

1 Norske dynamiske mål, NO1 og NO2: Generelt

Norske dynamiske mål, NO1 og NO2: Generelt – Kjøretøyer for det norske nettet skal måles i henhold til reglene i denne delen. De generelle betingelsene er oppsummert i følgende tabell:

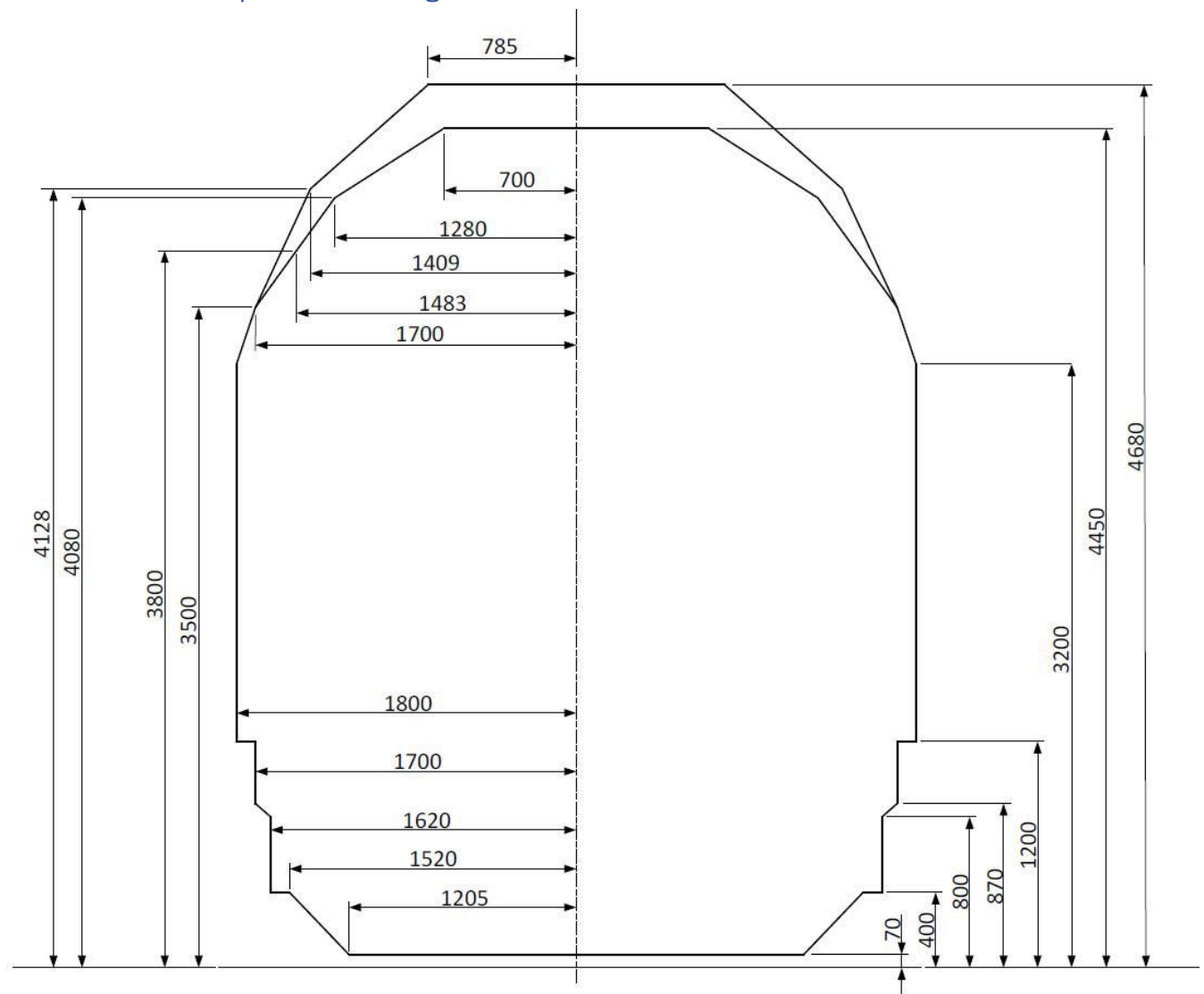
Måleegenskaper	Verdier		
Dynamisk referansekontur	Mål NO1 og NO2 Se §1.3		
Projeksjoner i kurver (bredning av avstand) for NO1	Innsiden av kurven $S_i = \frac{81}{2R} + 0.015 \text{ m}$	Utsiden av kurven $S_i = \frac{63}{2R} + 0.015 \text{ m}$	Pantograf $S_w = 0.015 \text{ m}$
Projeksjoner i kurver (bredning av avstand) for NO2	Innsiden av kurven $S_i = \frac{100}{2R} + 0.015 \text{ m}$	Utsiden av kurven $S_i = \frac{87}{2R} + 0.015 \text{ m}$	Pantograf $S_w = 0.015 \text{ m}$
Projeksjoner på rette spor (bredning av avstand)	$S = 0.015 \text{ m}$		
Sporoverhøyde. D er maksimalt tillatt verdi	$R < 275 \text{ m}$: $D_{max} = \frac{0.15}{225} \cdot (R - 50) \text{ m}$	$R \geq 275 \text{ m}$: $D_{max} = 0.150 \text{ m}$	
Avvik i sporoverhøyden. I er maksimalt tillatt verdi.	$R < 200 \text{ m}$: $I_{max} = 0.100 \text{ m}$	$200 \leq R < 275 \text{ m}$: $I_{max} = \frac{0.15}{225} \cdot (R - 50) \text{ m}$ ev. $I_{max} =$ Maksimalt tillatt verdi for kjøretøyet hvis denne er mindre.	$R \geq 275 \text{ m}$: $I_{max} =$ Maksimalt tillatt verdi for kjøretøyet.

2 Referanseprofiler

Måleverdiene i dette kapitlet henviser til samme måleverdier som i Del 1 og Del 2 i denne normen. Disse verdiene er gjengitt nedenfor:

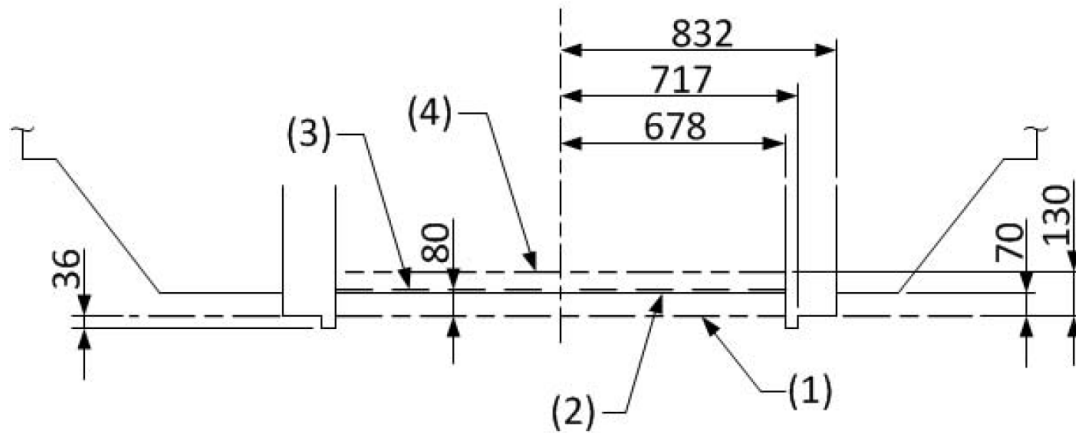
- Gabarit NO1 og NO2

3 Referanseprofil for mål NO1 og NO2. NB: Projeksjonene må legges til i referanseprofil NO1 og NO2



Figur 1: Referanseprofil for dynamisk mål NO1 (lavere) og NO2 (høyere)

4 Referanseprofil for de nedre delene av mål NO1 og NO2:

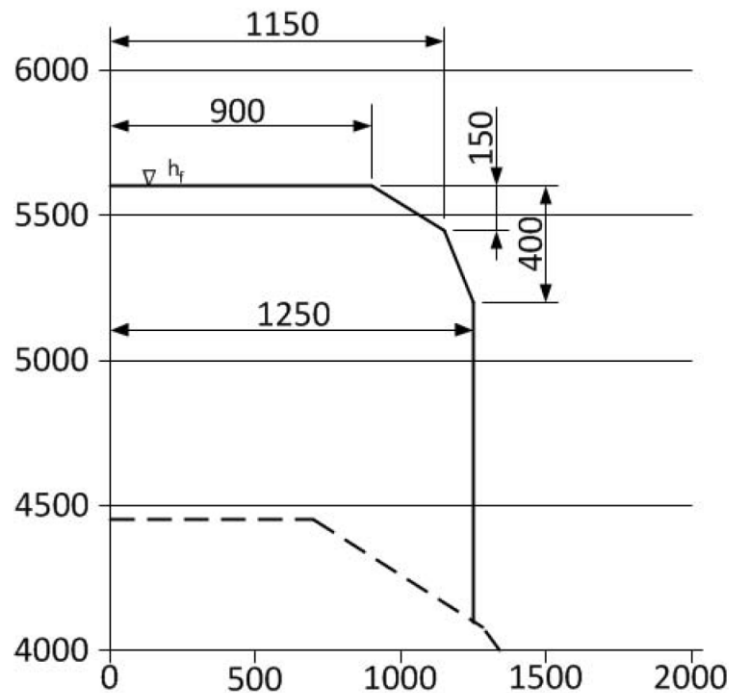


Figur 2: NO1- og NO2-profil for de nedre delene

Nøkkel

- (1) Kjøreoverflate
- (2) Referanseprofil for kjøretøyer som ikke kan passere sporskifter
- (3) Referanseprofil for kjøretøyer som kan passere sporskifter i nedre posisjon
- (4) Referanseprofil for kjøretøyer som kan passere sporskifter i hevet posisjon

5 NO1 og NO2-profil for pantograf



Figur 3: NO1- og NO2-referanseprofil for pantograf

6 Metode for bevegelsesberegning med geometriske formler

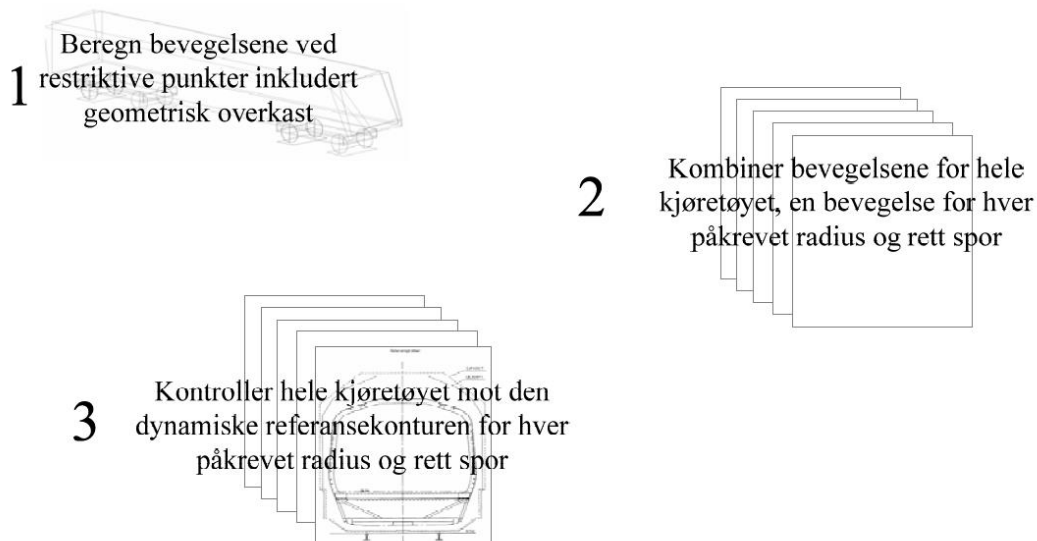
Bevegelsesberegning med geometriske formler tillates for følgende konvensjonelle kjøretøyopplegg:

- Kjøretøyer med aksler
- Kjøretøyer med bogger
- Symmetrisk leddelte kjøretøyer

Det tillates ikke for:

- Asymmetriske leddelte kjøretøyer
- Kjøretøyer med aktive enheter som målestyret avhenger av, f.eks. kjøretøyer med tippet karosseri.

Metoden fremgår av flytdiagrammet nedenfor.



Kjøretøyets bevegelser må beregnes for hver vogn på toget og for tilstanden på alle fjærer/belastning ved valgte tverrprofiler. Som minimum skal følgende tverrprofiler beregnes:

- Endene på karosseriet
- Starten på spissing
- Midtpunktet på karosseriet
- Øvrige utstikkende deler, f.eks. trinn, demperfester, osv.
- Øverst på pantografen, dvs. ved 5,6 meter

Punkter på tverrprofilen skal velges slik at man får de mest restriktive punktene, som normalt befinner seg i hjørnene på kjøretøyet eller innvendig i hjørnene på den dynamiske referansekonturen.

6.1 Horisontale kurver

Kurveradier på 150 m, 275 m, 900 m og 3000 m (for kurveradius = 3000 m, kun for h over 800 mm) skal vurderes. For godsvogner skal det også vurderes en kurveradius på 60 m.

Full belastning og oppumpede luftfjærer skal vurderes hvis det er aktuelt.

Mellom boggioppheng eller aksler

På 2-aksels standard UIC-godsvogner samt motorboggier skal bevegelsen σ spor – hjul beregnes til 27,5 mm $\left(\frac{1435+30-1410}{2} = 27.5\right)$ (definisjonen på tilhengervogn og motorboggier finner du under Definisjoner).

Den laterale fjærbevegelsen $q + w$ mellom karosseri mot hjulsett antas å fremgå fullstendig til mekanisk stopp, eller, hvis verdien er mindre, en forskyvning som tilsvarer maksimalt tillatt sporoverhøyde + en supplementær skråning D_{sup} på 40 mm. Legg merke til at maksimalt tillatt sporoverhøyde avhenger av kurvens radius.

For standard UIC-godsvogner antas det at fjæringens laterale bevegelse fra karosseri til hjulsett fremgår tydelig til mekanisk stopp, dvs. 23 mm for en standard godsvogn med to aksler og 11,5 mm for en standard godsvogn med boggi inkludert toleranser.

Lateral stopp er avhengig av kurvens radius, og dette skal vurderes hvis det er aktuelt.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporoverhøyde + en supplementær skråning D_{sup} på 40 mm. Legg merke til at maksimal sporoverhøyde avhenger av kurvens radius.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse mot den innvendige siden av kurven er:

$$Dpl_i = A_\sigma \cdot \sigma + A_q \cdot q + A_w \cdot w + s \cdot \frac{D_{max} + D_{sup}}{1.500} \cdot |h - h_c|_{>0} + \frac{1}{2R} \cdot \left[an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right]$$

der følgende bevegelsesfaktor A skal vurderes.

Forskyvningskoeffisient mellom boggioppheng eller aksler			
Type kjøretøy	Betingelser – koeffisienten gjelder for		
	Skinne – hjul A_σ	Hjul – boggi A_q	Boggi – karosseri A_w
Med to vognboggier (definisjon på motor og vogn finner du under "Definisjoner")	0	1	1
Minst én motorboggi	1	1	1
Kjøretøy med to aksler	1	1	Ikke aktuelt

Utvendige boggioppheng eller aksler

Skinnens/hjulets bevegelse σ skal vurderes som lik 27,5 mm $\left(\frac{1435+30-1410}{2} = 27.5\right)$.

Fjæringens laterale bevegelse $q + w$ mellom karosseri og hjulsett antas å være 95 % av maksimum til mekanisk stopp. Hvis den er mindre, antas den å være maksimalt tillatt avvik i sporoverhøyde + et supplementært avvik i sporoverhøyden I_{sup} på 60 mm. Legg merke til at maksimalt avvik i sporoverhøyden er avhengig av kurvens radius og kjøretøyets design.

For standard UIC-godsvogner antas det at fjæringens laterale bevegelse fra karosseri til hjulsett fremgår tydelig til mekanisk stopp, dvs. 23 mm for en standard godsvogn med to aksler og 11,5 mm for en standard godsvogn med boggi inkludert toleranser.

Lateral stopp er avhengig av kurvens radius, og dette skal vurderes hvis det er aktuelt.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporoverhøyde + en supplementær overhøyde D_{sup} på 60 mm. Legg merke til at maksimal sporoverhøyde avhenger av kurvens radius og kjøretøyets design.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse mot den utvendige siden av kurven er:

Forskyvningskoeffisient utenfor boggioppheng eller aksler			
Type kjøretøy	Betingelser – koeffisienten gjelder for		
Med to vognboggier (definisjon på motor og vogn finner du under "Definisjoner")	Skinne – hjul A_{σ}	Hjul – boggi A_q	Boggi – karosseri A_w
	$\frac{a + n}{a}$	$\frac{a + n}{a}$	$\frac{a + n}{a}$
Minst én motorboggi	$\frac{a + n}{a}$	$\frac{a + n}{a}$	$\frac{a + n}{a}$
Kjøretøy med to aksler	$\frac{a + 2n}{a}$	$\frac{a + 2n}{a}$	Ikke aktuelt

6.2 Rett linje

Skinnens/hjulets bevegelse skal vurderes som lik 27,5 mm $\left(\frac{1435+30-1410}{2} = 27.5\right)$.

Den laterale fjærbevegelsen $q + w$ mellom karosseri mot hjulsett antas å fremgå fullstendig til mekanisk stopp, eller hvis den er mindre, 35 mm.

For standard UIC-godsvogner antas det at fjæringens laterale bevegelse fra karosseri til hjulsett fremgår tydelig til mekanisk stopp, dvs. 23 mm for en standard godsvogn med to aksler og 11,5 mm for en standard godsvogn med boggi inkludert toleranser.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporavvik I_{sup} på 60 mm.

Mellom boggioppheng eller aksler

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse på rett spor er:

$$Dpl_i = A_\sigma \cdot \sigma + A_q \cdot q + A_w \cdot w + s \cdot \frac{I_{sup}}{1.500} \cdot |h - h_c|_{>0}$$

der følgende bevegelsesfaktor A skal vurderes.

Forskyvningskoeffisient mellom boggioppheng eller aksler			
Type kjøretøy	Betingelser – koeffisienten gjelder for		
	Skinne – hjul A_σ	Hjul – boggi A_q	Boggi – karosseri A_w
Alle typer kjøretøyer	1	1	1

Utvendige boggioppheng eller aksler

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse på rett spor er:

$$Dpl_i = A_\sigma \cdot \sigma + A_q \cdot q + A_w \cdot w + s \cdot \frac{I_{sup}}{1.500} \cdot |h - h_c|_{>0}$$

der følgende bevegelsesfaktor A skal vurderes.

Forskyvningskoeffisient utenfor boggioppheng eller aksler			
Type kjøretøy	Betingelser – koeffisienten gjelder for		
	Skinne – hjul A_σ	Hjul – boggi A_q	Boggi – karosseri A_w
Alle typer kjøretøyer	$\frac{a + 2n}{a}$	$\frac{a + 2n}{a}$	$\frac{a + 2n}{a}$

6.3 Vertikale kurver, beregning av de øvre delene

Det geometriske kurveoverkastet for den vertikale kurven $R_v = 1500$ m skal vurderes.

En situasjon uten belastning skal vurderes.

Konkav vertikal kurve mellom boggioppheng eller aksler:

Den maksimale hjulradien skal vurderes.

Fjæringens bevegelse ξ oppover skal vurderes med en verdi på 0,015 m per fjæringssteg.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporavvik. Legg merke til at det maksimale avviket i sporoverhøyden avhenger av kurvens radius og kjøretøyets design.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse oppover er:

$$u_i = \xi \pm s \cdot \frac{I_{max}}{1.500} \cdot b + \frac{1}{2R_v} \cdot \left[an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right]$$

Merk: Når kjøretøyet utsettes for rullebevegelser, oppstår det en kombinert lateral og vertikal bevegelse i et punkt i det øvre hjørnet på karosseriet. Et punkt på motsatt side av den skrånende siden heves, men samtidig beveger det seg bort fra de dynamiske referansekonturene. Et punkt på samme side som den skrånende siden senkes. I formelen involverer dette \pm .

Konveks vertikal kurve utvendig for boggioppheng eller aksler

Her skal man vurdere den maksimale hjulradien Δr_{wb} på én boggi eller aksel, og på den andre skal man vurdere den maksimalt tillatte hjulradiusforskjellen mellom boggier eller aksler.

Fjæringsbevegelsen ξ oppover skal vurderes med en verdi på 0,015 m per fjæringssteg ved samme enden som den maksimale hjulradien brukes.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporavvik. Legg merke til at det maksimale avviket i sporoverhøyden avhenger av kurvens radius og kjøretøyets design.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse oppover er:

$$u_a = \frac{n}{a} \cdot \Delta r_{wb} + \frac{n+a}{a} \cdot \xi \pm s \cdot \frac{I_{max}}{1.500} \cdot b + \frac{1}{2R_v} \cdot \left[an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right]$$

6.4 Vertikale kurver, beregning av de nedre delene

Det geometriske kurveoverkastet for den vertikale kurven $R_v = 1500$ m skal vurderes.

Fjæringens rullebevegelse mellom karosseri og hjulsett skal beregnes med maksimalt tillatt sporavvik. Legg merke til at det maksimale avviket i sporoverhøyden avhenger av kurvens radius og kjøretøyets design.

En slitasje i karosseriets understell (del av Δh_1) skal medtas i beregningen.

Hvis det bare er ett fjæringsoppheng, skal steg b2 vurderes som den tverrgående avstanden til fjæringen.

Følgende skal vurderes for stål- og gummifjærer (del av Δh_1 og Δh_2):

- Utslag under maksimal statisk belastning
- Ytterligere utslag ved 30 % overbelastning på den maksimale belastningen for å ta høyde for dynamisk stress eller bråstopp.
- Utslag på grunn av fleksibilitetstoleranser (de mest ugunstige verdiene som skyldes vedlikeholdsgrenser skal vurderes).
- Utslag på grunn av kryping i fjæringen.

Følgende skal vurderes for luftfjærer (del av Δh_2):

- Totalt utslag med tomme luftfjærer (inkludert nødfjærer når dette er aktuelt).

Her skal man vurdere justeringsenheter som skal kompensere for varierende hjulradier i tillegg til kryping i fjæringen og slitasje.

Konveks vertikal kurve mellom boggioppheng eller aksler:

Her skal man vurdere minimum hjulradius Δr_w på alle aksler.

Nedbøyning f på grunn av belastning skal vurderes.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse oppover er:

$$e_i = \Delta r_w + \Delta h_1 + \Delta h_2 + f + s \cdot \frac{I_{max}}{1.500} \cdot (b - b_2)_{>0} + \frac{1}{2R_v} \cdot \left[an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right]$$

Konkav vertikal kurve utvendig for boggioppheng eller aksler

Her skal man vurdere den minimale hjulradien Δr_w på én boggi eller aksel, og på den andre skal man vurdere den maksimalt tillatte hjulradiusforskjellen Δr_{wb} mellom boggier eller aksler.

Det skal vurderes et utslag på fjærene på samme ende som minimum hjulradius brukes, mens det skal være normalt fylte luftfjærer på den andre enden.

Dette innebærer at kjøretøyets bevegelse oppover er:

$$e_a = \Delta r_w + \frac{n}{a} \cdot \Delta r_{wb} + \Delta h_1 + \Delta h_2 + \sqrt{\left[\frac{n}{a} \cdot (\Delta h_1 + \Delta h_2)\right]^2 + \left[s \cdot \frac{l_{max}}{1.500} \cdot (b - b_2)_{>0}\right]^2} + \frac{1}{2R_v} \cdot \left[an + n^2 - \frac{p^2}{4}\right]$$

6.5 Sporskifter

Denne delen gjelder for kjøretøyer som passerer sporskifter og nedbøyninger, og kun for overflater som, inkludert kjøretøyets bevegelser nedover, kan være på under 0,15 m.

Det geometriske kurveoverkastet for den vertikale kurven $R_v = 500$ m skal vurderes.

Passasjerer skal ikke tas med i beregningen.

Her skal det brukes en beregningsmetode i henhold til vertikale kurver og laveste overflatenivåer.

6.6 Pantografkontroll

Kontrollen må utføres med en samlet høyde på 5,60 m og med en horisontal kurve med radius på 275 m.

Kurvens innside:

$$Dpl_{i\ dyn} = \frac{an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{l_{max} - d}{2}(A) + q(A) + w_{i(R)}(A) + z_{dyn} + (t - 0.030) + (\tau - 0.010)$$

Kurvens utside:

$$Dpl_{a\ dyn} = \frac{an_a + n_a^2 + \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{l_{max} - d}{2}(A) + q(A) + w_{a(R)}(A) + z_{dyn} + (t - 0.030) + (\tau - 0.010)$$

Verdiene for (A) er identiske med beregningen for karosseriet.

Disse forskyvningene må også vurderes ved beregning av pantografens posisjon under simuleringen.

7 Hele kjøretøyet

Bevegelsen fra hver beregning, også når man tar hensyn til ulike belastninger og fjæringstilstander, kombineres slik at man får en verdi for hele kjøretøyet for hver kurveradius og rett spor. Her skal man ta utgangspunkt i et worst case-scenario med en kombinasjon av alle mulige tilstander.

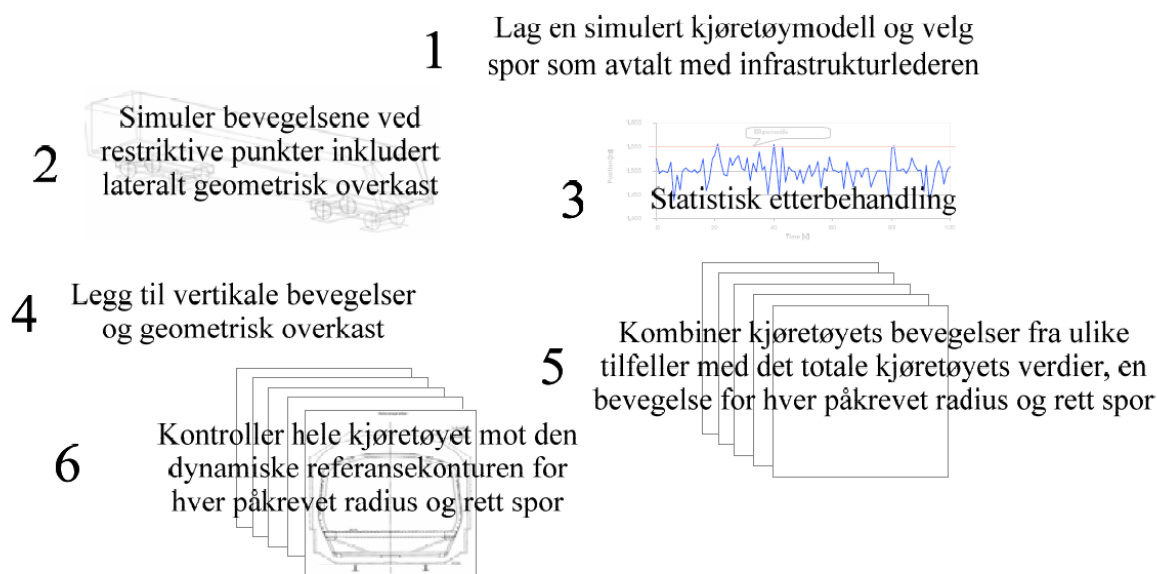
8 Metode for bevegelsesberegning ved hjelp av simulering

Bevegelsesberegning ved hjelp av simulering tillates for alle kjøretøyer inkludert følgende:

- Asymmetrisk leddelte kjøretøyer.
- Kjøretøyer med aktive enheter som målestyret avhenger av, f.eks. kjøretøyer med tippet karosseri.

Bevegelsesberegning ved hjelp av simulering tillates også for å maksimalisere kjøretøyets dimensjoner for konvensjonelle kjøretøyer som tillater bevegelsesberegning med geometriske formler.

Metoden fremgår av flytdiagrammet nedenfor.



Alle bevegelsesberegninger skal henviser til det reelle sporet slik den dynamiske referansekonturen gjør.

Kjøretøyets bevegelser skal beregnes for hver vogn på toget og for tilstanden på alle fjærer/belastninger ved valgte tverrprofiler. Som minimum skal følgende tverrprofiler beregnes:

- Endene på karosseriet
- Starten på spissing
- Midtpunktet på karosseriet
- Øvrige utstikkende deler, f.eks. trinn, demperfester, osv.

8.1 Hele kjøretøyet

Bevegelsene fra hver simulering kombineres med en total kjøretøyverdi for hver kurveradius og rett spor. Her skal man ta utgangspunkt i et worst case-scenario med en kombinasjon av alle mulige tilstander av for mye sporoverhøyde/avvik, hastighet og belastning/fjæring.

8.2 Bevis mot den tillatte referansekonturen

Den totale kjøretøyverdien for hver kurveradius og rett spor kontrolleres til slutt mot den dynamiske referansekonturen pluss den tilhørende projeksjonen. I horisontal retning kan sammenligningen generelt uttrykkes som:

Dynamisk referansekontur + Projeksjoner \geq [Kjøretøyets bredde + Kjøretøyets toleranser + Kjøretøyets bevegelser + Kurveoverkast]_{max}

Dette kan alternativt uttrykkes som den maksimale kjøretøybredden:

Kjøretøyets bredde \leq Dynamisk referansekontur + Projeksjoner – [Kjøretøyets toleranser + Kjøretøyets bevegelser + Kurveoverkast]_{max}

9 Dynamisk målemetode: Kontroll

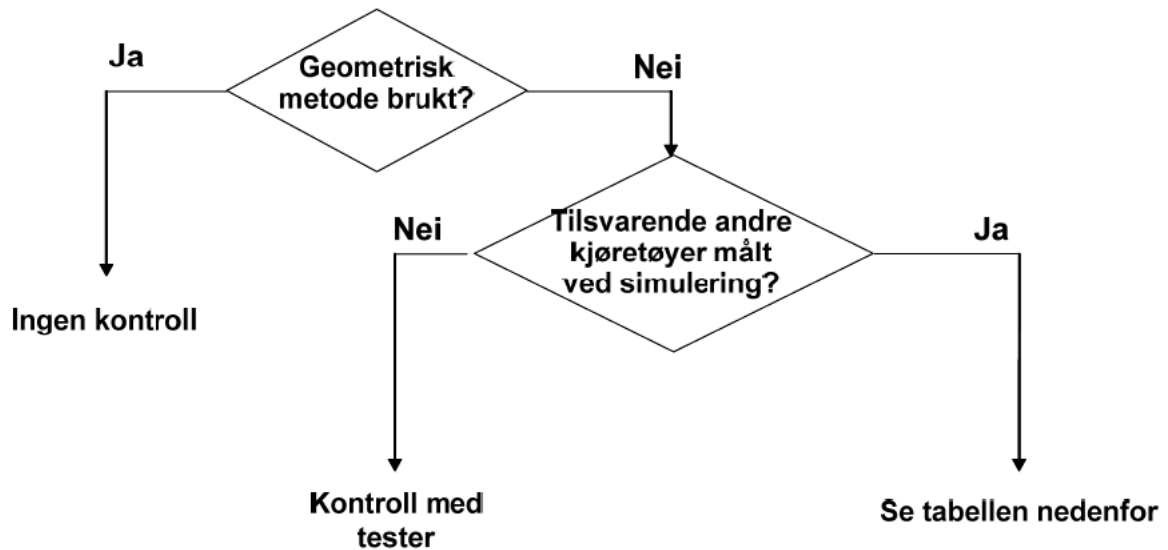
En kontroll av simulerte bevegelser gjennom testing vil i noen tilfeller være nødvendig. Ved beregninger med geometriske formler er kontroll ikke nødvendig.

Som prinsipp skal bevegelsesdata som er kritiske for dimensjoneringen av kjøretøyet, kontrolleres i slike tilfeller.

Især skal en ny simuleringsmodell kontrolleres gjennom testing. Ved valg av stasjonære tester og tester «på sporet» skal risikoomfanget, innovasjon og kompleksitet i kjøretøyets design vurderes. Det nye ved simuleringsmodellen skal også vurderes nærmere. I enkelte tilfeller vil kontroll med simuleringer være tilstrekkelig.

Kontroller gjennom testing skal fortrinnsvis utføres sammen med andre typer tester.

Som rettesnor, selv om det ikke er obligatorisk, er behovet for kontroll angitt i flytdiagrammet nedenfor.



Parameter	Kontroll er ikke nødvendig hvis parameteren har passert:	Kontroll er nødvendig	
		Kontroll med simulering er tillatt hvis parameteren endres av:	Kontroll gjennom tester kreves hvis parameteren endres med mer enn
Hjuldiametre	-	Mindre enn beskrevet under «Kontroll er nødvendig»	+ 0.1 m; -0.1 m
Hjulbase	-		+ 0.1 m; -0.1 m
Boggiavstand	Mindre		+ 0.5 m
Boggidimensjoner	Mindre		+ 0.1 m
Boggivekt	Mindre		+ 10 %
Boggitregghet	Mindre		+ 10 %
Karosserilengde	Mindre		+ 0.5 m
Karosserivekt	Mindre		+ 10 %
Karosseri c. av gr.	Lavere		+ 10 %
Fjæringens stivhet i forhold til karosseriets vekt og tregghet	Større		- 10 %
Fjærdempingen i forhold til karosseriets vekt og tregghet	Større		- 20 %

9.1 Kontroll gjennom simulering

Kontroll med sammenlignbare simuleringer tillates for mindre modifiseringer på kjøretøyer som allerede er godkjent og kontrollert. Simuleringer skal utføres for kritiske tilfeller og de mest restriktive punktene man finner i simuleringer eller tester på det sammenlignbare kjøretøyet.

9.2 Kontroll gjennom stasjonære tester

Kjøretøyet plasseres ved maksimal sporoverhøyde med luftfjæringens nivåventiler deaktivert, hvis kjøretøyet har dette.

Følgende målevariabler trengs for å kontrollere forskyvninger lateralt og rulleforskyvninger

- Hjulsett til boggiramme, lateralt
- Boggiramme til karosseri, lateralt
- Hjulsett til boggiramme, vertikal, begge sider
- Boggiramme til karosseri, vertikal, begge sider

Forskyvninger på kritiske/viktige punkter på kjøretøyet skal beregnes ut fra målevariablene, og skal sammenlignes med simuleringer. Den lokale myndigheten skal vurdere resultatet (underrettet instans, infrastrukturleder).

9.3 Kontroll med tester «på sporet»

En kontroll med kjørende måleverdier kan være del av en homologeringsprosess i henhold til prEN 14363 eller UIC 518, osv.

Det skal som minimum utføres kontroll på kritiske tilfeller og de mest restriktive punktene på kjøretøyet, slik simuleringer eller tester viser. Dette omfatter riktig valg av kjøretøybelastning, sporkvalitet, hastighets- og kurvedata.

Et nærliggende tilfelle kan velges hvis et bestemt tilfelle ikke lar seg realisere. Det må tas hensyn til ulike tilfeller i testevalueringen og sammenligninger.

Eksempel:

Rett spor, $V = 30, 80$ og 160 km/t

Kurvet spor, $R = 150, 275$ og 3000 m ved maksimal sporoverhøyde, balansert hastighet og ved maksimalt avvik i sporoverhøyden.

Avgreiningsskombinasjon, $R = 190$ m, mellomliggende rett 10 m og $R=190$ m.

Norske dynamiske mål
Versjon: 15.04.2024

Sporkvaliteten skal være mellom kvalitetsgrensene QN2 og QN3 i henhold til ENV 12299 (samme som angitt i UIC 518).

Følgende målevariabler trengs for å kontrollere forskyvninger lateralt, vertikal og hellende

- Spor til boggeramme, lateralt
- Bogger til karosseri, lateralt
- Hjulsett til boggeramme, vertikal
- Bogger til karosseri, vertikal

Følgende skal beregnes ut fra måleverdiene:

- Forskyvninger ved simulerte punkter som evalueres statistisk

Testresultatet skal sammenlignes gjennom simuleringer. Kjøretøybyggeren skal underrette den aktuelle instansen hvorvidt resultatene er tilfredsstillende.