

Tågkostnadskalkyler för kombitrafik

Gerhard Troche

KTH Trafik & Logistik
Järnvägsgruppen

2010-12-16

Denna rapport är en del av projektet "Strategisk modellering av kombitransporter mellan landsväg och järnväg" som finansieras av Vägverket och Banverket genom Swedish Intermodal Transport Research Centre, Sir-C

Gerhard Troche
Järnvägsgruppen
Kungliga Tekniska Högskolan
Stockholm

Gerhard Troche
KTH Trafik & Logistik
Järnvägsgruppen

Tågstodskalkyler för kombitrafik

Inledning

För att ha bättre underlag vid beräkning av transportkostnader i intermodala trafikupplägg har övertecknat med hjälp av järnvägstodskostnadsmodellen EvaRail genomfört ett antal beräkningar av tågstodskostnader för kombitåg. Målet var framförallt att få kunskap om hur olika parametrar påverkar kostnaderna; följande parametrar har undersökts:

- Transportavstånd
- Tågstodstorlek (antal vagnar)
- Belägningsgrad (andel lastade vagnar)

Beräkningar har genomförts såväl för containertåg som semitrailertåg.

Nedan redovisas indata, transportuppläggets väsentliga karakteristika och resultaten. Resultaten redovisas i form av tågstodkilometer- och tonkilometerkostnader (kronor per tågstodkilometer, kronor per nyttotonkilometer). Läsaren kan vid intresse eller behov med hjälp av indata tabellerna lätt räkna ut totala kostnader per lastbehållare, vagn, transport, mm.

Vid kostnadsberäkningen har följande kostnader inkluderats:

- Kapital- och avskrivningskostnader för rullande materiel (lok och vagnar)
- Underhålls- och servicekostnader för rullande materiel (lok och vagnar)
- Banavgifter (gällande avgifter enligt Trafikverket)
- Förarkostnader
- Energikostnader
- Overheadkostnader (20%)
- Vinstmarginal (10%)

Observera att växlingskostnader och lastbehållarkostnader ingår *ej*. Redovisade kostnader avser således uteslutande "undervägstodskostnader" (i modellsammanhang ofta även kallade länkkostnader).

Det bör betonas att resultaten bör betraktas som indikativa.

Containertåg

Containertåg – variation av transportavstånd

Scenarierna framgår av nedanstående tabell. Avståndet har varierats från 250 km till 2000 km. Vid avstånd upp till 500 km har medelhastigheten antagits vara 75 km/tim, medan den är något lägre på de större avstånden. Härmed återspeglas det faktum att tågförbindelser över långa avstånd är svårare att samordna med annan trafik, eftersom de ofta passerar flera flaskhalsar och på grund av de längre körtiderna i högre utsträckning även trafikerar när annan trafik (persontrafik) är stark.

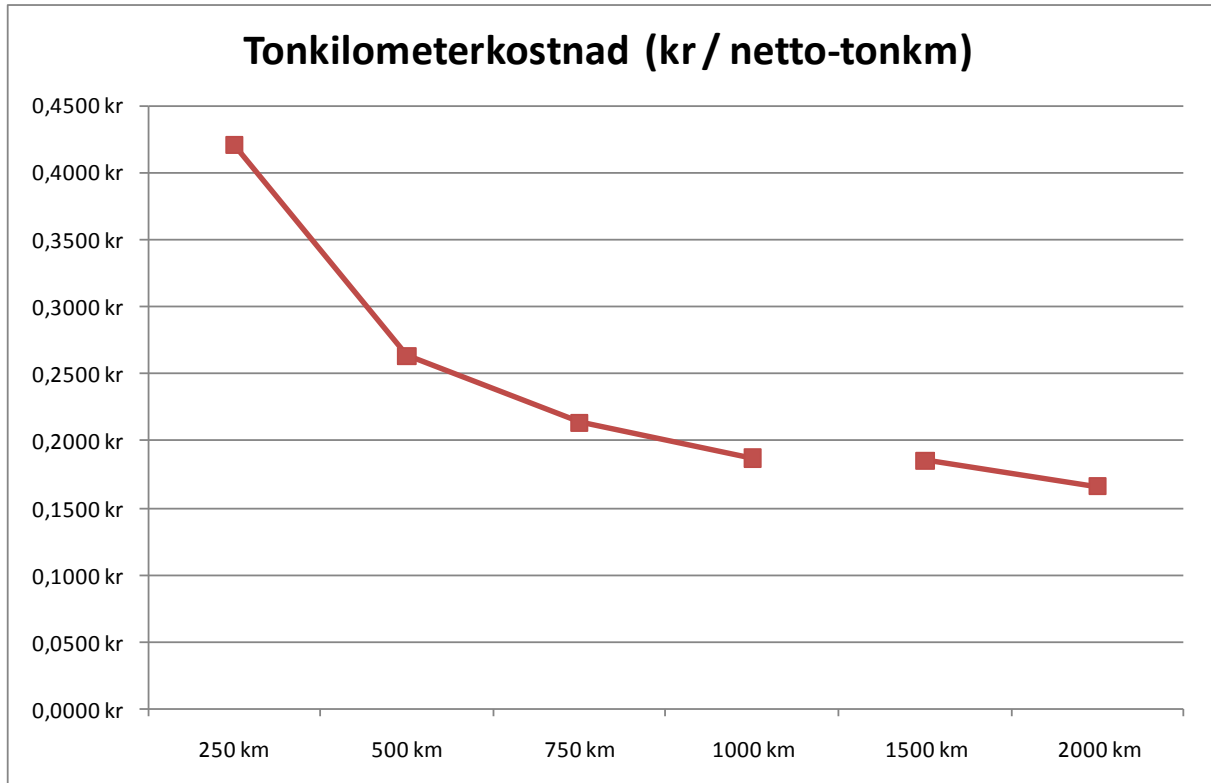
Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg

Tågkonfiguration						
Lok	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Antal lok	1	1	1	1	1	1
Vagnar	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn
Antal vagnar	25 st.	25 st.	25 st.	25 st.	25 st.	25 st.
Andelen lastade vagnar	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct
Antal lastbehållare / lastad vagn	3	3	3	3	3	3
Nyttolast / lastad behållare	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton
Andelen lastade behållare	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg						
Avstånd enkel riktning	250 km	500 km	750 km	1000 km	1500 km	2000 km
Medelhastighet	75 km/tim	75 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim
Omlopp / vecka	3	3	3	3	2	2
Trafikveckor / år	48	48	48	48	48	48

Som framgår av nedanstående tabell varierar tågstanskalkylerna mellan 42 öre/tonkm och 17 öre/tonkm. Tågstanskalkylen är vid 750 km avstånd endast hälften så stor som vid 250 km avstånd. Dock bör påpekas att den rullande materielen vid de korta avstånden endast används en relativt liten del av dygnet; om materielen kunde merutnyttjas (t ex vid transporter på dagtid) skulle kostnaden vara lägre.

Tabell: Resultat

Avstånd enkel riktning	250 km	500 km	750 km	1000 km	1500 km	2000 km
Totalkostnad/tågkm	141,99 kr	88,87 kr	72,03 kr	63,17 kr	62,57 kr	56,08 kr
Totalkostnad/tonkm	0,4207 kr	0,2633 kr	0,2134 kr	0,1872 kr	0,1854 kr	0,1662 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet

Containertåg – variation av tågstorlek vid två olika transportavstånd

Tågstorleken har varierats från 10 vagnar till 35 vagnar (boggievagnar). Kostnadseffekten har beräknats för två olika transportavstånd, dels 500 km, dels 1500 km; i det förstnämnda fallet har medelhastigheten antagits med 75 km/tim, i det sistnämnda 70 km/tim.

Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg vid 500 km transportavstånd

Tågkonfiguration		Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Lok		1	1	1	1 (ev 2)	1 (ev 2)	1 (ev 2)
Antal lok		1	1	1	1 (ev 2)	1 (ev 2)	1 (ev 2)
Vagnar		4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn
Antal vagnar		10 st.	15 st.	20 st.	25 st.	30 st.	35 st.
Andelen lastade vagnar		50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare		20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct
Antal lastbehållare / lastad vagn		3	3	3	3	3	3
Nyttolast / lastad behållare		12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton
Andelen lastade behållare		75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg							
Avstånd enkel riktning		500 km	500 km	500 km	500 km	500 km	500 km
Medelhastighet		75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim
Omlopp / vecka		3	3	3	3	3	3
Trafikveckor / år		48	48	48	48	48	48

Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg vid 1500 km transportavstånd

Tågkonfiguration						
Lok	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Antal lok	1	1	1	1 (ev 2)	1 (ev 2)	1 (ev 2)
Vagnar	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn
Antal vagnar	10 st.	15 st.	20 st.	25 st.	30 st.	35 st.
Andelen lastade vagnar	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct
Antal lastbehållare / lastad vagn	3	3	3	3	3	3
Nyttolast / lastad behållare	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton
Andelen lastade behållare	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg						
Avstånd enkel riktning	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km
Medelhastighet	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim
Omlopp / vecka	2	2	2	2	2	2
Trafikveckor / år	48	48	48	48	48	48

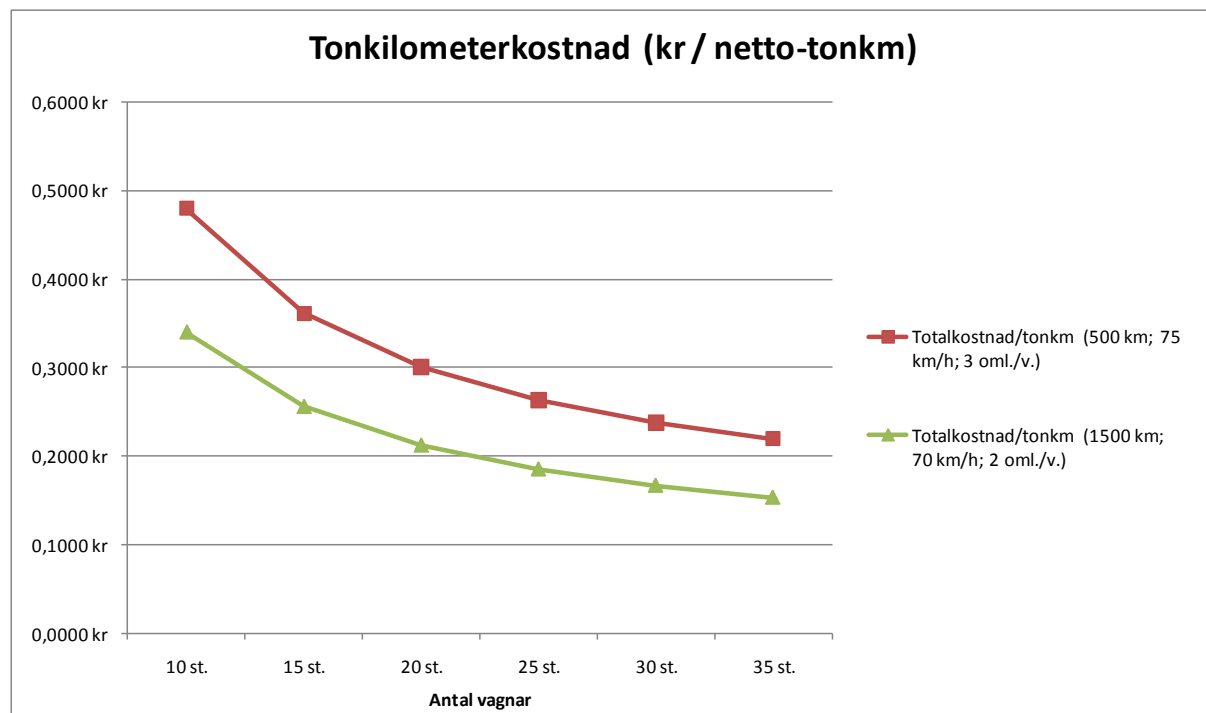
Resultaten visar att tågstodskostnaderna vid 500 km transportavstånd är cirka 40% högre än vid 1500 km avstånd. Tonkilometerkostnaden vid ett 10-vagnars-tåg är cirka 60% högre än för ett 20-vagnars-tåg. Ett 30-vagnars-tåg däremot visar drygt 20% lägre tonkilometer-kostnader än ett 20-vagnars-tåg.

Tabell: Resultat, 500 km transportavstånd

Antal vagnar	10 st.	15 st.	20 st.	25 st.	30 st.	35 st.
Totalkostnad/tågkm	64,79 kr	73,19 kr	81,16 kr	88,87 kr	96,38 kr	103,75 kr
Totalkostnad/tonkm	0,4799 kr	0,3614 kr	0,3006 kr	0,2633 kr	0,2380 kr	0,2196 kr

Tabell: Resultat, 1500 km transportavstånd

Antal vagnar	10 st.	15 st.	20 st.	25 st.	30 st.	35 st.
Totalkostnad/tågkm	45,99 kr	51,89 kr	57,36 kr	62,57 kr	67,58 kr	72,45 kr
Totalkostnad/tonkm	0,3407 kr	0,2562 kr	0,2124 kr	0,1854 kr	0,1669 kr	0,1533 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet

Containertåg – variation av beläggingsgrad

Beläggingsgraden har varierats från 30% till 100%. Endast andelen lastade vagnar har varierats; andelen lastbehållare som är lastade har i samtliga scenarier antagits med 75%.

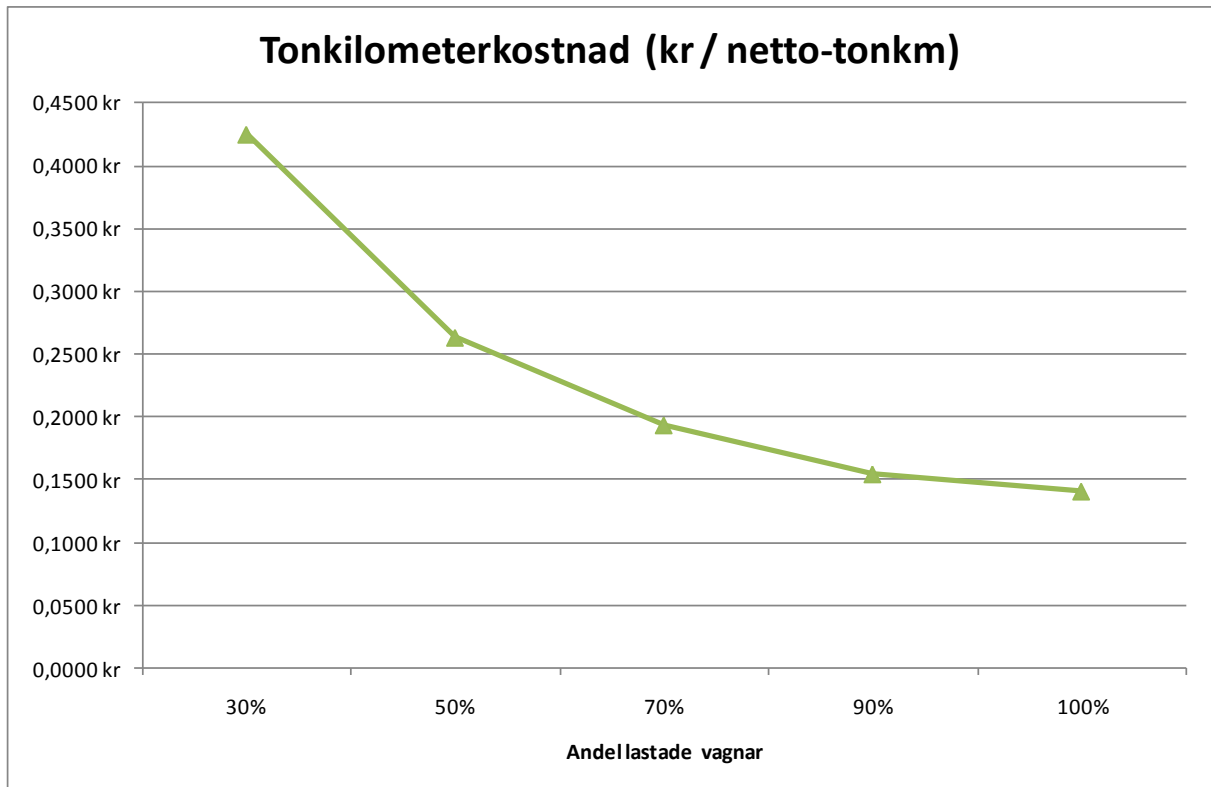
Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg

Tågkonfiguration					
Lok	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Antal lok	1	1	1	1 (ev 2)	1 (ev 2)
Vagnar	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn	4-axlig ct-vagn
Antal vagnar	25 st.	25 st.	25 st.	25 st.	25 st.
Andelen lastade vagnar	30%	50%	70%	90%	100%
Lastbehållare	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct	20'-ct
Antal lastbehållare / lastad vagn	3	3	3	3	3
Nyttolast / lastad behållare	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton	12 ton
Andelen lastade behållare	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg					
Avstånd enkel riktning	500 km	500 km	500 km	500 km	500 km
Medelhastighet	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim
Omlopp / vecka	3	3	3	3	3
Trafikveckor / år	48	48	48	48	48

Resultaten visar en stor påverkan av beläggingsgraden på transportekonomin. Tågstakostnaden för ett fullastat tåg uppgår till endast drygt 14 öre/tonkilometer (och skulle vara ännu lägre om samtliga lastbehållare skulle vara lastade). Vid 70% beläggingsgrad är tågstakostnaderna redan över en tredjedel högre och vid 50% beläggning nästan dubbelt så höga.

Tabell: Resultat

Andelen lastade vagnar	30%	50%	70%	90%	100%
Totalkostnad/tågstkm	86,05 kr	88,87 kr	91,48 kr	93,94 kr	95,12 kr
Totalkostnad/tonkm	0,4249 kr	0,2633 kr	0,1936 kr	0,1546 kr	0,1409 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet

Semitrailertåg

Semitrailertåg – variation av transportavstånd

Som för containertågen har avståndet varierats från 250 km till 2000 km. Likaså har vid avstånd upp till 500 km medelhastigheten antagits vara 75 km/tim, medan den är något lägre på de större avstånden för att återspegla det faktum att tågförbindelser över långa avstånd är svårare att samordna med annan trafik, eftersom de ofta passerar flera flaskhalsar och på grund av de längre körtiderna i högre utsträckning även trafikerar när annan trafik (persontrafik) är stark.

Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg

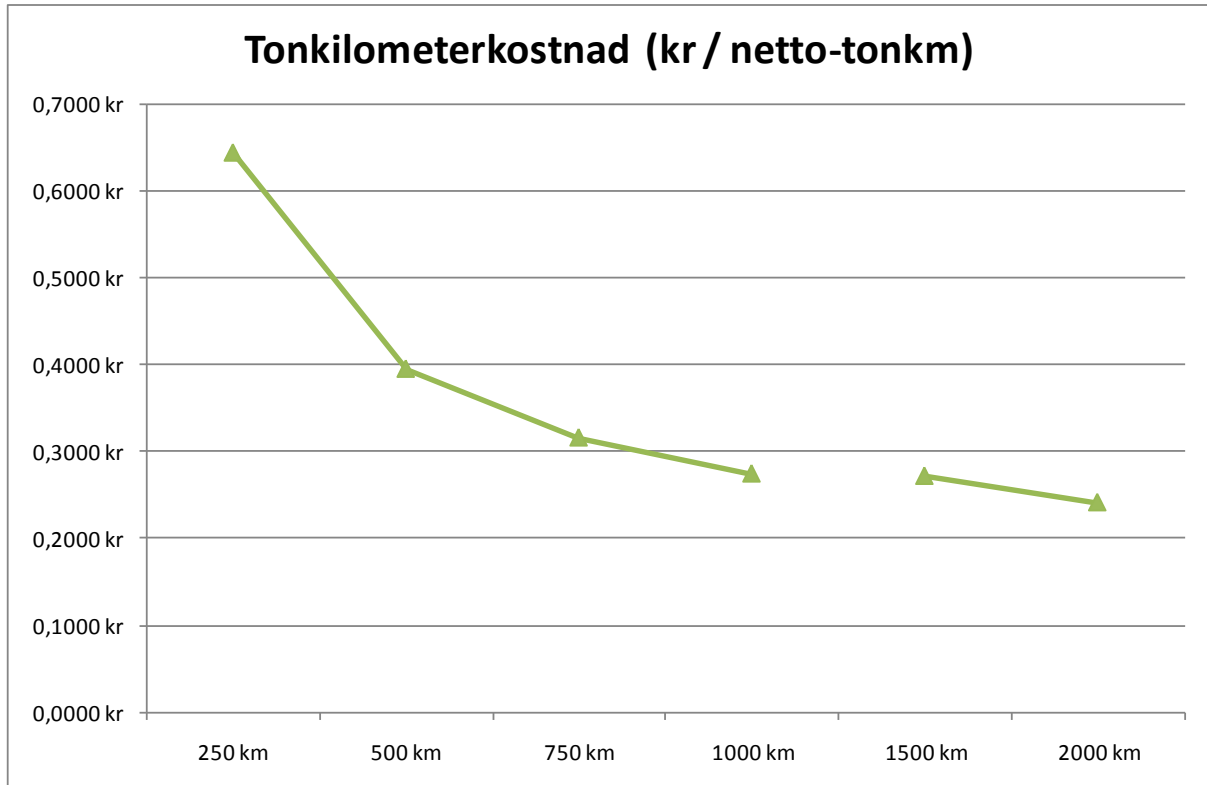
Tågkonfiguration		Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Lok		1	1	1	1	1	1
Antal lok		1	1	1	1	1	1
Vagnar		6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn
Antal vagnar		15 st.	15 st.	15 st.	15 st.	15 st.	15 st.
Andelen lastade vagnar		50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare		13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer
Antal lastbehållare / lastad vagn		2	2	2	2	2	2
Nyttolast / lastad behållare		20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton
Andelen lastade behållare		75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg		250 km	500 km	750 km	1000 km	1500 km	2000 km
Avstånd enkel riktning		250 km	500 km	750 km	1000 km	1500 km	2000 km
Medelhastighet		75 km/tim	75 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim
Omlopp / vecka		3	3	3	3	2	2
Trafikveckor / år		48	48	48	48	48	48

Som framgår av nedanstående tabell varierar tågstodskostnaderna mellan 65 öre/tonkm och 24 öre/tonkm. Tågstodskostnaden är vid 750 km avstånd mindre än hälften så stor som vid 250 km avstånd. Dock bör påpekas att den rullande materielen vid de korta avstånden endast används en relativt liten del av dygnet; om materielen kunde merutnyttjas (t ex vid transporter på dagtid) skulle kostnaden vara lägre.

I jämförelse med containertågen är kostnaderna för semitrailertågen ungefär 50% högre än för containertågen, vilket förklaras av den dyrare rullande materielen och den relativt lägre nyttolasten vid semitrailertrafik.

Tabell: Resultat

Avstånd enkel riktning	250 km	500 km	750 km	1000 km	1500 km	2000 km
Totalkostnad/tågkm	145,14 kr	88,98 kr	71,12 kr	61,76 kr	61,16 kr	54,29 kr
Totalkostnad/tonkm	0,6451 kr	0,3955 kr	0,3161 kr	0,2745 kr	0,2718 kr	0,2413 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet

Semitrailertåg – variation av tågstorlek vid två olika transportavstånd

Tågstorleken har varierats från 6 vagnar till 21 vagnar (sexaxliga ledade vagnar). Kostnadseffekten har beräknats för två olika transportavstånd, dels 500 km, dels 1500 km; i det förstnämnda fallet har medelhastigheten antagits med 75 km/tim, i det sistnämnda 70 km/tim.

Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg vid 500 km transportavstånd

Tågkonfiguration		Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Lok		1	1	1	1	1	1
Antal lok		1	1	1	1	1	1
Vagnar		6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn
Antal vagnar		6 st.	9 st.	12 st.	15 st.	18 st.	21 st.
Andelen lastade vagnar		50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare		13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer
Antal lastbehållare / lastad vagn		2	2	2	2	2	2
Nyttolast / lastad behållare		20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton
Andelen lastade behållare		75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg							
Avstånd enkel riktning		500 km	500 km	500 km	500 km	500 km	500 km
Medelhastighet		75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim
Omlopp / vecka		3	3	3	3	3	3
Trafikveckor / år		48	48	48	48	48	48

Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg vid 1500 km transportavstånd

Tågkonfiguration						
Lok	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Antal lok	1	1	1	1	1	1
Vagnar	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn
Antal vagnar	6 st.	9 st.	12 st.	15 st.	18 st.	21 st.
Andelen lastade vagnar	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Lastbehållare	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer
Antal lastbehållare / lastad vagn	2	2	2	2	2	2
Nyttolast / lastad behållare	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton
Andelen lastade behållare	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg						
Avstånd enkel riktning	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km	1500 km
Medelhastighet	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim	70 km/tim
Omlopp / vecka	2	2	2	2	2	2
Trafikveckor / år	48	48	48	48	48	48

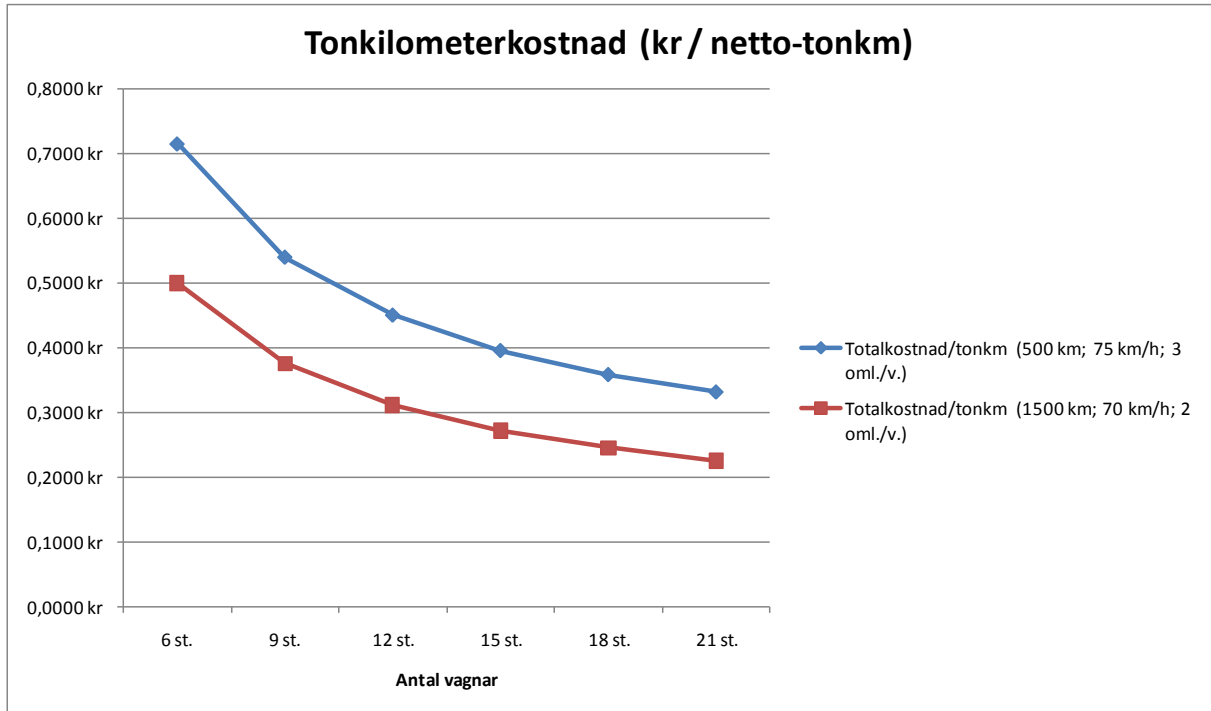
Resultaten visar att tågstodskostnaderna vid 500 km transportavstånd är cirka 45% högre än vid 1500 km avstånd. Tonkilometerkostnaden vid ett 6-vagnars-tåg är cirka 60% högre än för ett 12-vagnars-tåg. Ett 18-vagnars-tåg däremot visar drygt 20% lägre tonkilometer-kostnader än ett 12-vagnars-tåg.

Tabell: Resultat, 500 km transportavstånd

Antal vagnar	6 st.	9 st.	12 st.	15 st.	18 st.	21 st.
Totalkostnad/tågkm	64,34 kr	72,88 kr	81,05 kr	88,98 kr	96,74 kr	104,37 kr
Totalkostnad/tonkm	0,7148 kr	0,5398 kr	0,4503 kr	0,3955 kr	0,3583 kr	0,3313 kr

Tabell: Resultat, 1500 km transportavstånd

Antal vagnar	6 st.	9 st.	12 st.	15 st.	18 st.	21 st.
Totalkostnad/tågkm	44,93 kr	50,66 kr	56,03 kr	61,16 kr	66,11 kr	70,94 kr
Totalkostnad/tonkm	0,4992 kr	0,3753 kr	0,3113 kr	0,2718 kr	0,2449 kr	0,2252 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet

Semitrailertåg – variation av beläggingsgrad

Beläggingsgraden har varierats från 30% till 100%. Endast andelen lastade vagnar har varierats; andelen semitrailrar som är lastade har i samtliga scenarier antagits med 75%.

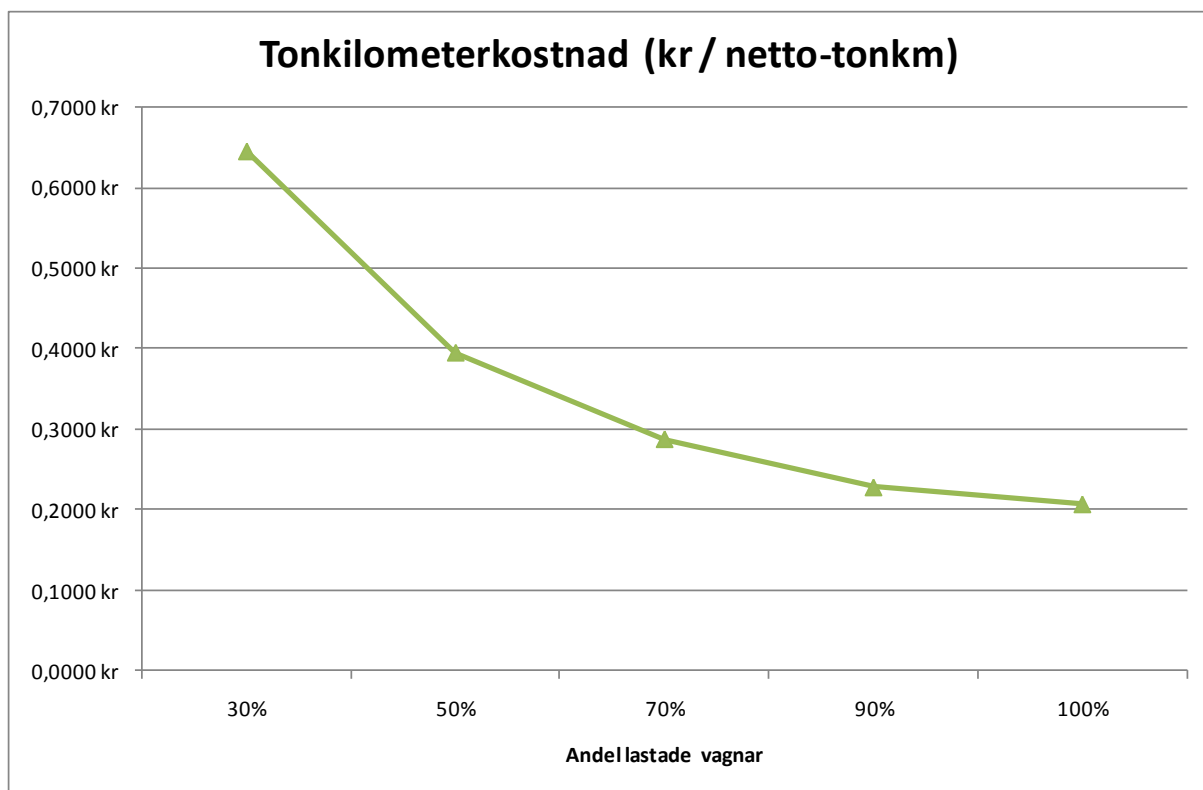
Tabell: Tågkonfiguration och trafikupplägg

Tågkonfiguration					
Lok	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4	Rc4
Antal lok	1	1	1	1	1
Vagnar	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn	6-axlig ledad trailer-vagn
Antal vagnar	15 st.	15 st.	15 st.	15 st.	15 st.
Andelen lastade vagnar	30%	50%	70%	90%	100%
Lastbehållare	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer	13,6m-semitrailer
Antal lastbehållare / lastad vagn	2	2	2	2	2
Nyttolast / lastad behållare	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton	20 ton
Andelen lastade behållare	75%	75%	75%	75%	75%
Trafikupplägg					
Avstånd enkel riktning	500 km	500 km	500 km	500 km	500 km
Medelhastighet	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim	75 km/tim
Omlopp / vecka	3	3	3	3	3
Trafikveckor / år	48	48	48	48	48

Resultaten visar en stor påverkan av beläggingsgraden på transportekonomin. Tågstaknaden för ett fullastat tåg uppgår till endast knappt 21 öre/tonkilometer (och skulle vara ännu lägre om samtliga semitrailrar skulle vara lastade). Vid 70% beläggingsgrad är tågstaknaderna redan nästan 40% högre och vid 50% beläggning nästan dubbelt så höga.

Tabell: Resultat

Andelen lastade vagnar	30%	50%	70%	90%	100%
Totalkostnad/tågkm	87,19 kr	88,98 kr	90,66 kr	92,26 kr	93,04 kr
Totalkostnad/tonkm	0,6459 kr	0,3955 kr	0,2878 kr	0,2278 kr	0,2067 kr



Figur: Tonkilometerkostnad beroende av transportavståndet