

Bör vi skala upp och ändra ansvar? Analyser av stordriftsfördelar och kontrakt för järnvägsunderhåll

VTI Working Paper 2026:5

Kristofer Odolinski¹, Carl Berry¹, Jan-Eric Nilsson¹, Ivan Ridderstedt¹

¹ VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut

Abstract

Underhåll av det svenska järnvägsnätet beskrivs ofta som eftersatt och i behov av ökad finansiering. Ett komplement till ökad finansiering är att minska kostnaderna för underhåll genom effektiviseringar. I denna studie redovisas resultaten av ekonometriska analyser av ett datamaterial som omfattar uppgifter om järnvägsnätet och samhällets kostnader för järnvägsunderhåll under åren 2011–2023. Analysen pekar, för det första, på att det finns en effektiviseringspotential i att förändra kontraktens sammansättning. Genom att flytta bandelar mellan kontrakt och i förlängningen slå ihop eller dela upp kontrakt kan kostnaderna minska. En andra analys avser förekomsten av kostnadsskillnader mellan utförandeentreprenader och totalentreprenader. Eftersom avtalen har olika incitamentsstruktur och riskfördelning kan utrymmet för innovationer och därmed slutkostnader skilja sig åt. Resultaten pekar på att det kan förekomma sådana skillnader men en viss osäkerhet i resultaten gör det svårt att dra säkra slutsatser. En tredje fråga som analyseras avser nivån på den tonnagereglering som kompenserar entreprenörer för trafikökningar under avtalstiden. En jämförelse mellan underlaget för nu gällande tonnagereglering och de indikationer som ges av den nya analysen talar för att ersättningarna idag överkompenserar entreprenörerna. Sammantaget bidrar studien med empirisk kunskap som kan stödja Trafikverkets tillgångsförvaltning mot ett effektivare underhåll.

Keywords

stordriftsfördelar; järnvägsunderhåll; entreprenadform; tonnagereglering

JEL Codes

H57, L92, R42



Bör vi skala upp och ändra ansvar? Analyser av stordriftsfördelar och kontrakt för järnvägsunderhåll

Kristofer Odolinski, Carl Berry, Jan-Eric Nilsson, Ivan Ridderstedt

1. Introduktion

Trafikverket förändrar ansvarsfördelningen mellan beställare (Trafikverket) och utförare av järnvägsunderhåll inom tre geografiska områden. Samtidigt som en upphandlad entreprenör också fortsättningsvis genomför underhållsarbetet är avsikten att öka Trafikverkets ansvar för underhållets planering och produktionsledning (Trafikverket, 2022). Inför dessa förändringar genomförs ett forskningsprojekt med syfte att ta fram en metod som ska kunna användas för att följa upp konsekvenserna av omläggningen (Odolinski m.fl., 2023). Den föreslagna metoden kan också användas för att ta lärdom av tidigare erfarenheter i upphandling och genomförande av järnvägsunderhåll. Det är då också möjligt att bygga upp en beställarkunskap innan det är möjligt att genomföra en första uppföljning av omläggningen. Som en del av forskningsprojektet analyseras därför kontrakt för genomförande av järnvägsunderhåll under perioden 2011–2023. Resultaten av sådana analyser gör det bland annat möjligt att identifiera hur samhällets kostnader för järnvägsunderhåll påverkas av Trafikverkets olika val under den aktuella perioden.

Föreliggande studie är en delrapport i forskningsprojektet och behandlar tre frågor. Den första syftar till att bedöma om det finns kvarstående stordriftsfördelar i kontrakten.¹ I en studie av stordriftsfördelar inom det franska järnvägsunderhållet finner Smith m.fl. (2023) att många underhållsområden är för små och att stora besparingar kan göras genom att slå ihop mindre områden. Då de franska underhållsområdena är i genomsnitt dubbelt så stora som de svenska, uttryckt i bankilometer, finns det goda skäl att analysera förekomsten av stordriftsfördelar också för det svenska järnvägsunderhållet. Skulle ett kontraktsområde som i genomsnitt är större än idag kunna resultera i lägre kostnader för underhållsarbetet? Adjektivet 'större' har flera dimensioner som det finns skäl att återkomma till. Därvid behandlas också baksidan av att skapa stora kontrakt; eftersom det kan vara svårt för mindre företag att lägga anbud på stora kontrakt kan tillskapandet av genomsnittligt större kontrakt minska konkurrensen vid upphandlingstillfället.

Den andra frågeställningen behandlar valet mellan att genomföra underhållsuppdraget inom ramen för en utförandeentreprenad (UE) eller en totalentreprenad (TE). I stora drag innebär en UE att beställaren anger vad som ska göras och ersättningen för arbetet är i huvudsak rörlig (reglerad). En TE innebär att beställaren i första hand beskriver behovet av underhåll i form av den funktion på anläggningen som entreprenören ska upprätthålla och ersättningen för arbetet är i huvudsak fast (oreglerad).

¹ Bättre nyttjande av stordriftsfördelar är ett sätt att öka verksamhetens produktivitet. Andra sätt är att genomföra tekniska och allokativa effektivitetsförbättringar (göra saker rätt respektive göra rätt saker) eller teknisk innovation (se exempelvis Coelli m.fl., 2005).

Avsikten med att använda en TE är att skapa utrymme och incitament för entreprenörerna att ta fram innovativa lösningar som kan stärka verksamhetens produktivitet. Baksidan av att använda en TE är att en fast ersättning överför osäkerhet om uppdragets verkliga kostnader från Trafikverket till entreprenören. För att gardera sig mot denna ökade osäkerhet kan entreprenören i sitt anbud lägga in ett riskpåslag, något som – allt annat lika – ökar kostnaden för TE.

Det finns en osäkerhet om de faktiska kostnader som kommer att krävas om man använder en UE. Eftersom Trafikverket då behåller mycket av risken tenderar påslag då att vara lägre, samtidigt som incitamenten till nytänkande då också är lägre jämfört med en TE. Det finns med andra ord både för- och nackdelar med dessa entreprenadformer. Syftet med analysen är att belysa vilka av dessa effekter som dominerar, dvs. om användningen av TE har inneburit andra slutkostnader än UE.

Den tredje frågeställningen avser att fördjupa kunskapen om den tonnagereglering som ingår som en del av kontrakten mellan parterna. Denna reglering har koppling till de kostnadsökningar som kan uppstå om trafiken växer jämfört med situationen vid upphandlingstillfället. Tonnageregleringen flyttar ansvaret för sådana kostnadsökningar från entreprenören till Trafikverket, något som minskar utförarens riskexponering. Den operationella frågan i analysen är om den kostnadsersättning som utgår när trafiken ökar i förhållande till situationen vid avtalstillfället är lämpligt utformad.

I analysen används en generell definition av kostnader. Med stöd av information från Trafikverkets olika databaser är det möjligt att följa upp Trafikverkets totala kostnader för järnvägsunderhåll, dvs. inte enbart kostnader som avser utbetalningar inom respektive baskontrakt utan också andra kostnader som Trafikverket har för järnvägens vidmakthållande såsom 'förstärkt underhåll' (exempelvis byten av sliprar och växel tungor) eller andra omkostnader.² Det innebär att analyserna inkluderar effekter som kan uppstå om kontrakt upphandlas och genomförs på ett sätt som innebär högre eller lägre totala kostnader för Trafikverket.

Fortsättningsvis behandlas metod och specifika frågeställningar i avsnitt 2. Den data som används i analyserna beskrivs i avsnitt 3. Resultat presenteras i avsnitt 4 följt av diskussion och slutsatser i avsnitt 5.

² Reinvesteringar i form av exempelvis spår- och växelbyten påverkar kostnaden för banunderhåll. Eftersom reinvesteringar inte ingår som en del av underhållsuppdraget ingår inte dessa kostnader i analyserna. På ett indirekt sätt påverkar emellertid eventuella reinvesteringar också kostnaden för det löpande underhållet. Skälet är att underhållskostnaden för en utbytt del är lägre än då den ursprungliga anläggningen hanterades. Detta hanteras i analysen genom att kontrollera (korrigera) för anläggningens ålder (via rärlålder) i modellskattningarna.

2. Metod och specifika frågeställningar

Avsnitt 2.1 beskriver i korthet den metod som används för att analysera tillgänglig information. De följande avsnitten preciserar de frågor som kan kopplas till förekomsten av stordriftsfördelar (2.2), betydelsen av entreprenadform (2.3) och utgångspunkterna för en ny bedömning av den lämpliga utformningen av tonnageregleringen (2.4).

2.1 Modellstruktur

För att undersöka hur olika utformningar av de avtal som tecknas mellan beställare och utförare påverkar slutkostnaderna för Trafikverket tillämpas en kvantitativ, ekonometrisk metod. Standardförfarandet för dessa analyser är den translog-modell (se exempelvis Christensen m.fl., 1973, Christensen och Greene, 1976 och Coelli m.fl. 2005) som illustreras av ekvation (1).

$$\ln C = \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_j + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^J \beta_{jk} \ln x_j \ln x_k + \sum_{m=1}^M \theta_m z_m + \varepsilon \quad (1)$$

Analysens syfte är att identifiera förklaringar till variationer i underhållskostnader (C). Den första parametern, α , är en konstant som krävs av analystekniska skäl men som saknar uppenbar ekonomisk tolkning.

Det finns ett antal ($j = 1, \dots, J$) kontinuerliga förklaringsvariabler, x , i ekvationens andra komponent. Två exempel är kontraktets storlek (antal ban- eller spårkilometer) eller mängden trafik (antal tåg eller bruttoton). Storleken på de direkta (första ordningens) effekterna av variabel x_j framgår av det parametervärde β_j som utgör ett av resultaten för de skattningar som görs av vad som påverkar underhållskostnaden. Om banlängd är en av förklaringsvariablerna anger parametervärdet hur kostnaderna påverkas av variationen i banlängd.

Med tillgång till tillräckligt många observationer är det också möjligt att bedöma förekomsten av andra ordningens effekter, representerad av parametern β_{jk} i ekvationens tredje del. En kategori andra ordningens effekter föreligger när $j = k$ då andra ordningens term utgörs av kvadraten på variabeln. Om den första ordningens effekt är positiv – exempelvis kan kostnaderna vara större ju fler bankilometer som ingår i ett kontrakt – och den andra ordningens effekt också är positiv så ökar underhållskostnaderna på ett växande sätt. Ett negativt värde på den andra ordningens parameter anger i detta fall att kostnadsökningen avtar.

När $j \neq k$ visar interaktionseffekten hur en förändring i variabel x_j påverkar kostnaderna givet en viss nivå av x_k , eller vice versa. Innebörden är att kostnadskonsekvenserna av en variabel (också) kan bero på värdet av andra förklaringsvariabler. Exempelvis kan kostnaderna per meter bana vara större ju fler växlar som är inlagda.

Den fjärde termen i ekvation (1) visar effekten av en binär- eller andelsvariabel z_m . Värdet på parametern θ_m kan exempelvis visa om det finns systematiska kostnadseffekter av den entreprenadform som används. Det är även möjligt att inkludera interaktionseffekter mellan de kontinuerliga och binära- eller andelsvariablerna även om detta inte illustreras i ekvation (1). Slutligen representerar ε en slumpterm i skattningarna.

I skattningar av kostnadsmodeller är det vanligt att använda ett pris för de insatsvariabler som används i produktionen, exempelvis lönen för personal eller styckkostnaden för de maskiner som används. Ekvation (1) och de modeller som skattas inkluderar inte prisvariabler. Men genom att inkludera dummyvariabler för år och för regioner tar skattningarna hänsyn till prisfluktuationer över tid och till att priser kan variera mellan olika regioner.

Den logaritmiska transformationen av den beroende variabeln är ett sätt att normalisera observationerna (hantera skeva fördelningar som kan påverka den statistiska inferensen) och även minska problem med heteroskedasticitet. I frånvaro av den logaritmiska transformationen kan de skattade parametrarna få större standardfel. Ju större standardfel, desto svårare är det att dra slutsatser från parameterskattningarna, dvs. sannolikheten för att dess värden är statistiskt signifikanta minskar.

Utöver dessa statistiska konsekvenser påverkar den logaritmiska transformationen också tolkningen av de skattade parametrarna; när den förklarande variabeln är logaritmiskt transformerad ger den skattade parametern information om variabelns kostnadselasticitet, något som är betydelsefullt för tolkningen av analysresultaten. På motsvarande sätt ger parametervärdet θ_m för dummy- eller andelsvariablerna z_m information om kostnadselasticiteter. Detta värden måste emellertid först transformeras, vilket görs genom att beräkna $\exp(\theta_m) - 1$.

Varje bandel och varje kontraktsområde observeras för varje år under perioden 2011 till och med 2023. Detta skapar en panel med observationer av ett (varierande) antal bandelar och kontraktsområden för vart och ett av dessa år. Det är möjligt att applicera olika metoder för att analysera sådana paneldata. Ett tillvägagångssätt är att använda sig av en så kallad Fixed Effects-estimator (FE). Då används variation inom grupperingar (i detta fall variation inom bandelar) över tid för att identifiera effekter. Det gör det möjligt att kontrollera (korrigera) för skillnader mellan bandelar som är konstanta över tid under den aktuella perioden. Med andra ord är det vid användningen av FE möjligt att hålla isär effekter av exempelvis olika entreprenadformer från effekterna av bandelarnas tidskonstanta faktorer, vilket är särskilt viktigt när vi saknar information om dessa faktorer. Exempelvis förändras inte banans kurvatur över tid. Det kan också finnas andra egenskaper hos banan som är tidskonstanta men som vi saknar förståelse och data om. När analysen baserad på en FE-skattning minskar risken för att detta stör resultaten.

En avsikt med analysen är att belysa hur olika trafiknivåer skapar behov av olika underhållskostnader för att upprätthålla anläggningens funktion. Samtidigt som trafiken i det svenska järnvägsnätet ökar år från år är trafikvariationen på varje enskild bandel begränsad. En nackdel med att använda FE är att (den begränsade) variationen över tid kan vara otillräcklig för att fånga upp betydelsen av trafik för underhållsstrategin (se Smith m.fl. 2024 för exempel på detta i Frankrike). FE-estimatorn kan därför ge resultat som endast gäller en begränsad grupp (i vårt fall små förändringar över tid), vilket i litteraturen benämns 'limited external validity'. En ytterligare nackdel är att FE är mer känslig för eventuella mätfel i de förklarande variablerna, något som i sin tur kan leda till en felskattning av effekterna. Se Hill m.fl. (2020) som går igenom olika begränsningar med FE-estimatorn, likaså Plümper och Troeger (2019).

Ett alternativ till FE är att använda en så kallad Random Effects-estimator (RE). Då används inte bara den variation som finns inom bandelar utan också de variationer som kan observeras mellan olika bandelar. På så sätt är det möjligt att krama ut mer information från den data som finns tillgänglig. Därmed är det möjligt att fånga fler relevanta effekter jämfört med FE, exempelvis hur skillnader i trafik mellan bandelar (skillnader som inte observeras över tid, dvs. inom bandelar) påverkar underhållskostnader (Smith m.fl., 2024). Ett kompletterande motiv är att RE inte lägger lika stor vikt vid mätfel som FE och har därmed lägre risk för en felskattning av effekter som beror på mätfel.

En risk med att använda variation mellan bandelar är att de effekter som fångas upp av den bredare användningen av datamaterialet kan blandas samman med tidskonstanta faktorer som är specifika för vissa bandelar eller grupper av bandelar. Denna sammanblandning uppstår enbart om de tidskonstanta faktorerna är korrelerade med de förklarande variablerna. Om exempelvis relativt tidskonstanta klimatskillnader påverkar underhållsbehovet och dessutom är korrelerat med trafikvolymen föreligger ett sådant problem. Som nämnts undviker FE en sådan sammanblandning genom att endast nyttja variation inom bandelar (över tid), medan RE behöver inkludera kontrollvariabler i modellen såsom dummyvariabler för regioner eller medeltemperaturen i olika delar av landet.

Sammanfattningsvis görs valet mellan RE och FE inte enbart genom att använda något av de formella test som finns att tillgå, exempelvis ett så kallat Hausman-test (Hausman, 1978). Utmaningen ligger i stället i den avvägning som måste göras mellan precision – variation i estimaten – och att undvika en systematisk snedvridning av estimaten (bias) – se exempelvis Taylor (1980).

Modeller har skattats med båda dessa estimatorer. Givet de utmaningar som FE har med mätfel och svårigheter att fånga relevanta effekter av olika underhållsstrategier (se Smith m.fl. 2024) fokuserar presentationen på resultat från RE.

2.2 Stordriftsfördelar

Trafikverket förvaltar närmare 14 200 km spår. Basunderhållet genomförs för närvarande i 32 geografiska kontraktområden som består av ett varierande antal bandelar.³ Kontraktsområdena har under årens lopp förändrats, exempelvis genom att flytta bandelar från ett område till ett annat eller genom att slå ihop eller dela upp kontraktsområden. Så länge inte nya banor tillkommer eller bansträckor stängs är järnvägsnätets längd oförändrat.

Skillnader mellan och förändringar i kontraktsområdenas sammansättning ger goda förutsättningar att utvärdera dess effekter. Specifikt kan omfattningen av det underhåll som bedrivs inom ett kontraktområde påverka dess genomsnittskostnader. Effekterna analyseras genom att utvärdera om variationer i uppdragets storlek innebär att genomsnittskostnaderna sjunker, är konstanta eller ökar.

Som exempel kan vi anta att kontraktsområdets banlängd ökar med 10 procent.

- a) Om kostnadsökningen är lägre än 10 procent har förändringen inneburit en lägre genomsnittskostnad (dvs. kostnad per bankilometer) och det finns kvarstående stordriftsfördelar att nyttja.
- b) Om kostnadsökningen är lika med 10 procent har genomsnittskostnaden inte förändrats och kontraktet har därmed en konstant skalavkastning (alla stordriftsfördelar har nyttjats).
- c) Om kostnadsökningen är högre än 10 procent har genomsnittskostnaden ökat (skalnackdelar).

Eftersom utgångspunkten för frågeställningen är den omfattning en verksamhet har vid avtalsstillfället så är frågan om avtalen getts en lämplig omfattning eller om det kan finnas skäl att öka eller minska avtalens genomsnittliga storlek.

Bakom förekomsten av eventuella för- eller nackdelar med storleken på uppdraget döljer sig ett antal olika förhållanden. Produktionskostnader består av inköp av fordon och maskiner och av den personal som krävs för att genomföra arbetet; ju färre anställda och ju mindre behov av maskinell utrustning, desto lägre kostnad. Den geografiska utplaceringen av verksamhetens resurser måste balansera närhet (korta ledtider för att rätta till akuta fel) och kostnadskonsekvenser av att kunna samlokalisera depåer och arbetslokaler.⁴

³ Därutöver finns nationella kontrakt för spårslipning och spårlägesmätningar. Kostnader för dessa kontrakt ingår också i analyserna.

⁴ Det finns också en typ av samordningseffekter som kan kopplas till verksamhetens omfattning (*economies of scope*). Exempelvis innefattar underhållskontrakten både ban-, el-, signal- och teleanläggningar och principiellt är det möjligt att undersöka om genomsnittskostnaderna skulle påverkas om varje teknikslag upphandlades separat. Ett annat exempel är att utvärdera effekter på genomsnittskostnader om besiktningsverksamheten upphandlas separat (vilket är fallet för Södra malmбанan med start 2025). Några sådana analyser görs inte här.

Att slå samman eller dela upp kontraktsovråden och därmed förändra banlängden i åtminstone två kontraktsovråden kan få konsekvenser för kostnadsnivån. Analysen av kostnaderna för underhåll tar sin utgångspunkt i banlängden på ett kontraktsovråde. Specifikt undersöks hur kostnaderna för underhåll förändras när storleken på kontraktsovråden förändras. Observationsenheten i analyserna är bandel i under år t snarare än kontraktsovråden – det senare förespråkas av Wheat m.fl. (2021) och används av Smith m.fl. (2024). Men en fördel med att använda bandelar som observationsenhet är att vi nyttjar den information som finns i datamaterialet vilket kan påverka slutsatser från modellskattningar (se exempelvis Garrett, 2003). Med stöd av kunskapen om kostnaden för bandelar är det dessutom möjligt att dra slutsatser om potentialen för kostnadsbesparingar genom att förändra kontraktsovråden.

Dessa förhållanden kan illustreras på ett mer formellt sätt. För att förenkla beskrivningen utelämnas tidsindex. Låt bandelens längd vara s_i och kontraktsovrådet längd $\sum_{i=1}^N s_i = S$. Genom att utgå från en förenklad (Cobb-Douglas-)version av ekvation (1) kan kostnadsfunktionen beskrivas av ekvation (2).⁵ Notera att vi har brutit ut $\beta_J \ln S$ och $\beta_{J-1} \ln s_i$ från $\sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_j$.

$$\ln C_i = \alpha + \beta_J \ln S + \beta_{J-1} \ln s_i + \sum_{j=1}^{J-2} \beta_{j-2} \ln x_{j-2} + \sum_{m=1}^M \theta_m z_m + \varepsilon_i \quad (2)$$

Analysen syftar till att undersöka konsekvenserna av att förändra kontraktsovrådet storlek, S . Ekvation (3) illustrerar att effekten kan gå direkt via kontraktsovrådet storlek vilket fångas av ett parametervärde på β_J , och via en förändring av storleken på en bandel $\frac{\partial \ln s_i}{\partial \ln S}$ där effektens storlek anges av värdet på parametern β_{J-1} .

$$\frac{\partial \ln C_i}{\partial \ln S} = \beta_J + \beta_{J-1} \frac{\partial \ln s_i}{\partial \ln S} \quad (3)$$

Längden på bandel i utgör en andel a_i av kontraktsovrådet längd ($s_i = a_i \cdot S$) vilket innebär att $\ln s_i = \ln(a_i) + \ln S$. Eftersom $\frac{\partial \ln s_i}{\partial \ln S} = 1$ kan ekvation (3) skrivas om till ekvation (4).

$$\frac{\partial \ln C_i}{\partial \ln S} = \beta_J + \beta_{J-1} \quad (4)$$

⁵ I modellskattningarna inkluderar vi andra ordningens effekter för banlängd och även en interaktionsterm med växelensitet. Se avsnitt 4.

Denna formella genomgång visar att förekomsten av potentiella kostnadsbesparingar via stordrift kan identifieras genom analyser av kostnader per bandel när längden på dess kontraktssområde ingår som en förklarande variabel. Om $\beta_j + \beta_{j-1} < 1$ finns indikationer på att det är möjligt att spara ytterligare resurser genom sådana omflyttningar.⁶

2.3 Entreprenadform

Basunderhållskontrakt upphandlas antingen som en total- eller som en utförandeentreprenad. Dessa entreprenadformer används i hela anläggningsbranschen och styrs av Allmänna Bestämmelser för totalentreprenader (ABT 06) respektive Allmänna Bestämmelser för entreprenader (AB 04).

Av rapportens inledning framgår att en utförandeentreprenad (UE) innebär att beställaren i detalj beskriver vilka aktiviteter som behöver genomföras och i vilka mängder. Uppdragsbeskrivningen utgörs av den mängdförteckning (MF) som ingår som en integrerad del av förfrågningsunderlaget inför en upphandling. En MF baseras på det ramverk som beskriver de aktiviteter som ska utföras som är gemensam för anläggningsbranschen. De tekniska krav som reglerar infrastrukturens egenskaper och skötsel redovisas i Trafikverkets dokument med ett TDOK-nummer respektive Trafikverkets infrastrukturegelverk där dokumenten har ett TRV-INFRA-nummer.

En totalentreprenad (TE) innebär att beställaren i första hand beskriver behovet av underhåll i form av den funktion på anläggningen som entreprenören ska upprätthålla och att ersättningen för arbetet i huvudsak är fast. Hur arbetet ska bedrivas för att säkerställa eftersträvd funktionalitet beslutas av entreprenören inom ramen för samma tekniska krav som då man använder UE. TE ger därför större utrymme för att genomföra arbetet på ett sätt som entreprenören finner lämpligt. Detta gäller exempelvis omfattningen av förebyggande i förhållande till avhjälpande underhåll. Om en entreprenör hittar innovativa sätt att genomföra uppdraget samtidigt som de funktionella kraven tillgodoses, stärks såväl verksamhetens produktivitet som effektivitet.

Trots att varje uppdrag i förfrågningsunderlaget liksom i det efterföljande kontraktet definieras som UE eller TE visar vår genomgång att det finns en stor variation med avseende på faktisk fördelning av fast och mängdreglerad ersättning. Det finns UE som har stora inslag av fast ersättning och TE som domineras av mängdreglerade aktiviteter. Man kan jämföra de tre kontrakt som var respektive är i drift innan omformningen av ansvarsfördelning mellan beställare och

⁶ Om vi hade uteslutit bandelens längd och om det inte fanns någon samvariation med någon av variablerna $\ln x_{j-2}$ eller z_m så hade β_j ensamt indikerat skalelasticiteten. Eftersom så sällan är fallet är det nödvändigt att inkludera bandelens längd i analysen. Om inte, finns en risk för att andra variabler felaktigt fångar upp den dimensionen av analysen på grund av det som kallas *omitted variable bias*.

utförare; Södra malmbanan (sluttid 2025-09-30), Ostkustbanan (sluttid 2026-08-31) och Mäljarbanan (sluttid 2027-06-30). Det första kontraktet klassificeras som en utförandeentreprenad medan de två andra definieras som totalentreprenader. I alla tre kontrakten finns emellertid en blandning av fasta och rörliga ersättningar.

I stället för att utgå från den beteckning kontrakten åsatts – dvs. om det är en UE eller en TE – är det önskvärt att nyttja information om storleken på de fasta respektive rörliga ersättningarna. Det ligger då nära till hands att utvärdera hur andelen fasta (OR-)ersättningar (eller andelen R-ersättningar) enligt vinnande anbud i upphandlingen påverkar kontraktens slutkostnader. Men slutkostnaden utgörs av summan av fasta och rörliga ersättningar. Det betyder att både den förklarande variabeln (andel OR, alternativt andel R) och den beroende variabeln (summa kostnader) består av samma komponenter. Det skapar ett endogenitetsproblem i form av en så kallad *simultaneity bias* som innebär felaktiga estimat för den förklarande variabeln. Det är därför enbart möjligt att använda den av Trafikverket åsatta beteckningen av respektive kontrakt, en information som kan avvika från den officiella definitionen av UE och TE.

Av betydelse för förståelsen av hur entreprenadform påverkar kontraktens kostnader är också att jämförelsen inte enbart bör baseras på den specificering av fasta och mängdreglerade ersättningar som görs vid avtalsstillfället. Under den tidsperiod som omfattas av ett kontrakt inträffar större och mindre förändringar av förutsättningarna för underhållet. Det betyder att kontraktets slutkostnad ofta skiljer sig från den i avtalet fastställda ersättningen liksom att fördelningen mellan fast och mängdreglerad ersättning förändras. Av stor betydelse för förståelsen av hur olika entreprenadformer påverkar verksamhetens kostnader är därför att hantera denna distinktion mellan avtals- och slutkostnader.

2.4 Tonnagereglering

Det avtal som tecknas mellan Trafikverket och den entreprenör som ansvarar för basunderhållet i ett kontraktsområde utgår från situationen vid beslutstillfället. Praktiskt innebär detta att avtalet beskriver den infrastruktur som ska underhållas liksom de andra variabler av betydelse för uppdragets genomförande. Dessa förutsättningar för verksamheten är av avgörande betydelse för de anbud som lämnas vid upphandlingstillfället.

Trafikens omfattning är en av utgångspunkterna för de anbud som lämnas. Om trafiken ökar under avtalsperioden kommer också slitaget bli större och underhållskostnaderna högre. Om trafikökningen är större än anbudsgivaren hade förväntat kommer underhållskostnaderna bli högre än den bedömning som gjordes när anbuderna lämnades in. Frågan är därför hur denna osäkerhet om kostnaderna för trafikförändringar under avtalsperioden ska hanteras.

En del av kostnadsförändringarna regleras med automatik via ersättningens mängdreglering. Så är exempelvis fallet om trafikökningar ökar behovet av arbetstimmar, och att sådana tidsinsatser hanteras av en reglerbar ersättning: ju fler timmar, desto större ersättning till det timpris som fastställts vid avtalstillfället, vilket innebär att entreprenören inte riskerar att få betala för dessa. Andra kostnadsökningar till följd av trafikökningen kan resultera i ändringar i, och tillägg till det ursprungliga kontraktet. Parterna är då överens om att trafik- och därmed kostnadsläget förändrats och att Trafikverket betalar för sådana tillkommande kostnader.

Men den fasta (oreglerade) ersättning som utgår kan inte hanteras med samma automatik. I stället skulle en entreprenör tvingas betala kostnaderna för förändringar av trafikens omfattning som denne saknar möjlighet att påverka. Det kan då finnas skäl för entreprenörerna att lägga in en osäkerhetsmarginal i anbudet, och på så sätt försäkra sig mot risken för kostnadsökningar. Därför ingår en tonnagereglering i varje kontrakt. Detta är ett sätt att inte lägga risken för utifrån kommande och därmed opåverkbara kostnadsökningar hos entreprenören. Tonnageregleringen begränsar entreprenörernas benägenhet att lägga in osäkerhetsmarginaler i anbudet.

Operationellt baseras tonnageregleringen på den kostnadselasticitet som ingår som en del i det avtal som tecknas mellan parterna. Begreppet elasticitet har i avsnitt 2.2 använts för att mäta (den eventuella) förekomsten av stordriftsfördelar. Tonnageregleringen baseras i stället på trafikens kostnadselasticitet, dvs. med hur många procent som underhållskostnaderna ökar när bruttotonnaget ökar med ett visst procenttal. Mer specifikt beräknas ersättningen genom att multiplicera kostnadselasticiteten med den procentuella förändringen i bruttotonnage och med kontraktssumman (både för OR- och R-mängder) men exklusive vintertjänster för respektive bandel och kontraktsår. Den eventuella förändringen av bruttotonnage baseras på Trafikverkets årliga uppgifter.

De kostnadselasticiteter som används i Trafikverkets tonnagereglering har hämtats från Wheat m.fl. (2009). Där analyseras situationen i ett antal europeiska länder. Svenska data från åren 1999 till 2002 utgjorde en delmängd i rapporten. Utifrån resultat från samtliga europeiska länder som ingick i analysen är slutsatsen i Wheat m.fl. (2009) att kostnadselasticiteten är 0,2 för bandelar med mindre än 3 miljoner bruttoton per normalhuvudspår och år, 0,3 för bandelar med mellan 3 och 10 miljoner bruttoton per normalhuvudspår och år, och 0,45 för bandelar med mer än 10 miljoner bruttoton per normalhuvudspår och år.

Beräkningsexempel: Anta att bruttotonnaget ökar med 5 procent på en bandel med över 10 miljoner bruttoton och att kontraktssumman (exklusive vintertjänster) för den aktuella bandelen är 30 000 000 SEK. Det innebär att entreprenörens ersättning ökar med

$(0.45 \times 0.05 \times 30\,000\,000 =) 675\,000$ SEK. Det görs ingen motsvarande beräkning vid minskat bruttotonnage.

Den typ av data som beskrivs i avsnitt 4 gör det möjligt att genomföra en ny beräkning av värdet på kostnadselasticiteten.⁷ I analysen görs också en bedömning av om elasticiteten varierar med avseende på typ av trafik (exempelvis resande- respektive godståg). Det bör även nämnas att trafikens effekt på underhållskostnader inte enbart rör nedbrytning. Trafikintensiteten (kapacitetsutnyttjandet) påverkar kostnader för att genomföra underhållsåtgärder, framför allt p.g.a. olika tillgång till tider i spår.

Sammanfattningsvis behöver en tonnagereglering reflektera verkliga kostnadsförändringar för att få en bättre förutsägbarhet (minskad risk för utföraren) och kostnadskontroll.

3. Data

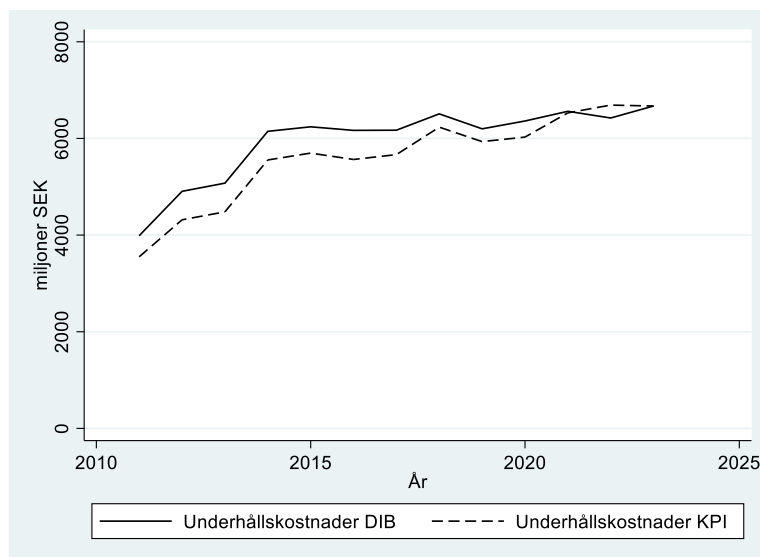
Studien baseras på uppgifter från Trafikverkets olika databaser som ställts samman för perioden 2011–2023. I analyserna används ett datamaterial för 204 bandelar som omfattar ca 11 000 spårkilometer. Bandelarna i datamaterialet har under 2011–2023 tillhört 93 olika kontrakt som upphandlats på totalt 58 unika kontraktsområden. Notera att under 2023 finns det totalt 31 kontraktsområden⁸ i datamaterialet och att det har det skett förändringar av kontraktsområdenas sammansättning under den studerade perioden – det är anledningen till att vi har totalt 58 unika områden i datamaterialet och en variation i kontraktsområdenas storlek som kan användas i analysen av stordriftens effekt på kostnader.

Information om kostnader för underhåll har hämtats från Agresso. År 2011 förbrukades SEK 3 miljarder och år 2023 SEK 7 miljarder för järnvägsunderhåll (observera att sammanställningen avser de bandelar som ingår i modellskattningarna, dvs. vissa bandelar och kostnader saknas). Omräknat till reala värden med användning av driftindex för banhållning (DIB), och i prisnivå 2023, har den reala kostnaden ökat från ca SEK 4 miljarder till ca SEK 7 miljarder 2023. I Figur 1⁹ redovisas också den reala kostnaden framräknat med stöd av konsumentprisindex (KPI).

⁷ Givet att nuvarande tonnagereglering har använts under ett antal år kommer dessa att reflekteras vid en ny skattning av kostnadselasticiteter, dvs. det blir en viss rundgång i systemet.

⁸ Under 2025 genomförs basunderhåll i totalt 32 kontraktsområden.

⁹ 18 procent av underhållskostnaderna är varken bokförda på bandel eller kontraktsområde. Dessa har fördelats mellan bandelar baserat på bandelens andel av totalt bokförda kostnader under ett år.



Figur 1. Underhållskostnader över tid, justerat med driftindex banhållning.

Medan de genomsnittliga underhållskostnaderna redovisas per år i Figur 1 anger Tabell 1 att värdet i genomsnitt under perioden uppgår till SEK 35 miljoner per bandel. Motsvarande värde per kontraktområde är SEK 199 miljoner (om endast helår för kontrakten ingår i medeltalet är värdet SEK 225 miljoner).

Tabell 1. Deskriptiv statistik, kostnader (prisnivå 2023) och trafik per bandel och år under åren 2011–2023

Variabel	Medelvärde	Standardavvikelse	Min	Max
<i>Kostnader</i>				
Underhållskostnad (tkr)	32 176	35 576	203	450 074
<i>Trafik</i>				
Bruttotondensitet (bruttotonkilometer/bankilometer), 1000 ton, alla tågslag	8 597	9 990	0,05	77 347
Bruttotondensitet (bruttotonkilometer/bankilometer), 1000 ton, godståg	4 201	5 401	0	36 472
Bruttotondensitet (bruttotonkilometer/bankilometer), 1000 ton, resandetåg	4 157	7 947	0	68 513

Information om den trafik som bedrivs hämtas från Trafikverkets databas Lupp. Av Tabell 1 framgår att det för alla tågslag passerade i medeltal ca 8,7 miljoner bruttoton per bandel och år. Där framgår också att minimivärdet är nästan 0 och maxvärdet är 77,4 miljoner bruttoton, dvs. en stor variation mellan bandelar (observera att antal bruttoton beräknas i detta fall som antal bruttotonkilometer per bankilometer). I tabellen rapporteras även bruttotondensitet separat för godståg och resandetåg. Figur 8 i bilagan visar den totala bruttotondensiteten över alla bandelar per år, samt total bruttotondensitet för godståg och resandetåg. Där framgår det att

bruttotondensitet har ökat över tid, men att fördelningen av bruttotondensitet mellan godståg och resandetåg för merparten år av perioden inte förändrats.

Tabell 2. Deskriptiv statistik, infrastrukturegenskaper per bandel, genomsnitt för åren 2011–2023

Variabel	Medel	Standardavvikelse	Min	Max
<i>Infrastrukturegenskaper bandelnivå</i>				
Bankilometer	50	40	1	218
Spårkilometer	71	52	2	265
Antal spår per bankilometer	1,3	0,6	1	5,5
Helsvetsad räl, andel av spårkilometer	0,79	0,31	0	1
Strukturer (km)	2	4	0	23
Antal spårväxlar	46	44	2	329
Antal spårväxlar per bankilometer				
Ålder på räler, viktat snitt	23	10	1	62
Vikt på räler, (kg/m), viktat snitt	53	5	41	60
Max STH, km/h	152	47	10	250
Stationsbandel, dummyvariabel	0,08	0,27	0	1
<i>Infrastrukturegenskaper kontraktsområdesnivå</i>				
Bankilometer	305	201	5	963
Spårkilometer	433	243	14	1244
Antal spårväxlar	287	157	14	1052
<i>Management</i>				
Region Mitt, dummyvariabel	0,18	0,39	0	1
Region Nord, dummyvariabel	0,14	0,34	0	1
Region Syd, dummyvariabel	0,24	0,43	0	1
Region Väst, dummyvariabel	0,18	0,38	0	1
Region Öst, dummyvariabel	0,26	0,44	0	1
Malmbanan, dummyvariabel	0,04	0,1	0	1
Totalentreprenad, dummyvariabel	0,81	0,38	0	1

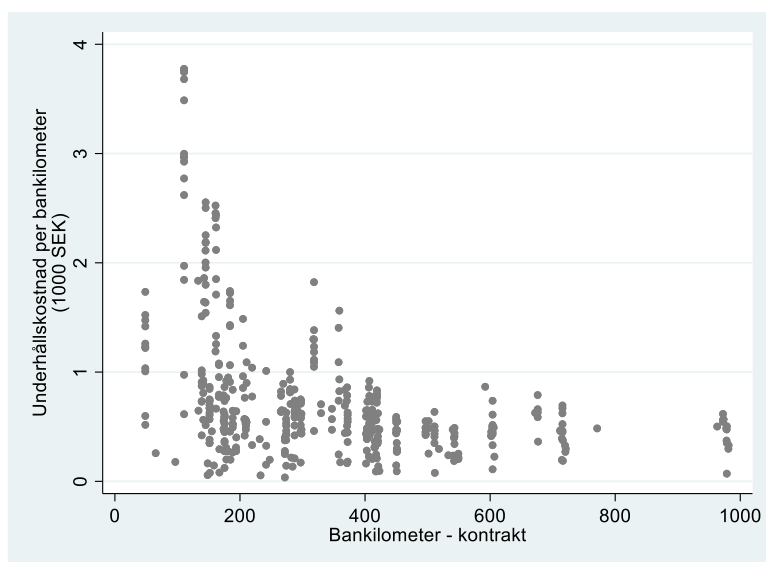
Tekniska uppgifter om järnvägsanläggningen har hämtats från Trafikverkets BanInformationSystem (BIS). Varje årsvärde representeras av en ögonblicksbild tagen i januari nästkommande år. Tabell 2 redovisar infrastrukturegenskaper både på bandelnivå och på kontraktsområdesnivå för det underhållskontrakt bandelen tillhör. Av tabellen framgår att en bandel i genomsnitt är 50 kilometer medan motsvarande siffra på kontraktsområdesnivå är 305 kilometer. I genomsnitt ingår ca 9 bandelar i varje kontrakt.

För en delmängd av kontrakten har vi tillgång till information om antal budgivare vid upphandlingen. Fler budgivare förväntas ge lägre kostnader (se exempelvis resultat i Ijäs 2026). Antal budgivare kan därför vara en viktig kontrollvariabel för att isolera effekten av

stordriftsfördelar, entreprenadform och tonnageregleringen. Dess effekt är emellertid inte statistiskt signifikant när modellen skattas på delmängden av kontrakten med information om antal budgivare. Framförallt har antal budgivare ingen nämnvärd påverkan på de resultat som presenteras i nästa avsnitt.

4. Resultat

En första deskriptiv observation som ger ett ingångsvärde för de efterföljande analytiska resultaten framgår av Figur 2. Där redovisas underhållskostnader per bankilometer; varje punkt representerar genomsnittet per kontrakt. Figuren visar att underhållskostnaden per bankilometer minskar ju fler bankilometer ett kontrakt innefattar.



Figur 2. Underhållskostnad per bankilometer.

Utöver kontraktets storlek (antal bankilometer) finns en mängd andra förklaringar till de olika kostnadspunkterna i Figur 2. För att isolera hur kontraktets storlek påverkar kontraktens genomsnittskostnader använder vi den ekonometriska modell som specificerats i avsnitt 2.1. Utöver banlängd hanteras de egenskaper hos, och förutsättningar för underhållsarbetet som framgår av infrastrukturens olika egenskaper och olika förutsättningar som framgår av Tabell 2.

Tabell 3 redovisar regressionsresultaten. Kolumnerna skiljer sig åt på så sätt att kolumn (3) innefattar resultatet då samtliga förklaringsvariabler ingår medan kolumn (1) exkluderar kontraktets växeldensitet¹⁰ och dess interaktion med bankilometer samt en interaktion mellan

¹⁰ Definieras som antal spårväxlar per bankilometer.

bruttotondensitet och dummyvariabeln för totalentreprenad. Den senare interaktionen exkluderas även i kolumn (2).

Resultaten i Tabell 3 baseras på skattningar med Random Effects-estimatoren (RE) som använder variation mellan och inom bandelar. Motsvarande modeller i Tabell 3 har också skattats med en Fixed Effects-estimator (FE) som endast baseras på variation inom bandelar. Se avsnitt 2.1 för en beskrivning av fördelar och nackdelar med dessa estimatorer. RE och FE ger samma huvudresultat (effekter av stordrift kan identifieras och samma tecken på entreprenadformens påverkan på kostnader), men storleken på vissa estimat skiljer sig åt och likaså estimatens standardfel. Se Tabell 7 i bilagan för resultat från FE.

I tabellen redovisas klusterrobusta standardfel som har klustrats på bandelnivå. Flera av variablerna varierar dock enbart på kontraktsnivå. Som en känslighetsanalys har standardfelen därför även klustrats på kontraktsnivå, där klustringen utgår från det kontrakt som bandelen tillhör vid årets början. Detta innebär att panelen för en bandel delas upp i flera paneler, en för varje kontrakt den har tillhört under studieperioden.

Denna alternativa klustring leder till mer osäkra och lägre estimat för variabler som mäts på kontraktsområdesnivå. Effekten på skalelasticiteten, utvärderad vid genomsnittet, är liten och huvudresultaten kvarstår därmed även med denna alternativa klustring.

Fortsättningsvis innehåller avsnitt 4.1 en diskussion kring konsekvenserna för underhållskostnader till följd av variationer i kontraktslängd, avsnitt 0 behandlar betydelsen av entreprenadform medan avsnitt 4.3 för ett resonemang om vilket värde på elasticiteten som kan användas för tonnageregleringen.

Tabell 3. Regressionsresultat, Random Effects (RE), för utfallsvariabeln $\ln(\text{underhållskostnader})$, 2406 observationer.

	(1)	(2)	(3)
Konstant	17,35*** (0,16)	17,49*** (0,16)	17,43*** (0,16)
$\ln(\text{ban-km kontrakt})$	-0,15*** (0,06)	-0,02 (0,05)	0,01 (0,05)
$\ln(\text{ban-km kontrakt})^2$	-0,02 (0,03)	0,06*** (0,02)	0,08*** (0,02)
$\ln(\text{ban-km})$	0,87*** (0,04)	0,87*** (0,04)	0,89*** (0,04)
$\ln(\text{ban-km})^2$	0,04 (0,03)	0,04 (0,03)	0,03 (0,03)
$\ln(\text{växelden. kontrakt})$	-	0,24*** (0,08)	0,25*** (0,07)
$\ln(\text{ban-km kontrakt}) * \ln(\text{växelden. kontrakt})$	-	0,20*** (0,05)	0,21*** (0,05)
$\ln(\text{bruttotonden.})$	0,19*** (0,04)	0,18*** (0,04)	0,12*** (0,04)
$\ln(\text{bruttotonden.})^2$	0,01** (0,004)	0,01** (0,004)	0,01*** (0,004)
d.totalentreprenad	-0,11** (0,05)	-0,12*** (0,05)	-0,03 (0,05)
$\ln(\text{bruttotonden.}) * \text{d.totalentr.}$	-	-	0,10*** (0,03)
$\ln(\text{antal spår})$	0,53*** (0,14)	0,48*** (0,14)	0,48*** (0,13)
$\ln(\text{strukturer km})$	0,04** (0,02)	0,04** (0,02)	0,03* (0,02)
$\ln(\text{rälålder})$	0,10** (0,04)	0,09** (0,04)	0,08** (0,04)
$\ln(\text{rälvikt})$	-0,74 (0,52)	-0,78 (0,52)	-0,90* (0,50)
$\ln(\text{max STH})$	0,06 (0,08)	0,07 (0,08)	0,04 (0,08)
$\ln(\text{växelden.})$	0,36*** (0,08)	0,35*** (0,08)	0,39*** (0,08)
$\ln(\text{växelden.})^2$	0,03 (0,04)	0,03 (0,04)	0,05 (0,04)
andel helsvetsad räl	-0,34*** (0,12)	-0,40*** (0,12)	-0,42*** (0,12)
d.stationsbandel	0,80*** (0,15)	0,78*** (0,16)	0,75*** (0,15)
d.Malmbanan	0,32 (0,19)	0,32 (0,19)	0,39** (0,18)
d.region Mitt	0,12 (0,08)	0,08 (0,08)	0,07 (0,08)
d.region Nord	0,10 (0,09)	0,16 (0,10)	0,16 (0,10)
d.region Syd	-0,02 (0,08)	-0,03 (0,08)	-0,03 (0,08)
d.region Väst	0,24*** (0,08)	0,21** (0,09)	0,23*** (0,08)
d.region Öst	Referenskategori	Referenskategori	Referenskategori
Dummyvariabler för år 2012–2023	Ja	Ja	Ja
R ²	0,75	0,75	0,75
Skalelasticitet utvärderat vid genomsnitt (CI 95%)	0,72 (0,58;0,85)	0,86 (0,73;0,98)	0,89 (0,77;1,02)

*, **, ***: Statistisk signifikans på 10-, 5- respektive 1-procents nivå (klusterrobusta standardfel inom parentes)

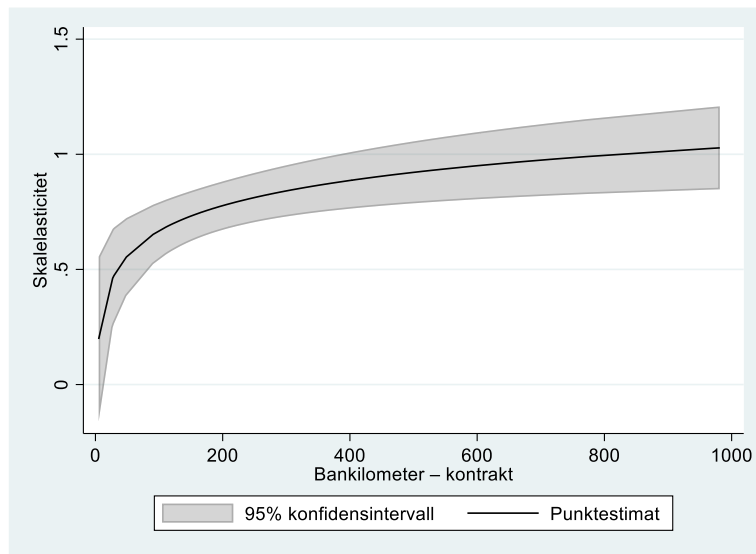
4.1 Har kontrakten rätt sammansättning av bandelar?

Detta avsnitt behandlar förekomsten av stordriftsfördelar med avseende på kontraktsområdets storlek, uttryckt i bankilometer. Notera att summan av de skattade koefficienterna för bandelens och kontraktområdets längd tolkas som skaleffekter, vilket framgår av ekvationerna 2–4.

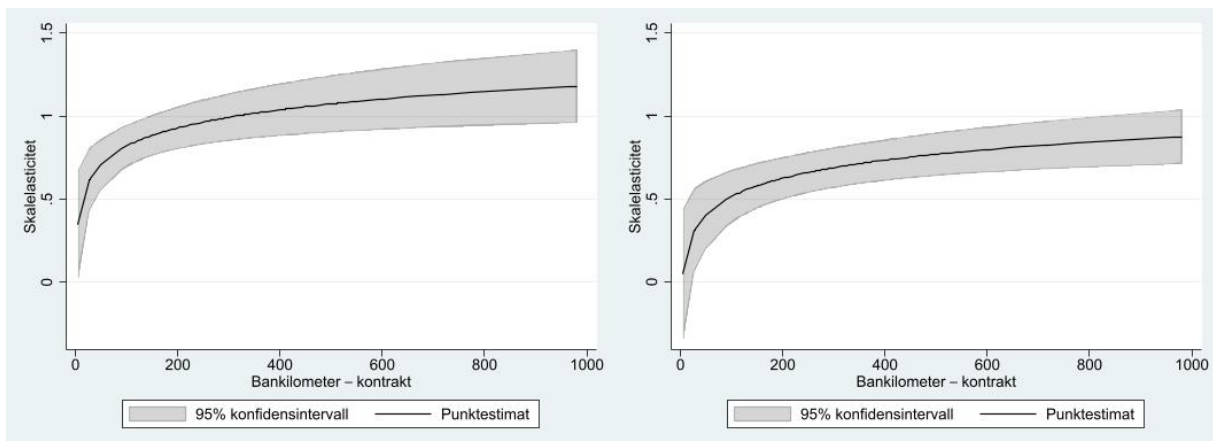
Vid genomsnittliga värden för bandelens och kontraktområdets bankilometer samt det genomsnittliga värdet för växeldensitet på kontraktsområdesnivå visar resultaten att elasticiteten är 0,89. Det innebär att om ett kontraktsområdes storlek ökar med 1 %, ökar kostnaderna med 0,89 %. Som kommer att framgå av analysen är detta estimat inte statistiskt skilt från 1 på en 5 % signifikansnivå vid de genomsnittliga värdena för växeldensitet på kontraktsområdesnivå.

Figur 3 illustrerar detta resultat genom att låta kontraktområdets längd variera, medan bandelens längd och växeldensitet (antal spårväxlar per bankilometer) hålls konstanta vid genomsnittet. Figuren visar en ökande skalelasticitet med avseende på kontraktets banlängd, vilket återspeglas i den statistiskt signifikanta och positiva andra-ordningens-effekt i kolumn tre i Tabell 3. Figuren visar även att skalelasticiteten är statistiskt skild från 1 för kontrakt med en bankilometer under 400 kilometer, vilket motsvarar tre fjärdedelar av alla kontraktsområden år 2023. Det innebär exempelvis att två kontrakt som var för sig omfattar 200 bankilometer skulle kunna slås samman för att nyttja de kvarstående stordriftsfördelarna (sänka genomsnittskostnaderna). Med andra ord skulle dessa områden få en ökad produktivitet.

Utöver en potential för besparingar till följd av kontraktens banlängd estimeras även en positiv och statistiskt signifikant interaktionsterm mellan bankilometer och växeldensitet på kontraktsområdesnivå. Denna term är 0,2 i de olika modellskattningarna i Tabell 3 (se kolumn 2 och 3) och visar hur besparingspotentialen beror på växeldensiteten, dvs. att det är betydelsefullt att lyfta fram betydelsen av vilka tekniska komponenter som ingår i respektive kontrakt. Om kontraktet görs större genom att en eller flera bandelar med en hög växeldensitet läggs till i kontraktet (och därmed påverkar hela kontraktets växeldensitet) visar resultaten att underhållskostnaderna kommer öka mer än om bandelar med en låg växeldensitet läggs till i kontraktet. Detta illustreras i Figur 4 och Figur 5, där den första figuren antar en ökning av växeldensitet med en standardavvikelse (mått på avvikelse från medelvärdet) och den andra figuren en minskning med en standardavvikelse. Vid ökad växeldensitet är estimatet för skalelasticiteten större för alla värden av kontraktets bankilometer och är inte statistiskt frånskild från 1 för värden över 145 bankilometer. I Figur 5 är skalelasticiteten genomgående lägre (indikerar större potential att nyttja ytterligare stordriftsfördelar) och först vid banlängder över 960 kilometer är elasticiteten inte statistiskt frånskild 1. Med andra ord har växeldensiteten en stor betydelse för vilka stordriftsfördelar som går att nyttja.



Figur 3. Skalelasticiteten över kontraktsområdets bankilometer, baserat på resultaten i Tabell 3, kolumn 3. Utvärderad vid genomsnittlig växeldensitet.



Figur 4. (vänster) Skalelasticiteten över kontraktsområdets bankilometer, baserad på Tabell 3, kolumn 3. Utvärderad vid en standardavvikelses ÖKNING i växeldensitet.

Figur 5. (höger) Skalelasticiteten över kontraktsområdets bankilometer, baserad på Tabell 3, kolumn 3. Utvärderad vid en standardavvikelses MINSKNING i växeldensitet.

Tabell 4 och Tabell 5 presenterar två exempelberäkningar för hur den predikerade kostnaden ändras vid sammanslagning av mindre kontrakt till ett större sammanhållet kontrakt. Tabell 4 visar beräkningen för kontrakten Mäljarbanan och Svealandsbanan. Dessa två kontrakt har var för sig en mycket kortare banlängd än de 400 km som enligt modellresultaten skulle kunna innebära konstant skalavkastning. Utöver detta har kontrakten en relativt låg växeldensitet (växlar per bankilometer), med ett gemensamt värde på 1 i det sammanslagna kontraktet. Utifrån de skattade koefficienterna i Tabell 3, kolumn 3, är summan av de predikerade

underhållskostnaden vid separerade kontrakt 240,4 miljoner kronor. Vid en sammanslagning av kontrakten till ett nytt och större kontrakt är den predikterade kostnaden 210,3 miljoner kronor. Modellen predikterar därmed att en sammanslagning skulle kunna ge en minskning av kostnaderna som motsvarar 30,1 miljoner kronor, eller cirka 100 tusen kronor per bankilometer.

I Tabell 4 utvärderas en sammanslagning vid låg växeldensitet och indikerar betydande skalfördelar. Vid hög växeldensitet förväntas skalfördelarna vara lägre (se Figur 4). Effekten av detta undersöks i exempelberäkningen i Tabell 5, där fyra underhållskontrakt i Stockholmsregionen slås samman. Det sammanslagna kontraktet har en längd på 290 bankilometer och en relativt hög växeldensitet på 4,6 växlar per bankilometer. Med ett sammanslaget kontrakt är den predikterade kostnaden 738,1 miljoner kronor, vilket är 110 miljoner kronor högre än summan av predikterade kostnaden om kontrakten hålls separata. Uttryckt som genomsnittlig kostnad per bankilometer är skillnaden cirka 300 tusen kronor per bankilometer. Detta exempel är i linje med resultaten i Figur 4 och Figur 5, som visar att stordriftsfördelar uppstår främst i mindre komplexa kontrakt med färre växlar per bankilometer.

Tabell 4. Exempelberäkning av predikterade underhållskostnader vid sammanslagning av underhållsområdena Mäljarbanan och Svealandsbanan med den gemensamma växeldensiteten 1. Baserat på skattade koefficienter i Tabell 3, kolumn 3.

	Predikterad kostnad (msek)	Bankilometer	Genomsnittskostnad (msek/bankilometer)
Mäljarbanan	136,8	151	0,9
Svealandsbanan	103,6	175	0,6
Summa separata kontrakt	240,4	326	0,7
Summa sammanslaget kontrakt	210,3	326	0,6

Tabell 5. Exempelberäkning av predikterade underhållskostnader vid sammanslagning av underhållsområdena Stockholm Syd, Stockholm Mitt, Stockholm Nord och Citybanan med den gemensamma växeldensiteten 4,6. Baserat på skattade koefficienter i Tabell 3, kolumn 3.

	Predikterad kostnad (msek)	Bankilometer	Genomsnittskostnad (msek/bankilometer)
Stockholm Syd	217,5	145	1,5
Stockholm Mitt	165,9	29	5,7
Stockholm Nord	211,4	111	1,9
Citybanan	33,9	5	6,6
Summa separata kontrakt	628,6	290	2,2
Summa sammanslaget kontrakt	738,1	290	2,5

4.2 Betydelsen av entreprenadform

Som framgår av resonemangen i avsnitt 2.3 handlar den tekniska frågan om valet av entreprenadform i grunden om graden av handlingsfrihet för entreprenören. Utförandeentreprenaden (UE) begränsar handlingsfriheten men minskar också utförarens risktagande medan Totalentreprenaden (TE) har omvänd innebörd.

En genomgång av underlagsmaterialet visar att detta ideal inte sammanfaller med det förfarande som används. Det finns en betydande grad av styrning också i TE-avtal liksom UE-avtal innehåller betydande fasta inslag. Uppgifter om andelen fasta kostnader i kontraktssumman är emellertid problematiskt att använda som förklaringsvariabel då de fasta kostnaderna även ingår i den beroende variabeln (det skapar en så kallad simultaneity bias, se avsnitt 2.3). Den kunskap vi använder i modellskattningarna är, trots bristerna, den beteckning som Trafikverket åsatt respektive kontrakt.

Tabell 3 visar effekten av TE jämfört med UE som en dummyvariabel i kolumn ett och två. Den skattade koefficienten kan tolkas som den genomsnittliga skillnaden i underhållskostnader givet alla andra variabler i modellen. Den skattade effekten visar att i genomsnitt har bandelar där entreprenadformen är TE en 10 % lägre underhållskostnad jämfört med ifall en UE hade använts.

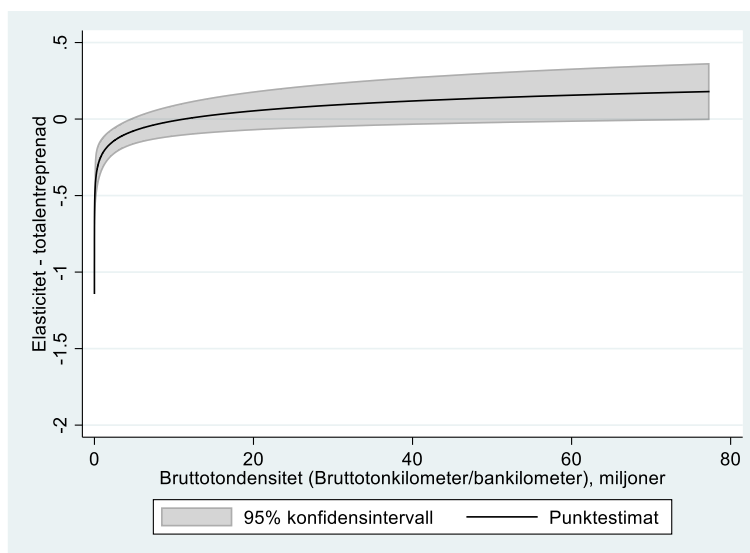
Som framgår av Figur 6 är denna effekt starkt kopplad till bandelens trafikering. Den tekniska förklaringen är att när en interaktionsterm mellan bandelens bruttoton och TE inkluderas i kolumn tre är dummy-variabeln inte längre statistiskt signifikant – dvs det finns ingen skillnad mellan UE och TE – medan interaktionen är positiv och signifikant med kombinationen av parametervärden. En möjlig förklaring är att entreprenören använder ett riskpåslag som är relaterat till trafikeringen. Interaktionstermen fångar hur detta riskpåslag varierar med trafikmängden.

Figur 6 visar också hur underhållskostnaderna ändras i procent när bandelen ingår i ett kontrakt reglerat av en TE vid olika mängder bruttoton. Punktestimatet för denna elasticitet är noll (ingen skillnad mellan UE och TE) vid 10,4 miljoner bruttoton per år. Det indikerar att för bandelar med trafiknivåer under 10,4 miljoner bruttoton per år innebär TE lägre underhållskostnader än UE och att effekten är den motsatta för bandelar med trafiknivåer över 10,4 miljoner bruttoton.

Det bör dock noteras att det övre konfidensintervallet (95%) i Figur 6 överskrider noll vid 4,3 miljoner brutton. Det innebär att för bandelar med trafiknivåer under 4,3 miljoner bruttoton har TE en statistiskt signifikant effekt som innebär lägre underhållskostnader jämfört med UE. Vidare kan vi konstatera att det nedre konfidensintervallet i Figur 6 passerar nollan vid 63 miljoner

bruttoton, och att det är först vid denna trafiknivå som TE har en statistiskt signifikant effekt (enligt 95% konfidensintervall) som indikerar högre underhållskostnader än UE.

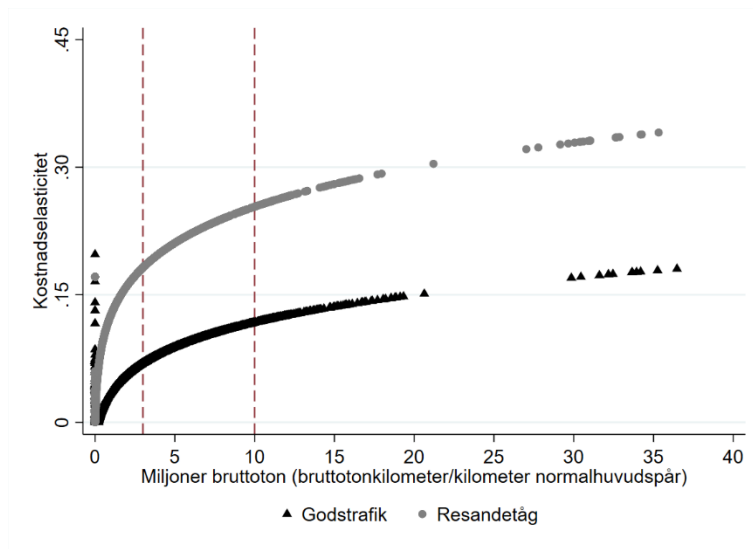
De empiriska indikationerna om skillnader mellan TE och UE är sammanfattningsvis osäkra för banor med höga trafiknivåer givet konfidensintervallen för punktestimaten som presenteras i Figur 6. Samtidigt saknas väsentlig information om fördelningen av fasta och rörliga kostnader, och om det fanns sådan information skulle resultatet kunna vara ett annat.



Figur 6. Elasticiteten för totalentreprenad över bandelens bankilometer, baserad på Tabell 3, kolumn 3.

4.3 Tonnagereglering

Trafikverket har under sommaren 2025 redovisat ett uppdrag till regeringen med förslag om de banavgifter som tas ut för att använda järnvägsinfrastruktur. I ett underlag till Trafikverkets uppdrag presenterar Odolinski m.fl. (2026) nya resultat för tågtrafikens marginalkostnader. Dessa marginalkostnader baseras på kostnadselasticiteter från ekonometriska modellskattningar på samma datamaterial som ligger till grund för analyserna i föreliggande rapport och utgår från state-of-the-art inom litteraturen. De nya beräkningarna av kostnadselasticiteter differentieras med avseende på tågslag (godståg och resandetåg) och illustreras i Figur 7. Streckade linjer i figuren visar de bruttotonsgränser som styr dagens tonnagereglering (3 miljoner respektive 10 miljoner bruttoton per år) och som anger de elasticiteter som ska användas vid ersättningar till entreprenörerna.



Figur 7. Kostnadselasticiteter för bruttoton per normalhuvudspår, godstrafik och passagerartrafik – streckade linjer indikerar tonnageregleringens gränser 3 miljoner bruttoton och 10 miljoner bruttoton (resultat baserat på Odolinski m.fl. 2026).

En sammanställning av resultaten från de nya skattningarna och en jämförelse med de elasticiteter som används idag presenteras i Tabell 6. För trafiknivåer upp till den första gränsen på 3 miljoner bruttoton per år är tonnageregleringens elasticitet 0,20. Den elasticiteten ligger en bit över godstågens elasticitet som varierar mellan 0,02 och 0,07, med en median på 0,05, när bandelens bruttotonnage är mellan 0,5 och 3 miljoner per år. Det innebär att elasticiteten i dagens tonnagereglering är fyra gånger högre än medianen för godstågens elasticitet i de nya skattningarna. Motsvarande elasticiteter för resandetågen varierar mellan 0,10 och 0,18 med en median på 0,14, vilket indikerar att tonnageregleringens elasticitet är något i överkant för resandetågen.

Motsvarande jämförelse av elasticiteter för trafiknivåer mellan 3 och 10 miljoner bruttoton per år indikerar att godstågens medianvärde är 0,09 och resandetågens median 0,21. Dagens tonnagereglering har elasticiteten 0,30 för dessa trafiknivåer vilket är 3,2 gånger högre än godstågens median och 1,4 gånger högre än resandetågens median. För trafiknivåer över 10 miljoner bruttoton per år är tonnageregleringens elasticitet 0,45, vilket är 3,6 gånger högre än godstågens median på 0,12 och 1,7 gånger högre än resandetågens median på 0,27.

De nya kostnadselasticiteter som redovisas i Figur 7 och Tabell 6 är baserade på den så kallade Random Effects-estimatorn (RE). Används i stället en Fixed Effects-estimator (FE) är kostnadselasticiteterna betydligt lägre. På det sätt som beskrivits i slutet av avsnitt 2.1 kan detta emellertid bero på mätfel eller att variationen inom bandelar inte är tillräcklig.

Tabell 6. Kostnadselasticiteter från tonnage regleringen och från nya skattningar i Odolinski m.fl. (2025)

Miljoner bruttoton per normalhuvudspår och år ^a	Tågslag	Tonnage regleringens elasticiteter	Nya elasticiteter		
			Median	Min	Max
[0,5, 3)	Godståg	0,20	0,05	0,02	0,07
	Resandetåg	0,20	0,14	0,10	0,18
[3, 10]	Godståg	0,30	0,09	0,07	0,12
	Resandetåg	0,30	0,21	0,18	0,25
>10	Godståg	0,45	0,12	0,12	0,18
	Resandetåg	0,45	0,27	0,25	0,34

^a Den nedre gränsen för det lägsta intervallet är satt till 0.5 miljoner bruttoton eftersom tillförlitligheten i modellskattningar är låg för låga nivåer av trafik.

Sammanfattningsvis pekar analysen på att de elasticiteter som idag styr tonnage regleringen kan vara i överkant, dvs. att entreprenörerna överkompenseras för de trafikökningar som kan förekomma. I den slutliga bedömningen av hur tonnage regleringen kan hanteras är det också nödvändigt att ta hänsyn till den automatiska reglering som sker med avseende på mängdreglerade ersättningar liksom justeringar av ersättningen via ändringar av, och tillägg till ersättningsnivåerna.

5. Diskussion och slutsatser

För att bedöma konsekvenserna av förändringar av verksamhetens utformning – här en förestående förändring av ansvarsfördelningen mellan beställare och utförare – krävs systematiska uppföljningar. Detta omfattar även områden som inte ska genomgå de planerade förändringarna då dessa kan utgöra viktiga jämförelsepunkter. Med tillgång till ett brett tvärsnitt och en tidsserie för många år före det att nya principer införs ökar förutsättningarna för att bedöma förändringarnas konsekvenser. Resultat från föreliggande studie kan bidra med viktig kunskap för att upphandla ett framtida och effektivare järnvägsunderhåll.

Resultaten indikerar en potential att nyttja ytterligare stordriftsfördelar. Genom att göra små kontrakt större kan kostnaderna minska. Resultaten visar även betydelsen av vilka tekniska komponenter som ingår i respektive kontrakt. Om kontraktet görs större genom att en eller flera bandelar med en hög växeldensitet läggs till i kontraktet kommer underhållskostnaderna öka mer än om bandelar med en låg växeldensitet läggs till i kontraktet. Effekter av stordrift bör vägas mot eventuella nyttor med mindre kontrakt. Potentiellt kan mindre kontrakt främja en långsiktigt god konkurrens – för järnvägsunderhåll är det sambandet inte utrett ännu.

Resultaten indikerar att totalentreprenad (TE) är billigare än utförandeentreprenad (UE) för låga trafiknivåer, men dyrare för höga trafiknivåer. En tolkning är att med låga trafiknivåer är risken låg för entreprenörerna som då lyckas upprätthålla funktionen till en lägre kostnad jämfört med UE. För höga trafiknivåer är riskpåslagen i TE hög, vilket bidrar till att denna entreprenadform

blir dyrare än UE. Det bör samtidigt nämnas att regressionsresultatens skillnader mellan dessa entreprenadformer är osäkra för banor med höga trafiknivåer. Dessutom saknas väsentlig information om fördelningen av fasta och rörliga kostnader. Med sådan information skulle utvärderingen av entreprenadformerna kunna bli annorlunda.

Vilka konsekvenser kan tonnageregleringens kostnadselasticiteter innebära? Först kan vi konstatera att regleringens kostnadselasticiteter är betydligt högre än de elasticiteter som skattats enligt state-of-the-art på ett mer aktuellt datamaterial. En annan aspekt är att tonnageregleringen utgår från hela bandelens kontraktssumma (exkl. vintertjänster), där även reglerbara mängder ingår – en ökning i trafiken på en bandel kan leda till att Trafikverket beställer fler R-mängder. Därmed får entreprenören betalt både via ytterligare R-mängder och via tonnageregleringen som baseras på kontraktssumman för både (ex ante) R-mängder och OR-mängder. Eventuella riskpåslag i anbudet på grund av osäkerheter kring trafikökningar bör därmed minimeras (i princip vara noll) givet den rådande tonnageregleringen. Sannolikt är ersättningen en bra bit över riskpåslagen eftersom ersättningen baseras på kostnadselasticiteter som ofta är avsevärt högre än de mer aktuella elasticiteterna.

Även om tonnageregleringens ersättningar överstiger riskpåslagen för trafikökningar behöver det inte nödvändigtvis innebära högre slutkostnader för Trafikverket. Om det är en hög konkurrens vid upphandlingarna bör entreprenörerna ta hänsyn till förväntad betalning via tonnageregleringen och lägga ett lägre anbud givet regleringens höga ersättningar för att öka sannolikheten att tilldelas kontraktet, allt annat lika. Den riskreducering som regleringen innebär för entreprenörerna kan också leda till att fler mindre aktörer konkurrerar i upphandlingen. Å andra sidan finns tecken på att konkurrensen inte är särskilt hög på denna marknad. Trafikverket (2024) presenterar inköpsvolymen för basunderhåll järnväg som visar att det var fyra olika leverantörer (Infranord, Strukton, BDX och NRC) som stod för nästintill allt basunderhåll under åren 2022–2024. Infranord och Strukton hade tillsammans mellan 63 och 77 procent av Trafikverkets inköpsvolymen för entreprenader under dessa år. Dessutom var det genomsnittliga antalet anbud mellan 2,6 och 3,3 per upphandling. En låg konkurrens gör att den nuvarande tonnageregleringen kan leda till ersättningar som överstiger eventuella riskpåslag. En tonnagereglering bör sammanfattningsvis reflektera verkliga kostnadsförändringar för att få en bättre förutsägbarhet (minskad risk för utföraren) och kostnadskontroll.

Två olika estimatorer – RE och FE – har använts i analyserna. Estimatorerna har sina respektive för- och nackdelar, men ger samma huvudresultat: effekter av stordrift kan identifieras och samma tecken på entreprenadformens påverkan på kostnader. Storleken på vissa estimat skiljer sig dock åt och likaså estimatens standardfel. Punktestimaten och den statistiska signifikansen bör därmed tolkas med viss försiktighet.

Referenser

- Christensen, L.R., Greene, W.H., 1976. Economies of scale in U.S. electric power generation. *The Journal of Political Economy*, 84(4), 655–676.
- Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., Lau, L.J., 1973. Transcendental logarithmic production frontiers. *The Review of Economics and Statistics*, 55(1), 28–45.
- Coelli, T.J., Prasada Rao, D.S., O'Donnel, C.J., Battese, G.E., 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Second Edition. Springer.
- Garret, T.A., 2003. Aggregated versus disaggregated data in regression analysis: implications for inference. *Economic Letters*, 81(1), 61–65. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(03\)00149-6](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(03)00149-6)
- Hausman, J. A. (1978): 'Specification tests in econometrics', *Econometrica*, 46, 1251–71.
- Hill, T.D., Davis, A.P., Roos, J.M., French, M.T., 2020. Limitations of fixed-effects models for panel data. *Sociological perspectives*, 63(3) 357–369. <https://doi.org/10.1177/0731121419863785>
- Ijäs, O., 2026. Are we paying too much? The Cost of Low Competition in Public Procurement. Working Papers 1/2026. Finnish Competition and Consumer Authority.
- Odolinski, K., Nilsson, J-E., Berry, C., Ek, K., 2026. Tågtrafikens marginalkostnader för den statliga järnvägen. VTI Working paper 2026:4.
- Odolinski, K., Nilsson, J-E., Sjöstrand, H., Ait-Ali, A., Lidén, T., 2023. Att följa upp och utvärdera järnvägsunderhåll: Delrapport inom projektet Metod för jämförelsestudier av järnvägsunderhåll. VTI PM 2023:13.
- Plümper, T., Troeger, V.E., 2019. Not so harmless after all: the fixed-effects model. *Political Analysis*, 27, 21–45. <https://doi.org/10.1017/pan.2018.17>
- Smith, A., Thiebaud, J-C., Odolinski, K., Wheat, P., Dheilily, C., 2023. The measurement of returns to density and scale for heterogeneous rail infrastructure technologies: estimates for high-speed, urban and classic-regional lines in France. *Journal of Transport Economics and Policy*, 57(2), 77–103.
- Smith, A., Odolinski, K., Wheat, P., Dheilily, C., 2024. Why the fixed-effects estimator may not be the 'gold standard' for estimation of economies of density in rail transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 58(2) 207–226.
- Taylor, W. E., 1980. Small sample considerations in estimation from panel data. *Journal of Econometrics*, 13, 203–23.
- Trafikverket, 2022. Åtgärder för visst järnvägsunderhåll i egen regi. Redovisning av regeringsuppdrag I2021/03391, I2021/02391. Publikationsnummer: 2022:057.
- Trafikverket, 2024. Inköpsvolym per delmarknad. URL: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/upphandling/leverantorsmarknadsanalys/inkopsvolym-per-delmarknad/> hämtad 2025-11-20.

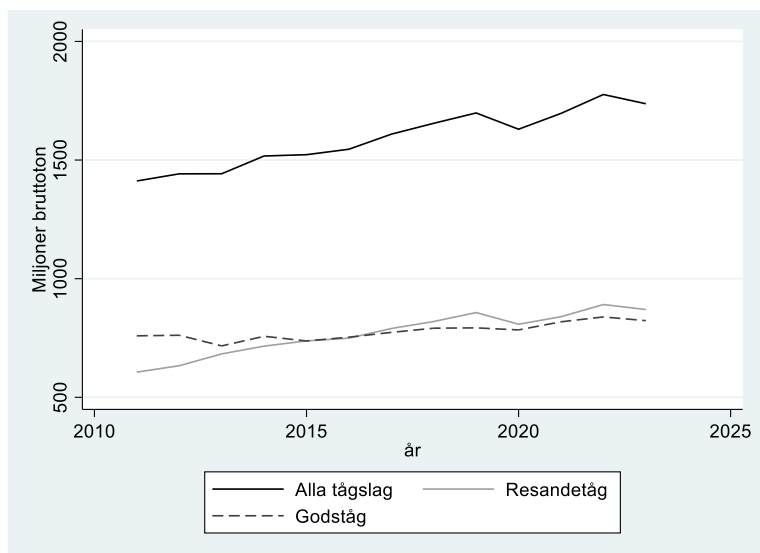
- Wheat, P., Odolinski, K., Smith, A.S.J., 2021. Applications of Production Theory in Transportation. I Ray, S.C., Chambers, R.G., Kumbhakar, S.C. (red) Handbook of Production Economics. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3450-3_39-1
- Wheat P., Smith A.S.J., Nash C.A., 2009. CATRIN (Cost Allocation of TRansport Infrastructure cost), deliverable 8 – rail cost allocation for Europe. Funded by Sixth Framework Programme. Coordinated by VTI, Stockholm

Bilaga

Tabell 7. Regressionsresultat, Fixed Effects (FE), för utfallsvariabeln $\ln(\text{underhållskostnader})$, 2406 observationer.

	(1)	(2)	(3)
	Underhålls-kostnader	Underhålls-kostnader	Underhålls-kostnader
Konstant	17,14*** (0,24)	17,42*** (0,24)	17,41*** (0,24)
$\ln(\text{ban-km kontrakt})$	-0,12 (0,09)	-0,04 (0,05)	-0,03 (0,06)
$\ln(\text{ban-km})$	0,89*** (0,20)	0,92*** (0,19)	0,92*** (0,20)
$\ln(\text{växelden. kontrakt})$	-	0,42*** (0,13)	0,41*** (0,12)
$\ln(\text{ban-km kontrakt}) * \ln(\text{växelden. kontrakt})$	-	0,35*** (0,07)	0,34*** (0,06)
$\ln(\text{bruttotonden.})$	0,11*** (0,03)	0,11*** (0,03)	0,07* (0,04)
d.totalentreprenad	-0,06 (0,05)	-0,08 (0,05)	-0,03 (0,05)
$\ln(\text{bruttotonden.}) * \text{d.totalentr.}$	-	-	0,05** (0,03)
$\ln(\text{antal spår})$	-0,16 (0,32)	0,24 (0,29)	-0,19 (0,27)
$\ln(\text{strukturer km})$	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)	0,004 (0,02)
$\ln(\text{rålålder})$	0,13** (0,06)	0,14** (0,06)	0,13** (0,06)
$\ln(\text{rälvikt})$	-0,26 (1,11)	0,03 (1,06)	-0,08 (1,04)
$\ln(\text{max STH})$	0,16 (0,13)	0,11 (0,13)	0,12 (0,13)
$\ln(\text{växelden.})$	-0,22 (0,19)	-0,24 (0,19)	-0,17 (0,19)
$\ln(\text{växelden.})^2$	-0,04 (0,04)	-0,04 (0,03)	-0,03 (0,03)
andel helsvetsad räl	-0,32 (0,23)	-0,35 (0,22)	-0,36 (0,22)
d.region Mitt	0,06* (0,03)	-0,01 (0,03)	-0,02 (0,03)
d.region Nord	-	-	-
d.region Syd	-	-	-
d.region Väst	-	-	-
d.region Öst	Referenskategori	Referenskategori	Referenskategori
Dummyvariabler för år 2012-2023	Ja	Ja	Ja
R ²	0,18	0,20	0,21
Skalelasticitet utvärderat vid genomsnitt (CI 95%)	0,77 (0,33:1,20)	0,88 (0,48:1,28)	0,89 (0,49:1,30)

*, **, ***: Statistisk signifikans på 10-, 5- respektive 1-procents nivå (klusterrobusta standardfel inom parentes)



Figur 8. Bruttotondensitet (bruttotonkilometer/bankilometer), godståg och resandetåg.