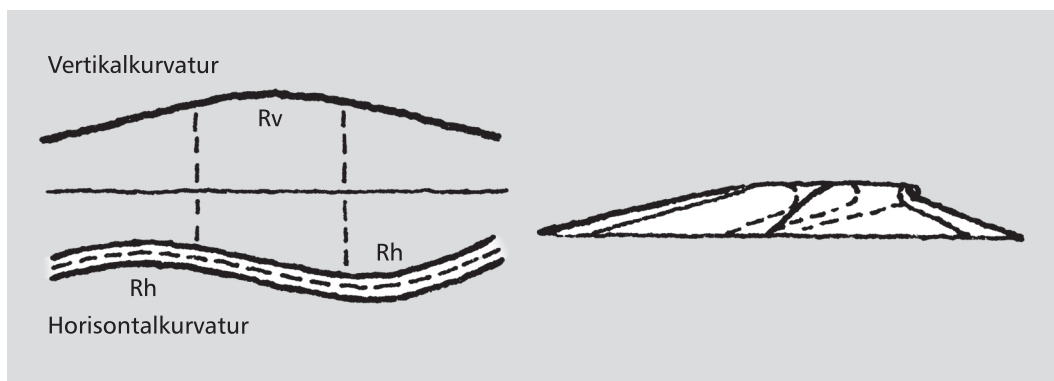


Figur 3.16: Overhøydeoppbygging som vil kunne gi et skjæmmende inntrykk

3.3.3 Optisk føring

En riktig utformet veg har en god optisk føring. Minstekravene til horisontal- og vertikalkurvatur er gitt i håndbok 017 Veg- og gateutforming. God optisk føring oppnås når samspillet mellom elementene er som vist i Figur 3.12.

Figur 3.17 viser en spesielt uheldig optisk føring. Her er overgangen mellom motsatt rettede horisontalkurver lagt i et høybrykk.



Figur 3.17: Høybrykk i overgangen mellom motsatt rettede horisontalkurver bør unngås

En slik romkurve gir trafikantene feil informasjon om vegens videre forløp, og bør derfor unngås.

Skilt, oppmerking, belysning og tilgrensende byggverk har også betydning for den totale optiske føringen.

4 Tverrprofil

4.1 Tverrfall

Tverrfallet er kjørebansens helning på tvers av vegens lengdeakse (i tverrprofilet). I kurver defineres tverrfallet som overhøyde.

Tverrfall brukes av hensyn til vannavrenning, for å motvirke sidekrefter i kurver og for å oppnå bedre kjørekomfort.

4.1.1 Rettstrekning

På rettstrekninger på 2-feltsveger brukes takfall (q), som vist på Figur 4.1. Takfallet på asfalterte vegger skal ha 3 % helning.



Figur 4.1: Tverrprofil, takfall på rettlinje

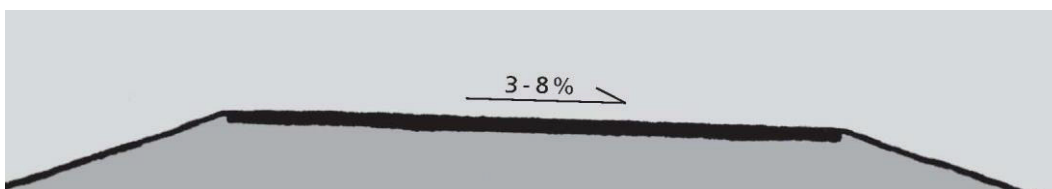
1-feltsveger har vanligvis ensidig fall (e). For flerfeltsveger brukes ensidig fall på hver av kjøreretningene.

4.1.2 Sirkelkurve

I sirkelkurver brukes normalt ensidig fall (overhøyde). Overhøyden motvirker sidekrefter på kjøretøyet i tillegg til at avrenning skal ivaretas. Sidekreftene tas delvis opp ved at kurven får helning på tvers av lengderetningen (overhøyde). Resten av kreftene som virker på kjøretøyet, må tas opp ved sidefriksjon (se kapittel 2.16.2).

Maksimal overhøyde framgår av prosjekteringstabellene i hver dimensjoneringsklasse i håndbok 017 Veg- og gateutforming, og omtales i kapittel 2.8.

Figur 4.2 viser et tverrprofil med ensidig fall.



Figur 4.2 Tverrprofil, ensidig fall (overhøyde)

4.1.3 Overhøydeoppbygging i kurvekombinasjoner

Ved bruk av klotoider skal overhøyden normalt bygges opp i klotoiden, og full overhøyde skal være etablert i det sirkelen begynner. Oppbyggingen av overhøyden skal i utgangspunktet fordeles jevnt over hele klotoidelengden. Ved lange klotoider kan det være en fordel med raskere oppbygging.

I en klotoide med parameter $A = A_{\min}$ forutsettes det at overhøyden på ytre kjørefelt bygges opp fra takfallsverdi (for eksempel 3 %) til overhøyde 0 % før klotoiden starter. Se Figur 4.3.

Hvis klotoiden er vesentlig lengre enn nødvendig ($L > 1,4 \cdot L_{o,\min}$) for å bygge opp hele overhøyden, dreies ytre kjørefelt raskest mulig fra takfall til ensidig fall med samme helningsverdi som på rettlinje (takfallsverdi). L_o er lengden som trengs for oppbygging av nødvendig overhøyde. Indre kjørefelt holdes i ro over denne strekningen. Resten av overhøydeoppbyggingen fordeles jevnt over den resterende del av klotoiden som vist i Figur 4.5. Dette gjøres for å redusere den delen av strekningen som har lite tverrfall, og dermed sikre bedre vannavrenning av kjørebanelen.

I S-kurver med vendeklotoide bygges overhøyden opp som for to enkeltklotoider. Men en bygger ikke ned til takfall der enkeltklotoidene møtes (punktet der $R = \infty$). I dette punktet brukes 0 % overhøyde for begge kjørefelt, som vist i Figur 4.6.

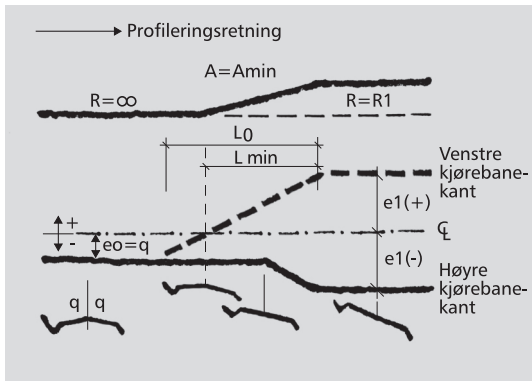
For 1- og 2-feltsveger skjer oppbyggingen ved dreining om senterlinja. Flerfeltsveger behandles i prinsippet på samme måte som 2-feltsveger. Hver kjørebane dreies samlet om kjørebanelokant mot midtdeleren/midtrekkverket (som tilsvarer senterlinja for 2-feltsveger).

De følgende figurene viser eksempler på overhøydeoppbygging i noen valgte kurvekombinasjoner.

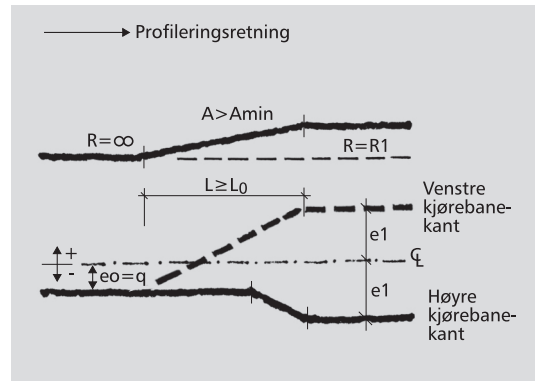
Her er brukt at $L_{o,\min} = \frac{b \cdot V \cdot e_d}{3,6 \cdot v_{vf}}$, der e_d er den endring i overhøyde som skal bygges opp.

$L_{o,\min}$ er den minste lengden av overhøydeoppbyggingen der oppbyggingen skjer kun i klotoiden (der A er tilnærmet lik A_{\min}). L_o er lengden av hele overhøydeoppbyggingen. L_o kan beregningsmessig være både større og mindre enn $L_{o,\min}$.

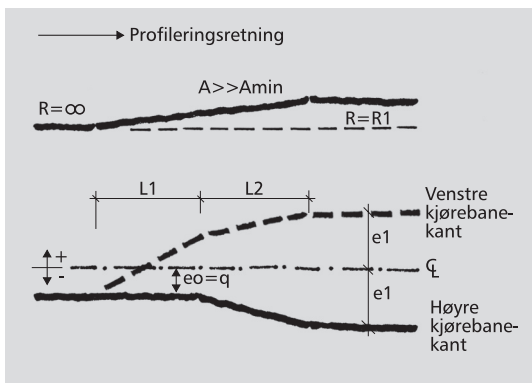
I figurene på neste side er q definert som takfall på rettlinje og e definert som overhøyde. e_o er minste tverrfall på rettlinje.



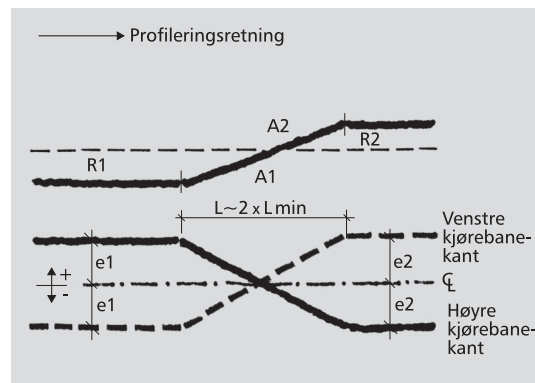
Figur 4.3: Overhøydeoppbygging med overgang fra rettlinje til sirkel, der parameter A er tilnærmet lik A_{min}



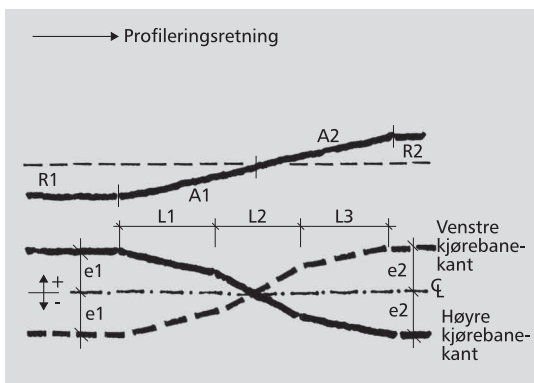
Figur 4.4: Overhøydeoppbygging ved overgang fra rettlinje til sirkel, der klotoiden er lang nok til å bygge opp hele overhøyden i klotoiden



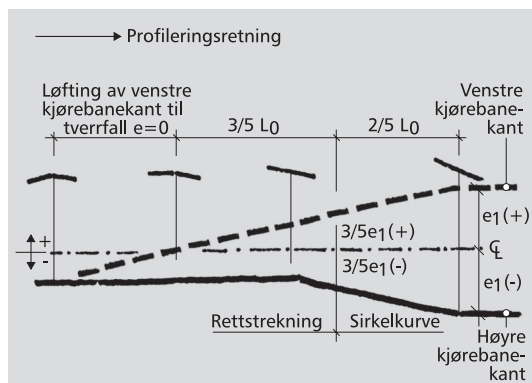
Figur 4.5: Overhøydeoppbygging ved overgang fra rettlinje til sirkel, med klotoidelengde som er vesentlig lengre enn nødvendig for å bygge opp hele overhøyden i klotoiden ($L > 1,4 \times L_0$)



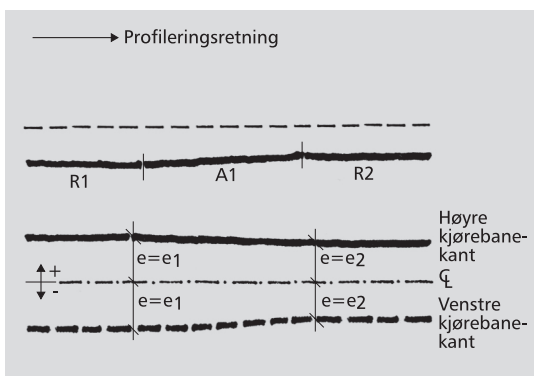
Figur 4.6: Overhøydeoppbygging i vendekurve med parameter A tilnærmet lik A_{min}



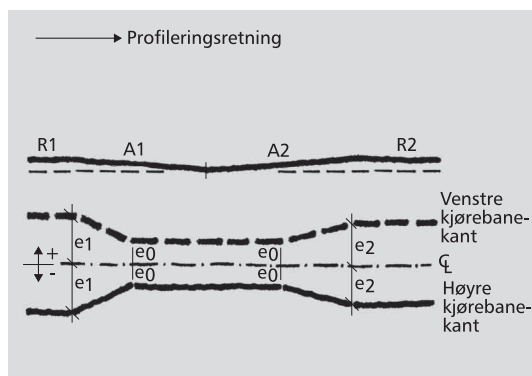
Figur 4.7: Overhøydeoppbygging i vendekurve hvor klotoidelengdene er vesentlig lengre enn nødvendig for å bygge opp overhøyden i klotoidene



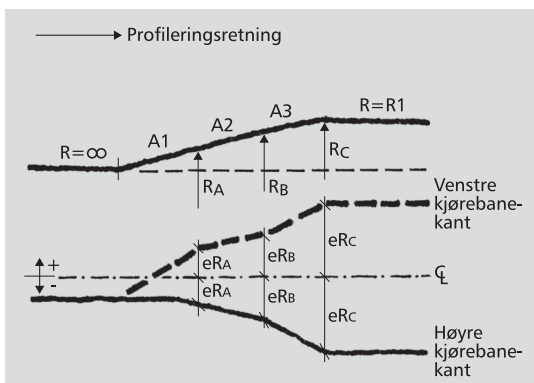
Figur 4.8: Overhøydeoppbygging ved direkte overgang mellom rettlinje og sirkel



Figur 4.9: Overhøydeoppbygging i en eggkurve



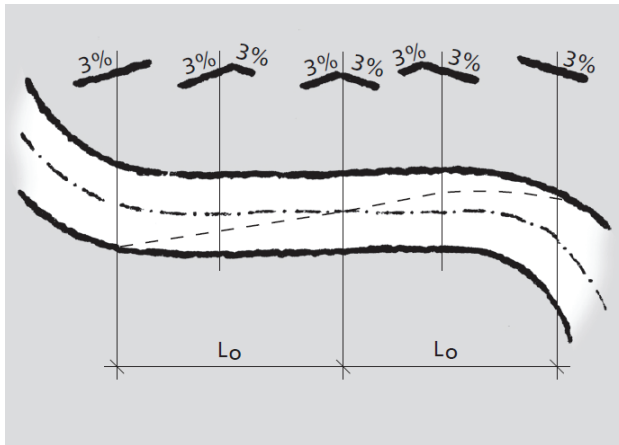
Figur 4.10: Overhøydeoppbygging i sammenstøtende klotoide. e_0 har samme verdi som takfall på rettligne



Figur 4.11: Overhøydeoppbygging i en sammensatt klotoide

Vandrende møne

En alternativ måte å bygge opp overhøyden på, er å bruke vandrende møne. Oppbygging av vandrende møne er vist i Figur 4.12.

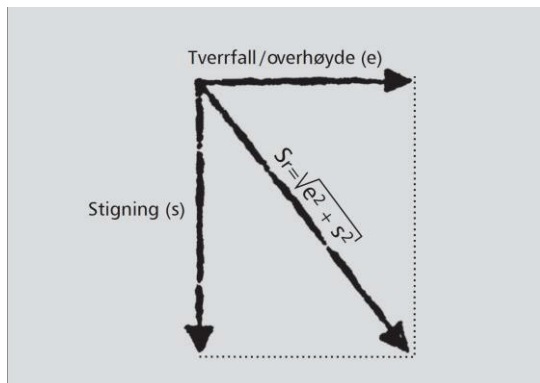


Figur 4.12: Vandrende møne

Fordelen med vandrende møne er at vannavrenning vil være sikret over hele forløpet. Ulempen er en noe mer komplisert utførelse, og at toppen av mønet er flyttet ut i kjørefeltene, noe som kan virke ubehagelig og redusere komforten for bilførerne.

4.2 Resulterende fall

Resulterende fall er et resultat av vegens lengdefall og tverrfall.



Figur 4.13: Resulterende fall (s_r)

Håndbok 017 Veg- og gateutforming stiller krav til minste og største tillatte resulterende fall. Minimumsgrensen skal sikre vannavrenning, mens maksimumsgrensen er satt ut fra hensyn til framkommelighet og fare for sideglidning ved langsom kjøring på vinterføre. Denne grensen varierer med fartsgrense og trafikkmengde (det vil si med de ulike dimensjoneringsklassene).

To parametere inngår i beregningen av resulterende fall:

- e = overhøyde
- s = stigning

Verdi for resulterende fall er beregnet ut fra følgende formel:

$$S_r = \sqrt{e^2 + s^2} \quad [\text{m/m}]$$

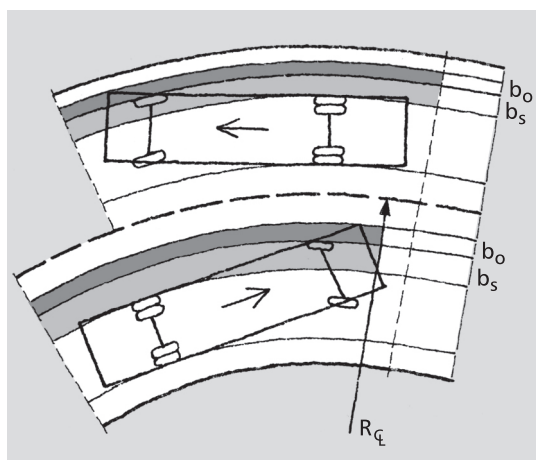
Maksimalt resulterende fall er satt til 10 % for dimensjoneringsklassene H1-H9. For de øvrige dimensjoneringsklassene varierer maksimalt resulterende fall mellom 9,5 og 11,3 %.

Minste resulterende fall er satt til 2 % for alle dimensjoneringsklasser.

4.3 Breddeutvidelse i kurver

Ved kjøring i kurver vil et kjøretøy trenge mer plass enn på rettlinjert veg. Det økte plassbehovet skyldes at kjøretøyet tar stadig mer plass på grunn av sving, samtidig som deler av kjøretøyet vil henge utover hjulene. Derfor økes kjørefeltbredden noe i kurver. Utvidelse er spesielt viktig i krappe kurver og i kryss.

Breddeøkningen for en 2-feltsveg er vist i Figur 4.14.



Figur 4.14: Prinsippskisse for breddeutvidelse for en 2-feltsveg

Kjørefeltene betraktes hver for seg.

Svingingsøkningen er ulik for de to feltene, fordi feltene har ulik radius. Dette betyr lite ved store kurveradii, men har betydning i krappe kurver (spesielt i kryssområder) og i slyng.

Hvordan svingingsøkningen (b_s) varierer med horisontalkurveradius og dimensjonerende kjøretøy er vist i Tabell 2.10. Tabell 2.11 viser økt breddebehov på grunn av overheng (b_o) ved kjøring i ulike horisontalkurver.

I kryssområder og i spesielt krappe kurver (f.eks. slyng) kan det være aktuelt å angi utvidelsen for hvert enkelt kjørefelt for seg. Men på frie veggstrekninger vil en som oftest se på total breddeutvidelse for hele kjørebanelen.

For en 2-feltsveg vil total breddeutvidelse bli summen av:

- sporingsøkning i ytre kjørefelt
- sporingsøkning i indre kjørefelt
- overhenget i indre kjørefelt
- overhenget i ytre kjørefelt

Breddeutvidelsen er avhengig av dimensjonerende kjøretøy og horisontalkurveradius. Nødvendig breddeutvidelse for fri vegstrekning på 2-felts veg er gitt i Tabell 4.1.

Tabell 4.1: Breddeutvidelse ΔB for 2-felts vegger avhengig av kurveradius [m]

	Horisontalkurveradius [m]									
	40	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Vogntog (VT)	3,0	1,8	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Buss (B)	2,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Lastebil (L)	1,8	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Personbil (P)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Verdiene i Tabell 4.1 er basert på formelen:

$$\Delta B = 2 \cdot b_s + 2 \cdot b_o + 0,15 \text{ [m]}$$

der

- b_s = sporingsøkning
- b_o = overheng
- 0,15 = fast styringstillegg

I formelen er kjøremåte A (kjøretøyet holder seg innenfor eget kjørefelt) lagt til grunn, samt de teoretiske mål for dimensjonerende kjøretøy.

Regler for breddeutvidelse:

- Breddeutvidelse på fri vegstrekning bør brukes når horisontalkurveradius er ≤ 500 m.
- Breddeutvidelse for andre horisontalkurver enn de som er gitt i Tabell 4.1, finnes ved lineær interpolasjon.
- Ved kjørefeltbredde $> 3,25$ m reduseres kravene i Tabell 4.1 med økningen i kjørefeltbredde utover 3,25 m. (Eksempel: kjørefeltbredde $2 \times 3,5$ m gir reduksjon på 0,5 m av avlest verdi for total kjørefeltsøkning).
- Avlest eller interpolert verdi for breddeutvidelse i Tabell 4.1 rundes av til nærmeste 0,1 m.
- For 2-feltsveger fordeles breddeutvidelsen med en halvpart på hver side av vegen.
- 4-feltsveger behandles som to 2-feltsveger.
- 1-felts vegger gis halv breddeutvidelse i forhold til 2-felts vegger.
- Breddeutvidelsen bygges normalt opp lineært over overgangskurvens lengde. Ved lange overgangskurver kan breddeutvidelsen utføres over en kortere strekning.
- I vendekurver hvor begge sirkelkurvene har breddeutvidelse, kan det være aktuelt å ikke bygge ned breddeutvidelsen helt til 0 i vendepunktet. I stedet kan man bygge ned til halv breddeutvidelse i hver klotoide, og så fordele forskjellen lineært på den mellomliggende strekningen forbi vendepunktet.
- Ved sammenstøtende klotoider, eller hvis en har korte sirkelkurver, bør breddeutvidelsen utføres over en lengde tilsvarende en 1/3 av fartsgrensen.

Tabell 4.1 angir nødvendig breddeutvidelse i kurver på fri vegstrekning med kurveradius over 40 m. I kryss og i slyng hvor kurveradiene er under 40 m, må en beregne breddebehovet på en annen måte. Ved krappe kurver i kryssområder og i slyng vil det også være forskjell i behovet for økt bredde i indre og ytre felt. Dette går fram av Figur 8.1 og Tabell 8.2 som viser breddebehovet i slyng ved ulike kurveradier.

Nødvendig areal for å sikre framkommelighet i kryss er nærmere behandlet i håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.

5 Sikt

Dette kapitlet gir bakgrunnsmateriale for de siktkrav som inngår i håndbok 017 Veg- og gateutforming, og hvordan en siktkontroll skal utføres.

Siktforholdene er viktig for vegens kvalitet og sikkerhetsnivå. Ulike siktkrav inngår derfor som viktige faktorer når man skal fastlegge vegens geometriske minsteverdier. Siktkravene skal tilfredsstilles i alle kurvekombinasjoner (spesielt viktig ved minimumskurvatur i sidebratt terreng).

Siktkravene kan påvirke:

- minste horisontalkurveradius som kan benyttes (spesielt i tunneler, på bruer med sikthindrende rekkverk og i trange fjellskjæringer)
- minste vertikalkurveradius i høybrekk
- lengden på forbikjøringsstrekninger
- siktforhold i kryss og avkjørsler
- utforming av vegens sideterreng

5.1 Definisjoner

5.1.1 Fri sikt

Fri sikt er sammenhengende, synlig veglengde for en bilfører som befinner seg midt i kjørefeltet, og har øyehøyde a_1 over kjørebanelen.

5.1.2 Stoppsikt

Stoppsikt er nødvendig siktlengde fram til et objekt for at bilføreren skal kunne oppdage objektet, reagere, vurdere om han skal bremse og bremse kjøretøyet til stopp.

Stoppsikt brukes blant annet ved dimensjonering av vertikalkurvatur i høybrekk. Ulike verdier for beregningsmessig objekthøyde brukes i ulike situasjoner; se kapittel 2.4.

5.1.3 Møtesikt

Møtesikt er sikt fram til et kjøretøy med nærmere angitt høyde som kjører i motsatt retning i samme kjørefelt. Sikten skal være lang nok til at begge kjøretøyene rekker å stanse.

5.1.4 Forbikjøringssikt

Forbikjøringssikt er minste siktlengde en bilfører må ha framover mot møtende trafikk i det øyeblikket han ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring.

5.2 Krav til sikt

For 4-feltsveger skal kravet til stoppsikt tilfredsstilles langs hele vegstrekningen. Utover dette er ingen andre siktkrav nødvendig.

For 2-feltsveger skal stoppsikt tilfredsstilles langs hele vegstrekningen. I dimensjoneringskravene i håndbok 017 Veg- og gateutforming blir det i tillegg stilt krav om et tilstrekkelig antall strekninger med forbikjøringssikt avhengig av dimensjoneringsklassen.

For 1-feltsveger er ikke stoppsikt alene tilstrekkelig, fordi to motgående kjøretøy vil befinne seg i samme kjørefelt. På slike veger skal en også sikre møtesikt. Sammenlignet med 2-feltsveger vil 1-feltsveger med samme fartsgrense derfor få en stivere linjeføring.

5.3 Beregning av ulike sikt lengder

5.3.1 Stoppsikt, L_s

Følgende grunnparametere inngår i beregning av stoppsikt:

$$\begin{aligned} t_r &= \text{reaksjonstid} && [\text{s}] \\ V &= \text{fartsgrense (med eventuelle fartstillegg)} && [\text{km/t}] \\ f_b &= \text{bremsefriksjon} \\ s &= \text{stigningsgrad} && [\text{m/m}] \end{aligned}$$

Stoppsikt (L_s) består av to deler: reaksjonslengde (L_r) og bremselengde (L_b). Reaksjonslengden er den strekningen som tilbakelegges i løpet av reaksjonstiden – det vil si den tiden det tar bilføreren å oppfatte situasjonen, vurdere den og ta en beslutning om å bremse ned. Reaksjonstid på 2 sekunder brukes som fast verdi for alle forhold.

Reaksjonslengden (L_r) er uttrykt ved formelen:

$$L_r = t_r \cdot \frac{V}{3,6} = 0,278 \cdot t_r \cdot V \quad [\text{m}]$$

Bremselengden (L_b) er den lengden som trengs for å bremse et kjøretøy til full stopp. Lengden er en funksjon av fart, friksjon mellom hjul og vegoverflate og stigningsgrad, og er uttrykt ved formelen:

$$L_b = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{9,81 \cdot (f_b + s)} = \frac{V^2}{254,3 \cdot (f_b + s)} \quad [\text{m}]$$

Når disse slås sammen, får en stoppsikt:

$$L_s = L_r + L_b = 0,278 \cdot t_r \cdot V + \frac{V^2}{254,3 \cdot (f_b + s)} \quad [\text{m}]$$

5.3.2 Møtesikt, L_m

Møtesikt beregnes på samme måte som stoppsikt, men nå er det et møtende kjøretøy som føreren skal ha sikt til.

Møtesikt er satt til to ganger stoppsikt for horisontal veg. I tillegg er det lagt til en sikkerhetsavstand på 10 m.

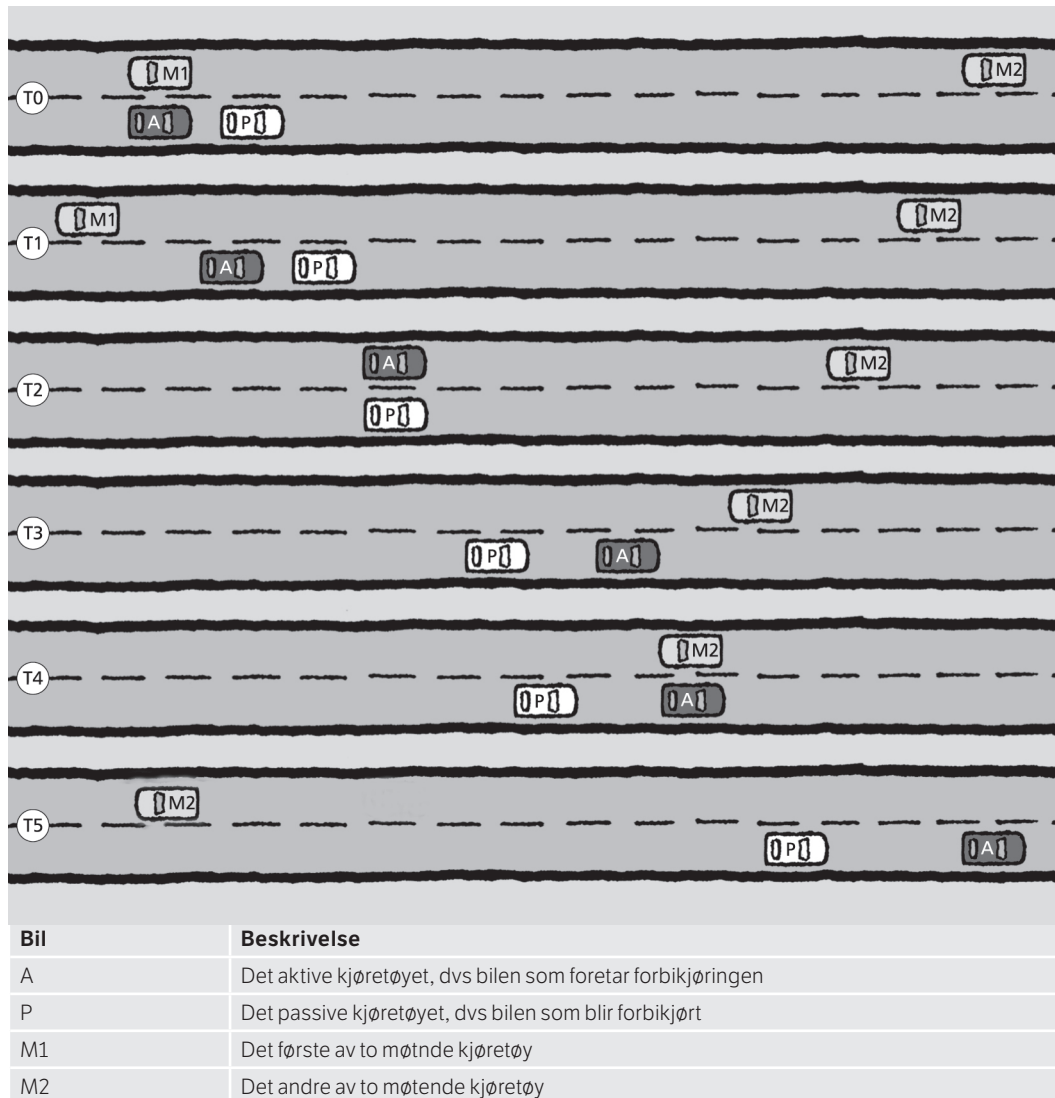
$$L_m = 2L_s + 10 \quad [\text{m}]$$

5.3.3 Forbikjøringssikt, L_f

Forbikjøringssikt beregnes ut fra en beregningsmodell. Modellen forutsetter 2-feltsveg uten midt-rekkverk og er beskrevet nedenfor.

Nødvendig tidsluke

Forbikjøringen deles inn i fem faser. Disse er illustrert og beskrevet i Figur 5.1, Tabell 5.1 og Tabell 5.2.



Figur 5.1: Prinsippkisse for ulike faser i en forbikjøring

Kjøretøy A må utnytte tidsluken mellom M1 og M2 for å kjøre forbi P. Forløpet er nærmere beskrevet i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Karakteristiske tidspunkt i en forbikjøring

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

De seks tidspunktene T0-T5 avgrensene de fem fasene F1-F5 som forbikjøringen deles inn i. Disse fasene er oppsummert i Tabell 5.2.

Tabell 5.2: Faser i en forbikjøring

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

I håndbok 017 Veg- og gateutforming er alle veger med fartsgrense 80 km/t gitt en forbikjøringslengde på 450 m. Denne lengden er valgt med støtte i modellen beskrevet ovenfor. I beregningen har aktivt og passivt kjøretøy 70 km/t som utgangsfart, mens møtende kjøretøy har en fart på 80 km/t. Det passive kjøretøyet holder konstant fart under hele forbikjøringen. Reaksjonstid på 2 sekunder er lagt til grunn.

For veger med fartsgrense 90 km/t er forbikjøringslengden satt til 550 m. Aktivt og passivt kjøretøy har da en utgangsfart på 80 km/t, og møtende kjøretøy holder 90 km/t. Reaksjonstiden er også her satt til 2 sekunder.

5.4 Siktkontroll

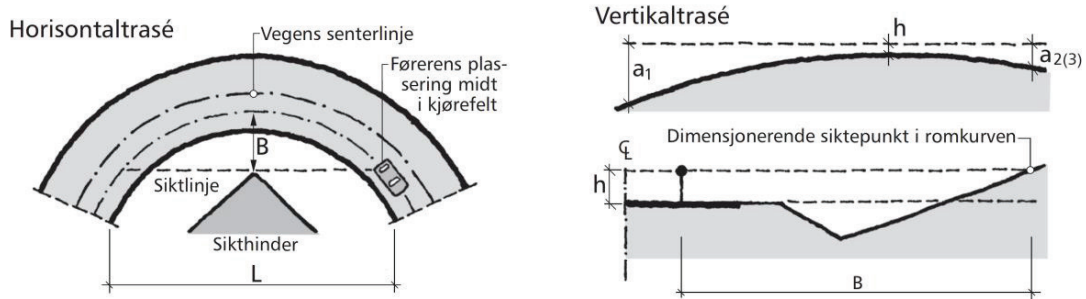
Siktkontroll er nødvendig fordi ikke alle elementene i vegens linjeføring er dimensjonert ut fra krav til sikt. En siktkontroll kan påvirke den endelige utformingen av tverrprofil, sideterrang og linjeføring. For sikt i kryss og avkjørsler vises det til håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.

Størst problem med å tilfredsstille siktkravene vil man ha ved en kombinasjon av krappe kurver, høy fart, smalt tverrprofil (tunneler, bruer med sikthindrende rekkverk, trange fjellskjæringer, støttemurer) og stor stigningsgrad. I slike tilfeller vil det som oftest være behov for å øke bredden ved å utvide grøfta, eller å gjøre skjæringene slakere. Det kan også være aktuelt å benytte slakere kurver. Bruk av minstekurve på fri vegstrekning i tunnel vil føre til at stoppsiktkravet ikke er sikret uten at tverrprofilet utvides vesentlig.

På veger med midtrekkverk kan det være vanskelig å oppnå stoppsikt i venstrekurve. Skulle man oppfylt siktkravene fullt ut, ville minste tillatte horisontalkurveradius bli 3-4 ganger høyere enn normalverdien, og linjeføringen for stiv. I håndbok 017 Veg- og gateutforming er det valgt å se bort fra midtrekkverket som sikthinder i venstrekurve. Mer om dette i kapittel 6.1.6.

Siktkontrollen kan utføres ved bruk av standard prosjekteringsverktøy (DAK).

Det er her beskrevet en enkel metode som viser hvordan siktkontrollen kan utføres på partier hvor aktuell siktlengde i sin helhet ligger innenfor ett element i både horisontal- og vertikalkurvaturen. Figur 5.2 skisserer prinsippet.



Figur 5.2: Prinsippskisse for siktkontroll

Tabell 5.3 viser nødvendige verdier for B for ulike horisontalkurveradier og siktkrav.

Tabell 5.3: Verdier for B (gitt i figur 5.2) for ulike horisontalkurve-radier og siktlengder

Horison- talkurve- radius	Siktlengde L_s, L_m, L_f [m] målt midt i aktuelt kjørefelt																											
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	170	190	200	220	240	250	275	300	320	350	375	400	450	500	550		
70	4,4	6,3	8,6	11,1	14,0	17,1	20,5	24,2	28,1	32,2	36,5	45,6	55,2	60,1														
80	3,9	5,6	7,5	9,8	12,3	15,1	18,2	21,5	25,0	28,7	32,7	41,1	50,1	54,8														
90	3,4	5,0	6,7	8,7	11,0	13,5	16,3	19,3	22,5	25,9	29,5	37,2	45,7	50,1														
100	3,1	4,5	6,1	7,9	10,0	12,2	14,7	17,5	20,4	23,5	26,8	34,0	41,8	46,0														
125	2,5	3,6	4,9	6,3	8,0	9,9	11,9	14,1	16,5	19,1	21,8	27,8	34,4	37,9	45,4	53,3	57,5											
150	2,1	3,0	4,1	5,3	6,7	8,3	10,0	11,8	13,9	16,0	18,4	23,4	29,1	32,1	38,6	45,5	49,1											
175	1,8	2,6	3,5	4,6	5,8	7,1	8,6	10,2	11,9	13,8	15,8	20,2	25,2	27,8	33,4	39,6	42,8	51,3	60,4									
200		2,2	3,1	4,0	5,0	6,2	7,5	8,9	10,5	12,1	13,9	17,8	22,1	24,5	29,5	34,9	37,8	45,4	53,7									
225		2,0	2,7	3,5	4,5	5,5	6,7	8,0	9,3	10,8	12,4	15,9	19,8	21,9	26,4	31,2	33,8	40,7	48,2									
250		1,8	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	7,2	8,4	9,7	11,2	14,3	17,8	19,7	23,8	28,3	30,6	36,9	43,7	49,5	58,8							
300			2,0	2,7	3,4	4,2	5,0	6,0	7,0	8,1	9,3	12,0	14,9	16,5	19,9	23,7	25,7	31,0	36,7	41,7	49,6							
350				2,3	2,9	3,6	4,3	5,1	6,0	7,0	8,0	10,3	12,8	14,2	17,1	20,4	22,1	26,7	31,7	35,9	42,8	49,0	55,6					
400				2,0	2,5	3,1	3,8	4,5	5,3	6,1	7,0	9,0	11,2	12,4	15,0	17,9	19,4	23,4	27,8	31,6	37,7	43,1	49,0					
450				1,8	2,2	2,8	3,4	4,0	4,7	5,4	6,2	8,0	10,0	11,1	13,4	15,9	17,2	20,8	24,8	28,1	33,6	38,5	43,7	55,1				
500					2,0	2,5	3,0	3,6	4,2	4,9	5,6	7,2	9,0	10,0	12,1	14,3	15,5	18,8	22,3	25,4	30,3	34,7	39,5	49,8				
600						2,1	2,5	3,0	3,5	4,1	4,7	6,0	7,5	8,3	10,1	12,0	13,0	15,7	18,7	21,2	25,3	29,1	33,0	41,7	51,3	61,9		
700						1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	5,2	6,4	7,1	8,6	10,3	11,1	13,5	16,0	18,2	21,8	25,0	28,4	35,9	44,2	53,3		
800							1,9	2,2	2,6	3,1	3,5	4,5	5,6	6,2	7,6	9,0	9,7	11,8	14,0	15,9	19,1	21,9	24,9	31,4	38,7	46,8		
900								2,0	2,3	2,7	3,1	4,0	5,0	5,5	6,7	8,0	8,7	10,5	12,5	14,2	17,0	19,5	22,1	28,0	34,5	41,7		
1000								1,8	2,1	2,4	2,8	3,6	4,5	5,0	6,0	7,2	7,8	9,4	11,2	12,8	15,3	17,5	19,9	25,2	31,1	37,6		
1250										2,0	2,2	2,9	3,6	4,0	4,8	5,8	6,2	7,6	9,0	10,2	12,2	14,0	16,0	20,2	24,9	30,1		
1500											1,9	2,4	3,0	3,3	4,0	4,8	5,2	6,3	7,5	8,5	10,2	11,7	13,3	16,8	20,8	25,1		
1750												2,1	2,6	2,9	3,5	4,1	4,5	5,4	6,4	7,3	8,7	10,0	11,4	14,4	17,8	21,6		
2000													1,8	2,3	2,5	3,0	3,6	3,9	4,7	5,6	6,4	7,7	8,8	10,0	12,6	15,6	18,9	
2500														1,8	2,0	2,4	2,9	3,1	3,8	4,5	5,1	6,1	7,0	8,0	10,1	12,5	15,1	

Verdien for h i Figur 5.2 vil variere. Tabell 5.4 og Tabell 5.5 viser verdier for h for ulike vertikalkurve-radier og siktkrav. Tabell 5.4 gjelder stoppsikt og Tabell 5.5 gjelder møtesikt og forbikjøringsikt.

Tabell 5.4: Verdier for h (gitt i Figur 5.2) for ulike vertikalkurveradier og stoppsikt lengder

R _v [m]	Sikt lengde L _s [m]								
	30	50	75	100	125	150	200	250	300
300	0,30								
500	0,45	0,05							
600	0,49	0,15							
700	0,51	0,23							
800	0,53	0,28							
1000	0,56	0,36							
1250	0,59	0,43	0,11						
1500	0,60	0,47	0,21						
2000	0,62	0,52	0,32	0,05					
2500	0,63	0,55	0,39	0,18					
3000	0,64	0,57	0,44	0,26	0,02				
4000	0,65	0,60	0,50	0,36	0,19				
5000	0,65	0,61	0,53	0,43	0,28	0,11			
6000	0,66	0,62	0,56	0,47	0,35	0,21			
7000	0,66	0,63	0,57	0,50	0,40	0,27			
8000	0,66	0,64	0,59	0,52	0,43	0,32	0,05		
10000	0,66	0,64	0,60	0,55	0,48	0,39	0,18		
15000	0,67	0,65	0,63	0,59	0,54	0,49	0,34	0,15	
20000	0,67	0,66	0,64	0,61	0,58	0,53	0,43	0,28	0,11
30000	0,67	0,66	0,65	0,63	0,61	0,58	0,51	0,41	0,30
40000	0,67	0,67	0,66	0,64	0,63	0,60	0,55	0,48	0,39
50000	0,67	0,67	0,66	0,65	0,64	0,62	0,58	0,52	0,45

Tabell 5.5: Verdier for h (gitt i Figur 5.2) for ulike vertikalkurveradier og møte- og forbikjøringssikt lengder

R _v [m]	Sikt lengde L _m (L _f) [m]											
	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550
600	0,00											
700	0,17											
800	0,30											
1000	0,47											
1250	0,61	0,18										
1500	0,71	0,34										
2000	0,82	0,55	0,20									
2500	0,89	0,68	0,39	0,05								
3000	0,94	0,76	0,52	0,24								
4000	1,00	0,86	0,69	0,47								
5000	1,03	0,93	0,78	0,61	0,18							
6000	1,06	0,97	0,85	0,71	0,34							
7000	1,07	1,00	0,90	0,77	0,46	0,06						
8000	1,09	1,02	0,93	0,82	0,55	0,20						
10000	1,10	1,05	0,98	0,89	0,68	0,39	0,05					
15000	1,13	1,09	1,04	0,99	0,84	0,65	0,43	0,15				
20000	1,14	1,11	1,08	1,03	0,93	0,78	0,61	0,41	0,18			
30000	1,15	1,13	1,11	1,08	1,01	0,91	0,80	0,66	0,51	0,33	0,13	
40000	1,16	1,14	1,13	1,10	1,05	0,98	0,89	0,79	0,68	0,54	0,39	0,23
50000	1,16	1,15	1,14	1,12	1,08	1,02	0,95	0,87	0,78	0,67	0,55	0,42

Det er viktig å sikre siktkravene også ved møblering av vegen (skilting, murer, vegetasjon). Etter at vegen er tatt i bruk, må omgivelsene regelmessig vedlikeholdes og ryddes slik at forutsetningene i planleggingen blir tilfredsstillt.

Eksempel – siktkontroll langs hovedveg

Stoppsikt langs en H5-veg skal kontrolleres. I et punkt går vegen i høyrekurve med radius $R_h = 500$ m og i høybrekk med radius $R_v = 10\,000$ m. Stigningen på stedet er cirka 4 %.

Fra prosjekteringstabellen for H5 finner en $L_s = 175$ m og $\Delta st1 = -19$ m. En må dermed tilfredsstillte siktlengde $L_s = 175$ m + $\frac{1}{2} \cdot (-19$ m) ≈ 165 m.

Finner verdier for B og h:

- Slår opp i Tabell 5.3 for $R_h = 500$ m og $L_s = 165$ m. Gir $B = 6,8$ m.
- Slår opp i Tabell 5.4 for $R_v = 10\,000$ m. Finner at $h = 0,39$ ved $L_s = 150$ m, $h = 0,18$ m ved $L_s = 200$ m. Interpolerer for $L_s = 165$ m, hvilket gir $h = 0,33$ m.

Bruker disse verdiene og kontrollerer tverrprofilen for sikt i avstand B og høyde h i forhold til midt i kjørefeltet, som vist på Figur 5.2. Hvis punktet (B, h) ikke skjærer terrenget i tverrprofilene på strekningen er siktkravet tilfredsstillt.

6 Dimensjoneringsklasser

Dette kapitlet forklarer hvordan man har kommet fram til de ulike dimensjonerende linjeføringsparametre for de ulike dimensjoneringsklassene i håndbok 017 Veg- og gateutforming del C og D.

I vedlegg er det gitt en oversikt over grunnparametre for utbedringsstandard sammenlignet med ny veg.

6.1 Prosjekteringstabellen

For hver dimensjoneringsklasse er det gitt en prosjekteringstabell med geometrikrav i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Unntaket er atkomstvegene, hvor det bare er gitt minimums- eller maksimumskrav.

Tabell 6.1 viser et eksempel på en prosjekteringstabell.

Tabell 6.1: Eksempel på prosjekteringstabell

R_h	Horisontalkurvaturparameter							Vertikalkurvaturparameter						
	Nabokurve		Klotoide		Siktlengde			$R_{v,høy}$	$R_{v,høy}$	$R_{v,lav}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Forbi	Min	i kryss	Min	e	Maks	Maks	Min
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	2100	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

Verdiene i prosjekteringstabellen er «skal-krav» og eventuelle søknader om fravik behandles av vedkommende vegmyndighet. For riksveger er dette Vegdirektoratet.

Inngangsverdien til prosjekteringstabellen er horisontalkurveradien, og tilhørende utformingskrav leses horisontalt.

Eksempel - avlesing av prosjekteringstabell

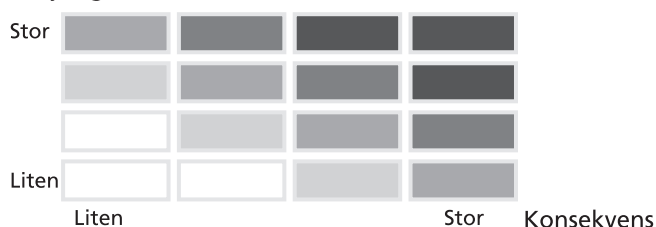
Minste horisontalkurveradius er 250 m og gir minste høybrekkskurveradius på 2 800 m på fri vegstrekning.

En horisontalkurveradius på 900 m krever en høybrekkskurveradius på minimum 3 300 m.

6.1.1 Generelt om risiko

Risikoanalyser skal identifisere faremomenter som kan føre til ulykker, før vegen bygges eller utbedres.

Risiko vurderes ut fra sannsynlighet og konsekvens:

Sannsynlighet

Figur 6.1: Vurdering av risiko ut fra sannsynlighet og konsekvens

I håndbok 017 Veg- og gateutforming er denne modellen forenklet noe. Det er en sammenheng mellom trafikkmengde og sannsynlighet for at det skjer en ulykke, og mellom konsekvensen av en ulykke og kjørefarten. Sannsynligheten for at en ulykke skjer, øker med trafikkmengden, og konsekvensen av ulykken øker med farten.

6.1.2 Fartstillegg og sikkerhetsfaktor for friksjon

Ut fra prinsippene omkring risiko og konsekvens er det lagt inn varierende fartstillegg og sikkerhetsfaktorer for friksjon for de ulike dimensjoneringsklassene i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Verdier for fartstillegg og sikkerhetsfaktor for friksjon fremgår av Figur 6.2 og Figur 6.3.

Fartstillegg og sikkerhetsfaktorer for friksjon er nærmere omtalt i henholdsvis kapittel 2.15 og 2.16.

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	
Fartsgrense																				
Hovedveger			H1	H2	H3		H1	H2	H3	H1	H4	H1	H5	H6	H7	H8	H6	H7	H9	
Øvrige hovedveger			H1	H ₀ 1			H1	H ₀ 2		H1	H4	H1	H5	H6	H7	H8	H6	H7	H9	
Samleveger	Sa1	Sa2		Sa3		Sa2		H ₀ 2												
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)

Det benyttes ikke fartstillegg ved beregning av kurvatur i utbedringsstandard, men sikkerhetsfaktoren varierer i henhold til Figur 6.3.

ÅDT	< 1500		1500 - 4000		4000 - 6000	6000 - 12000
	60	80	60	80	80	80
Hovedveger	U-H2	U-H2	U-H2	U-H2	U-H4	U-H5
Øvrige hovedveger	U-H _ø 1	U-H _ø 1	U-H _ø 2	U-H _ø 2		
Samleveger	U-Sa3	U-Sa3				

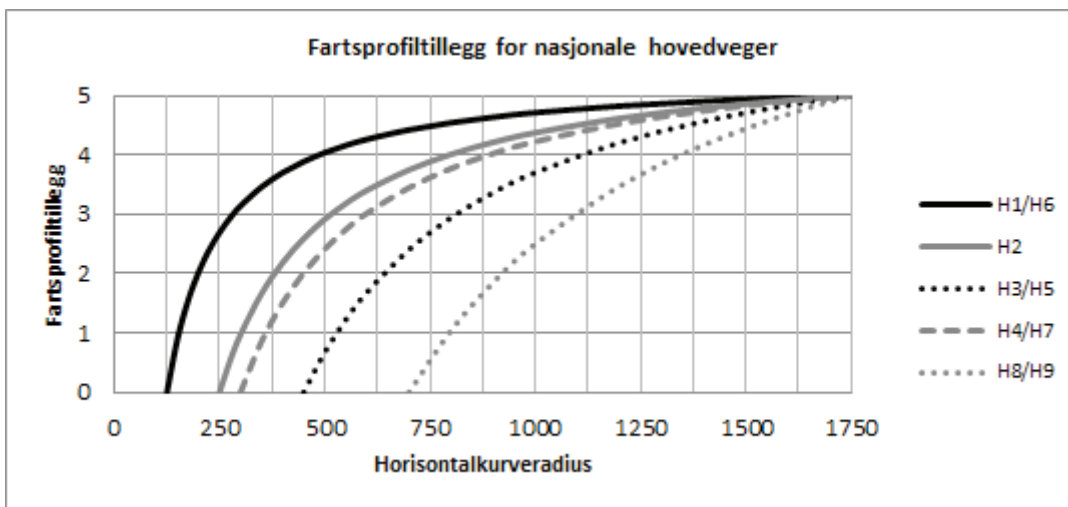
Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,10
Sikkerhetsfaktor - friksjon 1,50

Figur 6.3 Sikkerhetsfaktor for de ulike dimensjoneringsklassene (utbedringsstandard)

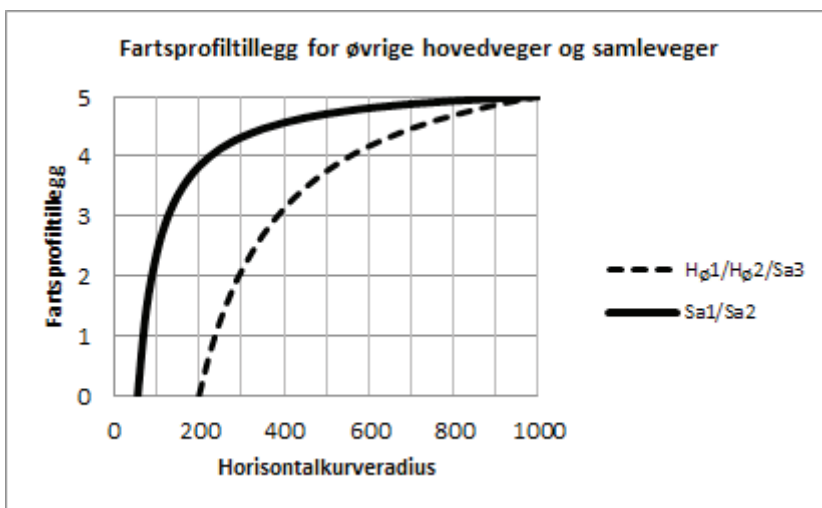
6.1.3 Fordeling av fartsprofiltillegg

Fartsprofiltillegget (Δv_{pt}) kommer i tillegg til fartstillegget, og er omtalt i kapittel 2.15.

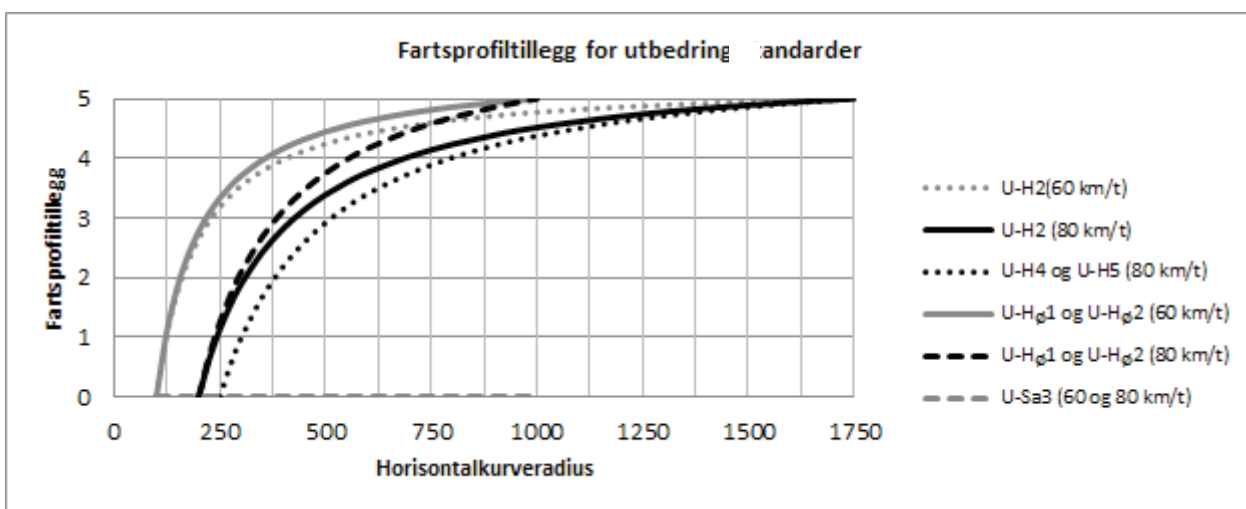
Fordeling av fartsprofiltillegg som funksjon av horisontalkurveradius for ulike dimensjoneringsklasser er vist i Figur 6.4, Figur 6.5 og Figur 6.6.



Figur 6.4: Fartsprofiltillegg for nasjonale hovedveger (standard for bygging av ny veg)



Figur 6.5: Fartsprofiltillegg for øvrige hovedveger og samleveger (standard for bygging av ny veg)



Figur 6.6: Fartsprofiltillegg (utbedringsstandard)

Fart ligger til grunn for beregning av minste horisontalkurveradius, klotoideparametere, sikt lengder og vertikalkurveradier i prosjekteringstabellen. På grunn av at fartsprofiltillegget øker med økende horisontalkurveradius, så øker også kravene til øvrige parametere nedover i prosjekteringstabellen.

Verdene 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).

6.1.4 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 til nærmeste verdi i tallrekken: 55, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1750.

Eksempel - beregning av minste horisontalkurveradius

Dimensjoneringsklasse H2 i håndbok 017 Veg- og gateutforming (se Tabell 6.1) har en minste horisontalkurveradius på 250 m. Denne er beregnet med følgende inndata i formelen over:

$$\begin{aligned} V &= \text{fartsgrense} + \Delta v_t + \Delta v_{pt} = 80 + 5 + 0 = 85 \text{ km/t} \\ f_k &= 0,15 \text{ (fra Tabell 2.8 med sikkerhetsfaktor friksjon 1,25 og fartsgrense 80 km/t)} \\ e_{maks} &= 0,08 \end{aligned}$$

Dette gir $R_{h,min} = 247$ m, avrundet til 250 m.

I en kurve med radius lik minste horisontalkurveradius $R_{h,min}$ (250 m for dimensjoneringsklasse H2) tas 65 % av sidekreftene opp av sidefriksjon og 35 % av overhøyden, i følge formelverket og grunnparameterne som er lagt til grunn.

Forutsatt at forutsetningene om fartsvalg ved bedret horisontalkurvatur er korrekt, så vil man ved radius 500 m ta opp 34 % sidekreftene med sidefriksjon og 66 % med overhøyde.

Ved $R_h = 700$ m vil 90 % av sidekraften opptas av overhøyden. Dette tilsier at vi har en meget god sikkerhet mot utforkjøring, selv på glatt føre, når horisontalkurveradiene økes en del utover minimum.

6.1.5 Klotoide

Minste klotoideparameter kan beregnes ved formelen:

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

R_h er gjeldende horisontalkurveradius.

Beregnet minste klotoideparameter avrundes til nærmeste 5-meters verdi.

Eksempel - beregning av overhøydeoppbygging og klotoideparameter for H2-veg

Konstanter i formelen er: $b = 1,65$ m og $v_{vf} = 0,05$ m/s for hovedveger. Dette gjelder både ved standard for ny veg og utbedringsstandard (se kapittel 2.7 og 2.10).

R_n og e_{maks} leses ut av prosjekteringstabellen.

Farten øker med økende R_n som følge av fartsprofiltillegget.

Øverste linje i prosjekteringstabellen for H2 har følgende verdier:

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

$$R_{n,\min} = 250 \text{ m}$$

$$e_{maks} = 0,08 \text{ m/m}$$

Dette gir:

$$L_{o,\min} = \frac{b \cdot V \cdot e_{maks}}{3,6 \cdot v_{vf}} = \frac{1,65 \cdot 85 \cdot 0,08}{3,6 \cdot 0,05} = 62,3, \quad A_{\min} = \sqrt{250 \cdot 62,3} = 124,8$$

Tilsvarende:

- $R_n = 800$ gir verdiene $L_{o,\min} = 61,2$ m og $A_{\min} = 221,2$ m
- $R_n = 1200$ gir verdiene $L_{o,\min} = 46,0$ m og $A_{\min} = 234,9$ m

Fartsprofiltillegget og overhøyden endres med økende horisontalkurveradius.

Ved radier på hhv 800 og 1200 m endres fartsprofiltillegget til 4,0 og 4,6 km/t, se kapittel 2.1.5.

For $R_n \geq 1400$ gir formelverket lavere verdier for A_{\min} enn $R = 1200$.

Det er i prosjekteringstabellene forutsatt at kravet til klotoideparameter ikke skal minke for økende radier, derfor gjelder $A_{\min} = 235$ m (avrundet verdi) for alle $R \geq 1400$ m.

6.1.6 Siktlengde

Stoppesikt er gitt i prosjekteringstabellene. Forbikjøringsikt er gitt for dimensjoneringsklasser hvor det stilles krav til forbikjøringsmuligheter, men ikke forbikjøringsfelt. For 1-feltsveger er møtesikt også gitt.

Stoppesikt er beregnet ut i fra formelen:

$$L_s = 0,278 \cdot t_r \cdot V + \frac{V^2}{254,3 \cdot (f_b + s)} \quad [\text{m}]$$

Beregnet sikt (L_s) for $s=0$ avrundes til nærmeste 5 m.

Krav til stoppesikt er i utgangspunktet beregnet for stigning 0 % (flatt), men stoppesiktkravet avhenger også av stigningen på stedet. $\Delta st1$ angir en fratrekk i krav til stoppesikt ved maksimal stigning, $\Delta st2$ angir et tillegg i stoppesikt ved maksimalt fall. Mellom ytterverdiene interpoleres det lineært.

Tillegg/fratrekk i sikt ($\Delta st1$ og $\Delta st2$) avrundes til nærmeste hele meterverdi.

Eksempel - beregning av stoppsiktlengder ved stigning og fall

Konstanter i formelen for L_s er:

$t_r = 2$ sek og $f_b = 0,41$. Se kapittel 2.14 og 2.16.3.

Stigning s leses ut av prosjekteringstabellen. Farten øker med økende R_h .

Øverste linje i prosjekteringstabellen for H2 har følgende verdier:

$V = 85$ km/t, $f_b = 0,41$, $s = 0,00$ m/m.

Dette gir:

$$L_s = 0,278 \cdot 2 \cdot 85 + \frac{85^2}{254,3 \cdot (0,41 + 0,00)} = 116$$

Tilsvarende ved 8 % stigning: $L_s = 107$ m

Det gir $\Delta st1 = + 107 - 116$ m = - 9 m

Tilsvarende ved 8 % fall: $L_s = 128$ m

Det gir $\Delta st1 = + 128 - 116$ m = + 12 m

For vegger med midtrekkverk vil ikke stoppsiktkravene i venstrekurver med liten radius være tilfredsstillt for beregningsmessig objekthøyde (0,25 m).

Eksempel - krav til stoppsikt dersom midtrekkverk blir sett på som sidehinder

For dimensjoneringsklasse H5 og hvor midtrekkverk blir sikthinder, vil sikt fra et kjøretøy som kjører i en venstrekurve med radius 450 m, og der føreren sitter midt i venstre kjørefelt (nærmest midtrekkverket), være på 92 m. Kravet til stoppsikt er 175 m. Hvis kravet til stoppsiktlengde skulle være styrende, ville en måtte bruke en minste horisontalkurveradius på 1 615 m.

I håndbok 017 Veg- og gateutforming er det valgt å se bort fra midtrekkverket som sikthinder i venstrekurve. Dette fordi føreren vil kunne se forankjørende biler over midtrekkverket, og vil kunne bedømme om disse er i bevegelse. For vegger med midtrekkverk vil sannsynligheten for objekter i kjørebanelen være mindre enn for vegger uten midtrekkverk.

Forbikjøringssikt er beregnet på grunnlag av modellen presentert i kapittel 5.3.3. Kravet til siktlengde er:

- 450 m for vegger med fartsgrense 80 km/t
- 550 m for vegger med fartsgrense 90 km/t

For fartsgrense < 80 km/t er ikke forbikjøringssikt oppgitt. Grunnen er at vegger med fartsgrense < 80 km/t som regel er korte vegstrekninger nær bysentra der framkommelighet og forbikjøring ikke er det som prioriteres høyest blant trafikantene, eller hvor det av andre grunner ikke bør oppfordres til forbikjøring.

6.1.7 Vertikalkurveradius

Minste vertikalkurveradius for høybrekk, høybrekk i kryssområder og lavbrekk er oppgitt i prosjekteringstabellene.

Vertikalkurveradius er beregnet ut fra formlene under:

$$\text{Høybrekk} \quad R_{v,\min} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{L_k}{\sqrt{a_1} + \sqrt{a_{2(3)}}} \right)^2 \quad [\text{m}], \text{ se kapittel 3.2.2.}$$

$$\text{Lavbrekk} \quad R_{v,\min} = \frac{V^2}{12,96 \cdot a_v} = 0,0772 \cdot \frac{V^2}{a_v} \quad [\text{m}], \text{ se kapittel 3.2.2.}$$

Beregnet verdi for minste vertikalkurveradius ($R_{v,\min}$) er avrundet til nærmeste 100 m. For 1- feltsveg er L_k lik møtesikt L_m (stoppsikt skal også tilfredsstilles). For 2- feltsveg er L_k lik stoppsikt L_s .

Eksempel - beregning av minste vertikalkurveradius i høybrekk

I formelen er øyehøyden a_1 konstant = 1,1 m. Verdien a_2 kan være 0 m, 0,25 m eller 0,6 m, og avhenger av dimensjoneringsklasse og om det er i/utenfor kryssområde, se kapittel 2.4. For enfeltsveg dimensjoneres høybrekk for møtesikt, da er $a_3 = 1,25$ m. Verdiene for R_h og L_k (stoppsikt, $L_k = L_s$) leses ut av prosjekteringstabellen.

Øverste linje i prosjekteringstabellen for H_2 har verdiene $R_{h,\min} = 250$ m $L_k = 115$ m. Det gir:

$$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{115}{\sqrt{1,1} + \sqrt{0,25}} \right)^2 = 2756 \quad (\text{avrundes til } 2800 \text{ m})$$

Tilsvarende ved $R_h = 800$ m er stoppsiktkravet L_k , ($L_k = L_s$) = 125 m, det gir:
 $R_{v,\min} = 3257$ m (avrundes til 3300 m)

Eksempel - beregning av minste vertikalkurveradius i lavbrekk

Maksimalt tillatt vertikalakselerasjon avhenger av dimensjoneringsklasse, se kapittel 2.9. Farten øker med økende horisontalkurveradius R_h (se kapittel 2.1.5).

I øverste linje i prosjekteringstabellen for H_2 er $V = 80 + 5 = 85$ km/t. Verdien a_v er 0,3 m/s² for dimensjoneringsklasse H_2 . Det gir:

$$R_{v,\min} = \frac{85^2}{12,96 \cdot 0,3} = 1858 \quad (\text{avrundes til } 1900 \text{ m})$$

Tilsvarende, for $R_h = 800$ er $V = 89,0$ km/t.
 Det gir $R_{v,\min} = 2037$ m (avrundes til 2000 m)

Tilsvarende, for $R_h = 1750$ er $V = 90,0$ km/t.
 Det gir $R_{v,\min} = 2083$ m (avrundes til 2100 m)

Oppgitte verdier for minste vertikalkurveradius i høybrekk er beregnet under forutsetning av at kurvelengden er lengre enn siktlengdekravet.

Krav til minste høybrekkskurveradius i kryssområder er skjerpet i forhold til på fri vegstrekning for mange av dimensjoneringsklassene. For utbedringsstandard gjelder dette bare for U-H5.

Kravet til minste lavbrekkskurveradius gjelder både for fri vegstrekning og kryssområder.

6.1.8 Overhøyde

Maksimal overhøyde er vurdert empirisk, og satt til 8 % for minste horisontalkurveradius. I plankryss er maksimal overhøyde redusert til 6 %, og det er forutsatt at anvendt sidefriksjonsfaktor er redusert med 50 %. Dette gir strengere krav til minste horisontalkurveradius i plankryss. Overhøyde for større horisontalkurveradier enn $R_{h,min}$ er gitt i dimensjoneringsstabellene med utgangspunkt i Figur 2.8 og Figur 2.9.

Radien der takfall ($q = 3\%$) kan benyttes framgår av fotnote til prosjekteringstabellene.

Verdien for overhøyde i prosjekteringstabellene er et absolutt krav tilknyttet de ulike horisontalkurveradiene.

6.1.9 Stigning

Maksimal stigning (s_{maks}) er gitt i prosjekteringstabellene. Overhøyden (e) og maksimalt resulterende fall ($s_{r,maks}$) er styrende for tillatt stigning for de minste horisontalkurveradiene. Dette bestemmes ut i fra følgende formel:

$$s_{maks} = \sqrt{s_r^2 - e^2} \quad [m/m]$$

I utgangspunktet er maksimal stigning for H2 på 6 %. Der horisontalkurvaturen er romslig ($R_h > 1200$) aksepteres noe større stigning (8 %). Mellom $R_h = 700$ m og $R_h = 1200$ m beregnes stigningen ut fra krav til maksimalt resulterende fall.

6.1.10 Resulterende fall

Resulterende fall er beskrevet i kapittel 4.2. Krav til maksimalt resulterende fall er gitt i prosjekteringstabellene.

6.1.11 Linjeføring i kryss – supplerende krav

Prosjekteringstabellene gir geometrikrav som i hovedsak gjelder for fri vegstrekning. For aktuelle dimensjoneringsklasser inneholder dimensjoneringsstabellen en kolonne for vertikalkurveradius i høybrekk i plankryss, beregnet for objekthøyde 0,0 m. I tillegg er noen krav for aktuelle dimensjoneringsklasser beskrevet verbalt.

Dersom ikke minsteradius brukes på fri veg bør heller ikke angitt minsteverdi i kryss anvendes. Det bør være samsvar mellom anvendte verdier i kryss og på fri vegstrekning.

Av hensyn til sikkerhet og framkommelighet settes det strengere krav til horisontal- og vertikalgeometrien gjennom T- og X- kryss enn de kravene som gjelder vegen for øvrig.

Maksimal overhøyde, stigning og vertikalkurveradius i høybrekk er noe strengere for T- og X- kryss enn på fri vegstrekning. Dette for å sikre at det ikke er så bratt at kjøretøyet har vanskelig for å komme i gang etter stopp i krysset, eller at større kjøretøy får problemer med å stoppe før krysset hvis det er glatt.

For planskilte kryss gjelder de samme krav til geometri som på fri vegstrekning.

Kravet til stigning i plankryss er satt til 5 % for dimensjoneringsklassene H1-H6, H_ø1-H_ø2, U-H2, U-H4, U-H5 og 6% for dimensjoneringsklassene U-H_ø1 og U-H_ø2

Minste horisontalkurveradius i T- og X-kryss er beregnet med maksimal overhøyde e_{maks} satt til 6 % og sidefriksjon f_k halvert i forhold til på fri vegstrekning. Kravene til minste horisontalkurveradius i T- og X-kryss er beregnet for samme fart som minste horisontalkurveradius på fri vegstrekning. Disse beregningsforutsetningene er lagt til grunn for krav til minste horisontalkurveradius i plankryss for følgende dimensjoneringsklasser: H1-H6, H_ø1, H_ø2, Sa1-Sa3, samt alle utbedringsklassene.

Eksempel - beregning av minste horisontalkurveradius i plankryss der primærvegen er H2-veg

$$V=80 + 5 = 85\text{km/t}$$

$$e= 0,06 \text{ m/m (se kapittel 6.1.8)}$$

$$f_k = 0,15 \cdot 0,5 = 0,075$$

$$R_{h,min} = 85 \cdot 85 / 127(0,075 + 0,06) = 421 \text{ m (avrundes til 400 m)}$$

Krav til høybrekkskurveradius i kryss er gitt i prosjekteringstabellen, se Tabell 6.1.

6.2 Utbedring av eksisterende veg

Bruk av utbedringsstandard er aktuelt på strekninger hvor det ikke er nødvendig med store omlegginger av eller ombygging i traseen, slik at man kan bygge videre på den kapital som allerede ligger i den eksisterende vegen. Dette er synliggjort ved følgende fotnote til prosjekteringstabellene: «Ved vurdering av hvorvidt eksisterende veg har tilfredsstillende standard eller hvor det forutsettes slavisk utbedring langs eksisterende veg, settes det ikke krav til minste vertikalkurveradier, men siktkrav skal tilfredsstilles.»

Utbedringsstandard av eksisterende veg kan vurderes som ett av trinnene i en gradvis utvikling mot standard for ny veg.

6.2.1 Grunnlag for utbedringsstandard

Utbedringsstandard har reduserte utformingskrav sammenlignet med standard for nye veger i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Det er prinsipielt to forhold som kan ha reduserte krav ved utbedringsstandard:

- Tverrprofil (bare i kostbart eller sårbart terreng)
- Linjeføring

Sikkerhetsnivået er nøye vurdert ved reduksjon av parameterverdiene i utbedringsstandard.

Tverrprofil

Det er dyrt å breddeutvide eksisterende veg, og som følge av høye kostnader vil konsekvensen lett kunne bli at færre utbedringsprosjekter blir gjennomført. Under gitte forutsetninger (ulendt og kostbart terreng), kan en derfor akseptere smalere tverrprofiler ved utbedringsstandard enn ved bygging av ny veg.

Eksempel - valg av vegbredde

En veg med ÅDT i intervallet 4 - 6 000 kjt/døgn skal utbedres etter standarden U-H4. Eksisterende vegbredde er 8,5 m. For denne dimensjoneringsklassen er det foreslått 2 alternative tverrprofiler. Enten benyttes samme profil som for «ny veg» (10 m) eller det utbedres til 8,5 m vegbredde.

Linjeføring

Økt tillatt objekthøyde og redusert fartstillegg gjør at kurveradiene blir mindre. Det er dette som gjør at utbedringsstandarden enklere kan tilpasses ulendt terreng.

Utbedringsstandard er først og fremst aktuelt i ulendt og kostbart terreng. Er terrenget åpent og flatt er det ingen besparelser å hente på å velge utbedringsstandard. Valg av utbedringsstandard bør kun knyttes til sammenhengende utbedring av eksisterende trasé over en lengre strekning.

Konsekvensutredning

Det er foretatt en konsekvensutredning av endringene i utbedringsstandard i forhold til standarden ved bygging av ny veg. Siden kravene til horisontal- og vertikalkurvatur er mindre strenge ved utbedringsstandard enn ved bygging av ny veg, kan dette kan føre til en økning av ulykkesnivået. 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 disse forholdene ikke er med i konsekvensutredningen. Analysene er derfor begrenset til å omfatte ulykkes- og anleggskostnader samt kjøretøyenes tidskostnader.

Nettonyttberegninger av veglinjer med ulike standarder viser at det er mest lønnsomt å benytte utbedringsstandard i ulendt eller vanskelig terreng.

6.2.2 Krav til utbedringsstandard

Tverrprofil

ÅDT < 4 000:

- Nasjonale hovedveger U-H2 utbedres til vegbredde 8,5 m. Der kriteriene for kostbart og/eller sårbart terreng er overskredet, kan vegbredden reduseres til 7,5 m.
- Øvrige hovedveger U-H₀1 (ÅDT < 1 500) utbedres til vegbredde 6,5 m.
Øvrige hovedveger U-H₀2 (ÅDT 1 500 – 4 000) utbedres til vegbredde 7,5 m.
- Samleveger U-Sa3 utbedres til vegbredde 6,5 m.

ÅDT 4 000 – 6 000:

Hovedveger U-H4 utbedres til vegbredde 10 m med 1 m forsterket midtoppmerking. Alternativt til vegbredde 8,5 m.

ÅDT 6 000 – 12 000:

Hovedveger U-H5 utbedres til vegbredde 12,5 m med midtrekkverk. Alternativt til vegbredde 10 m med 1 m forsterket midtoppmerking.

Horisontalkurvatur

Minste horisontalkurveradius er gitt i prosjekteringstabellene. Det er viktig å tilstrebe jevn standard over strekninger og god harmoni i kurvaturen.

Vertikalkurvatur

Minste vertikalkurveradius i høybrekk, i lavbrekk og høybrekk i kryss er gitt i prosjekteringstabellene.

Ved utbedringsanlegg skal siktkravene tilfredsstilles som for standard ved bygging av ny veg. Men der hvor en har korte vertikalkurver med liten stigningsendring, kan det tenkes at stoppsiktkravet er tilfredsstilt selv om vertikalkurven har en mindre vertikalkurveradius enn hva som er gitt dimensjoneringstabellene. I slike situasjoner vil minste vertikalkurveradius være gitt ved formel i kapittel 3.2.2.

Kryss

Minste horisontal- og vertikalkurveradius i kryssområder er gitt i prosjekteringstabellene. Passeringslommer kan tillates i stedet for kanalisering av kryss.

7 Forbikjøring

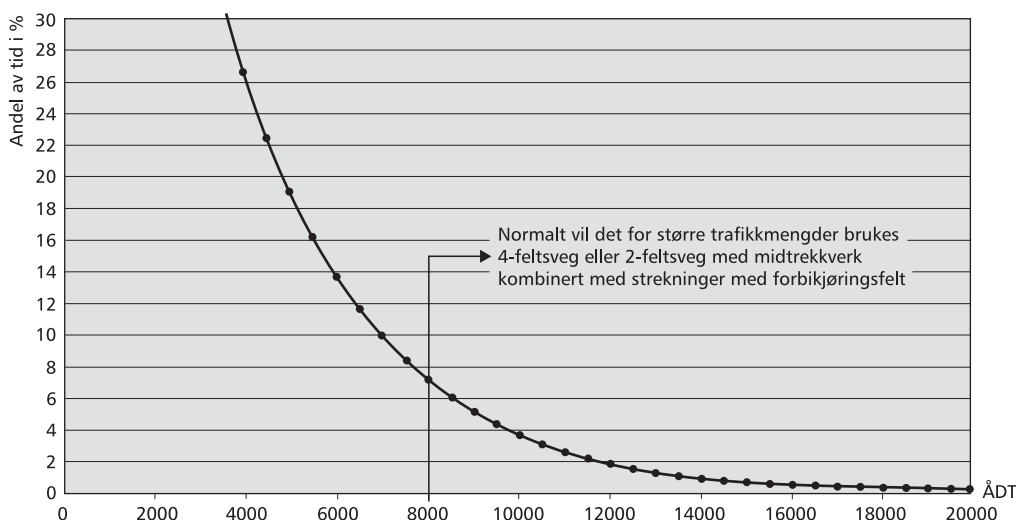
Det skal være et balansert forhold mellom mulighetene for forbikjøring og trafikantenes behov for å komme forbi. Er mulighetene for dårlige, går trafikken tregere samtidig som bilførerne blir frustrerte. Dette kan gi flere ulykker og redusert framkommelighet. Samtidig gir gode forbikjøringsforhold bedre kjørekomfort.

Forbikjøringsulykkene utgjør ca. 4 % av alle personskadeulykker på landeveg. Av alvorlige ulykker utgjør forbikjøringsulykkene en litt større andel. Analyser peker i retning av at strekninger med forbikjøringsfelt har bedre sikkerhetsstandard enn strekninger med bare to felt. Forbikjøringsfelt i stigning ser ut til å ha stor sikkerhetsgevinst.

7.1 Forbikjøringsmuligheter

I kapittel 5.3.3 er det vist en modell for beregning av nødvendig lengde for forbikjøring på 2-feltsveg uten midtrekkverk.

Modellen er utviklet videre, slik at den viser sannsynligheten for en tilstrekkelig stor tidsluke avhengig av trafikk tettheten. Det forutsettes da at tidslukene i motgående trafikk følger en eksponentialfordeling.



Figur 7.1: Tidsluker som muliggjør forbikjøring som funksjon av ÅDT

Figur 7.1 viser at andelen med tilstrekkelige tidsluker for forbikjøring avtar betydelig når ÅDT kommer over 4 000. Ved ÅDT 12 000 er den kommet ned i 2 %.

Det er viktig å sikre tilstrekkelige forbikjøringsmuligheter langs 2-feltsveger. Muligheten til forbikjøring på en 2-feltsveg oppstår når føreren har tilstrekkelig forbikjøringsrett og det ikke kommer noen biler imot. På 2-feltsveg med midtrekkverk sikres nødvendige forbikjøringsmuligheter ved å bygge egne forbikjøringsfelt.

Krav til forbikjøring på hovedveger er gitt i Tabell 7.1 og Tabell 7.2.

Kravene gjelder for hver kjøreretning.

Tabell 71: Krav til forbikjøring for nasjonale hovedveger med fartsgrense 80 og 90 km/t

ÅDT	Ny veg	Utbedringsstandard
< 4000	Minst 2 forbikjøringsmuligheter pr. 10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km
4000-6000	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km
6000-8000	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10 km
8000-12000	Minst 2 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsfelt pr. 10 km

Tabell 72: Krav til forbikjøring for øvrige hovedveger med fartsgrense 80 km/t

ÅDT	Ny veg	Utbedringsstandard
< 1500	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km	Ingen krav
1500 - 4000	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km

Med forbikjøringsmuligheter menes antall strekninger som minst oppfyller kravet til forbikjøringsstikt. Forbikjøringsmuligheten kan være helt eller delvis sammenfallende for begge kjøreretninger.

Forbikjøringsfelt kan med fordel legges i stigninger.

7.2 Forbikjøringsfelt i stigning

Forbikjøringsfelt i stigning på 2-feltsveger bør anlegges når følgende to kriterier er oppfylt:

- ÅDT > 4000
- Stigningen er så lang og bratt at fartsdifferansen mellom tunge og lette kjøretøy blir større enn kritisk fartsdifferanse, ΔV_k .

Krav til fartsdifferanse for start av forbikjøringsfelt ($\Delta V_{k,start}$) og slutt på forbikjøringsfelt ($\Delta V_{k,slutt}$):

- Der ÅDT-T (tunge kjøretøy) ≥ 400 , settes $\Delta V_{k,start}$ til 15 km/t og $\Delta V_{k,slutt}$ til 10 km/t.
- Der ÅDT-T (tunge kjøretøy) < 400, settes $\Delta V_{k,start}$ til 20 km/t og $\Delta V_{k,slutt}$ til 15 km/t.

Forbikjøringsfeltet skal senest starte der farten til et dimensjonerende tungt kjøretøy er lik fartsgrensen minus fartsdifferansen, $\Delta V_{k,start}$. Videre skal forbikjøringsfeltet slutte tidligst der det tunge kjøretøyet oppnår en fart lik fartsgrensen minus fartsdifferansen, $\Delta V_{k,slutt}$.

Behov for forbikjøringsfelt i stigning på 4-feltsveger vurderes ut fra kapasitetshensyn.

Start- og slutt punkt for forbikjøringsfelt i stigning beregnes ut fra stigningsforløpet og fartsgrensen. Denne beregningen utføres i en regnemodell: [Forbikjøringsfelt i stigning](#).

Eksempel på beregning med regnemodellen er vist på neste side.

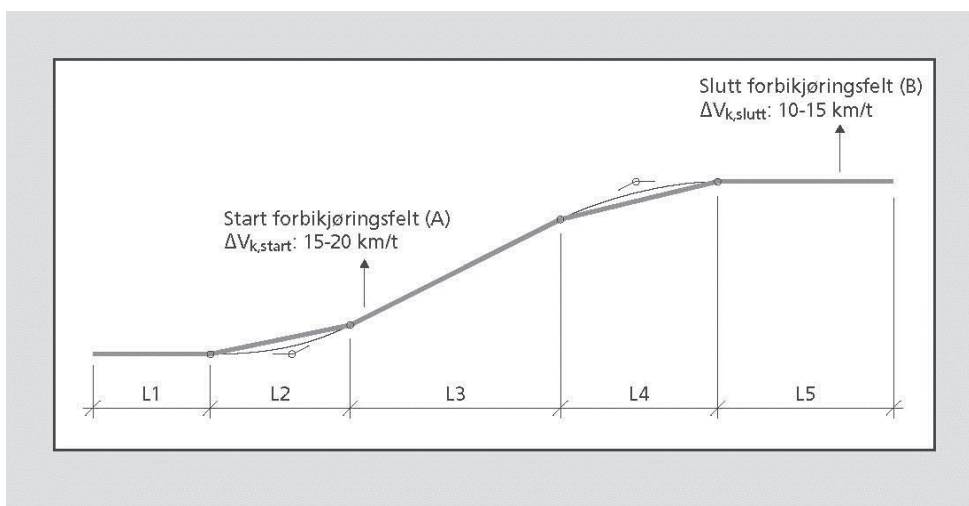
Beregningsforutsetninger

Det forutsettes at lette kjøretøy holder fartsgrensen i stigninger. Behovet for forbikjøringsfelt beregnes derfor ut fra fartsutvikling i stigningen for dimensjonerende tungt kjøretøy, som er et vogntog. Regnemodellen simulerer fartsutviklingen ut fra de fysiske lover og fastsatte parametere for det dimensjonerende kjøretøyet.

Det forutsettes at dimensjonerende kjøretøy utnytter 95 % av sin tilgjengelige motoreffekt.

Eksempel - regnemodell for forbikjøringsfelt i stigning

Stigningsforløpet deles her inn i 5 delstrekninger. Delstrekningene legges inn i en regnemodell. Rettlinjer i vertikalgeometrien legges inn med stigning og lengde. Høybrekk- og lavbrekkskurver forenkles ved at finner avstand L og gjennomsnittlig stigning s mellom kurvepunktene, som vist på Figur 7.2 nedenfor.



Figur 7.2: Prinsipp for forenkling av stigningsforløp

I figur 7.2 er stigningsforløpet fra Tabell 7.3 vist.

Tabell 7.3: Eksempel på forenklet stigningsforløp

Delstrekning	Stigning [%]	Lengde [m]
L1	0,0	400
L2	3,5	400
L3	7,0	600
L4	3,5	400
L5	0,0	1000

Regnemodellen hentes fra: <O:\TMT\68050 Transportplanlegging\Brukerforum hb 017\Hb 263, 265 og 264\Regnemodeller>

Forbikjøringsfelt i stigning.

Stigningsforløpet legges inn i regnemodellen. Fartsgrensen er 80 km/t, og denne farten forutsettes som startfart i begynnelsen av L1. Vegen har trafikkmengde ÅDT > 4 000 og ÅDT tunge kjøretøy > 400, dermed er fartsdifferansen $\Delta V_{k,start}$ lik 15 km/t.

Denne informasjonen legges inn i regnemodellen i skjermbildet som vist på figur 7.3. Vi får beregnet:

- Punkt A der farten < 65 km/t inntreffer ved profil 887 m (ved fartsdifferanse på 15 km/t)
- Punkt B der farten \geq 70 km/t inntreffer ved profil 2 051 m (ved fartsdifferanse \leq 10 km/t)
- Forbikjøringsfeltets lengde skal være minst 1 164 m

For å kalibrere grafen i regnearket kan en endre antall sekunder T som modellen skal simulere. Med $T = 200$ sekunder vil normalt hele stigningsforløpet komme innenfor grafen.

FORBIKJØRINGSFELT I STIGNING

Regneark for beregning av forbikjøringsfelt i stigninger

Forenklet stigningsforløp:

Stigningsforløpet forenkles til opptil 9 delstrekninger, iht beskrivelse i håndbok 265. Delstrekningenes stigning og lengde settes i tabellen.

	Stigning [%]	Lengde [m]
L1	0.0	400
L2	3.5	400
L3	7.0	600
L4	3.5	400
L5	0.0	1000
L6		
L7		
L8		
L9		

Fartsgrense
Startfart (valgfritt)

Vf km/t
V1 km/t

Fartsgrensen på veien
Hvis startfarten er ulik
fartsgrensen, tast inn verdi.

Kritisk fartsdifferanse

$\Delta V_{k,start}$ km/t
 $\Delta V_{k,slutt}$ km/t

Jmfr. Håndbok 265

Startprofil (valgfritt)

x1 m

Profilnummer ved starten av L1.

Starthøyde (valgfritt)

h1 m.o.h.

Høyde ved starten av L1.

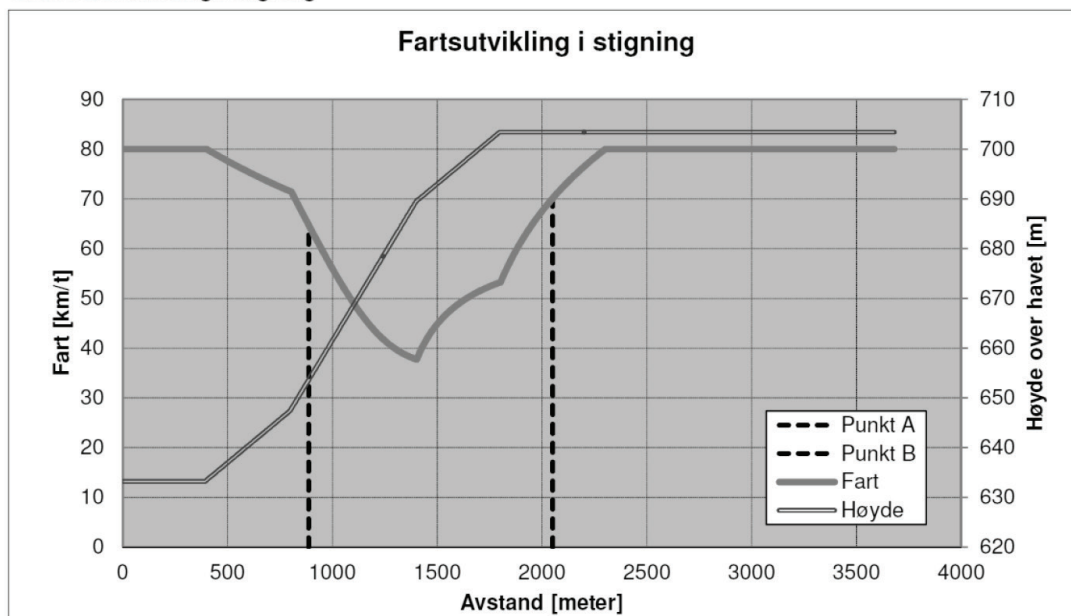
Antall sekunder

T sek.

Modellens beregningstidsrom

Punkt A der farten < 65 km/t inntreffer etter: **887 m**
Punkt B der farten \geq 70 km/t inntreffer etter: **2051 m**
Forbikjøringsfeltets lengde, minimum: **1164 m**

Graf: Fartsutvikling i stigning



Figur 7.3: Skjerm bilde fra regnemodellen

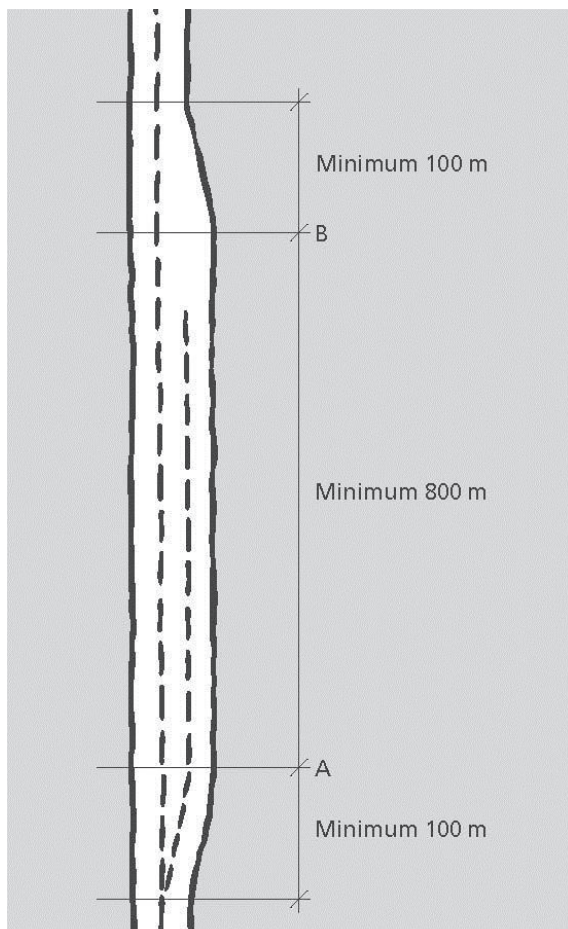
7.2.1 Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt

På 2-feltsveger skal høyre felt være gjennomgående, og det ekstra feltet betegnes som forbikjøringsfelt. Feltene har samme bredde. Forbikjøringsfelt skal ha lengde minst 1 kilometer, inkludert overgangsstrekninger før og etter feltet, hver på 100 m. Se Figur 7.4.

For 2-feltsveger uten midtrekkverk bygges forbikjøringsfelt som ett ekstra felt med samme bredde som de gjennomgående feltene. For 2-feltsveg med midtrekkverk bygges forbikjøringsstrekningene med tverrprofil som vist for dimensjoneringsklasse H5, figur C.7 i håndbok 017 Veg- og gateutforming.

Forbikjøringsfelt i stigning skal ha full bredde senest i det punkt hvor fartsdifferansen $\Delta V_{k,start}$ er nådd (punkt A i Figur 7.4). Forbikjøringsfeltet skal opprettholde full bredde minimum til det punkt hvor fartsdifferansen mellom tunge og lette kjøretøy faller under dimensjonerende fartsdifferanse, $V_{k,slutt}$.

Ved feltets avslutning må siktforholdene være slik at en oppnår en sikker fletting av trafikken.



Figur 7.4: Utforming av forbikjøringsfelt

8 Slyng

En slyng er en svært krapp sving, det vil si et linjeforløp med liten horisontalkurveradius ($R_h < 40$ m), og med en retningsforandring vesentlig større en 90° . I en slyng fravikes bevisst de geometrikravene som gjelder for fri vegstrekning.

Eksempler på hvor bruk av slyng kan være aktuelt:

- Som hel eller delvis erstatning for bygging av tunnel. Alternativer med slyng vil ofte medføre at tunnelene blir betydelig kortere, selv om vegen totalt ofte blir noe lengre.
- I fjellside hvor det er fare for ras, vil vegen ofte måtte gå innenfor et smalt område. Slyng kan her være et godt alternativ til lange tunneler.
- I vanskelig terreng finnes det eksempler på at slyng kan redusere veglengden betraktelig.

8.1 Slyngklasser

Det er definert fire slyngklasser. Slyngklassen er avhengig av kjørebanebredde på vegen utenom slyngene.

Tabell 8.1: Slyngklasser

Kjørebanebredde [m]	Slyngklasse	Møte mellom	Minste radius [m]	Merknader
6,5 - 7,0	1	2 VT	12	To VT kan møtes.
5,5 - 6,0	2	2 L	12	VT og P kan møtes. VT må kunne bruke motgående felt.
5,0 - 5,5	3	L og P	12	Konstrueres med L i indre kjørefelt. VT kan trafikkere slyngen.
< 5,0	4	2 P	10	10 m minsteradius for brøyting med lastebil. L kan trafikkere slyngen.

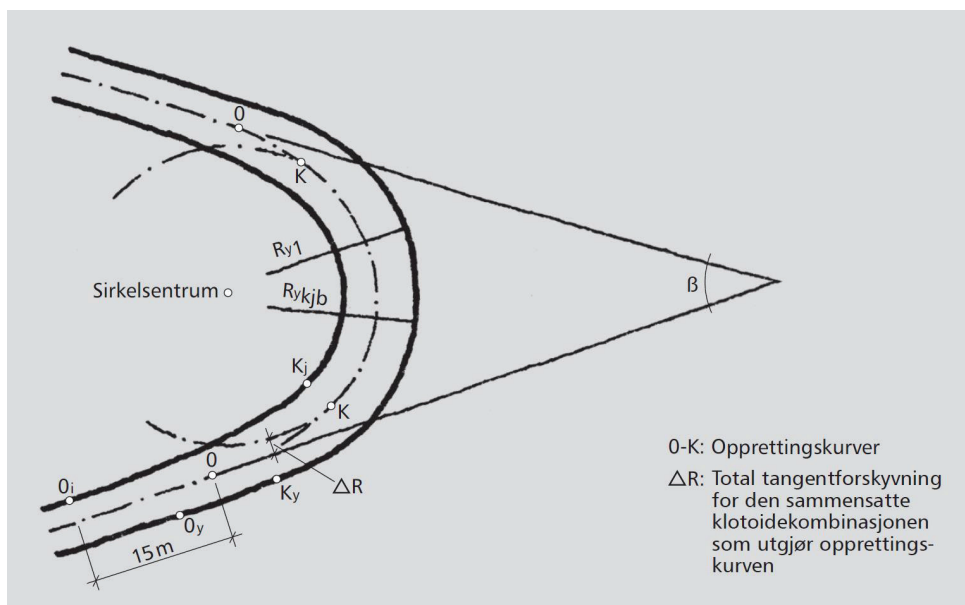
8.2 Horisontalkurvatur

Ved konstruksjon av en slyng er det mest hensiktsmessig å bruke sammensatte klotoider (se kapittel 3.1.4) fordi denne linjekombinasjonen gir best tilpasning for dimensjonerende kjøretøy.

Slyngens horisontalkurvatur er vist i Figur 8.1. Konstruksjon av slyng kan kort beskrives som følger:

- Slyngen er symmetrisk om brytningsvinkelens (β) halveringslinje.
- Sirkelsentrum for senterlinja, indre kjørebane kant og ytre kjørebane kant er sammenfallende. Dette gir litt større bredde i inn- og utgangen av slyngen unntatt for slyng med store radier.
- Utvidelseskurven for indre kjørebane kant er den samme for alle kjøretøy.
- Ytre kjørebane kant utvides lineært fra det punktet hvor en tangent til sirkelkurven er parallell med rettlinja inn i slyngen.
- For slyng med store radier, kan en for L og P få tilfellet at $R_y = R + \Delta R + b_{\text{rettlinje}} > R_{y_{\text{kj,b}}}$. $R_{y_{\text{kj,b}}}$ forandres da til R_y . Dette kan også forekomme når en slyng konstrueres for møting mellom to forskjellige typer kjøretøy.
- Senterlinja vil normalt bestå av en sirkelkurve og en opprettingskurve. Opprettingskurven vil bestå av en kombinasjon av opptil tre klotoider.
- Indre kjørefelt kant utformes som en sirkelkurve over samme vinkel og med samme senter som senterlinjas sirkelkurve. Breddeutvidelsen i slyngen foretas over en strekning lik opprettingskurvens lengde + 15 m.

- Ytre kjørefeltkant består av en sirkelkurve med samme senter som senterlinjas sirkelkurve. En eventuell retningsforandring på ytre kjørefeltkant fra tilstøtende element til sirkelkurven, jevnes ut over en strekning på 15 m fra det punkt hvor tangenten til sirkelkurven er parallell med tilstøtende element (O_y-K_y på Figur 8.1).



Figur 8.1: Horisontalkurvatur i slyng

8.3 Bredder

Skulderbredden reduseres til 0,40 meter i slyngen. Nødvendige kjørefeltbredder for indre og ytre kjørefelt i slyngens sirkelkurve framgår av Tabell 8.2.

Tabell 8.2: Kjørefeltbredder [m] i slyng

Normal kj.bane bredde	Slyng-klasse	Kjørefelt										
			10	12	14	16	18	20	25	30	35	40
7,0	1	Indre		9,0	8,3	7,6	7,0	6,7	6,0	5,5	5,2	5,0
		Ytre		6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,2	4,9	4,8	4,6
6,5	1	Indre		8,8	8,1	7,4	6,8	6,4	5,8	5,3	5,0	4,8
		Ytre		6,1	5,9	5,7	5,5	6,3	5,0	4,7	4,5	4,4
6,0	2	Indre		6,3	5,8	5,5	5,2	5,0	4,7	4,4	4,2	4,1
		Ytre		4,5	4,4	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
5,5	2	Indre		6,0	5,5	5,2	4,9	4,7	4,4	4,1	3,9	3,8
		Ytre		4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
5,5	3	Indre		5,8	5,4	5,1	4,8	4,6	4,3	4,0	3,8	3,7
		Ytre		3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
5,0	3	Indre		5,6	5,2	4,9	4,6	4,4	4,1	3,8	3,6	3,5
		Ytre		3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
3,0	4	Indre	3,9	3,2	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,7
		Ytre	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6

8.4 Overhøyde

Overhøyden i slyngen gis samme tallverdi som takfallet på tilstøtende rettlinja. Senterlinja brukes som dreiningsakse for overhøydeoppbygginga.

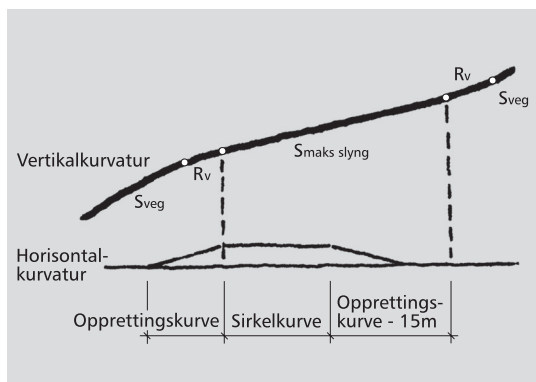
8.5 Stigninger og vertikalkurvatur

Registreringer på strekninger med slyng viser at stigningen er årsak til de fleste trafikkproblemene. Dette gjelder spesielt tunge kjøretøy på vinterføre. Drivhjulene begynner fort å spinne, samtidig som kjøretøyet på grunn av tverrfallet glir innover mot indre kjørebane kant.

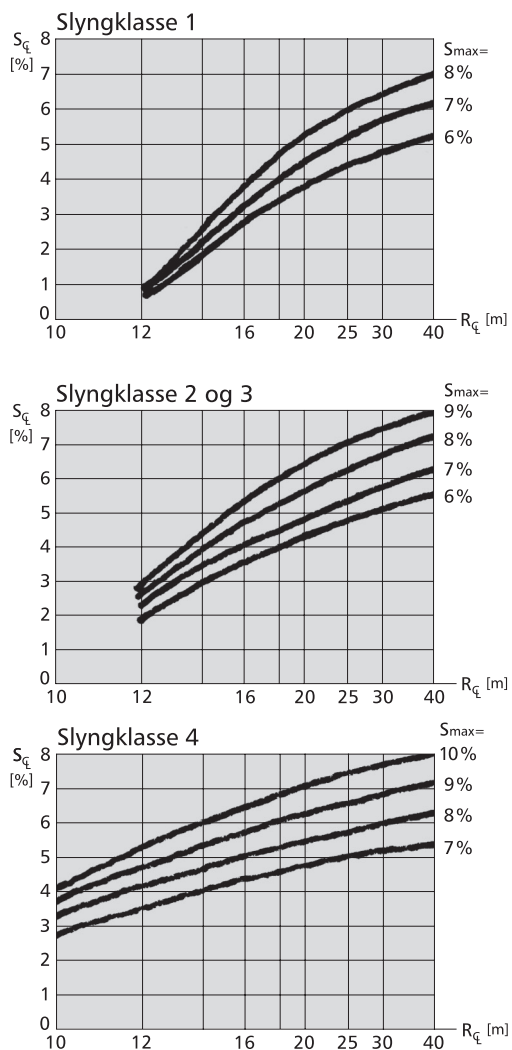
For å unngå dette, bør senterlinjas stigning i slyngen reduseres i forhold til stigningen på tilstøtende rettlinje. Men størrelsen og lengden på reduksjonen bør være så liten som mulig. Dette for å minimalisere veglengden og nødvendig antall slyng for å overvinne aktuell høydeforskjell.

Maksimal tillatt stigning i slyngens senterlinje er avhengig av maksimal tillatt stigning på tilstøtende vegstrekning samt slyngens horisontalkurveradius. Stigningen i indre kjørefeltkant skal ikke overstige maksimal tillatt stigning for vegen forøvrig. Dette, sammen med det forhold at et vogntogs bevegelsesretning ikke faller sammen med drivhjulenes retning, fører altså til at stigningen langs senterlinja i slyngen må reduseres vesentlig.

I slyngen skal stigningen reduseres over en strekning som går fra sirkelkurvens begynnelse til det profil der indre kjørefelt har normal vegbredde. Slyngen betraktes som ved kjøring i stigning. Figur 8.2 viser hvordan avslakingen skal utføres.



Figur 8.2: Avslaking av senterlinjas stigning i slyng



Figur 8.3: Maksimal tillatt stigning [%] i senterlinja i slyng avhengig av maksimal tillatt (eller anvendt) stigning på tilstøtende vegstrekning og slyngens horisontalkurveradius i senterlinja

Minste vertikalkurveradius i slyng framgår av Tabell 8.3.

Tabell 8.3: Krav til minste vertikalkurveradius i slyng

Slyngklasse	1	2	3	4
$R_{v\min}$ [m]	1000	800	600	400

Vertikalkurvene utføres slik at kurvene avsluttes, eventuelt begynner, omtrent i samme profil som stigningsreduksjonen begynner, eventuelt slutter.

8.6 Klotoider i slyng

Figur 8.1 viser horisontalkurvaturen i slyng. Slyngen består av en sirkelkurve med opprettingskurver på begge sider. Opprettingskurven O – K består av en kombinasjon av opptil 3 klotoider, avhengig av radien i slyngen. Grunnen til at sammensatte klotoider brukes er at denne linjekombinasjonen gir best tilpasning for store kjøretøy.

Tabell 8.4 viser opprettingskurvens sammensetning for ulike slyngklasser og horisontalkurveradier. Til hjelp ved konstruksjon av slyng, er det totale tangentinnrykket for den sammensatte klotoiden (ΔR) og kurvens lengde gitt i Tabell 8.5.

Tabell 8.4: Slyngens sammensetning [m]

Slyng-klasse	RCL	1. kotoide		2. klotoide		3. klotoide	
		A		A		A	
		R _{beg}	R _{slutt}	R _{beg}	R _{slutt}	R _{beg}	R _{slutt}
1	R < 20	A = 40		A = 15		A = 8	
		R = ∞	R = 70	R = 70	R = 20	R = 20	R = R _{RCL}
	40 > R ≥ 20	A = 40		A = 15			
		R = ∞	R = 70	R = 70	R = R _{RCL}		
2 og 3	R < 30	A = 40		A = 17,5		A = 8	
		R = ∞	R = 100	R = 100	R = 30	R = 30	R = R _{RCL}
	40 > R ≥ 30	A = 40		A = 17,5			
		R = ∞	R = 100	R = 100	R = R _{RCL}		
4	R < 30	A = 13		A = 6,5			
		R = ∞	R = 30	R = 30	R = R _{RCL}		
	40 > R ≥ 30	A = 13					
		R = ∞	R = R _{RCL}				

Tabell 8.5: Verdier for total ΔR og opprettingskurvens lengde [m]

Slyngklasse	1		2 og 3		4	
R _{CL}	ΔR	L _{opp.k.}	ΔR	L _{opp.k.}	ΔR	L _{opp.k.}
10					0,26	8,45
12	2,51	33,03	1,39	26,35	0,20	8,45
14	2,23	32,26	1,24	25,58	0,16	7,24
16	2,00	31,69	1,12	25,01	0,14	6,87
18	1,80	31,25	1,03	24,57	0,12	6,57
20	1,62	30,89	0,94	24,21	0,10	6,34
22,5	1,43	29,64	0,85	23,86	0,08	6,10
25	1,29	28,64	0,77	23,51	0,07	5,92
27,5	1,17	27,82	0,70	23,34	0,06	5,76
30	1,08	27,14	0,63	23,15	0,04	5,63
35	0,92	26,07	0,51	21,69	0,03	4,83
40	0,80	25,27	0,44	20,59	0,02	4,23

9 Vegtunneler og bruer

9.1 Vegtunneler

Vegtunneler har som regel høyere bygge- og driftskostnader enn tilsvarende lengde med veger i dagen. Under planlegging forsøker en derfor å redusere lengden på vegtunnelene så mye som mulig. I den avveiningen som må gjøres, må det spesielt vies oppmerksomhet til påhuggsområdet og dermed overgangssonen mellom tunnel og veg i dagen.

Krav til utforming av vegtunneler framgår av håndbok 021 Vegtunneler. Krav til utforming av veger i dagen framgår av håndbok 017 Veg- og gateutforming. En godt utformet og trafikk sikker overgang mellom veg i dagen og tunneler krever en kombinasjon av kravene i håndbok 017 Veg- og gateutforming i tillegg til kravene i håndbok 231 Rekkverk.

9.1.1 Overgang mellom tunnel og veg i dagen

Det er dokumentert at tunneler totalt sett er mer trafikk sikre enn sammenlignbare strekninger i dagen. Men det er økt risiko for ulykker nær tunnelåpningene.

I overgangen mellom tunnel og veg i dagen må man vurdere følgende forhold spesielt:

- linjeføring og siktforhold
- lysforhold
- skred og nedfall av snø/is og jord/stein
- risikoen for at føreren skal kjøre på tunnelportalen
- klimatiske forhold
- duggproblemer
- drivsnø

9.2 Bruer

Mange viktige forutsetninger knyttet til bruer i veglinja må avklares tidlig i planleggingen. Bruplanleggere må derfor involveres i arbeidet allerede i innledende fase, i god tid før viktige premisser fastlegges.

9.2.1 Plassering, grunnforhold og spennvidder sett i forhold til vegen

Bruplanlegging i tidlig fase kan oppsummeres i følgende punkter:

- bruas plassering og lengde
- grunnforhold og aktuelle fundamenteringsløsninger
- spennvidder og aktuelle brutyper

For hvert brusted vurderes mulige søyleakser basert på kartgrunnlaget samt befaringer. For bruer over sjø er sjøbunntkartlegging påkrevet. Søyleakser og fundamenteringsløsninger bestemmer spennvidder, som så bestemmer hvilke brutyper som er aktuelle eller økonomisk gunstige. I forhold til brukostnaden vil største spennvidde ofte være en viktigere forutsetning enn total brulengde. Ei bru med mange korte spenn vil som regel være rimeligere enn ei like lang bru med få, men lange spenn.

Deretter gjennomføres grunnundersøkelser (bestemmelse av bergnivå og løsmassenes egen-skaper) i alle områder som er aktuelle for fundamentering av søyler og landkar. Riktige og sikre valg

av søyleakser forutsetter at alle aktuelle områder for fundamenter kartlegges og at avstanden mellom målepunktene (borhullene) er liten nok. Resultatene vurderes i samråd med geolog/geotekniker.

Basert på disse innledende vurderingene kan bruas plassering i horisontalplanet bestemmes, som regel med litt slingringsmonn, og deretter kan veglinja legges inn. I noen tilfeller vil flere mulige brusteder føres videre til detaljplanleggingen.

Veglinjas vertikalkurvatur vil i mange tilfeller være relativt uavhengig av spennvidder og aktuelle brutyper. Her er imidlertid tekniske forutsetninger, som for eksempel seilingsløp under brua, viktigere.

Bruas størrelse vil i stor grad avgjøre hvor langt selve brua må utredes før veglinja bestemmes. Premissene og prioriteringene må bestemmes i tverrfaglig samråd i innledende fase.

9.2.2 Linjeføring på bruer

Bruer kan i denne sammenhengen deles inn i tre kategorier:

- små bruer: bruas linjeføring tilpasses vegens linjeføring
- mellomstore bruer: linjeføringen optimaliseres i forhold til både veg og bru
- store bruer: vegens linjeføring tilpasses bruas lokalisering

Spesielle krav og anbefalinger til linjeføring på bruer er gitt i Håndbok 017 Veg- og gateutforming.

I tillegg bør følgende forhold alltid vurderes:

- Ved tverrfallsendringer på brua vil bruas kantbjelke med rekkverk kunne få estetisk uheldig vertikalkurvatur (knekkpunkter) hvis minimumskravene til overgangslengder følges. Overgangslengdene bør da økes utover minimumskravene, men ikke mer enn at tilstrekkelig vannavrenning er sikret. Kurven bør også mykes opp ved å la kantbjelke med rekkverk følge en avrundet og justert kantlinje. Det betyr at en lar kantbjelkens høyde over slitelaget variere fra standardhøyde og opptil standardhøyde + 50 mm. Dermed oppnås at rekkverket oppå kantbjelken fortsatt har konstant høyde, men at topplistens totale høyde over slitelaget varierer med opptil 50 mm. Kantbjelkens ytre synlige kant forutsettes å ha konstant høyde.
- Breddeutvidelser inne på bruer kan gi samme uheldige visuelle effekt for kantbjelken som tverrfallsendringer. I tillegg får kantbjelken en uheldig romkurve på strekninger med overhøydeoppbygging. Økning av overgangslengden for breddeutvidelsen i forhold til minimumskravene vil ha positiv innvirkning også på kurven i vertikalplanet. Det samme vil en avrundning av linjens knekkpunkt.
- Kostnader kan reduseres ved å legge vegen på fylling og korte ned brulengden. Dette er imidlertid ofte estetisk ugunstig og må kompenseres med for eksempel terrengutforming og beplantning.
- Brurekkverk som er høyere enn vanlig vegrekkverk kan påvirke siktforholdene.
- Resulterende fall for lengde- og tverrfall bør ikke overstige 8 % av hensyn til utstøping av betongdekker.
- Bruer med lavbrekk bør unngås på grunn av risiko for vannansamling, selv der romslige avløp er planlagt.
- For bruer som har konstant stigning vil byggeavvik og utilsiktede nedbøyninger vises godt. Dette vil være en risiko ved tradisjonelle slakkarmerte betongbruer, spesielt etter lang tid. Bruer med høybrekk vil tåle større avvik uten at det vises.

Andre viktige forhold, spesielt for store bruer:

- Komplisert geometri (kurvatur) kan gi store tilleggskostnader, særlig for stålbruer.
- For hengebruer må hovedspennet være helt rett. Også andre brutyper er mindre egnet for (vesentlig) horisontalkurvatur, for eksempel skråstagbruer, buebruer, fagverksbruer og stålplatebærere (stålbjelkebruer).
- For bruer med lange spenn vil vertikalkurvaturen i mange tilfeller ha stor betydning for bruas estetiske kvaliteter. I mange tilfeller vil det være naturlig å velge vertikalkurvatur som gir et symmetrisk hovedspenn, for eksempel ved at veglinjas toppunkt legges midt i hovedspennet.
- For monumentale og severdige bruer kan vegen inn mot brua gjerne legges slik at føreren kan betrakte konstruksjonen før den passeres.
- Gjennomtenkte valg av markant kurvatur (vertikalt og horisontalt) kan gi spennende resultater. «Ekstrem» – men åpenbart planlagt – kurvatur vil kunne være bedre enn «litt uheldig» kurvatur.

Vedlegg - oversikt over grunnparametere for ny veg og utbedringsstandard

Sammenstilling av grunnparametre ved utbedringsstandard og ny veg, nasjonale hovedveger

Standard for ny veg			
	H2	H4	H5
ÅDT	0 - 4 000	4 - 6 000	6 - 12 000
Fart (km/t)	80	80	90
Tverrprofilutforming	Vegbr 8.5 (3.25 + 1)-2	Vegbr 10 (3.5 + 1)-2 + 1 FM	Vegbr 12.5 (3.5 + 1.5 + 0.75)-2 + 1 MR
Grunnparametere			
fartstillegg	5	10	10
fartsprofiltillegg	0-5	0-5	0-5
krav til nabokurver	ja	ja	ja
s.faktor friksjon	1.25	1.50	1.50
bremsefriksjon	0.41	0.34	0.33
sidefriksjon	0.15	0.12	0.10
maks. overhøyde	8 %	8 %	8 %
maks. overh. i plankryss	6 %	6 %	6 %
reaksjonstid	2 sek ved både L_s og L_f	2 sek ved L_s	2 sek ved L_s
maksimal stigning	6(8*) %	6 %	6 %
maks res. fall	10 %	10 %	10 %
min. res. fall	2 %	2 %	2 %
rel. vertikalfart	0.05 m/s	0.05 m/s	0.05 m/s
vertikalakselerasjon	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²
øyehøyde	1.1 m	1.1 m	1.1 m
beregn. objekth.	0.25 m	0.25 m	0.25 m
objekthøyde i kryss	0.0 m	0.0 m	0.0 m
beregn. kjøretøyh.	1.25 m	1.25 m	1.25 m

Utbedringsstandard						
	U-H2 ₈₀	U-H2 ₆₀	U-H4		U-H5	
ÅDT	0 - 4000	0 - 4000	4 - 6 000		6 - 12 000	
Fart (km/t)	80	60	80		80	
Tverrprofilutforming	Vegbr 8.5 (3.25 + 1)*2	Vegbr 7.5 (3 + 0.75)-2	Vegbr 10 (3.5 + 1)-2 + 1 FM)	Vegbr 8.5 (3.25+1)-2	Vegbr 12 (3.5+1.5+0.75)* 2 + 1 MR	Vegbr 10.0 (3.5+1)* 2 + 1 FM
Grunnparametere						
fartstillegg	0		0		0	
fartsprofiltillegg	0-5	0-5	0-5		0-5	
krav til nabokurver	ja		ja		ja	
s.faktor friksjon	1.1	1.1	1.50		1.50	
bremsefriksjon	0.47	0.53	0.34		0.34	
sidefriksjon	0.17	0.21	0.12		0.12	
maks. overhøyde	8 %		8 %		8 %	
maks. overh. i kryss	6 %		6 %		6 %	
reaksjonstid	2 sek ved både L_s og L_f		2 sek ved både L_s og L_f		2 sek ved L_s	
maksimal stigning	6(8*) %		6(8*) %		6 %	
maks res. fall	10 % **	10 % **	10 %		10 %	
min. res. fall	2 %		2 %		2 %	
rel. vertikalfart	0.05 m/s		0.05 m/s		0.05 m/s	
vertikalakselerasjon	0.5 m/s ²		0.5 m/s ²		0.5 m/s ²	
øyehøyde	1.1 m		1.1 m		1.1 m	
beregn. objekth.	0.6 m	0.6 m	0.6 m		0.60 m	
objekthøyde i kryss	0.25 m		0.25 m		0.0 m	
beregn. kjøretøyh.	1.25 m		1.25 m		1.25	

* For horisontalkurveradius > 1200

** Res.fall 11,3 % kan aksepteres ved ÅDT < 1500

 L_s = stoppsikt og L_f = forbikjøringsikt

FM = forsterket midtoppmerking

MR = midtrekkverk

Sammenstilling av grunnparametre ved utbedringsstandard og ny veg, øvrige hovedveger

Standard for ny veg				
	H ₁	H ₂	Sa3	
ÅDT	0 – 1500	1500 – 4 000	0 – 1500	
Fart (km/t)	80	80	80	
Tverrprofilutforming	Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2	Vegbr 7.5 (3 + 0.75):2	Vegbr 4 (3 + 0.5 + 0.5)	Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2
Grunnparametere				
fartstillegg	0	0	0	
fartsprofiltillegg	0-5	0-5	0-5	
krav til nabokurver	ja	ja	nei	
s.faktor friksjon	1.1	1.1	1.1	
bremsefriksjon	0.47	0.47	0.47	
sidefriksjon	0.17	0.17	0.17	
maks. overhøyde	8 %	8 %	8 %	
maks. overh. i kryss	6 %	6 %	6 %	
reaksjonstid	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved både L _s og L _m	2 sek ved L _s
maksimal stigning	8 %	8 %	8 % (10 % unntaksvis)	
maks res. fall	11.3 %	11.3 %	11.3 % (12 % unntaksvis)	
min. res. fall	2 %	2 %	2 %	
rel. vertikalfart	0.05 m/s	0.05 m/s	0.06 m/s	
vertikalakselerasjon	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²	0.5 m/s ²	
øyehøyde	1.1 m	1.1 m	1.1 m	
beregn. objekth.	0.25 m	0.25 m	0.25 m	
objekthøyde i kryss	0.0 m	0.0 m	0.0 m	
beregn. kjøretøyh.	1.25 m	1.25 m	1.25 m	

Utbedringsstandard												
	U-H ₁ 80		U-H ₁ 60		U-H ₂ 80		U-H ₂ 60		U-S ₃ 80		U-Sa3 ₆₀	
ÅDT	0 – 1500		0 – 1500		1500 – 4 000		1500 – 4 000		0 – 1500		0 – 1500	
Fart (km/t)	80		60		80		60		80		60	
Tverrprofilutforming	Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2		Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2		Vegbr 7.5 (3+0.75):2		Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2		Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2		Vegbr 6.5 (2.75 + 0.5):2	
Grunnparametere												
fartstillegg	0		0		0		0		0		0	
fartsprofiltillegg	0-5		0-5		0-5		0-5		0		0	
krav til nabokurver	ja		ja		ja		ja		ja		ja	
s.faktor friksjon	1.1		1.1		1.1		1.1		1.1		1.1	
bremsefriksjon	0.47	0.53	0.47	0.53	0.47	0.53	0.47	0.53	0.47	0.53	0.47	0.53
sidefriksjon	0.17	0.21	0.17	0.21	0.17	0.21	0.17	0.21	0.17	0.21	0.17	0.21
maks. overhøyde	8 %		8 %		8 %		8 %		8 %		8 %	
maks. overh. i kryss	6 %		6 %		6 %		6 %		6 %		6 %	
reaksjonstid	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved L _s	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved L _s	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved L _s	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved L _s	2 sek ved både L _s og L _f	2 sek ved L _s	2 sek ved L _s	2 sek ved L _s
maksimal stigning	8 %		8 %		8 %		8 %		8 % (10 % unntaksvis)		8 % (10 % unntaksvis)	
maks res. fall	11.3 %		11.3 %		11.3 %		11.3 %		11.3 % (12 % unntaksvis)		11.3 % (12 % unntaksvis)	
min. res. fall	2 %		2 %		2 %		2 %		2 %		2 %	
rel. vertikalfart	0.05 m/s		0.05 m/s		0.05 m/s		0.05 m/s		0.06 m/s		0.06 m/s	
vertikalakselerasjon	0.5 m/s ²		0.5 m/s ²		0.5 m/s ²		0.5 m/s ²		1.0 m/s ²		1.0 m/s ²	
øyehøyde	1.1 m		1.1 m		1.1 m		1.1 m		1.1 m		1.1 m	
beregn. objekth.	0.6 m		0.6 m		0.6 m		0.6 m		0.6 m		0.6 m	
objekthøyde i kryss	0.25 m		0.25 m		0.25 m		0.25 m		0.0 m		0.0 m	
beregn. kjøretøyh.	1.25 m		1.25 m		1.25 m		1.25 m		1.25 m		1.25 m	

L_s = stoppsiktL_f = forbikjøringsikt



www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker

ISBN 978-82-7207-666-4

Trygt fram sammen