

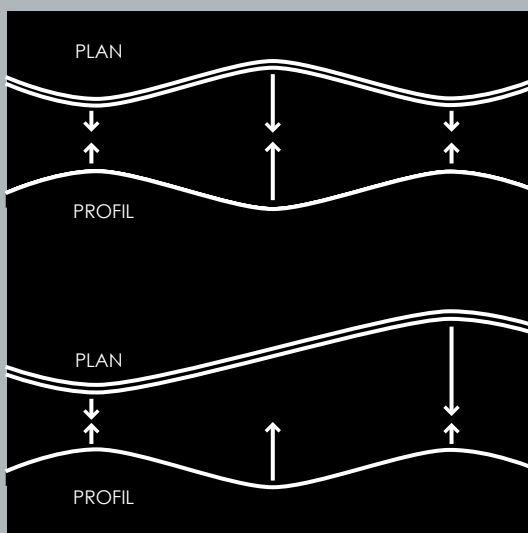
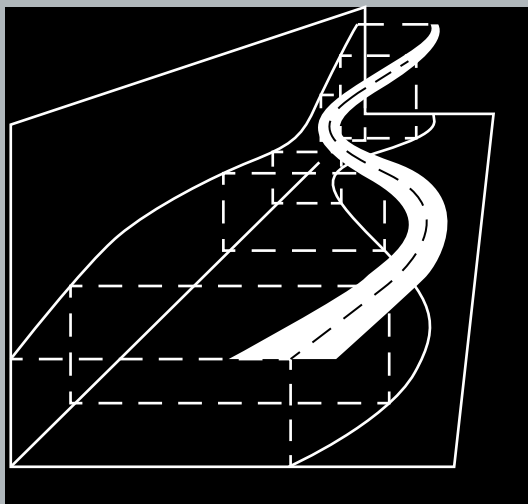


Statens vegvesen

Linjeføringsteori

VEILEDNING

Håndbok 265



Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok nivå 2 i Statens vegvesens håndbokserie. Det er Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Ansvar for grafisk tilrettelegging og produksjon har Grafisk senter i Statens vegvesen.

Denne håndboka finnes også på www.vegvesen.no

Vegvesenets håndbøker utgis på 2 nivåer:

Nivå 1 - Gul farge på omslaget - omfatter forskrifter, normaler og retningslinjer godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2 - Blå farge på omslaget - omfatter veiledninger, lærebøker og vegdata godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Linjeføringsteori

Nr. 265 i Vegvesenets håndbokserie

Forside: Siv.ark. Knut Selberg

Opplag: 1000

Trykk: Dialecta

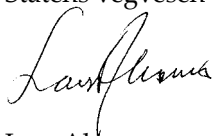
ISBN 82-7207-583-0

Kopiering og gjengivelse av innholdet av håndboka skal kun skje etter avtale med utgiver.

Forord

Denne veiledningen er grunnlagsmateriale for del C og D i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Den forklarer og redegjør for de parametre som brukes ved konstruksjon av en veglinje, og det formelverket som disse parametrene 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 hvordan utbedring av eksisterende veg behandles, overgangen mellom tunnel/bru og veg, tilpasning til terrenget og forbikjøring.

Statens vegvesen Vegdirektoratet, mai 2008



Lars Aksnes
Utbyggingsavdelingen

Innhold

1	Grunnlag og forutsetninger	5
1.1	Forhold som påvirker dimensjoneringen av en veg	5
2	Grunnparametre	7
2.1	Inndeling av parametrene	7
2.2	Sammenheng mellom parametre og formelgrunnlag	9
2.3	Øyehøyde, a_1	10
2.4	Objekthøyde	10
2.5	Kjøretøyhøyde	11
2.6	Kjøretøybredde	12
2.7	Hjulavstand, b	13
2.8	Maksimal overhøyde, e_{maks}	13
2.9	Vertikalakselerasjon, a_v	15
2.10	Relativ vertikalfart, v_{vf}	15
2.11	Stigningsgrad, s	16
2.12	Reaksjonstid, t_r	16
2.13	Friksjon	16
2.13.1	Totalfriksjon, f_t	17
2.13.2	Sidefriksjon, f_k	19
2.13.3	Bremsefriksjon, f_b	19
2.14	Sporingsøkning, b_s	20
2.15	Overheng, b_o	20
3	Horisontalkurvatur	21
3.1	Elementer	21
3.1.1	Rettlinje	21
3.1.2	Sirkelkurve	22
3.1.3	Klotoide	22
3.2	Horisontalkurveradius	22
3.2.1	Minste horisontalkurveradius	22
3.2.2	Minste horisontalkurveradius i tunnel	23
3.3	Klotoideparameter	24
3.3.1	Minste klotoideparameter	24
3.3.2	Eggkurver	24
3.3.3	Vendeklotoide	25
3.3.4	Sammenstøtende klotoider	25
3.3.5	Sammensatte klotoider	26

4	Tverrfall	27
4.1	Rettstrekning	27
4.2	Sirkelkurve	27
4.3	Overhøydeoppbygging i kurvekombinasjoner	27
5	Sikt	31
5.1	Definisjoner	31
5.1.1	Fri sikt	31
5.1.2	Stoppesikt	31
5.1.3	Møtesikt	32
5.1.4	Forbikjøringssikt	32
5.2	Krav til sikt	32
5.3	Beregning av ulike siktlengder	32
5.3.1	Stoppesikt	32
5.3.2	Møtesikt	33
5.3.3	Forbikjøringssikt	34
5.4	Siktkontroll	36
6	Vertikalkurvatur	39
6.1	Elementer	39
6.1.1	Sirkel	39
6.1.2	Parabel	40
6.1.3	Klotoide	40
6.2	Dimensjonering av vertikalkurvatur	41
6.2.1	Minste vertikalkurveradius i høgbrekk	41
6.2.2	Minste vertikalkurveradius i lavbrekk	42
6.3	Krav til stigningsgrad	42
7	Resulterende fall	43
8	Slyng	45
8.1	Slyngklasser	45
8.2	Horisontalkurvatur	45
8.3	Bredden	47
8.4	Overhøyde	47
8.5	Stigninger og vertikalkurvatur	47
8.6	Klotoider i slyng	50
9	Forklaring til dimensjoneringsklasser	51
9.1	Prosjekteringstabell	51
9.1.1	Generelt	52
9.1.2	Horisontalkurveradius	54
9.1.3	Nabokurve	55

9.1.4	Klotoide	56
9.1.5	Siktlengde	56
9.1.6	Vertikalkurveradius	57
9.1.7	Overhøyde	58
9.1.8	Stigning	58
9.1.9	Resulterende fall	58
9.2	Dimensjoneringsklassene – supplerende krav	59
9.2.1	Linjeføring i kryss og avkjørsler	59
9.2.2	Andre forhold	60
10	Tverrprofil	61
10.1	Breddeutvidelse	61
11	Utbedring av eksisterende veg	65
11.1	Når er utbedring aktuelt?	65
11.2	Krav til utbedringsstandard for veger med ÅDT < 4 000	66
12	Overgang mellom tunnel og veg	67
12.1	Vegtunneler	67
12.2	Overgang mellom tunnel og veg i dagen	67
13	Overgang mellom bru og veg	69
13.1	Linjeføring for bruer	69
13.2	Tverrprofil for bruer	71
14	Linjeføring, estetikk og optisk føring	73
14.1	Veggeometri og optisk føring	73
14.2	Romkurvatur	73
14.2.1	Overhøyde	76
14.2.2	Optisk føring	77
15	Forbikjøring	79
15.1	Generelt	79
15.2	Forbikjøringsmuligheter	80
15.3	Forbikjøringsfelt i stigning	81
15.4	Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt	83
15.5	Forbislippslomme	84

1 Grunnlag og forutsetninger

1.1 Forhold som påvirker dimensjoneringen av en veg

De verdiene som legges til grunn ved dimensjonering av veger påvirkes av vær-/føreforhold, trafikantenes atferd og kjøretøyenes standard. I denne håndboka er det brukt verdier som skal dekke normale veg- og trafikkforhold - som statistisk forutsettes å dekke 85 % av situasjonene. Håndbok 017 Veg- og gateutforming og denne veilederen er basert på:

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

Verdiene dekker altså ikke ekstreme forhold eller ekstrem atferd. Dette betyr ikke at det nødvendigvis er farlig å ferdes på vegen hvis det er glatt eller hvis bilen er gammel, men føreren må utvise større aktsomhet for å være like trygg.

2 Grunnparametre

2.1 Inndeling av parametrene

Betegnelsen grunnparametre brukes om alle parametre 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 hjulavstand på samme aksling for dimensjonerende personbil
- b_o overheng
- b_s sporingsøkning

2. Variabler knyttet til påvirkning på kjøretøy/bilfører:

- a_v vertikalakselerasjon
- v_{vf} relativ vertikal fart

3. Variabler knyttet til omgivelsene (vegen):

- f_b bremsefriksjonskoeffisient
- f_k sidefriksjonskoeffisient
- V fart
- e_{maks} maksimal overhøyde
- s stigningsgrad

4. Variabler knyttet til bilføreren:

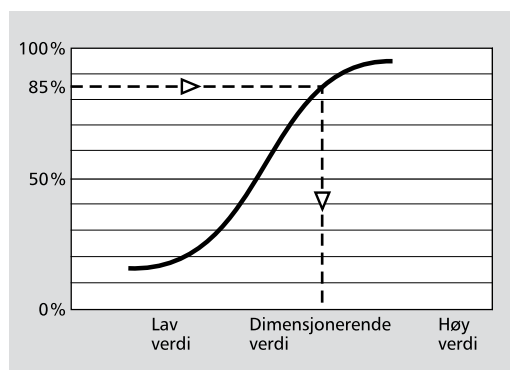
- t_r reaksjonstid

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

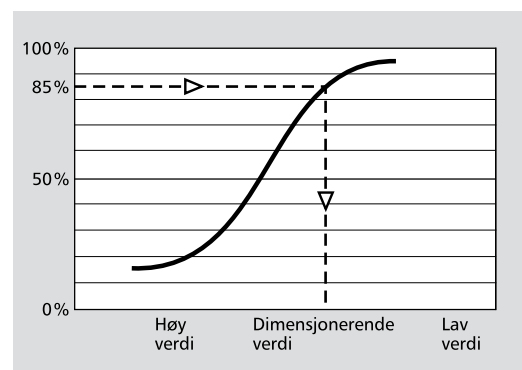
Tabell 2.1: Oversikt over variabler grunnparametrene differensieres på

Grunnparametre	Konstant	Dimensjoneringsklasse	Kjøretøy
a_1	x		
a_2	x		
a_3	x		
b	x		
t_r	x		
v		x	
a_v		x	
v_{vf}		x	
e_{maks}		x	
f_k		x	
f_b		x	
s		x	
b_s			x
b_o			x

De enkelte grunnparametrene skal gi en representativ verdi for de forhold den skal beskrive. Normalt vil dette si at dimensjonerende verdi dekker 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).



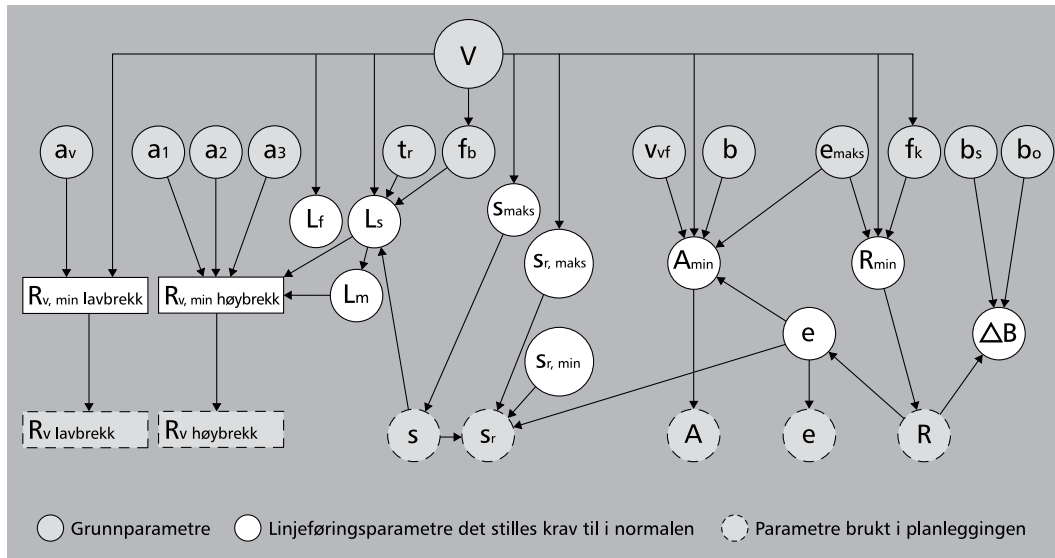
Figur 2.1: Prinsippfigur for fastsettelse av dimensjonerende verdi for reaksjonstid



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

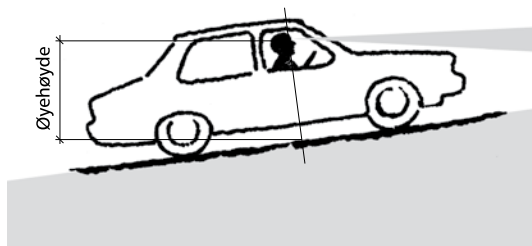


V	= fart	b_o	= overheng
a_v	= vertikalakselerasjon	R_v	= vertikalkurveradius
a_1	= øyehøyde	L_f	= forbikjøringsikt
a_2	= beregningsmessig objekthøyde	L_s	= stoppsikt
a_3	= beregningsmessig kjøretøyhøyde	L_m	= møtesikt
t_r	= reaksjonstid	s_{maks}	= største tillatte stigning
f_b	= bremsefriksjon	$s_{r, maks}$	= største tillatte resulterende fall
f_k	= sidefriksjon	$s_{r, min}$	= minste tillatte resulterende fall
v_{vf}	= relativ vertikalfart	A_{min}	= minste klotodeparameter
b	= hjulavstand (personbil)	e	= overhøyde
e_{maks}	= maksimal overhøyde	R_{min}	= minste horisontalkurveradius
b_s	= sporingsøkning	ΔB	= breddeutvidelse

Figur 2.3: Oversikt over sammenhenger i formelgrunnlag for beregning av geometriske minimums- eller maksimumsverdier

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 høgbrekk.



Figur 2.4: Øyehøyde, a_1

Verdien for øyehøyden er satt slik 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.

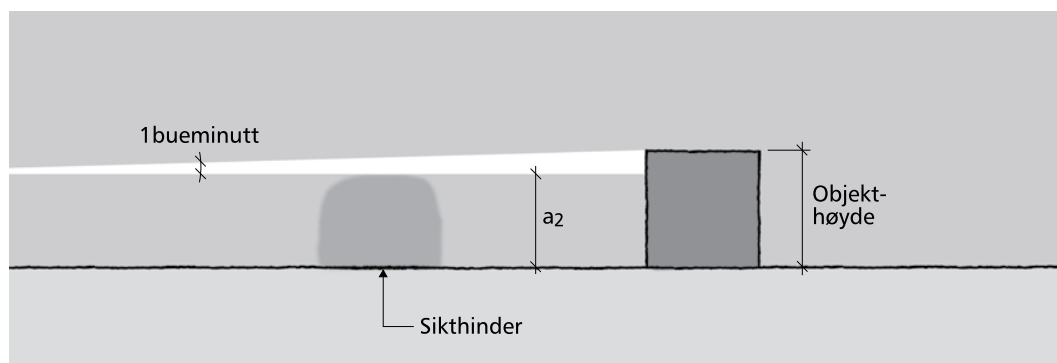
Verdien for dimensjonerende øyehøyde (a_1) er satt til 1,1 m.

2.4 Objekthøyde

Objekthøyden er definert som høyden på en gjenstand det forutsettes at en bilfører skal kunne bremse ned og stoppe for. Dimensjonerende objekthøyde er satt til 0,30 m.

Parameteren inngår i beregning av minste vertikalkurve i høgbrekk 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. En har valgt å bruke en konstant beregningsmessig objekthøyde (a_2) lik 0,25 m. Dimensjonerende og beregningsmessig objekthøyde er vist på figur 2.5.



Figur 2.5: Dimensjonerende og beregningsmessig objekthøyde

I kryss og avkjørsler for stamveger og hovedveger kreves det at en ser en større del av objektet ved dimensjonering av høgbrekk. Beregningsmessig objekthøyde (a_2) settes til null i kryss (skal se foten av objektet) og 0,10 m i avkjørsler.

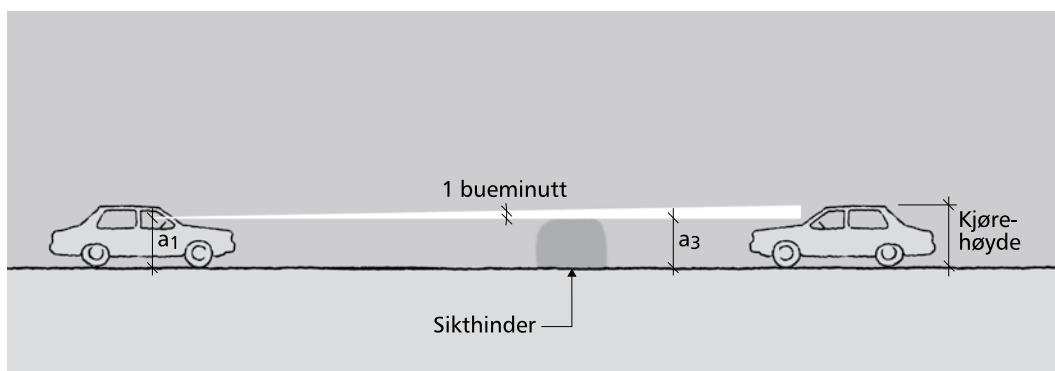
Også i siktrekanter skal det være fri sikt til primærvegens kjørebane. Dette tilsier også beregningsmessig objekthøyde lik null.

2.5 Kjøretøyhøyde

Kjøretøyhøyden er vist på figur 2.6. 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 høgbrekk dimensjonert for møtesikt og beregning av forbikjøringssikt. Kjøretøyhøyde er også en aktuell parameter 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 330 m tilsvarer dette ca 10 cm. En har valgt å bruke en konstant beregningsmessig kjøretøyhøyde (a_3) på 1,25 m. Dimensjonerende og beregningsmessig kjøretøyhøyde er vist på figur 2.6.



Figur 2.6: Dimensjonerende og beregningsmessig kjøretøyhøyde

2.6 Kjøretøybredde

Håndbok 017 Veg- og gateutforming har fire dimensjonerende kjøretøy med tilhørende bredder. Bredder for disse kjøretøyene er vist i tabell 2.2.

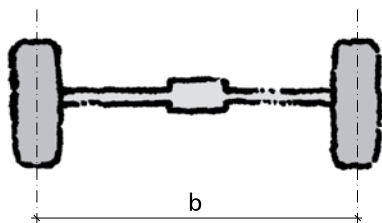
Tabell 2.2: Kjøretøybredder for dimensjonerende kjøretøy

Dimensjonerende kjøretøy	Bredde [m]
Vogntog (VT)	2,60
Lastebil (L)	2,55
Buss (B)	2,55
Personbil (P)	1,8

For andre dimensjonerende verdier for de ulike kjøretøytypene, se håndbok 017 Veg- og gateutforming.

2.7 Hjulavstand, b

Hjulavstanden er definert som avstand senter/senter for et hjulpar på samme aksling.



Figur 2.7: Hjulavstand personbil, b

Hjulavstanden inngår i formelen for beregning av minste lengde for oppbygging av overhøyde. Denne lengden sammen med horisontalkurveradius bestemmer minste klotoidparameter A_{\min} (se kapittel 3.3.1).

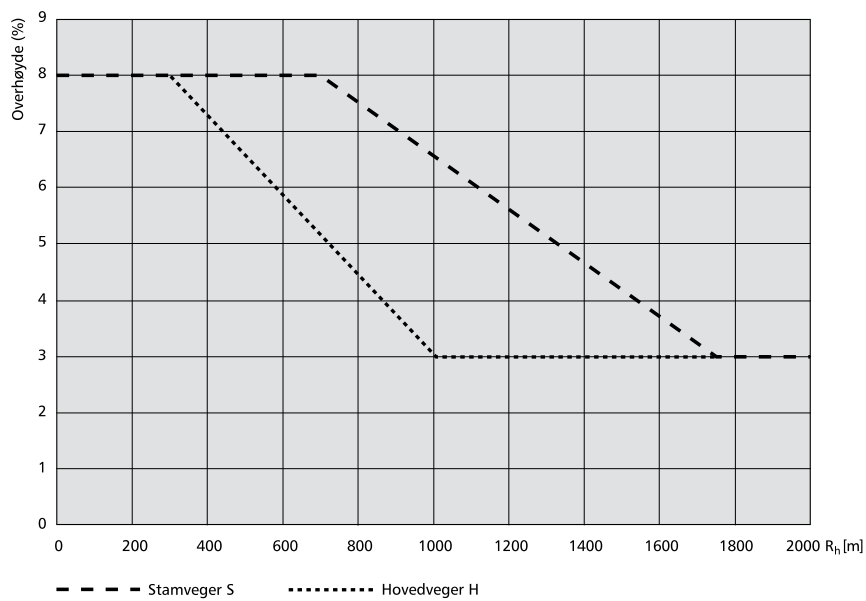
Dimensjonerende hjulavstand er satt til 1,65 m. Dette er en konstant verdi uavhengig av andre forhold enn sammensetningen av personbilparken. 85 % av personbilene forutsettes å ha en hjulavstand som er mindre.

2.8 Maksimal overhøyde, e_{\max}

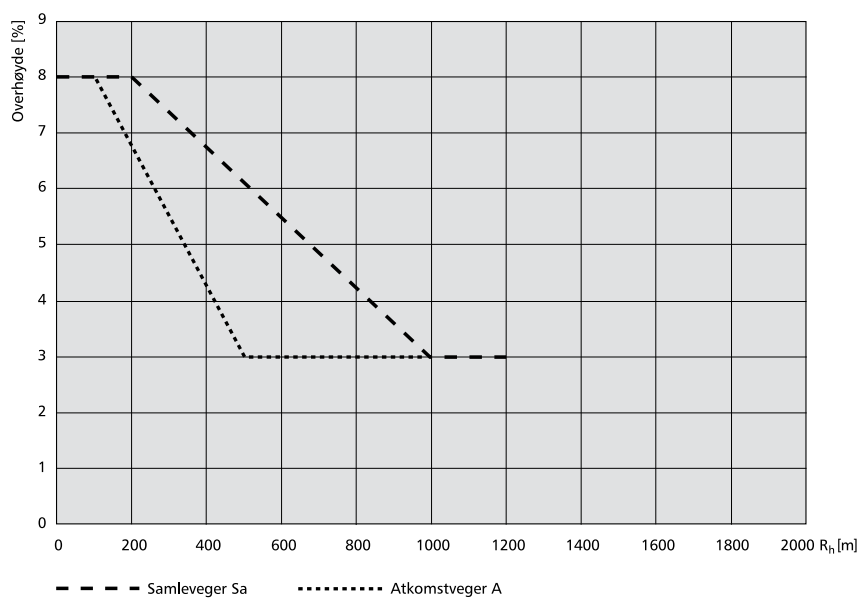
Med overhøyde menes kjørebanelens tverrfall i forbindelse med horisontalkurver. Overhøyden skal sammen med sidefriksjonen ta opp sidekraft ved kjøring i kurver. Overhøyden må ikke være så stor at langsomtgående eller stillestående kjøretøy sklir sidevegs på glatt føre.

Maksimal overhøyde inngår i beregning av minste horisontalkurveradius, minstelengde for oppbygging av overhøyde og minste klotoidparameter.

Maksimal overhøyde er satt til 8 %. Overhøyde for kurveradier større enn minste horisontalkurveradius er avhengig av vegtypen og er angitt i figur 2.8 og 2.9.



Figur 2.8: Overhøyde for stamveger og andre hovedveger



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

Største radius med 8 % overhøyde er beregnet på følgende grunnlag:

Dimensjoneringsklasse S: Fartsgrense 100 km/t pluss fartstillegg 15 km/t, sidefriksjon med sikkerhetsfaktor 1,75; $f_k = 0,07$

Dimensjoneringsklasse H: Fartsgrense 80 km/t, sidefriksjon med sikkerhetsfaktor 1,5; $f_k = 0,12$

Dimensjoneringsklasse Sa: Fartsgrense 80 km/t, sidefriksjon med sikkerhetsfaktor 1,1; $f_k = 0,17$

Dimensjoneringsklasse A: Fartsgrense 60 km/t, sidefriksjon med sikkerhetsfaktor 1,1; $f_k = 0,21$

Overhøyde 3 % brukes fra og med den kurveradien som kan hentes ut fra figur 2.8 og 2.9.

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 er satt til 0,3 m/s² for stamveger og hovedveger, og 0,5 m/s² for samleveger og atkomstveger.

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 klotoideparameter 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 stamveger og hovedveger, og 0,06 m/s for samleveger og atkomstveger.

2.11 Stigningsgrad, s

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

Maksimal stigningsgrad for ulike dimensjoneringsklasser varierer fra 5 til 8 %.

2.12 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 som overholder fartsgrensen, vil reagere raskere enn dimensjonerende verdi. Det knytter seg imidlertid en rekke usikre forhold til fastsettingen av dimensjonerende reaksjonstid:

- Vil en person som har dårlig reaksjonsevne kompensere for dette ved å kjøre langsomt?
- Vil reaksjonstiden for én og samme person variere med situasjonen?
- Vil vegens omgivelser, dimensjoneringsklassen, fartsnivået og trafikkmengden påvirke reaksjonstiden?
- Vil reaksjonstiden endres hvis føreren ikke er kjent på stedet?

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

2.13 Friksjon

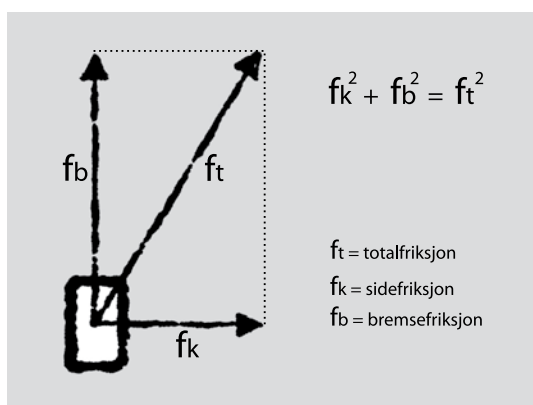
Dimensjonerende friksjonsverdier (totalfriksjon) er basert på friksjonsmålinger på eksisterende veger.

2.13.1 Totalfriksjon, f_t

Totalfriksjonen skal:

- sikre tilstrekkelig friksjon for nedbremsing
- sikre tilstrekkelig friksjon for å holde kjøretøyet på veggen 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

I håndbok 017 Veg- og gateutforming er dimensjonerende totalfriksjon basert på friksjonsmålinger. Det er gjennomført to typer målinger:

- Fartsavhengige målinger gjort ved 40, 60, 80 og 100 km/t på riksveg 707, riksveg 92, riksveg 863 og E6.
- Målinger av friksjonsnivå for ulike dekketyper ved 60 km/t på E6 gjennom Sør-Trøndelag. Det ble gjennomført tre målinger for følgende dekketyper: Ab16, Agb16, Agb11, Ma16, Ab11, Ska16 og Ska11. Til slutt ble gjennomsnittsverdien beregnet.

For å framstille totalfriksjonen som grunnlag for krav i håndbok 017 Veg- og gateutforming er det valgt å se disse målingene i sammenheng. De fartsavhengige målingene er brukt for å finne ut hvilket forløp friksjonskurven får fra 40 til 100 km/t. Det vertikale nivået ble så justert på kurven ut fra dekkemålingene.

Tabell 2.3 viser dimensjonerende totalfriksjon med grunnlag i friksjonsmålingene.

Tabell 2.3: 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

For at friksjon skal kunne brukes i formelverket, må den som nevnt fordeles på side- og bremsefriksjon. I denne revisjonen er det valgt å bruke tilnærmet samme fordeling som i forrige versjon av håndbok 017 Veg- og gateutforming (1993-utgaven). Sidefriksjonens andel av totalfriksjonen er gitt i tabell 2.4.

Tabell 2.4: 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 2.3 og prosentverdiene i tabell 2.4. Verdien for bremsefriksjonen regnes så ut på grunnlag av formelen oppgitt i figur 2.10. Dette gir friksjonsverdier som vist i tabell 2.5.

Tabell 2.5: 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 en sikkerhetsfaktor i håndbok 017 Veg- og gateutforming. Følgende fire sikkerhetsfaktorer er benyttet: 1,1 – 1,25 – 1,5 og 1,75. Disse varierer for de ulike dimensjoneringsklassene avhengig av standarden. Dette er vist i figur 9.2.

2.13.2 Sidefriksjon, f_k

Sidefriksjonen er den delen av totalfriksjonen som sammen med overhøyden skal ta opp sidekreftene. Ved dimensjonering brukes ulike sidefriksjonsverdier for ulike fartsgrenser. Sidefriksjon inngår i formelverket for beregning av minste horisontalkurveradius.

Tabell 2.6 viser sidefriksjon for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer.

Tabell 2.6: 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

2.13.3 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.

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

Tabell 2.7 viser bremsfriksjonsverdier for ulike fartsgrenser og sikkerhetsfaktorer.

Tabell 2.7: 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

2.14 Sporingsøkning, b_s

Ved kjøring i kurver vil et kjøretøy trenge mer plass enn på en rettlinjet 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 2.8 viser sporingsøkning for de ulike dimensjonerende kjøretøyene.

Tabell 2.8: Økning i sporingsbredde (i m) ved kjøring i kurve

	Horisontalkurveradius [m]									
	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

2.15 Overheng, b_o

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

Tabell 2.9 viser hvordan overheng foran på kjøretøy vil variere avhengig av horisontalkurveradius og kjøretøytype.

Tabell 2.9: Breddeøkning (i m) på grunn av overheng i kurver

	Horisontalkurveradius [m]									
	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

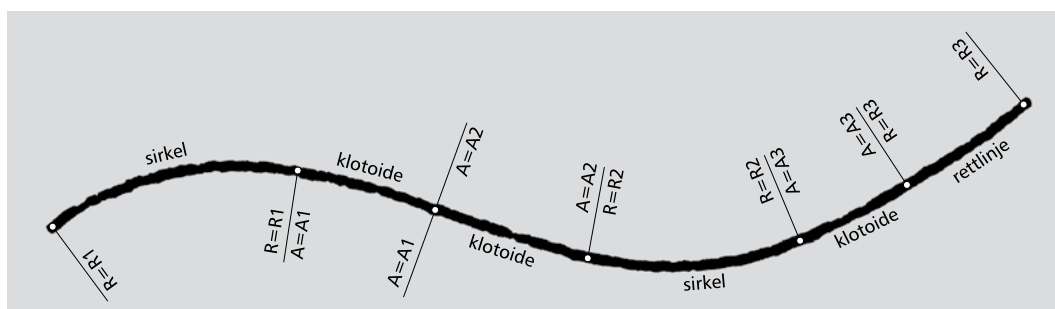
Breddeutvidelse ved kjøring i kurver er nærmere omtalt i kapittel 10.1 og tabell 10.1 viser total breddeutvidelse i meter for 2-feltsveger avhengig av kurveradius og kjøretøytype.

3 Horisontalkurvatur

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

3.1 Elementer

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



Figur 3.1: Eksempel på sammensetning av ulike element i horisontalkurvaturen

3.1.1 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.

3.1.2 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 kurveradius 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.

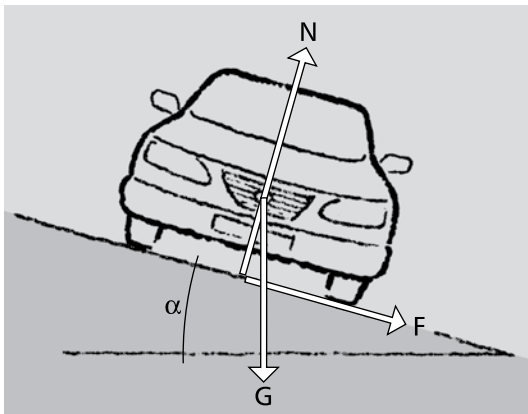
3.1.3 Klotoide

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 ensretta krumning (eggkurver), og mellom sirkelkurver med motsatt krumning (vendeklotoider). Klotoidens gode egenskaper som overgangskurve skyldes at dens geometri gir konstant vinkelhastighet ved kjøring med konstant fart.

3.2 Horisontalkurveradius

3.2.1 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 parametre inngår i beregning av minste horisontalkurveradius:

$$\begin{aligned} V &= \text{fart [km/t]} \\ e_{\text{maks}} &= \text{maksimal overhøyde [m/m]} \\ f_k &= \text{dimensjonerende sidefriksjonsfaktor} \end{aligned}$$

Dimensjonerende verdier for minste horisontalkurveradius (R_{min}) beregnes ut fra følgende formel:

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

Ved prosjektering må man kontrollere at valgt horisontalkurveradius gir tilfredsstillende sikt (se kapittel 5.4).

3.2.2 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 være dimensjonerende for minste horisontalkurveradius. Følgende formel brukes:

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

$$\begin{aligned} L_s &= \text{stoppsikt [m]} \\ B &= \text{avstand fra bilførerens øye til tunnelveggen [m]. Bilføreren er her plassert midt i kjørefeltet} \end{aligned}$$

Verdien for B vil avhenge av bl.a. vegbredde, skulderbredde og inn-/utkurve.

Følgende formel benyttes ved kontroll for møte- og forbikjøringssikt:

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

ρ er en omregningsfaktor fra vinkel i buemål til vinkel i grader. Hvis man beregner med 400° , vil ρ ha verdien 63,66. Ved 360° er verdien 57,30.

Ellers vises det til kapittel 5.4 om siktkontroll.

3.3 Klotoideparameter

3.3.1 Minste klotoideparameter

Minste klotoideparameter beregnes ut fra krav til overhøydeoppbygging. I beregningen inngår følgende parametre:

R	=	horisontalkurveradius [m]
b	=	hjulavstand [m]
e_{maks}	=	maksimal overhøyde
V	=	fart [km/t]
v_{vf}	=	relativ vertikalfart [m/s]
L_{min}	=	nødvendig lengde for å bygge opp overhøyde fra 0 til e_{maks} [m]

Minste klotoideparameter beregnes ut fra formelen:

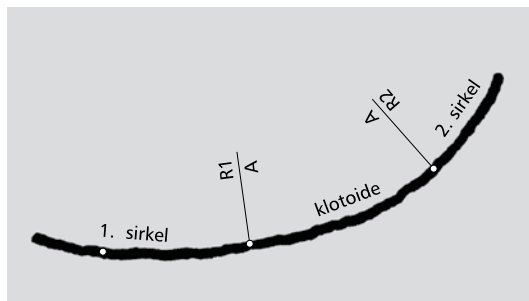
$$A_{min} = \sqrt{R \cdot L_{min}} \quad \text{hvor} \quad L_{min} = \frac{b \cdot V \cdot e_{maks}}{3,6 \cdot v_{vf}}$$

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

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

3.3.2 Eggkurver

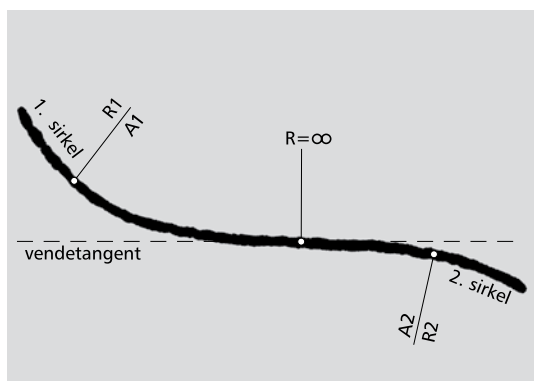
En eggkurve er en klotoide mellom to sirkler hvor den ene sirkelen i sin helhet ligger innenfor den andre, og hvor sentrene ikke er sammenfallende; for eksempel en overgang fra en slak venstresving til en krappere venstresving.



Figur 3.3: Eggkurve

3.3.3 Vendeklotoide

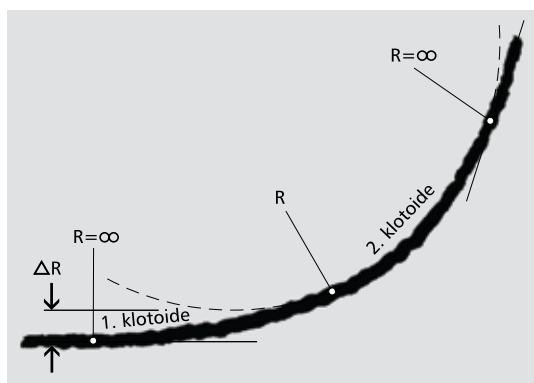
En vendeklotoide er to enkeltklotoider (uten rettlinje mellom) som danner en overgangskurve mellom sirkelkurver med motsatt krumning (S-kurver).



Figur 3.4: Vendeklotoide

3.3.4 Sammenstøtende klotoider

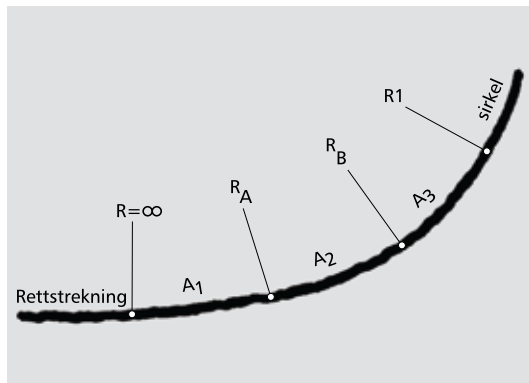
Sammenstøtende klotoider er to klotoider, med like eller ulike parametre, hvor krumningen går samme vei. I sammenknytningspunktet har begge klotoidene samme radius. Sammenstøtende klotoider er aktuelt å bruke ved utbedringsarbeider og i kryssområder for å kunne få til linjekombinasjoner som er best mulig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



Figur 3.5: Sammenstøtende klotoider

3.3.5 Sammensatte klotoider

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



Figur 3.6: Sammensatte klotoider

4 Tverrfall

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

Takfall (vegen er høyest på midten) brukes normalt på rettlinjert veg og i meget slake kurver. Hovedregelen er at ensidig fall (overhøyde) skal brukes i kurver.

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

4.1 Rettstrekning

Takfall på veger skal normalt ha 3 % helning. For grusdekke anbefales takfall på 4 % for å sikre god avrenning.

1-feltsveger har vanligvis ensidig fall. 2-feltsveger har normalt takfall. For flerfeltsveger brukes ensidig fall på hver av kjøreretningene.

4.2 Sirkelkurve

I kurver motvirker tverrfallet 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 2.13.2).

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

4.3 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.

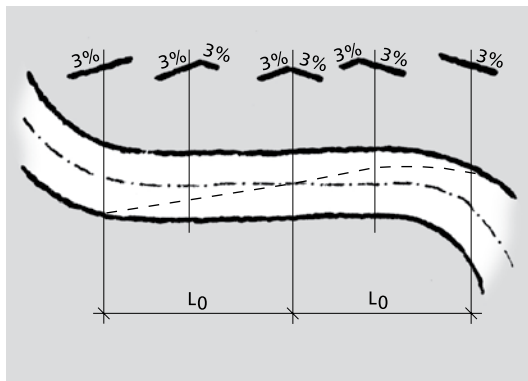
I en klotoid med parameter $A=A_{\min}$ forutsettes at overhøyden på ytre kjørefelt bygges opp fra takfallsverdi (for eksempel 3 %) til overhøyde 0 % før klotoiden starter.

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

I vendekurve bygges overhøyden opp som for to enkeltklotoider. Men en bygger ikke ned til takfall der enkeltklotoidene møtes (punktet $R=\infty$). Her brukes 0 % overhøyde for begge kjørefelt.

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 kjørebane kant mot midtdeleren (som tilsvarer senterlinja for 2-feltsveger).

Et alternativ til denne måten å bygge opp overhøyden på, er å bruke vandrende møne. Oppbygging av vandrende møne er vist i figur 4.1. Dette har ikke blitt brukt i Norge.

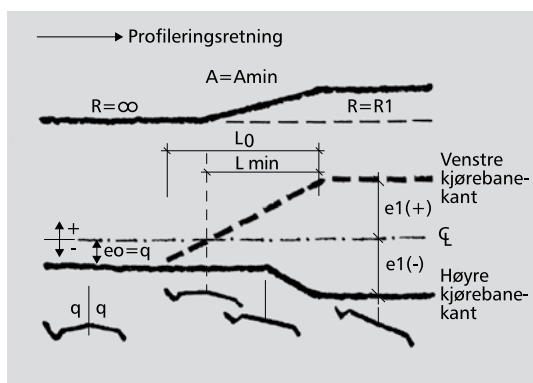


Figur 4.1: Vandrende møne

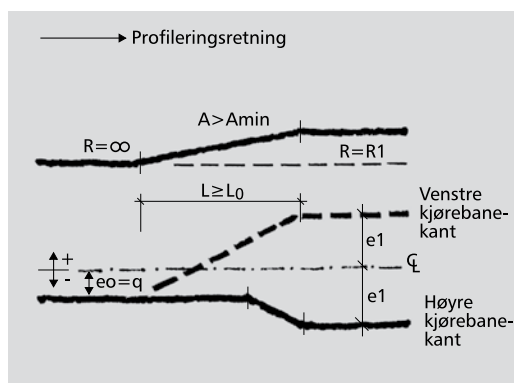
Fordelen med vandrende møne er at vannavrenning vil være sikret over hele forløpet. Ulempen er en noe mer komplisert utførelse, og at toppen av mønet er flyttet ut i kjørefeltene, noe som kan virke ubehagelig og redusere komforten for bilførerne.

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

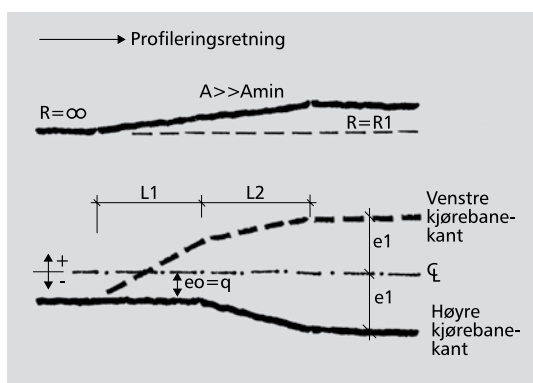
Her er brukt $L_0 = \frac{b \cdot V \cdot e_d}{3,6 \cdot v_{vf}}$ der e_d er den endring i overhøyde som skal bygges opp.



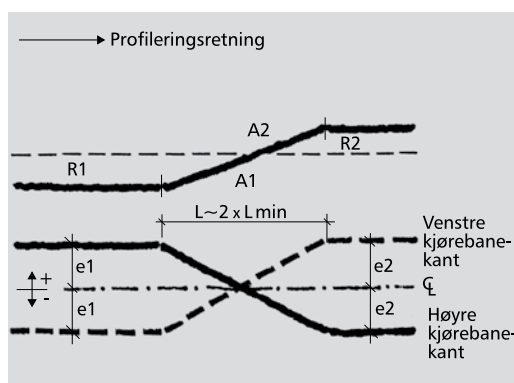
Figur 4.2: Overhøydeoppbygging med overgang fra rettlinje til sirkel, der parameter A er tilnærmet lik A_{min} .



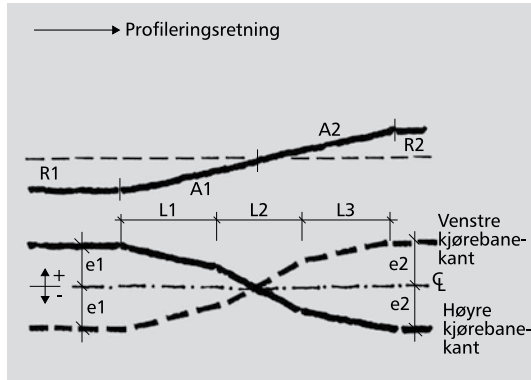
Figur 4.3: Overhøydeoppbygging ved overgang fra rettlinje til sirkel, der klotoiden er lang nok til å bygge opp hele overhøyden i klotoiden.



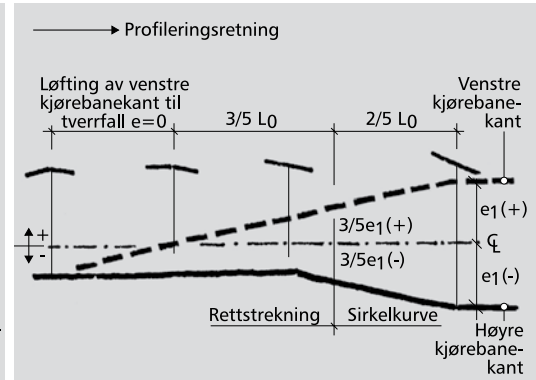
Figur 4.4: Overhøydeoppbygging ved overgang fra rettlinje til sirkel, med klotoidelengde som er vesentlig lengre enn nødvendig for å bygge opp hele overhøyden i klotoiden ($L > 1,4 \times L_0$).



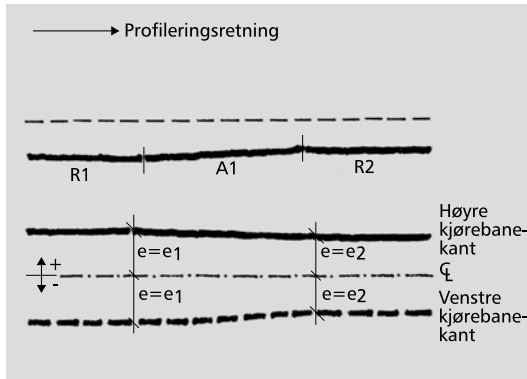
Figur 4.5: Overhøydeoppbygging i vendekurve med parameter A tilnærmet lik A_{min} .



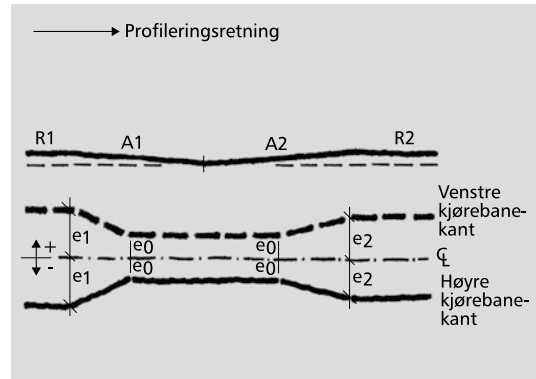
Figur 4.6: Overhøydeoppbygging i vendekurve hvor klotoidlengdene er vesentlig lengre enn nødvendig for å bygge opp overhøyden i klotoidene.



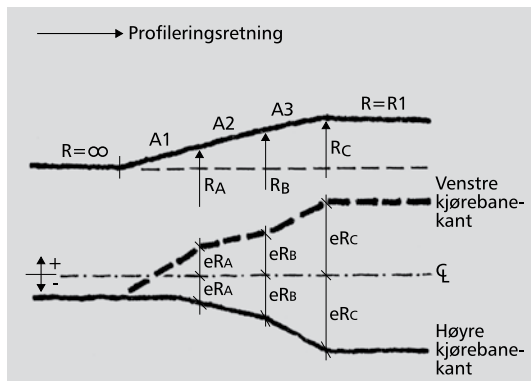
Figur 4.7: Overhøydeoppbygging ved direkte overgang mellom rettlinje og sirkel.



Figur 4.8: Overhøydeoppbygging i en eggkurve.



Figur 4.9: Overhøydeoppbygging i sammenstøtende klotoide. e_0 har samme verdi som takfall på rettlinje.



Figur 4.10: Overhøydeoppbygging i en sammensatt klotoide.

5 Sikt

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

Siktkravene er svært viktige 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 vil påvirke:

- minste horisontalkurveradius (spesielt i tunneler og fjellskjæringer)
- minste vertikalkurveradius i høgbrekk
- lengden på forbikjøringsstrekninger
- krav til sikttrekanter i vegkryss
- krav til siktkrav i avkjørsler
- utforming av vegens sideterreng

Siktkontroll skal alltid gjennomføres ved:

- kombinasjoner av horisontal- og vertikalkurver
- utforming av tverrprofilet (spesielt viktig ved trange profiler og krapp horisontalkurvatur)
- beplantning og vegetasjon
- tunnel (se kapittel 3.2.2)
- oppsetting av rekkverk (også midtrekkverk)
- oppsetting av skilt og annet vegutstyr
- krav til brøyting og snølagring

5.1 Definisjoner

5.1.1 Fri sikt

Den største sammenhengende, synlige veglengden for en bilfører som befinner seg midt i kjørefeltet, og har øyehøyde a_1 over kjørebanelinjen.

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 høgbrekk. Ulike verdier for objekthøyde brukes i ulike situasjoner; se kapittel 2.4.

5.1.3 Møtesikt

Møtesikt er sikt lengden fram til et møtende kjøretøy som kjører i samme kjørefelt. Møtesikt er definert som summen av de to kjøretøyenes stoppsikt, pluss 10 m sikkerhetsavstand.

5.1.4 Forbikjøringssikt

Forbikjøringssikt defineres som den minste sikt lengde en skal ha framover mot møtende trafikk for å kunne gjennomføre en forsvarlig 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 overalt. 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 tilstrekkelig, fordi to motgående kjøretøy vil befinne seg i samme kjørefelt. På slike vegger 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

Følgende grunnparametre inngår i beregning av stoppsikt:

t_r	=	reaksjonstid [s]
V	=	fart [km/t]
f_b	=	bremsefriksjon
s	=	stigningsgrad [m/m]

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 er uttrykt ved formelen:

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

Bremselengden er den lengden som trengs for å bremse et kjøretøy til full stopp. Bremselengden er en funksjon av fart, friksjon mellom hjul og vegoverflate og stigningsgrad.

Bremselengden 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 slåes sammen, får en stoppsikt:

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

Ved beregning av generelle krav til stoppsikt for en vegstrekning, settes stigningsgraden til 0. Men ved påfølgende siktkontroll bør man bruke den faktiske stigningsgraden. Dette vil kunne påvirke dimensjonering av vertikalkurver i høgbrekk, og siktkrav i kryss og avkjørsler.

5.3.2 Møtesikt

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.

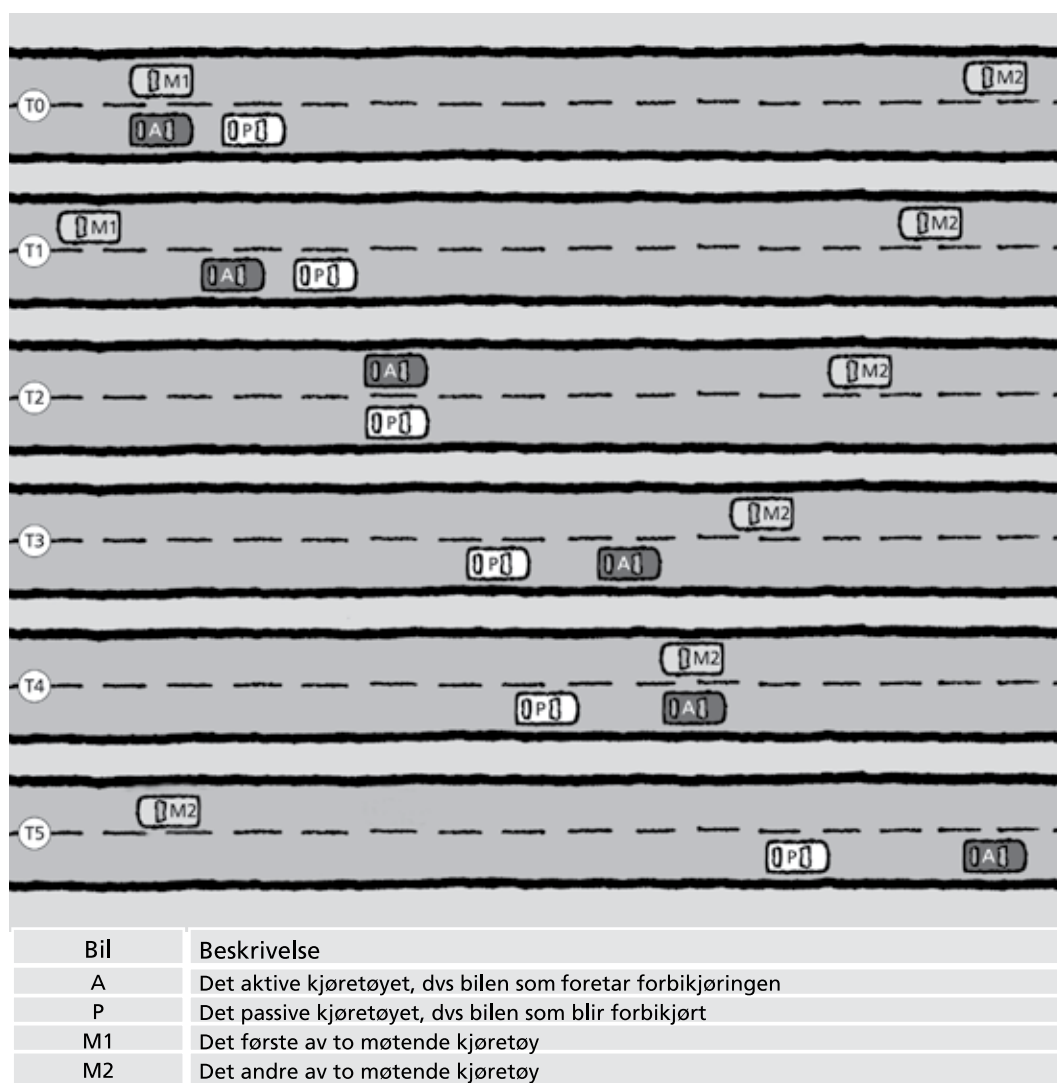
$$L_m = 2 \cdot L_s + 10 \quad [\text{m}]$$

5.3.3 Forbikjøringsstakt

Forbikjøringsstakt beregnes ut fra en beregningsmodell. Modellen forutsetter 2-feltsveg uten midtrekkverk 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: Prinsippskisse 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 tabellen nedenfor.

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

Frase	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 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 og sideterreng.

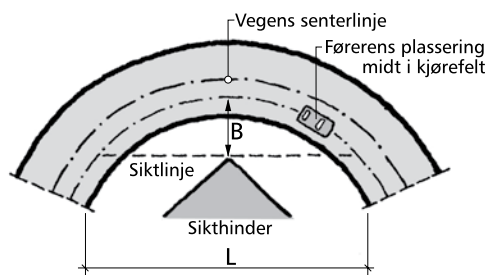
Størst problem med å tilfredsstille siktkravene vil man ha ved en kombinasjon av krappe kurver, høy fart, smalt tverrprofil (fjellskjæringer, støttemurer) og stor stigning. I slike tilfeller vil det som oftest være behov for å øke bredden ved å utvide grøfta, eller å gjøre skjæringene slakere. Det kan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

På veger med midtrekkverk vil det være vanskelig å oppnå stoppsikt i venstre kurve. Skulle man oppfylt siktkravene fullt ut, ville minste tillatte horisontalkurveradius bli kunstig høy (3-4 ganger høyere enn normalverdien), og linjeføringen for stiv. I håndbok 017 Veg- og gateutforming er det valgt å se bort fra stoppsiktkrav som dimensjoneringskriterium i venstre kurve mot midtrekkverk. Mer om dette i kapittel 9.1.5.

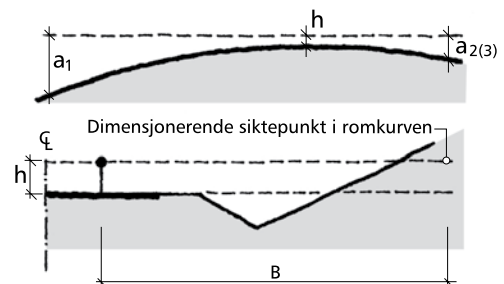
Siktkontrollen kan utføres ved bruk av standard prosjekteringsverktøy (DAK).

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.

Horisontalkurvatur



Vertikalkurvatur



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 horisontalkurveradier og siktlengder

Horisontalkurveradius	Siktlengde L_v, L_{mp}, L_s [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 vertikalkurveradier og siktkrav. Tabell 5.4 gjelder stoppsikt og tabell 5.5 møtesikt og forbikjøringssikt.

Tabell 5.4: Verdier for h (gitt i figur 5.2) for ulike vertikalkurveradier og stoppsiktlegder

Rv. [m]	Siktlegde 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							
1 000	0,56	0,36							
1 250	0,59	0,43	0,11						
1 500	0,60	0,47	0,21						
2 000	0,62	0,52	0,32	0,05					
2 500	0,63	0,55	0,39	0,18					
3 000	0,64	0,57	0,44	0,26	0,02				
4 000	0,65	0,60	0,50	0,36	0,19				
5 000	0,65	0,61	0,53	0,43	0,28	0,11			
6 000	0,66	0,62	0,56	0,47	0,35	0,21			
7 000	0,66	0,63	0,57	0,50	0,40	0,27			
8 000	0,66	0,64	0,59	0,52	0,43	0,32	0,05		
10 000	0,66	0,64	0,60	0,55	0,48	0,39	0,18		
15 000	0,67	0,65	0,63	0,59	0,54	0,49	0,34	0,15	
20 000	0,67	0,66	0,64	0,61	0,58	0,53	0,43	0,28	0,11
30 000	0,67	0,66	0,65	0,63	0,61	0,58	0,51	0,41	0,30
40 000	0,67	0,67	0,66	0,64	0,63	0,60	0,55	0,48	0,39
50 000	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 forbikjøringssiktlegder

Rv. [m]	Siktlegde L_m (L_v) [m]											
	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550
600	0,00											
700	0,17											
800	0,30											
1 000	0,47											
1 250	0,61	0,18										
1 500	0,71	0,34										
2 000	0,82	0,55	0,20									
2 500	0,89	0,68	0,39	0,05								
3 000	0,94	0,76	0,52	0,24								
4 000	1,00	0,86	0,69	0,47								
5 000	1,03	0,93	0,78	0,61	0,18							
6 000	1,06	0,97	0,85	0,71	0,34							
7 000	1,07	1,00	0,90	0,77	0,46	0,06						
8 000	1,09	1,02	0,93	0,82	0,55	0,20						
10 000	1,10	1,05	0,98	0,89	0,68	0,39	0,05					
15 000	1,13	1,09	1,04	0,99	0,84	0,65	0,43	0,15				
20 000	1,14	1,11	1,08	1,03	0,93	0,78	0,61	0,41	0,18			
30 000	1,15	1,13	1,11	1,08	1,01	0,91	0,80	0,66	0,51	0,33	0,13	
40 000	1,16	1,14	1,13	1,10	1,05	0,98	0,89	0,79	0,68	0,54	0,39	0,23
50 000	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.

6 Vertikalkurvatur

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

6.1 Elementer

Vertikalkurvaturen består av stigninger og vertikalkurver. Aktuelle vertikalkurver er sirkler, parabel eller klotoide.

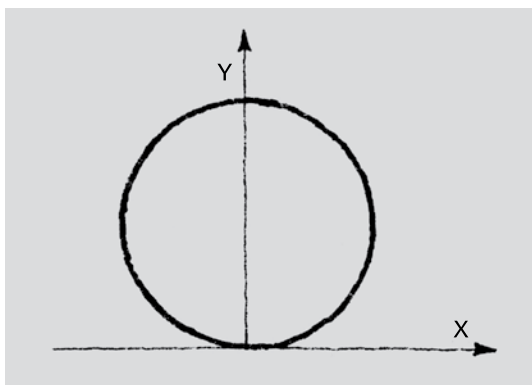
6.1.1 Sirkel

Med et koordinatsystem som vist i figur 6.1, 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 $0,06 \cdot R$. Høyden av sirkelkurven er gitt ved ligningen:

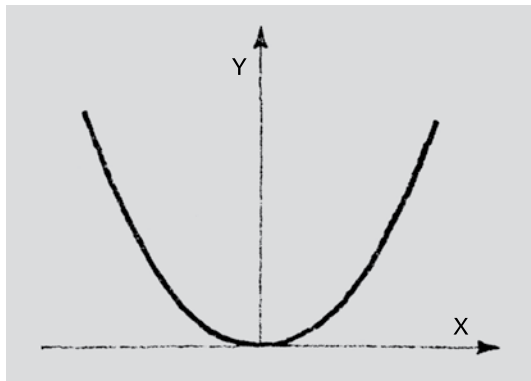
$$y = R \pm \sqrt{R^2 - x^2}$$



Figur 6.1: Sirkel (vertikalkurvatur)

6.1.2 Parabel

Parabelen er det mest brukte kurveelementet i vertikalkurvaturen. Parabelens form er vist i figur 6.2.



Figur 6.2: Parabel (vertikalkurvatur)

Parabelens form er gitt ved ligningen:

$$y = 2px^2$$

Parabelligningen for et koordinatsystem som vist i figur 6.2 blir:

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

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

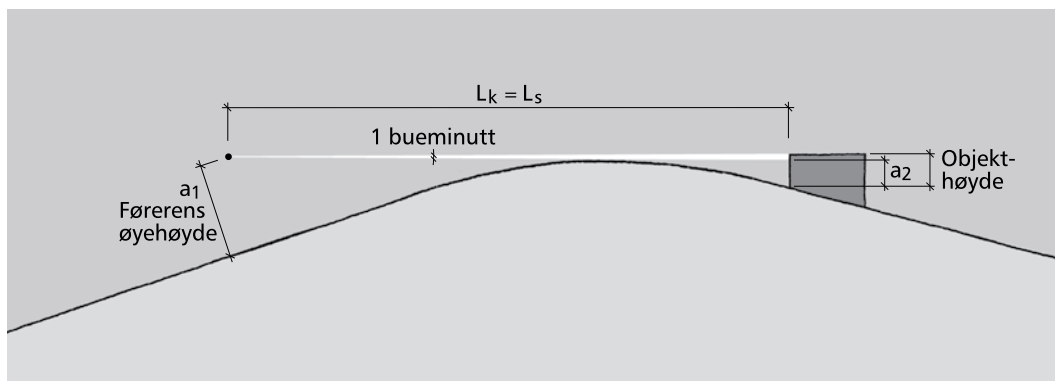
6.1.3 Klotoide

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 parallelforskyvning 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.

6.2 Dimensjonering av vertikalkurvatur

6.2.1 Minste vertikalkurveradius i høgbrekk

Høgbrekkskurver er dimensjonert ut fra sikt krav ved kjøring i dagslys. Figur 6.3 viser et høgbrekk dimensjonert for stoppsikt.



Figur 6.3: Prinsippskisse for stoppsikt i høgbrekk

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 tilfredstiller stoppsikt. Vertikalkurven beregnes som parabel, og minste vertikalkurve angis med radius i parabelens toppunkt.

Det forutsettes at vertikalkurven er lengre enn krav til sikt ($L_{vk} > L_k$). For utregning av høgbrekk brukes da følgende parametre:

- L_k = sikt krav (for aktuelle parametre for sikt krav, se kapittel 5.3)
- a_1 = øyehøyde
- a_2 = beregningsmessig objekthøyde
- a_3 = beregningsmessig kjøretøyhøyde

Vertikalkurveradien i høgbrekk bestemmes ut fra følgende formel:

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

Ved prosjektering av korte vertikalkurver ($L_{vk} \leq L_k$) vil det være mulig å redusere vertikalkurveradius. Minste vertikalkurveradius kan da beregnes ut fra denne formelen:

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

s_d er stigningsendring i m/m.

6.2.2 Minste vertikalkurveradius i lavbrekk

Lavbrekkskurver er dimensjonert ut fra krav til kjørekomfort.

Følgende parametre brukes for beregning av minste kurveradius i lavbrekk:

$$\begin{aligned} V &= \text{ fart [km/t]} \\ a_v &= \text{ vertikalakselerasjon [m/s}^2\text{]} \end{aligned}$$

Minste vertikalkurveradius i lavbrekk bestemmes ut fra følgende formel:

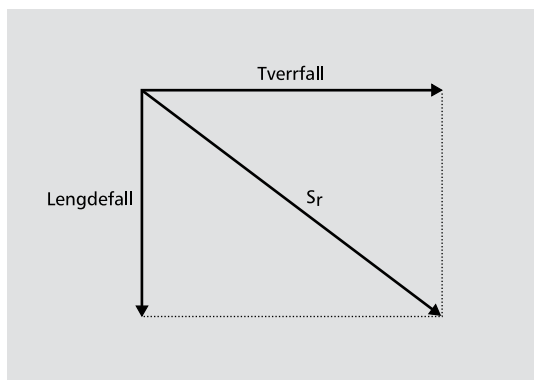
$$R_{v,\min} = \frac{v^2}{a_v} = \frac{V^2}{12,96 \cdot a_v} \text{ [m]}$$

6.3 Krav til stigningsgrad

Stigningsgrad er definert som høydeforskjell dividert med horisontal avstand. Stigningsgraden uttrykkes vanligvis i %. Den er positiv i stigning og negativ i fall ved økende profilering. 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 standard.

7 Resulterende fall

Resulterende fall er et resultat av vegens lengdefall og tverrfall.



Figur 7.1: 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 dimensjoneringsklassen).

To parametre inngår i beregningen av resulterende fall:

- e = overhøyde
- s = stigning

Verdi for resulterende fall er beregnet ut fra følgende formel:

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

Maksimalt resulterende fall er satt til 10 % for dimensjoneringsklassene S1 - S9. For de øvrige dimensjoneringsklassene varierer maksimalt resulterende fall mellom 9,5 og 11,3 %.

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

8 Slyng

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

Her er noen eksempler på bruk av slyng:

- 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 fjellsider 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

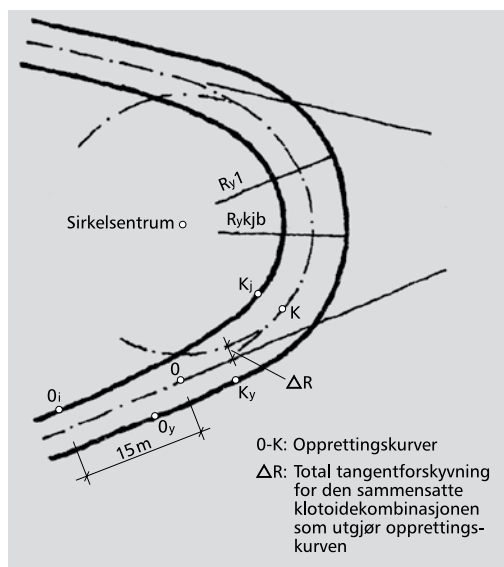
Kjørebanebredde [m]	Slyngklasse	Møte mellom	Minste radius [m]	Merknader
6,5 - 7,0	1	2 VT	12	2 VT kan møtes.
5,5 - 6,0	2	2 L	12	VT og P kan møtes. VT må kunne bruke motgående felt.
5,0 - 5,5	3	L og P	12	Konstrueres med L i indre kjørefelt. VT kan trafikkere slyngen.
< 5,0	4	2 P	10	10 m minsteradius for 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 3.3.5) 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 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 $R_y' = R + \Delta R + b_{\text{rettlinje}}$ $> R_{y_{kj,b}}$. $R_{y_{kj,b}}$ 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 kjørefelt kant består av en sirkelkurve med samme senter som senterlinjas sirkelkurve. En eventuell retningsforandring på ytre kjørefelt kant 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.banebredde	Slyngeklasse	Kjørefelt	Radius i senterlinja									
			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	5,3	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 rettlinja. Senterlinja brukes som dreiningsakse for overhøydeoppbygginga.

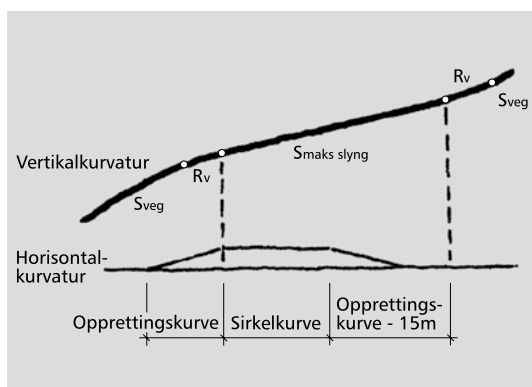
8.5 Stigninger og vertikalkurvatur

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.

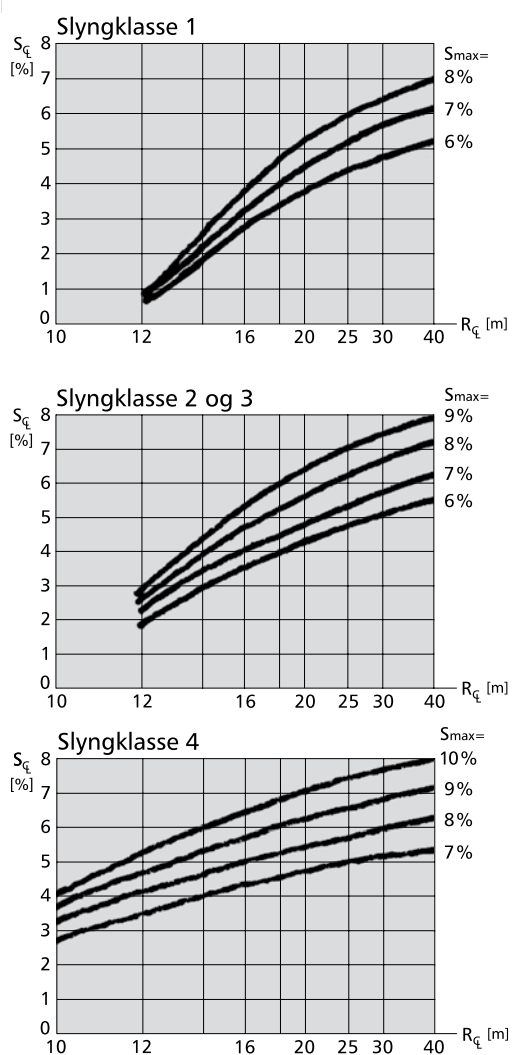
For å unngå dette, må senterlinjas stigning i slyngen reduseres i forhold til stigningen på tilstøtende rettlinje. Men størrelsen og lengden på reduksjonen bør være så liten som mulig. Dette for å minimalisere veglengden og nødvendig antall slyng for å overvinne aktuell høydeforskjell.

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 for øvrig. 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 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 oppretttingskurver på begge sider. Oppretttingskurven 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 oppretttingskurvens 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	$R_{\bar{c}}$	1. Klotoide		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	
		$R = \infty$	R = 70	R = 70	R = 20	R = 20	$R = R_{\bar{c}}$
	$40 > R \geq 20$	A = 40		A = 15			
		$R = \infty$	R = 70	R = 70	$R = R_{\bar{c}}$		
2 og 3	$R < 30$	A = 40		A = 17,5		A = 8	
		$R = \infty$	R = 100	R = 100	R = 30	R = 30	$R = R_{\bar{c}}$
	$40 > R \geq 30$	A = 40		A = 17,5			
		$R = \infty$	R = 100	R = 100	$R = R_{\bar{c}}$		
4	$R < 30$	A = 13		A = 6,5			
		$R = \infty$	R = 30	R = 30	$R = R_{\bar{c}}$		
	$40 > R \geq 30$	A = 13					
		$R = \infty$	$R = R_{\bar{c}}$				

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

Slyngklasse	1		2 og 3		4	
$R_{\bar{c}}$	ΔR	$L_{\text{opp.k.}}$	ΔR	$L_{\text{opp.k.}}$	ΔR	$L_{\text{opp.k.}}$
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 Forklaring til dimensjoneringsklasser

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

9.1 Prosjekteringstabell

For hver dimensjoneringsklasse er det gitt en prosjekteringstabell med geometrikrav. Unntaket er atkomstvegene, hvor det bare er gitt minimums- eller maksimumskrav.

Tabell 9.1 viser et eksempel på en prosjekteringstabell.

Tabell 9.1: Eksempel på prosjekteringstabell

	Horisontalkurveparametre							Vertikalkurveparametre					
	R _n	Nabokurve		Klotoid	Siktlengde			R _{v, hog}	R _{v, lav}	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
		Min	Maks		Min	Stopp	Δst					Forbi	Min
1)	200	200	150	110	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	225	225	180	120	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
Vegnormalstandard	250	250	400	125	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	275	250	550	130	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	300	250	1000	135	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	350	250		150	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	400	250		160	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	450	270		165	115	9	450	2800	1900	8,0	6,0	10	2
	500	270		180	125	10	450	3400	2100	8,0	6,0	10	2
	550	275		190	125	10	450	3400	2100	8,0	6,0	10	2
	600	280		200	125	10	450	3400	2100	8,0	6,0	10	2
	700	290		215	125	10	450	3400	2100	8,0	6,0	10	2
	800	290		220	125	11	450	3400	2100	7,5	6,6	10	2
	900	290		230	125	11	450	3400	2100	7,0	7,1	10	2
	1000	300		230	125	12	450	3400	2100	6,5	7,6	10	2
	1200	300		240	140	14	450	4000	2300	5,6	8,0	10	2
	1400	300		240	140	14	450	4000	2300	4,7	8,0	10	2
1600	300		240	140	14	450	4000	2300	3,7	8,0	10	2	
≥1750	300		240	140	14	450	4000	2300	3,0	8,0	10	2	

Prosjekteringstabellene er delt i to grupper for de fleste 2-feltsveger. Verdiene innen området Vegnormalstandard er skal-krav og fravik godkjennes av Vegdirektoratet. Det er gjort unntak for bruk av verdiene innen området merket 1). Disse kan brukes etter fraviksvedtak gjort av regionvegsjef.

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

Eksempel:

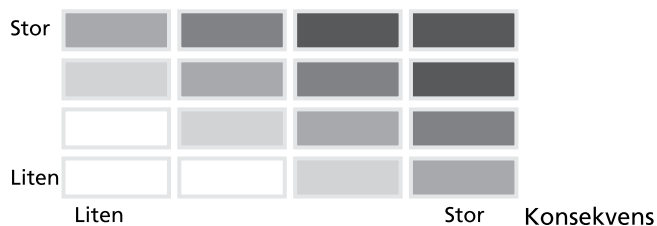
Minste horisontalkurveradius er 250 m som gir en minste høgbrekkskurveradius på 2 800 m. En horisontalkurveradius på 900 m krever høgbrekkskurveradius på 3 400 m.

9.1.1 Generelt

Risikoanalyser er en viktig del av trafikksikkerhetsarbeidet i Statens vegvesen. Analysene skal identifisere faremomenter som kan føre til ulykker, før vegen bygges eller utbedres.

Risiko vurderes ut fra sannsynlighet og konsekvens:

Sannsynlighet



Figur 9.1: Vurdering av risiko ut fra sannsynlighet og konsekvens

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

Det er lagt inn varierende fartstillegg og sikkerhetsfaktorer for friksjon for de ulike dimensjoneringsklassene. Dette fremgår av figur 9.2 og er omtalt i kapittel 2.13.

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

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

Figur 9.2: Fartstillegg og sikkerhetsfaktor for de ulike dimensjoneringsklassene

Sum fartsgrense og fartstillegg gir farten som er brukt ved beregning av minste horisontalkurveradius og tilhørende verdier for de øvrige kravene i prosjekterings-tabellene (uthevet linje i tabell 9.1).

Det er også forutsatt at bilførerene øker farten noe med bedring i vegstandard. Det er derfor lagt inn et fartsprofiltillegg som varierer mellom 0 og 10 km/t. Fartsprofiltillegget er 0 km/t for første linje i prosjekteringstabellen og økes til 10 km/t for nederste linje. Fartsprofiltillegget kommer i tillegg til fartstillegget som er definert i figur 9.2. Summen av fartsgrense, fartstillegg og fartsprofiltillegg gir den fart som brukes for beregning av de ulike kravene i prosjekteringstabellene. Verdiene for horisontalkurveradius nedover i tabellen forutsetter, at i tillegg til økt fart, er dimensjonerende sidefriksjon vesentlig redusert. For de nederst linjene er også e_{maks} redusert (se kapittel 2.8).

9.1.2 Horisontalkurveradius

Minste horisontalkurveradius i prosjekteringstabellene er beregnet ved hjelp av formelen:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 \cdot (e_{\max} + f_k)} \text{ [m]}$$

Ved beregning av minste horisontalkurveradius for de enkelte dimensjoneringsklasser er følgende lagt til grunn:

- fart (V) er fartsgrense pluss fartstillegg som varierer med dimensjoneringsklassen (se figur 9.2)
- sidefriksjon (f_k) fra tabell 2.6 med sikkerhetsfaktor for friksjon som varierer med dimensjoneringsklasse
- overhøyde (e_{\max}) lik 8 %

Utregnet minste horisontalkurveradius (R_{\min}) er noe avrundet.

Eksempel:

Dimensjoneringsklasse S2 i håndbok 017 Veg- og gateutforming (se tabell 9.1) har en minste horisontalkurveradius på 250 m for vegnormalstandard. Denne er beregnet med følgende inndata i formelen over:

$$\begin{aligned} V &= 80 \text{ (fartsgrense)} + 5 \text{ (fartstillegg)} = 85 \text{ km/t} \\ f_k &= 0,15 \text{ (tabell 2.6, sikkerhetsfaktor for friksjon lik 0,15 og fartsgrense 80 km/t)} \\ e_{\max} &= 0,08 \end{aligned}$$

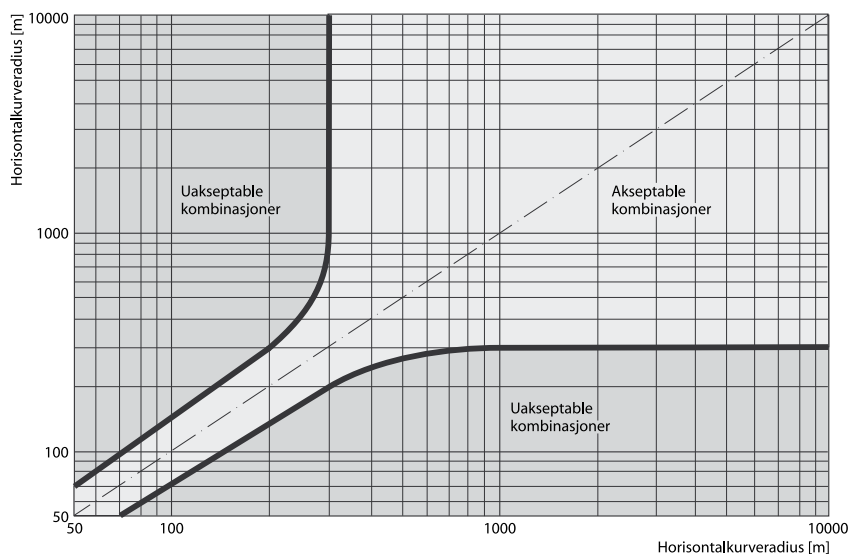
Dette gir $R_{\min} = 247 \text{ m}$, avrundet til 250 m.

Høyeste verdi for R_h i prosjekteringstabellen er 1750 m. Denne er basert på et fartsprofiltillegg på 10 km/t, og dermed $V = 80 + 5 + 10 = 95 \text{ km/t}$. I tillegg er overhøyden e_{\max} redusert til 3 % og f_k er redusert fra 0,15 til 0,01. Dette tilsier en vesentlig bedring av sikkerheten mot utforkjøring.

I området merket 1) i tabell 9.1 baseres kravene til horisontalkurveradius på at det anvendes høyere verdi for sidefriksjon enn det som er lagt til grunn ved beregning av minste horisontalkurveradius for vegnormalstandard. Krav til siktlengde og vertikalparametere i området merket 1) er identiske med minstekravene til vegnormalstandard.

9.1.3 Nabokurve

For å sikre jevn geometri stilles krav til nabokurver i horisontaltraseen. Disse kravene er basert på sammenhenger vist i figur 9.3. For sirkler med radius ≤ 300 m settes krav til nabokurver. Nabokurven til $R = 300$ m ligger i intervallet $R = 200$ m til $R = 1000$ m. For alle kurver med radius > 300 m er det ingen øvre grense for nabokurvens radius.



Figur 9.3: Krav til nabokurver

Dersom fellestangenten mellom de to sirkelkurvene i en S-kurve er kortere enn $2 \times$ fartsgrensen regnes ikke den korte rettlinjen som nabokurve. Sirkelkurvene bli da nabokurver.

Eksempel:

Fartsgrense 80 km/t. Når fellestangenten for sirkelkurvene i S-kurvekombinasjonen er kortere enn 160 m regnes ikke rettlinja som nabokurve til sirkelkurvene.

Nabokurve-kolonnene i tabell 9.1 viser minste og største tillatte radius på den kurven som kan knyttes sammen med den valgte horisontalkurven. Hvis det ikke er oppført noen nabokurveverdi, kan man bruke valgfri horisontalkurve over 1 000 m eller en rett linje.

Eksempel på bruk av tabell 9.1:

Hvis $R_h = 250$ m er utgangsverdien for horisontalkurveradien i tabell 9.1, vil maksimal nabokurve bli 400 m. Den minste mulige nabokurve blir 250 m fordi minste horisontalkurveradius er satt til 250 m. Neste maksimale nabokurve for $R_h = 400$ m vil bli en valgfri horisontalkurve over 1 000 m.

9.1.4 Klotoide

Klotoideparameteren er beregnet ved formelen:

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

Beregnet minste klotoideparameter avrundes til nærmeste 5-meters verdi.

9.1.5 Siktlengde

Stopp- og forbikjøringssikt er gitt i prosjekteringstabellene. For 1-feltsveger er møtesikt også gitt.

Stopsikt er beregnet ut i fra formelen:

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

I beregningene er stigningsgraden satt til 0. Δs i tabell 9.1 angir en korrigeringslengde ved maksimal stigning og fall. Det betyr at Δs trekkes fra eller legges til stopsikt avhengig av om vegen stiger eller faller. Mellom ytterverdiene interpoleres det lineært.

For veger med midtrekkverk vil ikke stoppsiktkravene i venstrekurver med liten radius være tilfredsstillende for beregningsmessig objekthøyde lik 0,25 m.

Eksempel: For dimensjoneringsklasse S5 vil sikt fra et kjøretøy 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.

Det er valgt å akseptere at kravet til stoppsikt ikke er innfridd i håndbok 017 Veg- og gateutforming når det gjelder midtrekkverk. Dette fordi føreren vil kunne se forankjørende biler over midtrekkverket, og vil kunne bedømme om disse er i bevegelse. For veger med midtrekkverk vil også sannsynligheten for objekter i kjørebanelen være mindre enn for veger uten midtrekkverk.

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

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

For fartsgrense < 80 km/t er ikke forbikjøringssikt oppgitt. Grunnen er at veger 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.

For veger med midtrekkverk er forbikjøringssikt naturlig nok ikke en relevant problemstilling.

9.1.6 Vertikalkurveradius

Minste vertikalkurveradius for høgbrekk og lavbrekk er oppgitt i prosjekteringstabellene. Kravene er beregnet ut i fra formlene under:

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

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

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

Utregnede verdier for minste vertikalkurveradius er avrundet til nærmeste 100-meters verdi.

9.1.7 Overhøyde

Oppgitte verdier for overhøyde er hentet fra figur 2.8 og figur 2.9.

Radien der takfall kan benyttes framgår av fotnote til prosjekteringstabellene.

9.1.8 Stigning

Maksimal stigning (s) er gitt i prosjekteringstabellene. Overhøyden (e) og maksimalt resulterende fall (s_r) er styrende for tillatt stigning for de minste horisontalkurveradiene. Dette bestemmes ut i fra følgende formel:

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

9.1.9 Resulterende fall

Resulterende fall er beskrevet i kapittel 7. Krav til resulterende fall er gitt i prosjekteringstabellene.

9.2 Dimensjoneringsklassene – supplerende krav

Kravene gitt i prosjekteringstabellene gjelder for fri vegstrekning. I tillegg er en del krav for hver dimensjoneringsklasse beskrevet verbalt. Noen av disse er nevnt nedenfor.

9.2.1 Linjeføring i kryss og avkjørsler

Stamveger og hovedveger

Av hensyn til sikkerhet og framkommelighet settes det for stamveger og hovedveger strengere krav til horisontal- og vertikargeometrien gjennom T- og X-kryss og områder med avkjørsler enn de kravene som gjelder vegen for øvrig.

Maksimal overhøyde og stigning 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.

Minste horisontalkurveradius i T- og X-kryss er regnet ut ved bruk av formelen i kapittel 9.1.2 der maksimal overhøyde er satt til 6 % og f_k er halvert i forhold til på fri vegstrekning. Kravene til minste horisontalkurveradius i X- og T-kryss er beregnet for samme fart som minste horisontalkurveradius på fri vegstrekning. 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.

Kravene til vertikalkurveradius er regnet ut ved hjelp av formlene i kapittel 9.1.6. Det er lagt til grunn en beregningsmessig objekthøyde lik 0 meter for kryss og 0,1 m for avkjørsler.

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

Samle- og atkomstveger

For samleveger er det i kryssområder et noe skjerpet krav til horisontalkurveradius og overhøyde. Øvrige geometrikrav i kryssområder er som for vegen for øvrig.

9.2.2 Andre forhold

Dimensjoneringsklassene har en rekke tilleggskrav som ikke påvirker linjeføringskravene direkte. Dette gjelder blant annet:

- forbikjøringsmuligheter
- løsninger for gående og syklende
- kollektivanlegg
- belysning
- sideområde
- dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte
- fri høyde

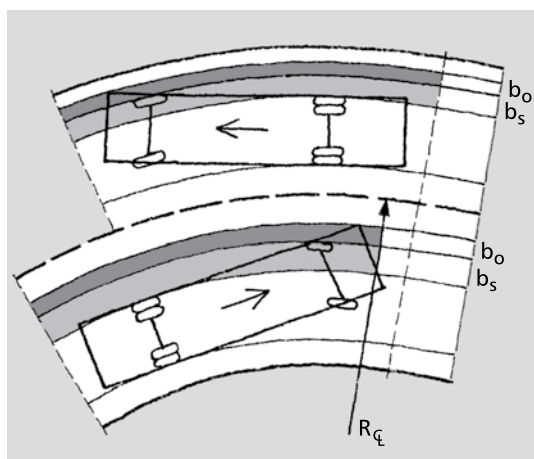
Disse er ikke behandlet i denne veiledningen.

10 Tverrprofil

10.1 Breddeutvidelse

Ved kjøring i kurver vil et kjøretøy trenge mer plass enn på rettlinjert veg. Dette skyldes at sporingbredden øker, samtidig som deler av kjøretøyet vil henge utover hjulene. Derfor økes kjørefeltbredden noe i kurver. Utvidelse er spesielt viktig i krappe kurver og kryss.

Breddeøkningen for en 2-feltsveg er vist i figur 10.1.



Figur 10.1: Prinsippkisse for breddeutvidelse for en 2-feltsveg

Kjørefeltene betraktes hver for seg.

Springstillegget er ulikt for de to feltene, fordi feltene har ulik radius. Dette betyr lite ved store kurveradier, men har betydning i krappe kurver (spesielt i kryssområder).

Hvordan springstillegget (b_o) varierer med horisontalkurveradius og dimensjonerende kjøretøy er vist i tabell 2.8. Tabell 2.9 viser økt breddebehov på grunn av overheng (b_o) ved kjøring i ulike horisontalkurver.

I kryssområder og i spesielt krappe kurver 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

- sporingstillegget i ytre kjørefelt
- sporingstillegget i indre kjørefelt
- overhenget i indre kjørefelt
- overhenget i ytre kjørefelt

Breddeutvidelsen er avhengig av dimensjonerende kjøretøy og horisontalkurveradius. Nødvendig breddeutvidelse for fri veggstrekning på 2-felts veg er gitt i tabell 10.1.

Tabell 10.1: Breddeutvidelse [m] for 2-felts veger avhengig av kurveradius

		Horisontalkurvatur [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 10.1 er basert på formelen:

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

der

- b_s = økning i sporingsbredde
- b_o = økning på grunn av 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 10.1, finnes ved lineær interpolasjon.
- Ved kjørefeltbredde $> 3,25$ m reduseres kravene i tabell 10.1 med økningen i kjørefeltbredde utover $3,25$ m. (Eksemel: kjørefeltbredde $2 \times 3,5$ m gir reduksjon på $0,5$ m).
- Avlest eller interpolert verdi for breddeutvidelse i tabell 10.1 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 veger gis halv breddeutvidelse i forhold til 2-felts veger.
- 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 10.1 angir nødvendig breddeutvidelse i kurver på fri vegstrekning med kurveradius over 40 m. I kryss og slyng hvor kurveradiene er under 40 m, må en beregne breddebehovet på en annen måte. Ved krappe kurver i kryssområder 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.

11 Utbedring av eksisterende veg

11.1 Når er utbedring aktuelt?

For lavtrafikkerte veger (ÅDT < 4000 i prognoseåret) er det i håndbok 017 Veg- og gateutforming beskrevet to alternative standarder:

- vegnormalstandard i del C
- utbedringsstandard i del D

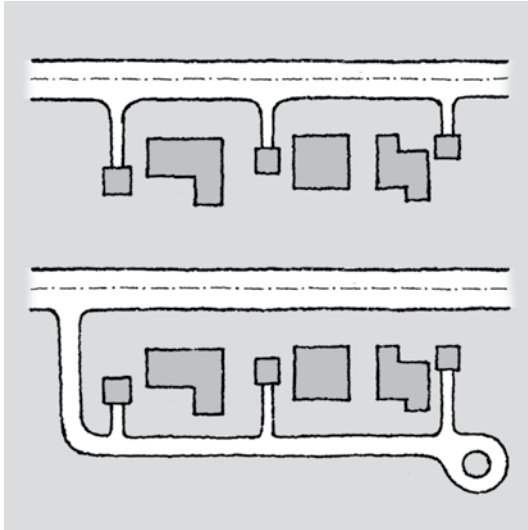
For veger med ÅDT > 4 000 skal kravene til vegnormalstandard gitt i del C tilfredstilles.

En overordnet plan skal avklare utviklingsstrategien for en vegrute. Gjennom slike planer blir det besluttet hvilke strekninger som skal utbedres og hvor man skal bygge ny veg. Det er viktig at det ikke oppstår for store standardsprang langs en vegrute.

Utbedring er aktuelt på strekninger hvor det ikke er nødvendig med store omlegginger av traseen, slik at man kan bygge videre på den kapital som allerede ligger i den eksisterende vegen.

Ved denne type planlegging må man vurdere kravene mer fleksibelt enn ved bygging av ny veg. Det gjelder krav til tverrprofil, horisontalkurvatur, vertikalkurvatur, stigning og kryssutforming. Dette krever at man har solid fagkunnskap. Man må gjennom hele planleggings- og utbyggingsprosessen vurdere konsekvensene av minimumsløsningene, og eventuelt kompensere med avbøtende tiltak. Ensidig utvidelse av vegbredden som eneste tiltak for en veg med krappe kurver og bratte stigninger, kan gi høyere fart og flere ulykker. Men dette kan i noen grad kompenseres ved forbedring av sikt og god utforming av grøfter og sideterreng. Rydding av skog og kratt langs en vegrute vil gi bedre siktforhold og høyere sikkerhet.

Utbedring av eksisterende veg må vurderes som ett av trinnene i en gradvis utvikling mot fullgod standard. Ved en slik trinnvis utvikling må man også vurdere avkjørselsproblematikken. Stamveger og andre hovedveger bør ikke ha for mange avkjørsler. Bygging av lokalvegnett kan gjøre det mulig å snu atkomst og avlaste hovedvegen for helt lokal trafikk. Dette vil gi et sikrere og bedre vegtilbud.



Figur 11.1: Nytt lokalt vegnett

11.2 Krav til utbedringsstandard for veger med ÅDT < 4 000

Følgende krav gjelder:

- Stamveger skal utbedres til vegbredde 8,5 m. Når kriteriene for kostbart og/eller sårbart terreng er overskredet bør vegbredden reduseres til 7,5 m. Andre hovedveger skal utbedres til vegbredde 6,5 m.
- Horisontalkurvatur med radius under 150 meter skal rettes ut. Det er viktig å tilstrebe god harmoni i kurvaturen.
- Vertikalkurvaturen bør i størst mulig grad tilpasses eksisterende veg, men stoppsiktkravene må tilfredstilles.
- Det kan tillates passeringslommer i stedet for kanalisering av kryss.

12 Overgang mellom tunnel og veg

12.1 Vegtunneler

Tunneler er et vanlig element på vegnettet og blir som oftest anlagt på følgende steder:

- i sidebratt terreng hvor veg i dagen er umulig å anlegge eller hvor rasfaren (snø eller stein/jord) er stor
- ved kryssing av fjorder og sund
- ved kryssing av fjell
- i bymessige strøk hvor veg i dagen ikke er hensiktsmessig av hensyn til arealutnyttelsen

Tunneler har som regel høyere bygge- og driftskostnader enn tilsvarende lengde med veger eller gater i dagen. Under planlegging forsøker en derfor å redusere lengden på tunnelene 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 tunneler framgår av håndbok 021 Vegtunneler. Krav til utforming av veger og gater i dagen framgår av håndbok 017 Veg- og gateutforming. En godt utformet og trafiksikker 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.

12.2 Overgang mellom tunnel og veg i dagen

Det er dokumentert at tunneler totalt sett er mer trafiksikre enn sammenlignbare strekninger i dagen. Men det er unormalt mange ulykker nær tunnelåpningene.

Mange trafikanter blir usikre når de kjører inn i/ut av tunneler. Man bør legge til rette for at trafikanter kan stoppe før innkjøring i tunnelen. Dette kan gjøres ved å anlegge stopplommer. Disse bør plasseres 40-100 m fra tunnelåpningen.

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

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

Linjeføring og siktforhold

Tunnelportaler ligger ofte i utfordrende terreng med vanskelige klima- og lysforhold. Dette gjør at man må legge ekstra vekt på vegens linjeføring fram til og inn i tunnelen. Minimumskurvatur både i vertikal- og horisontalplanet bør unngås. Det er viktig å få en god optisk ledning.

Klimatiske forhold

Spesielt på vinterstid kan det bli glatt på grunn av variasjon i temperaturen inne i tunnelen og utenfor. Temperaturer under frysepunktet kan gi glatt vegbane utenfor tunnelen og i tunnelmunningene, mens det inne i tunnelen vil være bar veg.

Motsatt situasjon kan oppstå på seinvinteren. Soloppvarmingen har smeltet snø og is utenfor tunnelen, mens det kan være kuldegrader og is i tunnelmunningen eller inne i overbygg for snøskred.

Lysforhold

Lysforholdene kan være svært forskjellige inne i tunnelen og utenfor. Ved innkjøring i tunnelen trenger øynene tid til å venne seg til lavere lysnivå.

I andre situasjoner kan lav sol blende føreren når han kommer ut av tunnelen.

Ras og nedfall av snø/is og jord/stein

Registreringer har vist at en stor del av stein- og israsene skjer ved tunnelmunningene. Dette skyldes at tunneler ofte blir lagt på steder med sidebratt terreng og også i nærheten av dalsøkk. På slike steder vil det alltid være vannsig som kan utløse mindre ras, samt isdannelse om vinteren.

Man må derfor avsette nok areal mellom fjellskjæring og veg (grøftebredde) slik at is- og steinras ikke kommer inn på vegbanen. Veggrøftene må også utformes slik at sig eller sprut av vann fra skjæringene holdes unna vegen.

Tunnelportalene må utformes slik at vann, is- og steinras ikke treffer kjørebanelen.

Risikoen for at føreren skal kjøre på tunnelportalen

Tunnelportaler utformes med tanke på å ivareta trafiksikkerheten. For å unngå påkjørsel bør det settes opp rekkverk i tilstrekkelig lengde foran portalen og et stykke inn i tunnelen.

13 Overgang mellom bru og veg

13.1 Linjeføring for bruer

Grovt forenklet kan bruene deles inn i tre kategorier:

- Mindre bruer som må innordne seg tilstøtende vegs linjeføring.
- Mellomstore bruer som delvis må innordne seg vegens linjeføring.
- Store bruer der linjeføringen på tilstøtende veg må tilpasses det mest egnede brustedet.

Mindre bruer kan være for eksempel kulverter, platebruer og bruer i planskilte kryss. For disse kan tilleggskostnadene for bruer på grunn av vanskelig veggeometri, store skjevheter etc. være underordnet hensynet til vegnettet rundt. På samme måte er bruestetikken underordnet vegens plassering i landskapet. Estetisk uheldige kombinasjoner av vertikalkurvatur og horisontalkurvatur må imidlertid unngås. Dette gjelder spesielt bruer som er synlig for mange og fra mange kanter. Brua bør oppleves som en del av vegen, og bruas geometri kan i større grad enn for store bruer tilpasses tilstøtende vegeg.

For mellomstore bruer kan deler av konstruksjonen være låst som for eksempel skjevheter, søyleplassering, krav til fri høyde under brua og liknende. En symmetrisk bru over en motorveg vil for eksempel ta seg bedre ut enn en asymmetrisk. For å oppnå symmetri må kanskje vertikalkurvaturen bearbeides noe uten at det går ut over tilstøtende vegs plassering i landskapet.

Store bruer er dominerende elementer og bør ha en ryddig linjeføring for å sikre god estetikk. Det kan være økonomisk gunstig å finne fram til den veglinjen som gir de korteste spennviddene, men dette samsvarer ikke alltid med god estetikk. Heller ikke med den linjen som gir de laveste totalkostnader når fundamenteringsforholdene er tatt med i betraktning. For større bruer vil det ofte være økonomisk gunstig å finne den plasseringen som gir korteste bruspen. Dette betyr ofte kryssinger tilnærmet normalt på elver og sund. Vegen inn mot brua må da tilpasses bruas plassering og linjeføring. For monumentale og severdige bruer kan vegen inn mot brua gjerne legges slik at føreren kan betrakte konstruksjonen før den passerer.

Linjeføringen inn mot brua styrer i hvor stor grad trafikantene får se den. Med rettstrekninger vil brua bli anonym. Med tilstrekkelig kurve kan trafikantene se brua fra siden før den passerer. Bruer på rettstrekning kan gjøres synlig ved at det velges brutype med bærende konstruksjoner over kjørebanelen. Ikke alle brutyper er egnet for å legges i horisontalkurver. Dette gjelder for eksempel hengebruer der hovedspennet må være rett.

For å få god sikt i områdene inntil og over brua er det stilt krav om at minste horisontalkurveradius økes med 50 %. Blant annet kan brurekkverk som er høyere enn vanlig vegrekkverk påvirke siktforholdene. Økningen skal også kompensere for økt risiko for tap av veggrep ved at bru og veg har ulik varmekapasitet som kan føre til is på brua mens vegen fortsatt er fuktig. Sidevind er dessuten vanligvis sterkere på ei bru enn vegen for øvrig.

Bruer kan ha utsyn som reduserer bilførerens oppmerksomhet. Det anbefales derfor at minsteradius i høgbrekk på bruer bør økes med 50 %. I tillegg bør en unngå å benytte maksimal stigning.

Vertikalkurvaturen er ofte styrt av tekniske forutsetninger som stigningsforhold for kjørebanelen og krav til for eksempel seilingsløp under brua. Med en markant vertikalkurvatur bør horisontalkurvaturen være beskjedent. Resulterende fall for lengde- og tverrfall bør ikke overstige 8 % av hensyn til utstøping av betongdekker og faren for siging. Allerede ved 3 % må det tas forholdsregler for å unngå problemet.

Ved tverrfallsendringer inne på brua vil bruas kantbjelke med rekkverk kunne få estetisk uheldig vertikalkurvatur (knekkpunkter) hvis minimumskravene til overgangslengder følges. Tverrfall er beskrevet i kapittel 4. Hvis det er vanskelig å oppnå dette, bør overgangslengdene økes vesentlig utover minimumskravene, men ikke mer enn at tilstrekkelig vannavrenning er sikret. En bør også myke opp kurven visuelt 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.

Ved breddeutvidelser inne på bruer fås samme uheldige visuelle effekt vertikalt for kantbjelken som ved tverrfallsendringer omtalt over. 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 avrunding av linjens knekkpunkt. Det enkleste er likevel å unngå breddeutvidelser inne på bruer.

Kostnader kan reduseres ved å legge vegen på fylling og korte ned brulengden. Dette er imidlertid ofte ugunstig estetisk sett og bør kompenseres med avbøtende tiltak som for eksempel terrengutforming og beplantning.

Strøm og bølger kan være vanskelig å håndtere ved dimensjonering av pilarene. Det er også tegn som tyder på at klimaet er i ferd med å bli mer ekstremt med større nedbørsintensitet og hyppigere og større bølger. Man må ta hensyn til dette når nye veglinjer skal plasseres i terrenget.

13.2 Tverrprofil for bruer

Valg av tverrprofil for bruer skal ta utgangspunkt i tverrprofil på tilstøtende vegnett.

Tverrprofilen skal gi nødvendig plass for spesialkjøretøy å bevege seg langs brua i forbindelse med inspeksjon, drift og vedlikehold, samtidig som trafikken flyter mest mulig uhindret. Videre skal framkommelighet ved trafikkuhell sikres. Kjøretøy må ha mulighet til å passere et havarert kjøretøy.

Breddekravene skal også kompensere for bruens manglende mulighet for trafikantene i en krisesituasjon å bevege seg utenfor rekkverket slik det er mulig langs en veg. I tillegg er bruene svært kostbare å utvide senere sammenlignet med veg.

Normalt øker sporslitasjen når fri bredde mellom rekkverk reduseres. Også dette forholdet bygger opp under kravet om at fri bredde på bru må være minst like stor som på tilstøtende veg. Det kan ikke tillates større risiko for vannplaning på bru enn på veg.

For overgangsruer og ruer over bebyggelse er det stilt krav om minimum skulderbredde av hensyn til vinterdriften og behov for ekstra oppleggsplass for snø. Kravet gjelder ikke på sider med fortau eller gang- og sykkelbane. Bredden bør være slik at man kan drifte brua med standard utstyr. På motorveger skal gang- og sykkelvegssystemet være atskilt, det vil si følge en annen trasè. Det betyr at motorvegbruer normalt er uten gang- og sykkelveg.

For brutyper der gang- og sykkelveg forutsettes brukt som en viktig del av inspeksjons- og vedlikeholdsopplegget, for eksempel ved at spesialkjøretøy for bruinspeksjon må benytte arealet, må fri bredde mellom rekkverk vurderes spesielt. For at barnevogner, rullestoler og syklende skal kunne passere må fri bredde mellom rekkverk økes til minimum 3,25 m.

Egne ruer på gang- og sykkelvegnettet skal ha minste avstand mellom rekkverkene på 3 m.

Detaljerte krav til utforming av ruer og andre bærende konstruksjoner er gitt i håndbok 185 Prosjekteringsregler for ruer og håndbok 231 Rekkverk. Håndbok 164 Utforming av ruer omtaler blant annet bruas forhold til omgivelsene samt geometri på bru og tilstøtende veg.

14 Linjeføring, estetikk og optisk føring

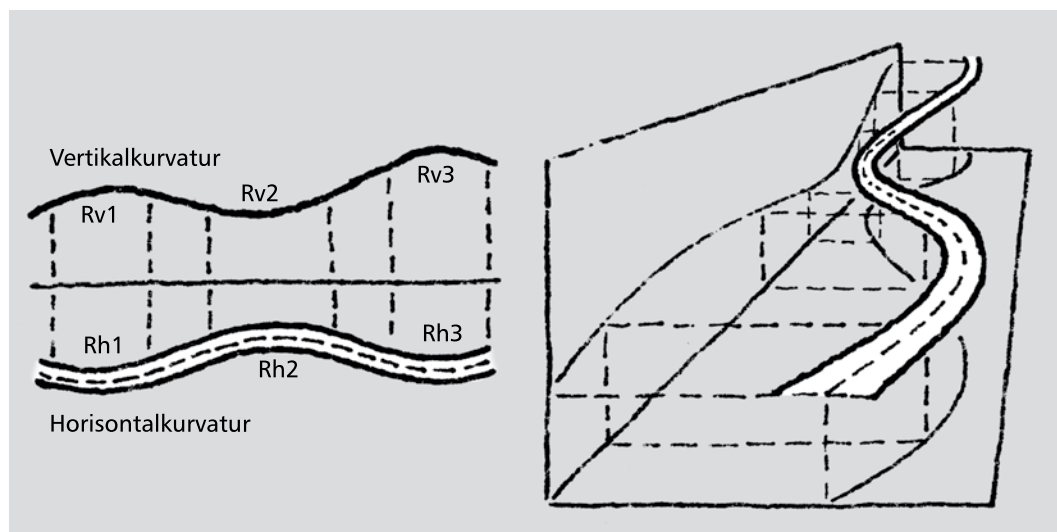
14.1 Veggeometri og optisk føring

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 tverrprofilet. 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.

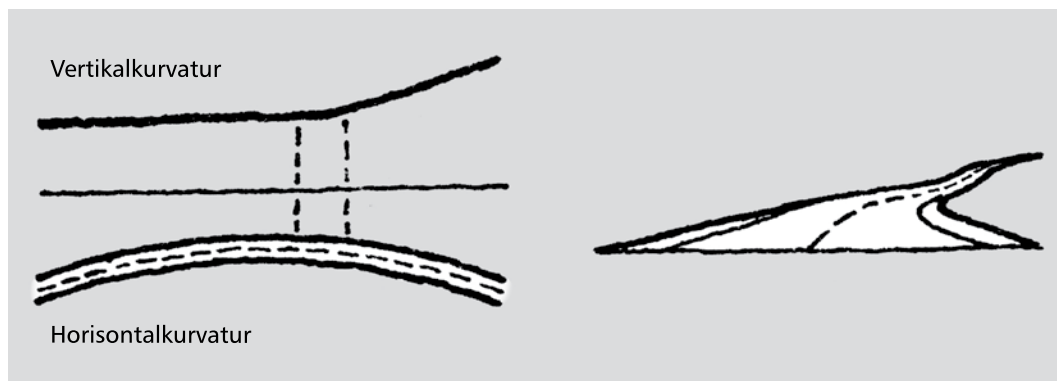
14.2 Romkurvatur

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



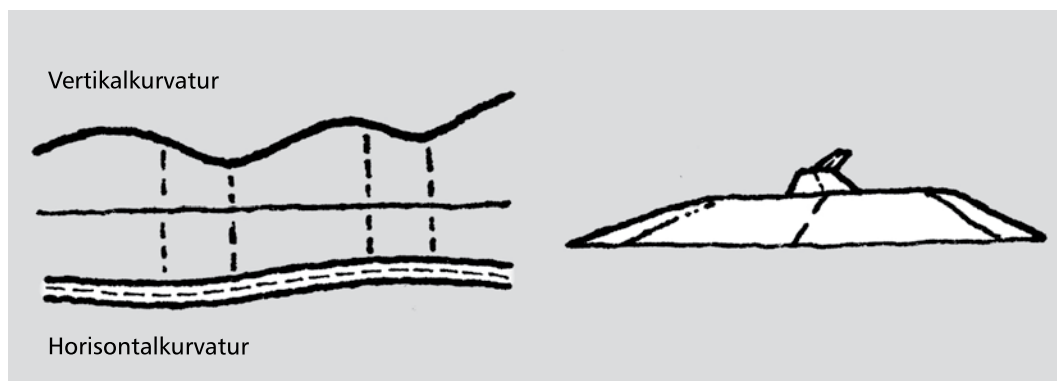
Figur 14.1: Når horisontal- og vertikalkurvepunktene faller sammen oppnås en jevn romkurvatur

Figur 14.2 og 14.3 viser kurvekombinasjoner som bør unngås



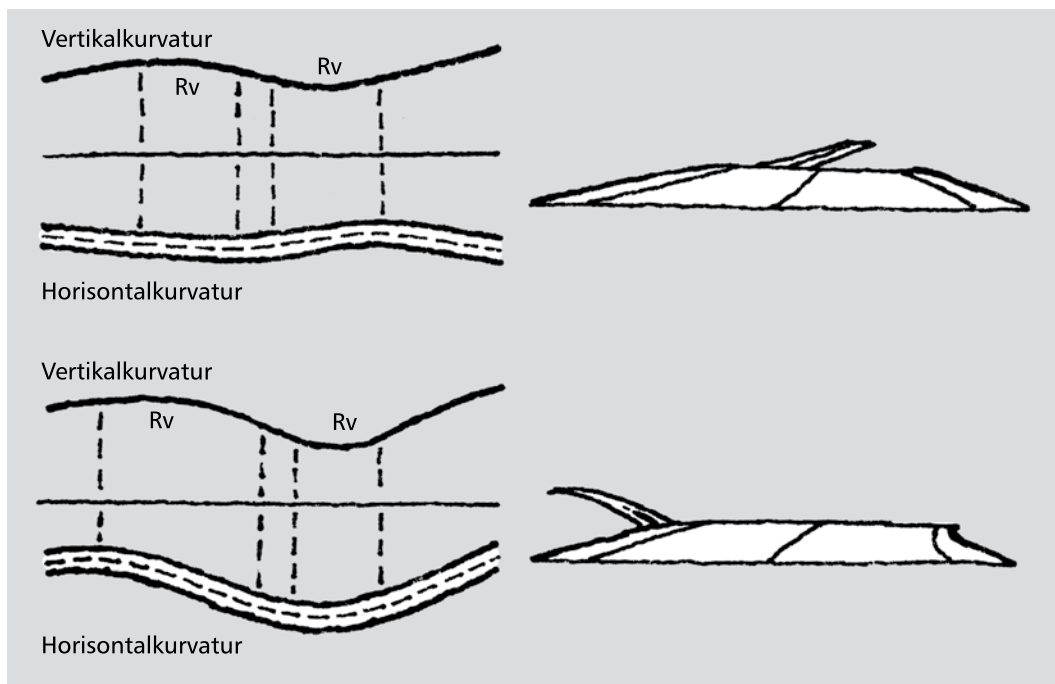
Figur 14.2: Kurvekombinasjon som bør unngås, eksempel 1

Figur 14.2 viser at en kort vertikalkurve i en lang horisontalkurve gir en skjemmende uregelmessighet i linjeføringen. Horisontalkurven framtrer ikke som sammenhengende.



Figur 14.3: Kurvekombinasjon som bør unngås, eksempel 2

Figur 14.3 viser krapp vertikalkurvatur i kombinasjon med slak horisontalkurvatur. Hvis endringene i vertikalplanet er store, vil trafikantene se vegen stykkevis. Dette kan gi trafikkfarlige situasjoner.

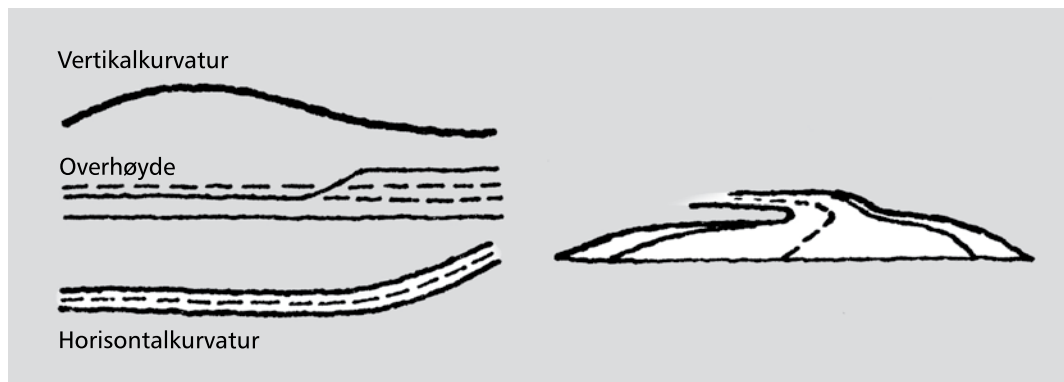


Figur 14.4: Linjeføring som gir sprang i perspektivet

14.2.1 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 skjemmende 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 spesielt være oppmerksom på kurver med korte klotoider hvor overhøydeoppbyggingen skjer over en relativt kort lengde.

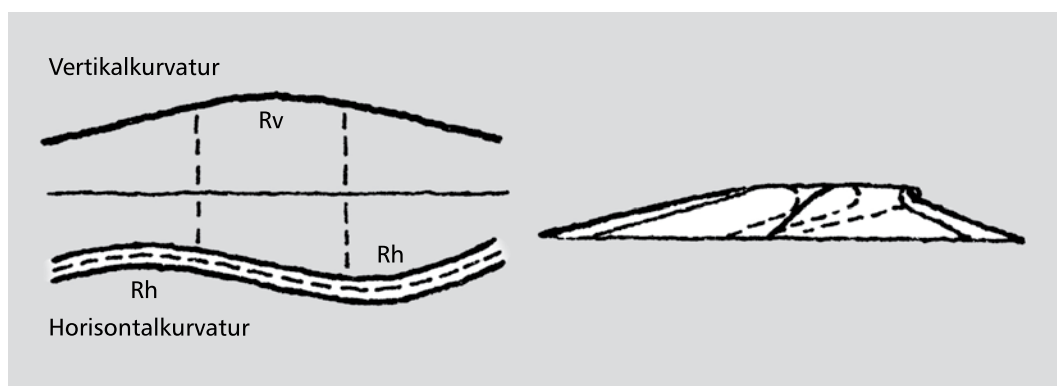


Figur 14.5: Overhøydeoppbygging som vil kunne gi et skjemmende inntrykk

14.2.2 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 14.1.

Figur 14.6 viser en spesielt uheldig optisk føring. Her er overgangen mellom motsatt rettede horisontalkurver lagt i et høgbrekk.



Figur 14.6: Høgbrekk i overgangen mellom motsatt rettede horisontalkurver bør unngås

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

Skilting, oppmerking, plasser og tilstøtende byggverk har også betydning for den totale optiske føringen.

15 Forbikjøring

15.1 Generelt

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.

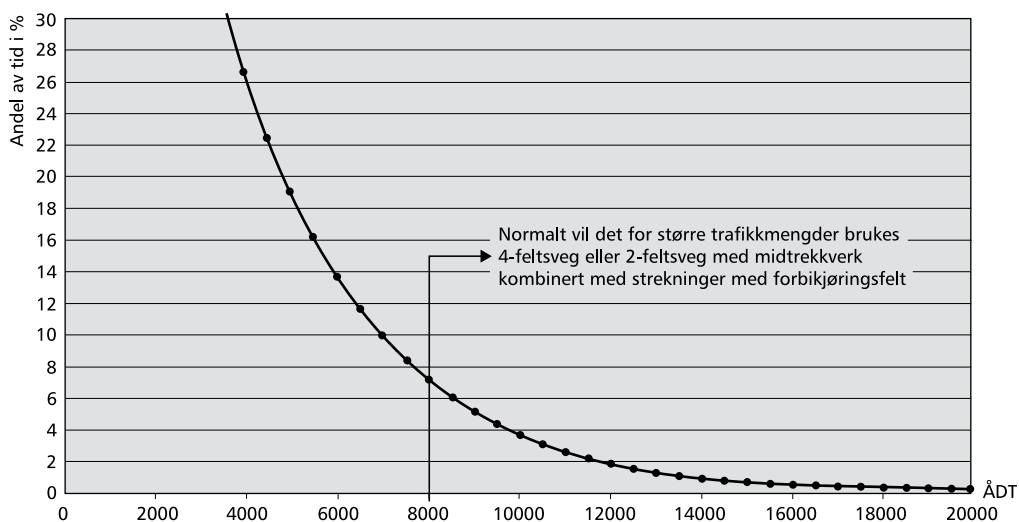
Forbikjøringsulykkene utgjør ca. 4 % av alle personskadeulykker på landeveg. Av alvorlige ulykker utgjør forbikjøringsulykkene en litt større andel. Analyser peker i retning av at strekninger med forbikjøringsfelt har bedre sikkerhetsstandard enn strekninger med bare to felt. Forbikjøringsfelt i stigning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

Gode forbikjøringsmuligheter gjør at bilføreren selv kan velge farten på en større del av reisen, fremfor å bli tvunget til å holde samme fart som bilen foran. Dette kan føre til en mer avslappet kjørestil, noe som vil være positivt for trafikksikkerheten. På den andre siden vil det være en fare for at farten øker, noe som kan gi flere og mer alvorlige ulykker.

15.2 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 eksponential fordeling.



Figur 15.1: Tidsluker som muliggjør forbikjøring som funksjon av ÅDT

Figur 15.1 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 stamveger og andre hovedveger er gitt i tabell 15.1.

Tabell 15.1: Krav til forbikjøringsmuligheter (i hver kjøreretning)

ÅDT 0 - 4 000	Minst 1 mulighet pr. 5 km veg
ÅDT 4 000 - 8 000	Minst 1 mulighet pr. 5 km og i tillegg minst ett forbikjøringsfelt pr. 10 km veg
ÅDT 8 000 - 12 000	Minst 3 forbikjøringsfelt pr. 10 km veg

Tabellen viser at det for ÅDT 0 – 4 000 minst skal være én mulighet til forbikjøring pr. 5 km veg i hver retning. Med muligheter menes antall strekninger som minst oppfyller kravet til forbikjøringssikt. Forbikjøringsmuligheten kan være helt eller delvis sammenfallende for begge kjøreretninger.

I ÅDT-intervallet 4 000 – 8 000 skal mulighetene til forbikjøring etableres i en kombinasjon mellom bruk av motgående kjørefelt og egne forbikjøringsfelt. Krav til forbikjøring i dette intervallet er sammenfallende med kravet for ÅDT 0 – 4 000, men i tillegg skal det etableres minst én strekning med eget forbikjøringsfelt i hver retning pr. 10 km veg.

I ÅDT-intervallet 8 000 - 12 000 der 2-feltsveg med midtrekkverk er lagt til grunn, sikres forbikjøringsmuligheter ved egne forbikjøringsfelt. Det bør være minst tre forbikjøringsfelt med lengde minst 1 km i hver retning pr. 10 km. Alternativt to felt i hver retning, hvert med minimum lengde 1,5 km.

I kupert terreng kan krav til forbikjøringssikt føre til store anleggskostnader. Egne forbikjøringsfelt kan da være et gunstig alternativ til forbikjøring ved bruk av motgående kjørefelt for alle ÅDT-intervall. Dette bør vurderes. Veglinjen kan dermed føyes bedre inn i terrenget. Dersom det ikke er tilfredstillende forbikjøringssikt skal det bygges minst ett forbikjøringsfelt i hver retning per 10 km for ÅDT < 4 000 og to for ÅDT 4 000 - 8 000. Forbikjøringsfelt kan med fordel legges i stigninger (se kapittel 15.3).

15.3 Forbikjøringsfelt i stigning

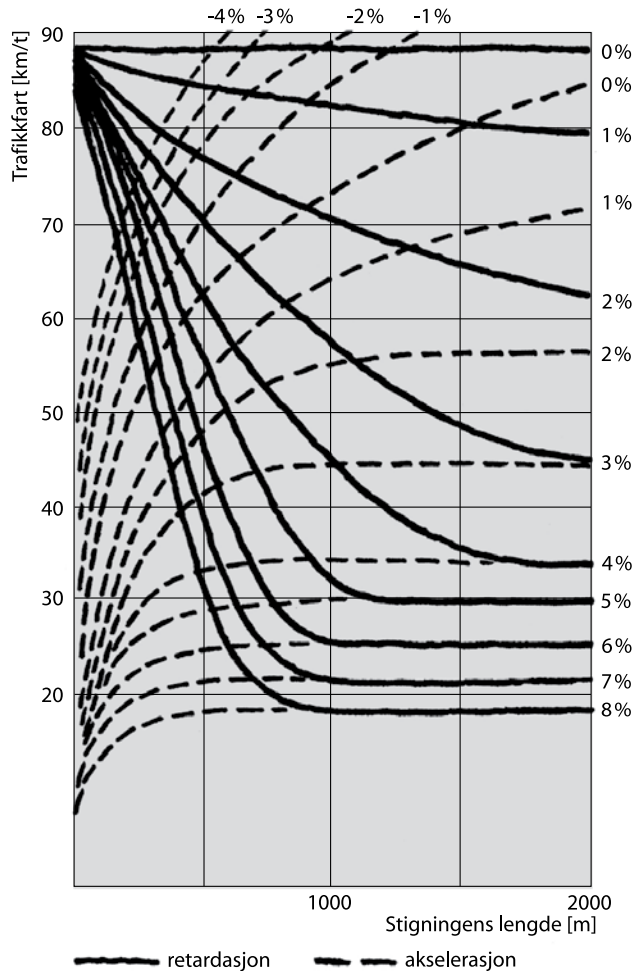
Forbikjøringsfelt i stigning bør anlegges når følgende to kriterier er oppfylt:

- ÅDT > 4 000
- stigningen er så lang og bratt at fartsdifferanse mellom tunge og lette biler blir større enn dimensjonerende fartsdifferanse (V_d)

Den kritiske eller dimensjonerende fartsdifferanse, V_d , som legges til grunn for detaljplanleggingen av forbikjøringsfelt settes til:

- $V_d = 15$ km/t, på vegstrekninger hvor ÅDT tunge kjøretøy er > 400
- $V_d = 20$ km/t, på vegstrekninger hvor ÅDT tunge kjøretøy er < 400

Forbikjøringsfeltet skal senest starte der fartsreduksjonen for et tungt kjøretøy er lik dimensjonerende (kritisk) fartsdifferanse. Videre skal forbikjøringsfeltet slutte der det tunge kjøretøyet oppnår dimensjonerende fartsdifferanse igjen. Figur 15.2 gir grunnlag for å bedømme hvor feltet skal starte og slutte (et eksempel i kapittel 15.4 forklarer bruken av figuren).



Figur 15.2: Tunge kjøretøys fart i stigning

Hvis stigningsendringen er liten, regnes stigningens lengde fram til vertikalvinkelpunktet. Ved større verdier av stigningsendringen (s_d), for eksempel $s_d > 8\%$, bør bare $\frac{1}{4}$ av vertikalkurven regnes å tilhøre stigningen. Forbikjøringsfeltet sløyfes hvis beregnet lengde blir mindre enn 2-300 m.

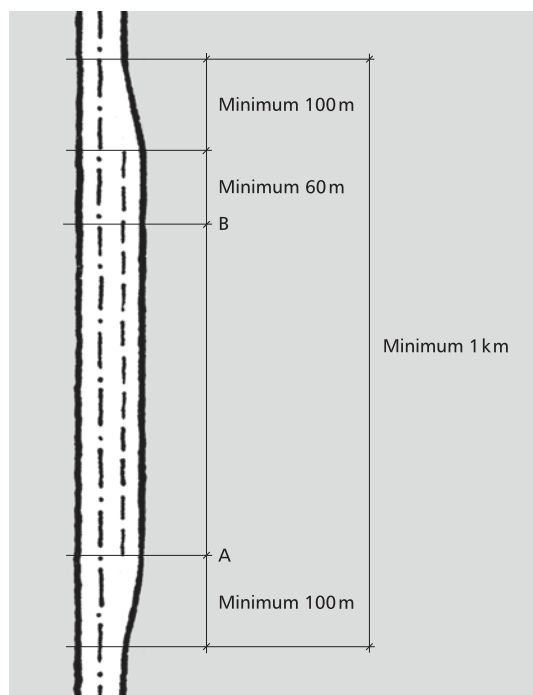
Kritisk stigningslengde er den veglengde en tung bil tilbakelegger før fartsdifferansen når sin kritiske (dimensjonerende) verdi.

15.4 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 overgangssoner på 100 m, se figur 15.3.

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 S5 (i figur C.7 eller figur C.8) i håndbok 017 Veg- og gateutforming.

Forbikjøringsfelt i stigning skal ha full bredde senest i det punkt hvor dimensjonerende fartsdifferanse er nådd (punkt A i figur 15.3). Teoretisk slutter forbikjøringsfeltet på det punkt hvor fartsdifferansen mellom lette og tunge kjøretøy faller under grenseverdien (punkt B i figur 15.3). Feltet skal imidlertid fortsette minimum 60 m fra dette punktet før innsnevring begynner. Ved feltets avslutning må siktforholdene være slik at en oppnår en sikker fletting av trafikken.

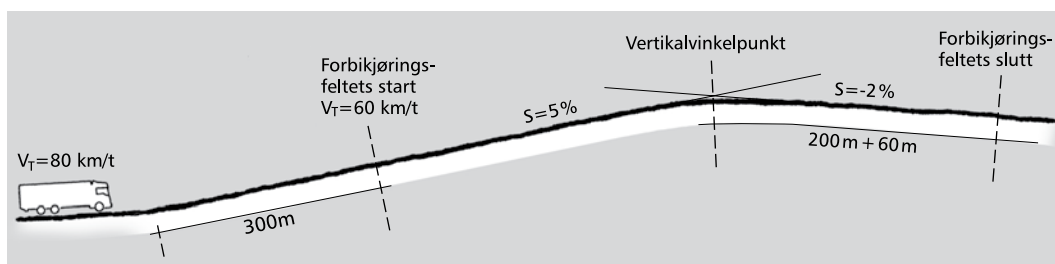


Figur 15.3: Utforming av forbikjøringsfelt

For $\text{ÅDT} < 8\,000$ bygges forbikjøringsfelt normalt uten midtrekkverk.

Eksempel:

Et tungt kjøretøy har en fart på $V_T = 80$ km/t ved foten av en motbakke med 5 % stigning. Dersom stigningens lengde leses av ved henholdsvis 80 km/t og 60 km/t ($V_T - V_d = 80 - 20$ km/t) i figur 15.2 ($s = 5\%$), får man lengde på henholdsvis 150 og 450 m. Differansen mellom disse er 300 m (450-150 m). Det betyr at det vil være nødvendig med et forbikjøringsfelt med full bredde etter 300 m i stigningen (punkt A i figur 15.3).



Figur 15.4: Eksempel, forbikjøringsfelt i stigning

Forbikjøringsfeltet skal føres frem til det tunge kjøretøyet får opp farten til dimensjonerende verdi igjen ($V_T = 60$ km/t). Denne lengden finnes også ved å benytte figur 15.2. Laveste fart for et tungt kjøretøy som kjører i en stigning på 5 % er 30 km/t (lest fra figur 15.2). Det tas utgangspunkt i at forbikjøringsfeltet er så langt at laveste fart på det tunge kjøretøyet oppnås. Stigningen etterfølges av en strekning med fall på 2 %. Dette tilsier at stigningens lengde regnes fram til vertikalvinkelpunktet. For akselerasjonslinjen -2 % i figur 5.2 leses det av for 30 km/t og 60 km/t, dette gir stigningslengder på henholdsvis 0 og 200 m. Det betyr at differansen mellom disse er 200 m. Altså må forbikjøringsfeltet strekkes 200 m forbi vertikalvinkelpunktet. I tillegg skal feltet føres 60 m før overgangssonen begynner (se figur 15.3).

15.5 Forbislippslomme

Det kan være aktuelt å anlegge lommer hvor kjøretøy kan kjøre ut for å slippe fram bakenforliggende trafikk; for eksempel ved ferjekaier eller foran/etter stigninger hvor det ikke er bygd forbikjøringsfelt.

Forbislippslommer må sees i sammenheng med etablering av stopplommer.



Statens vegvesen

Håndbøker bestilles fra:

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Bok 8142 dep.
0033 Oslo

Tlf. 22 07 35 00
Faks. 22 07 37 68
publvd@vegvesen.no

ISBN 82-7207-583-0