Strategisk utveckling

Handläggare
Jens Plambeck
08-686 1651
jens.plambeck@sll.se

TJÄNSTEUTLÅTANDE
2019-02-08

Trafiknämnden
2019-03-19, punkt 7

Ärende
TN 2018-1381

Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

Utredningsbeslut framtida trafikstyrningssystem tunnelbana

Ärendebeskrivning

Ärendet avser förslag till utredningsbeslut för framtida trafikstyrningssystem[1] i hela tunnelbanan.

Beslutsunderlag

Förvaltningschefens tjänsteutlåtande samt nedanstående underlag

- Rapport - Behovsanalys framtida trafikstyrning
- Bilaga - Investeringskalkyl framtida trafikstyrning

Förslag till beslut

Trafiknämnden föreslås besluta att föreslå regionstyrelsen besluta

att inom ramen för 2019 års investeringsbudget med inriktningsnivåer för planåren 2020-2028 fatta utredningsbeslut för framtida trafikstyrningssystem till en investeringsutgift om 7 miljoner kronor

Trafiknämnden föreslås för egen del besluta

att godkänna ingående behovsanalys

[1] Trafikstyrningssystem är en modernare och mer korrekt term för det som tidigare kallades signalsystem. Ett trafikstyrningssystem har mer funktionalitet gällande styrning av en flotta av tåg och inte bara ren säkerhet. Signalsystem förekommer fortfarande som term, men mer giltigt för de system TF har idag.

att uppdra åt förvaltningschefen att efter genomförd utredning återkomma till trafiknämnden och regionstyrelsen för redovisning och beslutsunderlag för inriktningsbeslut.

Förslag och motivering

Bakgrund

Tunnelbanan har varit i drift i mer än 60 år och står för närmare hälften av länets kollektivtrafikresor varje dag. Tunnelbanan har hög punktlighet och varje dag genomförs 1,3 miljoner resor i systemet. Kundnöjdheten är hög, och har ökat de senaste 10 åren. Trots att tunnelbanan är ålderstigen behöver den kunna utföra samma tjänst även i framtiden, fast under förändrande förutsättningar i ett växande Stockholm.

Samtliga reinvesteringar och investeringar behöver nu identifieras och värderas utifrån ett systemperspektiv med beaktande av hela kollektivtrafiksystemet. Under 2018 och 2019 genomför därför trafikförvaltningen en systemanalys för tunnelbanan. Systemanalysen kommer att leda till en uppdaterad utvecklingsplan för tunnelbanan och ska identifiera nödvändiga investeringar för att säkerställa tunnelbanans befintliga nytta samt de nya utbyggnadssträckornas potential.

Tunnelbanan är ett komplext system, uppbyggt av flera delsystem som behöver hanteras som en helhet för att kunna möta kommande utveckling och utmaningar. Trafikstyrningssystemet utgör en central del i tunnelbanesystemet och har som huvuduppgift att se till att tåg inte krockar och att styra trafiken. Tunnelbanetrafiken är en samhällsviktig verksamhet, vilket ställer krav på långsiktiga lösningar.

Trafikförvaltningen behöver både genomföra åtgärder för vidmakthållande av dagens trafikstyrningssystem, inom ramen för anpassning trafikstyrning befintlig tunnelbana (TN 2015-0991), och parallellt inleda förnyelsearbetet med framtidens trafikstyrningssystem, för att säkerställa långsiktig investeringsnytta för länets samlade kollektivtrafik.

Trafikstyrningssystemet möjliggör tät tunnelbanetrafik med god säkerhet och består av funktionerna manöversystem, säkerhetslogik och hastighetsövervakning.

Dess huvuduppgift är att hindra tåg från att kollidera med andra tåg, och hindra tåg från att köra fortare än vad omgivningen medger. Starka kopplingar finns till samtliga delar i tunnelbanan. Mycket förenklat kan det beskrivas som att trafikstyrningssystemet får de många ingående delarna i tunnelbanans infrastruktur att tala med varandra. För att hantera den framtida utmaningen behöver trafikförvaltningen ett ensat system för att styra alla tunnelbanelinjerna och minska variationerna och skapa ett balanserat kollektivtrafiksystem.

Överväganden och motivering

I enlighet med budget 2019 (LS 2017-1455) ska trafiknämnden säkerställa att den framtida tunnelbanan är robust, attraktiv och flexibel. Alla tåg bör kunna framföras på alla banor, underhållas i alla depåer, kontrolleras av ett gemensamt trafikstyrningssystem och ledas från en gemensam trafikledningscentral.

Utifrån genomförd behovsanalys föreslås att en utredning påbörjas för framtida trafikstyrningssystem, där också alternativet att vidmakthålla befintligt signalsäkerhetssystem utreds utifrån hela livscykelperspektivet. Utredningen för trafikstyrningssystemet kommer tillsammans med det pågående systemanalysarbetet beskriva tidsperspektivet för när vitala delar för tunnelbanenätet ska vara införda.

Nya trafikstyrningssystem är digitala med hög grad av automatisering som innebär att operatörer i trafikledning kan få omfattande stöd i sitt arbete, i synnerhet vid oväntade situationer som uppstår. Tågen styrs automatiskt av trafikstyrningssystemet, vilket möjliggör förarlös drift samt ger en behagligare resa för resenärerna och tågen kan köras mer flexibelt, kopplas isär och ihop enligt aktuellt trafikbehov samt parkeras längs med spåren för att hantera plötsliga förändringar i omgivningen. Flexibel trafikering är värdefull vid underhåll och annat arbete i spåren. För största möjliga utväxling behöver även arbetsfordon och depåområden utrustas med trafikstyrning.

Trafikförvaltningen behöver skyndsamt utreda och planera åtgärder innan den förlängda livstiden på befintliga system är uppnådd och för att möjliggöra tunnelbanans förmåga att möta framtida behov. Komplexiteten i detta system ligger i att det finns beroenden till i stort sett alla tunnelbanesystemets övriga ingående delar; stationer, eventuella plattformsbarriärer, spåranläggning,

depåer, fordon, kraftförsörjning, teknikrum, ledningscentral och trafikinformation.

Ekonomiska konsekvenser
Detta beslut omfattar utredningsbeslut om 7 miljoner kronor. Bilagd behovsanalys har genomförts under 2018 och utgör underlag för detta utredningsbeslut. Objektet finns ej upptaget i trafiknämndens budget för 2019 med planår 2020-2028. Utredningen inryms i befintlig budgetram för 2019.

Utgifter för ett kommande genomförande av framtida trafikstyrningssystem omfattar hela tunnelbanans trafikstyrning inklusive de nya utbyggnadssträckorna. För att i framtiden skapa ett sammanhängande trafikstyrningssystem för samtliga linjer finns ännu ej beräknade ekonomiska konsekvenser inom och efter planperioden. Trafikförvaltningen avser återkomma med underlag för inriktningsbeslut inklusive uppskattade utgifter och kostnader för ett genomförande när utredningen är färdigställd.

Riskbedömning
Under utredningsstudien kommer riskanalyser enligt trafikförvaltningens riskmodell att genomföras för att identifiera risker för utredningen och kommande faser. Utredningen kommer att omhänderta de identifierade riskerna från behovsanalysen, vilken utgår från en intressentanalys.

Att starta en utredning för framtida trafikstyrning är nödvändigt för att hinna införa nya trafikstyrningssystemet innan den förlängda livstiden på befintliga system är uppnådd. Risken är framför allt relaterad till tid och hanteras genom att starta utredningen och skapa goda förutsättningar för planering och genomförande genom att i utredningen ha aktiv styrning, rätt resurser samt fokus på tydligt uppdrag och tidplan.

Konsekvenser för miljön

Utredningen kommer att beakta miljökonsekvenser för olika utredningsalternativ.

Sociala konsekvenser

Utredningen kommer att beakta sociala konsekvenser för olika utredningsalternativ.

Strategisk utveckling

TJÄNSTEUTLÅTANDE
2019-02-08

Ärende
TN 2018-1381

Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

Caroline Ottosson
Förvaltningschef

Jens Plambeck
Chef Strategisk utveckling

Trafikförvaltningen
STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Veksamhetsstyrning och ekonomi
Verksamhetsstyrning och uppföljning
Central styrning

Handläggare
Anna-Maria Nordman
070-786 3624
anna-maria.nordman@sll.se

KALKYL
2019-02-08

Kalkyl inför investeringsbeslut

Syftet med detta dokument är att fungera som kalkylunderlag inför beslut om finansiering av projekt. Dokumentet ingår som en del av Ekonomihandboken under avsnitt "Investeringar".

För instruktioner kring användandet av kalkylmallen hänvisas till dokumentet "Instruktion för kalkyl inför investeringsbeslut", Ekonomihandboken alternativt kontakta handläggaren enligt kontaktuppgifter ovan.

Länk till instruktion: **Ekonomihandboken**

2. Information

Program (namn)	Framtida trafikstyrning	
Program (nummer)	30035	
Huvudprojekt (namn)	Framtida trafikstyrning	
Huvudprojekt (nummer)	502179	
Projekt (namn)	Framtida trafikstyrning	
Ärendenummer för beslut - Utredning	TN 2018-1381	
Ärendenummer för beslut - Planering	TN 2018-1381	
Ärendenummer för beslut - Genomföran	TN 2018-1381	

Trafikförvaltningen
STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Sammanfattning

Alla belopp i tusen kronor

Program	Framtida trafikstyrning
Huvudprojekt	Framtida trafikstyrning
Projekt	Framtida trafikstyrning

Fas 10 - Utredning

Beslut

Kalkylår	2019
Investeringar	7 000
Kostnader	0
Utredningsbeslut	**7 000**

Nominella värden

Kalkyl utförd av: Sonja Marin-Löf

Tidigare beslut

Investeringar	
Kostnader	
Totala utgifter	**0**

Nominella värden

Utfall

Investeringar	
Kostnader	
Totala utgifter	**0**

Nominella värden

Totalt alla faser

Beslut

Utredning	7 000
Planering	0
Genomförande	0
Total utgift	**7 000**

Nominella värden

Utfall

Utredning	0
Planering	0
Genomförande	0
Total utgift	**0**

Nominella värden

3. Utredning (Fas 10)

Program: Framtida trafikstyrning
Huvudprojekt: Framtida trafikstyrning
Projekt: Framtida trafikstyrning
Ärendenr: TN 2018-1381

Kalkylår	2019

Investeringar exkl. index (tkr)	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**Totalt**
Planering för utredning	700										700
Framtagning av utredning	2 500	2 500									5 000
Framtagning av beslutsunderlag	700	510									1 210
											0
											0
Total exkl. index	**3 900**	**3 010**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6 910**
Indexprognos	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
Totalt indexpåslag (%)	100%	103%	106%	109%	113%	116%	119%	123%	127%	130%	
Total investeringar inkl. index	**3 900**	**3 100**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7 000**

Kostnader exkl. index (tkr)	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**Totalt**
[Kostnadspost]											0
											0
											0
											0
											0
Total exkl. index	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Indexprognos	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
Totalt indexpåslag (%)	100%	103%	106%	109%	113%	116%	119%	123%	127%	130%	
Total kostnader inkl. index	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Total beslut inkl. index	**3 900**	**3 100**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7 000**

Kalkyl utförd av: Sonja Marin-Löf

Kommentarer

Strategisk utveckling
Trafik- och infrastrukturutveckling
Systemledning

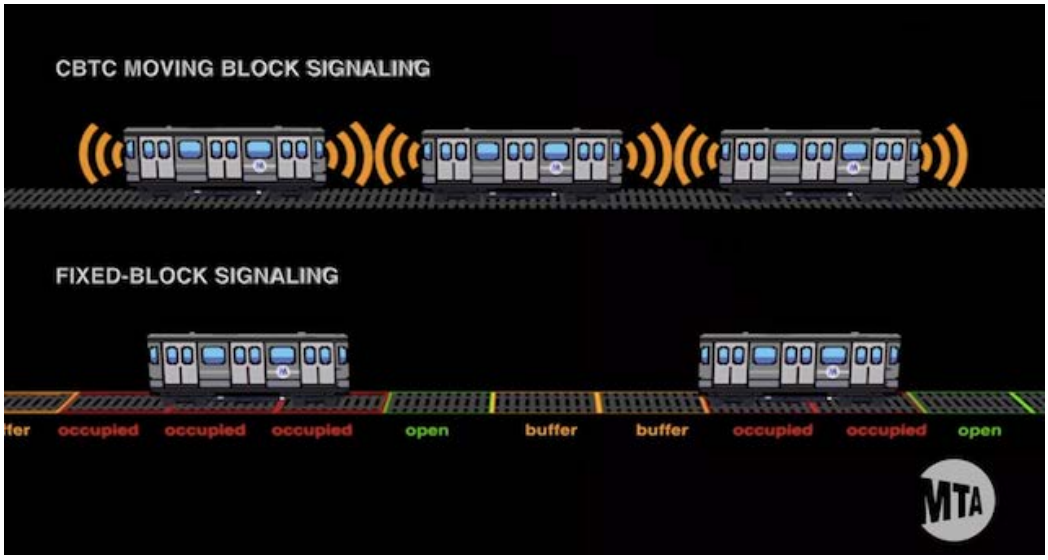
Handläggare
Kristina Löwenberg
+46 707 86 30 36
kristina.lovenberg@sll.se

RAPPORT
2018-11-19
Version 5.0

Ärende/Dok. id.
TN 2018-1381

Infosäk. klass
K1 (Öppen)

Behovsanalys Framtida trafikstyrning



http://www.railwaysignalling.eu/introduction-cbtc-system-description

Innehållsförteckning

Förord 3
Sammanfattning 3
1 Inledning 3
2 Bakgrund och förutsättningar 4
2.1 Bakgrund till studie 4
2.2 Studiespecifika omvärldsförutsättningar 4
2.3 Upplägg av studiearbete 6
3 Mål, utvärderingsparametrar och krav 7
3.1 Övergripande mål 7
3.2 Effektmål och utvärderingsparametrar 7
3.3 Målkonflikter 7
4 Nulägesbeskrivning 8
5 Utredning av inriktningar eller lösningar 9
5.1 Beskrivning av studerade inriktningar eller lösningar 9
5.2 Kostnader och potentiella intäkter 10
6 Konsekvensbedömning 12
6.1 Ekonomiska konsekvenser 12
6.2 Konsekvenser för miljön 12
6.3 Sociala konsekvenser 12
6.4 Riskanalys 12
7 Samlad bedömning och rekommendation 13
7.1 Sammanvägd bedömning av konsekvenser och risker 13
7.2 Rekommendation 13
7.3 Förslag till fortsatt arbete 14
8 Källförteckning 14
9 Bilagor 14

Förord

Behovsanalysen har initierats för att uppfylla det formella underlaget till det föreslagna utredningsbeslutet gällande framtida trafikstyrning för tunnelbanan.

Trafikförvaltningen behöver säkerställa att tunnelbanan är rustad för att vara ett attraktivt val för resenärerna även i framtiden. Förutsättningar kommer att ändras i och med att nya tunnelbanesträckningar ska börja användas. Fler resenärer förväntas välja tunnelbanan.

Behovsanalysen belyser hur trafikstyrningssystemet, ett av tunnelbanans många delsystem, behöver studeras för att möta framtida behov.

Trafikstyrningssystemet är det system som möjliggör att trafiken kontinuerligt kan bedrivas med både hög säkerhet och kapacitet.

Sammanfattning

Dagens nivå på trafikstyrning behöver ta höjd för behov som finns på mycket lång sikt, bortom den nivå som krävs vid trafikstart av utbyggd tunnelbana.

Den utbyggda tunnelbanan utgör ett steg på vägen mot den framtida tunnelbanan. Vi vet redan idag att tunnelbanan kommer att byggas ut med ytterligare en linje mellan Fridhemsplan och Älvsjö.

En utveckling av tunnelbanan med ny typ av trafikstyrning måste ske i samklang och ännu hellre i framkant med utbyggnader av stationer, spår och depå samt anskaffning av fordon.

Trafikstyrningens funktionalitet behöver utvecklas tillsammans med övriga ingående delar och tillhörande verksamhet för att bättre uppfylla dagens och framför allt framtida förväntningar.

1 Inledning

En behovsanalys ska svara på ***varför*** en utredningsstudie ska påbörjas.

En utredningsstudie ska leda fram till svar på frågan ***vad*** det är som ska göras genom att studera alternativa inriktningar och lösningar. I utredningsstudien ska även mål för den föreslagna inriktningen tas fram (systemmål). Utredningsstudien ska leda till underlag som möjliggör att ta beslut om fortsatt planering (inriktningsbeslut) för att svara på frågan ***hur***.

Resultatet av kommande utredningsstudie ska vara ett förslag till inriktning som baseras på hur väl tänkbar inriktning leder till definierade effektmål.

2 Bakgrund och förutsättningar

2.1 Bakgrund till studie

Behovsanalysen beskriver hur tunnelbanans trafikstyrning behöver utvecklas och förändras. Förslaget är att vidare utreda och planera för åtgärder där trafikstyrningen bidrar för att öka tunnelbanans förmåga att möta framtida behov.

Bidraget från delsystemet trafikstyrning studeras särskilt och i detta sammanhang klarläggs beroenden till tunnelbanesystemets övriga ingående delar; stationer, spåranläggning, depåer, fordon, kraftförsörjning, transmission, teknikrum, ledningscentral och trafikinformation.

En förändringsresa från dagens situation till en bättre framtida kommer även att innebära en tillhörande utveckling av verksamhet och organisation.

Förslaget omfattar att tydliggöra kopplingar till trafikavtal och underhållsavtal liksom avtal för support.

I och med det pågående arbetet med ”Systemanalys tunnelbana” har det blivit tydligt att det finns behov av att särskilja åtgärder för vidmakthållande och anpassning av dagens trafikstyrningssystem samtidigt som vi påbörjar förnyelsearbetet med framtida trafikstyrningssystem.

En naturlig fortsättning på denna behovsanalys blir en utredningsstudie.

Kommande utredningsstudie kommer att fokusera på framtida trafikstyrningssystem och förtydliga funktioner och nytta med en sådan investering jämfört med att behålla dagens.

I sammanhanget kan nämnas att en utredningsstudie för vidmakthållande och anpassning av dagens trafikstyrningssystem har tagits fram parallellt. I detta parallella arbete har initiativ efter avslutat kontrakt på röd linje satts samman med valda delar i tidigare rapport ”Anpassning trafikstyrningssystem” som främst fokuserat på blå och grön linje.

2.2 Studiespecifika omvärldsförutsättningar

Vi står inför flera utmaningar och möjligheter.

2.2.1 Ett komplext system

Befintliga system åldras och blir mer sårbara. De har i hög utsträckning uppnått sin tekniska livslängd. Risk för störningar och fel ökar med tiden. Det är svårt att få tag i vissa komponenter och kostnader ökar för akut felavhjälpning. Den totala felintensiteten står i omvänd proportion till trafikförmågan.

Det är även svårt att få tag på rätt kompetens. Det är dessutom svårt med återväxten i branschen, då yngre personer förväntar sig modernare teknik.

Det blir fler resenärer i tunnelbanan och systemet byggs ut. Fler komponenter i spår och fler fordon behöver underhållas. Belastningen ökar på både teknik och människor. Det finns behov av ett generationsskifte och effektivisering, allt från ingående teknik till funktioner.

2.2.2 Tunnelbanetrafik är en samhällsviktig verksamhet

Det finns en förväntan på bibehållen pålitlighet och att tunnelbanetrafiken ska uppvisa stor motståndskraft mot vardagsstök men även att trafiken snabbt ska återhämta sig vid en större störning. Vi behöver vidta de åtgärder som krävs för att minska risken för allvarliga störningar, kriser och olyckor.

För trafikstyrningen handlar det om att vidmakthålla det vi har på ett klokt sätt för att köpa oss tid inför vårt omsorgsfulla förnyelsearbete med utökad funktionalitet.

Vi behöver omgående påbörja arbetet inför framtiden och samtidigt livstidsförlänga valda delar av dagens olika system. Det är nödvändigt att säkerställa trafiken fram till dess olika skiften är möjliga att genomföra.

2.2.3 Marknad

Marknaden kan idag erbjuda kommunikationsbaserad trafikstyrning. Det innebär att fordonen har en dialog med landsidan. I stället för dagens envägskommunikation får vi en tvåvägskommunikation. Ny trådlös teknik innebär att antalet komponenter och mängden kablage minskar. Färre komponenter innebär mindre underhåll och mindre felavhjälpning.

Den trådlösa kommunikationen mellan landsida och fordon innebär att systemet håller ordning på både ”för” och ”akter”, d.v.s. vet exakt hur långt varje fordon är och hur långt det är mellan varje fordon. I dagens system är spåret uppdelat i fasta spårledningssträckor och systemet vet att fordonet är någonstans på denna sträcka.

Den kommunikationsbaserade trafikstyrningen erbjuder ett helt annat sätt att trafikera eftersom fordonet har sin egen ”rörliga” körsträcka som följer med fordonet. Detta ska jämföras med dagens system med fasta körsträckor. Ett långt tåg kan utifrån behov med hjälp av automatik delas upp i två kortare tåg och tvärtom sättas ihop till ett längre.

Framtida system erbjuder också möjlighet till motspårskörning i full hastighet. Detta är idag endast möjligt på ett fåtal platser utöver systemet på den gröna linjen. Flexibel trafikering kan vara värdefull vid underhåll och annat arbete i spåret. För största möjliga utväxling behöver även arbetsfordon ha ombordutrustning. För ännu större utväxling bör man överväga att även utrusta depåområdet med trafikstyrning, där så är möjligt.

Marknaden kan ha en konservativ syn på maximal retardation (nödbroms).

Framtida system är digitala med hög grad av automatisering. Det innebär att förare och operatörer i ledningsfunktioner kan få omfattande stöd i sitt arbete, i synnerhet vid oväntade situationer som uppstår. I förlängningen kan även maskininlärning nyttjas. Digitala system kan även utbyta information med andra digitala system vilket ibland leder till oväntade synergier.
Jämför med dagens mobil som används till helt andra saker än samtal.

Huvudfunktionerna i framtida trafikstyrning är följande:

- Planera, leda och följa upp trafik
- Framföra fordon automatiskt
- Diagnosticera fordon och anläggning [1]
- Informera

2.2.4 Beroenden i tid

Tidsperspektivet sträcker sig från dagens situation, till de tidpunkter då FUT driftsätter de nya sträckorna (2024-2027) och mot den nära framtiden 2035 när vidmakthållandet av dagens system för närvarande bedöms upphöra till förmån för framtida trafikstyrning som ska vara hållbart med siktet inställt på 2050.

2.3 Upplägg av studiearbete

Upplägget har främst bestått i att definiera omfattning och begränsningar.

2.3.1 Omfattning

Trafikstyrningssystemet är det system som möjliggör tät tunnelbanetrafik med både god säkerhet och kapacitet.

Trafikstyrningssystemet består traditionellt av delarna manöver- och övervakningssystem, säkerhetslogik, objekt i spår och fordonsskydd (tågskydd/ hastighetsövervakning).

Olika beroenden finns till stationer (barriärer), spåranläggning (spårteknisk hastighet, lutningar, vändspår, uppställningsspår, växelövergångar), depåer (gräns mot trafikspår), fordon (ombordutrustning), kraftförsörjning (återgångsströmmar, jordning), transmission (mellan system ombord och på landsidan), teknikrum (kapsling och intrångsskydd), ledningscentral (att operativt leda och styra trafiken) och trafikinformation (fordonsposition).

2.3.2 Samverkan

Denna behovsanalys har baserats på tidigare utredning gällande åtgärder för anpassning av trafikstyrningssystem med anledning av utbyggd tunnelbana, projekterfarenheter från röd linje och pågående ”Systemanalys tunnelbana”.

---

[1] *Med hjälp av sensorer kan data samlas in och analyseras för att se trender på utrustning som slits. Därmed hinner reparationer ske på ordnat sätt i god tid och stillestånd i trafiken undvikes.*

3 Mål, utvärderingsparametrar och krav

3.1 Övergripande mål

Ett övergripande mål är att öka tunnelbanans förmåga att möta framtida behov.

3.2 Effektmål och utvärderingsparametrar

Under september 2017 genomförde FUT och TF i samverkan ett arbete med att definiera gemensamma systemmål för utbyggnad av tunnelbana. Utifrån dessa systemmål, övergripande mål i TFP och relevanta delar av TFs strategier har nedanstående effektmål för trafikstyrningssystemet definierats.

Trafikstyrningssystemet ska

- medge 2 min-trafik kontinuerligt
- stödja "0-visionen" gällande skydd av liv och egendom
- ha en tydlig och dokumenterad arkitektur
- kunna utvecklas och byggas ut
- vara ekonomiskt och ekologiskt hållbart
- ge stöd vid användande, både vid dagligt arbete och mer sällan

Det innebär bland annat att trafikstyrningssystemet

- uppfyller högt ställda tillgänglighetskrav genom val av robust design och robust teknik
- uppfyller nuvarande och kommande IT-säkerhetskrav
- stödjer det övergripande målet att hela tunnelbanan utgör ett sammanhängande system genom att ombordsystemet på samtliga trafik- och arbetsfordon medger att dessa kan användas i hela systemet

3.3 Målkonflikter

Det finns en naturlig konflikt mellan konstruktionssäkerhet i ett trafikstyrningssystem och möjlighet till hög kapacitet. Trafikstyrningssystemets kärnuppdrag (huvuduppgift) är att hindra tåg från att kollidera med andra tåg. I uppdraget ingår även att hindra tåg från att köra fortare än vad spåret medger.

När trafikstyrningssystemet upptäcker någon form av brist så kommer säkerheten alltid i första rummet.

Det finns många fler delar än trafikstyrningssystemet som bidrar till hög kapacitet, vilka kan ger större effekt vid förändringar än vad ett förändrat trafikstyrningssystem kan åstadkomma.

Investeringskostnaden kontra den effekt som investeringen kan åstadkomma måste vägas noggrant.

4 Nulägesbeskrivning

Dagens trafikstyrningssystem är av två typer. Blå och röd linje har ett reläbaserat system medan grön linje med den nya grenen mot Arenastaden har en äldre generation av ett datoriserat system.

Det finns stora likheter samtidigt som det finns stora skillnader enligt den som är invigd i detaljer. Det datoriserade systemet är i stort sett dubblerat i alla delar utom de delar som finns i spåret. Det reläbaserade är i huvudsak en solitär utan redundans och backup.

En fördel med dagens trafikstyrning är att tågskyddsdelen (hastighetsövervakningen) ombord på våra tunnelvagnar kan förstå båda typerna av trafikstyrningens landbaserade delar. Ombordutrustningen är systemmässigt en del av det datoriserade systemet på grön linje. Med andra ord, dagens ombordsystem klarar av att läsa av hastigheten på samtliga banor.

I övrigt finns idag manöversystem (begära väg), signalsäkerhetslogik (garantera säker väg), växeldriv (lägga om för väg till vänster och höger), spårledningar (detektera tåg och kommunicera tågskydd/hastighetsövervakning) samt optiska signaler (informera siktmässigt till förare). Manöversystemen är placerade i tunnelbanans tre trafikledningscentraler för övervakning av respektive linje. Grön linje har dessutom en backup-central (redundant) på annan plats.

Trafikstyrningssystemet har nära beroende till spår, växlar och el.
El med tillhörande tågdrift och jordningsproblematik är en utmaning. Återgångsströmmar från tågdrift utmanar på olika sätt i de olika typerna av system. Blå och röd linje har en mängd extra utrustning i spåret för att hantera just detta.

Även gröna linjen har en hel del utrustning i spår. Utöver spårledningsboxar finns även kabelslingor placerade vid varje station. Funktionen för dessa är i huvudsak att kunna stanna tåget i rätt position vid ATO-körning.

Trafikstyrningssystemet har även ett nära beroende till fordon och förare via förarpanelen för tågskydd (hastighetsövervakning). Fordonstillverkare kan ha krav på största hastighet utmed plattformen med hänsyn till risken att en defekt korg kan slå i plattformsände. EU-direktiv kan innebära behov att ta hänsyn till krav på komfort i form av sidoacceleration (m/s^2) och ryck (m/s^3). Hastighet, acceleration, retardation och ryck inverkar på den sammanvägda kapaciteten.

I detta sammanhang bör även nämnas alla övriga centrala funktioner för övervakning på samma plats i ledningscentralen i form av olika system för trygghet, information, drift och underhåll av fordon, spår och stationer, liksom system för personalplanering.

5 Utredning av inriktningar eller lösningar

5.1 Beskrivning av studerade inriktningar eller lösningar

Vid identifiering av möjliga inriktningar är tidsperspektivet långsiktigt. Målbilden är ett trafikstyrningssystem som tillsammans med övriga delsystem möjliggör den trafik som bedöms behövas i takt med att Stockholm växer.

Genom att målmedvetet och kontinuerligt arbeta för ett nytt pålitligt system, som har både backup och redundans samt ständigt sträva efter att höja automatiseringsgraden, finns goda möjligheter att möta det ständigt ökande behovet av fullt fungerande trafik.

5.1.1 Robusthet

För att bedriva trafik kontinuerligt i tunnelbanan krävs att hela systemet är robust; att tekniska system, människor och processer samverkar effektivt. Genom att kontinuerligt mäta och analysera systemets robusthet (teknik, trafik och underhåll) kan rätt åtgärder vidtas för att höja systemets effektivitet.

Standarden SS-EN 50126 Järnvägsanläggningar, specificerar robustheten enligt:

- Reliability – Pålitlighet. Hur länge en efterfrågad funktion kan utföras utan avbrott.
- Availiability – Tillgänglighet. Förmågan att utföra definierad funktion
- Maintainability – Underhållsmässighet. Hur snabbt en funktion kan återställas till normalläge efter ett fel.
- Safety – Säkerhet. Förmågan att undgå skada.

5.1.2 Automatisering

International Association of Public Transport (UITP) har identifierat fem grader av automatisering av tunnelbanetrafik:

- GoA 0 (Grades of Automation)
  Innebär att framföra tåget på sikt, att jämföra med att köra en spårvagn i gatutrafik.
- GoA 1
  Innebär att manuellt framföra tåget genom att en förare ansvarar för att starta, köra och stoppa tåget, öppna och stänga dörrarna samt att hantera plötsliga och akuta situationer.
- GoA 2
  Kallas också Semi-automatic Train regulation (STO) och innebär att tåget kör självständigt efter initiering av föraren. Vanligtvis upphör en STO-körning vid ankomst till efterföljande station. Föraren övervakar på- och avstigning och efter avslutat passagerarutbyte och dörrstängning

kan en ny STO-körning initieras. Att öppna och/eller stänga passagerardörrarna kan ingå i förarens uppgifter eller ske automatiskt. Föraren har möjlighet att överta körningen från STO om så erfordras.

- GoA 3
  Innebär att föraren har ersatts av en tågvärd.
- GoA 4
  Kallas också Unattended Train Operation (UTO) och innebär att ingen personal behövs ombord, varken förare eller tågvärd. Fordonet framförs helt automatiserat, även vid akuta situationer.

Att välja GoA 4, UTO, innebär möjlighet till stora vinster genom att exempelvis förarkåren (eller förarhytter) inte behövs och att underhållskrävande utrustning i banan kan minimeras.

Samtidigt krävs stora investeringar och förändringar i arbetssätt. Det blir nödvändigt att se över underhållskoncept, uppgradera underhållsfordonsparken (arbetsfordon) och göra tunnelbanan säkrare genom plattformsbarriärer och spårbeträdandelarm.

För att göra det möjligt att åstadkomma den högsta graden av automatisering av tunnelbanan kommer det att krävas samordnade beslut som i stora delar ligger utanför själva trafikstyrningssystemet och som väsentligt påverkar operatören, underhållsentreprenören och politiken.

Ur själva trafikstyrningssystemets perspektiv är skillnaden relativt liten mellan GoA 4 (UTO) och GoA 2 (STO). I båda fallen är framförandet av tåget i normaltrafik automatiserat. Trafikstyrningssystemet måste dock rent tekniskt förberedas för UTO från början, utan att det därmed ställer krav på ett operativt införande. Ett lämpligt mål kan vara STO-drift och att trafikstyrningssystemet förbereds för framtida beslut om UTO-drift.

5.1.3 Organisation

I verksamheten finns redan idag ett allmänt uttryckt behov av kompetensförsörjning och kontroll på anläggning. Inom trafikstyrning och andra delar behöver organisationen förstärkas avseende systemarkitektur och systemets driftsmässiga status. Det innebär åtgärder för att behålla och utveckla medarbetare som redan finns i organisation och verksamhet samt rekrytera nya medarbetare med teknisk inriktning och helhetssyn.

5.2 Kostnader och potentiella intäkter

Investeringsprojekt inkluderar kostnader för utrednings- och planeringsstudie samt genomförande. I en total kalkyl behövs perspektivet livscykelkostnad (LCC). Frekvensen av framtida återinvesteringar måste inkluderas liksom kostnader för trafik, drift, underhåll och support under motsvarande period.

5.2.1 Systemägaransvar

Ett stärkt systemägaransvar handlar om kontroll på

- Arkitektur, gränssnitt och beroenden
- Trafikstyrningssystemets funktioner och driftsmässiga status
- Införskaffande, underhållsåtgärder, utveckling och utbyggnad under hela livscykeln

5.2.2 Beroenden till andra delar

För att fullt ut kunna nyttja alla fördelar med ett modernt trafikstyrningssystem förutsätts åtgärder för andra delar i tunnelbanesystemet:

- Översyn av och förberedelser på plattformar
- Översyn av och förberedelser i banornas spårlayout
- Översyn av och förberedelser i depåer
- Upprustning av och/eller investering i nya arbetsfordon
- Upprustning av och/eller investering i nya trafikfordon [2]
- Förstärkning av kraftförsörjning till både tågdrift och övrigt
- Lokaler för ledningsfunktioner och tekniska installationer
- Kanalisation för ordinarie och redundant kablage

5.2.3 Tekniska och organisatoriska utmaningar och möjligheter

En övergång till ett modernt trafikstyrningssystem innebär inte bara ny teknik utan även ett förändrat arbetssätt:

- Digitalisering
- Informationsutbyte mellan olika digitala system
- Trådlös kommunikation
- Dialog mellan delar ombord och på landsidan
- Automatisering och stöd vid övervakning, manövrering och tågkörning
- Även trafikförvaltningens interna organisation påverkas och behöver ses över vid införandet av ett nytt trafikstyrningssystem

[2] *Vid fel på sekundärfjädringen på första boggin i C30, så sätts ledande vagnsdel automatiskt ned till 30km/h samt skickar en felindikering till föraren. Ett fel på någon av de övriga boggierna ger ingen hastighetsreduktion, bara ett felmeddelande, och åtgärd sker när fordonet kommer in i depå.*
Avseende ryck finns specificerade kundkrav avseende komfort (enligt norm EN 12299 där det finns angivet hur ryck kan utvärderas, dock inga tvingande EU-direktiv).
C20 och C30 skiljer sig systemmässigt och kan ej jämföras rakt av.

6 Konsekvensbedömning

6.1 Ekonomiska konsekvenser

En del investeringar behöver göras redan idag för att ersätta de mest akuta delarna men dessa kommer med all sannolikhet att vara avskrivna i samband med införandet av ny trafikstyrning.

Digitala system kostar mer i investering, support och uppgraderingar samt kräver tätare återinvesteringar än reläbaserade system. Digitala system har kortare livscykler.

6.2 Konsekvenser för miljön

Med ny trafikstyrning finns inte bara möjligheter att optimera trafiken med avseende på tidtabell eller tid mellan tåg. Det finns även möjlighet att optimera kraftförsörjning och återgångsströmmar för tågdrift.

6.3 Sociala konsekvenser

I förlängningen kommer digitalisering och automatisering att innebära möjlighet till förarlös drift av fordon och därmed mer flexibel trafikering.

Även ledningsfunktioner kan komma att bli mindre personalkrävande.

Med förändrad och utvecklad trafikstyrning kommer nya behov att uppstå. Sannolikt kommer personal att behöva utbildas för att erbjudas nya roller i tunnelbanesystemet och därmed förstärka dess attraktivitet.

6.4 Riskanalys

Framtida trafikstyrning är beroende av framtida kritisk radiokommunikation (trådlös kommunikation) inom SL-trafiken när det gäller överföring av både tal och data. Det handlar bl.a. om frekvensutrymme, frekvenstillstånd, rådighet och teknikval.

Digitala system behöver bedömas och åtgärdas avseende informationssäkerhet. Reläbaserade system går inte att ”hacka” men de kan vara sårbara på andra sätt.

Framtida trafikstyrning är beroende av att organisation och verksamhet följer med på förändringsresan med ett öppet sinne. Det handlar om att våga lämna det gamla och invanda med tillhörande rutiner och instruktioner för att i gengäld ta till sig nya arbetssätt, både internt och externt.

Innehållet i avtal för trafik, drift, underhåll, service och support behöver överensstämma med användandet av trafikstyrningen som tekniskt system och den tillhörande organisatoriska uppbyggnaden kring detta.

7 Samlad bedömning och rekommendation

7.1 Sammanvägd bedömning av konsekvenser och risker

Dagens trafikstyrningssystem åldras och blir mer sårbara. Risk för störningar och fel ökar med tiden. Det blir svårare och svårare att hålla systemen i funktion.

Den totala felintensiteten står i omvänd proportion till trafikförmågan.

Det är en tung och emellanåt omöjlig utmaning att få tag i komponenter och kompetenser. Trafik, drift och underhåll påverkas.

Det finns en stor risk att tunnelbanans förmåga att möta framtida behov begränsas om inget görs avseende trafikstyrningssystemet.

7.2 Rekommendation

Förvaltningschefen och hennes ledningsgrupp föreslås besluta

att godkänna behovsanalysen

att fatta utredningsbeslut i enlighet med behovsanalysen

Beslut i enlighet med behovsanalysen innebär i korthet att studera förutsättningar för framtida trafikstyrning genom

att utreda tekniska åtgärder för investering inom tunnelbanans trafikstyrning

att utreda påverkan på avtal och överenskommelser

att påbörja förändrade arbetssätt avseende stärkt systemägaransvar

att arbeta vidare med ständiga förbättringar inom angivna målområden i enlighet med förvaltningschefens delegation

7.3 Förslag till fortsatt arbete

Tre möjliga inriktningar behöver studeras

1. Endast vidmakthållande och ingen framtidsinvestering
    a. Kontinuerliga investeringar för utbyte av komponenter och delsystem behöver göras för att ständigt förlänga livslängden för trafikstyrningssystemen i hela tunnelbanan
    b. Bibehållen funktionalitet
    c. Ingen utveckling

2. Avvakta med framtidsinvestering till efter FUT
    a. De mer omfattande investeringarna kan skjutas på framtiden
    b. Överenskommelser gällande FUTs budget, tidplan och projekteringsförutsättningar förblir intakta
    c. Framtidsinvesteringen kommer att installeras i redan bebyggd miljö under pågående trafik (brown-field)

3. Påbörja framtidsinvestering på FUTs utbyggnadssträckor
    a. Delar av de mer omfattande investeringarna behöver beslutas per omgående
    b. Överenskommelser gällande FUTs budget, tidplan och projekteringsförutsättningar behöver omförhandlas
    c. Framtidsinvesteringen kommer att installeras i jungfrulig miljö i stort sett utan trafikpåverkan på befintlig bana (green-field)

Kompetensutveckling och kompetensförsörjning både internt och externt är en förutsättning för samtliga inriktningar.

8 Källförteckning

TN-2015-0991 Rapport utredningsstudie Anpassning trafikstyrningssystem

9 Bilagor

Kalkyl