

**Jernbaneverket
JBBM 2003**

**Hastighetssetting på Jernbaneverkets strekninger ved
hastighet over pluss hastighet**

1 NOMENKLATUR

Hastighetsregimer:	Hastighetsnivåer for dimensjonering ut fra togets sideakselerasjonen i sporet. På Jernbaneverkets spor finnes 3 regimer: Normalhastighet $a_q \leq 0.85 \text{ m/s}^2$, : Pluss hastighet $a_q \leq 1.05 \text{ m/s}^2$ og : Ekstrahastighet $a_q \leq 1.80 \text{ m/s}^2$.
Teknisk grensehastighet:	Den hastighetsgrense som er teknisk forsvarlig ut fra sporets og materiellets tilstand uten å ta hensyn til trafikale forhold.
Planhastighet:	Den mål hastighet man har til hensikt å oppnå på strekningen (100, 130, 160, 210 osv).
Strekningshastighet:	Skiltet hastighet som tar hensyn til alle forhold.
Kvasistatisk akselerasjon:	Teoretisk akselerasjon i sporplanet, forårsaket av føringskreftene fra sporets geometri når toget kjører med linjehastighet.
Nominell kvasistatisk akselerasjon:	Kvasistatisk akselerasjon (side el. vertikalt) ved ideell geometri uten toleranser og avvik.
Faktisk kvasistatisk akselerasjon:	Kvasistatisk akselerasjon ved faktisk målt sporgeometri (side el. vertikalt).
Målt sideakselerasjon:	Virkelig akselerasjon inklusive dynamiske effekter (side el. vertikalt).
Sideakselerasjon:	Akselerasjon i sporplanet perpendikulært på sporets lengderetning.
Sporkrefter:	Krefter forårsaket av togets egenvekt kombinert med akselerasjoner (teoretiske eller målte).
Kvasistatisk avviksklasse:	Klasser definert av Jernbaneverket for å rangere sporavsnittenes avvik fra nominell kvasistatisk sideakselerasjon.

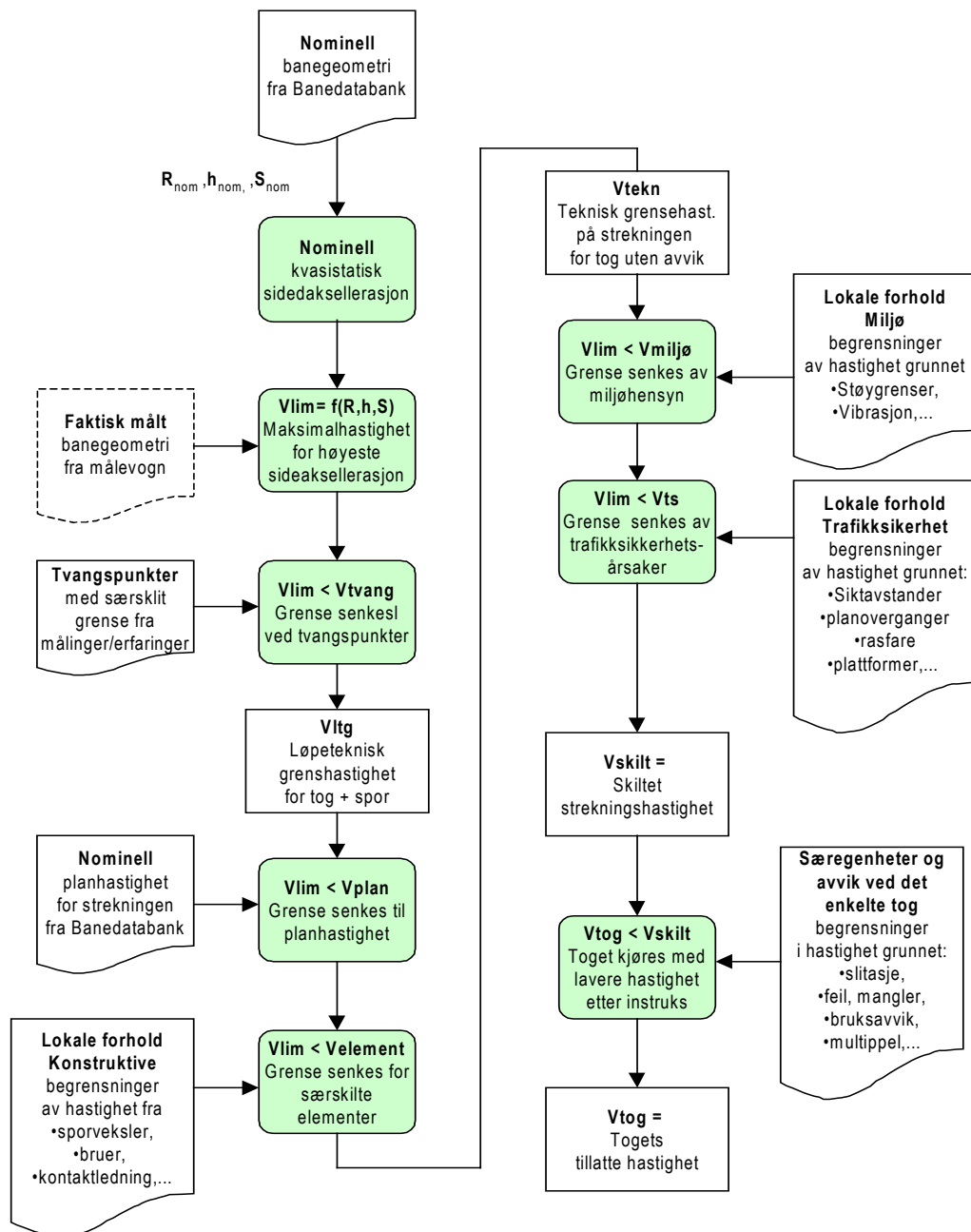
2 AVGRENSING

Jernbaneverket benytter den i dette dokument beskrevne prosess for vurdering av strekningshastigheter på strekninger med hastighetsregimer over pluss hastighet.

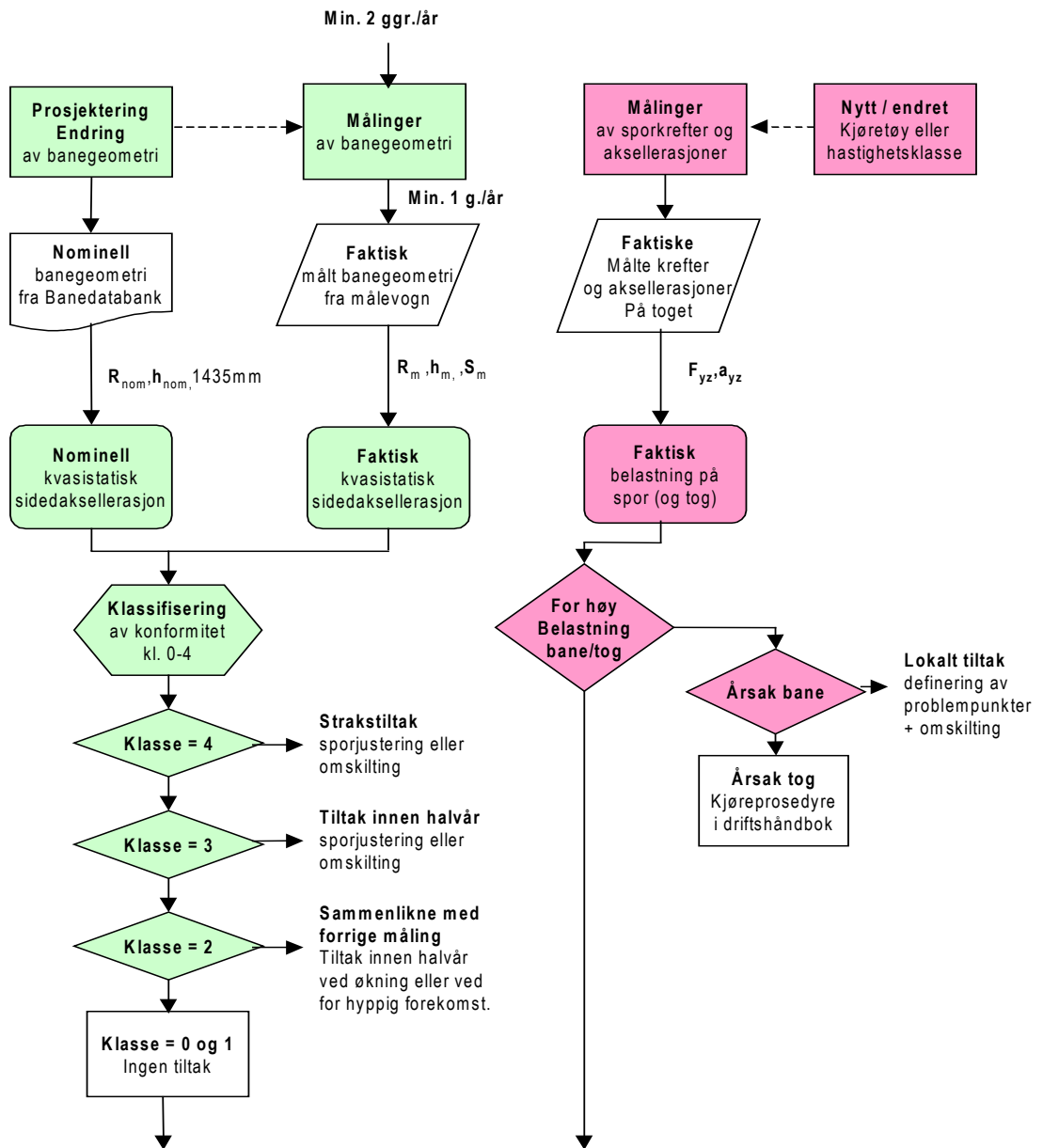
3 NORMALHASTIGHET OG PLUSSHASTIGHET

For strekninger hvor normal eller pluss hastigheter er de høyeste hastighetsregimer, vurderes skiltingen ut fra nominelle verdier. Hindring av for høye belastninger vil her være grovt ivaretatt via standard fremgangsmåte i form av direkte retting av sporfeil (overhøyde, sporvidde) etter akuttlistene. Dette gir kun begrenset kontroll over kurveradius, men det vurderes p.t. dithen at det materiell som ferdes på norsk nett med normal og pluss hastigheter er tilstrekkelig dimensjonert for å kompensere for dette. Om denne metodikken er tilstrekkelig også for fremtiden bør en vurdere løpende, og ved en hver innføring av nytt persontogmateriell.

4 GENERELT FLYTSKJEMA FOR HASTIGHETSSETTING



5 FLYTSKJEMA FOR OVERVÅKNING AV LØPETEKNISK GRENSEHASTIGHET



6 SPORGEOMETRI OG KVASISTATISK SIDEAKSELERASJON

6.1 Nominell kvasistatisk sideakselerasjon

Teoretisk sporgeometri slik den til en hver tid beskrives av banedatabankens løfteskjema, gir ved beregning en nominell kvasistatisk sideakselerasjon for et baneelement (kurve, overgangskurve). Ved å sette en grense for denne sideakselerasjonen, og løse likningen m.h.p. hastigheten, samt sette inn nominelle verdier for kurveradius "R" og overhøyde "h". fra løfteskjemaet, får en nominell kvasistatisk grensehastighet.

Nominell kvasistatisk grensehastighet V_{qt} regnes ut fra formelen:

$$V_{qnom} = \sqrt{R_{nom} \left(a_{q\lim} + g \frac{h_{nom}}{S_{nom}} \right)}$$

" $a_{q\lim}$ " = grensen for sideakselerasjon for hastighetsregimet (0.85, 1.05 eller 1.8 m/s²).

"g" = tyngdeakselerasjonen

" S_{nom} " = nominell sporvidde

6.2 Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon

Den faktiske sporgeometri som kan måles ute på sporet ved målevogn eller ved manuelle metoder avviker fra den nominelle geometrien som er beskrevet i banedatabanken. Ved å måle avvikene, kan en for ethvert punkt på banen beregne hvilken hastighetsgrense som sikrer at faktisk kvasistatisk sideakselerasjon ikke overskrider de grenser som er satt. For vurdering av hastighetsgrensene benyttes ekstremalpunktet " δ " hvor sideakselerasjonen blir høyest ut fra kombinasjon av liten kurveradius "R", lav overhøyde "h" og stor sporvidde "S".

Faktisk kvasistatisk grensehastighet V_q regnes ut fra formelen:

$$V_q = \sqrt{R_\delta \left(a_{q\lim} + g \frac{h_\delta}{S_\delta} \right)}$$

" $a_{q\lim}$ " = grensen for sideakselerasjon for hastighetsregimet (0.85, 1.05 eller 1.8 m/s²).

"g" = tyngdeakselerasjonen

1.3 Elastostatiske effekter som endrer sporgeometrien

1.3.1 Endring av overhøyde i kurver

Når et tungt tog kjører i en kurve med et elastisk spor, og ytre skinne er tyngre belastet enn den innerste, vil overhøyden ved gjennomkjøring være noe mindre enn ved ubelastet eller lavt belastet spor. Denne endringen i sporgeometri er ikke hensyntatt ennå. Uansett vil dette gi et lite bidrag til sideakselerasjonen sett i forhold til hva hastighet større enn skiltet hastighet vil gi, ref. marginer omtalt i pkt. 8. Jernbaneverket vil allikevel foreta en grundigere kartlegging av dette forholdet basert på måledata fra kjøring med type 73.

1.3.2 Tvangspunkter

I et tvangspunkt vil den løpende elastiske deformasjon av sporet under toget brått bli hindret, slik at sporgeometrien tvinges tilbake til utgangspunktet på veldig kort tid. Dette gir et kraftig rykk i toget. Effekten av tvangspunkter er ikke forsøkt beregnet, men kjente tvangspunkter som brokar og planoverganger håndteres med faste fratrekk i hastighet.

1.4 Sporgeometri i sporveksler

For kjøring i avvik benytter alle tog normalhastighet. Vurdering av hastighet med hensyn på geometri blir her kun gjort ved endring av nominell kurveradius.

1.5 Overvåkning av sporgeometri

1.5.1 Fremgangsmåte

Data fra oppmåling av sporet blir behandlet som det fremgår av flytskjema i kap. 5. Måledata registreres for hver 0,5 m av banen og brukes så til å beregne faktisk kvasistatisk sideakselerasjon. I de punkter hvor avvik fra nominell kvasistatisk sideakselerasjon registreres, behandles verdiene som beskrevet i 6.5.3.

1.5.2 Hyppighet for målinger

Sporgeometrien blir p.t. minimum målt to ganger i året på alle trafikkerte strekninger. Vurdering av skiltingen opp mot målt sporgeometri blir gjort minst en gang i året.

1.5.3 Kvasistatiske avviksklasser

Alle kurver og overgangskurver blir etter beregning av faktisk kvasistatisk sideakselerasjon klassifisert etter følgende skala:

Klasse 0:

Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon er ikke mer enn 97.5% av nominell

Klasse 1:

Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon er over 97.5% inntil 100% av nominell

Klasse 2:

Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon er over 100% inntil 102.5% av nominell

Klasse 3:

Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon er over 102.5% inntil 105% av nominell

Klasse 4:

Faktisk kvasistatisk sideakselerasjon er over 105% av nominell

1.5.4 Tiltak etter klassifisering

Med tiltak eller korreksjon menes i denne sammenheng enten hastighetsreduksjon eller utbedring av sporgeometri.

Klasse 0 og 1:

Ingen tiltak verdier er innenfor målverdi.

Klasse 2

Sammenlikning med tidligere verdier. Korreksjon tilbake til 100% hvis avvik er økende, eller hvis andel kurver + overgangskurver i klasse 2 utgjør mer enn 5% av strekningens totale antall kurver + overgangskurver.

Klasse 3

Korreksjon planlegges inn i tiden frem til neste måling.

Klasse 4

Korreksjon iverksettes så snart det er mulig.

2 KJØRETØYERS DYNAMIKK OG FAKTISK BELASTNING PÅ TOG OG SPOR

Kvasistatiske betraktninger er tilstrekkelige for å vurdere spormessige endringer i forhold til en kjent og etablert situasjon. For å vite om absolutte grenser for akselerasjon og krefter overholdes må en i tillegg gjøre sporkraftmålinger med det aktuelle materiell. Årsaken er at de kvasistatiske akselerasjonene og kreftene overlages av dynamiske effekter som har sine utspring i banens geometri og elastisitet i samspill med kjøretøyets svingning og dempningskarakteristikk (og vekt).

Samspeillet mellom kjøretøy og bane kan gi svært forskjellig resultat fra kjøretøy til kjøretøy. En slik måling er dermed heller en kvalitetsmåling av kjøretøyet enn av banen. Et negativt resultat av en slik måling bør føre til at materiellet kjøres med instruks om lavere hastighet. En omskifting av hastigheten bør kun foretas hvis det er god grunn til å tro at problemet vil gjelde alle typer materiell. Slik unngår en å straffe all trafikk på grunn av en enkelt type dårlig materiell.

Jernbaneverket forventer at det stilles krav om sporkraftmålinger for alt nytt kjøretøy som skal benyttes på norsk spor for å slå fast om sporkreftene holder seg innenfor de rammer Jernbaneverket har satt for sitt spor.

3 SIKKERHETSMARGIN FOR OVERHASTIGHET

De systemer og reguleringer som ligger under Jernbaneverkets kontroll blir vurdert ut fra at faktisk hastighet i noen tilfeller kan bli høyere enn den skiltede grense. Som margin for overhastighet benytter Jernbaneverket 10 km/t.

Rullende materiell må på sin side ha tilsvarende sikkerhetsmarginer. For rullende materiell som disponeres av Jernbaneverket vil også denne marginen bli benyttet i fremtiden. Andre operatørers rullende materiell er utenfor Jernbaneverkets kontroll, men anses ivaretatt gjennom godkjeningsprosessen for materiellet.