

RAPPORT

Underhålls- och reinvesteringsbehov signalställverk

Behovsutredning underhåll och reinvestering, 2011-09-02 ver 1.0

Diarienummer: TRV 2010/65560



SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
Bakgrund	5
Syfte	6
Avgränsning	6
BESKRIVNING AV ANSATS	8
1. Formella säkerhetskrav och lagkrav	8
2. Optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum	8
3. Reservdels- eller kompetensbrist	11
FRAMTIDA UNDERHÅLLS- OCH REINVESTERINGSBEHOV	12
Drivare av reinvesteringsbehov kommande tio år	13
Utökad förvaltning av signalställverk	18
MÖJLIG FRAMTIDA ANSATS FÖR PRIORITERING AV REINVESTERINGAR	19
Dagens prioriteringsprocess	19
Möjlig framtida prioriteringsprocess	20
MÖJLIG ANSATS FÖR ATT FÖRBÄTTRA UNDERLAGET FÖR FRAMTIDA BESLUT KRING PRIORITERING AV UNDERHÅLL OCH REINVESTERINGAR	23
Förbättring av tekniskt dataunderlag	23
Förbättring av ekonomiskt dataunderlag	24
METODEN OCH DESS VIDARE IMPLEMENTERING I TRAFIKVERKET	24
APPENDIX	26
Översikt av dagens signalställverk	26
Historik underhåll och reinvesteringar	28
Använd data och bearbetningar	30
Regressionsanalyser	31

Detaljer underhållskostnader	34
Detaljer reinvesteringskostnader	39
Beskrivning av hur samhällskostnader kopplas till anläggningens tekniska tillstånd	40
Beskrivning föreslagen datainsamling	40
Intervjuförteckning	43

Sammanfattning

Det har inom Trafikverket saknats en balanserad och rättvisande bild av underhålls- och reinvesteringar för anläggningen varför en metodik för att utvärdera detta togs fram under hösten 2010 som sedan förfinats under våren. Utmaningar har bestått i att det dels inte funnits en tydlig behovsbild, dels att de sätt som behov kvantifierats på saknat grund i anläggningens tekniska tillstånd och funktion. Metodiken togs fram under hösten genom utredning av behovsbilden på spår och spårväxlar och har sedan förfinats under våren och tillämpats på signalställverk.

Metodiken bygger på att ett mått på tekniskt tillstånd identifieras och modelleras, till vilken sedan underhålls- och reinvesteringar kopplas:

- Ett mätbart och objektiva mått på tekniskt tillstånd för anläggningen identifieras.
- Drivare till nedbrytning av tekniskt tillstånd analyseras och förväntade nedbrytningskurvor tas fram.
- Underhålls- och reinvesteringar kopplas till tekniskt tillstånd
- Optimal reinvesteringstidpunkt bestäms ur ett livscykelperspektiv med hänsyn till säkerhetskrav, direkta kostnader samt samhällskostnader.

Utredningen för signalställverk visar på ett underhålls- och reinvesteringar behov kommande tio år om 3,5 miljarder kronor, betydligt högre än vad som spenderats föregående tioårsperiod:

- Behovet utgörs till 2,8 miljarder av reinvesteringar och till 0,7 miljarder av underhåll
- Nästan hela reinvesteringar behovet orsakas av opåverkbar reservdelsbrist som framtvings utbyte trots att anläggningarnas tekniska tillstånd är fullgott.

De senaste tio åren har det uppskattningsvis förbrukats 1,4 miljarder kronor på underhåll och reinvesteringar inom signalställverk. Under den kommande tioårsperioden stiger behovet av åtgärder till i genomsnitt 280 miljoner kronor per år. Det stigande behovet förklaras av att kortare livscykler för signalställverk accepterats av Trafikverket utan att motkrav ställts på lägre kostnad vid reinvestering. Reinvesteringar behovet för signalställverk blir ännu högre och får dessutom omfattande trafikala konsekvenser om inte projekt startas för att säkra reservdelar så att ytterligare reservdelsbrist undviks. För flertalet signalställverksmodeller bör reservdelssäkringsprojekt igångsättas, till en kostnad om totalt cirka 100 miljoner kronor kommande tio år. Om dessa åtgärder inte genomförs uppstår akuta brister redan inom ett par år med omfattande trafikala påverkan och ytterligare reinvesteringar behov om 1,5-2 miljarder kronor.

Den framtagna metodiken kan också användas i det dagliga arbetet med prioritering av underhålls- och reinvesteringar åtgärder, som idag står inför utmaningar såsom brist på standardisering, hög grad av subjektiva bedömningar samt godtyckliga gränser för teknisk livslängd.

För att uppskatta och optimera underhålls- och reinvesteringar behov för hela Trafikverket bör metodiken tillämpas på fler teknikslag och integreras som en naturlig del i åtgärdsplanering och framtagande av verksamhetsplaner.

Inledning

Under mars-maj 2011 har ett arbete genomförts för att skapa en bild av totalt framtida underhålls- och reinvesteringsbehov inom signalställverk. Denna rapport innehåller resultatet av det genomförda arbetet och bygger på den metod som tagits fram av Trafikverket hösten 2010 avseende motsvarande behov för spår och spårväxlar.

Huvudsakliga beståndsdelar i utredningen är:

- Analys av nuvarande tekniskt tillstånd i anläggningarna och huvudsakliga drivare för nedbrytning av tekniskt tillstånd
- Analys av förväntad utveckling av tekniskt tillstånd för anläggningarna
- Intervjuer med Trafikverkets personal för att:
 - få en förståelse för nuvarande underhålls- och reinvesteringsrutiner
 - samla in och skapa förståelse för data som beskriver tekniskt tillstånd
 - identifiera begränsningar avseende teknisk livslängd för anläggningarna
- Intervjuer med Trafikverkets personal, samt entreprenörer för att fastställa kostnader för underhålls- och reinvesteringsaktiviteter och dess koppling till tekniskt tillstånd
- Utveckling av en modell som visar när reinvesteringar bör genomföras för att optimera (minimera) den totala underhålls- och reinvesteringskostnaden, baserat på följande prioriteringsordning:
 1. Formella säkerhetskrav och lagkrav.
 2. Optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC – minimum.
 3. Reservdels- och/eller kompetensbrist.
- Modellering av totalt underhålls- och reinvesteringsbehov under 2012-2021, samt uppdämt reinvesteringsbehov 2011.

Alla prognoser av underhålls- och reinvesteringsbehov visas i 2011 års penningvärde. Historiska utfall visas i respektive års penningvärde.

Bakgrund

Trafikverket har vid beskrivning av åtgärdsbehov i järnvägsanläggningen sedan många år tillämpat förenklade metoder. Teknisk livslängd har varit en viktig del i beräkningarna men i många fall har den använda tekniska livslängden inte verifierats genom analyser av *hur* det tekniska tillståndet utvecklas relaterat till exempelvis ålder och trafik.

De behovsbeskrivningar som har genomförts har avvikit kraftigt från de anslag som erhållits till underhåll och reinvesteringar. Trafikverket har tvingats göra prioriteringar utan tillräckligt stöd i analyser kring hur det tekniska tillståndet utvecklas. Detta kan bero på att bedömningar av underhålls- och reinvesteringsbehov inte alltid har varit en del i det löpande arbetet med planering. I stället har de insatser som genomförts ofta varit isolerade uppdrag, vilket har resulterat i variationer i metodiken mellan teknikslag och över tid. Dessutom har de presenterade slutsatserna haft bristfälligt stöd av analyser av utvecklingen för tekniskt tillstånd över tid.

Hösten 2010 togs ett första steg i att förbättra metodiken för framtagning av behovsbeskrivningarna. Trafikverket genomförde en övergripande diagnos av

reinvesteringsbehovet och det eftersläpande åtgärdsbehovet inom järnväg, där signalställverk utgjorde en del. Denna diagnos följdes av en fördjupad studie av underhålls- och reinvesteringsbehovet inom spår och spårväxlar. I samband med den fördjupade studien dokumenterades metodiken för kommande användning vid studier inom andra teknikslag. Då signalställverk utgör en betydande del av den totala anläggningsmassan valdes detta teknikslag för analys av det totala underhålls- och reinvesteringsbehovet, samt för att utveckla och förfinas metoden ytterligare.

Den utredning som genomförts för signalställverk under våren 2011 har en både bredare och djupare ansats än den genomförda diagnosen från hösten 2010. Utredningen våren 2011 omfattar behovet för en tioårsperiod istället för fem år, samt inkluderar både underhåll och reinvesteringar. Metodiken skiljer sig också åt från diagnosen och tidigare utbytesplanering inom Trafikverket, i och med att rådande bild av tekniska livslängder för olika modeller av signalställverk har utmanats. Teknisk livslängd har i denna utredning baserats på detaljerad analys av olika mått på tekniskt tillstånd, samt de drivare som medför en nedbrytning av det tekniska tillståndet.

Syfte

Syftet med detta arbete är att på en aggregerad nivå bedöma behovet av underhåll och reinvesteringar för signalställverk under kommande tioårsperiod.

Arbetet syftar också till att ta fram en metod och beräkningsmodell för behovet som sedan ska uppdateras årligen av förvaltningsledaren för signalställverk.

Projektet ska även förfinas och dokumentera den metod som tillämpades i utredningen av spår- och spårväxlar för att den ska kunna tillämpas för fler teknikslag. En del i detta är att utbilda Trafikverkets personal i metodiken, för att säkerställa kompetens för kommande utredningar, exempelvis när det gäller kontaktledning, beläggning och broar.

Avgränsning

En viktig övergripande avgränsning är att utredningen endast ser till det aggregerade behovet. Syftet är inte att peka ut vilka enskilda signalställverksindivider som ska bytas ut och när, eller att föreslå förändringar i de underhållsaktiviteter som genomförs.

Det finns också en teknisk avgränsning samt en avgränsning från kapacitetshöjande åtgärder och ERMTS.

Teknisk avgränsning

Signalställverk omfattar en delmängd av teknikområdet signal. Utredningen har av tidsskäl endast fokuserat på den avgränsade delmängden som markerats i bild 1 och 2. Bilderna speglar de två vanligaste byggprinciperna.

Bild 1

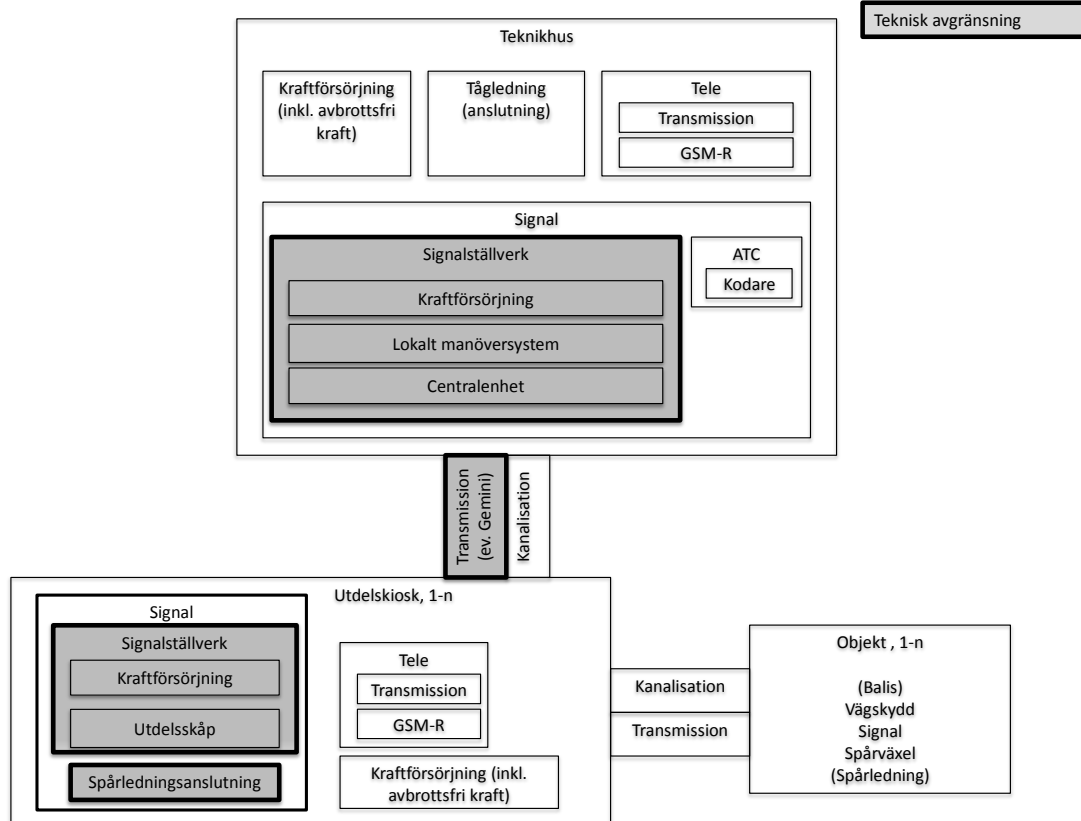
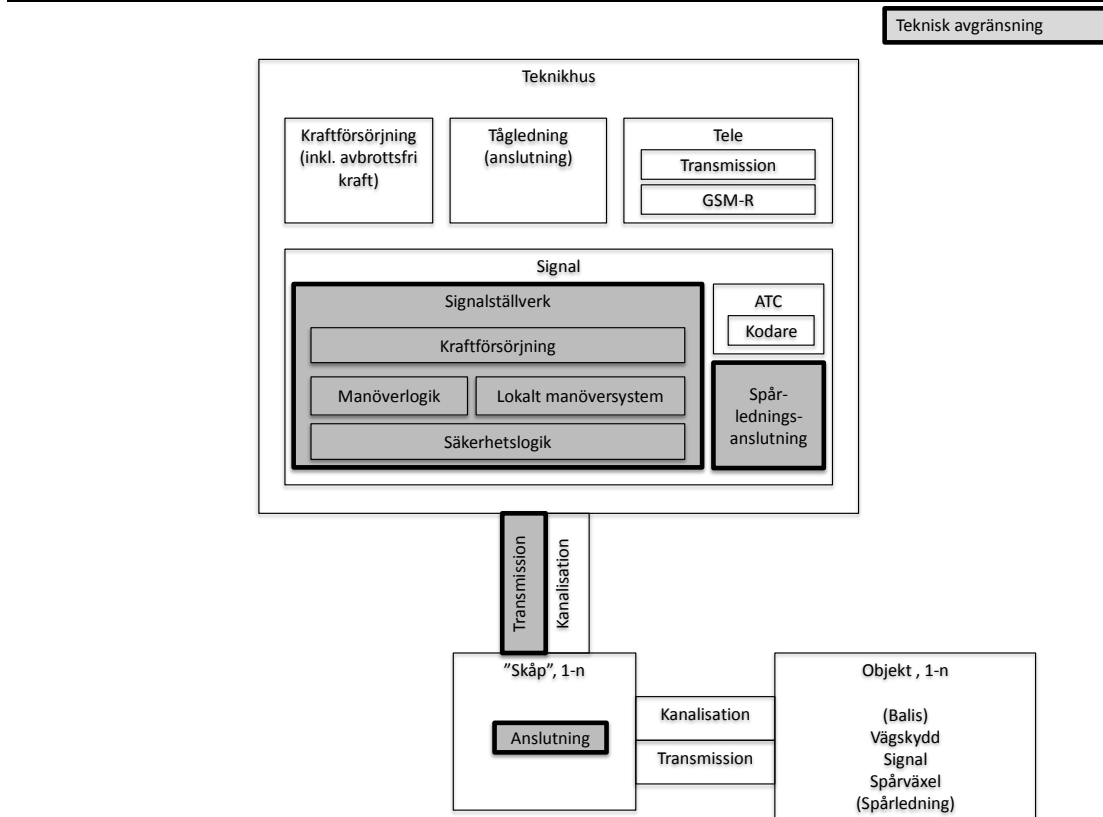


Bild 2



Kapacitetshöjande åtgärder

Vissa signalställverk kan inte byggas om för att möta behov av exempelvis ökad kapacitet, de måste då ersättas. Dessa behov ses per definition som nyinvesteringar. Därför omfattas de inte av denna utredning.

Reinvesteringsbehov utgår istället från signalställverkens förmåga att upprätthålla den funktion som de byggdes för. Hänsyn tas bland annat till säkerhetsaspekter, leveransförmåga (antal fel), samt kompetens- och reservdelstillgång.

ERTMS

Utredningen bygger på underhålls- och reinvesteringsbehov i befintlig anläggning. Införandet av ERTMS omfattas inte av denna studie. Däremot kan resultatet av denna studie vara av betydelse vid beslut om införande av ERTMS.

BESKRIVNING AV ANSATZ

I ett första steg har tre parametrar som kan leda till reinvestering definierats:

- 1) Formella säkerhets- och lagkrav
- 2) Optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum
- 3) Reservdels- eller kompetensbrist

I nästa steg har det som påverkar dessa tre parametrar analyserats.

1. Formella säkerhetskrav och lagkrav

För stora delar av järnvägsanläggningen (till exempel spår, spårväxlar) kan maximal teknisk livslängd (angiven i exempelvis ålder eller tonnage) användas som ett ungefärligt mått för säkerhetskrav. För teknikområdet spår uppskattas den tekniska livslängden med hjälp av en toleransnivå för tekniskt tillstånd. Denna är kopplad till antal nedbrytningsrelaterade OFP-fel per kilometer.

För signalställverk är ett sådant förfarande mindre lämpligt. Vid fel på ett signalställverk ska alltid säkerheten garanteras genom att signalställverket går till felsäkert läge, det vill säga trafiken stoppas. Därmed kan inte felintensiteten direkt kopplas till säkerhet för signalställverk. Trafikverket saknar dessutom objektiva mått på säkerhet för signalställverk. Därför baseras utbytesbehov relaterade till säkerhet och lagkrav på bedömningar av Trafikverkets personal, samt på formellt tagna beslut och lagkrav.

2. Optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum

Optimal förvaltning av järnvägskapitalet utgår från ett direkt kostnadsperspektiv och från ett samhällsekonomiskt perspektiv. I båda fallen påverkas de båda perspektiven av hur det tekniska tillståndet utvecklas.

För att bedöma anläggningarnas tekniska tillstånd och "nedbrytningskurva" har ett objektiva mått på tekniskt tillstånd definierats. Därefter identifierades de faktorer som gör att det

tekniska tillståndet förändras. Trafikverket har idag inte tillgång till mått som till fullo fångar anläggningarnas tekniska tillstånd, men de valda måtten har bedömts vara de som på ett tillräckligt bra sätt speglar tekniskt tillstånd. Dessutom måste data vara relativt lättillgänglig. Drivarna, det som påverkar nedbrytning av det tekniska tillståndet, har identifierats via intervjuer med Trafikverkets personal och entreprenörer, samt genom regressionsanalyser.

Det direkta kostnadsperspektivet

För att bedöma optimal reinvesteringsnivå ur ett direkt kostnadsperspektiv (exklusive samhällskostnader), har en livscykelkostnadsanalys genomförts, se bild 3.

Analysen inkluderar direkta underhållskostnader för avhjälpande och förebyggande underhåll, samt reinvesteringskostnader. Analysen visar genomsnittlig årlig kostnadsnivå, beroende på vid vilken anläggningsålder som reinvestering utförs. Direkta underhållskostnader har kopplats till tekniskt tillstånd. Därefter har genomsnittlig underhållskostnad över tid beräknats för en individ av varje signalställverksmodell.

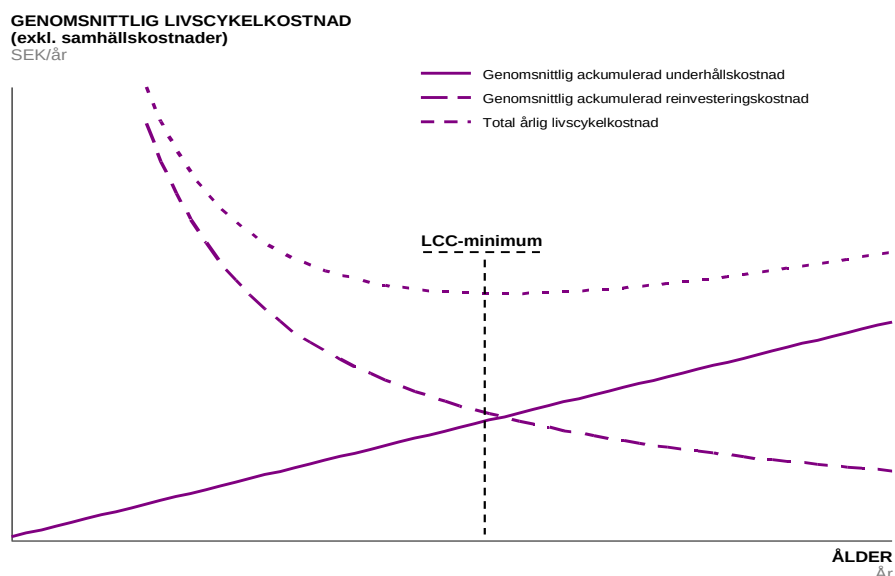
För att kvantifiera underhållskostnaderna har underhållsaktiviteter kopplats både till det tekniska tillståndet och till drivarna av det tekniska tillståndet. Därefter har frekvensen och kostnaden, nedbruten i arbets- och materialkostnad, för dessa aktiviteter fastställts. Då detaljerad data över underhållskostnader saknas har aktiviteterna (inklusive frekvens och kostnader) uppskattas utifrån intervjuer med Trafikverkets personal och entreprenörer, samt via Trafikverkets materialkostnadslistor, pris- och mängdförteckningar och ekonomisystem. Genomsnittlig underhållskostnad per år för ett visst signalställverk har sedan beräknats för att ta fram en reinvesteringskostnadskurva.

Reinvesteringskostnad för signalställverk baseras på sammanställning av reinvesteringskostnaden per styrd växel, utifrån efterkalkyler på genomförda byggprojekt och diskussioner med Trafikverkets personal. Genomsnittlig reinvesteringskostnad per år för ett visst signalställverk har sedan beräknats för att ta fram en reinvesteringskostnadskurva.

Den totala kostnadskurvan fås genom att addera kurvorna för underhålls- och reinvesteringskostnader. Totalkostnadskurvans lägsta punkt är LCC-minimum, vilket motsvarar tidpunkten för reinvestering där den totala underhålls- och reinvesteringskostnaden är lägst.

Bild 3

Exempel på LCC-kurva



Det samhällsekonomiska perspektivet

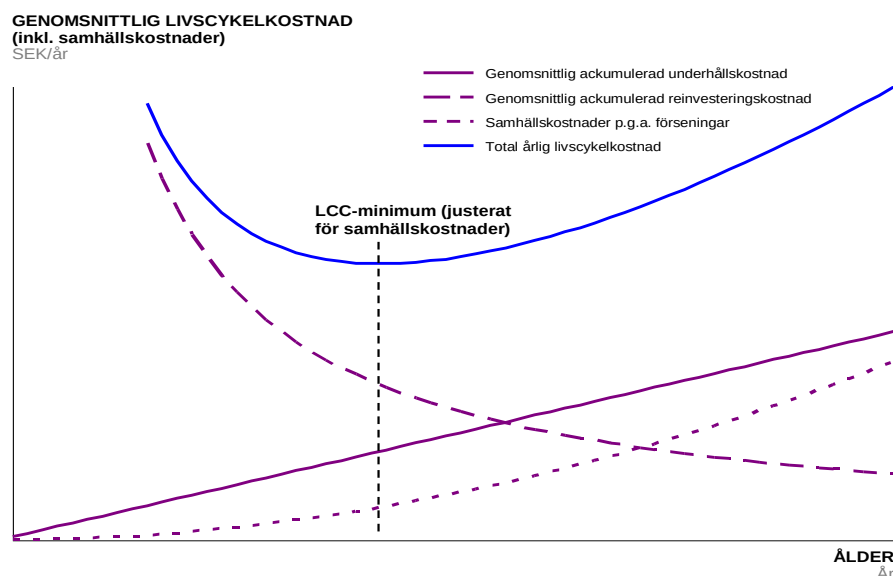
Det samhällsekonomiska perspektivet tar hänsyn till samhällets kostnader för förseningar. Samhällskostnader på grund av förseningar kopplas till tekniskt tillstånd. På så sätt erhålls en samhällskostnadskurva, se appendix. LCC-kurvan justeras sedan genom att samhällskostnadskurvan adderas till totalkostnadskurvan, se bild 4.

Observera att hänsyn endast tas till direkta samhällskostnader för förseningar orsakade av fel i anläggningarna. Samhällskostnader för olyckor, samt indirekta samhällskostnader inkluderas inte. Ett exempel på indirekt samhällskostnad kan vara att människor väljer andra färdssätt än tåg, beroende på bristande tillförlitlighet i järnvägstrafiken.

Samhällskostnader för förseningar baseras på data från Ofelia-systemet, samt utredningen Järnväg Vinter 2010.

Den tidpunkt där den justerade LCC-kurvan når sin lägsta punkt ger den reinvesteringstidpunkt som minimerar kostnaderna inklusive samhällskostnader för förseningar.

Exempel på LCC-kurva med samhällskostnader inkluderade



3. Reservdels- eller kompetensbrist

Signalställverkssystemens långa livslängd leder ofta till utmaningar när det gäller reservdels- och kompetensförsörjning. Försörjningen säkras till största del genom aktiv förvaltning av systemen. Emellertid kommer det slutligen en tidpunkt där det inte längre är ekonomiskt försvarbart, eller praktiskt möjligt att ta fram ersättningskomponenter till de gamla systemen. I de fall där frågan är rent ekonomisk, har kostnaden för förvaltning över tid ställts mot reinvesteringsskostnaderna i en livscykelanalys. På så sätt kan det avgöras om ökade resurser för att säkra reservdelar och kompetens är ekonomiskt försvarbart, eller om det är motiverat att fasa ut systemet genom reinvesteringar.

För att utvärdera reservdelssituationen, har en inventering av reservdelsbehovet gjorts. Genom att intervjua Trafikverkets personal, samt sammanställa lagersaldon för problemartiklar/system, med hänsyn taget till reparerbarhet, kan en bild skapas av de olika systemens reservdelssituation. Denna bild visar respektive systems problemartiklar, samt vid vilket år brist kommer att uppstå.

För att utvärdera kompetensbristen har intervjuer genomförts med Trafikverkets personal. En genomgång har gjorts av Järnvägsskolans utbud av utbildningar för att identifiera eventuella brister i utbildningsutbudet.

FRAMTIDA UNDERHÅLLS- OCH REINVESTERINGSBEHOV

För perioden 2012-2021 uppskattas det totala underhålls- och reinvesteringsbehovet för signalställverk till cirka 3,5 miljarder kronor, motsvarande 350 miljoner per år, vilket är betydligt högre än historiskt utfall och planerad nivå i närmaste 3-årsplan.

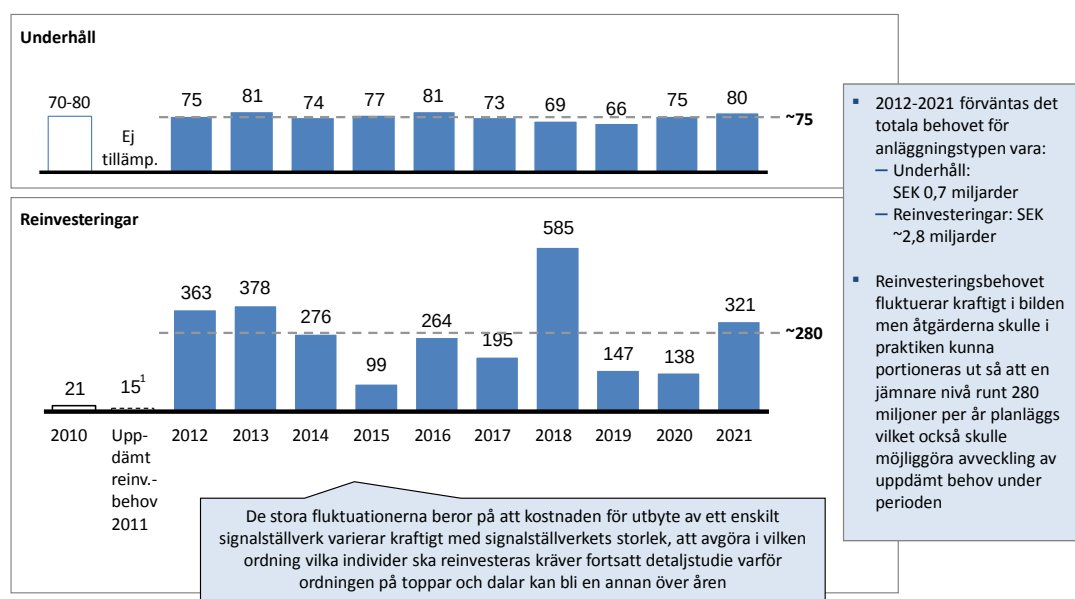
Behovet 2012-2021 uppgår till (se bild 5):

- 0,7 miljarder kronor till underhåll, i genomsnitt cirka 75 miljoner kronor per år
- 2,8 miljarder kronor till reinvesteringar¹, i genomsnitt cirka 280 miljoner kronor per år

Bild 5

För perioden 2012-2021 uppskattas det totala underhålls- och reinvesteringsbehovet för Signalställverk till 3,5 miljarder kronor (~350 miljoner per år)

SEK miljoner



1 Uppdämt behov drivs av förekomst så kallad "blåtråd" i modell Skruv/Björnlunda som av Trafikverkets bedömare utgör en viss säkerhetsrisk vilket kan åtgärdas genom byte till annat kablage

KÄLLA: Ofelia, BESSY, BIS, Trafikvy, DS-analys; Intervjuer; teamanalys

Detta kan jämföras med att det de senaste tio åren uppskattningsvis har förbrukats 1,4 miljarder kronor på underhåll och reinvesteringar inom signalställverk (cirka 140 miljoner kronor per år), se appendix avsnittet om historik underhåll och reinvesteringar. Bristfällig rapportering innebär dock att det verkliga beloppet kan avvika något.

I nuvarande plan för de närmsta tre åren är det inte möjligt att utläsa storleken på planerat underhåll för signalställverk men det finns upptaget i genomsnitt cirka 50 miljoner kronor per år för reinvesteringar, alltså en kraftigt lägre nivå än förväntat behov på 280 miljoner kronor per år. Detta gap mildras något av att vissa planerade nyinvesteringar kommer åtgärda del av reinvesteringsbehovet.

¹ Rapporten tar inte hänsyn till planerade nyinvesteringar och den minskning av reinvesteringsbehov som detta kan leda till.

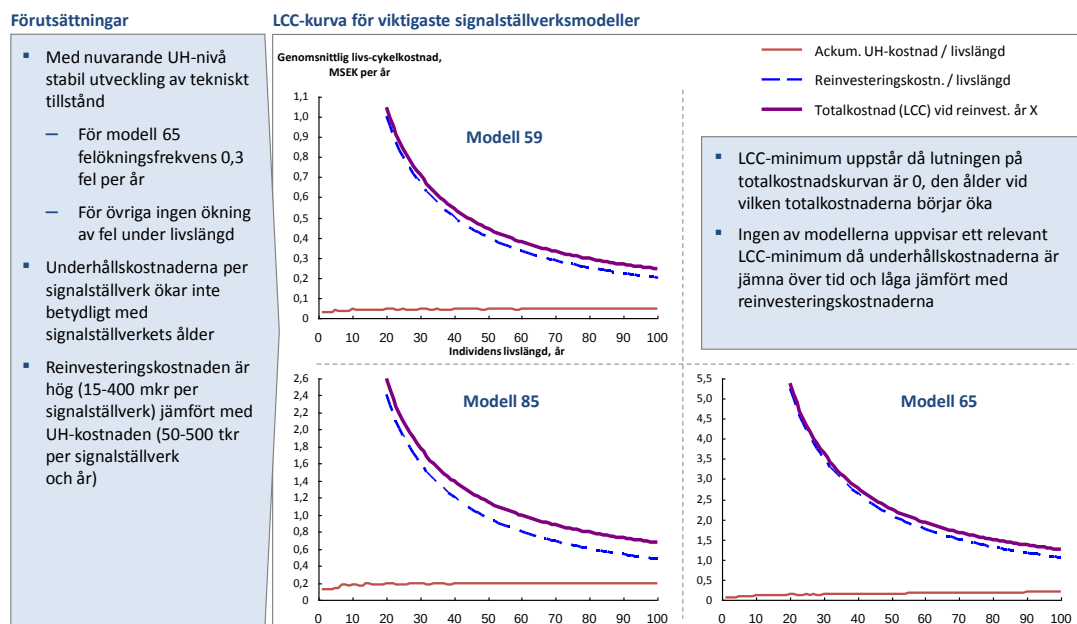
Drivare av reinvesteringsbehov kommande tio år

Låga och stabila underhållskostnader jämfört med reinvesteringskostnader medför att ett relevant LCC-minimum saknas, istället blir framförallt det som har konstaterats vara en opåverkbar reservdelsbrist för modell 85 samt säkerhetsaspekter drivare till reinvesteringarna.

Ett relevant LCC-minimum saknas då det tekniska tillståndet för anläggningarna, mätt som antal signalställverksfel per år, kan hållas stabilt med relativt låga underhållskostnader (25 000-500 000 kronor per individ och år) jämfört med höga reinvesteringskostnader (15-400 miljoner kronor individ), se bild 6. Inte heller då samhällskostnaden för förseningar orsakade av signalställverksfel adderas, uppstår ett relevant LCC-minimum.

Bild 6

Ett relevant LCC-minimum saknas då det tekniska tillståndet för anläggningarna kan hållas stabilt med låga underhållskostnader relativt de höga reinvesteringskostnaderna



KÄLLA: Agresso; intervjuer; Ofelia; teamanalys

Huvuddelen av reinvesteringsbehovet, cirka 2,6 miljarder, orsakas istället av opåverkbar reservdelsbrist för modell 85. Denna framtvingar reinvesteringar av omkring 42 stycken signalställverk av olika storlek under perioden. Resterande del av reinvesteringsbehovet, cirka 0,2 miljarder, orsakas av reinvesteringar mot modell Skruv och Björnlunda och modell Ställarställverk på grund av en kombination av säkerhetsproblematik, respektive reservdelsbrist.

Formella säkerhetskrav och lagkrav

Reinvesteringsbehov på grund av lag- och säkerhetskrav uppstår om en anläggning inte lever upp till den säkerhetsnivå som är formellt kravställd och beslutad för ett signalställverk av en viss modell. Trafikverket saknar objektiva mått på säkerhet för signalställverk. De är dock alltid konstruerade så att ett fel i signalställverket gör att det går till felsäkert läge, det vill säga

trafiken stoppas. Säkerheten garanteras på detta sätt och utbytesbehov kan därför inte orsakas av exempelvis hög felintensitet eller en viss given livslängd.

Dock finns vissa faktorer som kan påverka signalställverkets tekniska livslängd utifrån säkerhetsperspektivet. Detta gäller kablage och lödningar och hur dessa åldras:

- Anläggningar byggda under 1960-talet är kopplade med EK-tråd (blåtråd). PVC-isoleringen på denna är mycket känslig för mekaniska skador. Detta kan ge upphov till överledning eller brand. Därför bedöms denna kopplingstråd utgöra en säkerhetsrisk. Blåtråden ska ersättas i berörda signalställverk, alternativt ska anläggningarna reinvesteras. Berörda signalställverk är av modellen Skruv och Björnlunda. Kostnaden för att ersätta kablagen uppgår till 15 miljoner kronor². Denna åtgärd har tidigare genomförts med framgång på ett antal Skruv och Björnlunda. Innan genomförande måste koordinering ske med verksamhetsområdena Investering och Samhälle för att tillse att inga utbyten av investeringsskäl är inplanerade i närtid.
- I anläggningar som byggdes före 1960, främst ställarställverk, utfördes kopplingen med EVI-tråd med isolering av vulkaniserat gummi och omflätning med impregnerad bomull. Isoleringen är nu både brandfarlig och vattenkänslig. Skörheten gör att denna kopplingstråd inte får röras. Kopplingstråden bedöms dock inte utgöra någon säkerhetsrisk så länge den inte vidrörs.
- En utredning måste påbörjas omgående för att bedöma livslängden på kablage och lödningar i övriga anläggningar.

Ställarställverken har ett antal säkerhetsmässigt ofördelaktiga argument emot sig:

- ATC kan inte installeras på de driftplatser som styrs av ställarställverk
- Anläggningarna kan inte fjärrstyras
- Anläggningarna kan inte hantera magasinerade tågvägar

Argumenten för ställarställverk är säkerhetsmässigt ofördelaktiga, men de lever ändå upp till existerande lag- och säkerhetskrav. De finns inga formella beslut eller lagkrav som påbjuder att signalställverken reinvesteras på grund av ovanstående orsaker. Därför driver de inget reinvesteringsbehov i denna utredning.

Optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum

Ett stort antal möjliga mått på tekniskt tillstånd har utvärderats. Slutligen bedömdes årligt antal signalställverksrelaterade fel i Ofelia utgöra det bästa måttet på tekniskt tillstånd. I måttet exkluderas fel som inte är kopplade till normal nedbrytning av det tekniska tillståndet, exempelvis sabotage.

Genom regressionsanalyser har därefter möjliga drivare av nedbrytning av det tekniska tillståndet analyserats, exempelvis ålder, antal tågpassager, ackumulerat antal bruttoton, antal växelomläggningar, samt klimatfaktorer. Slutsatsen är att det tekniska tillståndet för de flesta anläggningarna inte bryts ned med dessa drivare, givet att underhåll genomförs enligt vad som varit fallet historiskt. Undantaget är modell 65 där det tekniska tillståndet bryts ned med

² I den genomförda utredningen har detta behov klassificerats som eftersläpande.

signalställverkets ålder, antalet fel ökar med i genomsnitt 0,3 per år. Detta innebär att antalet fel förväntas öka med i genomsnitt 3 fel per signalställverk under kommande tioårsperiod för modell 65, se bild 7.

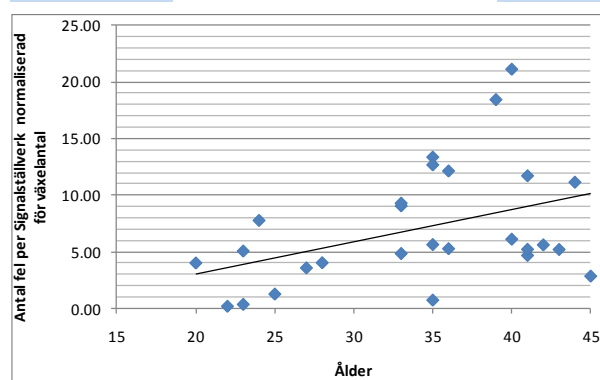
Bild 7

En regressionsanalys där det även tas hänsyn till storleken på signalställverken visar att signalställverkets ålder är en drivare av tekniskt tillstånd för modell 65

ANOVA				
	df	SS	MS	F
Regression	2	773.557	386.778	15.684
Residual	24	591.847	24.660	
Total	26	1365.403		

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-2.656	4.528	-0.587	0.563
Ålder 2010	0.285	0.142	2.014	0.055
Antal växlar	0.174	0.044	3.950	0.001

SUMMARY OUTPUT	
Regression Statistics	
Multiple R	0.753
R Square	0.567
Adjusted R Square	0.530
Standard Error	4.966
Observations	27



- En regressionsmodell med antal växlar och signalställverksålder som oberoende variabler kan förenklat sägas förklara över hälften av antalet fel i Mod 65 ($R^2 = 0,53$)
- De låga p-värdena kring samt under 0,05 visar att både ålder och antal växlar har statistiskt signifikant påverkan
- Tillämpning av denna modell ger att antalet signalställverksfel ökar med ~0,3 per år för en given signalställverksstorlek (antal styrda växlar)

KÄLLA: BIS; Ofelia; Trafikvy; intervjuer; teamanalys

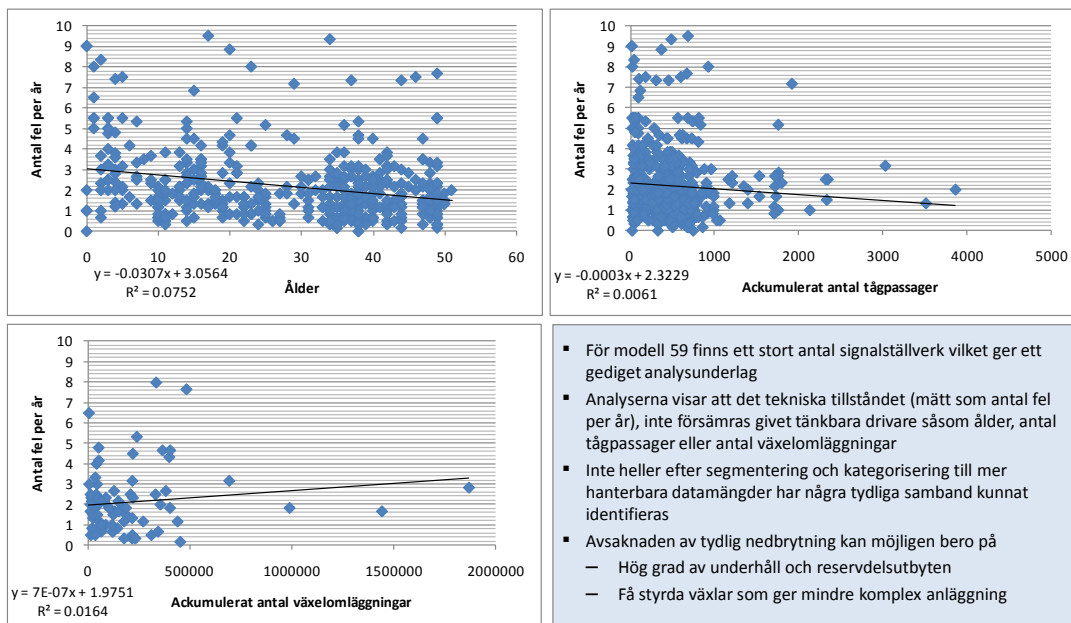
Den förväntade ökningen av antalet fel för modell 65 är dock relativt låg och kommer bara att påverka underhållskostnaderna marginellt. I de livscykelkostnadsanalyser som genomförts uppnås enligt vad som tidigare nämnts därför inte ett LCC-minimum. Det är fortsatt lönsamt att underhålla signalställverk av modell 65, istället för att reinvestera.

Övriga signalställverksmodeller förväntas, förutsatt att förebyggande underhåll genomförs i enlighet med vad som varit fallet historiskt, ha ett stabilt tekniskt tillstånd, mätt som antal signalställverksfel per år, de närmaste tio åren. I bild 8 visas exempel på detta för modell 59. Det är dock angeläget att den genomförda studien uppdateras årligen för att se om sambandet mellan tekniskt tillstånd och nedbrytningsdrivare är detsamma när åldern stiger (äldre än den individ som idag är den äldsta observerbara).

Eftersom det tekniska tillståndet inte försämras nämnvärt kommer inte heller kostnaderna för avhjälpande underhåll att öka i omfattning. Behovet av underhåll, förebyggande och avhjälpande, förväntas hålla en jämn nivå under den kommande tioårsperioden och därför uppnås inte något LCC-minimum. Det är därför mer lönsamt att fortsätta att underhålla dessa signalställverk istället för att reinvestera.

Bild 8

För modell 59 tycks inte det tekniska tillståndet försämrats betydligt av vare sig ålder eller användningsfrekvens



KÄLLA: BIS; Ofelia; Trafikvy; intervjuer; teamanalys

Reservdels- eller kompetensbrist

Under ett signalställverks livslängd uppstår kontinuerligt behov av att byta ut komponenter. Exempelvis i samband med felavhjälpning, eller som en del i ett förebyggande underhåll. Det krävs därför aktiv förvaltning för att säkra tillgången till reservdelar under signalställverkets livslängd.

Modellerna 85 och 95 har tagits fram i samarbete med en extern leverantör. Leverantören är även kontrakterad av Trafikverket för att säkerställa reservdelsförsörjningen till dessa system. Leverantören har gjort bedömningen att det inte längre är möjligt att säkerställa reservdelsförsörjningen till modell 85. Detta bygger på leverantörens egen bedömning av de ekonomiska och tekniska möjligheterna för en långsiktigt hållbar reservdelsförsörjning. Det är i sammanhanget värt poängtera att Modell 85 ursprungligen utvecklades utifrån telefonväxeln AXE. Trafikverket äger inte rättigheten att beställa nytillverkning eller handla upp dessa reservdelar via annan leverantör än den som äger säkerhetsgodkännandet.

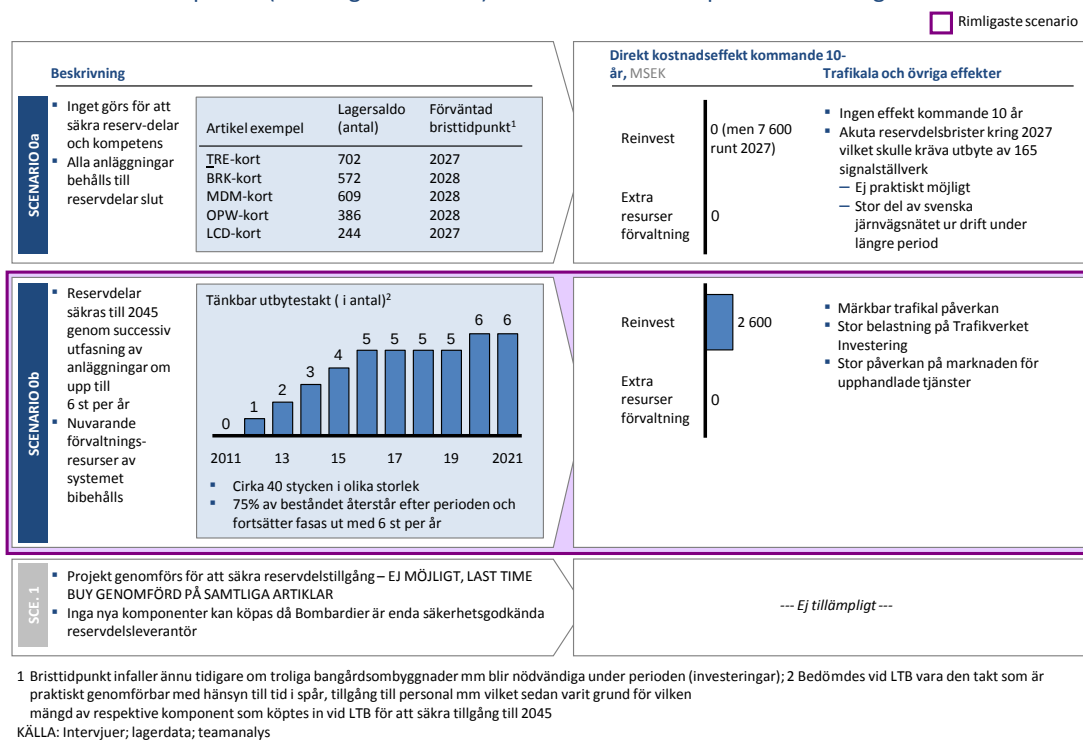
Trafikverket har därför genomfört ett "sistagångsköp" (Last Time Buy – LTB) av reservdelar till modell 85. Mängden komponenter som förvärvades vid detta köp valdes med utgångspunkt att den sista individen av modell 85 ska fasa ut år 2045. För att reservdelarna ska räcka tills dess krävs därför en successiv utfasning. Den brist på reservdelar som beräknas uppstå har därför klassats som "opåverkbar".

En genomgång av reservdelsläget för modell 85 visar att, under den kommande tioårsperioden, behöver 42 signalställverk bytas ut för att säkra tillgång till kritiska komponenter för

kvarvarande signalställverk. Denna reinvesteringskostnad beräknas uppgå till 2,6 miljarder kronor, i genomsnitt 260 miljoner kronor per år, se bild 9.

Bild 9

Opåverkbar reservdelsbrist för modell 85 framtvingar reinvesteringar om SEK 2,6 miljarder kommande 10-årsperiod (42 st signalställverk) för att undvika akut problematik längre fram



Efter den kommande tioårsperioden fortsätter utfasningen av signalställverk av modell 85 med i genomsnitt sex signalställverk per år. En långsammare utbytestakt av modell 85 de närmaste åren skulle visserligen vara teoretiskt möjligt men fodra mycket omfattande årliga utbyten nästkommande tioårsperiod vilket inte bedöms praktiskt möjligt. Faktorer som begränsar dessa möjligheter praktiskt är saker som tillgång till tid i spår för åtgärder och tillgängliga resurser på marknaden för exempelvis projektering och konstruktion. Mindre ombyggnationer av befintliga anläggningar föreslås bli hanterade genom att frigjort material från reinvesterade anläggningar återanvänds. Det frigjorda materialet som ska återanvändas ska inte ha uppnått den teoretiska tekniska livslängden i drift, som är 30 år.

Även för ställarställverken bedöms reinvesteringsbehov finnas för att säkra tillgång på reservdelar fram till 2021. I nuläget återfinns sex ställarställverk byggda 1946-1995. Det tekniska tillståndet mätt som antalet fel per signalställverk och år är stabilt och förväntas vara det under den kommande tioårsperioden, men det finns redan idag brist på vissa reservdelar. För att säkra tillgången till reservdelar fram till 2021 krävs att ett signalställverk byts och att en aktiv förvaltning startas i syfte att skapa nationell tillgång till de delar som tas tillvara när den föreslagna reinvesteringen genomförs.

För övriga modeller är reservdelsbristen påverkbar och behandlas senare i rapporten kopplat till behovet av utökad förvaltning.

Utökad förvaltning av signalställverk

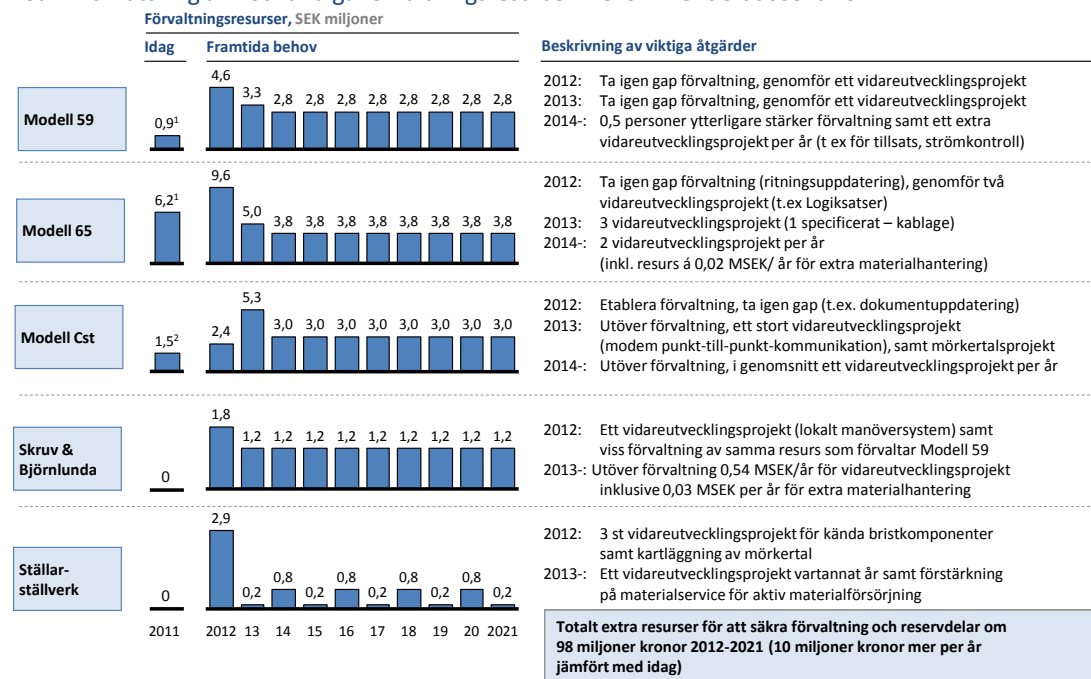
Åtgärder bör vidtas för att undvika ytterligare akut reservdels- och kompetensbrist, med omfattande trafikala och ekonomiska konsekvenser som följd. Dessa åtgärder innebär utökad förvaltning av systemen vilket medför en viss kostnadsökning. Kostnaden för utökad förvaltning av signalställverk är mycket liten jämfört med scenariot att reinvesteringar genomförs för att frigöra reservdelar till kvarvarande anläggningar. Dessa reinvesteringar motsvarar ett tillägg om fem till tio signalställverk per år till det behov som beskrivits tidigare i rapporten. Om inte förvaltningen utökas och inga reinvesteringar sker för att frigöra reservdelar kommer akuta brister att uppkomma i närtid, vilket medför mycket omfattande trafikala effekter.

För modell 59, 65, Cst, Skruv och Björnlunda och ställarställverk behöver förvaltningsprojekt startas för att säkra reservdelar, motsvarande en kostnad om totalt 98 miljoner kronor över kommande tioårsperiod (ytterligare resurser om 10 miljoner kronor per år).

Bild 10

Åtgärder på kort sikt

Sammanfattning av nödvändiga förvaltningsresurser i rekommenderat scenario



1 Reservdelssäkringsprojekt redan igång vilket driver upp kostnaden, förvaltningskostnad utan dessa vore 0,45 miljoner för Mod 59 och 0,9 miljoner för Mod 65;

2 Dagens kostnad avser S&F-avtal "verktygslåda" i övrigt ingen förvaltning

KÄLLA: Intervjuer; existerande finansiell data; teamanalys

Förutom förvaltningsprojekt för att säkra reservdelar, behöver ett antal ytterligare aktiviteter påbörjas:

- Kartläggning av det framtida utbildningsbehovet för extern och intern kompetens.
- Införandet av ett gemensamt arbetssätt för effektiv konfigurationsledning. I det ingår exempelvis att säkerställa:
 - versionshantering (för komponenter, system, ritningar, mjukvara releaser, dokument, med mera)
 - varianthantering (genom framtagande av produktstrukturer)
 - reservdelsberedning (för samtliga system och dess varianter och versioner).

Standardisering vid projektering, inför byggande av nya signalställverk, samt vid ombyggnationer av befintliga signalställverk. Ett mycket stort antal sakkunniga inom Trafikverket har påpekat bristen i standardisering vid projektering. Att standardisering saknas påverkar direkt trafikledarnas arbete, där de i samband med läggande och magasinering av tågvägar måste hålla isär viss variation i funktionalitet mellan exempelvis olika individer av signalställverk modell 59 på en och samma sträcka. Att åstadkomma standardisering ska vara en del i det långsiktiga arbetet inom ett förvaltningsobjekt.

För att bromsa utvecklingen mot allt högre livscykelkostnad för systemen bör livscykelkostnad vara i fokus vid förhandlingar med leverantörer. Den negativa utvecklingen beror framförallt på kortare livscykler för systemen och bör rimligen mötas med krav på motsvarande lägre reinvesteringarkostnader.

Framtagning av materialstrategi för signalställverk på kort och lång sikt. Upphandlingar av visst materialsortiment bör i större grad konkurrensutsättas, medans fokus på konkurrensutsättning av annat sortiment kan vara lägre. Inköpsprogram inom signalteknik från andra länder har visat på möjliga besparingar i spannet 15-30 procent av kostnadsbasen för signalutrustning.

MÖJLIG FRAMTIDA ANSATS FÖR PRIORITERING AV REINVESTERINGAR

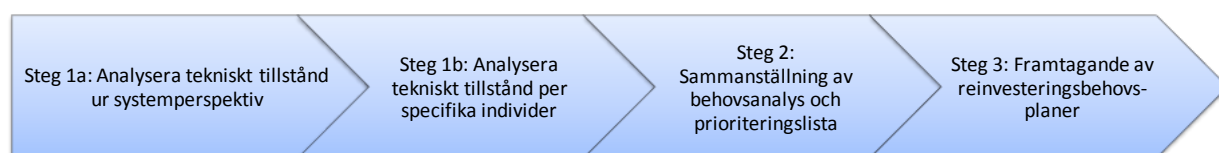
I detta avsnitt beskrivs först dagens prioriteringsprocess för reinvesteringar inom signalställverk. Sedan beskrivs en möjlig framtida ansats för prioritering baserat på resultat och slutsatser från denna rapport.

Dagens prioriteringsprocess

För signalställverk fördelas i dagsläget resurser för reinvesteringar enligt en kvalitativ bedömning. Det finns idag inget förfarande som kvantitativt avgör om reinvestering ska ske eller inte. Prioritering baseras i hög grad på subjektiva bedömningar.

Prioriteringsprocessen följer tre huvudsteg, se bild 11.

Bild 11



Steg 1a - För ett specifikt system, till exempel modell 59 och modell 85, kartläggs förmågan att leva upp till anläggningskraven för tillförlitlighet (R), tillgänglighet (A), underhållsförmåga (M), säkerhetskrav (S), samt reservdels- och kompetensläge.

Steg 1b - För en specifik individ, till exempel signalställverket Alingsås modell 85, kartläggs förmågan att leva upp till anläggningskraven för tillförlitlighet (R), tillgänglighet (A), säkerhetskrav (S), samt bedömning av fysiskt skick (t ex kablagers kondition). Eventuella samband med andra nyinvesterings- och reinvesteringsprojekt identifieras också här.

Steg 2 - Här sammanvägs resultaten från steg 1a och steg 1b till underhållsbehovsanalyser för enskilda signalställverk. Underhållsbehovsanalyserna utvärderas kvalitativt. Därefter tas en prioriteringslista fram och där framgår vilka reinvesteringar som krävs respektive år för de olika signalställverken.

Steg 3 - Här sker sammanvägning av reinvesteringsbehoven tvärs signalställverkstyperna. Resultatet blir en reinvesteringsbehovsplan som omfattar samtliga typer av signalställverk.

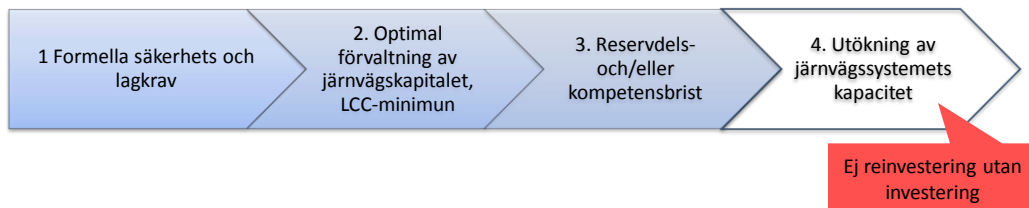
Sammanfattningsvis kan sägas att dagens process är relativt strukturerad i termer av steg och ansvariga. Utmaningarna handlar om att det saknas en tydlig beslutslogik för när reinvesteringar ska ske eller inte. Dessa beslut bygger huvudsakligen på subjektiva bedömningar. Vidare saknas tydliga gräns- och målvärden för de parametrar man tar hänsyn till vid beslut.

Möjlig framtida prioriteringsprocess

En möjlig framtida prioriteringsprocess för reinvesteringar bygger på att göra en bedömning i tre steg kring drivarna för reinvesteringar för samtliga anläggningar.

1. Bör reinvestering ske utifrån formella säkerhets- eller lagkrav?
2. Bör reinvestering ske utifrån optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum?
3. Bör reinvestering ske utifrån opåverkbar reservdelsbrist eller kompetensbrist?

Möjlig framtida prioriteringsprocess



En möjlig framtida prioriteringsprocess för reinvesteringar är att göra en bedömning i tre steg kring drivarna för reinvesteringar för alla anläggningar.

1. Bör reinvestering ske utifrån formella säkerhets- och lagkrav?
2. Bör reinvestering ske utifrån optimal förvaltning av järnvägskapitalet, LCC-minimum?
3. Bör reinvestering ske utifrån reservdelsbrist eller kompetensbrist?

Byten av anläggningar som bedöms nödvändiga för att öka kapaciteten eller prestandan i järnvägssystemet är inte reinvesteringar, utan faller inom ramen för nyinvesteringar.

Nödvändiga byten av anläggningar för att öka kapaciteten eller prestandan i järnvägssystemet är inte reinvesteringar, utan faller inom ramen för nyinvesteringar och omfattas inte av denna prioriteringslogik.

1. Bör reinvestering ske utifrån formella säkerhets- eller lagkrav?

Första steget är att bedöma om en reinvestering bör ske av säkerhets- eller lagkravsskäl, enligt följande process:

- Bestäm vilken parameter som kan användas för att bedöma säkerhet
- Bestäm tröskelnivå för säkerhet
- Bedöm anläggning enligt parameter och tröskelnivå
- Fatta beslut om reinvestering bör ske eller inte
- Registrera bedömning och beslut

Om det för signalställverk inte är möjligt att fastställa en parameter för säkerhet, vilket baserat på denna utredning är troligt, krävs ett alternativt angreppssätt. Förslaget är att reinvestering utifrån säkerhetsskäl och lagkrav endast ska ske om det finns ett formellt tydligt beslut eller direktiv som säger att viss teknik är säkerhetsfarlig och därför ska bytas ut. Som ett exempel skulle det inte vara motiverat att byta ut signalställverk av typ X mot typ Y för att experter anser att typ Y är säkrare. Så länge det inte fattats ett formellt beslut att typ X är säkerhetsfarlig blir den inte föremål för reinvestering utifrån säkerhetskrav- och/eller lagkravsperspektivet.

2. Bör reinvestering ske utifrån optimal förvaltning av järnvägskapitalet?

Nästa steg är att bedöma om reinvestering bör ske utifrån optimal förvaltning av järnvägskapitalet, det vill säga, med hänsyn till direkt kostnadsperspektiv och samhällskostnadsperspektivet, enligt följande process:

Börja med direkt kostnadsperspektiv:

1. Bedöm genomsnittlig underhållskostnad per år samt genomsnittlig reinvesteringskostnad per år och lägg samman dessa till en totalkostnadskurva
2. Identifiera när totalkostnadskurvan når sin minimipunkt, LCC-minimum
3. Bestäm om LCC-minimum uppnås före eller efter tröskelnivån för förekommande säkerhets- och eller lagkrav. Om det uppstår före bör reinvestering ske utifrån ett direkt kostnadsperspektiv

Fortsätt med samhällskostnadsperspektivet:

4. Bedöm genomsnittlig samhällskostnad för förseningar per år och addera till totalkostnadskurvan i punkt 1. Samhällskostnader för förseningar kan uppskattas genom att koppla förseningsminuter till anläggningens ålder och bedöma samhällskostnad per förseningsminut, med hänsyn till trafikmix
5. Identifiera när den för samhällskostnader justerade totalkostnadskurvan når minimum
6. Bestäm om LCC-minimum uppnås före eller efter tröskelnivån för förekommande säkerhets- och eller lagkrav. Om det uppstår före bör reinvestering ske på grund av uppnått LCC-minimum utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv
7. Registrera bedömning och beslut

3. Bör reinvestering ske utifrån reservdels- eller kompetensbrist?

Bedömning om reservdelsbristen är opåverkbar, eller av "ekonomisk" karaktär (där jämförelse mot alternativkostnaden krävs)

- Scenario 1: Reservdelsbristen går inte att påverka – anläggningar måste reinvesteras. Föreslå reinvesteringstakt, samt kvantifiera behov av resurser för att till exempel ta hand om reservdelar
- Scenario 2: Reservdelsbristen går att påverka genom utvecklingsinsatser. Redovisa systemets behov av vidareutveckling kommande tioårsperiod. Kvantifiera detta i form av antal projekt, och därtill kopplat resursbehov. Jämför med reinvesteringsbehovet om inga utvecklingsinsatser genomförs. Välj det mest ekonomiskt fördelaktiga alternativet

Utvärdera kompetensbrist och orsaken till denna:

- Scenario 1: Kompetensbrist beror på att en entreprenadupphandling nyligen genomförts, vilket lett till byte av entreprenör. Den nya entreprenören har inte tillgång till personal som kan systemet. Det åligger, i detta fall, anläggningsägaren att se till att kontrakterade entreprenörer har krävd kompetens
- Scenario 2: Det finns ingen utbildning eller utbildningen är otillräcklig. Förvaltaren måste säkra att det finns utbildning. I de fall då utbildningsinstitut inte vill erbjuda utbildningen på grund av marknads- eller kostnadsskäl får denna kostnad ställas mot att reinvestera de anläggningar som systemet bygger på.

Efter dessa tre steg kan en total behovslista sättas samman. Om tillgängliga medel inte täcker detta behov måste åtgärderna prioriteras. Reinvesteringar utifrån säkerhets- och/eller lagkrav (steg 1) prioriteras högst. Därefter får prioriteringar ske efter fördjupad konsekvensbeskrivning med utgångspunkt i de kostnader och effekter som uppstår till följd av att ett reinvesteringsbehov baserat på LCC-minimum alternativt reservdels- och kompetensbrist blir bortprioriterat.

MÖJLIG ANSATS FÖR ATT FÖRBÄTTRA UNDERLAGET FÖR FRAMTIDA BESLUT KRING PRIORITERING AV UNDERHÅLL OCH REINVESTERINGAR

För att i framtiden med större precision kunna bedöma underhålls- och reinvesteringsbehov, samt genomföra prioriteringar bör ett arbete inledas för att förbättra tillgängligt beslutsunderlag. Detta handlar framförallt om att säkra kvaliteten i och möjligheten till uppföljning av teknisk och ekonomisk data.

Förbättring av tekniskt dataunderlag

Anläggningsregister – BIS

BIS är Trafikverkets baninformationssystem för järnvägsnätet och innefattar uppgifter om spår, spårväxlar, signalställverk med mera.

Systemet innehåller inte fullständiga, uppdaterade uppgifter. För att säkerställa en enhetlig signalställverksförteckning måste alla individer ajourhållas med aktuell information. Utbredda signalställverk bör ha en enhetlig registrering när det gäller centralenhet och utdelar. Signalställverk som finns kvar i anläggningen men inte längre uppfyller sin funktion bör ha en enhetlig indelning för att kunna särskiljas vid utredning av underhålls-, reinvesterings- och reservdelsbehov.

Ritningsarkiv – IDA

Ida innehåller ritningar för anläggningar i järnvägsnätet, däribland signalställverk. Den nuvarande strukturen gör det svårarbetat och tidskrävande att söka ut information. Ritningsarkivet bör ha en enhetlig, anläggningsorienterad struktur för att underlätta framtagning av information. Dessutom behöver insatser genomföras för att hålla ritningsarkivet uppdaterat.

Felrapporteringssystem – Ofelia

Ofelia är Trafikverkets felrapporteringssystem och innehåller ett stort antal uppgifter om anmälda fel. Kvaliteten på rapporterade fel måste säkerställas så att rätt individ bär det verkliga felet. Kvaliteten när det gäller data runt feltyp och felorsak måste också förbättras. Systemet bör utformas så att risken för felrapportering avseende exempelvis teknikslag, modell, tidpunkt, och feltyp minimeras.

Växelomläggningar och tågpassager - DS-analys

Datasystemet DS-analys innehåller data om antalet växelomläggningar och tågpassager per styrd spårväxel. Systemet är dock inte helt synkroniserat med Trafikverkets anläggningsregister BIS, vilket gör att identiteten på signalställverken i de två systemen inte alltid är identisk. Vid användning av information från DS-analys krävs en omfattande bearbetning av identiteterna.

Tyvärr används inte systemet på samma sätt för hela järnvägsnätet. Styrningen av när systemet ska vara av- eller påslaget görs från de driftområden som utnyttjar information från DS-analys. Resultatet av detta är att utredningen enbart har kunnat använda data för ett begränsat antal signalställverk. Då tanken med DS-analys dock är god och kan ge en förståelse som idag saknas bör åtgärder inledas för att förbättra nämnda brister.

I utredning av underhålls- och reinvesteringsbehov för signalställverk har dock uppgifter om antalet tågpassager hämtats från systemet Trafikvy-Järnväg.

Trafikvy-Järnväg

De uppgifter som används om antal tågpassager är identiska med motsvarande i utredningen av underhålls- och reinvesteringsbehov för spårväxlar. Ursprungskällan är Trafikvy-Järnväg.

Förbättring av ekonomiskt dataunderlag

I dagsläget finns det utmaningar när det gäller Trafikverkets förmåga att följa upp vilka underhållsåtgärder som genomförts specifikt på signalställverk och kostnaden för detta. Det finns också begränsningar när det gäller förmåga att följa upp kostnader för reinvesteringar av signalställverk.

För att förbättra kunskapen om genomfört underhåll och reinvesteringar bör Trafikverket:

- Lägga fast vilka prestationer som ska följas från planering och beställning av åtgärd till uppföljning och analys
- Säkerställa att valda prestationer är långsiktigt hållbara och kan följas oavsett förändringar i organisation, processer, former för upphandling av underhåll och reinvesteringar med mera
- Säkerställa en sammanhållen process med fokus på valda prestationer från prioritering, planering, upphandling, genomförande, uppföljning till analys

I appendix återfinns en fördjupad beskrivning av problematiken.

METODEN OCH DESS VIDARE IMPLEMENTERING I TRAFIKVERKET

Fördjupade utredningar av underhålls- och reinvesteringsbehov har genomförts för spår, spårväxlar och signalställverk. Resultatet från de genomförda studierna gör att Trafikverket kan prognostisera tekniskt tillstånd för den kommande tioårsperioden, beräkna det behov av underhåll som följer av detta och ställa underhållskostnaden per år mot kostnaden för att reinvestera. Det här innebär att Trafikverket har underlag för att fatta beslut avseende reinvesteringar i spår, spårväxlar och signalställverk där det i beslutsunderlaget ingår en analys av livscykelkostnaden.

För att få en gedigen helhetsbild om Trafikverkets framtida totala underhålls- och reinvesteringsbehov finns ett behov av att genomföra motsvarande studie för resterande större teknikslag såsom:

- Väg- och järnvägsbroar
- Vägbeläggning
- Kontaktledning

Dessutom bör studien av signalställverk utökas så att underhålls- och reinvesteringsbehovet för hela signalområdet innefattas.

Studier med samma metodik för merparten av teknikslagen ger inte bara Trafikverket ett prioriteringsunderlag inom respektive teknikslag utan också för prioritering mellan teknikslagen. För att skapa ett för hela Trafikverket bättre underlag för behovsbedömning och prioritering av åtgärder bör ett flertal aktiviteter inledas

- Ta fram fördjupat utbildningsmaterial avseende metodiken
 - o Utveckling av metodhandbok
 - o Handbok för regressionsanalys
 - o Handbok för beräkningsmodeller
- Ta beslut om vilket teknikslag som står på tur för nästa djupdykning
- Klargöra process och ansvarsfördelning för att säkra att metod och resultat från denna och motsvarande projekt för andra teknikslag:
 - o Kontinuerligt hålls uppdaterade
 - o Ligger till grund för löpande prioritering, planering och går in i framtida verksamhetsplaner, långsiktiga planer och behovsframställningar

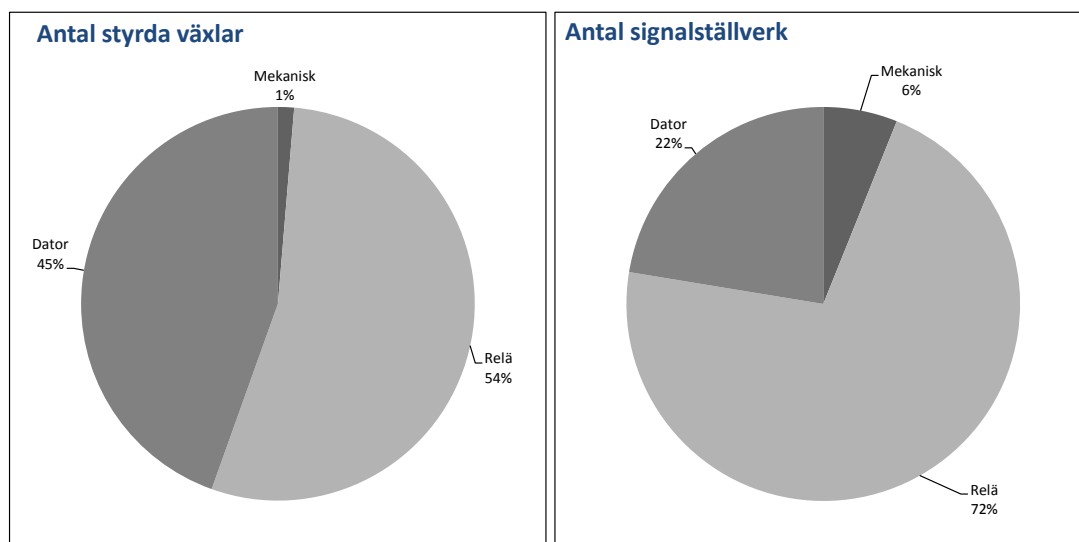
APPENDIX

Översikt av dagens signalställverk

Trafikverket har idag ca 780³ signalställverksanläggningar som är byggda från omkring 1925 till 2010. De flesta av dessa är uppbyggda med relä- eller datorteknik.

Bild 13

Signalställverken styr idag 7035¹ växlar fördelat på ca 780 signalställverk.



¹ Denna siffran kan variera beroende på hur de utbredda signalställverken och dess utdelar

Reläteknik

Skruv och Björnlunda, 22 stycken, 3 procent av beståndet

Skruv- och Björnlundsystemen introducerades omkring 1950 och var de första reläbaserade signalställverken, men fortfarande var inte fjärrstyrning möjlig. På senare tid har Trafikverket moderniserat ett stort antal av dessa så att de går att fjärrstyra. Skruv är till för enkelspår och Björnlunda för dubbelspår, principen för de båda systemen är dock identisk.

Modell 59, 451 stycken, 58 procent av beståndet

Modell 59 utvecklades i slutet på 50-talet för fjärrstyrda stationer. De första 59:orna var standardiserade och installerade i identiska teknikhus och oftast med lika uppbyggnad på bangårdarna. Detta har med åren försvunnit. Idag är modell 59 mer en princip hur man bygger kretsar än ett standardiserat system. Modell 59 byggs fortfarande av Trafikverket.

³ Denna siffra kan variera beroende på hur de utbredda signalställverken och dess utdelar definieras

Modell Cst, 8 stycken, 1 procent av beståndet

Denna signalställverkstyp togs från början fram för de stora bangårdarna i Stockholmsområdet. Modellen är helt reläbaserad och byggprincipen är standardiserad via ett egenutvecklat projekteringsverktyg. Modell CST byggs fortfarande av Trafikverket.

Modell 65, 31 stycken, 4 procent av beståndet

Modellen togs fram som en ersättare till ställarställverken. Modellen är helt reläbaserad och förreglingen är uppbyggd med standardiserade reläsatser.

Övriga reläbaserade signalställverk, 37 stycken, 5 procent av beståndet

Denna grupp av reläbaserade signalställverk består av äldre signalställverk som genom varierande modifiering anpassats till sin nuvarande funktion.

Datorteknik

Modell 85 162 stycken, 21 procent av beståndet

I Sverige var man först i världen med att introducera datorbaserade signalställverk, modell 75, föregångaren till modell 85. Systemet är uppbyggt av en centraldator och utdelar. Modell 85 finns både på stora och små stationer och även i utbredd variant. Med utbredd avses att en centraldator styr flera stationer och även linjen mellan dessa. En variant av den utbredda arbetar via en radioblockcentral. Endast en sådan anläggning finns och den kontrollerar sträckan Linköping - Västervik.

Modell 95, 11 stycken, 1 procent av beståndet

Modell 95 är modell 85:s efterträdare. Trafikverket började bygga med modell 95 år 2005 och den finns bland annat i Göteborg, på Botniabanan och i Malmö.

Övrig och mekanisk teknik

Ställarställverk, 5 plus 1 stycken, 1 procent av beståndet

Ställarställverk finns i två utföranden på Trafikverket, mekaniskt (el/mek) eller elektriskt register (el/el). Modellen användes som standard från 1926 och framåt. Det finns endast ett signalställverk som har mekaniskt register kvar, de övriga fem har elektriskt register.

Centralapparat, 47 stycken, 6 procent av beståndet

Centralapparaten infördes som standard på Sveriges järnvägsnät 1940. Denna signalställverksmodell är ett mellanting mellan ställarställverk och reläställverk. Ställverkstypen går inte att fjärrstyra. "Korvstånd" är ett populärnamn för en typ av centralapparat.

Historik underhåll och reinvesteringar

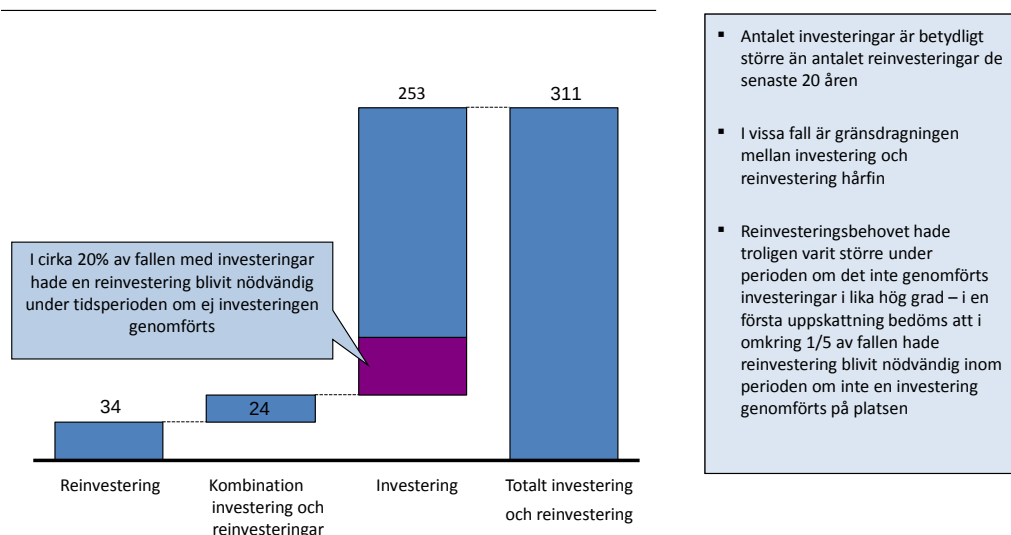
Antal genomförda reinvesteringar samt bakomliggande orsaker

Under perioden 1990-2010 har Trafikverket investerat i 311 nya signalställverk. En genomgång visar att 34 av signalställverksbyggnationerna har genomförts som en direkt följd av ett reinvesteringsbehov. I 24 fall har det funnits ett samtidigt behov av reinvestering och nyinvestering. 253 byggnationer av signalställverk har baserats på ett behov av ökad kapacitet och förbättrad funktionalitet, det vill säga nyinvesteringar. Om dessa nyinvesteringar inte hade blivit av bedöms att cirka 20 procent av dessa 253 signalställverken hade blivit föreslagna som reinvesteringar före 2010, se bild 14.

Bild 14

Under perioden 1990-2010 har över 300 omfattande signalställverksåtgärder genomförts där drygt 30 stycken är att se som rena reinvesteringar

Kategorisering av större Signalställverksåtgärder för perioden 1990-2010¹,
Antal



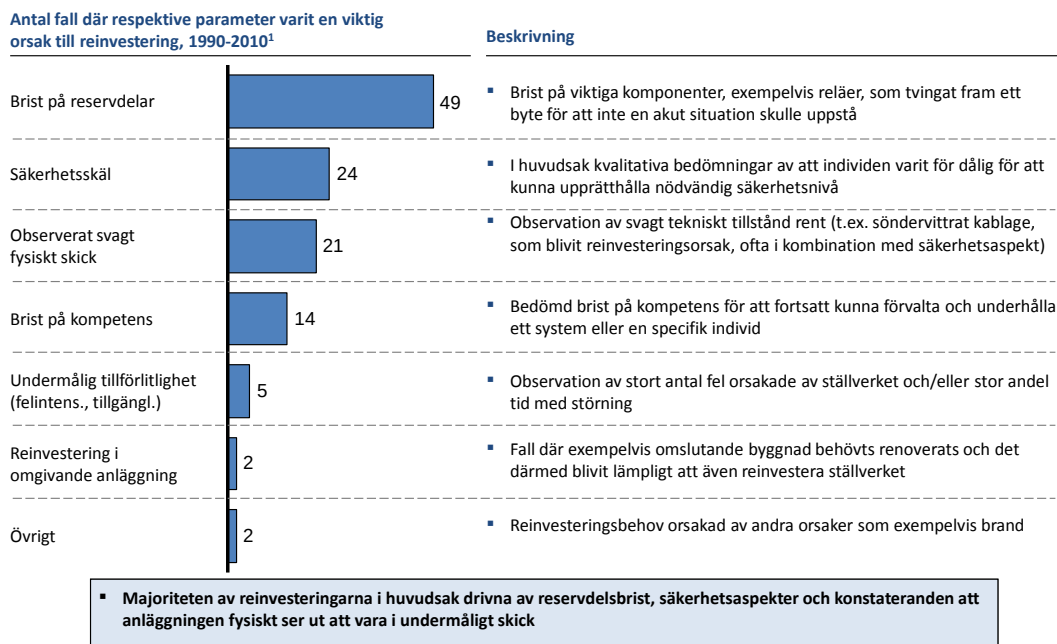
¹ För vissa områden endast data fram till och med 2008

KÄLLA: Signalställverksregister; intervjuer; teamanalys

De genomförda reinvesteringarna har främst orsakats av brist på reservdelar, men också varit relaterade till säkerhetsbrister, brister i tekniskt tillstånd, kompetensbrist med mera. En genomförd reinvestering kan ha flera bakomliggande orsaker.

Bild 15

De reinvesteringar som gjorts i Signalställverk de senaste 20 åren har framförallt varit drivna av brist på reservdelar samt säkerhetsskäl



1 Mer än en orsak kan förekomma per reinvestering

KÄLLA: Signalställverksregister; intervjuer; teamanalys

Under perioden 1999-2010 har 650 miljoner kronor bokförts som signalställverksreinvesteringar men den verkliga kostnaden kan avvika. I vissa fall har signalställverksreinvesteringar troligen bokförts som investeringar alternativt under andra teknikslag eller inte fördelats på anläggningstyp. Se bild 16.

Under perioden 1990–2010 har över 300 signalställverk investerats eller reinvesterats, där investeringarna är i klar majoritet. 34 fall bedöms vara rena reinvesteringar och 24 fall bedöms vara en kombination av reinvestering och investering. Se bild 14.

Den genomsnittliga bokförda reinvesteringskostnaden per utbytt/upprustat signalställverk uppgår till knappt 20 miljoner kronor (består av en mix av 59:or, 85:or och linjeblockering).

Under perioden 1999-2010 har 510 miljoner kronor bokförts som underhållskostnader signalställverk⁴. En bedömning är att detta motsvarar cirka hälften av kostnaden för de underhållsaktiviteter för signalställverk som är genomförda denna period. Se bild 16.

Det har inte genomförts någon fortlöpande samordnad uppföljning mot anläggningstyp, vilket kan över tid påverka datakvaliteten. Det finns inte heller några krav på vilket fokus som den ekonomiska uppföljningen ska ha relaterat till åtgärd i anläggningen. Se även avsnittet i rapporten om förbättring av ekonomiskt dataunderlag och i appendix om bakgrund till föreslagen förbättring av ekonomiskt dataunderlag.

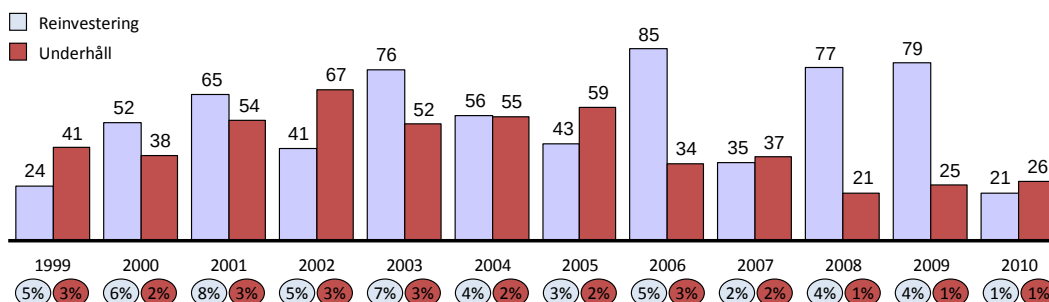
⁴ 1999-2000 avser anläggningstypen endast signalställverk och från 2001 ingår både signalställverk och linjeblockeringssystem.

Bild 16

Under perioden 1999-2010 har SEK 650 miljoner bokförts som Ställverksreinvesteringar men den verkliga kostnaden är oklar

- X Andel av totalt bokförda reinvesteringar
- X Andel av totalt bokfört underhåll

Översikt över historisk åtgärder i Signalställverk och linjeblockeringssystem, SEK Miljoner¹



¹ Det har inte genomförts någon fortlöpande samordnad uppföljning mot anläggningstyp, vilket kan över tid påverka datakvaliteten. Det finns underhålls- och reinvesteringarkostnader som inte bokförts på anläggningstyp överhuvudtaget

KÄLLA: Agresso; teamanalys

Använd data och bearbetningar

Anläggningsinformation – BIS

Förteckning från BIS har legat till grund för den signalställverksförteckning som använts. Då förteckningen inte var heltäckande eller helt aktuell har signalställverksförteckningen kompletterats med information via intervjuer.

Felrapporteringsystemet - Ofelia/TFÖR

Utdrag har gjorts avseende rapporterade fel på signalställverk för perioden 2005-2010. Ur dataunderlaget exkluderades felrapporter avseende linjeblockeringssystem, ATC, sabotage samt övriga fel som uppenbart rapporterats felaktigt. Avseende tidsunderlag för beräkning av tillgänglighet och felavhjälpningstid har detta korrigerats till att inte omfatta mer än 24 timmar.

DS-analys

Från systemet DS-analys har data hämtats för antal växelomläggningar 2010. Data bearbetades så att det gått att utläsa årligt antal växelomläggningar per styrd växel (antal växlar enligt DS-analys) och antal växelomläggningar sedan byggår. Kvaliteten i data var bristfällig varför endast data för vissa regioner kunnat användas. Underlaget bör utökas och uppdateras för att kunna användas i framtida studier.

Säkerhets- och underhållsbesiktningssystem – BESSY

Från BESSY har underlag avseende säkerhets- och underhållsbesiktningar med anmärkningar fördelade per individ inhämtats. Då data var av bristande kvalitet kunde det endast till viss del användas för analys. Luckor i detta system har till viss del kunnat begränsas genom ett stort antal intervjuer med sakkunniga inom Trafikverket och hos entreprenörer. Underlaget bör uppdateras och utvecklas för att kunna användas i framtida studier.

Regressionsanalyser

Vad är en regressionsanalys?

En viktig del i det genomförda arbetet har varit att se hur det tekniska tillståndet utvecklas med tänkbara nedbrytningsdrivare genom användning av regressionsanalys. Regressionsanalys används för att försöka hitta en funktion som bäst passar observerade data. En regressionsanalys kan användas för att förutspå hur en beroende variabel (t.ex. tekniskt tillstånd) utvecklas baserat på en eller flera oberoende variabler (t.ex. drivare till nedbrytning av tekniskt tillstånd såsom ålder eller bruttoton). Vid regressionsanalys skapas således en ekvation baserat på observationer som beskriver sambandet mellan två variabler, den oberoende respektive beroende variabeln. På detta sätt går det att sedan uppskatta värdet för den beroende variabeln genom att välja ett värde för den oberoende variabeln.

Vid regressionsanalys används en rad parametrar som på olika sätt beskriver regressionen och dess hur väl den beskriver sambandet mellan variablerna. Två viktiga parametrar är exempelvis:

- R²-koefficient och R²-adjusted. Dessa parametrar beskriver förenklat sett sambandet mellan den beroende variabeln och den oberoende. Värdet kan variera mellan 0 och 1 där ett lågt värde tyder på svagt samband mellan beroende och oberoende variabler och ett värde nära 1 tyder på ett mycket starkt samband
- P-värde. Denna parameter kan förenklat sägas ange statistisk signifikans, hur stor sannolikheten är att det verkligen finns ett samband mellan variablerna som inte beror på slumpen. Värdet kan variera mellan 0 och 1 där ett lågt värde anger att sannolikheten att det påvisade sambandet beror på slumpen är litet. I regel brukar ett p-värde lägre än 0,05 eller 0,01 tolkas som att ett resultat är statistiskt signifikant

Genomförda regressionsanalyser

Vid analys av potentiella tillståndsp parametrar såsom exempelvis tillförlitlighet (antal fel) och otillgänglighet (nedtid) visade sig tillförlitlighet (mätt som genomsnittligt antal fel per år den senaste sexårsperioden) vara det mest lämpliga måttet på tekniskt tillstånd. Bild 17 visar de mått som var en första hypotes för att beskriva tekniskt tillstånd.

Bild 17

Första hypotes avseende tillståndsparmetrar för tekniskt tillstånd

 Huvudhypotes för kvantitativ analys i fas 2

Möjliga mått på tekniskt tillstånd för signalställverk ¹	Datatillgänglighet och källor	Fördelar med mått	Nackdelar med mått
▪ Felintensitet mätt som antal fel per år och styrd växel	▪ God — Ofelia	▪ Objektiva måttetal ▪ Frekvent använt ▪ Lång tidsserie tillgänglig	▪ Ibland bristfällig rapportering ger bristande kvalitet
▪ Tillgänglighet mätt som andel tid då anläggningen är tillgänglig (=total tid minus totala störningstiden vid tågförsening)	▪ God — Ofelia — TFÖR	▪ Objektiva måttetal ▪ Frekvent använt ▪ Lång tidsserie tillgänglig	▪ Ibland bristfällig rapportering ger bristande kvalitet
▪ Säkerhet mätt som uppfyllande av senaste säkerhetskrav enligt föreskrifter från Teknisk Säkerhetsstyrning	▪ Medel — Säkerhetsgranskningar — Dispenser	▪ Nyckelparameter att uppfylla	▪ Subjektiv bedömning runt uppfyllande eller ej ▪ Svårt att mäta kvantitativt
▪ Reservdelsläge mätt genom antal bristkomponenter och förväntat behov framöver	▪ Medel — Bristlista — M3	▪ Objektiva måttetal i termer av lagersaldo ▪ Lång tidsserie tillgänglig	▪ Bristlista subjektiv, vad är brist (ekonomisk/teknisk) ▪ Leverantörsituation svårt att mäta och överblicka
▪ Kompetensläge mätt genom bedömning av tillgång på kompetens för förvaltning & underhåll inom resp. delsystem	▪ Svag — Certifieringar — Utb-platser		▪ Subjektiv bedömning ▪ Svårt att mäta kvantitativt
▪ Fysiskt skick mätt genom bedömning av tillståndsanalyser	▪ Medel — Tillståndsanalysrapp.	▪ Standardiserat rapportformat ▪ Djup i beskrivning	▪ Subjektiv bedömning ▪ Svårt att mäta kvantitativt
▪ Fysiskt skick mätt genom antal besiktningsanmärkningar av olika typ	▪ Medel — Bessy	▪ Objektiva måttetal	▪ Få anmärkningar på signalställverk
▪ Underhållsmässighet mätt som tid från påbörjat underhåll till avhjälpt fel	▪ God — Ofelia	▪ Objektiva måttetal ▪ Lång tidsserie tillgänglig	▪ Ibland bristfällig rapportering i felrapporter ger bristandekvalitet

KÄLLA: Tidigare utredningar; expertintervjuer; teamanalys

Det tekniska tillstånd, mätt i antal fel per år, analyserades sedan mot potentiella nedbrytningsdrivare och förklaringsvariabler såsom antal tågpassager, antal växelomläggningar besiktningsanmärkningar, klimatdata, samt ålder genom regressionsanalys. Bild 18 visar de drivare av tekniskt tillstånd som utgjorde den första hypotesen.

Bild 18

Första hypotes avseende möjliga drivare till nedbrytning av tekniskt tillstånd

Drivare	Beskrivning	Motivering	Datakällor och tillgänglighet
Användning	Växlingsfrekvens - Antal växlingar ställverket styrt sedan installation Tågfrekvens - Antal tåg som passerat de växlar ställverket styr	- Känns åtminstone för mekaniska ställverks som en faktor som påverkar ställverkets tekniska tillstånd - Proxy för antal växlingar	- Finns för region Öst? i det nya systemet DS-analys - Trafikvy (Roar Hermo) innehåller allehanda trafikdata per geografi
Ålder	Antal år sedan Ställverket installerades eller renoverades	Högre ålder på signalställverk kan medföra försämrad tillgänglighet – kan dock vara orsakat av underliggande faktorer	- BIS - Ställverksregister - Ofelia
Klimat/ Driftsklimat	- Uteklimat & driftsklimat - Temperatur och fuktighet i ställverkets miljö "Åskregioner"	- Väder och vind kan slita på signalställverket och då i olika omfattning beroende på klimat / region - Teknikhusens ålder / kvalitet bör påverka (stora anläggningar = bra teknikhus?)	- Geografisk placering i BIS - Väder/klimatdata från vägsidan och SMHI
UH-entreprenör	Kontraktsområden och kontraktsutformning	Olika UH-metoder påverkar möjligen det tekniska tillståndet	- Avtal - Ofelia - BESSY

KÄLLA: Intervjuer; teamanalys

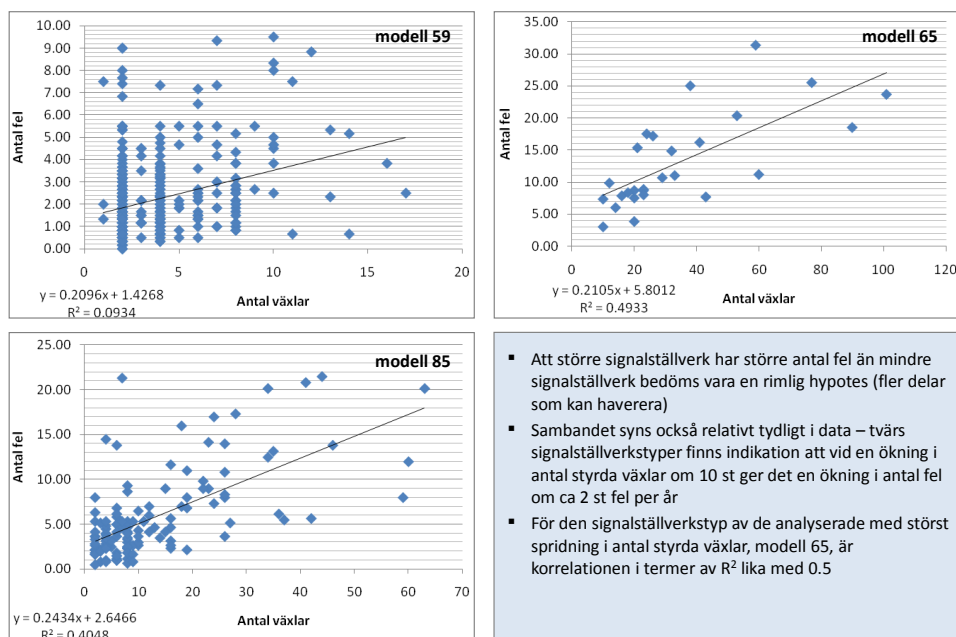
För de flesta modeller har inget tydligt samband kunnat påvisas mellan tänkbara nedbrytningsdrivare och tekniskt tillstånd. Inget samband har kunnat påvisas mellan tekniskt tillstånd och antal tågpassager, antal växelomläggningar, klimatfaktorer samt besiktningsanmärkningar för någon signalställverkmodell. Bristande kvalitet i tillgänglig data har dock försvårat analysen.

När det gäller ålder som nedbrytningsdrivare tycks denna för de flesta signalställverkmodeller inte ha en signifikant påverkan på tekniskt tillstånd. Undantaget är modell 65 där ålder ses bryta ner det tekniska tillståndet mätt i antal fel. En ökning av felfrekvensen motsvarande i genomsnitt 0,3 fel per år kan utläsas av analysen. Se bild 7.

Vid regressionsanalys måste hänsyn tas till signalställverkens storlek. Det går inte att på ett rättvist sätt jämföra antal signalställverksfel för ett stort signalställverk (som styr många växlar och signaler) jämfört med ett mindre (som styr få växlar och signaler) rakt av. Genom regressionsanalys har sambandet mellan signalställverkets storlek och antal signalställverksfel kunnat ses relativt tydligt. Ökningen av antal signalställverksfel vid styrning av fler växlar är dock inte så stark som den tidigare uppfattningen om ett till ett förhållande. Analysen påvisar en ökning på 0,2 fel per utökad styrd växel. Tvärs signalställverkstyper finns en indikation att vid en ökning i antal styrda växlar om tio stycken ger det en ökning i antal fel om cirka två stycken fel per år. Hänsyn till detta har tagits i samtliga regressionsanalyser. Se bild 19.

Bild 19

Överlag ses ett samband mellan årligt antal fel och signalställverkens storlek (mätt som antal styrda växlar) vilket innebär att detta måste tas hänsyn till vid analys av felfrekvens



KÄLLA: BIS; Ofelia; Trafikvy; intervjuer; teamanalys

Vid årlig uppdatering av denna utredning bör regressionsanalyser uppdateras då förbättrad datakvalitet och datatillgänglighet kan öka förståelsen för hur möjliga nedbrytningsdrivare påverkar tekniskt tillstånd.

Detaljer underhållskostnader

Underhållskostnaden har delats in i avhjälpande och förebyggande åtgärder.

De förebyggande åtgärder som använts för modellering av det framtida underhållet har tagits fram via genomgång av föreskrifter, handböcker, pris- och mängdförteckningar samt genomförande av intervjuer. Det avhjälpande underhållet har beräknats via uppgifter från datasystemet Ofelia avseende antalet fel och den tid som krävs i genomsnitt för att avhjälpa felen inom respektive signalställverksmodell.

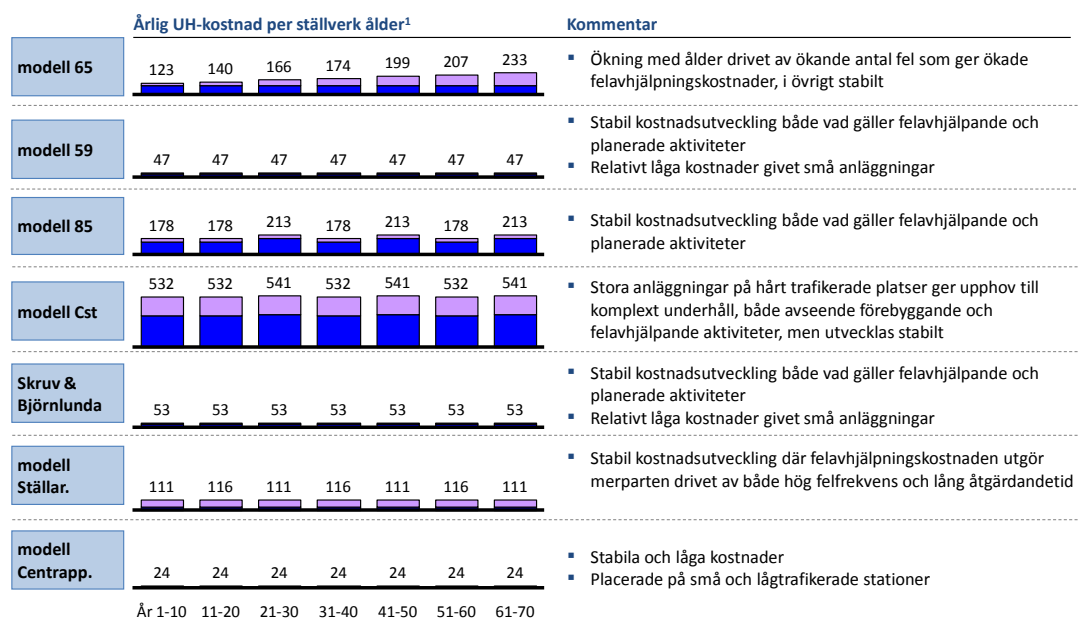
Bild 20 visar den årliga underhållskostnaden per signalställverksmodell kopplat till vilken ålderskategori som signalställverket tillhör, 1-10 år, 11-20 år och så vidare. Bilden visar att underhållskostnaderna är stabila under ett signalställverks livslängd för samtliga modeller förutom modell 65. Den ökade underhållskostnaden för modell 65 beror på att antalet fel förväntas öka med 3 stycken under en tioårsperiod. Denna ökning medför ökande felavhjälpningskostnader.

Bild 20

För modelleringen behövs en uppskattad underhållsskostnad för ett signalställverk där nedan beskriver typbilden med nuvarande antaganden

SEK tusental

■ Felavhjälpn
■ Planerat



¹ Baserat på en genomsnittsstorlek för respektive signalställverkstyp. Jämförelser mellan signalställverkstyper ej relevant givet t.ex. olika storlek och trafiktäthet

KÄLLA: Intervjuer, Underhållskontrakt, Pris/mängdförteckningar; teamanalys

Bild 21 visar den beräknade felavhjälpningskostnaden för de olika signalställverksmodellerna. Felavhjälpningskostnaden för signalställverk av modell 65 beräknas att öka efterhand som signalställverket åldras, från 29 tusen kronor per år och signalställverk i början livslängden, till 130 tusen kronor per signalställverk och år när det nått en ålder över 60 år. Detta beror på att antalet fel beräknas i genomsnitt med 0,3 per år.

Bild 21

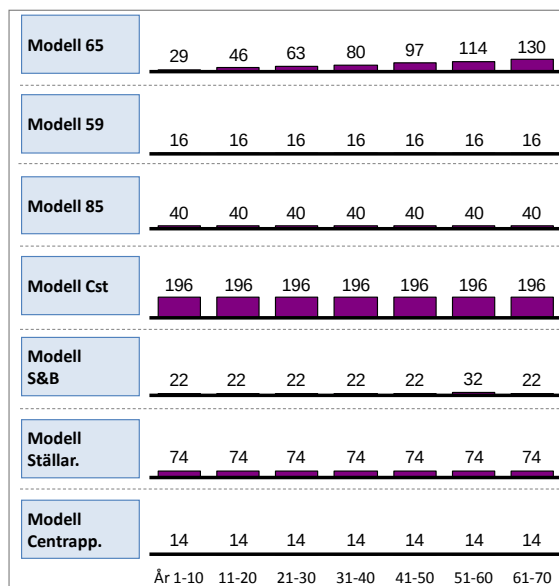
Felavhjälpande underhåll

Föreslagna uppskattade årliga underhållskostnader för felavhjälpande underhåll för ett signalställverk

Huvudsaklig bakgrundsdata och antaganden

- Förväntat antal fel per signalställverk per individnivå baserat på historiskt genomsnitt samt årlig ökning om
 - 0,3 fel per år för modell 65
 - 0 fel per år för övriga signalställverkstyper
- Genomsnittlig åtgärdandetid baserat på snitt för signalställverkstypen i timmar per fel¹
 - Modell 59: 3,5
 - Modell 65: 2,9
 - Modell 85: 3,2
 - Modell 72: 3,7
 - Modell 95: 2,3
 - Cst: 2,7
 - SkrBj: 4,9
 - El/el: 2,7
 - Centralapp.: 2,3
 - Övriga: 2,7
- Restid till och från platsen för felavhjälpare mellan 1,5-2,0 timmar
- Kostnad per mantimme 800 kr
- Genomsnittligt antal felavhjälpare för fel 2 st

UH-kostnad per signalställverk och år¹ SEK tusental



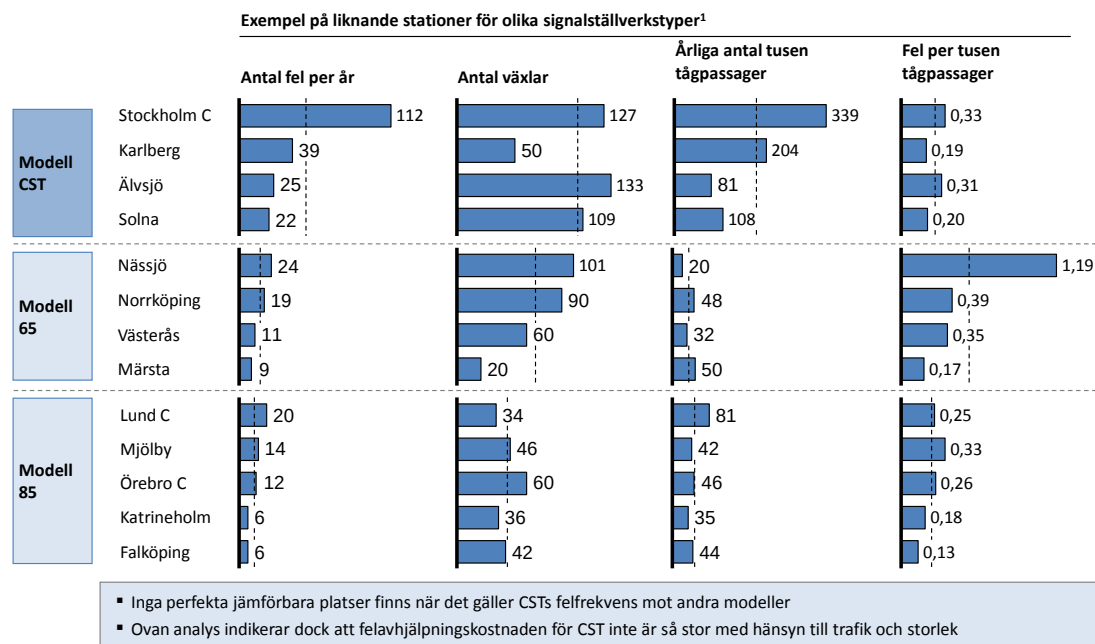
¹ Baserat på en genomsnittsstorlek för respektive signalställverkstyp. Jämförelser mellan signalställverkstyper ej relevant givet t.ex. olika storlek och trafiktäthet

KÄLLA: Intervjuer; Underhållskontrakt, Pris/mängdförteckningar; teamanalys

Den höga underhållskostnaden som bilderna 20 och 21 visar för signalställverk av modell Cst beror på att signalställverket återfinns på stora och mycket hårt trafikerade stationer och har därför inte med modellen i sig att göra. Se bild 22.

Bild 22

Den höga underhållskostnaden för modell CST beror snarare på placering än på modellen i sig - dessa står på stora och mycket hårt trafikerade stationer



¹ Malmö och Göteborg hade varit intressanta jämförelser men nybyggda modell 95 finns på dessa platser vilket medför otillräcklig datatillgång

KÄLLA: Ofelia; BIS; Trafikvy; teamanalys

De förebyggande underhållsåtgärderna skiljer sig delvis åt mellan de olika signalställverksmodellerna både när det gäller vilka åtgärder som utförs och hur ofta de genomförs. Den största skillnaden finns mellan datorbaserade och reläbaserade signalställverk kopplat till olika teknik. Bilderna 23 och 24 visar det förebyggande underhållet för den datorbaserade modellen 85 och den reläbaserade modellen 59.

Bild 23

Planerat underhåll: Datorbaserade signalställverk

Uppskattade kostnader för förebyggande underhållsåtgärder för modell 85

□ Komponent
■ Personal

	Beskrivning av åtgärd	Kostnadsuppskattning SEK tusental per tillfälle och signalställverk	Typisk frekvens Antal per år
Säkerhetsbesiktning	▪ BVF 807.2: Kontroll av anläggningsdokumentation, låsnycklar mm	4	1
Underhålls- besiktning, tillsyn, motsv	▪ Innefattar exempelvis förreglingsdator, koncentrator, utdelssystem ▪ Omfattning/frekvens varierar mellan kontrakt	4	4 (1-12)
Tillsyn CON-kort	▪ Tillsyn och test med bland annat switchning ▪ Omfattning/frekvens varierar mellan kontrakt	28	1
Spårlednings-översyn	▪ Kontroll av spårledningsanslutning och likriktare, spänningsmätning ▪ Omfattning/frekvens varierar mellan kontrakt	28	1
Byte CLT-dator	▪ Byte av CLT-dator (två parallella per signalställverk med livslängd i genomsnitt 10 år)	32	0,2
Byte manöversystem	▪ Byte/uppgradering av manöversystem (Man 85 till Man 900 alternativt Man 900 -> Man 900 PC osv)	264	0,1
Reläprovning	▪ Provning av: JRK, mätande samt JRF och JRK äldre än 30 år	60	0,2
	▪ Provning av: Icke-mätande, JRK och JRF under 30 år	60	0,1

KÄLLA: Intervjuer; existerande finansiell data; teamanalys

Bild 24

Planerat underhåll: Reläbaserade signalställverk – modell 59

Uppskattade kostnader för förebyggande underhållsåtgärder för modell 59

□ Komponent
■ Personal

	Beskrivning av åtgärd	Kostnadsuppskattning SEK tusental per tillfälle och ställverk	Typisk frekvens Antal per år
Säkerhets-besiktning	▪ I regel kontroll av anläggnings-dokumentation och Kontrolllåsnycklar ▪ I vissa fall tågvägsutlösning PLS mm	2	1
Underhålls- besiktning, tillsyn motsv	▪ Kan innefattat t.ex. översyn av manöverutr., strömförsörjning, styr- och kontrollutrustning ▪ Omfattning/frekvens varierar mellan kontrakt	2	1
Spårlednings-översyn	▪ Kontroll av spårledningsanslutning och likriktare, spänningsmätning ▪ Omfattning/frekvens varierar mellan kontrakt	6	1
Byte stödbatteri	▪ Byte av stödbatterier för att säkra upprätthållande spårvägen vid korta spänningsbortfall	26	0,1
Byte lampor manöverpanel	▪ Byte av lampor i manöverpanel (upptäcks normalt vid underhållsbes/tillsyn)	1	0,1
Reläprovning	▪ Provning av: JRK, mätande samt JRF och JRK äldre än 30 år	60	0,2
	▪ Provning av: Icke-mätande, JRK och JRF under 30 år	60	0,1

KÄLLA: Intervjuer; existerande finansiell data; teamanalys

Detaljer reinvesteringskostnader

Vid reinvestering finns ett flertal tänkbara signalställverksmodeller att bygga. Valet är i princip oberoende av vilken signalställverkstyp som redan finns på platsen. Val av modell vid reinvestering ligger utanför avgränsningarna för detta projekt. En genomgång av kostnader för genomförda och pågående signalställverksinstallationer visar att en schablonkostnad kan användas som kalkylvärde oavsett vilket teknikval som görs motsvarande SEK 3 miljoner per styrd växel.

Det borde vara möjligt att nå lägre reinvesteringskostnader per styrd växel vid byggnation av stora signalställverk. Dock har detta inte kunnat påvisas vara fallet historiskt. Istället förhindras skalfördelarna av ökande teknisk komplexitet och ökande licenskostnader mot leverantören. Därför tycks kalkylvärdet också vara tillämpligt oberoende av signalställverkets storlek.

Bild 25 visar reinvesteringskostnader för tillgängliga signalställverksmodeller.

Bild 25

Reinvesteringskostnaden per ställverk ligger omkring 3 miljoner kronor per styrd växel i princip oavsett teknikval

SEK miljoner

Intervjuer och genomgång av tidigare projekt har gett en indikation om en ungefärlig reinvesteringskostnad beroende på antal styrda växlar

	Grund-investering, styrning av 2 st växlar	Grund-investering, styrning av 6 st växlar	Extra per vxl (7-40 st)	Extra per vxl (41-100 st)	Extra per vxl (101- st)	Uppskattad tidpunkt till vilken kompetens/ reservdelar kan säkras
Mod 59	11 ^a 18	16 ^a 26	Ej	Ej	Ej	Ingen observerad gräns
Mod Cst	Ej	17 ^a 32	3,0 ^a 4,8	3,0 ^a 4,8	Enligt separat offert	Ingen observerad gräns
Mod 95/11	Ej ^a Ej	21 ^a 31	3,0 ^a 4,4	3,0 ^a 4,4	Enligt separat offert	2055
Kalkylvärde i modell:	11 ^a	18 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	

- Vid reinvestering finns ett flertal tänkbara ställverksmodeller att bygga, valet är i princip oberoende av vilken ställverkstyp som redan finns på platsen och tekniskalet ligger utanför avgränsningarna för detta projekt
- Dock visar ovan genomgång att en **schablonkostnad** kan användas som kalkylvärde oavsett vilket teknikval som görs med en **grundkostnad på SEK 15 miljoner och tillägg med SEK 3 miljoner för varje extra växel**
- Siffran varierar beroende på vilka relaterade delar som inkluderas i beräkningen (t.ex. kablage, teknikhus)

a Exklusive kostnad för den del som ej kan allokteras till Signalställverk (t.ex. ATC, kanalisering) men bygger på att Signalställverken uppbär del av kostnaden för t.ex. teknikhus

KÄLLA: Efterkalkyler; intervjuer; teamanalys

Kostnaderna för modell Cst utgår från investeringsprojekt i Södertälje. Förkalkyler visar att reinvesteringskostnaden per objekt uppgår till 1,2 miljoner kronor per objekt. Det finns inga tillgängliga kalkyldata för modell 11. Därför antas den uppvisa samma kostnadsläge som modell 95. I bild 26 redovisas en uppskattad kalkyl för nybyggnation av ett signalställverk modell 95, som styr 13 spårväxlar.

Bild 26

Exempelkalkyl, modell 95 som styr 13 spårväxlar

Kategori	Total (MSEK)	Per objekt ¹⁾ (MSEK)	Per växel (MSEK)	Per växel(Signalställverk) ²⁾ (MSEK)
Materiel och Bygg	35,7	0,69	2,75	1,90
Ibruktagning	2,36	0,05	0,18	0,13
Projektering	7,07	0,14	0,54	0,36
Bygg- & Projektledning	5,82	0,11	0,45	0,30
Risk	6,77	0,13	0,52	0,35
SUMMA	57,72	1,11	4,44	3,04

¹⁾ Objekt är komponenter som styrs av signalställverket, exempelvis, spårväxlar, signaler och vägskydd. I kalkylen antas en faktor fyra på varje spårväxel.

²⁾ För att koppla kalkylen till utredningens avgränsning, redovisas en reinvesteringskostnad endast kopplad till signalställverket. Exempelvis exkluderas kostnader för ATC, signaler och tavor.

Beskrivning av hur samhällskostnader kopplas till anläggningens tekniska tillstånd

Data från Ofelia/TFÖR har använts för förseningsminuter för varje enskilt signalställverk. Antal förseningsminuter har sedan kopplats till tekniskt tillstånd genom varje individs årliga antal signalställverksfel. Baserat på förväntad utveckling av tekniskt tillstånd har sedan utveckling av förseningsminuter kunnat modelleras.

Till sist har samhällskostnaden per förseningsminut kvantifierats med hjälp av data från utredningen Järnväg Vinter 2010, vilket ger en kostnad per tågförseningsminut (som viktat medelvärde av person- och godstrafik) på omkring 600 kronor.

Beskrivning föreslagen datainsamling

Trafikverket bör säkerställa framtida tillgång på data, till exempel genom att samla in och registrera trafik-, kostnads-, besiktnings-, underhålls- och feldata på en mer omfattande nivå. Detta underlag skulle möjliggöra en än mer objektiv definition av teknisk livslängd.

Tekniska parametrar och drivare

Registrera utförda underhållsbesiktningar, även det som benämns tillsyn, samt anmärkningar och åtgärder.

Samla in underlag kring utfört underhåll, exempel reläprovning.

Registrera omfattande komponentbyten för att kunna veta faktisk ålder på de huvudsakliga komponenterna samt för att följa hur ofta byten genomförs.

Feldata

Säkerställa att alla felanmärkningar tillförs rätt individ.

Omöjliggör ologiska tidsangivelser.

Registrering av fel ner på komponentnivå, säkerställ att signalställverket innehar den komponenten.

Kostnader

Registrera underhållsaktiviteter och kostnader på en mer detaljerad nivå för att möjliggöra användning av den faktiska kostnaden i framtida bedömningar.

Registrera kostnader för komponent- och eventuell kompetensbrist, det vill säga den merkostnad det medför när komponenter eller kompetens saknas.

Registrera reinvesteringsaktiviteter och reinvesteringskostnader på individnivå samt specificera vilka kostnader som tillkommer utanför signalställverksbytet.

Orsak till föreslagen förbättring av ekonomiskt dataunderlag

Trafikverket handlar upp underhåll av signalställverk från externa entreprenörer. Den största delen av signalställverksunderhållet utförs inom ramen för så kallade baskontrakt där krav på funktion är styrande. Baskontrakten gäller för en period av fem till åtta år och bakom varje kontrakt finns en så kallad pris- och mängdförteckning som är anpassad till den typ av anläggningar och den anläggningsmängd som finns inom det aktuella kontraktsområdet. Pris- och mängdförteckningarna innehåller entreprenörens uppgifter om i vilken omfattning och till vilka priser som underhållet kommer att utföras. Förteckningarna är inte systematiserade i ett gemensamt datasystem utan hanteras separat per kontrakt.

Funktionskraven i kontrakten är inte uppdelade på olika anläggningstyper utan omfattar kontraktet som helhet. De funktioner som tillämpas i nya kontrakt avser exempelvis tillåtet antal fel och tillåten tid för inställelse vid fel. Funktionskraven i kontrakten är inte utformade för att specificera, mäta och följa upp funktioner specifikt hos signalställverk

Den löpande uppföljningen av drift- och underhåll har ingen tydlig koppling till de ursprungliga pris- och mängdförteckningarna. De uppgifter om utfört underhåll som Trafikverket kräver ska återges på faktura etc. är inte utarbetade för att täcka de uppgifter som återges i pris- och mängdförteckningen. Trafikverkets redovisningsmodell i Agresso har en viss koppling till pris- och mängdförteckningen. Men modellen är komplicerad och kravbilderna på rapportering är inte tydlig. Detta leder till att de uppgifter om underhållskostnader för signalställverk som återfinns i Agresso inte bedöms motsvara kostnaden för det underhåll som har utförts.

De underhållsaktiviteter som genomförs på signalställverk registreras inte i Agresso. I Ofelia går det att få uppgifter om antalet fel och hur lång tid det har tagit att åtgärda dessa. I Bessy finns ett fåtal underhållsaktiviteter kopplade till den underhålls- och säkerhetsbesiktning som

genomförs. Många underhållsaktiviteter registreras över huvud taget inte i något för Trafikverket gemensamt system. Exempel är tillsyn av modell 85 och reläprovning.

Det finns således brister i uppföljningen av det underhåll som faktiskt har utförts. I en förbättrad uppföljning bör det vara möjligt att skilja både på omfattningen/kvantiteten av utförda åtgärder och på kostnaden för att utföra dessa.

De reinvesteringsåtgärder som utförs upphandlas som separata objekt och kan därför ofta vara enklare att särskilja i redovisningen. Men många av objekten omfattar flera anläggningstyper och vid fördelning av reinvesteringskostnader i Agresso finns risk för viss godtycklighet i fördelningen mellan anläggningstyperna. Det är också svårt att återfinna fullständiga för- och efterkalkyler för reinvesteringsåtgärder i signalställverk. Det finns därför en stor potential i att förbättra uppföljningen också av reinvesteringsåtgärder.

Intervjuförteckning

Namn	Organisation	Ämne
Björn Svanberg	Teknik	Nuvarande planeringsprocess
Magnus Kårström	Teknik	Nuvarande planeringsprocess
Helena Eriksson	Verksamhetsstyrning	Nuvarande planeringsprocess
Tomas Ölvebring	Verksamhetsstyrning	Nuvarande planeringsprocess
Lena Engstedt	Järnväg	Nuvarande planeringsprocess
Lars Lindqvist	Järnväg	Underhåll, Syd
Karl-Anders Andersson	Järnväg	Anläggningsdrift, Nord
Håkan Zakrisson	Järnväg	Anläggningsdrift, Nord
Fredrik Andersson	Järnväg	Underhåll, Öst/Stockholm
Hans-Ove Benjaminsson	Järnväg	Underhåll, Väst
Conny Loo	Teknik	Anläggningsutformning, Nord/Mitt
Einar Burvall	Järnväg	Underhåll, Nord/Mitt
Lars Holmgren	Teknik	Anläggningsutformning, Nord/Mitt
Staffan Viklund	Teknik	Anläggningsutformning, Öst/Stockholm
Hans-Uno Björk	Järnväg	Anläggningsdrift, Syd
Nils Nilsson	InfraNord	Underhåll, Södertälje
Peter Lundqvist	InfraNord	Underhåll, Stockholm Norra
Jonas Wärn	InfraNord	Underhåll
Mikael Sveronius	Strukton	Underhåll
Olle Larson	ÅF	UPS
Bo Lövenberg	Investerings	Reinvesteringskostnader
Michael Petersson	Investerings	Reinvesteringskostnader
Mikael Strömsöe	Teknik	Modell 59
Fredrik Axelsson	Teknik	Modell 65
Jörgen Sundgren	Teknik	Modell 85
Knut Heijkenskjöld	Väg	Klimat
Kaj Andersson	Järnväg	Avvikelsehantering, Syd
Håkan Bergqvist	Teknik	Elkraft
Mikael Kronman	Järnväg	Anläggningsdrift, Stockholm
Patrik Hållberg	Järnväg	Underhåll, Nord/Mitt
Reine Lindberg	Järnväg	Anläggningsdrift, Mälardalen
Bengt Karlsson	Järnväg	Anläggningsdrift, Mälardalen
Jan Östlund	Teknik	Kraftförsörjning och Teknikhus
Anders Nordström	Teknik	Kraftförsörjning och Teknikhus
Per Hurtig	Verksamhetsstyrning	Balanserad underhållsplan
Martin Smith	Teknik	Nationellt Tågledningssystem

Christer Löfving	Strategisk Utveckling	ERTMS
Peter Alfsson	Investering	Reinvesteringskostnader
Kenneth Pettersson	Investering	Reinvesteringskostnader
Jan Näsholm	Infranord	Underhåll, Kiruna
Ulf Söderholm	Infranord	Underhåll, Luleå

