



Statens vegvesen

Tømmervogntog 24,00 meter og 60 tonn



Stabilitet og høyde

Seksjon for Trafikantadferd
Henning Fransplass
7. februar 2015



07.02.2015



Agenda

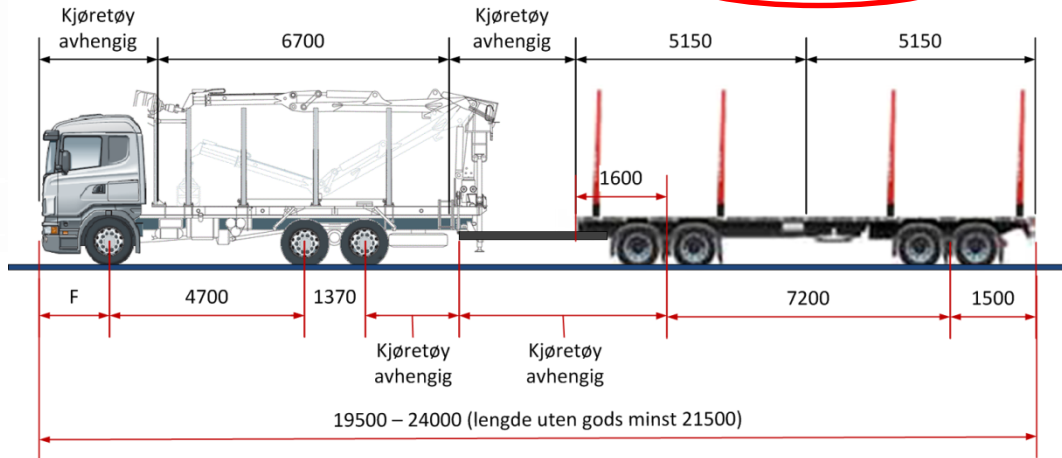


- Bakgrunn
- Stabilitetssammenlegninger
- Forslag til reviderte regler for høyde på tømmertilhengere

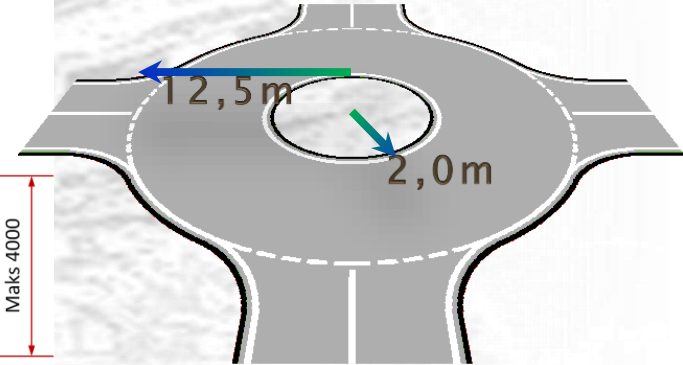
Forskrift om bruk av kjøretøy -

§ 5-5. Kjøring som er tillatt uten dispensasjon på offentlig veg

28000 kg ← → 32000 kg
26000 kg ← → 34000 kg
24000 kg ← → **36000 kg**



Manøvreringskrav



Minst 7 aksler



Notat fra Norges Skogeierforbund (NS)

NORGES SKOGEIERFORBUND

DSK/ N13001/02-150

NOTAT

Fra: Dag Skjelvås

Til: Jon Moines, Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Oslo, 2013-01-08

Tema: Vurdering av behov for økt høyde på tilhengeren på tømmervogntog

Det vises til tidligere kontakt om forskrift om bruk av kjøretøy og vårt ønske om økning av tillatt totalvekt for tømmervogntog til 60 tonn.

Vi ønsker 60 tonn totalvekt på tømmervogntog og primært 36 tonn totalvekt på tilhengeren som vektgrense. Med utgangspunkt i at tilhengere vanligvis har en egenvekt på ca 6 tonn, betyr det at nyttelasten på tilhengeren bør være mellom 28 (27) – 30 tonn.

Vekta av en bunt tommer kan regnes ut på følgende måte:

Vekt = Lengde * Brekke * Høyde * Fastmasseprosent * Egenvekt

Lengde:

Gjennomsnittlig lengde på virket varierer både med treslag, skogtype og anvendelsen av virket. Gjennomsnittlig lengde på sagtommer er 4,9 m, mens gjennomsnittlig lengde på massevirke er 4,5 m. Når tillatt vogtlengde økes til 24 m, vil gjennomsnittlig lengde på massevirke kanskje kunne økes til 4,75 m. Det reduserer behovet for økt høyde.

Bredde:

De staker til tommertilhengere som leveres i dag, gir en innvendig bredde på tilhengeren på 2,27 meter. (fra leverandørene Laxo og Exte)

Høyde:

Effektiv lastehøyde er differansen mellom høydegrensene som er satt i regelverket på 4 meter og høyden fra vegegen og opp til bankene på tommertilhengeren. Vanlig høyde på bankene er i dag 1,15 m, og det gir en effektiv lastehøyde på 2,85 m på tilhengeren.

Fastmasseprosent:

Fastmasseprosent varierer både med dimensjoner, retthet, barktykkelse og eventuell sno og is på virket. Gjennomsnittlig fastmasseprosent er ifølge Norsk Virkesmåling 52 % for sagtommer og 57 % for massevirke.

Egenvekt:

Trevirkets egenvekt varierer med forhold som treslag, årstid og værforhold, geografisk opprinnelse osv. Fersk granvirke har en densitet som ligger omkring 900 kg/m³. Virke fra Trøndelag er litt lettere enn virke fra Østlandet, se vedlegg fra Norske Skog.

- 2 -

NORGES SKOGEIERFORBUND

Av disse fem faktorene er bredde på tilhengeren en helt fast størrelse. Fastmasseprosent og egenvekt er størrelser som varierer betydelig, men som næring i liten grad kan påvirke så lenge fabrikkene ønsker ferskt virke. Lengden på virket har næringa mulighet for å påvirke, mens effektiv lastehøyde bestemmes ut fra den tillatte høyde som dere fastsetter.

For å kunne utnytte 60 tonn totalvekt fullt ut, må vekta av en bunt være 14-15 tonn. Jeg har derfor regnet på ulike alternativer for å belyse dette.

Sortiment	Lengde	Bredde	Lastehøyde	Eff. Høyde	Fastmasse %	Egenvekt	Vekt		
								m	m
Sagtommer	4,9	2,27	3,60	2,45	0,62	886	15 000	Landstall	
Massevirke	4,5	2,27	3,99	2,84	0,57	908	15 000	Østlandet	
Massevirke	4,5	2,27	4,00	2,85	0,57	883	14 653	Sørlandet	
Massevirke	4,5	2,27	4,00	2,85	0,57	851	14 122	Trøndelag	
Massevirke	4,75	2,27	3,84	2,69	0,57	908	15 000	Østlandet	
Massevirke	4,75	2,27	3,91	2,76	0,57	883	15 000	Sørlandet	
Massevirke	4,75	2,27	4,00	2,85	0,57	851	14 906	Trøndelag	

Red skrift viser hva som er begrensning/dimensjonerende.

For sagtommer viser beregningene at man når maksimal vekt allerede ved en stakhøyde på 3,60 m. Derfor er det ingen ting som tilsier at høyde vil være begrensning for lasstørrelsen for sagtommer.

I de tre neste linjene har jeg sett på massevirke og brukt gjennomsnittall for egenvekt fra tre ulike landsdeiler fra en rapport jeg har fått fra Norske Skog. For Østlandet ser vi at man når maksimal vekt ganske nøyaktig ved 4 m lastehøyde. Både for Sørlandet og for Trøndelag ser vi at høyde vil begrense nyttelasta på tilhengeren, men ikke mer enn at det fortsatt vil være fullt mulig å laste vogtøget til 60 tonn. For Trøndelag ser vi riktignok at vekta på en bunt nærmer seg 14 tonn.

I de to siste linjene har jeg økt lengden på massevirket med 25 cm. Det mener vi det bør være mulig å få til. Hvis vi klarer det, ser vi at vekt vil bli dimensjonerende for nyttelasta på tilhengeren både for Østlandet og Sørlandet. Trøndelag vil nå maksimal vekt på tilhengeren ganske nøyaktig ved 4 m lastehøyde.

- 3 -

NORGES SKOGEIERFORBUND

Konklusjon

Beregningene viser at det stort sett vil være mulig å utnytte økningen i totalvekt uten at høydegrensene heves.

For massevirke viser beregningene at man ganske ofte vil ligge i nærheten av høydegrensene dersom dere tillater 36 tonn på tilhengeren. Dette tilsier at det uansett er viktig å ha tydelige regler omkring høyde. I dag er høydegrensene angitt i hele meter uten desimaler og etter det jeg ser uten klare bestemmelser om toleranse. Dette bør dere se litt på, spesielt dersom dere velger å holde høydegrensene uendret.

For næringa ville det være optimalt dersom dere hevet tillatt høyde til 4,20 m. En toleranse på 10 cm ville også vært grei for oss, men dette må dere selvfølgelig se i sammenheng med det regelverket og de toleransene dere ellers har for høyde.

Noen framstiller det som et problem at høyde blir begrensning for lasstørrelsen. Det er det ikke. Det er helt likegyldig om det er vekt eller høyde som begrenser lasstørrelsen. Det viktige er hvor mye vi får med, og når økt totalvekt fører til at vi får med mer, er det bra. Skogsvirke og transporten av det betales etter volum, så derfor bør det være ønsket for alle parter å forholde seg til en høydegrensning hvis den er godt begrunnet.

Ellers ser jeg at to ulike bestemmelser har noe av den samme effekten. Dere er opptatt av at tilhengeren ikke skal være for tung i forhold til bilen. Forholdet i vekt mellom bil og tilhenger kan reguleres direkte gjennom vekta på tilhengeren. Alternativt kan den reguleres gjennom bestemmelsen om tillatt høyde på tilhengeren. Vi foretrekker det siste.



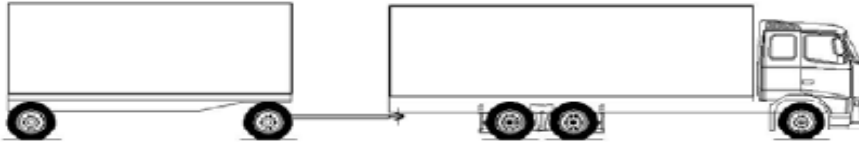
Tunge kjøretøy – på norske vegger 2013 – Stabilitet



24%

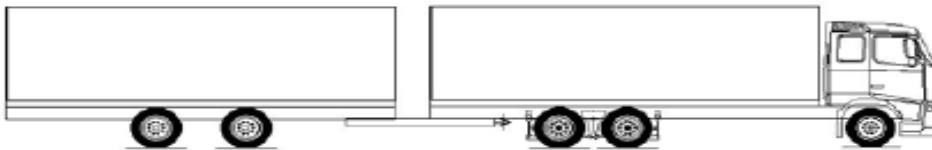
2012-2013

0% poeng



22%

-5% poeng



54%

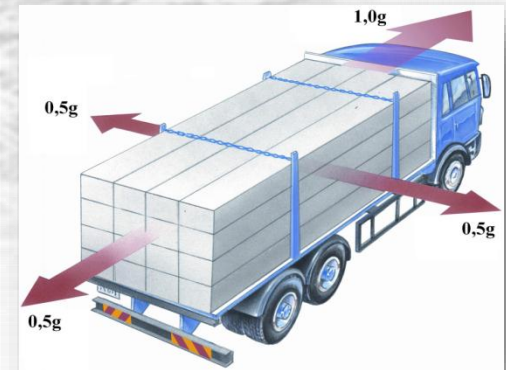
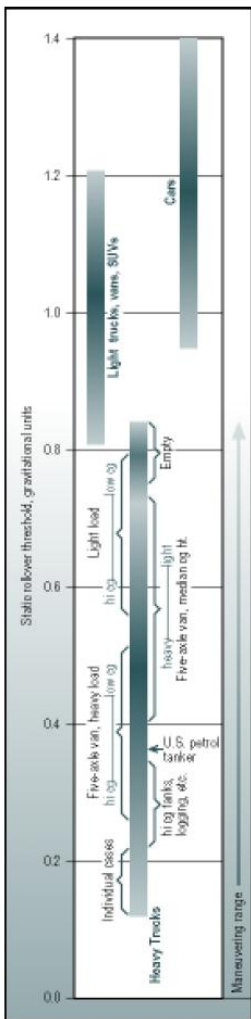
+5% poeng



Hvor stabilt er et kjøretøy?

Rollstabilitet (rollover statistisk)

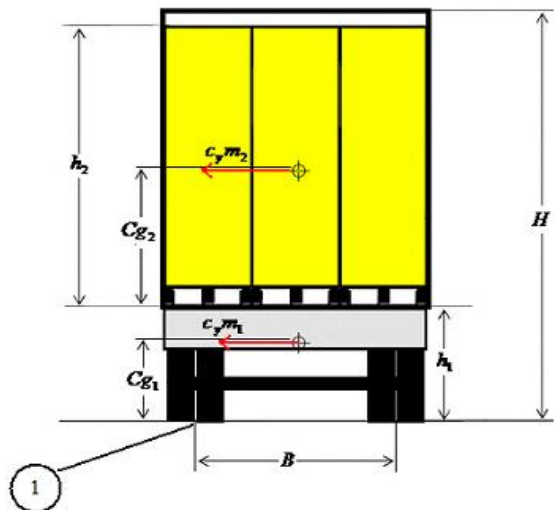
- ❑ Hovedmengden av personbilene er $> 1.0g$
- ❑ Lette lastebiler, varebiler og SUV's er rollstabilitetsgrensen fra ca. $0.8g$ til ca. $1.2g$
- ❑ Lastebiler med last er som regel $< 0.5g$



Source: The University of Michigan (ISBN 0-7680-0626-0)

Rollstabilitet – stivt kjøretøy – eksempel

Momentlikevekt: $\sum M_1 = 0 \implies c_y = \frac{(m_1 + m_2)B}{2[m_1 Cg_1 + m_2 (Cg_2 + h_1)]}$



h_1	1.25 m
h_2	2.75 m
H	4.00 m
Cg_1	0.80 m
Cg_2	1.375 m
B	1.82 m
m_1	7420 kg
m_2	32080 kg

$c_y \approx 0.40$



h_1	1.25 m
h_2	2.25 m
H	4.00 m
Cg_1	0.80 m
Cg_2	1.125 m
B	1.82 m
m_1	7300 kg
m_2	26278 kg

$c_y \approx 0.45$

Forskningsstudie fra The University of Michigan

- ❑ Rollbevegelse og fjæring i hjul og hjuloppheng → 0.36g
- ❑ Rollbevegelse og slakk i fjæring samt king-pin og fjæring i hjul → 0.32g
- ❑ Som tidligere men med vridning i ramme → 0.28g

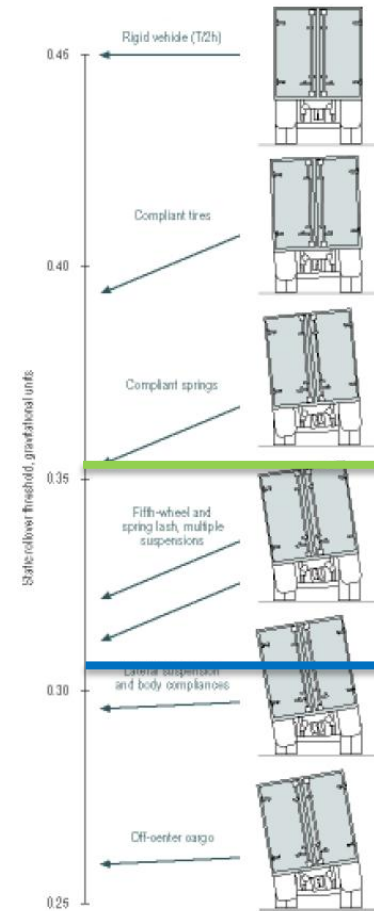
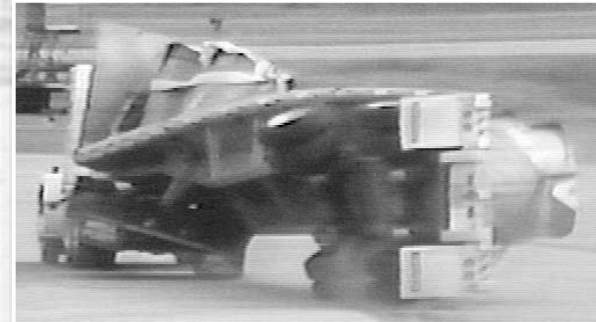


Figure 8. The rear end of a torsionally compliant flat-bed trailer rolls over nearly independently of the front end.

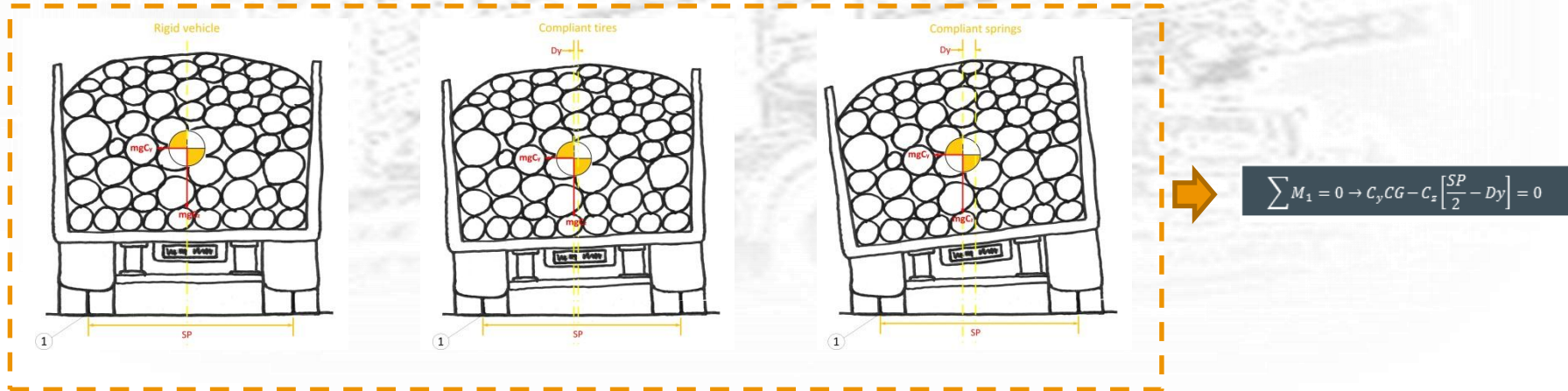


Source: The University of Michigan (ISBN 0-7680-0626-0)

Figure 6. An example case showing various major influences that determine roll stability.

Forutsetninger – Tømmertilhenger

- ❑ Kjøretøychassiset er torsjon stiv, dvs. vridning av i chassiset antas å være lik null
- ❑ Kjøretøyet er symmetrisk om senter linjen
- ❑ Dekk og fjæringskaraterestikken er lineær og fjæringskaraterestikken fra stålfjærer benyttes
- ❑ Sammentrykking og slakk i hjulopphengt antas å være lik null.





Forholdet mellom slepevogner

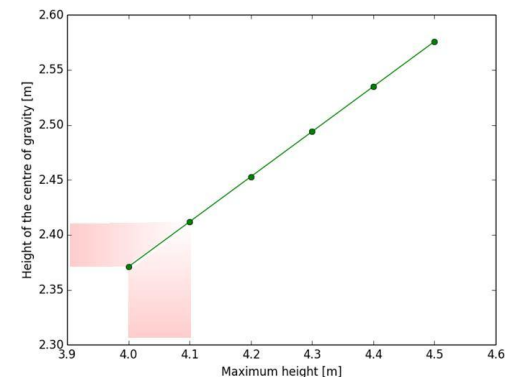
		Referanse
Største tillatte totalvekt slepevogn	36 000 kg	www.vegvesen.no/veglister
Antatt egenvekt på 4 eller 5 akslet slepevogn/tømmertilhenger	6 500 kg	Autosys
Antatt chassis høyde	1,19 meter	
Antatt banke høyde	0,20 meter	
Dekk dimensjon	265/70 R 19,5	Autosys
Antatt tyngdepunkts høyde for chassis	0,90 meter	
Total høyd	4,00 til 4,50 meter	
Sporvidde	1,92 meter	BPW – SHZF10008
Fjær senter	1,1 meter	BPW – SHZF10008
Fjærkonstant dekk	1600000 N/m	http://trid.trb.org/view.aspx?id=1127006
Fjærkonstant	1000000 N/m	http://fuelsaver.govt.nz/srt-calculator/srt-training.html

Tømmertilhenger har lav egenvekt i forhold til tillatt nyttelast. Forholdet mellom egenvekt og tillatt nyttelast på en:

- tømmertilhenger er ca. 18 %
- ordinær slepevogn er ca. 26 %.

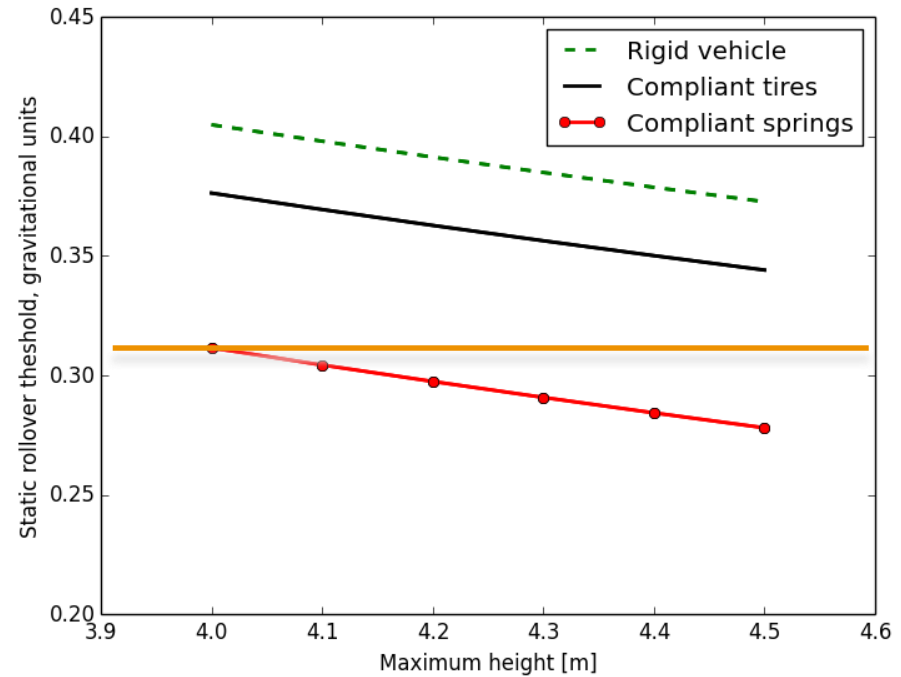
Konklusjon:

Dersom den tillatte høyden økes på en tømmertilhenger vil dette få større innvirkning på stabilitetsegenskapen enn hva som er tilfellet for en ordinær slepevogn.

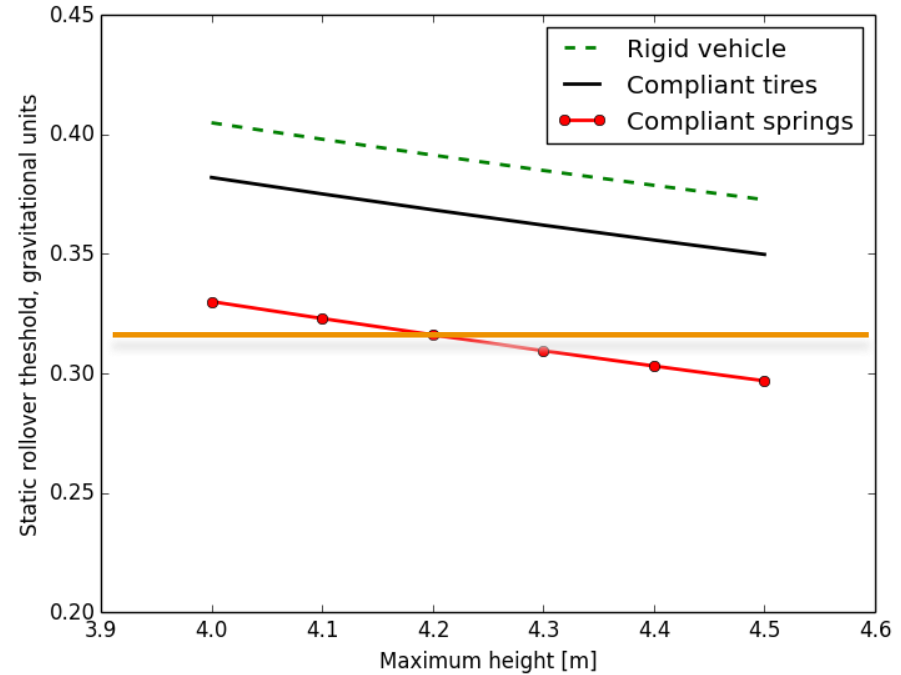


Hvis totalhøyden økes med ca. 0,1 meter vil CG øke med ca. 0,041 meter

Tømmertilhenger – 36 tonn (4 aksler)

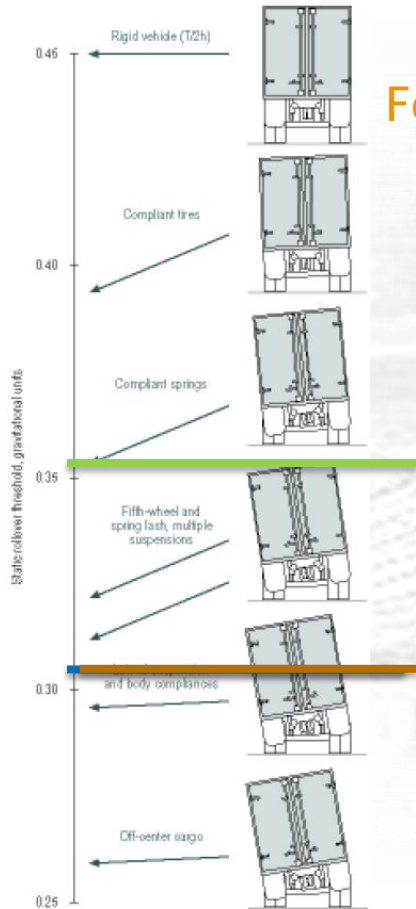


Tømmertilhenger – 36 tonn (5 aksler)



Forskningsstudie fra The University of Michigan

- ❑ Rollbevegelse og fjæring i hjul og hjuloppheng → 0.36g
- ❑ Rollbevegelse og slakk i fjæring samt king-pin og fjæring i hjul → 0.32g
- ❑ Som tidligere men med vridning i ramme → 0.28g



Source: The University of Michigan (ISBN 0-7680-0626-0)

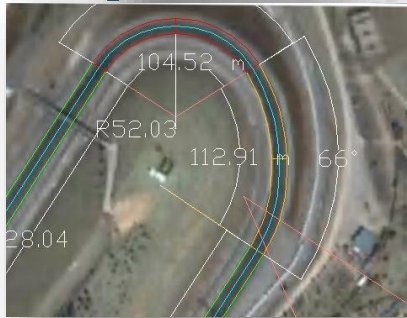
Figure 8. The rear end of a torsionally compliant flat-bed trailer rolls over nearly independently of the front end.



Figure 6. An example case showing various major influences that determine roll stability.



Veg- og gateutforming Håndbok N100



	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H _{h,1}	H _{h,2}	Sa1	Sa2	Sa3	A1	A2	A3
Vegtype	H/H _h	H	H	H/H _h	H/H _h	H/H _h	H/H _h	H/H _h	H/H _h	H _h	H _h	Sa	Sa	Sa	A	A	A
ADT	<12'	<4'	<4'	4'-6'	6'-12'	>12'	>12'	12'-20'	>20'	H _h	H _h	Sa	Sa	Sa	A	A	A
Fartsgrense [km/t]	60	80	90	80	90	60	80	100	100	80	80	50	50	80	30	50	50
Tverrprofil [m]	8,5	8,5	8,5	10	12,5	16	20	20	23	6,5	7,5	6	6,25*	6,5	5	7	4
Skulder [m]	1	1	1	1	1,5	0,75	1,5	1,5	3	0,5	0,75	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	
Kjørefelt 1 [m]	3,25	3,25	3,25	3,5	3,5	3,25 / 3,25	3,5 / 3,5	3,5 / 3,5	3,5 / 3,5	2,75	3	2,75	2,75	2,75	4	3	4
Indre skulder [m]					0,75	0,25	0,5	0,5	0,5								
Skille kjørefelt [m]				1 FM	1 MR	1 MK	2 MR	2 MR	2 MR								
Indre skulder [m]					0,75	0,25	0,5	0,5	0,5								
Kjørefelt 2 [m]	3,25	3,25	3,25	3,5	3,5	3,25 / 3,25	3,5 / 3,5	3,5 / 3,5	3,5 / 3,5	2,75	3	2,75	2,75	2,75		3	
Skulder [m]	1	1	1	1	1,5	0,75	1,5	1,5	3	0,5	0,75			0,5	0,5		
Alternativ utforming [m]	7,5 / 6,5											6*	6*	4	3,5		
Min. horisontalkurveradius [m]	125	250	450	300	450	175	300	700	700	200	200	55	55	200	30	60	60
Min. klottoide [m]	75	125	180	140	180	90	140	245	245	110	110	40	40	100			
Stopsikt [m]	70	115	175	145	175	75	145	255	255	100	100	45	45	100	20	45	45
Δst1_{utg} [m]	-4	-9	-18	-14	-18	-4	-14	-35	-30	-8	-8	-2	-2	-8			
Δst2_{utg} [m]	5	12	27	20	27	6	20	55	44	11	11	2	2	11			
Motesikt [m]														210	50		100
Forbikringsikt [m]		450	550							450	450						
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	1100	2800	6400	4400	6400	1200	4400	13600	13600	2100	2100	400	400	2100	300	400	1100
Min. vertikalkurveradius, lav [m]	1100	1900	2600	2100	2600	1100	2100	3400	3400	1600	1600	400	400	1000	150	400	400
Maks. overhøyde [%]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	8	8
Maks. stigning [%]	6	6	6	6	6	6	6	6	5	8	8	6	6	8	8	6	8
Maks. resulterende fall [%]	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	11,3	11,3	10	10	11,3	9,5	10	11,3
Min. resulterende fall [%]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kryssløsning	T,X,R	T,R	T,R	T,R,P	P evt.T,R	T,X,R,P	P	P	P	T,R	T,R	T,X	T,X,R	T			
Avstand mellom kryss	250	500	1000	1000	1000	300	1000	3000	3000	250	250						
Min. horisontalkurveradius [m]	225(T/X)	400(T)	700(T)	500(T)	700(T)	275(T,X)				350(T)	500(T)	100(T)	100(T)	350(T)			
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	2900	7100	16400	10900	16400	2600				5500	5500	1100	1100	5500			
Avkjerster	B/AF	B	B	AF	AF	AF	AF	AF	AF	B	B	B	B	B	T	T	T
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	1300	3500	8200							2700	2700						
Avstand mellom stopplommer [km]		5	5	3	2		3	3		5	5						
Forbikring																	
Eget- eller motg.-felt		M	M	E/M	E	E	E	E	E	M	M						
Belysning	I/B	I	I	I	B	B	B	B	B	I	I	B	B	I	B	I	I
Dimensjonerende kjøretøy	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	L	L	L	L	VT	L
Dimensjonerende kjøremåte	A,B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	B	B	C	C

Nasjonale hovedveger og øvrig hovedveger

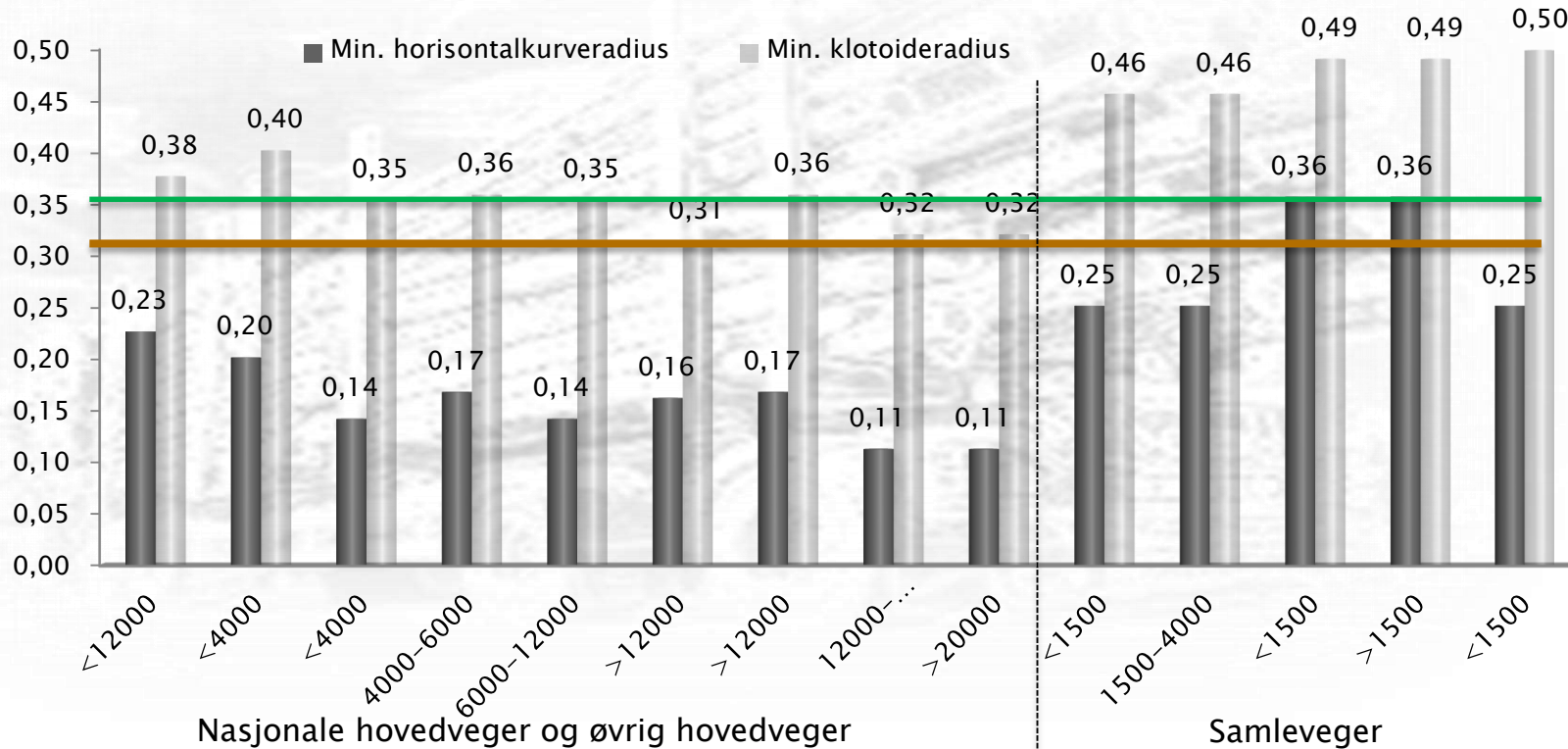
Samleveger

Tømmertilhenger stabilitet og høyde – Henning Fransplass



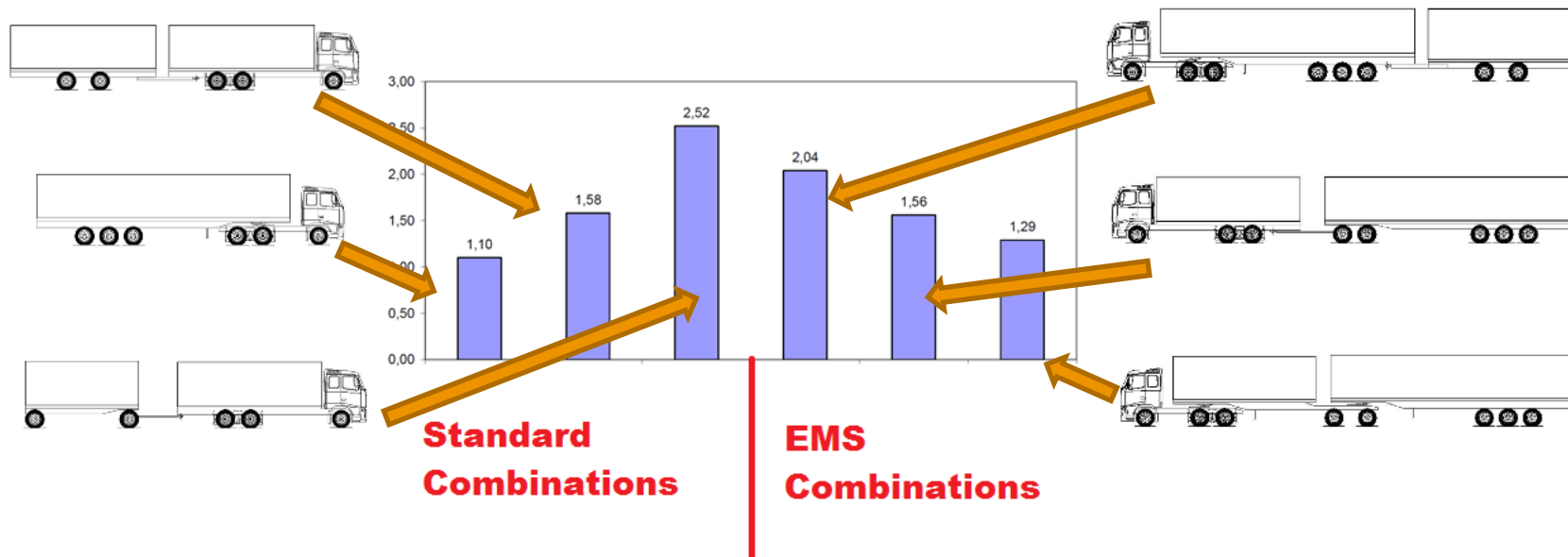
Statens vegvesen

g-krefter på kjøretøy ved "vanlig" bruk





Dynamisk stabilitet – Forsterkningsfaktor



Source: NVF-reports ;1/2007; Vehicle combinations based on the modular concept

Konklusjon – Hørings forslaget vil foreslå



3 Mulige Løsninger

- ❑ Tømmertilhengere som er utstyrt med elektronisk stabilitetskontroll har ingen høyde begrensning
- ❑ Tømmertilhengere som er utstyr med 5-akser kan ha en maksimalhøyde lik 4,20 meter
- ❑ Tømmertilhengere som er utstyr med 4-akser får ikke høyere maksimalhøyde enn det som er gjeldende i dagens regelverk, altså 4,00 meter.



Februar 2015 – Høring for å endre vedlegg 1 til forskrift om bruk av kjøretøy kapittel 7 bokstav b.



Statens vegvesen

Tusen takk for oppmerksomheten