1 HENSIKT OG OMFANG 2
2 KILOMETRERING 3
2.1 Profil 3
2.2 Kilometer 3
2.2.1 Bestemmende spor 3
2.2.2 Kjedebrudd 4
2.3 Skilting 4
2.3.1 Skilting av hel og halv kilometer 4
2.3.2 Skilting av trasépunkter 4
2.3.3 Skilting av eksakt kilometreringsverdi 5
2.3.4 Skilting for vedlikeholdspersonell 5
2.3.5 Skilting av kjedebrudd 5
3 TRASERING 6
3.1 Generelt 6
3.2 Horisontaltrasé 6
3.2.1 Dimensjonerende parametre - Nye baner og linjeomlegginger 6
3.2.2 Dimensjonerende parametre - eksisterende baner 7
3.2.3 Dimensjonerende parametre - sidespor 10
3.2.4 Kombinasjonskurver 10
3.2.5 Minste lengde for avsnitt med konstant krumning 11
3.2.6 Bufferoverdekning i S-kurve 11
3.2.7 Sporveksler i hovedspor 12
3.2.8 Sporforbindelser 13
3.3 Vertikaltrase 16
3.3.1 Fall og stigninger 16
3.3.2 Vertikalkurver 17
4 STØRSTE HASTIGHET PÅ GRUNN AV SPORETS GEOMETRI 18
4.1 Hastighet i kurver 18
4.2 Hastighet i overgangskurver 18
4.3 Hastighet i kurver uten overgangskurver 19
4.3.1 Rettlinje - sirkelkurve 19
4.3.2 Ensrettede sirkelkurver uten mellomliggende rettlinje 19
4.3.3 Motsattrettede sirkelkurver uten mellomliggende rettlinje 20
4.3.4 Motsattrettede sirkelkurver med mellomliggende rettlinje 20
4.4 Hastighet i vertikalkurver 21
4.5 Plusshastigheter 21
4.6 Krengetogshastigheter 21
4.7 Hastighet i sidespor 21
4.8 Største tillatte hastighet i fall 22
4.9 Største hastighet i sporveksler 22
5 SPORAVSTANDER 23
5.1 Sporavstand på linjen 23
5.2 Sporavstand på stasjoner 23

1 HENSIKT OG OMFANG

Kapitlet fastlegger bygningstekniske og geometriske regler for

- kilometrering
- horisontalkurvatur
- vertikalkurvatur
- tillatt hastighet
- sporavstander

2 KILOMETRERING

2.1 Profil

Profil er et lengdemål for et definert spor målt i kartplanet langs senterlinjen. Hvert spor skal ha en slik profillinje. Profil skal angis i hele mm evt. cm. I forbindelse med sporveksler, parsellinndeling under bygging eller ved endring av et spors lengde pga. ombygning, kan det oppstå et brudd i profillinjen. Dette bruddet benevnes profilbrudd.

2.2 Kilometer

Kilometer (km) er en posisjonsangivelse langs en banes trasé og benyttes til å stedfeste objekter langs denne. Kilometer skal angis i km med tre desimaler, dvs. på nærmeste hele meter. Kilometer øker fra kilometreringens utgangspunkt. Der en ny eller ombygget bane møter en eksisterende bane eller der to baner med ulik kilometer samles, kan det oppstå et brudd i kilometreringen. Dette bruddet benevnes kjedebrudd.

Kilometer for objekter bestemmes ved å trekke normalen på bestemmende spors senterlinje og å tilordne samme kilometer for alt langs normalen.

For å forhindre at kilometer oppgis galt i drifts- og avvikssituasjoner skal kilometer være felles når baner ligger i rimelig nærhet til hverandre. Det skal utøves skjønn i fastsettelse av minste avstand mellom spor på baner der ulik kilometrering benyttes. I slike situasjoner skal det tas hensyn til at

- vogner kan spore av og stille seg på tvers av begge baner
- faste konstruksjoner som forhindrer kollisjon kan skille banene
- banene kan gå i forskjellige horisontalplan
- kjedebrudd helst assosieres med et godt synlig fastmerke

Det skal ikke tas hensyn til

- støyskjermer, gjerder eller andre lettere konstruksjoner mellom banene
- vegetasjon
- rullende materiell utover det som normalt trafikkerer banene

2.2.1 Bestemmende spor

Kilometerverdier skal refereres til bestemmende spor. Ved flersporet bane skal normalt utgående hovedspor benyttes som bestemmende spor. Dersom to eller flere baner er parallellført i samme trasé, skal normalt det lengste spor benyttes som det bestemmende spor.

2.2.2 Kjedebrudd

Kjedebrudd er brudd i kilometreringen. Kjedebruddet har positiv verdi hvis kilometerverdien øker over bruddet. Negative kjedebrudd bør unngås.

Kjedebruddet plasseres som følger:

- Kjedebrudd plasseres normalt foran innkjørhovedsignalet til en stasjon.
- Der to baner samles uten at det ligger noen stasjon der, legges kjedebruddet ved første passende anledning på Oslo-siden av samlingsstedet.
- Der en bane opphører for å samles med en kortere bane (lavere kilometer), søkes bruddet lagt rett foran første sporveksel på stasjonen.
- Ved lange tunneler søkes kjedebruddet lagt utenfor tunnelmunningene.
- Bruddet plasseres på et sted der det ikke finnes fundamenter/objekter. Dette for å unngå tvetydige kilometerverdier for samme objekt.
- Bruddet skal ikke plasseres i vertikalkurver eller overgangskurver.
- Bruddet søkes plassert på hel 100-meter, evt. hel 10-meter.

2.3 Skilting

2.3.1 Skilting av hel og halv kilometer

For hver hel og halv kilometer langs traséen skal det settes opp kilometermerker. På dobbeltsporede strekninger skal det settes opp skilt på begge sider av sporene. Det vises til *nytt kilometermerke* i kap. 5 og vedlegg 5.a (målsatt tegning) [JD515].

Skiltene settes på egen stolpe med front mot lokfører. Senter av skiltet skal plasseres ca. 3 m over skinnetopp og 3 - 3,5 m fra nærmeste spormidt. Skiltene settes opp på nøyaktig meter.

På enkeltspor skiltes begge kjøreretninger på samme stolpe, og stolpen skal normalt stå på høyre side sett i km-retningen.

På dobbeltspor settes det opp dobbeltrettet skilt på yttersiden av sporet i hver kjøreretning.

På baner med tre eller flere spor settes det opp dobbeltrettede skilt på begge sider av traséen.

2.3.2 Skilting av trasépunkter

I tillegg til hel og halv kilometer skal karakteristiske trasépunkter (OB, OE, FOB, KP, FKP, HBP, LBP, SE) skiltes på innvendig skinnesteg på høyre skinnestreng i kilometerretningen med egnet skilt med selvklebende bakside. Det vises til *Trasepunkt* i kap. 5 og vedlegg 5.a (målsatt tegning) [JD515].

2.3.3 Skilting av eksakt kilometreringsverdi

Utover hel og halv kilometer og karakteristiske trasépunkter, kan det skiltes med eksakt kilometreringsverdi på kontaktledningsmaster/-mastefundamenter der det er mulig, jf. figur 5.1. Der slike skilt benyttes kan merkingen av karakteristiske trasépunkt forenkles til bare å beskrive punkttype.



Figur 5.1 *Prinsippskisse for skilting av eksakt kilometreringsverdi på KL-mast*

2.3.4 Skilting for vedlikeholdspersonell

Som et alternativ til eksakt kilometer, kan hele 100- og 20-metersmerker på skinne benyttes. Anbefalt skilting/merking er da følgende:

- Hver 100 m skiltes med et heltall mellom 1 og 9 med selvklebende merke, der tallet er sort på varselgul bakgrunn
- For hver 20 m fra merket settes det av hhv. 1 til 4 prikker med oljekritt

Der slike skilt benyttes kan merkingen av karakteristiske trasépunkt forenkles til bare å beskrive punkttype.

2.3.5 Skilting av kjedebrudd

For hvert kjedebrudd settes det opp et skilt som angir kilometerverdi før og etter bruddet, samt bruddets størrelse og påtegning "KJEDEBRUDD". Det vises til skiltet *kjedebrudd* i kap. 5 og vedlegg 5.a (målsatt tegning) [JD515].

Skiltet settes på egen stolpe med front mot sporet, slik at den del av skiltet som angir kilometer før bruddet er nærmest kilometreringens utgangspunkt. Senter av skiltet skal plasseres minst 1,5 m over skinnetopp og 3 - 3,5 m fra nærmeste spormidt. Skiltene settes opp på nøyaktig meter.

På baner med to eller flere spor, eller der baner møtes, settes det opp skilt til høyre for bestemmende spor eller den mest hensiksmessige siden av traséen. I tillegg skiltes hvert spor i skinnesteg med egnet skilt med selvklebende bakside, påført kjedebruddets nøyaktige lengde i mm. Det vises til skiltet *eksakt kjedebrudd* i kap. 5 og vedlegg 5.a (målsatt tegning) [JD515].

3 TRASERING

3.1 Generelt

Hastighetsprofilet bør i størst mulig grad tilpasses hastighet/vei-diagrammene for de raskeste tog. Det er av den grunn ikke nødvendig at strekningshastighet kan tillates i akselerasjons- og retardasjonsområdene nær steder hvor de raskeste tog likevel stopper. Store lokale innsnevringer av profilet for strekningshastigheten bør unngås.

3.2 Horisontaltrasé

3.2.1 Dimensjonerende parametre - Nye baner og linjeomlegginger

Av hensyn til sikkerhet, komfort og vedlikeholdsbehov skal man på en fornuftig måte takle de topografiske situasjoner. Traséen skal være slik at vedlikeholdsbehovet blir lavt og komforten høy. Unntaksvis kan man likevel tillate en lavere traséstandard for å unngå uforholdsmessig store investeringer. I henhold til disse betraktninger anvendes begrepene "normale trasékrav" og "minste trasékrav".

Dimensjonerende parametre for traséen er gitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Dimensjonerende parametre for nye baner og linjeomlegginger

	Definisjon	**Normale krav**	**Minste krav**
h_{maks}	maksimal verdi for overhøyden	150 mm	150 mm
h_{avsp}	grense for overhøyde pga. avsporingsfaren ved lave hastigheter	(R-100)/2 mm	(R-100)/2 mm
$\Delta h/L_{maks}$	grenseverdi for rampestigning	1:400	1:400
I_{maks}	grenseverdi for manglende overhøyde	R≤600: 80 mm R>600: 100 mm	R≤600: 100 mm R>600: 130 mm
dI/dt_{maks}	grenseverdi for variasjon av den manglende overhøyde	25 mm/s (tilsv. ψ= 0,16 m/s^3)	70 mm/s (tilsv. ψ = 0,46 m/s^3)
dh/dt_{maks}	grenseverdi for rampestigningshastighet	28 mm/s (tilsv. 1:10 V)	V≤120: 46 mm/s (tilsv. 1:6 V) V>120: 35 mm/s (tilsv. 1:8 V)
E_{maks}	grenseverdi for overskuddsoverhøyde	R≤600: 50 mm R>600: 70 mm	R≤600: 70 mm R>600: 100 mm
V_g	hastighet for de langsomtgående tog	80 km/h	80 km/h

Tabellene i vedlegg 5.a angir de minste verdier for L og de tilhørende verdier for h i henhold til "minste krav" og "normale krav" slik disse fremkommer ved dimensjonering for konvensjonelt rullende materiell (uten krengeanordning). Når det viser seg at det er tilstrekkelig plass for å få overgangskurver med større lengde bør denne mulighet utnyttes. Det velges en større lengde (L_{va}) begrenset til:

$$L_{VA} = 1.5 \cdot L \qquad (5.1)$$

På denne måten oppnås en forbedring av kjørekomforten. I mange tilfeller vil forlengelsen av overgangskurven dessuten muliggjøre en økning av den i tabellen angitte verdi for overhøyden. Den nye overhøyden skal ikke bli større enn $h_{størst}$, som bestemmes ved å ta den minste verdien i henhold til de nedenstående formler:

For normale krav:

a) h = 100 L_{va}/V
b) h = 75500/R + 50 (for R $\leq$ 600)
h = 75500/R + 70 (for R > 600)
c) h = (R-100)/2 (når R < 400)

For minste krav:

a) h = 126 L_{va}/V (for V > 120)
h = 166 L_{va}/V (for V $\leq$ 120)
b) h = 75500/R + 70 (for R $\leq$ 600)
h = 75500/R + 100 (for R > 600)
c) h = (R-100)/2 (når R < 400)

$h_{størst}$ avrundes nedover til nærmeste 5 mm.

3.2.2 Dimensjonerende parametre - eksisterende baner

For eksisterende trasé er dimensjonerende parametre for traséen gitt i tabell 5.2.

Tilfelle 1A:

Kurver uten "tvangspunkter".

Tilfelle 1B:

Kurve med sterkt trafikkert planovergang.
Kurve hvor toget ofte stopper
- mot en plattform.
- mindre enn 500 m foran et innkjørs- eller blokksignal.

Tilfelle 2:

Kurve med kurveveksel.
Kurve med bro uten gjennomgående ballast.

Tabell 5.2 Dimensjonerende parametre for eksisterende baner - konvensjonelt materiell

	Definisjon	**1A**	**1B**	**2**
h_{maks}	maksimal verdi for overhøyde	150 mm	130 mm	150 mm
h_{avsp}	grense for overhøyde pga. avsporingsfaren ved lave hastigheter	$\frac{R-50}{1{,}5}$ mm		
$\Delta h/L_{maks}$	grenseverdi for rampestigning	1:400		
I_{maks}	grenseverdi for manglende overhøyde	R<290: 100 mm 290≤R≤600: 130 mm R>600: 150 mm		R≤350: 100 mm R>350: 130 mm
dI/dt_{maks}	grenseverdi for variasjon av den manglende overhøyde	80 mm/s (tilsv. ψ = 0,52 m/s^3)		
dh/dt_{maks}	grenseverdi for rampestigningshastighet	55 mm/s (tilsv. 1:5 V)		
E_{maks}	grenseverdi for overskuddsoverhøyde	R≤600: 90 mm R>600: 110 mm		
V_g	hastighet for de langsomtgående tog	80 km/h		

For overbygningsklasse b gjelder I_{maks}= 100 mm.

Tabellene i vedlegg 5.b angir de minste verdier for L og de tilhørende verdier for h i henhold til tilfellene 1A, 1B og 2 slik disse framkommer ved dimensjonering for konvensjonelt rullende materiell (uten krengeanordning).

3.2.2.1 Dimensjonerende parametre for plussmateriell

For bestemte togsett, såkalt plussmateriell, gjelder tabell 5.2, med unntak av parametrene gitt i tabell 5.3:

Tabell 5.3 Dimensjonerende parametre for eksisterende baner – plussmateriell

	Definisjon	
h_{maks}	maksimal verdi for overhøyde	150 mm
I_{maks}	grenseverdi for manglende overhøyde	R<250: 130 mm 250≤R≤300: (0,6R-20)mm R>300: 160 mm
dI/dt_{maks}	grenseverdi for variasjon av den manglende overhøyde	100 mm/s
dh/dt_{maks}	grenseverdi for rampestigningshastighet	69 mm/s

For overbygningsklasse b gjelder I_{maks}= 130 mm.

3.2.2.2 Dimensjonerende parametre for krengetogsmateriell

For krengetog gjelder tabell 5.2, med unntak av parametrene gitt i tabell 5.4:

Tabell 5.4 Dimensjonerende parametre for eksisterende baner - krengetogsmateriell

	Definisjon	**1A og 1B**	**2**
h_{maks}	maksimal verdi for overhøyde	150 mm	
I_{maks}	grenseverdi for manglende overhøyde	R<250: 160 mm 250≤R≤300: (1,7R-265)mm R>300: 245 mm	180 mm
dI/dt_{maks}	grenseverdi for variasjon av den manglende overhøyde	122,5 mm/s (tilsv. ψ = 0,80 m/s^3)	
dh/dt_{maks}	grenseverdi for rampe-stigningshastighet	75 mm/s (tilsv. 1:3.7 V)	

I_{maks} = 180 mm kan tillates for tilfelle 2 så lenge dette tillates for tilfelle 1A /1B.

Tabellene i vedlegg 5.c angir de minste verdier for L og de tilhørende verdier for h i henhold til tilfellene 1A, 1B og 2 slik disse framkommer ved dimensjonering for materiell med krengeanordning.

Av hensyn til konvensjonelt materiell bør overgangskurvene ikke være dimensjonerende for krengetogshastighetene. Det bør av den grunn velges en større lengde (L_{va}) begrenset til:

$$L_{VA} = 3.82 \cdot \sqrt{R} \qquad (5.2)$$

I enkelte tilfeller vil forlengelsen av overgangskurven muliggjøre en økning av den i tabellen angitte verdi for overhøyden. Den nye overhøyden skal ikke bli større enn $h_{størst}$, som bestemmes ved å ta den minste verdien i henhold til de nedenstående formler:

a) $h = 270\ L_{va}/V$
b) $h = 75500/R + 90$ (for $R \leq 600$)
$h = 75500/R + 110$ (for $R > 600$)
c) $h = (1{,}05*(R-100))/2$ (når $R < 400$)

$h_{størst}$ avrundes nedover til nærmeste 5 mm.

3.2.3 Dimensjonerende parametre - sidespor

I stasjonsspor bør kurveradiene være minst 190 m (normale krav) og skal være minst 150 m (minste krav). I industrispor bør kurveradiene ikke være mindre enn 120 m.

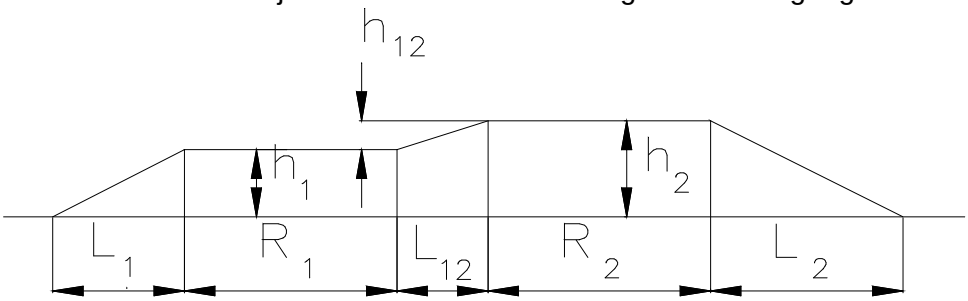
I stasjonsspor der hastigheten ikke overstiger 40 km/h anlegges ikke overhøyde. Om særskilte forhold tilsier bruk av overhøyde skal denne maksimalt være 60 mm. I oppstillingsspor eller ved sporsperrer anlegges ikke overhøyde.

I andre sidespor bestemmes overhøyden med normale formler (jf. avsnitt 3).

Rampestigningen bestemmes etter formelen $\Delta h/L = 1:6\ V$ (tilsvarer dh/dt_{maks} = 46 mm/s) og største tillatte rampestigning er 1:400 (normale krav) og 1:300 (minste krav).

3.2.4 Kombinasjonskurver

Kombinasjonskurver bør unngås. Det stilles samme traseringskrav for kombinasjonskurver som for vanlige kurver. Ved kombinasjonskurver bestemmes lengden av overgangskurven (L_{12}) slik:



Figur 5.2 Pilhøydediagram for kombinasjonskurve

Beregn den fiktive radius R_{12}.

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{|R_2 - R_1|} \qquad (5.3)$$

Finn deretter h_{12} og L_{12} ved å bruke R_{12} som inngangsverdi i tabellene i vedlegg 5.a eller 5.b. Hvis h_{12} er ulik differansen mellom h_1 og h_2 finnes følgende alternativer:

- endre lengdene av L_1 og L_2 (kan maksimalt økes med 50% i forhold til verdiene i tabell) og dermed h_1 og h_2
- øke overhøyden h_{12} og dermed L_{12} etter følgende kriterier:

$h_{12} \leq 100 * L_{12} / V$ (normale krav)
$h_{12} \leq 126 * L_{12} / V$ (minste krav når V > 120)
$h_{12} \leq 166 * L_{12} / V$ (minste krav når V ≤ 120)
$h_{12} \leq 198 * L_{12} / V$ (eksisterende baner)

3.2.5 Minste lengde for avsnitt med konstant krumning

Sirkelkurver og rette avsnitt på fri linje skal ha lengde i henhold til 5.5

Tabell 5.5 Minste lengde for avsnitt med konstant krumning

Normale krav [m]	Minste krav [m]
0,5 V	0,25 V

For linjeoptimalisering mht. krengetog anvendes minste krav der V er krengetogshastigheten.

3.2.6 Bufferoverdekning i S-kurve

For å sikre ønsket bufferoverdekning i sirkelkurver som krummer i forskjellig retning, skal det enten velges tilstrekkelig store radier eller det skal anlegges en rettlinje mellom kurvene. For ugunstigste vognkombinasjon gjelder følgende:

Hvis $\frac{R_1 \cdot R_2}{|R_1 + R_2|} \geq 120$ anlegges ingen rettlinje.

Hvis $100 \leq \frac{R_1 \cdot R_2}{|R_1 + R_2|} < 120$ anlegges en rettlinje = 7 m i spor som skal trafikkeres av personvogner og ingen rettlinje i spor som bare skal trafikkeres med godsvogner.

Hvis $\frac{R_1 \cdot R_2}{|R_1 + R_2|} < 100$ anlegges en rettlinje = 10 m i spor som skal trafikkeres av personvogner og 7m i spor som bare skal trafikkeres med godsvogner.

Begge radiene skal være $\geq$ 150 m.

3.2.7 Sporveksler i hovedspor

3.2.7.1 Gjennomkjøring av hovedspor

Sporveksler i hovedsporene bør ligge i rette avsnitt. Når dette ikke er mulig kan dobbeltkrummede sporveksler legges i sirkelkurver der overhøyden ikke overstiger

h_{maks} = 100 mm
h_{maks} = 80 mm ved håndbetjent sporveksel til sidespor

Overhøyden i sirkelkurven skal være i henhold til de normale trasékrav slik at den manglende overhøyde (I) i de gjennomgående hovedspor ikke overstiger

I_{maks} = 80 mm for $R \leq 600$ m
I_{maks} = 100 mm for $R > 600$ m

For eksisterende baner er traseringskrav gitt i tabellene 5.2 og 5.4 under tilfelle 2.

Kurveveksler kan medføre økt vedlikeholdsbehov i forhold til rette sporveksler. I kurveveksler i spor med overhøyde kan tyngdekraften medføre et behov for økt omleggingskraft. Tyngdekraften vil også påvirke fraliggende tunges posisjon i forhold til stokkskinnen. Disse forholdene kan i noen tilfeller medføre behov for en ekstra drivmaskin, for å sikre at minimumsavstand mellom fraliggende tunge og stokkskinne overholdes.

3.2.7.2 Gjennomkjøring av avvikespor

For gjennomkjøring av avvikesporene tillates I_{maks} = 100 mm med følgende unntak:

- For sporveksler 1:9/R = 190 m skal største hastighet settes lik 35 km/h, som tilsvarer en manglende overhøyde I_{maks} = 80 mm. Denne begrensingen gjelder ikke for driftsbanegårder, skifteområder og andre spor uten persontrafikk.

- For sporveksler 1:9/R = 300 m skal største hastighet generelt settes lik 40 km/h, som tilsvarer en manglende overhøyde I_{maks} = 65 mm. Ved behov for å øke hastigheten til 50 km/h, skal de lokale tekniske og driftsmessige forhold for hver enkelt sporveksel vurderes spesielt.

- For sporveksler 1:12/R = 500 m skal største hastighet settes lik 60 km/h, som tilsvarer en manglende overhøyde I_{maks} = 85 mm.

Ved fremføring med hastighet som tilsvarer I_{maks} > 80/85 mm i ovennevnte sporveksler kan både opplevd passasjerkomfort og vedlikeholdsomfang bli skadelidende.

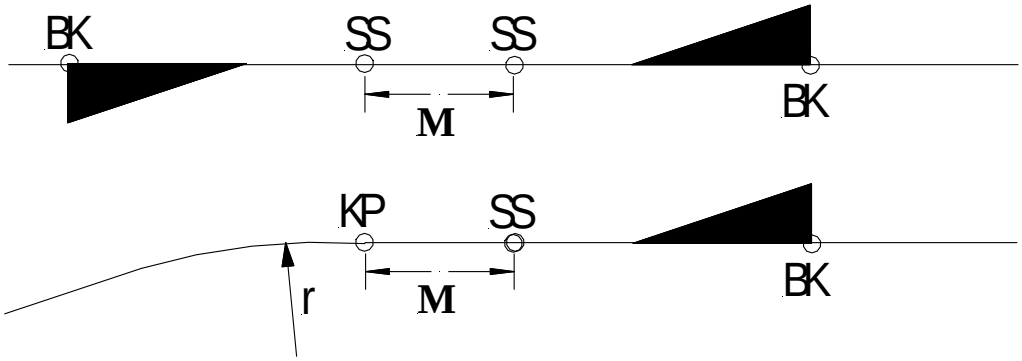
3.2.7.3 Plassering av sporveksler

Sporveksler skal ikke plasseres i overgangskurver eller på bruer.

Stokkskinneskjøten og sporvekselens ende (BK) skal ikke ligge nærmere OB eller OE enn avstanden M gitt i ligning (5.4) i neste avsnitt. M skal imidlertid ikke være kortere enn 6 m.

Dersom stokkskinneskjøten møter en annen stokkskinneskjøt, eller et kurvepunkt (KP), for avvik/kurve med motsatt krumning, skal det legges inn en rettlinje M gitt i ligning (5.4), jf. figur 5.3. Ved lik krumning bortfaller kravet til mellomparti M. Forøvrig skal M ikke være kortere enn 6 m.

For kontaktledningsanleggets del bør avstanden mellom møtende stokkskinneskjøter ikke være mindre enn 30 m.



Figur 5.3 *Krav til rettlinje M mellom to motstående veksler/veksel og kurve*

Sporveksler skal ikke plasseres i vertikalkurver med R_V < 10000 m, jf. 3.3.2.

For V > 120 km/h skal avstanden mellom to sporvekslers teoretiske kryss være minst 200 m målt langs samme gjennomgående spor. Det vises for øvrig til JD 540.

3.2.8 Sporforbindelser

Sporforbindelser omfatter

- sporsløyfer ved dobbeltspor
- avvik til krysningsspor
- forgreninger av hovedspor

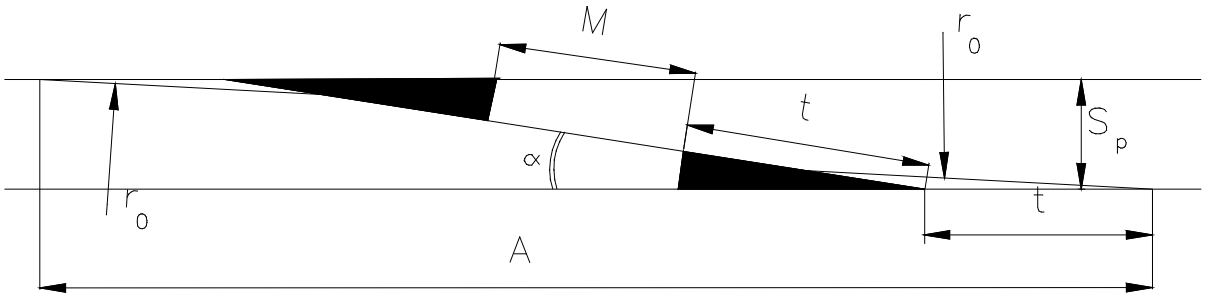
3.2.8.1 Sporsløyfer ved dobbeltspor

Følgende prosjekteringsregler gjelder for V ≥ 40 km/h:

- Det skal alltid være et rettlinjet avsnitt (M) mellom motsatte kurver etter følgende regler:

$$\begin{aligned} M &= 0{,}1\ V\ [m] \text{ for } 40 \le V < 65 \text{ km/h} \\ M &= 0{,}15\ V\ [m] \text{ for } 65 \le V \le 100 \text{ km/h} \\ M &= 0{,}25\ V\ [m] \text{ for } V > 100 \text{ km/h} \end{aligned} \qquad (5.4)$$

- Overhøyderamper til utjevning av overhøyden ("falsk overhøyde") bak dobbeltkrummede sporveksler skal ikke ha større rampestigningshastighet enn 35 mm/s (tilsv. 1:8 V).



Figur 5.4 Sporsløyfe

Tabell 5.6 Geometriske verdier for sporsløyfer

r_0 [m]	tgα	t [m]	V [km/h]	M [m]	Sp [m]	A [m]
300	1:9	16,616	40	6,61	4,40	72,83
500	1:12	20,797	60	11,39	4,40	94,39
760	1:15	-	80	17,04	4,50	118,11
1200[1)]	1:18,4[2)]	-	100	-	4,50	148,36
2500[1)]	1:26,1[3)]	-	140	-	4,50	213,62

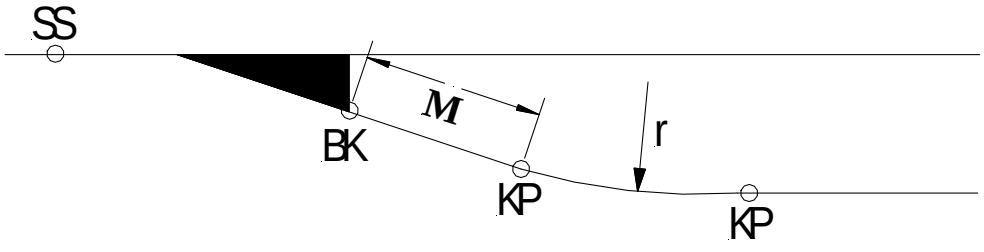
1) Klotoideveksel
2) 1:18,379355
3) 1:26,088562

Ved plassering av sporsløyfer bør det tas hensyn til plass for framtidig ny veksel med mindre stigning.

Sporsløyfer skal ikke plasseres i kurver.

3.2.8.2 Avvik til krysningsspor/forgreninger av hovedspor

- Dersom vekselenden i avvik (BK) møter en tilstøtende sirkelkurve med motsatt krumning, skal det legges inn en rettlinje M med lengde som angitt i tabell 5.7.

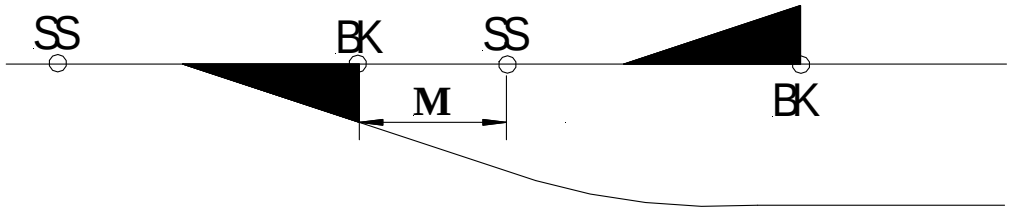


Figur 5.5 Krav til rettlinje M ved linjedelende veksel

Tabell 5.7 *Minste rettlinje M mellom vekselende (BK) i avvik og motsatt rettet sirkelkurve*

tgα	M [m]
1:9	3,94
1:12	6,94
1:14	5,13
1:18,4	9,92
1:26,1	13,51

- Dersom vekselenden i hovedspor (BK) møter en tilstøtende veksel i stokkskinneskjøten (SS), skal det legges inn en rettlinje M med lengde som angitt i tabell 5.8.



Figur 5.6 *Krav til rettlinje M mellom to etterfølgende veksler*

Tabell 5.8 *Minste rettlinje M mellom vekselende (BK) i hovedspor og påfølgende stokkskinneskjøt*

tgα	M [m]
1:9	6,00
1:12	9,00
1:14	7,80
1:18,4	13,20
1:26,1	18,60

3.3 Vertikaltrase

3.3.1 Fall og stigninger

Når en ny bane driftsmessig betraktes som en forlengelse av en eksisterende bane eller når prosjektet gjelder en linjeomlegging skal **bestemmende fall** ikke være større enn for den eksisterende bane. Dersom dette ikke er tilfelle bør det **bestemmende fall** velges slik at de forutsatte togtyper kan kjøre i stigning og fall med de tilsiktede hastigheter.

På fri linje gjelder kravene gitt i 5.9.

Tabell 5.9 Største bestemmende stigning/fall på fri linje

	Største bestemmende stigning/fall [‰]		
	Baner med blandet trafikk	Persontrafikkbaner	Sidespor
Normale krav	12,5	20	12,5
Minste krav	20 [1)]	25	30

1) Tillates i en lengde opp til 3 km.

På stasjoner der det skal prosjekteres for *samtidig innkjør*, gjelder følgende utenfor utkjørhovedsignal eller togveisluttmerke dersom sporet har fall:
- Den såkalte sikkerhetssonens lengde beregnes jf. gjeldende signalregelverk [JD 550]. I tillegg skal fallet vurderes spesielt mht. om sikkerhetssonens lengde er stor nok
- Fallet skal ikke overstige 12,5 ‰

På stasjonsområder for øvrig gjelder følgende:
- Bestemmende stigning/fall skal ikke overstige 20 ‰ mellom innkjørshovedsignal og utkjørshovedsignal.
- Ved kryssingssporforlengelse skal det tas hensyn til lokale forhold, herunder igangsetting og avbremsing av de tyngste togene på strekningen
- Hovedspor, sidespor og spor der vogner stilles opp skal normalt anlegges horisontalt. Største stigning/fall er 2 ‰ (normale krav) og 5 ‰ (minste krav). Sidespor skal ha en avledende sporveksel eller sporsperre som hindrer at rullende materiell kommer inn på sikret område.

3.3.1.1 Skilting

Bestemmende fall/stigning skal angis med fall- og stigningsvisere, se kap. 5 [JD 515]. Viserne skal settes opp ved begynnelsen av fall- eller stigningsstrekningen, samt på steder der bestemmende fall/stigning endres med mer enn 5 ‰. Når bestemmende fall/stigning er mindre enn 5 ‰ anvendes ikke visere.

3.3.2 Vertikalkurver

Minste kurveradier for vertikalkurver (R_V) er gitt i tabell 5.10 og

Tabell 5.10 Krav til vertikalkurver for nye baner

Normale krav	Minste krav
$R_v = V^2 / 2{,}6$ [m]	$R_v = V^2 / 3{,}9$ [m]
Minste R_v = 4000 m	Minste R_v = 2500 m

Tabell 5.11 Krav til vertikalkurver for eksisterende baner

V ≤ 130 km/h	V > 130 km/h
$R_V = 20\ V + 500$ [m]	$R_V = 100\ V - 10000$ [m]

Vertikalkurver skal ikke falle sammen med

- overgangskurver
- sporveksler når vertikalradius er mindre enn 10000 m

Vertikalkurver i horisontal rettlinje skal avsluttes minst 15 m foran nærmeste OB og i horisontalkurve minst 15 m foran nærmeste OE. For hastigheter ≤ 50 km/h kan det tillates kortere avstander.

Ved stigningsendring < 1 ‰ legges det ikke inn vertikalkurve.

Vertikalkurvens lengde og lengde av spordel med konstant eller uten stigning mellom vertikalkurver skal være minst 20 m.

Minste vertikalradius for sidespor er 1500 m (normale krav) og 500 m (minste krav). Det kan dispenseres for kurveradier ned til 250 m under bestemte betingelser vedrørende minste tverrsnitt og bruk av rullende materiell.

4 STØRSTE HASTIGHET PÅ GRUNN AV SPORETS GEOMETRI

Maksimalhastigheter for hver overbygningsklasse er beskrevet i kapittel 4. Her er også de enkelte overbygningsklasser beskrevet.

4.1 Hastighet i kurver

Hastigheten i en kurve skal ikke være større enn:

$$V = 0{,}291 * \sqrt{R\,(\,h + I_{maks}\,)} \tag{5.5}$$

4.2 Hastighet i overgangskurver

Hastigheten i en overgangskurve avhenger av krav til rampestigningshastighet og rykk.

Største hastighet av hensyn til rampestigningshastighet beregnes etter flg. formel:

$$V = \frac{\dfrac{dh_{maks}}{dt}\;(\,3{,}6 \cdot L\,)}{h_2 - h_1} \tag{5.6}$$

Største hastighet av hensyn til rykk beregnes etter flg. formel:

$$V = \frac{\dfrac{dI_{maks}}{dt}(\,3{,}6 \cdot L\,)}{I_2 - I_1} \tag{5.7}$$

Merk at ligning 5.7 ikke kan anvendes direkte, siden den manglende overhøyden I er avhengig av hastigheten. Det må derfor itereres.

Verdier for I_{maks}, dI_{maks}/dt og dh_{maks}/dt er gitt i avsnitt 3.2.2.

4.3 Hastighet i kurver uten overgangskurver

Kurver uten overgangskurver forekommer både i vanlige spor og i sporforgreninger, hvor sporvekslenes avvikende spor tilstøter rettlinjet spor eller kurve.

Ved sporforgreninger i togspor på stasjoner blir den største tillatte hastighet for det avvikende spor bare angitt i tilfelle den er forskjellig fra 40 km/h.

Fastsettelse av den største tillatte hastighet i kurver uten overgangskurver utføres på følgende grunnlag:

- Det skilles mellom kurvekombinasjoner og kombinasjoner av rettlinje og kurver. Kurvene kan ligge med overhøyde, uten overhøyde eller med falsk overhøyde (dvs. at ytre skinnestreng ligger lavere enn indre).
- De forskjellige mulige traséringstilfeller er angitt nedenfor. Hastigheten (V) beregnes iht. de forskjellige formler som gjelder for hvert enkelt tilfelle. Den minste verdien for V betraktes som den tillatte hastigheten.

4.3.1 Rettlinje - sirkelkurve

Vanlig overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

Uten overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm

Falsk overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og negativ h
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

4.3.2 Ensrettede sirkelkurver uten mellomliggende rettlinje

Vanlig overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og $R = R_1$ og $h = h_1$
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og $R = R_2$ og $h = h_2$
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

Uten overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og $R = R_1$

Falsk overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og $R = R_1$ og negativ $h = h_1$
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og $R = R_2$ og negativ $h = h_2$
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

R_1 og h_1 er radien og overhøyden for den krappeste kurven av R_1 og R_2.

4.3.3 Motsattrettede sirkelkurver uten mellomliggende rettlinje

Vanlig overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1 og h = h_1
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_2 og h = h_2
Ligning (5.8)
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

Uten overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1
Ligning (5.8)

Falsk overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1 og negativ h = h_1
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_2 og negativ h = h_2
Ligning (5.8)
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

R_1 og h_1 er radien og overhøyden for den krappeste kurven av R_1 og R_2.

4.3.4 Motsattrettede sirkelkurver med mellomliggende rettlinje

Vanlig overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1 og h = h_1
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_2 og h = h_2
Største verdi beregnet med ligning (5.8) og ligning (5.9)
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

Uten overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1
Ligning (5.8)
Største verdi beregnet med ligning (5.8) og ligning (5.9)

Falsk overhøyde: Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_1 og negativ h = h_1
Ligning (5.5) med I_{maks} = 100 mm og R = R_2 og negativ h = h_2
Største verdi beregnet med ligning (5.8) og ligning (5.9)
Ligning (5.6) med dh_{maks}/dt = 46 mm/s (hvis overhøyderampe)

$$V = 3 \cdot \sqrt{\frac{|R_1 \cdot R_2|}{|R_1| + |R_2|}} \qquad (5.8)$$

$$V = 10 \cdot M \qquad (5.9)$$

R_1 og h_1 er radien og overhøyden for den krappeste kurven av R_1 og R_2.
M er lengden for den mellomliggende rettlinje.

Hvis ligning (5.5) i tilfeller med falsk overhøyde gir lavere verdi enn 20 km/h gjelder V = 20 km/h.

4.4 Hastighet i vertikalkurver

Vertikalkurver i lavbrekk gir ingen hastighetsbegrensninger.

Største tillatte hastighet i høybrekk på grunn av vertikalkurvaturens radius bestemmes av:

$$V = \frac{R_v}{20} - 25 \qquad når\ R_v < 3125\ m \tag{5.10}$$

$$V = \frac{R_v}{100} + 100 \qquad når\ R_v > 3125\ m \tag{5.11}$$

4.5 Plusshastigheter

For bestemte togsett kan det tillates større hastigheter.

Plusshastighetene beregnes ved hjelp av ligningene (5.5) , (5.6) og (5.7) med grenseverdier i henhold til dimensjonerende parametre gitt i avsnitt 3.2.2.1.

4.6 Krengetogshastigheter

For krengetogsett kan det tillates enda større hastigheter.

Krengetogshastighetene beregnes ved hjelp av ligningene (5.5) , (5.6) og (5.7) med grenseverdier i henhold til avsnitt 3.2.2.2.

I kurver uten overgangskurver gjelder I_{maks} = 180 mm.

4.7 Hastighet i sidespor

Største tillatte hastighet skal ikke overstige 65 km/h (overbygningsklasse a).

4.8 Største tillatte hastighet i fall

Den største tillatte kjørehastighet for tog på strekninger med fall avhenger i tillegg til skiltet hastighet også av togets bremseutstyr og det bestemmende fall på strekningsavsnittet toget skal kjøre.

Tabell 5.12 Forholdet mellom bestemmende fall og tillatt hastighet

Bestemmende fall (maksimalt) [‰]	Tillatt hastighet [km/h]
12,5 [1)]	250
12,5	200
15	180
17,5	160
20	140
22,5	120
25	100

1) Det forutsettes at signalsystem er tilpasset denne fallverdien for de aktuelle togtyper som skal trafikkere i denne hastighet.

Høyere hastighet enn den som er angitt i tabell 5.12 kan tillempes hvis signalsystem og rullende materiell tilsier dette.

Linjens bestemmende fall og bestemmende stigning skal angis med fall- og stigningsvisere. Viserne settes opp ved begynnelsen av fall- eller stigningsstrekningen, og på steder der bestemmende fall/stigning endres med mer enn 5 ‰.

I spesielle tilfeller kan sporets absolutte fall/stigning angis i stedet for bestemmende fall/stigning. Dette gjelder når det forekommer store fall/stigninger over en kort strekning på stasjoner eller sidespor hvor det f.eks. forekommer skifting.

4.9 Største hastighet i sporveksler

Største hastighet i sporveksler er gitt i kapittel 7.
Se for øvrig avsnitt 3.2.7 (dette kap.) vedr. spesielle bestemmelser for veksel 1:9 R190 m og 1:9/R = 300 m.

5 SPORAVSTANDER

5.1 Sporavstand på linjen

Den minste sporavstanden (Sp) på dobbeltsporede eller flersporede strekninger framgår av tabell 5.13 og 5.14.

Tabell 5.13 *Minste sporavstander på linjen, nye baner - normale krav*

Radius [m]	Sp [m]
R < 350	4,70
350 < R < 500	4,68
500 < R < 600	4,66
600 < R < 1000	4,64
1000 < R < 4000	4,60
4000 < R < 5000	4,56
R > 5000	4,40

Tabell 5.14 *Minste sporavstander på linjen, eksisterende baner og nye baner - minste krav*

Radius [m]	Sp [m]
R < 250	3,95+75/R
R ≥ 250	4,25

5.2 Sporavstand på stasjoner

Den normale sporavstanden (Sp) der rullende materiell hensettes og der driftsoppgaver i forbindelse med det rullende materiell utføres er 4,70 m. Det regnes ikke med kurveutslag.

Der det skal tas hensyn til plassering av master, gjerder o.l. er det behov for større sporavstander. I slike tilfelle bestemmes sporavstanden i henhold til kap.5 [JD 520]. Der det er to eller flere spor mellom to plattformer skal det tas hensyn til muligheten for å plassere et gjerde mellom sporene over en lengde av minst 50 m forbi plattformendene.

Behov for større sporavstander kan også oppstå pga. objekter som kabelkanaler, kummer o.l. I slike tilfelle beregnes sporavstanden ut fra bestemmelsene i kap. 5 [JD 510].