



Godstågens och persontågens påverkan på förseningar i persontågstrafiken

- En empirisk jämförelse

Kristofer Odolinski, Elisabeth Lång, Gunilla Björklund, Roger
Pyddoke

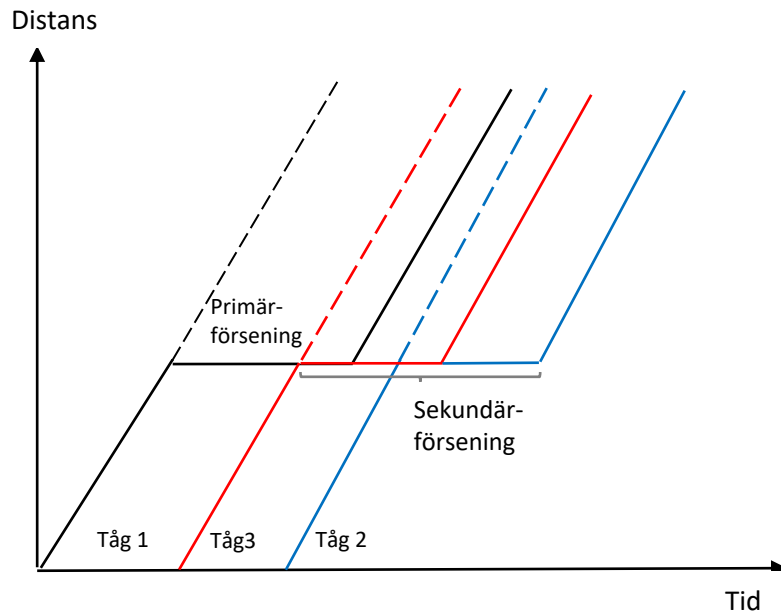
KAJT Vårseminarium, 2024-05-14.

vti

Bakgrund

- Det finns begränsningar i järnvägskapaciteten som ger upphov till olika kostnader – kapaciteten kan
 - **vara knapp** så att efterfrågan på tåglägen inte tillgodoses, och
 - **orsaka** trängsel då ett extra tåg genererar en ökad (extern) försening (Johnson and Nash, 2008; Nilsson, 2015).
- Ytterligare typer av kapacitetskostnader avser
 - 1) spårinnehav för underhåll, och
 - 2) mer förebyggande underhåll för att minska tågförseningar. (Odolinski och Boysen, 2019; Odolinski m.fl. 2023)

Bakgrund: effekterna av ett extra tåg



Källa: Omarbetad illustration från Nash (2018) och Network Rail (2012)

Varför studera detta?

- **Järnvägstransporter ökar.** T.ex. en uppåtgående trend för passagerarkilometer och godstonkilometer i Europa sedan 2015 (kraftig nedgång 2020 som delvis återhämtades 2021).
- Nya linjer, stationer, sidospår etc. byggs men kapacitetsutnyttjandet på linjerna ökar.
 - Spårlängden som förklarats som överbelastad inom EU nästan fördubblades mellan 2015 och 2018 (Europeiska kommissionen, 2021).
- Trafikverket rapport (2023) om järnvägens kapacitetsutnyttjande 2022 visar att kapacitetsutnyttjandet i Sverige var högt före covid-19-pandemin och att det nu ökar efter pandemin.
- Uppskattningar av förseningseffekten av att lägga till fler tåg kan underlätta beslutsfattandet, dvs. beslut som kommer att påverka trafiknivån.
 - T.ex. använder Trafikverket uppskattningar av förväntade förseningar med avseende på kapacitetsutnyttjandet på linjen (Trafikverket, 2022)
- **Kapacitetsavgifter har föreslagits och ibland använts i Europa.**
 - **Storbritannien** har fram till nyligen använt avgifter relaterade till linjekapacitet och **Sverige** använder för närvarande en avgift för tåg som körs på sträckor inom Stockholm, Göteborg, Malmö under högtrafik (vardagar kl. 6.00-9.00 och 15.00-18.00).

Varför studera detta? Tidigare litteratur

Tre metoder för att härleda samband mellan (risken för) förseningar och kapacitetsutnyttjandet på linjen (Mattson, 2007; Gorman, 2009):

- 1) **analytiska (optimeringsbaserade) metoder** – kräver ofta förenklingar.
- 2) **mikrosimuleringsmetoder** – tidskrävande att simulera varje enskilt fall och det kan vara svårt att identifiera generella mönster.
- 3) **statistisk analys / parametriska metoder**

Exempel på statistiska analyser är

- Gibson m.fl. (2002), Arup (2013), Haith m.fl (2015) som genomför skattningar för Storbritannien,
- Herrero m.fl. (2014) med beräkningar för Frankrike, och
- Trafikverket (2022) med skattningar för Sverige.

Varför studera detta? Tidigare litteratur, forts.

- De brittiska beräkningarna baseras på följande regressionsmodell

$$\text{Sekundärförseningar}_{it} = A_i \exp(\beta C_{it})$$

där C är ett kapacitetsutnyttjandeindex [1] på bandel i vid tidpunkt t , och A_i är en bandelssepcifik konstant.

- Trafikverket använder också ett kapacitetsutnyttjandeindex och skattar 1) **sannolikheten för att ett tåg är försenat** och, givet att tåget är försenat, 2) **förseningens storlek**.
 - Som Trafikverket (2019, 2023) påpekar ger kapacitetsutnyttjandeindexet dock ett teoretiskt kapacitetsutnyttjande för linjen och tar inte hänsyn till olika ömsesidiga beroenden mellan tåg.
- Herrero m.fl. använder en liknande metod men variabeln för trafiktäthet definieras som antalet tåg som är planerade på samma linje och i samma riktning under den föregående timmen.
 - De använder 42 järnvägslinjer som är indelade i 9 olika grupper baserat på typ av trafik (godståg, regionala passagerartåg, intercity-passagerartåg), linjehastighet och trafiktäthet.
- ‘Omitted variable bias?’ Dvs. fångas effekter av utelämnade relevanta variabler?
- Konsekvenser av att lägga till ett godståg jämfört med ett passagerartåg?

[1] Liknar den internationella standarden "UIC 406 method" (UIC, 2013)

Syfte

- Skatta hur järnvägens kapacitetsutnyttjande påverkar merförseningar för persontåg.

Empiriskt exempel

- Järnvägstrafik på ett urval av linjer i det svenska järnvägsnätet under 2016 och 2017.

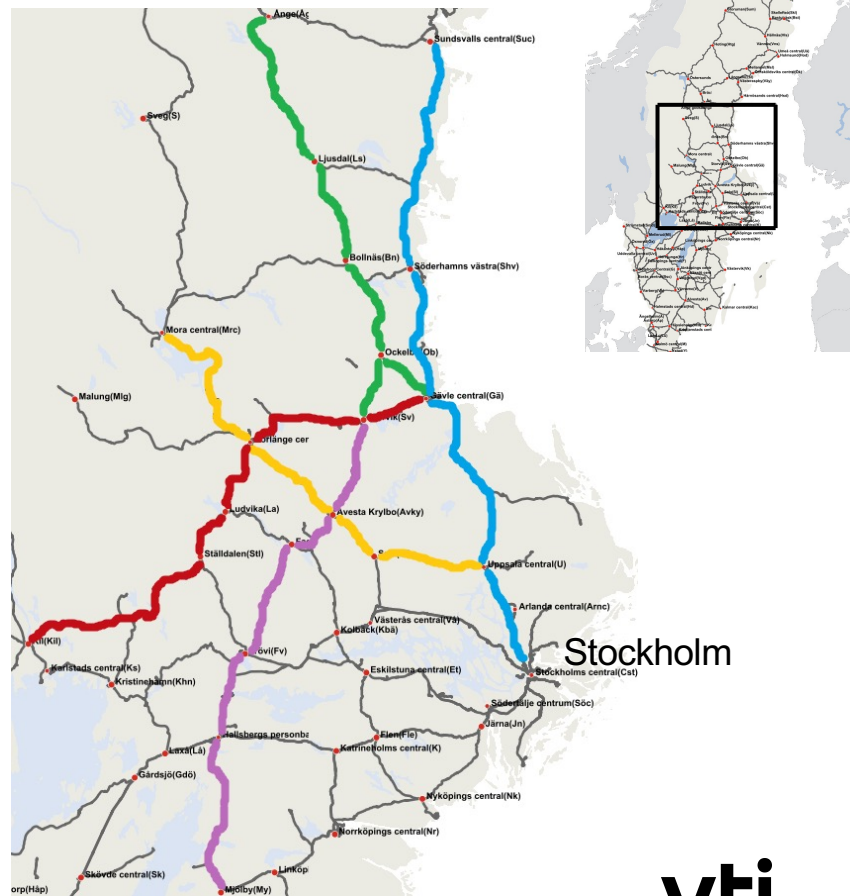
Metod

- De flesta passagerartågen är i tid – i vårt urval har 90,7% **ingen ytterligare försening** mellan två stationer.
- Vi tar hänsyn till denna 'hörnlösning' genom att först skatta sannolikheten att ett passagerartåg är försenat, och, givet en försening, skattar vi hur stor merförseningen blir.
- För att hantera icke observerade tidsberoende effekter använder vi oss av "Mundlak-metoden" (inkluderar gruppmedelvärden för de tidsvarierande förklarande variablerna).
 - See Mundlak (1978) och Wooldrige (2019).

Data: Linjer

	Passagerartåg/tim		Godståg/tim	
	Mean	Max	Mean	Max
Dalabanan, 410,678 obs	1.5	7.0	0.1	4.0
Godsstråket, 717,677 obs	2.6	13.0	1.1	11.0
Norra stambanan, 293,914 obs	1.3	5.0	0.6	6.0
Ostkustbanan, 4,543,001 obs	8.3	36.0	0.2	6.0
Bergslagsbanan, 542,971 obs	1.6	6.0	0.5	7.0

Tåg/tim är antalet tåg som är planerade under den föregående timmen innan persontåg *i* är planerat att anlända till en station.



Finns det kapacitetsproblem på dessa linjer?

Maxperiod, 2 timmar

Indexberäkning av Trafikverket för 2017
(Trafikverket, 2018)

≤60 %

”mer utrymme för ytterligare trafik eller
tid för underhåll av banan.”

61-80 %

”störningskänslig”

81-100 %

“känsligheten för störningar hög,
medelhastigheten låg och det blir mycket
svårt att få tider för att underhålla banan.”



Källa: Trafikverket (2018)

vti

Deskriptiv statistik

6.5 miljoner observationer

	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>Förseningar</i>				
Merförsening, dummy	0.09	0.29	0	1
Merförsening, minuter	0.14	1.07	0	459
<i>Antal tåg som planerades ankomma innan passagerartåg i</i>				
Passagerartåg 1-60 min	6.38	5.63	1	36
Godståg 1-60 min	0.36	0.72	0	11
Tjänstetåg 1-60 min	0.22	0.50	0	7

Deskriptiv statistik, forts.

	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>Infrastruktur / drift</i>				
Banlängd, km	5.69	3.36	0.41	32.19
Enkelspår, dummy	0.29	0.45	0	1
Dalabanan, dummy	0.06	0.24	0	1
Godsstråket i Bergsslagen, dummy	0.11	0.31	0	1
Norra stambanan, dummy	0.05	0.21	0	1
Ostkustbanan, dummy	0.70	0.46	0	1
Bergslagsbanan, dummy	0.08	0.28	0	1
Tåget stannar vid avgångsstation, dummy	0.39	0.49	0	1
Tåget stannar vid ankomststation, passagerarstation, dummy	0.36	0.48	0	1
Tidtabell 2016, dummy	0.45	0.50	0	1
Tidtabell 2017, dummy	0.52	0.50	0	1
Tidtabell 2018, dummy	0.03	0.18	0	1
Planerad ankomsttid 06:00-09:00 / 16:00-19:00, dummy	0.47	0.50	0	1
Lördag, dummy	0.11	0.31	0	1
Söndag, dummy	0.11	0.32	0	1

Tidtabell 2016 har slutdatum 10 december 2016, och tidtabell 2017 har slutdatum 9 december 2017.

Resultat

Tar hänsyn till ej observerade
tidsberoende effekter.

Trafikoefficienter med (Modell 1) och utan (Modell 2) Mundlak-ansatsen

	Selection equation		Outcome equation	
	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.
Konstant	-1.143*** (0.031)	-1.090*** (0.032)	1.708*** (0.035)	1.713*** (0.037)
Passagerartåg 1-60 min innan planerad ankomst	-0.007*** (0.001)	0.035*** (0.001)	-0.005*** (0.001)	0.008** (0.004)
Godståg 1-60 min innan planerad ankomst	0.003 (0.006)	0.020*** (0.002)	0.072*** (0.010)	0.077*** (0.015)
Tjänstetåg 1-60 min innan planerad ankomst	-0.018** (0.007)	0.028*** (0.003)	0.005 (0.011)	0.018 (0.013)
Kontrollvariabler för infra., drift, and linje-dummies	Yes	Yes	Yes	Yes
Gruppmedelvärden av tidsvarierande variabler	No	Yes	No	Yes

***, **, *: Signifikansnivå 1%, 5%, respektive 10%.
Klusterrobusta standardfel inom parentes.

Resultat, forts.

	Selection equation	Outcome equation
	<i>Model 2</i> Coef.	<i>Model 2</i> Coef.
D. Tåget stannar vid avgångsstation	-0.362*** (0.012)	
D. Tåget stannar vid ankomststation, passagerarstation	-0.663*** (0.011)	0.321*** (0.024)
Banlängd	-0.012*** (0.002)	
D. Enkelspår	0.272*** (0.019)	0.029 (0.018)
D. Tidtabell 2017	-0.045** (0.021)	-0.545*** (0.090)
D. Tidtabell 2018	0.007 (0.023)	-0.537*** (0.091)
D. Planerad ankomsttid 06:00-09:00 / 16:00-19:00	0.101*** (0.011)	0.041*** (0.012)
D. Lördag	-0.059*** (0.004)	0.032 (0.023)
D. Söndag	-0.042*** (0.003)	-0.033* (0.017)

***, **, *: Signifikansnivå 1%, 5%, respektive 10%.
Klusterrobusta standardfel inom parentes.

Resultat: Marginaleffekter

- Lägga till ett passagerartåg VS ett godståg?

Tid innan planerad ankomst för passagerartåg <i>i</i>	Genomsnittlig marginaleffekt för tåg <i>i</i>	
	<i>Extra passagerartåg</i>	<i>Extra godståg</i>
1-30 min	0.047	0.043
1-60 min	0.046	0.059
1-90 min	0.042	0.068
1-120 min	0.039	0.064
1-150 min	0.034	0.066

Resultat: Marginaleffekter per linje

1-60 min innan planerad ankomst för passagerartåg <i>i</i>	Genomsnittlig marginaleffekt för tåg <i>i</i>	
	Extra passagerartåg	Extra godståg
Dalabanan	0.021	0.027
Godsstråket i Bergslagen	0.026	0.033
Norra stambanan	0.016	0.022
Ostkustbanan	0.057	0.073
Bergslagsbanan	0.020	0.024

Slutsatser

- Det är viktigt att kontrollera för tidsberoende icke observerad heterogenitet (vi skattar "within effects" med hjälp av Mundlak-metoden).
- Att lägga till ett godståg genererar större merförseningseffekter per linje jämfört med att lägga till ett passagerartåg.
- Vidareutveckling: beakta negativa merförseningar (tåg som kör ikapp förseningstid), samt påverkan på godstågsförseningar.

Tack!
kristofer.odolinski@vti.se

References

- Gorman, M.F., 2009. Statistical estimation of railroad congestion delay. *Transportation Research Part E*, 45, 446–456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2008.08.004>
- Herrero, M.P, Brunel, J., Marlot, G., 2014. Rail externalities: assessing the social cost of rail congestion. Transport Research Arena 2014, Paris.
- Johnson, D., Nash, C., 2008. Charging for scarce rail capacity in Britain: A case study. *Review of Network Economics*, 7(1), 53–76. DOI: <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1138>
- Mattson, L-M., 2007. Railway line capacity and train delay relationships. In Murray, A.T., Grubestic, T.H., (Eds.). *Critical infrastructure – Reliability and vulnerability. Advances in Spatial Science*, Springer. 129–150.
- Network Rail, 2012. Periodic Review 2013 – Consultation on the capacity charge. July.
- Nilsson, J-E., 2015. Chapter 7: Congestion and scarcity in scheduled transport modes. In Nash, C. (Ed), *Handbook of Research Methods and Applications in Transport Economics and Policy*. Edward Elgar Publishing. 134–153. DOI: <https://doi.org/10.4337/9780857937933.00014>
- Odolinski, K., Boysen, H.E., 2019. Railway line capacity utilisation and its impact on maintenance costs. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 9, 22-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2018.12.001>
- Odolinski, K., Smith, A., Wheat, P., Nilsson, J-E., Dheilly, C., 2023. Damage or no damage from traffic: re-examining marginal cost pricing for rail signalling maintenance. *Transport Policy*, 131, 13–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.11.013>
- Trafikverket, 2019. Kapacitet på järnväg – en kunskapsöversikt. Publikationsnummer 2019:132. (In Swedish)
- Trafikverket, 2022. Bygg om eller bygg nytt - Kapitel 5 Transportkvalitet. Version 2022-04-01. (In Swedish)
- Trafikverket, 2023. Järnvägens kapacitetsutnyttjande 2022. Publikationsnummer 2023:020. (In Swedish)