

Bilaga 1.

Systematiska faktorer som samvarierar med kostnadsavvikelser



RiR 2020:17

Drift och underhåll av järnvägar

– omfattande kostnadsavvikelser

Innehåll

Data	3
Modell	6
Modellskattning	9
Deskriptiv statistik för regressionssampel	11
Regressionsresultat	13

Data

För att genomföra den statistiska analysen användes uppgifter om kontrakt, kontraktsområde och väderutfall. Kontraktsspecifika uppgifter framställdes av ansvariga projektledare samt controllers för respektive kontraktsområde. Trafikuppgifter hämtades från Trafikverkets uppföljningssystem om tågtrafik (Lupp), infrastrukturuppgifter från Baninformationssystem (BIS) och uppgifter om väderutfall från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI).

Det statliga järnvägsnätet består av 247 bandelar som utgör totalt 14 100 spårkilometer järnväg, vilket i sin tur indelas i 34 kontraktsområden. Varje kontraktsområde består av flera bandelar av olika storlekar. Trafikverket (dåvarande Banverket) började successivt upphandla basunderhåll av järnväg 2002 och det sista kontraktsområdet upphandlades i konkurrens 2014. För ett kontraktsområde upphandlas en entreprenör, vilket innebär att det tecknas 1 (inte fler) kontrakt per kontraktsområde. Sedan den första konkurrensutsättningen har totalt 88 kontrakt upphandlats. Av dessa kontrakt exkluderades följande kontrakt ur granskningen: 34 pågående kontrakt, 1 kontrakt där entreprenören befinner sig i etableringsfasen, 1 kontrakt där uppgifterna saknades helt, 1 kontrakt som var ett pilotprojekt för kombinerad väg- och järnvägsunderhåll, 3 kontrakt som var avbrutna, 1 kontrakt med endast förebyggande underhåll och 1 kontrakt med endast avhjälpande underhåll. Efter exkluderingen blev 46 kontrakt kvar.

Riksrevisionens initiala intention var att analysera dessa återstående 46 kontrakt, men uppföljning av avropade mängder och kostnader inom kontrakt var inte sammanställda i något system. Särskilt var det svårt att redovisa kostnadsuppföljningar för kontrakt som upphandlades och/eller avslutades innan Trafikverket bildades i april 2010. Redovisning av mängduppföljningar var inte möjligt för något kontrakt, inte heller för dem som avslutats i närtid.

Förutom kontraktuppföljningar hade Trafikverket brister i uppgifter om trafik- och anläggningsmängd. För det första saknades en beskrivning av vilka trafik- och infrastrukturuppgifter och över vilken period som fanns att tillgå. För det andra var inhämtade data bristfälliga. Exempelvis saknades trafikdata för vissa bandelar helt, och för tiden före 2008 saknades trafikuppgifter för alla bandelar. När det gäller järnvägsanläggningar saknades exempelvis uppgifter om sliprar, rälsar, skarvar, trummor för vissa bandelar och år och för 2017 saknades vissa av dessa uppgifter för alla bandelar.

För att hantera dessa brister i data har Riksrevisionen fått göra antaganden. Till exempel, om data om spårlängd saknades för 2017 för bandel 111 har vi gjort antagandet att spårlängd är en relativt statisk parameter vilken inte förändras så mycket mellan två år för samma bandel, det vill säga ett år före och ett år efter det saknade året för den aktuella parametern. Därför har i detta exempel ett genomsnittsvärde för spårlängd mellan 2016 och 2018 beräknats för att få fram en plausibel approximation till spårlängd för 2017, dvs. $Spårlängd_{2017}^{111} = (Spårlängd_{2016}^{111} + Spårlängd_{2018}^{111})/2$.

På samma sätt har approximationer gjorts för övriga infrastrukturuppgifter där parametrarna saknade data.

En betydande arbetsinsats krävdes av Trafikverket för att få fram kostnadsuppgifterna. Att fördela kostnaderna mellan förebyggande och avhjälpande underhåll var ändå inte möjligt på grund av felkontering av fakturor på andra konton. Ett exempel på detta är att vissa fakturor som avsåg förebyggande och/eller avhjälpande underhåll konterades som kostnader för tilläggsbeställningar (ÅTA-kostnader). Därför avgränsades analysen i denna granskning till 31 kontrakt och något mer aggregerade data än vad vi ursprungligen hade avsett. De 31 kontrakten representerar 91 procent av alla kontraktsområden. Varje enskilt år inom ett kontrakt utgör en observation. De kontrakt som ingår i analysen är de kontrakt där kontraktstiden löpt hela eller i alla fall till största delen av tiden efter bildandet av Trafikverket. I ett basunderhållskontrakt upphandlades vinterunderhåll i ett separat kontrakt, varför analysen av drift och underhåll baserades på 31 kontrakt och analysen av vinterunderhåll på 30 kontrakt. De kontrakt som ingår i urvalet upphandlades under åren 2007 (2), 2008 (2), 2009 (7), 2010 (3), 2011 (7), 2012 (5), 2013 (2) och 2014 (3) och avslutades mellan 2013 och 2019. Av dessa kontrakt upphandlades 13 kontrakt för första gången.

Väderuppgifter hämtades från SMHI:s öppna databas. Riksrevisionen har kartlagt vilka väderstationer som låg närmast de bandelar som ingick i ett kontrakt genom matchning av SMHI:s kartor med Trafikverkets järnvägskartor. Väderuppgifter hämtades från varje väderstation inom ett kontraktsområde, och sedan beräknades det genomsnittliga antalet dagar med snöfall per kontraktsområde och kontraktår. Till exempel, om kontraktsområde A har två väderstationer där den ena och andra väderstationen anger 40 respektive 42 dagar med snöfall för kontraktår 1, då blir det genomsnittliga antalet dagar med snö för kontraktsområde A under kontraktår 1 41 dagar.

Uppgifterna i kontraktet är kontraktårsvisa. Ett kontraktår kan påbörjas när som helst under ett kalenderår och pågår sedan under ett år. Till exempel kan kontraktåret för kontrakt A påbörjas den 1 maj 2008 och avslutas den 30 april 2009, medan kontraktåret för kontrakt B påbörjas den 1 oktober 2008 och avslutas den 30 september 2009. Trafik- och infrastrukturuppgifter är kalendersårsvisa, och därför anpassas dessa uppgifter till kontraktår, genom att kalenderårvärden viktas för att konverteras till kontraktårsvärden. Vi tar exemplet med kontrakt A. Givet att kontraktår 1 har fem månader (41,7 procent) av kalenderår 1 och sju månader (58,3 procent) av kalenderår 2 viktas variablerna (till exempel trafikmängd, TM) för att omvandla dessa från kalenderår (Kalår) till kontraktår (Kår). För kontrakt A omräknas kalenderårsvis mått på trafikmängd 2008 och trafikmängd 2009 till kontraktårsvis trafikmängd under 2008-05-01 till 2009-04-30 (kontraktår 1) enligt följande:

$$TM_{A,Kår\ 20080501-20090430} = 0.417 * TM_{A,Kalår\ 2008} + 0.583 * TM_{A,Kalår\ 2009} \quad \text{Ek.1}$$

En motsvarande viktning i kontrakt B:s fall blir (för kontraktår 1):

$$TM_{B,Kår\ 20081001-20090930} = 0.833 * TM_{B,Kalår\ 2008} + 0.167 * TM_{B,Kalår\ 2009} \quad \text{Ek.2}$$

Övriga kalenderårsvisa trafik- och infrastrukturuppgifter omräknas till kontraktårsvärden med samma viktningsansats beroende på respektive kontrakts startdatum.

Väderuppgifter behöver inte viktas eftersom mätfrekvensen är dygnsvis och kan omvandlas till kontraktårsvisa värden.

Modell

Den totala kontraktstkostnaden i basunderhållskontraktet består av de två kostnadskategorierna drift- och underhållsåtgärder samt vinterunderhållsåtgärder. Vi behandlar dessa två kategorier separat eftersom kostnaden för vinterunderhållet är svårare att förutse. Därför skattas två kostnadsavvikelsemodeller separat för kostnadskategorierna drift och underhåll (DoU) samt vinterunderhåll (VU). Den första kostnadsavvikelsemodellen (KA) för drift och underhåll för kontraktsområde i , kontraktår t kan formuleras:

$$KA_{it} = \alpha_0 + K'_{it}\beta + KO'_{it}\gamma + V'_{it}\delta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad \text{Ek.3}$$

där KA är kostnadsavvikelse i procent som är $KA_{it} = \left(\frac{Utfall_{it} - Anbudssumma_{it}}{Anbudssumma_{it}} \right) * 100$; K är kontraktsspecifika uppgifter som indikator för kontrakt som upphandlades under Trafikverkets tid, indikator för samma projektledare om projektledaren medverkade vid framtagande av förfrågningsunderlaget och var ansvarig projektledare under hela kontraktperioden, indikator för entreprenadform, indikator för kontraktår, kontraktsförlängning (förlängning som ej avsågs i kontraktet som en option), vinnande anbudsgivare; KO är kontraktområdesspecifika uppgifter som trafikmängd, spårlängd, tunnällängd, antal isolerskarvar, region; V är uppgifter om väderutfall (antal dagar med snöfall); β, γ, δ , är parametervektorerna som ska skattas; μ är kontraktområdesspecifika icke-observerbara effekter som är tidskonstanta men varierar kontraktområdena emellan; ε är felterm.

En motsvarande kostnadsavvikelsemodell för vinterunderhåll med samma strukturella form som Ek.3 har utformats med anpassning för kontraktets ersättningsform för vinteråtgärder. Detta innebär att utöver de förklarande variabler som ingår i drift- och underhållsmodellen inkluderas även extra indikatorer för fem vintermodeller. En detaljerad variabellista med beskrivning finns i tabell 1 för båda kostnadskategorierna.

Riksrevisionen har kartlagt fem vintermodeller som reglerar ersättningen till entreprenörer för vinterunderhåll i de kontrakt som ingick i analysen. I vissa av Trafikverkets vintermodeller används så kallade rikt-kostnader. Rikt-kostnad är en överenskommen preliminär kostnad för vinteråtgärder som är kopplad till incitamentsberäkning. Detta innebär att entreprenörens incitament till överproduktion eller underproduktion påverkas av beställaren på detta sätt. Detta i sin tur betyder att entreprenörens ersättning kan förändras under vissa förutsättningar vilket innebär att entreprenören kan få mer eller mindre ersättning beroende på slutkostnad för åtgärder. En skillnad som uppstår på grund av ett överskridande eller underskridande av slutkostnaden i förhållande till rikt-kostnad fördelas mellan entreprenören och beställaren. Till exempel, om slutkostnaden underskrider rikt-kostnaden ska entreprenören erhålla 40 procent av skillnaden, men om slutkostnaden överskrider rikt-kostnaden ska entreprenören erhålla 60 procent av skillnaden.

Den första vintermodellen använder rikt-kostnader där Trafikverket anger mängder för vinteråtgärder (vintermodell 1). Den andra modellen använder också rikt-kostnader,

men där entreprenören anger både mängder och prissätter dessa mängder för vinteråtgärder (vintermodell 2). Vid incitamentsberäkningen i vintermodell 1 och vintermodell 2 används flerårig väderstatistik och justeringen av rikt kostnad sker utifrån verkligt väderutfall. Därefter beräknas en skillnad mellan slutkostnad och justerad rikt kostnad (det vill säga mellanskillnad). Den tredje vintermodellen förutsätter en oreglerbar mängd där alla vinterunderhållsåtgärder inom ett kontraktår ersätts enligt fast pris (vintermodell 3). Den fjärde vintermodellen kombinerar oreglerbara och reglerbara mängder, vilket innebär att vissa moment (exempelvis vinterorganisation) i kontraktet ersätts med fast pris medan andra ersätts med löpande räkning (vintermodell 4). Den femte vintermodellen använder rikt kostnader men till skillnad från vintermodellerna 1 och 2 tas ingen hänsyn till verkligt väderutfall vid incitamentsberäkning (vintermodell 5). I de kontrakt som upphandlats den senaste tiden används vintermodell 2.

Modellspecifikationerna för de två kostnadsavvikelsemodellerna för DoU och VU justeras för att testa förekomsten av obalanserad budgivning när samma entreprenör har två kontrakt i rad på samma kontraktsområde. Hypotesen är att entreprenören då har bättre kunskap än Trafikverket om kontraktområdets behov av olika underhållsåtgärder. Denna kunskap kan användas av entreprenören för så kallad obalanserad budgivning, genom att strategiskt prissätta olika arbetsmoment i förfrågningsunderlaget för att kunna vinna anbudet samtidigt som den slutliga ersättningen blir större. Ett exempel på detta är att entreprenören genom sin bättre kunskap om det verkliga underhållsbehovet kan sätta lägre priser på överskattade mängder och högre priser på underskattade mängder i förfrågningsunderlaget. För att testa denna hypotes skapas en indikatorvariabel per entreprenör som anger om ansvarig entreprenör för aktuellt kontrakt var ansvarig entreprenör för samma kontrakt under föregående kontraktperiod. Till exempel, indikatorvariabel *samma entreprenör A* är lika med 1 om *entreprenör A* var ansvarig för kontraktsområdet under aktuell och föregående kontraktperiod och lika med 0 om någon annan entreprenör än *entreprenör A* var ansvarig för kontraktsområdet under föregående kontraktperiod. I kostnadskategori VU antas att samma ersättningsform för vinteråtgärder har använts under både den aktuella och den föregående kontraktperioden.¹ En positiv koefficient för indikatorvariabeln *samma entreprenör* kan tyda på att den aktuella entreprenören har bättre kunskap än beställaren som används för obalanserad budgivning.

Därför specificeras två modeller för varje kostnadskategori. För kostnadskategori DoU utformas dels kostnadsavvikelsemodellen Modell I med indikatorvariablerna *entreprenör*, dels kostnadsavvikelsemodellen Modell II med indikatorvariablerna *entreprenör* och *samma entreprenör*. Motsvarande modellansatser utformas för kostnadskategori VU, det vill säga Modell III med indikatorvariablerna *entreprenör* samt Modell IV med indikatorvariablerna *entreprenör* och *samma entreprenör*.

Värdet på Akaike Information Criterion (AIC) avgör valet mellan modellansatserna för varje kostnadskategori. AIC estimerar den relativa kvaliteten av modeller, där modellen med lägsta AIC-värde bör väljas.

¹ Det saknas uppgifter om vilken vintermodell som har använts under den tidigare kontraktperioden.

Tabell 1 Variabelbeskrivning

Variabel	Beskrivning
UTRV	Indikatorvariabel för kontrakt som upphandlades under Trafikverkets tid, = 1 om kontrakt upphandlades efter att Trafikverket bildades i april 2010, = 0 om kontrakt upphandlades innan Trafikverket bildades (dvs. under Banverkets tid).
SPL	Indikatorvariabel för samma projektledare, = 1 om samma projektledare medverkade vid framtagning av förfrågningsunderlaget och var projektledare under hela kontraktperioden, = 0 om det var olika projektledare som var involverade vid framtagning av förfrågningsunderlaget och under kontraktstiden (eller om projektledare byttes ut under kontraktstiden).
TE	Indikatorvariabel för totalentreprenad, = 1 om kontraktet upphandlades som totalentreprenad med funktionsåtagande, = 0 om kontraktet upphandlades som utförandeentreprenad.
KÅR2	Indikatorvariabel för kontraktsår, = 1 om kontraktsåret är högre än det första kontraktsåret (dvs. Kontraktsår > 1), = 0 om det är det första kontraktsåret (dvs. Kontraktsår = 1).
KF	Indikatorvariabel för kontraktsförlängning, = 1 om kontrakt förlängdes i en särskild överenskommelse, dvs. förlängning avsågs inte i kontraktet som en option i upphandlingsskedet (ex. förlängning för att matcha nästkommande kontrakts starttid till ett visst datum eller förlängning av nuvarande kontrakt på grund av överprövning av nästkommande upphandlings tilldelningsbeslut), = 0 om kontraktet löpte under sin ordinarie kontraktstid och eventuellt utlöst optionstid.
Ent.	Fem entreprenörindikatorer för de entreprenörer som var ansvariga för respektive kontrakt. Till exempel, entreprenörindikator A är lika med 1 om ansvarig entreprenör för kontraktet var entreprenör A och lika med 0 om det var någon annan entreprenör.
SE	Fem sammaentreprenörindikatorer för respektive entreprenör och för blandade entreprenörer. Till exempel, sammaentreprenörindikator A är lika med 1 om tidigare och nuvarande entreprenör för det aktuella kontraktområdet i analysen var A och lika med noll om en av tidigare och/eller nuvarande entreprenörerna inte var A. Referenskategori blir kontraktsområde där den aktuella entreprenören är ansvarig under nuvarande kontraktperiod.
TM	Trafikmängd (bruttotondensitet), bruttotonkilometer per bankilometer.
SL	Spårlängd, spårkilometer.
TL	Tunnellängd, löpmeter.
IS	Antal isolerskarvar.
Region	Fem regionindikatorer för respektive Norr, Mitt, Syd, Väst, Öst/Stockholm, samt en artificiell regionindikator (Region2) för kontrakt som förvaltades av flera regioner. Till exempel, regionindikator Norr är lika med 1 om kontraktet förvaltas av norra regionen och lika med 0 om kontraktet förvaltas av någon av övriga regioner. Därtill, är regionindikator Region2 lika med 1 om kontraktet förvaltas av flera regioner och lika med 0 om kontraktet förvaltas av en region (någon av de ovannämnda fem regionerna).
SF	Antal dagar med snöfall.
VM*	Fem vintermodellindikatorer för respektive vintermodell. Till exempel, Vintermodell 1 är lika med 1 om kontraktet tillämpade ersättningsformen riktkostnader där beställaren anger mängder för vinteråtgärder och lika med 0 om kontraktet tillämpade någon annan vintermodell.

Anm.: *Inkluderas bara i VU-modellen.

Modellskattning

Vår datasampel omfattar 31 kontrakt med olika kontraktslängder som observeras kontraktsårsvis. Det betyder att vi använder oss av obalanserade paneldata och kostnadsavvikelsemodellen bör skattas med paneldata-regressionsmodeller. Vid modelleringen bör förekomsten av icke-observerbara och tidskonstanta kontraktområdesspecifika effekter kontrolleras genom skattning av kostnadsavvikelsemodellen med random- eller fixed effect-modellen. I random effect-modellen antas att kontraktområdesspecifika effekter inte är korrelerade med övriga förklarande variabler i modellen. Detta antagande kan anses vara för restriktivt i vissa sammanhang, och därför kan den något flexiblere fixed effect-modellen betraktas som ett alternativ. I fixed effect-modellen tillåts en korrelation mellan kontraktområdesspecifika effekter och de förklarande variablerna. Däremot omöjliggör fixed effect-modellen skattning av de tidskonstanta variabelernas effekter (ex. kontraktsspecifika parametrar som entreprenadform) eftersom fixed effect-modellen bygger på att ta första differensen av alla förklarande variabler samt icke-observerbara och tidskonstanta kontraktområdesspecifika effekter. Ett alternativ till fixed effect-modellen föreslogs av Mundlak (1978), hybrid-modellen, som kombinerar random effect- och fixed effect-modeller där medelvärdena för tidsvarierande förklarande variabler inkluderas i modellen och sedan skattas som en random effect-modell. På detta sätt möjliggörs skattning av en flexiblere modell än fixed effect-modell vilket innebär att icke-observerbara och tidskonstanta kontraktområdesspecifika effekter kontrolleras genom inkludering av medelvärdena för tidsvarierande förklarande variabler, samtidigt som en skattning av de tidskonstanta förklarande variabelernas effekt blir möjligt. Hybridmodellen kan uttryckas:

$$KA_{it} = \alpha_0 + K'_{it}\beta + DO'_{it}\gamma + V'_{it}\delta + \bar{Z}'_i\varphi + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad \text{Ek.4}$$

där \bar{Z}_i är medelvärdena för tidsvarierande förklarande variabler Z_{it} vilket beräknas $\bar{Z}_i = 1/T \sum_{t=1}^T Z_{it}$

De skattade koefficienterna för de tidsvarierande variablerna från hybridmodellen motsvarar fixed effect-modellens koefficienter. Valet mellan random effect-modellen och hybridmodellen avgörs med ett Wald-test som testar random effect-modellens antagande, det vill säga att icke-observerbara och tidskonstanta kontraktområdesspecifika effekter är inte korrelerade med övriga förklarande variabler i modellen. För att testa detta antagande skattas hybridmodellen först, sedan testas en nollhypotes om ingen korrelation mellan förklarande variabler och kontraktområdesspecifika effekter, vilket motsvarar att testa nollhypotesen om att skattade koefficienter för medelvärdena för de tidsvarierande förklarande variablerna är lika med noll. Formellt testar vi $H_0: \varphi = 0$, $H_A: \varphi \neq 0$. Om nollhypotesen förkastas, då väljs hybridmodellen, annars ska random effect-modellen väljas.

Variablerna trafikmängd, spårlängd, tunnällängd och antal isolerskarvar konverteras till naturliga logaritmen. Inom vissa kontraktsområden saknas tunnlar, vilket betyder att denna variabel innehåller nollor som vid konverteringen till naturliga logaritmen leder

till bortfall av dessa observationer (på grund av avsaknad av värden). Därför behöver vi bryta ned denna variabel till två delar. Om vi betecknar denna variabel som W , då (1) skapar vi en dummyvariabel som är lika med ett om W är lika med noll, dvs. $DW = 1$ om $W = 0$ och $DW = 0$ om $W > 0$; (2) skapar vi den naturliga logaritmen av W , dvs. $\ln(W)$, sedan byts avsaknade värden ut (när $W = 0$) med minimivärde av $\ln(W)$. Slutligen inkluderas DW och $\ln(W)$ i modellen istället för den ursprungliga variabeln W (det vill säga W exkluderas).

Basunderhållskontrakt förvaltas vanligen av en av fem regioner (underhållsdistrikt), det vill säga Norr, Mitt, Syd, Väst och Öst/Stockholm i enlighet med Trafikverkets administrativa indelning. Däremot finns det två kontrakt som förvaltades av två regioner. Det ena kontraktet förvaltades av region Mitt och Öst/Stockholm och det andra kontraktet förvaltades av region Syd och Öst/Stockholm. Därför skapades en artificiell kombinerad regionindikator för kontrakt som förvaltades av flera regioner.

Deskriptiv statistik för regressions sampel

Den deskriptiva analysen omfattar de 31 senast avslutade kontrakten. Dessa observerades kontraktårsvis, det vill säga varje enskilt år inom ett kontrakt utgör en observation. Basunderhållskontraktet indelas i två åtgärds-kategorier: drift- och underhållsåtgärder samt vinterunderhållsåtgärder. Av dessa 31 kontrakt hade 1 kontrakt endast drift- och underhållsåtgärder, därför baserades regressionsanalysen på 31 och 30 kontrakt för drift och underhåll respektive vinterunderhållsåtgärder. Detta ger 176 respektive 169 observationer för paneldatanalys.

Den deskriptiva statistiken framställs i tabell 2. 51 procent av kontrakt som ingick i analysen upphandlades under Trafikverkets tid. Samma projektledare var i 28 procent av kontrakten med från start av projektledarens ansvar under upphandlingsfasen (framtagande av förfrågningsunderlaget) till slut, vilket innebär att personalomsättningen för projektledare är betydande. Entreprenadformen totalentreprenad med funktionskrav upphandlades i 84 procent av kontrakten vilket innebär att majoriteten av kontrakten är upphandlade till i stort sett fast pris. Den faktiska kontraktslängden som visas i tabellen var från 3 till 8 år med medelkontraktlängd på 6 år. Den maximala kontraktlängden borde vara 7 år, men ett kontrakt förlängdes på grund av överprövning av nästkommande kontrakt varför det 7 år långa kontraktet inklusive överprövningstiden blev sammanlagt 8 år. Kostnaderna under överprövningstiden redovisades under kontraktets sista år (7:e kontraktsåret), och därför blev den justerade maximala kontraktslängden 7 år. Knappt 3 procent av kontrakten fick förlängningar som inte var avsedda i kontraktet från början, vilket innebär att oplanerade kontraktsförlängningar förekommer ibland.

Entreprenörindikatorerna visar att Entreprenör A:s marknadsandel uppgick till 61 procent. Resten av marknaden är fördelad mellan övriga entreprenörer. Endast två entreprenörer var ansvariga för samma kontraktsområde under två kontraktperioder i rad. Den genomsnittliga trafikmängden var 5,58 miljoner bruttotonkilometer per bankilometer och kontraktår, medan kontraktsområdets medelstorlek var på 398,83 spårkilometer. Den genomsnittliga tunnellängden var 3 356 löpmeter och 28 procent av kontraktområdena saknade tunnlar. Det finns 1 059 isolerskarvar per kontraktsområde i snitt.

Tabell 2 Deskriptiv statistik för regressions sampel.

Variabel	Medelvärde	Std.avv.	Min	Max
UTRV – Upphandlingar under Trafikverkets tid	0,511	0,501	0	1
SPL – samma projektledare	0,278	0,449	0	1
TE – totalentreprenad	0,841	0,367	0	1
Kontraktslängd	6,182	1,377	3	8
KF – Kontraktsförlängning	0,028	0,167	0	1
Entreprenör A	0,608	0,490	0	1

Variabel	Medelvärde	Std.avv.	Min	Max
Entreprenör B	0,114	0,318	0	1
Entreprenör C	0,136	0,344	0	1
Entreprenör D	0,063	0,243	0	1
Entreprenör E	0,080	0,271	0	1
Samma entreprenör: Ent. A	0,233	0,424	0	1
Samma entreprenör: Ent. D	0,028	0,167	0	1
Samma entreprenör: Blandad	0,739	0,441	0	1
TM – bruttotondensitet, miljoner bruttotonkilometer per bankilometer	5,576	4,148	0,251	21,106
Spårlängd, kilometer	398,825	246,349	2,583	1192,138
Tunnellängd, löpmeter	3356,102	5774,138	0	26476,65
Dummy kontraktsområde utan tunnlar	0,278	0,449	0	1
Antal isolerskarvar	1058,69	615,103	172,052	3249,113
Region: Nord	0,176	0,382	0	1
Region: Mitt	0,153	0,361	0	1
Region: Syd	0,142	0,350	0	1
Region: Region2 (kombinerad region)	0,080	0,271	0	1
Region: Väst	0,199	0,400	0	1
Region: Öst/Stockholm	0,250	0,434	0	1
Antal dagar med snöfall	38,682	21,041	7,6	101
Vintermodell 1: Riktkostnad med Trafikverket angivna mängder	0,017	0,130	0	1
Vintermodell 2: Riktkostnad med entreprenör angivna mängder	0,136	0,344	0	1
Vintermodell 3: Oreglerade mängder	0,403	0,492	0	1
Vintermodell 4: Oreglerade och reglerade mängder	0,284	0,452	0	1
Vintermodell 5: Riktkostnad med Trafikverket angivna mängder (väderutfall ej beaktas)	0,119	0,325	0	1

Alla regioner representerades relativt jämnt i datasamplet med undantag för en artificiell region där kontrakt förvaltades av flera regioner. Det genomsnittliga antalet dagar med snöfall var 39 dagar. Den mest tillämpade vintermodellen var ersättningsformen med fast pris (vintermodell 3), medan ersättningsformen med riktkostnader där beställaren anger vinteråtgärdsmängder var den minst tillämpade vintermodellen (vintermodell 1).

Regressionsresultat

Kostnadsavvikelsemodeller för drift och underhåll

Resultaten för kostnadsavvikelsemodellerna för kostnadskategori DoU, Modell I och Modell II (tabell 3), tyder på att nollhypotesen, det vill säga att samtliga medelvärden för tidsvarierande förklarande variabler är lika med noll, kan förkastas. Detta innebär att det finns icke-observerbara och tidskonstanta kontraktområdeseffekter som är korrelerade med övriga förklarande variabler i modellen. Därför bör hybridmodeller väljas, det vill säga Modell IA (Wald-test = 53,79) och Modell IIA (Wald-test = 34,37). Vidare pekar AIC värdena för Modell IA (AIC=2009,76) och Modell IIA (AIC=2013,24) på att kostnadsavvikelsemodellen med indikatorvariablerna *entreprenör* har bättre förklaringsförmåga jämfört med kostnadsavvikelsemodellen med indikatorvariablerna *entreprenör* och *samma entreprenör*. Därför väljs Modell IA för kostnadsavvikelsemodellen för kostnadskategori DoU.

Kontrakt som upphandlades under Trafikverkets tid har 52 procentenheter mindre kostnadsavvikelse jämfört med kontrakt som upphandlades under dåvarande Banverkets tid. Detta kan förklaras med förändringar i myndighetens arbetssätt efter ombildningen men kan även bero på andra faktorer som inte har undersökts i granskningen.

Om samma projektledare både medverkar i upphandlingsarbetet och projektleder kontraktet under hela kontraktperioden blir kostnadsavvikelse 86 procentenheter mindre jämfört med situationen där olika projektledare är involverade under kontraktets olika skeden. Detta innebär att kontinuitet i projektledarrollen under hela upphandlings- och kontraktperioden kan leda till mindre kostnadsavvikelse.

Indikatorvariabeln för entreprenadform tyder på att valet av totalentreprenad är förenat med 72 procentenheter mindre kostnadsavvikelse jämfört med utförandeentreprenad. Detta kan förklaras med att större delar av kontraktet då består av funktionsåtaganden med fast pris, jämfört med utförandeentreprenad där underhållsåtgärder upphandlas med löpande priser.

Jämfört med det första kontraktsåret ökar kostnadsavvikelse 42 procentenheter under de efterföljande kontraktsåren. Detta innebär att under första kontraktsåret förekommer inte stora mängdförändringar eller tilläggsbeställningar, utan sådana inträffar under det andra kontraktsåret och senare delar av kontraktstiden.

Kontrakt som förlängdes i en särskild överenskommelse, det vill säga förlängning som ej avsågs i kontraktet som en option, har 260 procentenheter större kostnadsavvikelse jämfört med kontrakt med ordinarie kontraktstid och eventuellt utlöst optionstid.

Kostnadsavvikelse varierar mellan de olika entreprenörerna. Exempelvis har Entreprenör D 71 procentenheter mindre kostnadsavvikelse jämfört med entreprenör A.

En ökning av kontraktområdets storlek med 1 procent är förenad med 0,44 procentenheter mindre kostnadsavvikelser. En procentsökning i mängden isolerskarvar leder till 2,4 procentenheter större kostnadsavvikelser. Förlängning av tunnellängden med en procent hänger samman med 0,47 procentenheter högre kostnadsavvikelser. De kontrakt som saknar tunnlar har 77 procentenheter större kostnadsavvikelser jämfört med kontrakt som har tunnlar.

Samförvaltning av kontrakt av flera regioner leder till 111 procentenheter större kostnadsavvikelser jämfört med kontrakt som förvaltades av endast norra regionen. Detta tyder på att ett delat ansvar för kontraktförvaltning kan innebära stora kostnadsavvikelser.

En ytterligare dag med snöfall är förenad med 2 procentenheter mindre kostnadsavvikelser. Detta kan förklaras med att förekomsten av snöfall minskar drift- och underhållsåtgärder (medan vinterunderhållsåtgärder ökar) på grund av ogynnsamma förutsättningar för att genomföra underhåll (undantaget är avhjälpande underhåll).

Tabell 3 Regressionsresultat: DoU-modell.

	Modell I		Modell II		Modell I		Modell II	
	Modell IA: Hybridmodell	Modell IB: RE-modell	Modell IIA: Hybridmodell	Modell IIB: RE-modell	Modell IA: Hybridmodell	Modell IB: RE-modell	Modell IIA: Hybridmodell	Modell IIB: RE-modell
	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF
UTRV	-51,71***	9,55	-46,20***	16,19	-57,83***	9,77	-45,95**	17,90
SPL	-85,93***	10,31	-74,49***	11,39	-89,12***	10,27	-69,85**	13,68
TE	-71,51**	33,40	82,59	50,51	-78,28*	40,35	81,87	53,77
KÅR2	42,48***	11,41	63,05***	11,98	42,01***	11,92	61,44***	12,25
KF	259,76**	104,0	294,8***	88,65	257,04**	106,1	290,9***	90,31
Ent. B	15,23	22,05	-15,24	28,76	21,79	38,43	4,06	39,10
Ent. C	-24,34	25,33	-14,62	29,11	-33,11	27,17	-0,17	33,36
Ent. D	-71,18*	42,45	-67,05	47,14	-43,04	86,74	-47,78	57,44
Ent. E	-24,53	18,96	9,39	18,49	-29,98	24,61	19,41	29,17
SE: Ent. A					-5,94	17,96	23,76	21,49
SE: Ent. D					-63,35	135,9	-32,91	44,36
Ln (TM)	-10,71	21,50	-12,69	19,57	-9,87	24,61	-15,25	21,07
Ln (SL)	-43,75***	9,67	-40,14	25,66	-42,82***	11,80	-45,01*	27,03
Ln (TL)	46,85***	10,97	12,33	10,29	40,96***	15,86	10,48	10,76
DTL	77,04***	26,35	39,58	36,99	59,81	38,51	40,87	39,49
Ln (IS)	242,9***	57,00	58,21	54,34	244,9***	67,76	70,40	57,69

Modell I				Modell II				
Modell IA: Hybridmodell		Modell IB: RE-modell		Modell IIA: Hybridmodell		Modell IIB: RE-modell		
	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF
Mitt	29,90	59,14	-47,10	69,31	41,41	63,05	-50,17	70,90
Syd	9,62	69,26	-144,98*	83,65	25,71	72,73	-167,23*	93,82
Region2	110,57**	44,58	-93,17	111,4	119,11**	47,27	-98,64	115,4
Väst	17,39	58,27	-130,11*	71,81	32,55	65,68	-132,60*	77,41
Öst/Sthlm	-26,06	69,57	-120,61	77,85	-30,08	62,84	-132,79	82,97
SF	-1,94***	0,57	-0,79	0,59	-1,95***	0,58	-0,97*	0,58
m_TM	<0,01	<0,01			<0,01	<0,01		
m_SL	>-0,01	0,11			-0,07	0,14		
m_TL	-0,01***	<0,01			-0,01**	<0,01		
m_IS	-0,15***	0,03			-0,14**	0,07		
m_SF	4,38***	0,76			4,39***	0,93		
Konstant	-1340***	469,5	58,33	201,1	-1321**	601,8	59,03	210,9
Wald-test	53,79***				34,37***			
AIC	2009,76		2042,99		2013,24		2045,99	

Anm.: Entreprenör A och Nord är referenskategori. DTL står för dummy för kontraktsområde utan tunnel. RSF står för robusta standardfel. SE: Ent. B, SE: Ent. C, SE: Ent. E är utelämnade eftersom dessa indikatorvariabler inte hade några kontraktområde där de var ansvariga entreprenörer två kontraktperioder i rad. *, **, *** anger statistisk signifikans på respektive 10-, 5-, 1-procentsnivå.

Kostnadsavvikelsemodeller för vinterunderhåll

Resultaten för kostnadsavvikelsemodellerna för kostnadskategori VU, Modell III och Modell IV (tabell 4) tyder på att nollhypotesen inte kan förkastas. Därför bör random effect-modellen väljas för Modell III (det vill säga Modell IIIB; Wald-test = 2,53) och Modell IV (det vill säga Modell IVB; Wald-test = 4,69). När det gäller valet mellan dessa två modeller indikerar AIC-värdena för Modell IIIB (AIC=2145,29) och Modell IVB (AIC=2133,01) att kostnadsavvikelsemodellen med indikatorvariablerna *entreprenör* och *samma entreprenör* har bättre förklaringsförmåga jämfört med kostnadsavvikelsemodellen med indikatorvariablerna *entreprenör*. Därför väljs kostnadsavvikelsemodellen Modell IVB med indikatorvariablerna *entreprenör* och *samma entreprenör* för kostnadskategori VU.

Kontrakt som har samma projektledare som medverkade vid framtagande av förfrågningsunderlaget och var projektledare under hela kontraktperioden leder till 136 procentenheter mindre kostnadsavvikelse jämfört med kontrakt som hade olika projektledare under kontraktets olika skeden. Detta innebär att kontinuitet i

projektledarrollen kan minska kostnadsavvikelserna. Ett liknande resultat observerades för kostnadskategori DoU.

Jämfört med det första kontraktsåret ökar kostnadsavvikelserna med 60 procentenheter i de efterföljande kontraktsåren. Detta kan innebära att kostnadsavvikelserna uppstår från och med kontraktår 2 och senare under kontraktstiden oavsett de kontrakts- och kontraktområdesspecifika faktorer och väderutfall som kontrollerades i modellen. Motsvarande resultat upptäcktes för kostnadskategori DoU.

Indikatorvariabeln för entreprenörer tyder på att entreprenör C har 125 procentenheter mindre kostnadsavvikelse jämfört med entreprenör A i de kontraktsområden där dessa entreprenörer inte var ansvariga i föregående kontraktperiod.

Indikatorvariabeln för samma entreprenör visar att om entreprenör A blir ansvarig för samma kontraktsområde två kontraktperioder i rad ökar kostnadsavvikelserna med 184 procentenheter under den andra kontraktperioden jämfört med kontrakt där entreprenören bara var ansvarig entreprenör en kontraktperiod. Detta kan indikera att entreprenör A skaffar sig kunskap om kontraktsområdet och dess behov av åtgärder under första kontraktperioden. I kommande upphandling (andra kontraktperioden) för samma kontraktsområde kan entreprenören använda kunskapen från föregående kontraktperiod i en obalanserad budgivning genom strategisk prissättning av kvantiteter i förfrågningsunderlaget. Regressionsresultatet för Modell IVA (resultaten från denna modell presenteras i jämförelsesyfte trots att AIC-värden antyder att Modell IVB bör användas snarare än Modell IVA) visar samma effekt för entreprenör A men en motsatt effekt för entreprenör D av att vara en ansvarig entreprenör på ett kontraktsområde under två kontraktperioder i rad, det vill säga om entreprenör D vinner kontraktet på samma kontraktsområde en gång till minskar kostnadsavvikelsen (kostnadsavvikelsen ökar om entreprenör A blir ansvarig en gång till). Detta resultat tyder på att inte alla entreprenörer använder kunskapen om ett kontraktsområde från tidigare kontraktperiod i sin prissättning av nästkommande upphandling av samma kontraktsområde på ett sätt som kan leda till ökade kostnadsavvikelser. Resultatet för entreprenör A kan innebära en indikation på att obalanserad budgivning i begränsad omfattning förekommer i kontraktets kostnadskategori vinterunderhåll.

En procentökning i trafikmängden ökar kostnadsavvikelsen med 0,46 procentenheter. Kontrakt som inte har tunnlar har 170 procentenheter mindre kostnadsavvikelser jämfört med kontrakt som har tunnlar.

Jämfört med region Nord har alla regioner (förutom region Öst/Stockholm som är inte signifikant) inklusive den artificiella kombinerade regionen större kostnadsavvikelser. Detta kan tyda på att arbetet med att motverka kostnadsavvikelser inte är enhetligt eller lika effektivt över hela landet.

En ytterligare dag med snö leder till 6 procentenheter större kostnadsavvikelser. Detta kan tyda på att alla nödvändiga vinterresurser kan behövas för att upprätthålla den avtalade tillgängligheten.

Jämfört med vintermodellen med fast pris för alla vinterunderhållsåtgärder (vintermodell 3) leder vintermodeller med rikt kostnad där Trafikverket anger

vinteråtgärds mängder med (vintermodell 1) och utan (vintermodell 5) beaktande av väderutfall till större kostnadsavvikelser på 323 procentenheter respektive 311 procentenheter. I vintermodell 3 bär entreprenören hela risken för vinterunderhåll, medan denna risk i övriga vintermodeller fördelas mellan Trafikverket och entreprenören i varierande utsträckning beroende på ersättningsform och väderutfall. I vintermodell 3 tar därför entreprenören höjd för risken genom att inkludera sin riskpremie i anbudssumman, vilket kan innebära hög anbudssumma och mindre kostnadsavvikelser som följd. I vintermodell 1 och 5 behöver inte entreprenören ta på sig lika stor risk som i vintermodell 3 eftersom risken fördelas mellan Trafikverket och entreprenör. Allt annat lika kan detta innebära lägre anbudssumma för kontrakt med vintermodell 1 och 5 i förhållande till kontrakt med vintermodell 3 för samma kontraktsområde. Resultatet tyder på att Trafikverket behöver göra avvägning mellan högre anbudssumma och mindre kostnadsavvikelse (vintermodell 3) samt lägre anbudssumma och större kostnadsavvikelse (vintermodell 1 och 5).

Tabell 4 Regressionsresultat: VU-modell.

	Modell III		Modell IV		Modell III		Modell IV	
	Modell IIIA: Hybridmodell	Modell IIIB: RE-modell	Modell IIIA: Hybridmodell	Modell IIIB: RE-modell	Modell IVA: Hybridmodell	Modell IVB: RE-modell	Modell IVA: Hybridmodell	Modell IVB: RE-modell
	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF
UTRV	32,12	74,75	-54,19	53,93	-150,76**	76,37	-131,28	88,38
SPL	-54,77	93,42	-161,98**	70,37	-93,20	66,62	-135,75*	69,29
TE	-31,73	110,5	74,82	109,8	55,81	94,84	58,03	78,68
KÅR2	62,98**	30,52	64,61**	30,29	61,88*	31,83	59,99**	28,59
KF	81,64	81,65	109,30	67,01	82,19	65,71	102,24	64,08
Ent. B	-105,59	157,3	-233,39*	134,8	152,88	143,3	-50,77	98,70
Ent. C	-220,8**	112,5	-244,3***	79,17	-12,85	88,30	-125,15*	71,35
Ent. D	-86,50	145,8	25,20	68,74	286,65	196,4	249,24	176,2
Ent. E	-175,27	160,8	-330,10**	158,0	-86,38	109,3	-182,93	117,6
SE: Ent. A					252,6***	70,43	183,67***	65,78
SE: Ent. D					-849,12**	403,4	-387,50	293,9
Ln (TM)	55,01	47,36	60,07**	26,06	-2,87	55,31	45,75*	27,12
Ln (SL)	367,13	340,6	0,06	101,6	-194,64	286,3	-203,91	180,8
Ln (TL)	-20,41	45,97	-5,75	25,38	-31,67	38,22	-24,85	23,94
DTL	-81,43	120,7	-130,18	82,12	-143,52	96,13	-170,09**	81,68
Ln (IS)	-354,78*	193,6	-259,02**	129,6	-27,37	165,4	-80,15	130,2
Mitt	122,83	133,2	270,5***	81,15	26,94	101,5	298,55***	69,03
Syd	167,37	206,7	400,1***	91,84	-203,19	159,9	289,18***	96,05
Region2	227,67	169,3	347,4***	114,9	-54,51	139,5	327,51***	114,4

Modell III			Modell IV					
Modell IIIA: Hybridmodell		Modell IIIB: RE-modell		Modell IVA: Hybridmodell		Modell IVB: RE-modell		
	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF	Koeff.	RSF
Väst	114,44	157,8	212,65	133,2	-63,58	119,9	261,98***	85,68
Öst/Sthlm	218,69	186,2	304,64**	133,5	-332,78	203,3	119,92	138,1
SF	5,78***	1,44	6,06***	1,36	5,88***	1,48	5,94***	1,33
VM1	70,71	106,9	186,47	119,4	271,38**	107,3	323,26***	123,7
VM2	-102,92	144,3	101,74	111,6	128,73	118,3	184,28	126,4
VM4	-24,05	77,42	-14,42	65,04	32,87	55,34	39,96	56,62
VM5	153,1**	70,50	240,8***	52,16	277,9***	72,79	310,87***	70,37
m_TM	>-0,01	<0,01			<0,01	<0,01		
m_SL	-0,93	0,88			-0,86	0,94		
m_TL	<0,01	0,01			>-0,01	<0,01		
m_IS	0,29	0,27			0,38	0,30		
m_SF	-1,92	2,52			-5,35*	2,91		
Konstant	-498,80	1670	533,28	1013	1644,71	1622	838,27	1018
Wald-test	2,53				4,69			
AIC	2153,50		2145,29		2132,59		2133,01	

Anm.: Entreprenör A och Nord är referenskategorierna. DTL står för dummy för kontraktssområde utan tunnel. RSF står för robusta standardfel. SE: Ent. B, SE: Ent. C, SE: Ent. E är utelämnade eftersom dessa indikatorvariabler inte hade några kontraktssområde där dem var ansvariga entreprenörer två kontraktstidperioder i rad. *, **, *** anger statistisk signifikans på respektive 10-, 5-, 1 procentnivå.