

SJ Kåsty Mbr		<b>LABORATORIEMEDDELANDE</b>			Reg. nr. <b>723 U65</b>
Datum <b>8.11.57</b>	Från <b>Mbr 6</b>	Utfärdat <b>P-E Olson</b>	Uppdragsgivare: <b>Ö18 Mbr</b>	Författare: <b>E. Sundström</b>	
Till: Ö18 Mbr, Mbr 6, Förf. <b>Ö18 Mbr, Bbrsp V De</b>				<input type="checkbox"/> Utredning <input checked="" type="checkbox"/> Prov <input type="checkbox"/> Orig.arb. <input type="checkbox"/> Referat <input type="checkbox"/> Översättn.	Medarbetare:
Blad 1: Mbr 1, 2, 3, 4, 6, Bibl., <b>Gd</b>				Antal textblad <b>4</b>	Antal bilagor <b>2</b>
Titel <b>Sidoinstabilitet hos vagnar till följd av tryckkrafter</b>					
Sammanfattning:					
<p>En utredning har gjorts av de tryckkrafter, som kan uppträda i tåg; exempelvis vid bromsning. Denna icke skjälva så stora sidokrafter, att spåret kan skadas. Däremot kan långa vagnars sido-stabilitet rubbas så, att när tryckkraften ökas, vagnens läge parallellt med spåret plötsligt blir instabilt, varvid vagnen kan råka i slingringsrörelse. Vid en vagnlängd av 23,5 m över buffertar är denna form av instabilitet aktuell med de flesta nu använda bufferttyper.</p> <p>Utredningen visar att tåg med likartad sammansättning, som bromsas på samma sätt, kan väntas råka i lika slingringsrörelser, varav banan vid upprepade passager av sådana tåg kan punktvist försvagas.</p>					

### Svängningsform

Om tryckkrafter uppträda i ett tåg, kan buffertkrafterna få till följd, att vagnarnas stabilitet för vridningar kring en lodrät axel minskas. Om buffertkrafterna redan vid en liten utvridning av vagnen ge ett moment, som strävar att öka vridningsvinkeln, blir vagnens läge parallellt med spåret instabilt, och vagnen kommer att vridas ut tills flänskontakt inträffar. Härvid kan vagnen komma i slingringsrörelse. Tendenser till sinusgång hos vagnen förvärras, varvid amplituden ökar. Även om det genom instabiliteten framkallade momentet själv icke ger farliga påkänningar i spåret, kan de därigenom framkallade svängningsrörelserna ge upphov till avsevärda krafter. Villkoren för sådan instabilitet är beroende på vagnarnas inbördes rörelse. Den utknäckningsform, som kräver minsta tryckkraften men ändå uppfyller jämviktstvillkoren, är den där vartannat vagnskoppel icke rör sig i sidled och de övriga ömsevis åt höger och åt vänster. I de följande beräkningarna har denna utknäckningsform antagits.

### Beräkningar

Buffertkrafter: Totalt		$P$
Höger		$P_1 = \frac{P + \Delta P}{2}$
Vänster		$P_2 = \frac{P - \Delta P}{2}$
Intryckning: Höger		$x_1$
Vänster		$x_2 = x_1 - \Delta x$
Krafternas hävvarmar:	Höger	$L_0 - \frac{h}{2}$
	Vänster	$L_0 + \frac{h}{2}$
Vagnens längd över buffertar		$L$
Buffertavstånd		$h$
Vinkel mellan vagn och spår		$\theta = \frac{\Delta x}{h}$

Det på vagnen verkande vridmomentet blir då:

$$\begin{aligned} M &= P_1 \left( L_0 - \frac{h}{2} \right) + P_2 \left( L_0 + \frac{h}{2} \right) = \\ &= L_0 P - \frac{h}{2} \Delta P = \frac{L \Delta x}{h} \cdot P - \frac{h}{2} \Delta P \end{aligned} \quad (1)$$

För att knäckrisk skall föreligga, måste  $\Delta P$  vara noll, och  $M$  positivt för positiva  $\Delta x$ , d v s

$$\frac{dM}{d \Delta x} \geq 0$$
$$L \geq L_k = \frac{h^2}{2P \frac{\Delta x}{\Delta P}} \quad (2)$$

Om vagnen är längre än denna kritiska längd, uppträder instabilitet. Vid användning av centralbuffert utan sidostyvhet är  $L_k = 0$  och tryckkrafter försäkra alltid stabiliteten.

$$\frac{\Delta x}{\Delta P} = \frac{dx_1 - dx_2}{2 \cdot \frac{\Delta P}{2}} = \frac{1}{2} \left( \frac{dx_1}{dP_1} + \frac{dx_2}{dP_2} \right) \quad (3)$$

Insatt i (2) ger detta:

$$L_k = \frac{h^2}{P \left( \frac{dx_1}{dP_1} + \frac{dx_2}{dP_2} \right)} \quad (4)$$

Om buffertkaraktäristiken är entydig, ändras såväl  $x_1$  som  $x_2$ . Eftersom  $P_1 = P_2$  före utvridningen, måste också gälla

$$\frac{dx_1}{dP_1} = \frac{dx_2}{dP_2} = \frac{dx}{dP} = \frac{1}{\frac{dP}{dx}} \quad (5)$$

Om projektionen på  $x$ -axeln av tangenten till den entydiga karakteristiken i någon punkt betecknas med  $T_e$  kan man skriva:

$$P_1 = P_2 = T_e \cdot \frac{dP}{dx} = \frac{P}{2} \quad (6)$$

$$\frac{dx}{dP} = \frac{2 T_e}{P} \quad (7)$$

$$L_k = \frac{h^2}{4 T_e} \quad (8)$$

Är däremot buffertkaraktäristiken tvätydig, d v s visar hysteresisdämpning, måste  $P_1$  och  $P_2$  båda ligga på endera den uppåtgående eller den nedåtgående kurvan för att ingen sprängvis ändring i momentet skall äga rum när utvridningen kommer till stånd.

Om bägge buffertarna ha den intryckning, som svarar mot ökande kraft, kommer den buffert, som avlägsnar sig från spårets mittlinje att få minskande kraft men oförändrad intryckning, och den buffert, som närmar sig mittlinjen att få ökande kraft och intryckning.

Då gäller alltså:  $\frac{dx_2}{dP_2} = 0$  och

$\frac{dx_1}{dP_1}$  fås ur lutningen för fjäderkaraktistiken för ökande kraft.

Om bägge buffertarna ha den intryckning, som svarar mot minskande kraft, kommer den buffert, som avlägsnar sig från spårets mittlinje att få minskande kraft och intryckning och den buffert, som närmar sig mittlinjen att få ökande kraft men oförändrad intryckning. I detta fall gäller alltså:

$\frac{dx_1}{dP_1} = 0$  och  $\frac{dx_2}{dP_2}$  kan fås ur lutningen för fjäderkaraktistiken för minskande kraft.

Dessa båda fall kunna sammanfattas på följande vis:

$$L_k = \frac{k^2}{2 T_t} \quad (9)$$

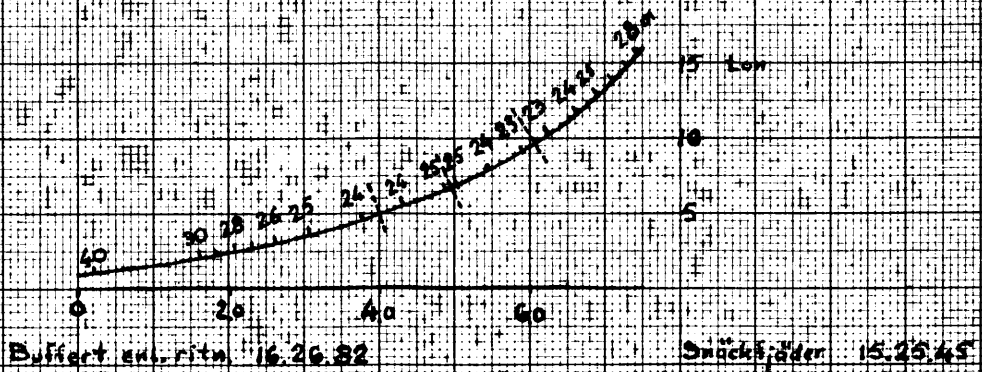
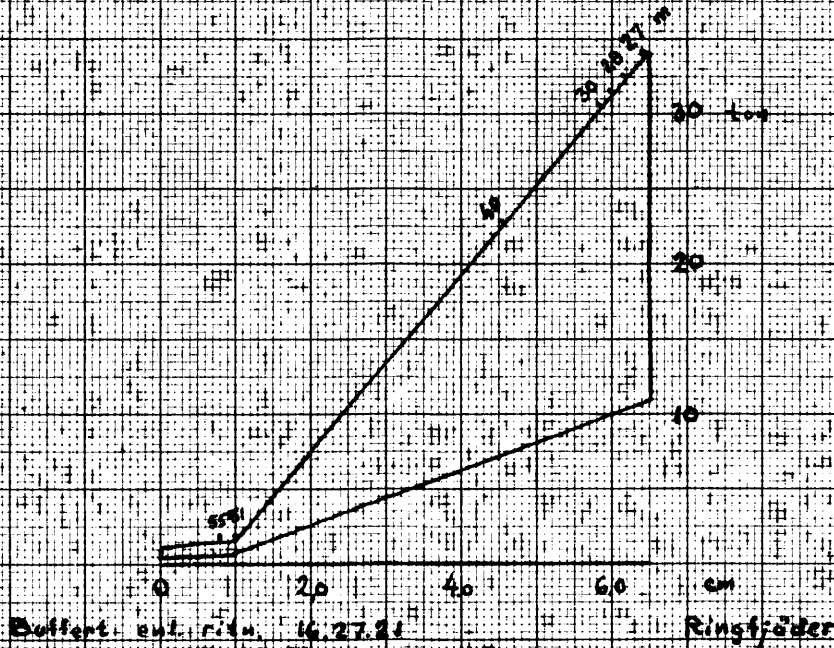
$T_t$  är projektionen på x-axeln av tangenten till fjäderkaraktistiken i den punkt, som representerar intryckningen och kraften i utgångsläget.

Man kan således för varje punkt på fjäderkaraktistikerna ange en största vagnslängd, som kan användas utan att orsaka instabilitet. För några vanliga bufferttyper har denna kritiska längd markerats på fjäderkurvorna i bifogade skisser. Därvid är att märka, att på ringfjäderbuffertarna har kritiska längder markerats endast på kurvan för ökande kraft, beroende på att med dessa buffertar samma längder erhållas även för minskande kraft med samma intryckning.

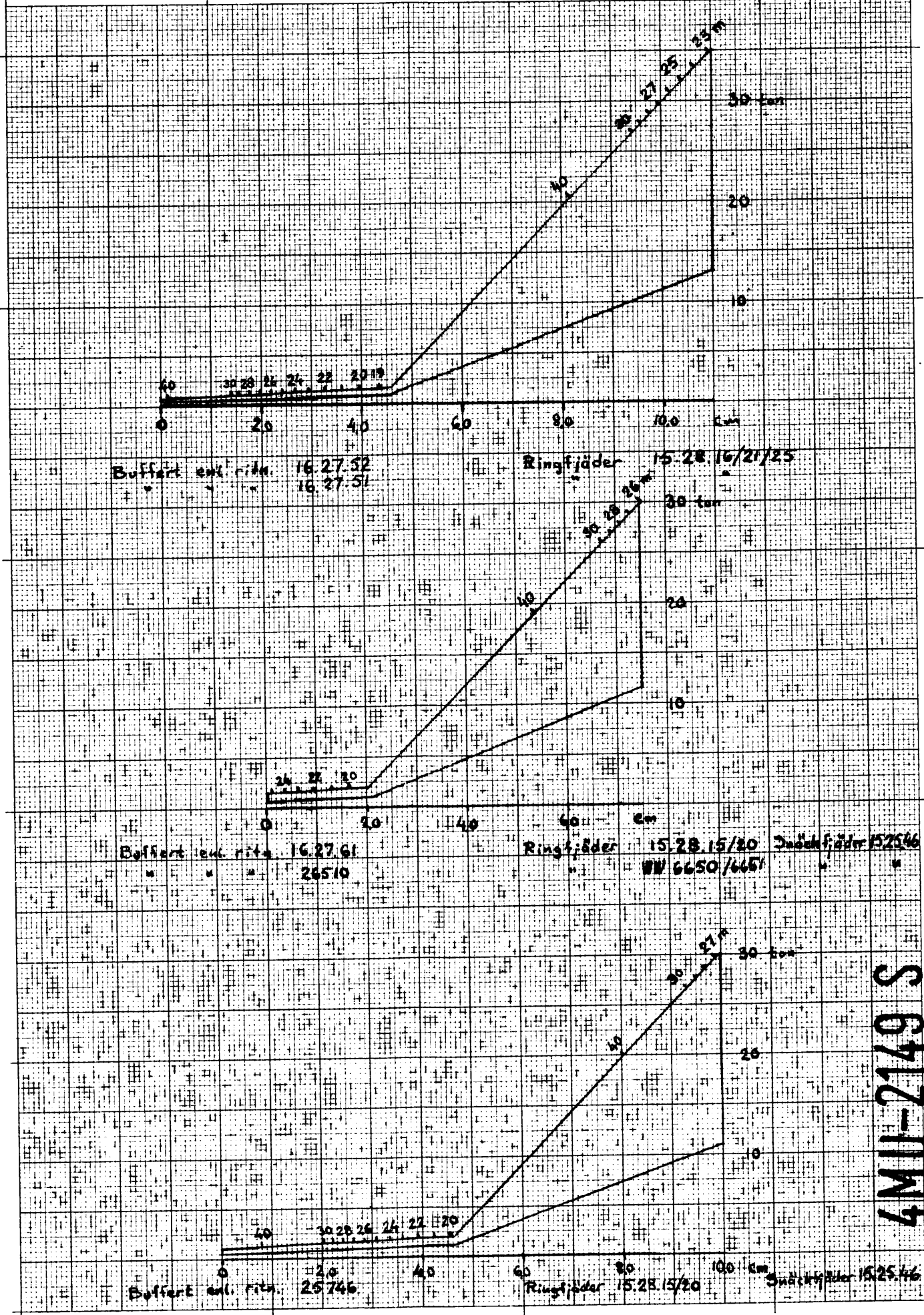
Av kurvorna framgår, att instabilitet för små krafter förekommer med alla här behandlade personvagnsbuffertar med den vanliga vagnslängden 25,5 m.

Ringfjäderbufferten för godsagnar är helt ofarlig, och snäckfjäderbufferten ger instabilitet för vagnslängder mellan 22,5 och 25,5 m för stora såväl som små krafter.

Knäcklängder för vissa godsvagnsbuffertar.



# Knäckklängder för vissa personvagnsbuffertar



4MU-2149 S