

**Sammendrag:**

# Å måle det upresise: Årsaker til og konsekvenser av togforsinkelser

TØI rapport 1459/2015

Forfatter(e): Askill Harkjerr Halse, Vegard Østli og Marit Killi

Oslo 2015 71 sider

---

*I denne rapporten argumenterer vi for at de rike dataene som er tilgjengelige for togtrafikk og jernbaneinfrastruktur i større grad bør brukes til å tallfeste økonomiske sammenhenger i jernbanedrift, og viser to konkrete eksempler. I den første analysen ser vi på midlertid nedsatt hastighet på deler av jernbanestrekninger – «saktekjøring» – og hvordan disse påvirker kjøretid og forsinkelser for godstog. Selv om hver saktekjøring kun gir et påslag i kjøretid på 44-50 sekunder på delstrekningen, bidrar de likevel til forsinkelser ved ankomst. I den andre analysen viser vi at forsinkelser gir lavere etterspørsel etter togbilletter og transporttjenester med tog. Resultatene tilsier at 25 prosent reduksjon i forsinkelsene kan gi én prosent økt salg av periodebilletter på NSBs tog på Østlandet.*

Det er stor enighet i den transportøkonomiske litteraturen om at mer pålitelig transport utgjør en økonomisk gevinst. Uforutsigbare reise- og framføringstider fører til at individer og bedrifter må gjøre kostbare tilpasninger som å reise tidligere eller ha ekstra varer på lager. «Kostnaden» ved forsinkete tog er derfor den nytten en kunne oppnådd hvis alle tog var i rute.

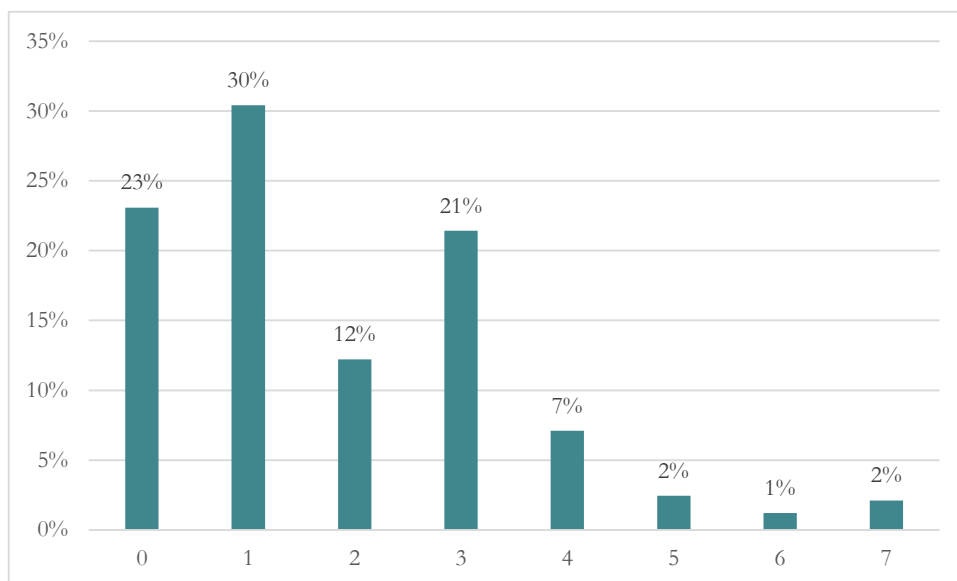
Mye av den eksisterende litteraturen som omhandler punktlighet og jernbane er basert på optimering og/eller simulering, noe som gir rom for flere mer rendyrkede empiriske studier. I prosjektet PRESIS har vi utviklet metoder for å overvåke påliteligheten i det norske jernbanesystemet: Verktøyene består både av automatiserte deskriptive analyser i nær-sann tid og tyngre analyser basert på historiske data for å tallfeste sentrale årssakssammenhenger.

I denne rapporten dokumenterer vi to eksempler på den sistnevnte typen analyser. Den første dreier seg om hvordan saktekjøring påvirker kjøretid og forsinkelser, mens den andre omhandler effekten av forsinkelser på etterspørselen etter jernbanetjenester. Begge er basert på økonometriske metoder for analyse av paneldata, hvor vi følger de samme enhetene over mange tidsperioder. Ved hjelp av lineær regresjon med faste effekter kan vi kontrollere for uobservert heterogenitet som er stabil over tid eller på tvers av enheter.

Akkurat som brukerne av transportsystemet tar høyde for risikoen for forsinkelser når de planlegger reiser og sendinger, tar infrastruktureieren og togoperatørene innover seg den underliggende usikkerheten i systemet når de fastsetter ruteplanen. Ruteplanen har et visst nivå av slakk som hindrer at små avvik får for store konsekvenser. Dette innebærer at effekten av et tiltak eller en hendelse på en delstrekning ikke nødvendigvis vises i form av endret pålitelighet ved ankomst. Studien vår av saktekjøring er en måte å studere sammenhengen mellom effekter på delstrekningsnivå og opplevd pålitelighet.

## Effekten av saktekjøring på togenes pålitelighet

Store deler av jernbanenettet utenfor de store byområdene trafikkeres kun av godstog og interregionale persontog med lav avgangsfrekvens. På disse strekningene er det ofte midlertidig nedsatt hastighet på en delstrekning – saktekjøringer – på grunn av problemer med infrastrukturen. Noen saktekjøringer varer kun noen dager, mens andre kan gjelde i flere måneder eller til og med år. Ruteplanen blir vanligvis ikke endret som følge av saktekjøringer, ettersom de antas å ha liten effekt på ankomsttid til stasjon eller godsterminal.

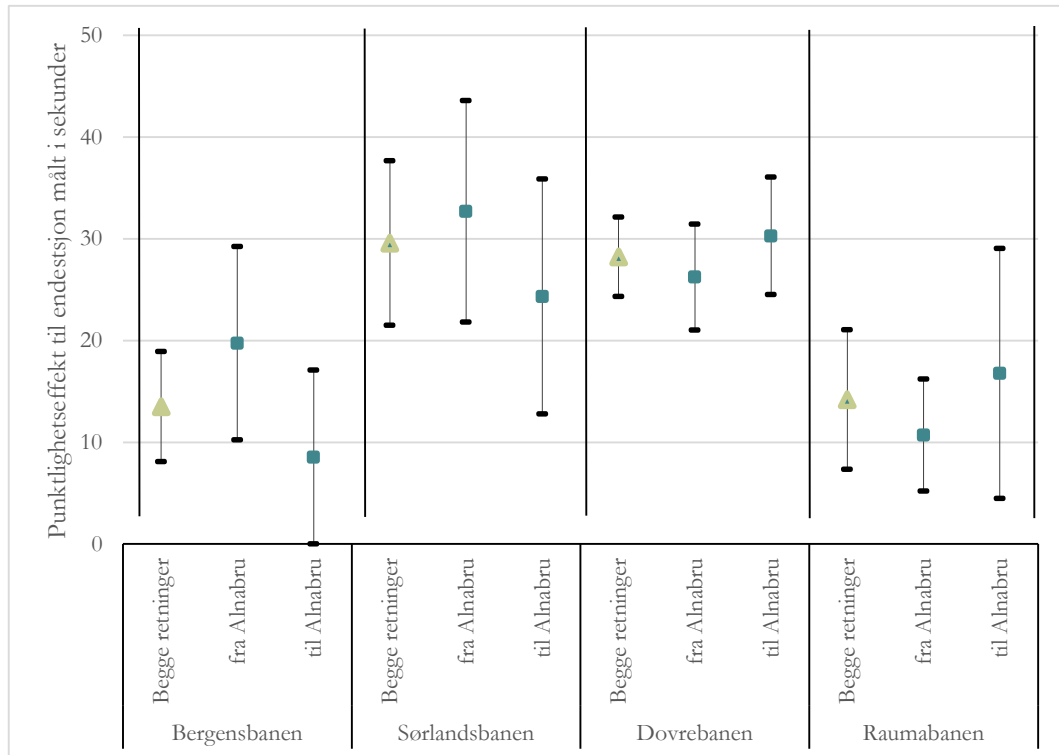


Figur 1. Godstog på Dovrebanen i 2012, etter antall saktekjøringer hvert tog passerer mellom Eidsvoll og Trondheim.

Vi studerer hvordan saktekjøringer påvirker CargoNets godstog både på delstrekningsnivå og ved ankomst. Vi identifiserer effekten på delstrekningsnivå ved hjelp av data for kjøretider og saktekjøringer på Dovrebanen i 2012. Saktekjøringer er registrert for hver enkelt dag og koplet med kjøretider på delstrekningsnivå (mellom registreringspunkter). Dette gir oss mulighet til å tallfeste effekten nokså presist. Nesten alle saktekjøringene gjelder for 400 meter eller mindre, noe som innebærer at effekten først og fremst er knyttet til at togene må bremse ned og så akselerere igjen.

For å undersøke om saktekjøringene også fører til forsinket ankomst, bruker vi data for 2008-2013 og studerer hver av strekningene Oslo-Bergen, Oslo-Stavanger, Oslo-Trondheim og Oslo-Åndalsnes. Her er saktekjøringer bare registrert per uke, og det er mange andre faktorer som bidrar til forsinkelse ved ankomst. Ved å inkludere ulike kombinasjoner av kontroll for tidstrend, sesongsvingninger, tidspunkt på dagen og tognummer sjekker vi i hvilken grad resultatene er følsomme for om vi kontrollerer for slike andre faktorer.

På delstrekningsnivå finner vi en sterkt statistisk signifikant effekt. Hver saktekjøring fører til 44 til 50 sekunder økt kjøretid på delstrekningen. Vi finner også en signifikant effekt på ankomsttidspunkt for alle de fire godstrekningene. Dette betyr at togene i gjennomsnitt ikke klarer å kompensere for den tapte tida ved høyere/jevne hastighet eller ved å bruke mindre tid på å vente på kryssende eller passerende tog.



Figur 2. Beregnet punktlighetseffekt til endestasjon som følge av saktekjøringer med tilhørende konfidensintervall på 95 % nivå for hver retning og begge retninger kombinert.

Siden en stor del av linjenettet er enkeltspors, kan venting på kryssende eller passerende tog ha stor betydning for påliteligheten ved ankomst. Noen tog må stoppe og vente lenger enn planlagt, mens andre venter mindre. Ofte avhenger dette av i hvilken grad hvert tog er forsinket i utgangspunktet. Mange tog kjører heller ikke fra terminalen til angitt tidspunkt.

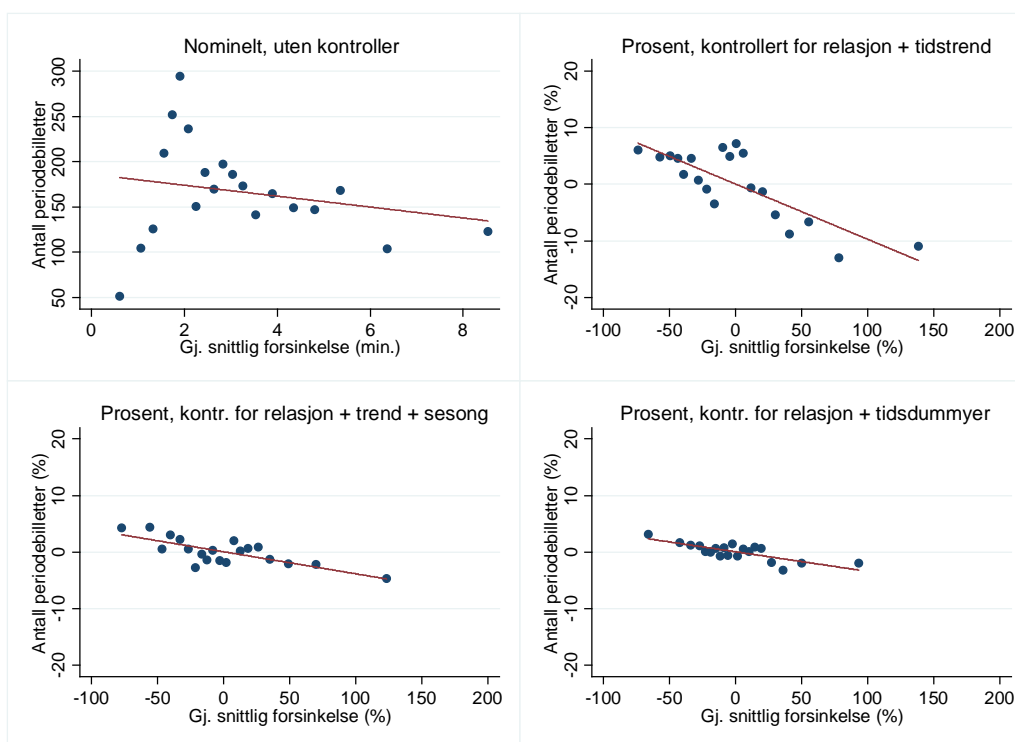
Dette innebærer at det er stor variasjon mellom ulike tog når det gjelder kjøretider og ankomsttidspunkt. Vi klarer i liten grad å forklare denne variasjonen med omfanget av saktekjøringer. Vi finner imidlertid at antallet saktekjøringer også har en viss effekt på sannsynligheten for å bli minst 15 minutter forsinket ved ankomst. Dette kan tyde på at noen tog pådrar seg en betydelig forsinkelse som følge av saktekjøringer kombinert med venting på kryssende tog.

## Hvordan pålitelighet påvirker etterspørselen

Som vist i litteraturen kan sammenhengen mellom togenes pålitelighet og etterspørselen etter jernbanetjenester beregnes både direkte og indirekte. Den

indirekte metoden innebærer å kombinere betalingsvillighet for pålitelighet med en kjent etterspørselselastisitet, for eksempel priselastisiteten. Den direkte innfallsvinkelen er å beregne sammenhengen mellom pålitelighet og volum basert på markedsdata.

Vi beregner sammenhengen direkte ved hjelp av markedsdata både for passasjer- og godstog. Passasjerdataene dekker NSBs tog i Østlandsområdet (unntatt innad i Oslo/Akershus) for 2010-2013. Data for solgte periodebilletter hver måned på de 444 stasjonskombinasjonene er kombinert med pålitelighetsdata for de togene som betjener hvert stasjonspar. For godstog har vi data for volum og ankomst for hvert enkelt tog for 28 terminalpar på fem strekninger. Begge datasettene er aggregert opp til månedlige data.



Figur 3. Sammenheng mellom antall periodebilletter og gjennomsnittlig forsinkelse på månedsbasis til stasjonen en reiser til om ettermiddagen. (Hvert punkt tilsvarer ca. 1000 observasjoner.)

For passasjertog finner vi en ganske robust negativ effekt av forsinkelser på etterspørsel både når vi studerer returreisene om ettermiddagen for seg eller slår sammen forsinkelse på tur- og returreisen. Etterspørselselastisiteten med hensyn til gjennomsnittlig forsinkelse er  $-0,04$ , noe som er omtrent halvparten av det en får i regneeksempler basert på studier av betalingsvillighet. Dette er konsistent med resultatene til Wardman og Batley (2014) for britisk jernbane.

Den estimerte sammenhengen for godstog er noe mer upresis, og resultatene antyder at andelen lange forsinkelser er et bedre mål på forsinkelse enn gjennomsnittlig forsinkelse. Uansett viser resultatene en noe svakere effekt enn for passasjertog, med en elastisitet med hensyn til gjennomsnittlig forsinkelse på mellom  $-0,01$  og  $-0,02$ . Hvis vi vil sammenlikne dette med resultatene basert på betalingsvillighet må vi anta

en fraktpriis, som i realiteten varierer mellom avtaler. Basert på rimelig antakelser ser det imidlertid ut til at elastisiteten beregnet direkte er lavere også for gods.

Et spørsmål er i hvilken grad kundene reagerer på «vanlige» svingninger i togenes pålitelighet sammenliknet med større avbrudd og lange forsinkelser. Resultatene for passasjertog ser ikke ut til å være drevet bare av ekstremtilfellene, og vi finner ingen synlige tegn i data på at etterspørselen har falt kraftig etter vintre med store problemer og forsinkelser. Når det gjelder godstog kan det synes rimelig at større hendelser som at strekningen er stengt på grunn av flom og ras har større betydning. Også dette er imidlertid vanskelig å se i dataene.