

Utvecklingsarbetet av Easyswitch 2.0



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för trafik och väg

Examensarbete:
Erik Söderlind
Daria Tregubenkova

© Copyright Erik Söderlind, Daria Tregubenkova

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2020

Sammanfattning

År 2008 påbörjades en förstudie för att införa nya växlar samt växeldriv i Trafikverkets standardsortiment i samband med Innotrack-projektet. År 2009 vann företaget Vossloh upphandlingen med omlägningsanordningen Easyswitch 1.0. Drivet skulle installeras tillsammans med 60E växlar. År 2015 stoppades utrullningen av Easyswitch 1.0 på en bestämd tid på grund av driftstörningar, planen var att återinföra drivet 2016.

Syftet med detta examensarbetet är att undersöka vad som hände efter den stoppade utrullningen, med avseende på hur organisationerna har agerat i det fortsatta utvecklingsarbetet och kvalitetssäkringen av Easyswitch 2.0. För att kunna besvara frågeställningen har en kvalitativ metod utförts, där datainsamling har skett genom intervju- och litteraturstudier.

Införande av ny teknik är en omfattande process. Trafikverket tillämpade sin egna införandeprocess vid utveckling av Easyswitch 2.0, som bygger på SS-EN 50126 RAMS. RAMS står för *Reliability, Availability, Maintainability och Safety*, och ingår som en del i reliability engineering. RAMS är en vägledningsmodell som går att tillämpa kvalitativt och kvantitativt.

För ett fortsatt utvecklingsarbete av Easyswitch 1.0 så förbättrades samarbetet mellan Trafikverket och Vossloh. Det skedde sammanställning av en ny kravspecifikation och vissa punkter blev bärande för utvecklingen av Easyswitch 2.0. Det har skett utveckling samt optimering av komponenter som har varit bristfälliga, de viktigaste har haft koppling till konstruktionen och drivets tillgänglighet och tillförlitlighet.

Transportstyrelsen är det statliga organ som styr vad som skall godkännas för bruk i anläggning, och drivet är under juni 2020 i godkännandeprocessen hos Transportstyrelsen.

Nyckelord: Växeldriv, RAMS, kravspecifikation, Easyswitch 2.0, införandeprocess

Abstract

In 2008, a feasibility study was started to introduce new railway switches and point machines in the Swedish Transport Administration's standard assortment in connection with the Innotrack project. In 2009, the company Vossloh won the contract with the point machine Easyswitch 1.0. The point machine would be installed together with 60E-switches. In 2015, the rollout of Easyswitch 1.0 was halted due to operational malfunctions and was planned for a reintroduction 2016.

The purpose of this thesis is to investigate what happened after the stopped rollout, with regards how the organizations have acted in the continued development work and the quality assurance of Easyswitch 2.0. In order to answer the question, a qualitative method has been used, where data collection has been done through interview- and literature studies.

The introduction of new technology is a complex process. The Swedish Transport Administration applied its own implementation process in the developing of Easyswitch 2.0, which is based on the standard SS-EN 50126 RAMS. RAMS stands for Reliability, Availability, Maintainability and Safety, and is a part of reliability engineering. RAMS is a guidance model that can be used qualitatively and quantitatively.

The Swedish Transport Agency is the state body that controls the approval process, and in June 2020 the point machine is in the approval process at the Swedish Transport Agency.

Keywords: railway switch, RAMS, design specification, Easyswitch 2.0, implementation process

Förord

Det här examensarbetet är vårt slutgiltiga moment i högskoleingenjörsutbildningen *Byggteknik – Järnvägsteknik* vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg, och motsvarar 22.5 hp. Arbetet utfördes under våren 2020. Vi vill främst tacka vår handledare Thomas Axelsson på AFRY, som har varit till stor hjälp genom arbetets gång.

Vi vill tacka vår handledare Carl-William Palmqvist på Institutionen för trafik och väg, Lunds Tekniska Högskola, för råd och vägledning genom arbetet.

Vi vill även rikta tack till våra intervjupersoner Björn Lundwall, Eric Neldemo, Fredric Montell och Alexander Östman som ställde upp, samt våra andra kontakter Anders Ahlquist Daniel Cagatay, Arne Nissen och Jan-Erik Meyer.

Helsingborg 2020

Erik Söderlind
Daria Tregubenkova

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och problemformulering.....	1
1.3 Avgränsningar	2
2 Metod.....	3
3 Reliability engineering och Trafikverkets införandeprocess.....	4
3.1 Reliability engineering och RAMS.....	4
3.2 Trafikverket och RAM	6
3.3 Trafikverkets process av införande av nya komponenter	7
4 Teknisk beskrivning av anläggning.....	12
4.1 Växlar	12
4.2 Växelstandarder	13
4.3 Växeldriv.....	14
4.4 Kontroll- och låsningsanordningar	16
5 Resultat	18
5.1 Utvecklingsarbetet av Easyswitch 1.0	19
5.2 Utvecklingsarbetet av Easyswitch 2.0	21
5.3 Tekniska förändringar i Easyswitch 2.0.....	23
6 Analys	28
6.1 Analys av införandeprocessen	28
6.2 Analys av teoretiska RAMS.....	28
7 Slutsats och diskussion.....	30
7.1 Införandeprocessen	30
7.2 Kvalitetssäkring av växeldrivet	30
7.3 Samarbete och kommunikation.....	31
7.4 Metoddiskussion	31
8 Referenser	33

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På de senaste åren 25 åren har persontrafiken nästan dubblerats på den svenska järnvägen. Även om trafiken har utvecklats i en snabb takt så har inte anläggningen gjort det, anläggningen har istället blivit eftersatt underhålls- och utvecklingsmässigt (Trafikverket 2018).

År 2019 gjordes ca 266 miljoner resor och mängden transporterat gods uppgick till 74 000 tusen ton på den svenska järnvägen (Trafikanalys 2020). Ökande antal resenärer och tyngre axellaster ställer högre krav på anläggningens utformning. Resenärer och näringsliv ställer högre krav på punktligheten. Driftstörningar som orsakar tågförseningar medför stora samhällskostnader samt gör järnvägen till mindre attraktivt resealternativ (Trafikverket 2011). För att kunna möta dagens och kommande behov krävs modernisering av järnvägen. Investeringar i järnvägen är viktiga då det bidrar till en hållbar samhällsutveckling samt främjar transportpolitiska målen då den erbjuder säkra person- och godstrafikstransporter och leder till mindre påverkan på miljön (Bårström, Granbom 2017).

I samband med planer för höghastighetsbanor och behovet av att förnya standardsortimentet påbörjades en förstudie år 2008. Trafikverket var i behov av nya växlar och en passande omlägningsanordning. År 2009 sammanställdes kravspecifikationen som lade grund för upphandlingen av nya omlägningsanordningar. Trafikverket sammanställde en kravspecifikation med 108 krav. Omlägningsanordningen skulle vara slipersintegrerad för att kunna installeras i 60E-växlar och vara konstruerad för att klara hastigheter upp till 320km/h. Upphandlingen vann företaget Vossloh Nordic Switch AB med växeldrivet Easyswitch. Easyswitch tillsammans med spårväxelstandarden 60E skulle ingå i Trafikverkets standardsortiment och ersätta nuvarande JEA-driv och övriga spårväxlar.

1.2 Syfte och problemformulering

Syftet med denna rapporten var att undersöka utvecklingen av Easyswitch 2.0 med avseende på den tekniska utvecklingen och samarbetet mellan Trafikverket och Vossloh. I rapporten lyfts även RAMS fram då Trafikverket tillämpar modellen som arbetsätt.

Frågeställningar

- Hur har Trafikverket och Vossloh arbetat för att kvalitetssäkra Easyswitch 2.0 och säkerställa en god kvalitet?
- Vilka tekniska skillnader har möjliggjort en fortsatt utveckling driven?

1.3 Avgränsningar

I denna rapporten beskrivs utvecklingsarbetet av Easyswitch 2.0. Ekonomiska aspekter, samhällsekonomiska kalkyler, livscykelanalys av drivet och spårgeometri utesluts i denna rapporten. Problematiken samt driftstörningar med Easyswitch 1.0 tillsammans med 60E växlar utesluts då det finns ett examensarbete sen tidigare som berör det.

SS-EN 50126 RAMS kommer inte tas upp då det saknas tillgång till dokumentationen.

Avgränsning sker även mot den teoretiska RAMS-modellen. Den går inte tillämpa fullt ut då data saknas och ej gjorts tillgänglig under arbetets gång.

2 Metod

I den här rapporten har en kvalitativ metod använts för att samla information genom intervju- och litteraturstudier. I intervjustudien ställdes övergripande och konkreta frågor till ett antal människor, för att få reda på deras upplevelser och syn på saker. För att kunna få bra synvinklar i ett problem är triangulering en effektiv metod inom den kvalitativa metoden. I en triangulering samlas information in från personer med olika relationer till problemet, vilket ger en bredare grund av information (Hedin 1996).

För att få en teoretisk grund till arbetets beståndsdelar har litteraturstudier utförts. Litteraturen har koppling till arbetets syfte, metod och frågeställning. Primärt har Trafikverkets verkställande dokument använts för litteraturstudien och ligger till grund för krav, processer och teknik inom Trafikverket. Det har även använts litteratur som är kopplad till RAMS, detta för att få en hel bild av hur det kan användas och tillämpas inom utveckling och kvalitetssäkring av komponenter och system.

I denna rapporten har det utförts intervjuer med fyra personer. Björn Lundwall, som är produktutvecklare på Vossloh och har arbetat med utvecklingen av Easyswitch 1.0 och 2.0. Björn Lundwall har arbetat inom järnvägsbranschen sedan 1982. Eric Neldemo, som är projektledare på Trafikverket och arbetar med att planera och styra projektet. Alexander Östman och Fredrik Montell är handläggare på Transportstyrelsen och arbetar med godkännandeprocessen för Easyswitch.

Innan varje intervju fick intervjupersonerna ge godkännande för att informationen skulle användas i examensarbetet. Intervjuerna spelades in och transkriberades efteråt. Det tog en timme att utföra varje intervju och totalt transkriberades alla intervjuer på ca 20 sidor. Transkriberade intervjuer renskrevs och det valdes ut viktiga delar. Intervjupersonerna fick samma frågor angående utvecklingsarbetet i syftet att få olika infallsvinklar. Resultatet av intervju- och litteraturstudier presenteras i kapitel 5.

Intervjufrågorna sammanställdes med avseende på frågeställningarna. Det ställdes tekniska- och utvecklingsfrågor till Vossloh. Trafikverkets intervjufrågor baserades på deras roll vid utvecklingsarbetet av Easyswitch. Frågorna till Transportstyrelsen handlade främst om hur arbetssättet går till i godkännandeprocessen. Intervjufrågorna är sammanställda i Appendix A.

3 Reliability engineering och Trafikverkets införandeprocess

3.1 Reliability engineering och RAMS

Reliability engineering (sv: tillförlitlighetsteknik) är en ingenjörsvetenskap som handlar om utveckling och kvalitetssäkring av produkter och system. I reliability engineering är kvantitativa och statistiska metoder vanliga för att bygga modeller som sedan kan tillämpas på olika sätt för att göra eller förbättra system (Jiang 2015). I Reliability engineering så ingår även RAMS, som är ett vägledningssystem och står för *Reliability, Availability, Maintainability* och *Safety/Supportability*. Dessa fyra definitioner har också förklaringar som är viktiga för att kunna uppfylla en produkts slutgiltiga funktion.

Reliability (sv: Tillförlitlighet) syftar på en produkts sannolikhet att fungera och utföra sin funktion över en viss tid under ideala eller angivna förhållanden. Produktens tillförlitlighet kopplas tätt samman med kvalitet. Det som avgör kvaliteten beror främst på valen man gör i design- och utvecklingsfasen och tillverkningsfasen (Jiang 2015).

Tillförlitlighetsfel och kvalitetsfel kan uppstå i en produkt. När man pratar om tillförlitlighetsfel syftar det på fel som uppstår i en produkt efter en viss tid i anläggningen. Kvalitetsfel syftar på fel som uppstår i bristfälliga komponenter och vid felmontering, med hänsyn till att ritningar och specifikationer inte följts eller att riktlinjer gällande det också kan vara bristfälliga. Skulle en produkt tillverkas och inte möta en kravspecifikation så blir den avvikande och jämfört med en icke avvikande produkt är den undermålig. Resultatet av detta blir att avvikande produkter har sämre tillförlitlighet med avseende på att utföra sin funktion över tiden (Jiang 2015).

Availability (sv: Tillgänglighet) syftar på att sannolikheten att en produkt eller komponent är i drift beroende på driftsförhållandena. Availability beror på *reliability* och *maintainability* (Phister 2020).

Maintainability (sv: Underhållsmässigt) syftar på att underhålla och återställa en viss komponent eller system till sitt ursprungliga läge med användning av föreskrivna metoder och resurser. Utformning av maintainability sker med avseende på att den skall kunna underhållas för en rimlig kostnad utan svårigheter. I maintainability finns två olika typer av underhållsmässiga definitioner, den *kvalitativa* och den *kvantitativa*. Den *kvantitativa* är med avseende på hur lång tid det tar att felsöka, reparera osv. även kallat *Mean Time To Repair (MTTR)*. Den *kvalitativa* syftar på riktlinjer för maintainability, där nämns det:

- *Safety requirements* (sv: Säkerhetskrav): Säkerhet för individer och system vid montering och installation.
- *Accessibility requirements* (sv: Tillgänglighetskrav): Tillgängligheten för att komma åt komponenter i ett system, med avseende på utrymme.
- *Assemblability and dis-assemblability requirements* (sv: Monteringskrav): Proceduren att montera komponenter i system
- *Testability requirements* (sv: Testkrav): Testkrav för att upptäcka och bedöma fel i ett system
- *Other requirements to support repair operation* (sv: Övriga underhålls optimeringar): Exempel är storleks- och viktdimensioner och mindre antal specialverktyg (Jiang 2015)

Safety (sv: Säkerhet) betyder att produkten eller komponenten inte kan skada personer och miljö under hela livscykeln (Phister 2020). Utformningen för säkerhet handlar primärt om att kunna eliminera risker och faror som kan uppträda. Risk är sannolikheten att en fara kan uppstå och kan ge konsekvenser som ex. skador. Eliminering av risker och faror sker genom att dels göra produkten säker för ibruktagande och användning, och det utförs genom riskanalyser. I riskanalyser så identifieras risker i ett tidigt stadiet och säkerhetskrav ska ställas för att kunna eliminera potentiella risker som kan uppträda längre fram i produktens design eller produktion (Jiang 2015).

Till följd av RAMS så utvecklas även ett *Serviceability program* (sv: Brukbarhetsprogram). Programmet utvecklas för att göra förbyggande åtgärder i diagnostisering, utbytbarhet, justering och reparation hos komponenter eller system. För att göra framtida utformning av komponenter bättre med hänsyn till underhåll och utbytbarhet kan man använda *Design For Serviceability (DFSv)*, vilken är en strategi för att utforma enklare underhåll och service av komponenter och system. Strategin för *DFSv* är att göra en checklista och det slutgiltiga utfallet av det kan användas för att göra förbättringar i komponenter och system i en framtida design. Fyra faktorer spelar roll för utveckling av *Serviceability program*:

- *Lokalisering*: Ex. Underlätta placering av komponenter i förhållande till komplexitet och storlek.
- *Simplifiering*: Ex. Minimering av komponenter och underlättande av monteringsenheter.
- *Standardisering*: Ex. Användande av standardiserade komponenter och system. Bidrar bl.a till reducerade kostnader.
- *Underlättande av underhåll*: Ex. Bortmontering av en enda stor enhet istället för flera små i angränsning till varandra. (Jiang 2015).

3.2 Trafikverket och RAM

RAM är begreppet som syftar på att en komponent eller system ska uppnå en önskvärd driftsäkerhet. I TDOK 2018:0206 RAM - Vägledning för krav och utvärdering framgår det att en RAM-analys, RAM-plan och RAM-krav skall tas fram. Enligt Trafikverket så ska även en strategi finnas vid utveckling och modifiering av komponenter med avseende på vad som ska uppnås med den nya produkten med hjälp av RAM. Varje teknikområde styr sitt eget arbete med RAM-kraven (Trafikverket 2018). I dokumentet återfinns två olika tillgänglighetsdefinitioner, teknisk tillgänglighet och operativ tillgänglighet. Den tekniska tillgängligheten påverkas av maintainability och kan kravställas mot en leverantör av det tekniska systemet. Den operativa tillgängligheten påverkas av *Maintenance Supportability*, som mäts som inställetid, och kan kravställas mot en underhållsentreprenören.

För kompletta system kan följande RAM-krav/strategier ställas:

RAM-strategi/plan: Vid utveckling av ett komplett system kan en leverantör ta på sig det totala ansvaret för helheten, förutsatt att det är en enskild leverantör. Det har att göra med att det redan då finns strategier och planer för stora projekt och kan då ta ett större ansvar gällande RAM-prestanda.

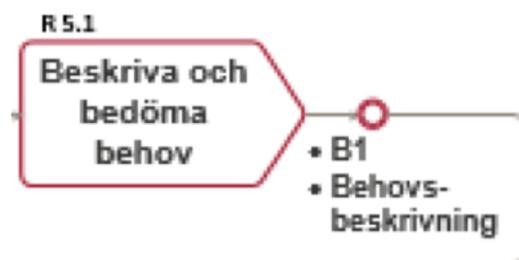
RAM-analys: Ska ett komplett system utvecklas skall en RAM-analys ligga till grund för kravställningen. Analysen kan sammanställas av insamlade data, system och komponenter. Expertbedömningar och simuleringar kan användas ifall historiska data inte existerar, detta för att kunna sammanställa potentiella system som kan orsaka problem.

RAM-krav: I ett RAM-krav kan man ge en viss frihet till leverantören för att kunna uppnå den önskade RAM-prestandan som kravställts. I RAM-kravet kan även tuffare krav ställas än vad som uppnåtts tidigare, dock kräver det att tillgängligheten för ingående delsystem måste bli mer tillgängliga utan att äventyra funktionen och *Mean Time To Repair*.

RAM-utvärdering: Utvärderingen utförs om RAM-kraven uppfylls och då kan en erfarenhetsdrift organiseras. Erfarenhetsdrift innebär att testning av enheter görs i trafikerade spår. Under erfarenhetsdriften är det viktigt att få fram vilka fel som uppkommit och att felen skall åtgärdas enligt kravspecifikationen, och sedan skall det utvärderas enligt RAM-prestandan. Här ingår även användbarhet för manualer och kvalitet på utbildning. Själva utvärderingstiden skall helst vara lång för att hinna med att utvärdera förutsättningar som Miljö och gränssnitt. sedan kan man dra slutsats om RAM-kravens mål är uppfyllda.

3.3 Trafikverkets process av införande av nya komponenter

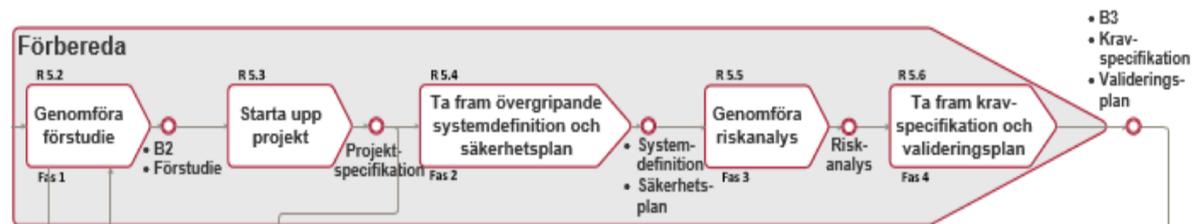
Vid utveckling och införande av nya järnvägstekniska komponenter ska RAMS användas och bygger på SIS-standarden SS-EN 50126, *Specifikation av tillförlitlighet, funktionssannolikhet, driftsäkerhet, tillgänglighet, underhållsmässighet och säkerhet*, under vissa omfattningar, beroende på vad som utvecklas är det lagstiftande att använda SS-EN 50126 (Trafikverket 2014a). Trafikverket har en egen rutinbeskrivning, *Införandet av teknisk godkänt järnvägsmaterial TGM* där korresponderade steg motsvarar faser i SS-EN 50126 (Trafikverket 2014b).



Figur 1 Beskriva och bedöma behov (Trafikverket 2014b)

Steg 1 Beskriva och bedöma behov

Trafikverket tar fram en behovsbeskrivning, ett behov kan uppstå när t ex. ett avtal har löpt ut, enheten är under avveckling, eller att enheten har slutat tillverkas. Behovsbeskrivningen ska innehålla: Beskrivning av efterfrågad enhet, antal, övergripande krav på enheten, konsekvensbeskrivning, påverkan på tillgänglighet och säkerhet. Utifrån behovsbeskrivning fattas beslut om en förstudie.



Figur 2 Förbereda (Trafikverket 2014b)

Steg 2 Genomföra förstudie, motsvarar fas 1 i SS-EN 50126

Syftet med en förstudie är att ta fram underlag för införandet av en eventuell enhet. I underlaget ska det framgå en fördjupad beskrivning av enheten, grundförutsättningar, en strategi för RAMS/LCC. Det skall sammanställas en säkerhetsbedömning och riskanalys. Behovet av enhetstestning ska utvärderas och lämpliga testplatser skall föreslås. Här tas strategi fram för miljöpåverkan och en plan om enheten inte fungerar. För att kunna gå vidare till nästa steg fattas beslut om förstudien är godkänd eller inte.

Steg 3 Starta upp projekt

Beroende på projektets omfattning och komplexitet sammansätts en projektgrupp med lämplig kompetens och kunskap inom olika kompetensområden. Det är viktigt att sammanställa kompetensbehov i olika skeden av projektet. Här tas även en riskanalys fram för projektet.

Steg 4 Ta fram övergripande systemdefinition och säkerhetsplan, motsvarar fas 2 i SS-EN 50126.

Systemdefinition tas fram för att beskriva de förhållanden som enheten ska konstrueras för. I samband med det tas en säkerhetsplan fram, och riskhantering baserad på CSM-RA. CSM-RA är riskbedömning och säkerhetsmetoder som ingår i EU-förordningen som måste tillämpas. För att underlätta processen tas en riskkällelista fram med hjälp av CSM-RA. Syftet med en säkerhetsplan är att ta fram en säker enhet. En säkerhetsplan ska även omfatta tids- och resursbegränsningar. Här ska även en preliminär RAM-analys tas fram. Trafikverket sammanställer en kravspecifikation för enheten som är baserad på RAM-krav och en del andra krav. Kravspecifikationen ska omfatta funktionskrav, underhållsstrategier och säkerhetsfunktioner. Här tas även kontakt med godkännandestödet för dokumentations framtagande som underlag för Transportstyrelsens godkännandeprocess.

Steg 5 Genomföra riskanalys, motsvarar fas 3 i SS-EN 50126.

I riskanalysen beaktas risker som kan innebära miljöpåverkan, skador och dödsfall. Syftet med riskanalysen är att ta fram vilka möjliga risker som kan finnas och kunna uppstå i samband med arbete, och försöka minimera eller helt eliminera att risker uppstår. De kvarstående riskerna som kan finnas kvar ska sedan bedömas acceptans för. Det ska fastställas vilka förhållanden enheten ska konstrueras för.

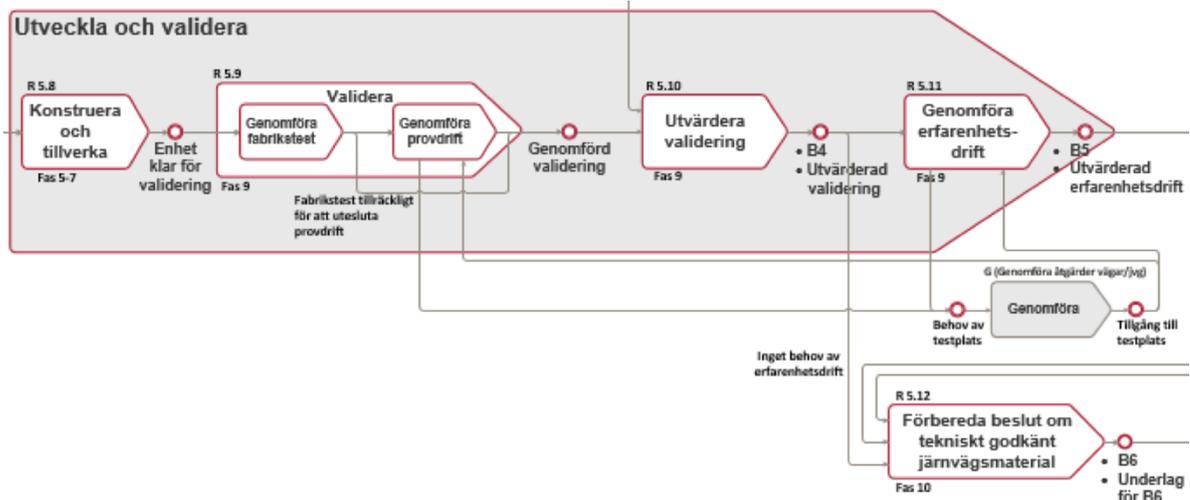
Steg 6 Ta fram kravspecifikation och valideringsplan, motsvarar fas 4 i SS-EN 50126.

Trafikverket sammanställer en kravspecifikation för enheten baserad på RAMS-krav och en del andra krav. Kravspecifikationen ska omfatta funktionskrav, underhållsstrategier samt säkerhetsfunktioner. Alla krav bör motiveras och dokumenteras. Det ska även beaktas krav på LCC. Vid upphandling av avtal som har löpt ut kan en befintlig kravspecifikation användas om kravbildningen är oförändrad. Här tas även en RAM-plan fram, och en valideringsplan för enheten i avseende att testa att ställda krav uppfylls. I valideringsplanen bör det tas fram hantering av avvikelser från ställda kraven. Beroende på projektets omfattning kan krav ställas på leverantören att tillämpa SS-EN 50126. Vid införandet av komplexa system ska standarden tillämpas. För att undvika höga kostnader för leverantörer av enklare enheter räcker det med att ställa tydliga krav. Trafikverket ska istället begära RAMS -aktiviteter:

LCC- data, riskanalyser, beräkningar och tester för att kunna uppfylla SS-EN 50126. För att gå vidare till en upphandling måste godkännandebeslut tas om kravspecifikationen och valideringsplatser.

Steg 7 Upphandla

Vid en upphandling tillämpas Trafikverkets arbetsätt “Genomföra och tillämpa en upphandling”. Under en upphandling tas ett ramavtal fram för enheten och samarbetsvillkor.



Figur 3 Validera och utveckla (Trafikverket 2014b)

Steg 8 Konstruera och tillverka

Under denna processen ska leverantören fördela och definiera acceptanskriterier enligt RAMS-krav, utföra produktanalys, utföra säkerhetsplan och valideringsplan och slutligen anpassa enheten efter kravspecifikationen. Leverantören ska sammanställa nödvändig dokumentation för drift, underhåll, projektering, utbildningsmanualer, instruktioner och interna/externa styrande dokument. Leverantören ska sammanställa en produktanalys avseende på materialval, livslängd och återvinning. All dokumentation ska överlämnas till Trafikverket för granskning och godkännande. Trafikverket ska följa upp leverantörens utvecklingsarbete av enheten med avseende på ställda krav.

Steg 9 Validera, motsvarar fas 9 i SS-EN 50126

För att kunna utvärdera om en enhet uppfyller till de ställda kraven genomförs en lämplig validering. Avseende på enhetens komplexitet och säkerhetspåverkan bör den först testas i laboriemiljö och sedan i provdrift i anläggningen. Att genomföra provdrift kan vara en lång process och kräva framförhållning på grund av att det behövs ansöka om tider i spår. Om installation av enheten medför förändringar i anläggningen kan det behövas söka godkännande hos Transportstyrelsen. Provdraft kräver inte godkännande från Transportstyrelsen men om installationen medför ändringar i anläggningen

och kräver återställning ska godkännande sökas. Under valideringen tillämpas valideringsplan som tagits fram i steg 6. Om testningen inte styrs av standarder då är det upp till leverantörer att ta fram en lämplig metod för validering. Under validering kan även vissa krav verifieras genom att granska dokumentation för att säkerställa att enheten tillverkas på ett rätt sätt. Resultat från valideringen och verifieringen ska sammanställas i en, eller flera rapporter. Det ska finnas dokumentation om hur acceptanskriterier har uppnåtts, brister och fel som har uppstått och hur de har åtgärdats. Det är viktigt att valideringen genomförs enligt valideringsplanen.

Steg 10 Utvärdera validering, fas 9 SS-EN 50216.

Efter avslutad validering ska det utvärderas om ställda kraven är uppfyllda med avseende på RAMS/LCC. Om valideringen har gett tillfredsställande resultat ska det ligga till grund för att starta erfarenhetsdrift. Här ska även säkerhetsbevisning Safety case och säkerhetsrapport tas fram. I dessa rapporter ska det framgå om att ställda kraven uppfylls, och sammanställa villkor för säker användning av enheten. Efter utvärderingen ska det tas beslut om validering har godkänts eller inte. I rutinbeskrivning TDOK 2014:0307 står det följande: ”*I de flesta fall ska beslut om utvärderad validering ske inför erfarenhetsdrift ses som en förhandsinformation om Trafikverkets ambition att inom en snar framtid kunna släppa enheten fri för användning som Tekniskt Godkänt Material*”. Innan beslutet fattas skall en erfarenhetsdriftsplan tas fram och planering av erfarenhetsdrift skall ske. Inför erfarenhetsdrift är det viktigt att planera avhjälpning av fel och säkerställa att det finns reservlager.

Steg 11 Genomföra erfarenhetsdrift, motsvarar fas 9 i SS-EN 50126

I denna fas utförs en erfarenhetsdrift. För att kunna utföra en erfarenhetsdrift måste komponenten eller systemet ibruktas i kommersiell järnvägsanläggning, trots att den inte är godkänt Tekniskt Godkänt Material, därför måste enheten bli säkerhetsmässigt godkänd preliminärt TGM. Transportstyrelsen ansvarar för tidsbegränsat godkännande för enheten och Trafikverket ansvarar för teknisk säkerhetsstyrning vid ibruktagning, och följer interna regelverk i processen.

Erfarenhetsdriften genomförs med syfte att stärka utvärderingarna kring RAMS/LCC, samt att krav på användbarhet och användardokumentation är uppfyllda när drivet tas i bruk i anläggningen.

Nästa steg är att ge återkoppling till “Planera och genomföra upphandling”, med avseende på om drivet fungerade i anläggningen, rättställda krav och om kraven uppfyllde Trafikverkets förväntningar. Sedan skall beslut tas om enheten får godkänt eller inte. Om erfarenhetsdriften godkänns ska ansökan göras till Transportstyrelsen om tillsvidaregodkännande för anläggningen och underlag kan förberedas för nästa beslut om Tekniskt Godkänt Material.

Steg 12 Förbereda beslut om tekniskt godkänt järnvägsmaterial, fas 10 i SS-EN 50126

I steg 12 skall beslut tas hos projektledare och avstämning ske med specialister inom bland annat miljö och säkerhet. För att ta beslut om Tekniskt Godkänt Material krävs det att flera kriterier finns med i dokumentationen, vilket kan delas in i två steg.

Sammanställning av utvecklingsarbetet. Det sker med avseende på bland annat slutrapport för projektet och alla beslut från införandeprocessen med underlag, förteckningar och beskrivningar.

Förberedelser för enhetens användning. Här nämns bland annat definitioner för uppbyggnad av drivet, sortimentstyrning, reservdelslager, dokumentation för bland annat planering, projektering, utbildning, drift och förvaltning. Dessa dokumentationer ska vara kompletta för att upprätthålla enheten under dess livscykel, där inkluderas även manualer, instruktioner, och interna/externa dokument. Även dokument som uppfyller EG-försäkran och andra standarder som en tillsynsmyndighet kräver skall ligga till grund för godkännande. Det ska tas fram planer för hur implementering skall ske, detta sker genom hur information om enheten skall ges och vilken funktion det omfattar. Detta kan exempelvis vara information från ansvarig kvalificerad inköpare eller tekniskt ansvarig, intranät, hemsidor och tillhandahållning av utbildning på Trafikverksskolan eller annan utbildare.

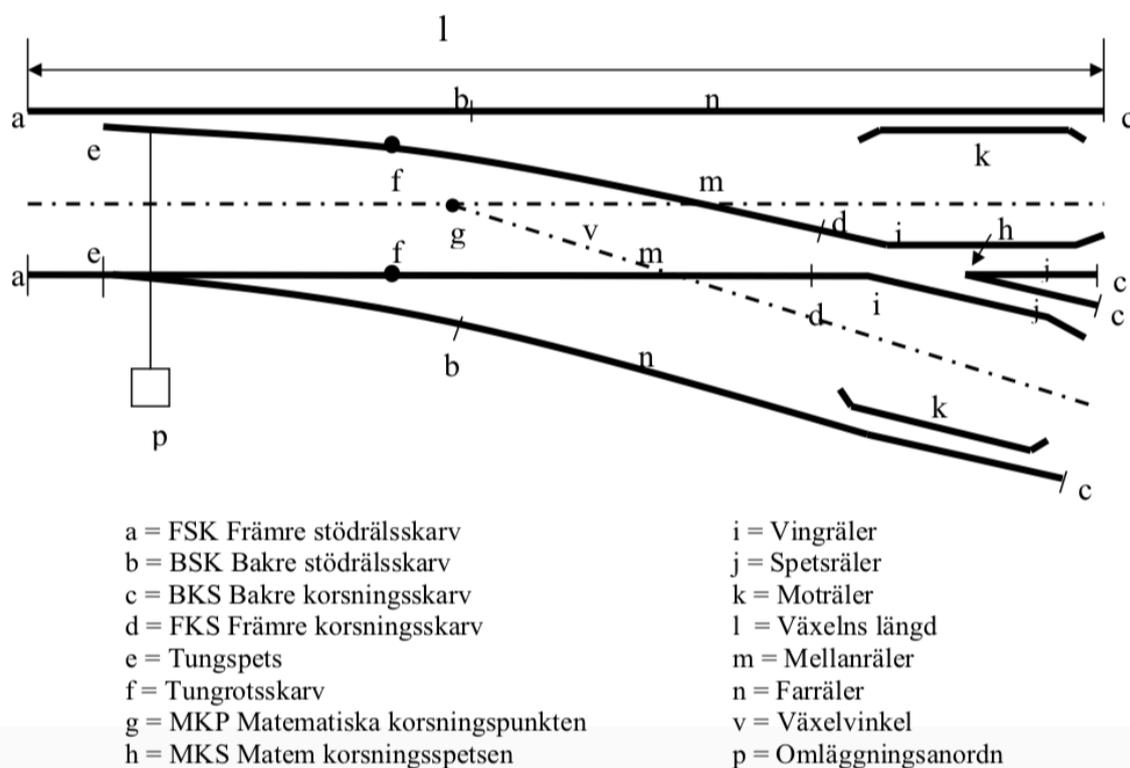
Processen avslutas sedan med beslut från underlag och *sammanställning av utvecklingsarbetet* och *förberedelser för enhetens användning*.

Vid underrättande av beslut så skall all relevant dokumentation vara tillgängliga för projektering, byggprojektering och underhåll. Förvaltaren ansvarar att rätt tillgänglig information finns tillgänglig, detta är genom exempelvis TDOK/TRV-infra och materialkatalogen. När resultatet av denna fas är accepterad är enheten officiellt godkänd för användning i Trafikverkets anläggningar.

4 Teknisk beskrivning av anläggning

4.1 Växlar

En järnvägsväxel är en form av mekanisk anordning vars syfte är att styra tåg på befintligt eller till andra spår. En växel består av en tunga, korsningsparti, vingräler och moträler (se figur 4). Växeltungorna är de primära komponenterna som styr tåget dit det ska. Växeltungan är en bit räl som blivit valsad så den får en mer konisk form, detta gör övergången för tåget mjukare och skonsammare mot fordon och räls. Växeltungornas läge styrs av växeldriv som kan vara manuellt eller elektriskt, beroende på vad för typ av spår den ligger i varierar även vilket driv som återfinns i växeln. Beroende på växeltungans längd så kan antalet växeldriv variera.



Figur 4 Komponenter i en enkel växel (Trafikverksskolan 2018)

Det finns olika konstruktioner för växlar och de kan snabbt bli komplicerade ju mer spår som kopplas till en och samma växel. Oftast undviks komplicerade växlar då underhållet och investeringskostnaden blir högre, därav projekteras växlar i huvudspår primärt som enkel- och korsningsväxlar.

Enkla växlar (EV) är de simplaste växlarna i järnvägsanläggningen, då dessa enbart kräver en tunganordning och 1–6 omläggingsanordningar beroende på tunglängden. En enkel växel har tre “ben”, och kan lägga sig i rakt läge eller vänster/höger-läge. Från två av benen finns en körväg, och där växeln delar sig mot två ben finns två körvägar. Figur 4 och 5 visar enkelväxlar och dess konstruktion.



Figur 5 Enkel växel på driftplats Mörarp, notera längden på växeln och antalet driv (Erik Söderlind 2019)

En växel kan även vara uppkörbar, det syftar på en växel som ligger i fel läge men som ändå går att passera i en växlingsrörelse, ligger växeln i högerläge kan ett fordon passera växeln från ett vänsterläge. Men oftast i anläggningen så återfinns icke uppkörbara växlar. En icke uppkörbar växel har alltid sin växeltunga låst och ska en växelrörelse ske måste växeln ligga i rätt läge (Trafikverket 2017b).

4.2 Växelstandarder

Rälsstandarder har varierat i infrastrukturen med åren baserat på teknisk utveckling på både fordons- och infrastruktursidan. På infrastruktursidan baseras en förändring av växelstandard på högre krav som exempelvis största tillåtna hastighet (STH) och största tillåtna axellast (STAX). Rälsen som finns i vanligt spår och i växlar har samma syfte, att upprätthålla en säker spårgång med hänsyn till alla statiska och dynamiska krafter som finns (Andersson et al. 2014). Rälsstandard baseras på vikt per meter och dimension (höjd och bredd) samt rälsens slutgiltiga böj- och tröghetsmoment.

Växelstandarder har samma beteckning som rälsstandarderna och tillämpar vikt/m för bedömning av vilken växeltyp det är. SJ50 och BV50 delar samma vikt per meter som i det här fallet är 50 kg/m. SJ50 togs fram på 60-talet för att möta de högre kraven på större axellaster och högre hastigheter. BV50 är en modernisering av SJ50, där finns bland annat en mer elastisk befästning och växeltungan är tillverkad av ett tungämne. UIC60 är en växelstandard som tillämpar en 60 kg/m räl och var framtagen för att klara av ytterligare högre hastigheter och axellaster. Alla växelstandarder som nämnts nu har ingen rälslutning som vanliga standardspår har och kräver övergångssliprar för att jämna ut rälslutningen. Den nyaste växelstandarderna 60E tillämpar samma

rälstyp där den väger 60 kg/m men har en räslutning på 1:30, samma som standardspår (Vossloh-Cogifer 2017). 60E började som ett europaprojekt Innotrack, där man ville införa lutande räler i växlar för höghastighetsjärnvägar. Fördelen med detta är att man slipper övergångssliprarna och det blir en mjukare övergång för tåget som leder till minskat slitage och ökad resekomfort.¹

4.3 Växeldriv

Växeldriv, även kallad för omlägningsanordning är en komponent i spårväxlar som har i uppgift att lägga om växeltungorna från ett läge till ett annat. Växeltungorna är förbundna med varandra med ett par stag. Stagets uppgift är att hålla tungorna på plats. Växeldriven är kopplade till ett ställverk, driven får en signal från ställverket om när växeltungor skall läggas om och när tungorna har lagts om skickas en signal tillbaka till ställverket. Omläggningen av en växel skall ske inom en viss tid annars bryts strömmen till motordrivet. Detta är en säkerhetsåtgärd för att inte bränna motorn i drivet. Vid misslyckad omläggning kan det kräva att växeln vevas manuellt i kontroll.

Beroende på växeltyp och växels och tungans längd krävs olika antal växeldriv, ca mellan 1–6 stycken. Driven är olika till uppbyggnad beroende på var de placerade i en växel och växeltyp, där av delas de in i *spetsdriv* och *mittdriv*. *Spetsdriv* och *mittdriv* finns för tungspets och korsningspets. Växel drivets konstruktion påverkas även beroende på vilken sida drivet ligger i spåren dvs höger eller vänster sida. Det finns även lik och växelströmsdrivna omlägningsanordningar och typen anordning beror på vilket ställverk de är kopplade till (Trafikverket 2017b).

Manuella växeldriv är den enklaste driven som finns i järnvägsanläggningen, och är handmanövrerade. Med hjälp av ett växelklot som är försedd med en tyngd läggs växeltungorna om i önskat läge. Växel drivet kan även vara kontrollerat i ställverket genom en modul som installerats, då krävs det att en *Trafikledningscentral (TLC)* låser upp det innan användning. Manuella driv återfinns oftast i mindre trafikerade spår, bangårdar och sidospår.

För att erhålla en högre låsningskraft för växeltungorna kräver det en omlägningsanordning som är tekniskt avancerad och robust uppbyggd för att klara av större krafter och påfrestningar, antingen kan drivet vara elektromekanisk, elektrohydraulisk eller pneumatisk.²

Pneumatiska driv är en typ av växel drivskonstruktion som drivs av tryckluft. Dessa driv återfinns oftast på rangerbangårdar då driven lägger om

¹ Arne Nissen, Spårtekniker på Trafikverket, mailkontakt 25:e Februari 2020

² Daniel Cagatay, Teknik specialist på Trafikverket, mailkontakt 18:e Februari 2020

växeltungorna snabbt.³ Ett pneumatiskt driv har sina fördelar som att lägga om snabbt och vara kraftfulla, men nackdelar med pneumatiska driv är konstruktionen. Konstruktionen kräver luftbehållare, luftledningar och kompressorer och dessa är mer krävande gällande underhåll och kostnader (Ovali 2019).

Elektrohydrauliska driv består av en elektrisk motor som är kopplad till en pump som trycksätter hydraulledningar, ledningarna pumpar hydraulolja och bildar en kraft som då lägger om växelstagen (Ovali 2019). Exempel på växeldriv som använder konstruktionen är Easyswitch, och beskrivning av drivet finns i kapitel 5.

Elektromekaniska driv består av en elektrisk motor och en mekanisk växellåda som styr växelstagen (Ovali 2019). Elektromekaniska driv finns i olika konstruktioner. JEA-driven som oftast återfinns i anläggningen har en konstruktion som gör att motorn sitter i en låda bredvid växeln. JEA-driven är började utvecklas på 1940-talet. JEA 20 var den första i serien och utvecklades på 1940-talet, det var det första elektrifierade växeldrivet på svensk järnväg.⁴

JEA 50-serien lanserades på 60-talet, och återfanns som JEA-52/53 där 52 var uppkörbar och 53 var icke uppkörbar. JEA-52 fanns även som mittdriv i mindre omfattning då man införde kraftigare räler. In på 80-talet hade problem uppstått med drivet då den haft för liten spänning till motorn vilket gjort att omläggningskraften varit för liten och växeln hade då gått ur kontroll (Statens Järnvägar 1984). Åtgärder gjordes för att hindra problematiken men på grund av bristande driftsäkerhet under vinter och vid längre växlar bestämdes det att utveckla vidare på JEA-50 serien, vilket har lett till utvecklingen av JEA-70 driven.⁵

JEA 70-serien har en större omläggningskraft och större förändringar i konstruktionen. JEA-70 har två olika driv, JEA-72 och JEA-73 där 72:an är uppkörbara och 73:an inte är uppkörbar (Statens Järnvägar 1985). Det som gör att JEA-70 seriens driv är uppkörbara/icke uppkörbara ligger i dess konstruktion relaterat till dess draglinjaler och kugghjul. JEA-72 har två draglinjaler med två kugghjul, där ena kugghjulet är i låst läge och den andra är olåst vilket gör att drivet kan ändra läge i växlingsrörelse. JEA-73 har en liknande konstruktion men enbart en draglinjal och ett kugghjul som låser växeltungan (Trafikverksskolan 2020). Det finns även JEA-73 Hybrid och används som tillfällig ersättare till Easyswitch 1.0.⁶

³ Daniel Cagatay, Teknik specialist på Trafikverket, mailkontakt 18:e Februari 2020

⁴ Jan-Erik Meyer, Spårväxelingenjör på Trafikverket, mailkontakt 13:e Mars 2020

⁵ Jan-Erik Meyer, Spårväxelingenjör på Trafikverket, mailkontakt 13:e Mars 2020

⁶ Daniel Cagatay, Teknik specialist på Trafikverket, mailkontakt 18:e Februari 2020



Figur 6 JEA-73 i Vegeholm (Erik Söderlind 2019)

Det andra drivet som är elektromekaniskt och som återfinns i anläggningen är MET. MET är ett slipersintegrerat-elektromekaniskt växeldriv som utvecklades av Alstom och upphandlades av Trafikverket för användning på Botniabanan. Eftersom Botniabanan är dimensionerad för hastigheter upp till 250 km/h var Trafikverket tvungna att upphandla ett nytt växeldriv (Trafikverket 2015). Drivet kommer även som en enda enhet som kan användas i hela växeln, det tar bort varianterna som spets- och mittdriv som annars används beroende på vart växeldrivet sitter i växeln. På grund av fel på växeldrivet i början krävdes det en del utvecklingsarbete tills det blev åtgärdat. MET-drivet får endast användas för re-investeringar på Botniabanan.⁷

Slipersintegrerade växeldriv är något som blir mer vanligt i nya järnvägsanläggningar. Syftet med ett slipersdriv är att hela omlägningsanordningen ligger i en ställåda i ballasten istället för att drivmotorn ligger intill växeln. Underhållsmässiga fördelar är bland annat för spårriktarfordon då de oftast kan packa ballasten som vanligt.

4.4 Kontroll- och låsningsanordningar

Kontroll- och låsningsanordningar används för att säkerställa att växeltungan är låst och kontrollerad i sitt läge.

TKK (TungKontrollKontakt) är en kontrollenhet som kontrollerar att växeltungspetsen ligger låst och kontrollerad mot glidplattan som stödrälen är befäst till.⁸ Om en växel skall definieras som “ur kontroll” måste mellanrummet vara >3 mm mellan räl och växeltungspetsen (Trafikverket 2013). Förutom att

⁷ Daniel Cagatay, Teknik specialist på Trafikverket, mailkontakt 18:e Februari 2020

⁸ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, mailkontakt 25:e Februari 2020

mellanrummet kontrolleras så kontrollerar även ställverket tiden på omläggningen, tar omläggningstiden längre tid än väntat så tolkar ställverket att växeln är ur kontroll och stänger av strömmen till motorn på växeldrivet (Trafikverksskolan 2020).

Paulvé-detektorn har ungefär samma uppgift som TKK, dock så skiljer sig funktionen för detektering då den detekterar tungans placering i förhållande till stödrälen.⁹

VCC och VPM är låsanordningen i Easyswitch driven och låser fast tungspetsen. VCC används i en växel med en fast korsningsspets och VPM används växlar med rörliga korsningsspetsar. Komponenterna räknas som säkerhetskritiska då dom har en viktig och väsentlig funktion i drivet.¹⁰

KAgO är en detektor som indikerar ifall tungan är tillräckligt öppen i förhållande till stödrälen. Avståndet får maximalt vara 150 mm mellan växeltungan och stödrälen annars så går växeln ur kontroll.¹¹

Retentionsanordning bromsar tungas möjlighet att röra sig då den inte är under omläggning. Tungan kan röra sig t. ex. på grund av vibrationer som uppstår i spåren. Retentionsanordning i Easyswitch motsvarar backgångsspärr i JEA-driv.¹²

⁹ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, mailkontakt 25:e Februari 2020

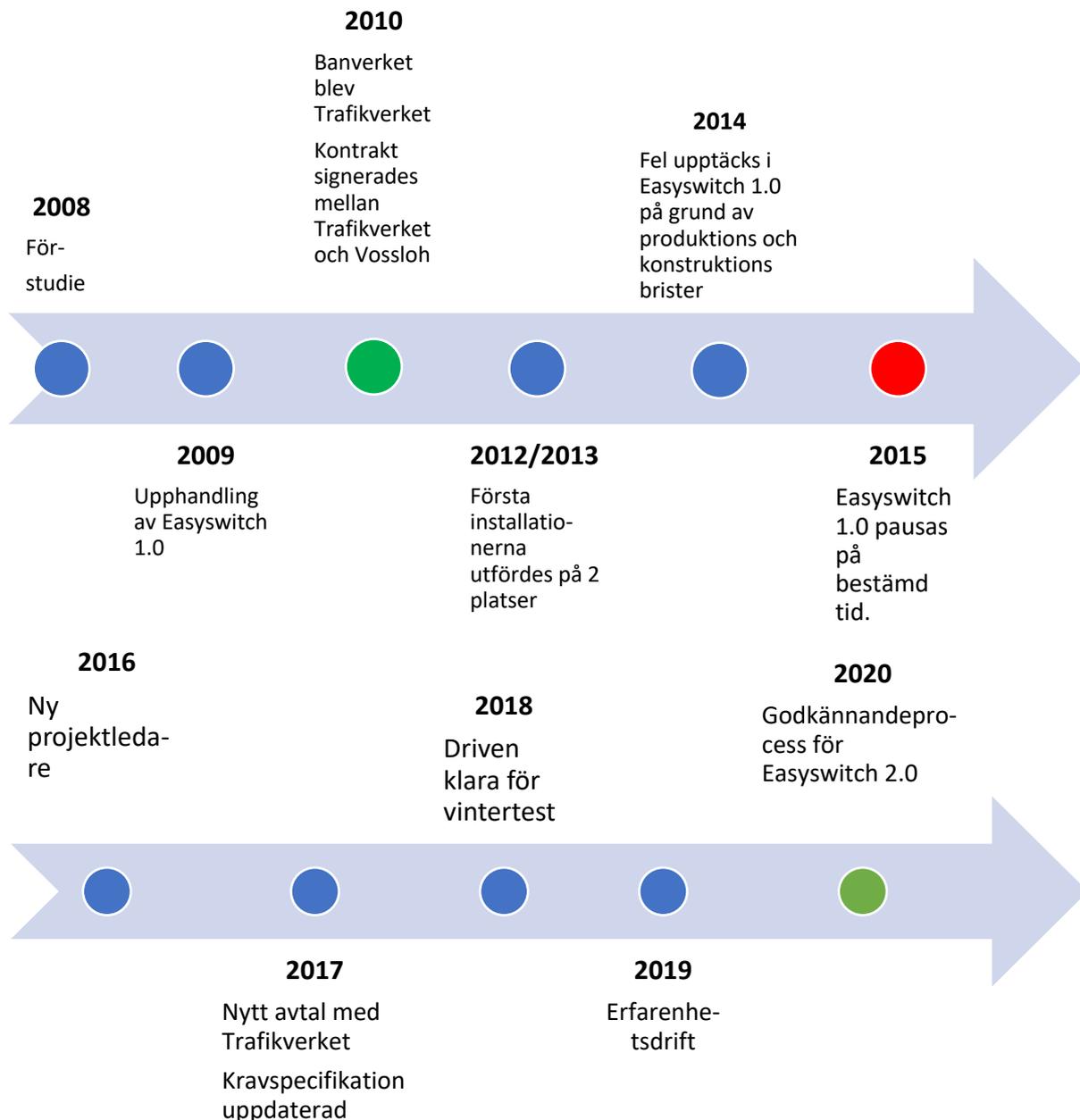
¹⁰ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

¹¹ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

¹² Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

5 Resultat

I kapitel 5 förklaras resultaten med avseende på de gjorda intervjustudierna och teorin.



Figur 7 Tidslinje 2008 – 2020 (Erik Söderlind och Daria Tregubenkova 2020)

5.1 Utvecklingsarbetet av Easyswitch 1.0

Vid införandet av nya komponenter tillämpar Trafikverkets införandeprocess och RAM – vägledning för krav och utvärdering. Här beskrivs hur införandeprocessen och RAM tillämpades för Easyswitch 1.0. (Observera att Banverket blev Trafikverket 2010)

Steg 1 Beskriva och bedöma behov

Banverket var i behov av nya växlar och växeldriv i samband med Innotrack-projektet, och att det skedde en sortimentavveckling i standardsortimentet. Banverket ställde krav på att växlar och växeldriv skulle klara av högre hastigheter, tyngre axellaster, anpassat för svenska klimatförhållanden och vara lätta att underhålla.¹³

Steg 2 Genomföra förstudie, motsvarar fas 1 i SS-EN 50126

År 2008 påbörjades en förstudie att införa nya växlar och växeldriv i Banverkets standardsortiment. En RAM-strategi etablerades och då bedömdes omfattningen av systemet. Ett växeldriv räknas som ett komplett system vilket gjorde att Banverket kunde ställa krav på helheten för leverantören. Leverantören ansvarar då helt för utvecklingen och ta fram tekniska lösningar enligt kravspecifikationen.

Steg 3 Starta upp projekt

Efter genomförd och godkänd förstudie startades 60ES- projektet upp.

Steg 4 Ta fram övergripande systemdefinition och säkerhetsplan, motsvarar fas 2 i SS-EN 50126.

Här definierade Banverket vad för typ av förhållanden drivet skulle vara tillverkad för. Det omfattade bland annat 365 000 omläggningar, vara slipersintegrerad, klara av temperaturskillnader och svenska klimatförhållanden, kortare underhållstider och vara modulbaserad. Beräknad livslängd på drivet skulle vara 20 år.¹⁴

Steg 5 Genomföra riskanalys, motsvarar fas 3 i SS-EN 50126

Banverket tog fram en riskanalys, detta för att hitta riskkällor och försöka eliminera dem.

Steg 6 Ta fram kravspecifikation och valideringsplan, motsvarar fas 4 i SS-EN 50126.

Det togs fram en kravspecifikation med 108 stycken skallkrav.¹⁵¹⁶

¹³ Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

¹⁴ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

¹⁵ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

¹⁶ Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

Steg 7 Upphandla

2009 vann företaget Vossloh växeldriv upphandlingen med växeldrivet Easyswitch 1.0. År 2010 tecknades avtal mellan Banverket och Vossloh. I upphandlingen handlade det om 7 000 stycken växeldriv.¹⁷

Steg 8 Konstruera och tillverka

Vossloh fick tid att konstruera och anpassa drivet efter kravspecifikationen.

Steg 9 Validera fas 9, motsvarar fas 9 i SS-EN 50126

Växeldrivet testades först i laboratoriemiljö och sedan i icke trafikerade spår i provdrift.¹⁸

Steg 10 Utvärdera validering, fas 9 SS-EN 50216.

Efter avslutat provdrift utvärderades om drivet klarade av tekniska krav, omläggningstider, antal omläggningar samt vinterklimat.

Steg 11 Genomföra erfarenhetsdrift, motsvarar fas 9 i SS-EN 50126

Easyswitch 1.0 blev tillfälligt Tekniskt Godkänt Material och år 2011 installerades driven i trafikerade spår i erfarenhetsdrift, först utmed Kopparåsen och sen i Nynäsgård.¹⁹

Efter genomförd erfarenhetsdrift utvärderades erfarenhetsdriften. Trafikverket ansåg att Vossloh inte uppfyllde kraven gentemot kravspecifikationen. Drivet saknade en funktion som kunde detektera den öppna växeltungan. Orsaken till denna händelse var en miss i översättningen från svenska till engelska i de tekniska kraven. På grund av det togs det fram en unik lösning, detektorn KAgO. I kravspecifikationen saknades även retentionsanordningen. Hösten 2014 togs en lösning fram på retentionsanordningen, som fungerade teoretiskt men inte praktiskt.²⁰

År 2014 konstaterades att brister fanns i drivets konstruktion och produktion. Brister i konstruktionen resulterade i att enheten hade låg tillgänglighet och driftproblem. Produktionsmässiga brister resulterade i kortslutningar.²¹

¹⁷ Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

¹⁸ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

¹⁹ Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

²⁰ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

²¹ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

5.2 Utvecklingsarbetet av Easyswitch 2.0

I januari 2015 stoppades utrullningen av Easyswitch 1.0 på bestämd tid, planen var att den skulle återinföras 2016. Projektet återgick till utvecklingsfasen som motsvarar *Steg 8 Konstruera och tillverka*. I samband med att Easyswitch 1.0 stoppades gjordes en internutredning inom Trafikverket om hur projektet hade hanterats. Hösten 2016 fick Trafikverket en ny projektledare som ansvarade för 60ES-projektet.

Steg 8 Konstruera och tillverka

Tillsammans har Trafikverket och Vossloh gått igenom kravställningen samt undersökt vilka punkter som skulle förbättras. Det togs fram 100 förbättringspunkter men endast 65 förbättringspunkter sammanställdes för drivet. Det är 20 stycken punkter som är kopplade till funktionella förändringar och påverkar drivets funktion. Det är mellan 30–35 förbättringspunkter som påverkar underhållet. Det är förbättringar, förändringar och förenklingar i konstruktionen som resulterade i kortare bytestid och längre livslängd. De resterande 10 punkterna handlade om att ändra rutiner och arbetet i underhåll så det utförs på ett säkert sätt. Dessa förbättringspunkter som togs fram omfattar även väsentliga konstruktionsförändringar som är bärande för utvecklingen av Easyswitch 2.0. År 2017 tecknades ett nytt avtal för utvecklingen av drivet. Enligt avtalet skulle Vossloh vara klar med utvecklingen av de viktigaste funktionerna fram till september 2018.²²

Steg 9 Validering av kraven

Valideringen genomfördes först i laboratoriemiljö och sedan i provdrift. Vossloh har lämnat drivet för förfogandet till Bombardier och Trafikverksskolan i Ängelholm för att testa om driven är kompatibla med ställverk 65, 85 och 95. Ett av de ställda kraven var att driven skulle börja konsumera ström omedelbart under omläggningen. Det utfördes en teoretisk utredning som visade att det fanns en risk att driven inte skulle göra det. Som följd av detta gjordes två-tre reläet om. I provdrift testades och utvärderades säkerhetskritiska komponenter, omläggningstiden och tekniska kraven. Under provdrift testades 12 stycken driv under vintertid.²³

Steg 10 Utvärdera validering, fas 9 SS-EN 50216.

Utvärderingen av provdrift gav bra resultat och drivet var redo inför erfarenhetsdrift.²⁴

²² Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

²³ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

²⁴ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

Steg 11 Genomföra erfarenhetsdrift

Vintern 2019 utfördes erfarenhetsdrift på fyra platser: Förslöv, Nynäsgrå, Malmbanan och Rensjön. Under erfarenhetsdrift testades 15 stycken driv.²⁵ När Easyswitch 2.0 skulle testas i erfarenhetsdrift var det lättare att få tillstånd till flera testplatser jämfört med Easyswitch 1.0. Eftersom det var fastställt sen tidigare att drivet inte hade säkerhetsmässiga problem. Här testade Vossloh driven på olika platser för i slutändan analysera resultatet av erfarenhetsdriften. Det konstaterades driftstörningar i Förslöv. Driven hade problem med omläggningen när den hade stått inaktiv. Det fastställdes att installationen var inkorrekt då stängen var skruvad för hårt. I följd av detta anlätades GSP AB. Deras uppgift var att ge extra stöd till entreprenörer och övervaka installationer, det resulterade i förbättrad statistik²⁶. I RAM-utvärderingen analyserades RAM-kravens uppfyllnad genom erfarenhetsdrift.

Steg 12 Förbereda beslut om tekniskt godkänt järnvägsmaterial

Efter genomförd erfarenhetsdrift sammanställdes säkerhetsbevisning av Vossloh i ett Safety Case. Safety Case delas in i två säkerhetsbevisningar. GASC, övergripande säkerhetsbevisning och SASC, förutsättningar för drivet vid specifika platser. Det gjordes även en CSM-RA säkerhetsbevisning för att säkerställa väsentliga förändringar i drivet.²⁷ Vossloh överlämnade riskanalyser, rapporter från erfarenhetsdrift, testprotokoll på komponenterna, underlag till tekniska rapporter för moduler, mekaniska plattor, hydrauliken och låsenheter till Trafikverket, alla dokument lämnades sedan till Transportstyrelsen för godkännandeprocess.²⁸ Planen är att från och med sommar 2020 att 45% av växelinstallationer skall utföras med Easyswitch 2.0 och färre med JEA 73 hybrid. Från och med 2021 skall det byggas endast med Easyswitch 2.0, mellanvarianten av Easyswitch 1.2 ska uppgraderas till Easyswitch 2.0.²⁹

²⁵ Anders Ahlquist, teknisk chef på Vossloh, telefonkontakt 5:e Mars 2020

²⁶ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

²⁷ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, mailkontakt 9:e April 2020

²⁸ Gruppintervju med Fredrik Montell och Alexander Östman, handläggare på Transportstyrelsen, 25:e Mars 2020

²⁹ Eric Neldemo, projektledare på Trafikverket, telefonintervju 23:e Mars 2020

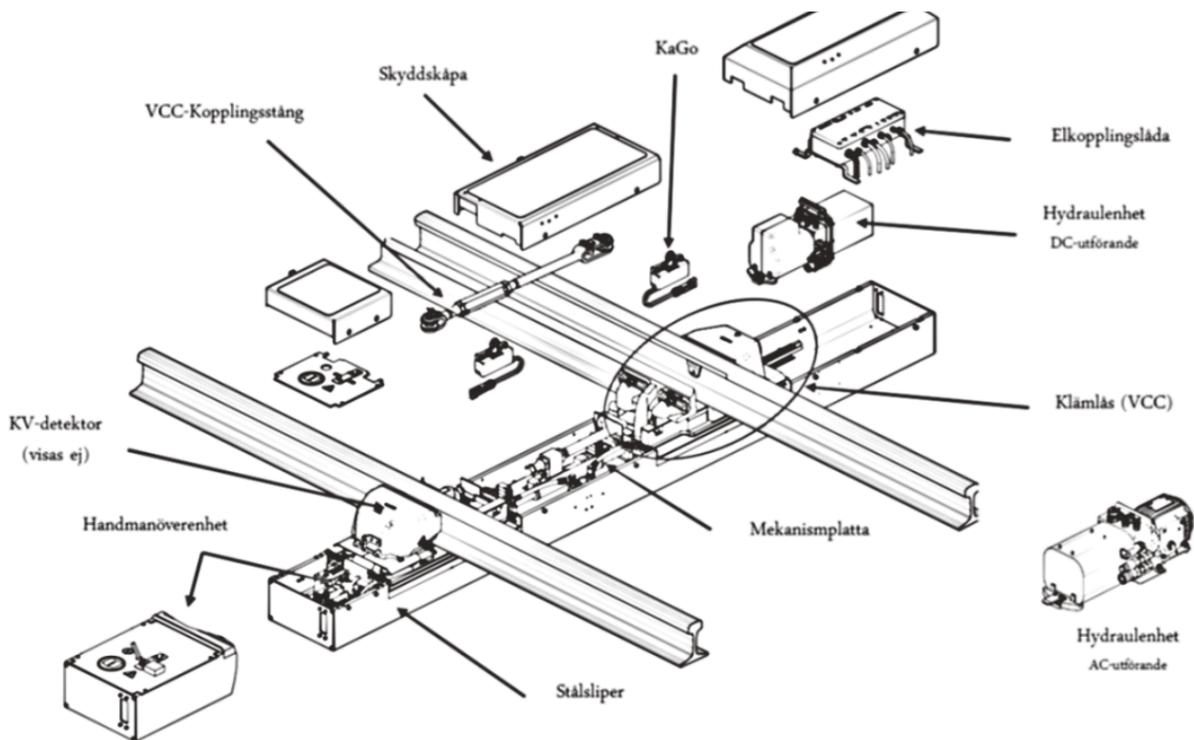
5.3 Tekniska förändringar i Easyswitch 2.0

Här presenteras ett antal tekniska förändringar kopplade till den uppdaterade kravspecifikationen och teoretiska RAMS.

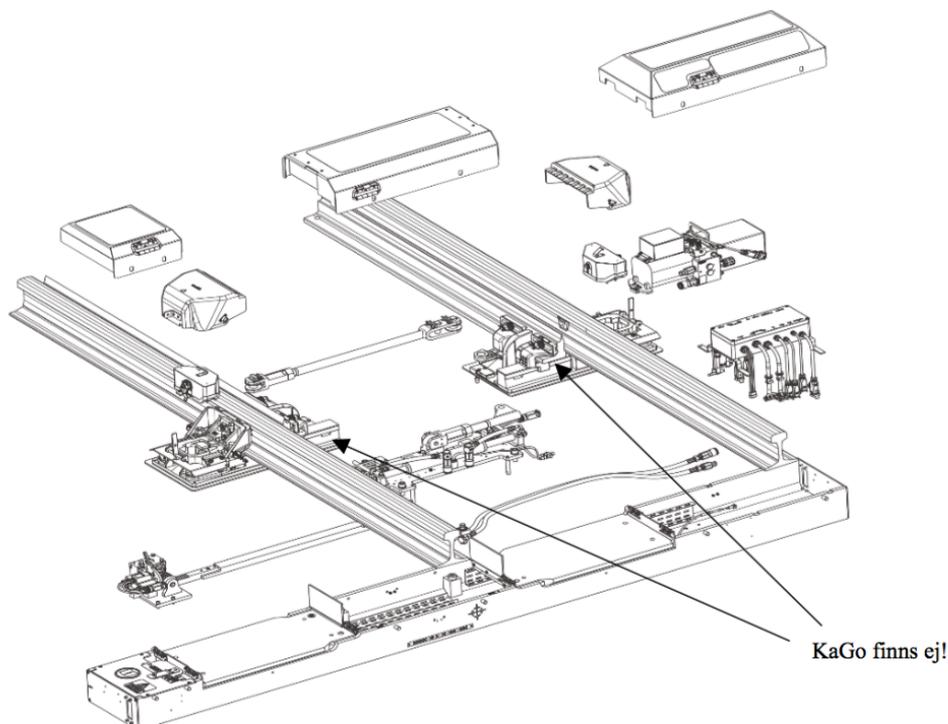
	<i>Tekniska Förändringar i Easyswitch 2.0</i>
R (Tillförlitlighet)	<ul style="list-style-type: none">• Borttagning av KAgO• Två-tre relä• Markering av komponenter• Utbildningsmaterial har förbättrats• Värmeelement för VCC och VPM
A (Tillgänglighet)	Beror på Tillförlitlighet och underhållsmässighet
M (Underhållsmässigt, Kvantitativt och Kvalitativt)	<ul style="list-style-type: none">• Två-tre relä/hydraulenheten• Retentionsanordning• Elkopplingslåda• Värmeelement för VCC och VPM• Utbildningsmaterial• Sänkning av Paulvé-detektor
S (Säkerhetsmässigt)	<ul style="list-style-type: none">• Säkerhetskritiska komponenter testades (VCC-, VPM-, KV- och Paulvé-detektorer)• Ovanstående komponenter i <i>Reliability</i> och <i>Maintainability</i> som inte skall äventyra risker för individer och tekniska system

Tabell 1 Tekniska förändringar avseende på RAMS (Erik Söderlind och Daria Tregubenkova 2020)

Detektorn KAgO togs bort i Easyswitch 1.2 och senare versioner av drivet och har istället nu större hammarhuvudskruvar och saknar uppkörningsskadeskydd.



Figur 8 Illustrerar moduluppbyggnad av Easyswitch med KAgO detektorn (Trafikverket 2017a)



Figur 9 Visar uppbyggnaden fast utan KAgO detektorn (Trafikverket 2017a)

Retentionsanordningen i tidigare versioner hade en hydraulblockering som ersattes med en inbyggd retentionsanordning är nu integrerad i hydraulenheten (Trafikverket 2017a). Retentionsanordningen som installerades i Easyswitch 1.1 hade tekniska fel. Det var svårt att felsöka drivet då man först var tvungen att lätta på oljetrycket och sen lossa hydraulkopplingen manuellt. Efter

genomförd felsökning var man tvungen att återställa hydraulkopplingen manuellt och säkerställa att den inte läckte olja. I Easyswitch 2.0 ersattes hydraulblockeringen med en inbyggd retentionsanordning som finns integrerad i hydraulenheten. Det installerades en dra/tryck vajer, genom att dra i en spak lättes oljetrycket automatiskt, till följd av detta blev det lättare att felsöka, lägga om drivet manuellt och byta komponenter.³⁰

I Easyswitch 1.0 var två-tre reläet känslig mot åska och gick den sönder var man tvungen att byta ut hela hydraulenheten. I Easyswitch 2.0 gjordes två-tre reläet löstagbar från hydraulenheten och prestandaförbättringar utfördes. I den nya konstruktionen av drivet har även hydraulenheten och elkopplingslådan gjorts mer lättåtkomliga.³¹

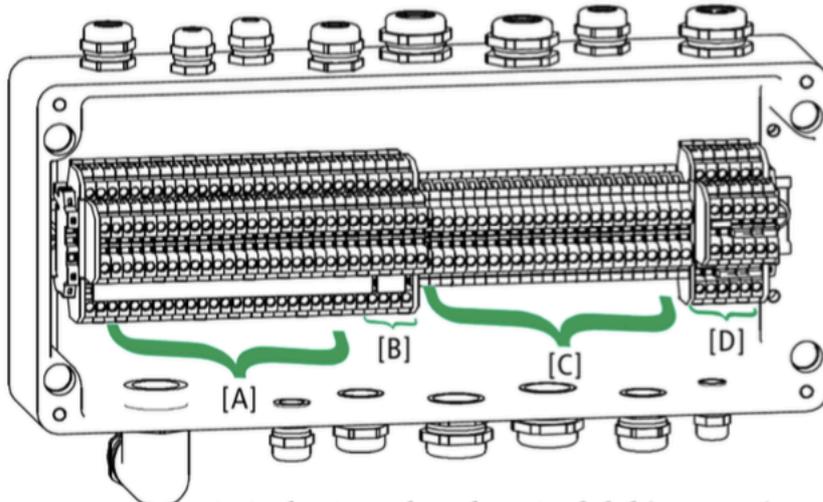
Värmeelement i VCC och VPM ersattes med nya värmeelement av en mjukare gummikonstruktion som är lättare att byta ut och installera (Trafikverket 2017a). Värmeelement i VCC och VPM var svåra att montera och gick sönder lätt. Konstruktionen bestod av ett metallhölje, motstånd och vittpulver för att inte motståndet ska komma i kontakt med metallhöljet. De gick lätt sönder på grund av den styva konstruktionen. Easyswitch 2.0 utrustats med nya värmeelement av mjukare gummikonstruktion. Vid installation av värmeelementet upptäcktes det att det tog lång tid att byta ut. Det har leverantören också åtgärdat och den nya bytestiden är ca 10 minuter.³²

Det har gjorts ändringar i kopplingsboxen. Kontaktplintarna i kopplingsboxen är grupperade efter fyra olika kopplingsområden. Huvudmatningskabel, hydraulenhet, detekteringsområde och värmeområde. För att underlätta felsökningen varje enskild kontakt är mätbar. I Easyswitch 2.0 har kopplingspunkter för värmeområdet utökats för att kunna separeras vid felsökning (Trafikverket 2017a).

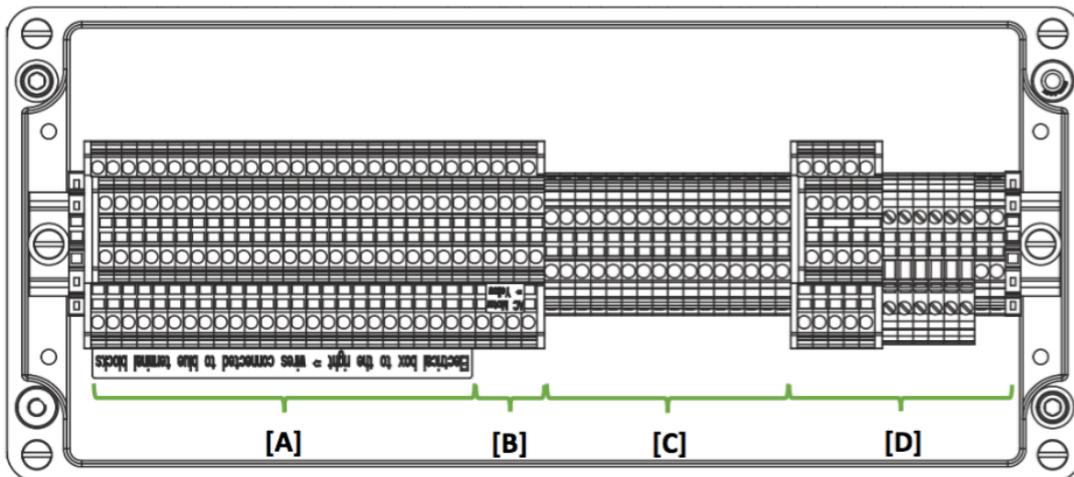
³⁰ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

³¹ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

³² Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020



Figur 10 Gamla elkopplingslådan för tidigare versioner (Trafikverket 2017a)



Figur 11 Nya elkopplingslådan för Easyswitch 2.0 (Trafikverket 2017a)

Vossloh anlidade GSP AB, deras uppgift var att ge extra stöd till entreprenörer och övervaka installationer, det resulterade i förbättrad statistik. För att eliminera risker för felinstallationer i framtiden har komponenter markerats med en pil för att veta vilket håll den ska monteras och vissa skruvar ersattes med styrflänsar.³³ Istället för att skruva kan man klicka på vissa komponenter vilket sparar tid. Andra saker som förbättrats är förskruvning mellan stängen och VVS:en vid dragkopplingsstängen. Förskruvningen har förbättrats och antal skruvar har minskat (Trafikverket 2017a).

I direktlåsfunktionen sänktes låskraften från 100 kN till 40 kN, vilket beror på risken för urspårning som kan uppstå på grund av den höga klämkraften. I Easyswitch 2.0 implementerades en ny princip av detektering av en uppkörning. Principen bygger på att den stängda växeltungan tvingas öppna genom klämlåset bryts sönder/deformeras vid den intilliggande stödrälen. KV-

³³ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, telefonintervju 9:e Mars 2020

detektorn detekterar uppkörningen av följd av den uppstådda deformationen/brottet i klämlåset. Låskraften kunde sänkas i följd av att detektorn KAgO togs bort. Paulvén sänktes i tunganordningen och av följd av det ändrades infästningskonsollen i stödrälen och skyddskåpor/ytterkåpor.³⁴

³⁴ Björn Lundwall, produktutvecklare på Vossloh, mailkontakt 16:e Maj 2020

6 Analys

Här analyserades teorin med avseende på den datan som gjorts tillgänglig från intervjuerna och litteraturstudierna

6.1 Analys av införandeprocessen

För att införa och kvalitetssäkra drivets funktionalitet har Trafikverket och Vossloh följt Trafikverkets införandeprocess, Teknisk godkänt järnvägsmaterial TGM-införande, som baseras på SS-EN 50126 RAMS.

När utrullningen av Easyswitch 1.0 stoppades, återgick projektet till utvecklingsfasen, *steg 8*. Det finns återkoppling till de tidigare stegen i införandeprocessen. I samband att en ny kravspecifikation var nödvändig för en vidare förutsatt utvecklingsarbete togs det fram nya riskanalyser (CSM-RA), riskkällor, RAM-analys och LCC och anställdes en ny övergripande projektledare. Dessa åtgärder motsvarar steg 3–5 i införandeprocessen. Sammanställning av en ny kravspecifikation och valideringsplan kopplas till steg 6 i införandeprocessen.

Alla steg i införandeprocessen hänger ihop med varandra, fast det är en vägledning är det viktigt att vara noggrann och konsekvent i all dokumentation för att undvika missförstånd. Från Trafikverkets sida gäller det att ha konkreta krav på enheter som skall införas och kunna erbjuda lämpliga testplatser. Det som framgår i intervjuerna är att Trafikverket har svårt att erbjuda testplatser vilket beror på säkerhet och driftstörningar. Trafikverket måste även söka ett tillfälligt Tekniskt Godkänt Material på Transportstyrelsen vid testning av nya enheter/system vilket kan vara en tidskrävande process. Leverantörens uppgift är att hitta lösningar till de ställda kraven och sammanställa krävd dokumentation. Även tid spelar stor roll vid utveckling och införandet av enheter då enheten ska anpassas, testas, utvärdering av testerna och enheten skall anpassas/optimeras igen vid behov. I slutändan skall produkten motsvara kravspecifikationen.

6.2 Analys av teoretiska RAMS

I tillförlitlighet har komponenter åtgärdats för kvalitetsfel och avvikelser. Kvalitetsfelen som uppstått har rört KAgO-detektorn, två-tre reläet, markering av komponenter och värmeelementen för VCC och VPM. I Easyswitch 1.0 hade KAgO-detektorn omfattande kvalitetsfel som gjorde den avvikande, i Easyswitch 2.0 togs den bort vilket eliminerade avvikelserna och kvalitetsfelen. Två-tre reläet förbättrades prestandamässigt och separerades från hydraulenheten. Markering av komponenter gjorde det lättare att montera och minska chanserna för felmontage och kvalitetsfel. Förbättrande av utbildningsmaterialet är med avseende på att minska kvalitetsfelen som kan

uppstå vid mänsklig faktor. Värmeelementen för VCC och VPM åtgärdades för kvalitetsfel. Den gamla konstruktionen var känslig och gick lätt sönder, den nya har en bättre konstruktion.

Det underhållsmässiga har varit den mer omfattande punkten. Större förändringar har skett för att underlätta och minska tiden vid underhåll. Förändringar som skett har påverkat den kvantitativa, Mean Time To Repair, och kvalitativa metoden för underhåll, vilket omfattar förändringar som bland annat påverkar säkerhet, tillgänglighet, montering, testning och övriga underhållsoptimeringar, vilket även var ett krav från Trafikverket. De komponenter som omfattas är två-tre reläet/hydralenheten, retentionsanordningen, elkopplingslådan, värmeelementen för VCC och VPM och Paulvé-detektorn.

Under safety var det viktigt att Vossloh testade de säkerhetskritiska komponenterna. Detta för att förhindra risker och faror som annars kan uppstå. Safety omfattar även utformningen av komponenterna, det innebär att komponenterna anpassats så det inte uppstår säkerhetsrisker. Det sker på två utformningsaspekter, dels att ingen individ skall bli skadad i samband med underhåll, och att komponenterna inte skall äventyra säkerheten i systemet.

7 Slutsats och diskussion

Målet med detta examensarbete var att undersöka hur Trafikverket tillsammans med Vossloh arbetat för att kvalitetssäkra Easyswitch 2.0 och undersöka de tekniska skillnaderna. Nedanför presenteras det som kommits fram till under arbetets gång.

7.1 Införandeprocessen

Trafikverkets införandeprocess är en vägledning och det har sina för och nackdelar. Fördelen är att man inte blir låst och begränsad gällande utvecklingen, nackdelen är att de riktlinjerna kan tillämpas på olika sätt. Eftersom det är en vägledning anges inriktningar men inte anvisningar. Därför beror projekten mycket på projektledarens och andra involverade personers kompetens och deltagande.

Det är viktigt att redan i ett tidigt skede sammanställa fördjupad beskrivning av enheten, specifikationskrav och valideringsplan. Framkommer otydligheter i ett senare skede kan det orsaka problem i resten av projektet, specifikt kan det påverka utformning av enheten vilket kan resultera tidsfördröjning, kvalitetsfel och avvikelser. Det kan man se tydligt med införandet av Easyswitch.

Tydliga funktionskrav hjälper leverantören att ta fram en efterfrågad enhet, även tid och testning av en enhet är viktig. Att testa en enhet i laboratorium och i provdrift är ett effektivt och ekonomiskt lönsamt sätt då man kan indikera brister i ett tidigt skede. Nackdelen med testning i laboriemiljö/provdrift är att det är inte alltid möjligt att återskapa rätt förhållanden som enheten ska brukas i. Därför är det viktigt att efter utvärderad provdrift att enheten testas i erfarenhetsdrift. Trafikverket har dock svårigheter att ta fram testplatser. Anledningen är att det kan orsaka driftstörningar och innebära säkerhetsrisker.

Trafikverket arbetar inte formellt med serviceability. Trafikverket arbetar annars med att ständigt utveckla drift och underhåll. Trafikverket skulle kunna gynnas ifall serviceability togs med i deras RAM. Detta med avseende på att optimera förebyggande underhåll, vilket kan minska Mean Time To Repair samt Livscykelkostnader (LCC).

7.2 Kvalitetssäkring av växeldrivet

Den tydligare kravspecifikationen som tagits fram har legat till grund för en fortsatt utveckling av drivet. Ett tydligare mål för Trafikverket och Vossloh är att utveckla ett bättre och driftsäkrare driv som ska uppfylla de ställda kraven. Trafikverkets införandeprocess är en av riktlinjerna som används och tillsammans med RAM-modellen så finns vägledning hur man uppfyller en god tillgänglighet.

Förändringarna i konstruktionen har förbättrat växeldrivets funktionalitet och totala tillgänglighet. Enligt RAMS så ger en större och bredare testning på fler platser en större sannolikhet att kunna finna brister och fel i en enhet. Därför testades flera enheter av Easyswitch 2.0 på fyra olika platser i erfarenhetsdrift. Efterfrågan på testplatser för framtida komponenter är viktigt för att se utfallet av testerna. Eftersom de förbättringar som genomfördes i drivet gav bra statistik och drivet är i en godkännandeprocess, kan resultatet anses som gott.

7.3 Samarbete och kommunikation

Organisationerna har samarbetat i införandet av drivet genom att kvalitetssäkra Easyswitch 2.0 och säkerställa produkten enligt ramverken. Ett av viktigaste stegen var att förbättra samarbetet och ha en tät dialog mellan Trafikverket, Vossloh och Transportstyrelsen.

En annan åtgärd var att förbättra kravspecifikationen. Vid införandet av Easyswitch 1.0 så fungerade drivet, men på grund av missförstånd i kravspecifikationen var leverantören tvungen att ta fram snabba lösningar. Det orsakade kvalitetsfel och produkten blev avvikande, det kopplas till kravspecifikationen. I den nya kravspecifikationen så togs överflödiga punkter bort och förbättringsförslag kom från Trafikverket, Vossloh, entreprenörer som Infranord AB, Strukton Rail AB och Trafikverksskolan.

Förbättring i kravspecifikationen resulterade i att drivets funktion blev bättre ur flera aspekter. Det är svårt att undersöka om kraven för drifven har sänkts eller om förra kravspecifikationen varit vilseledande.

7.4 Metoddiskussion

Under arbetets gång har den kvalitativa metoden av RAMS tillämpats, detta med avseende på att kunna koppla de tekniska förändringar som skett. Den kvalitativa RAMS-modellen lägger fokus på hur utformning av specifikationer skall ske. Den kvantitativa RAMS-modellen består av matematiska- och statistiska beräkningar, vilket gör att bland annat tillgänglighet kan beräknas. Det kräver data från drifter och tester. På grund av tidsbegränsning har den kvalitativa enbart tillämpats.

Intervjuerna har baserat sig på övergripande frågor, med följdfrågor som kompletterande om svaren som angivits varit intressanta och visat relevans att följa upp. Kompletterande frågor och information har även kunnat samlas in efter intervjuerna med mailkontakt. Personerna som intervjuats har varit samarbetsvilliga och varit öppna för att prata om deras erfarenheter med växeldrivet och relaterad teknik, samt övriga processer. Den generella nackdelen med intervjuer är att det kan uppstå frågor om partiskhet om relation

till problemen, det har med vilken typ av organisation eller företag det gäller samt känsligheterna i ex. ett projekt.

På grund av COVID-19 pandemin så har inte intervjuer kunnat göras fysiskt, med hänsyn till Folkhälsomyndighetens rekommendationer.

Att fördjupa sig har varit den större utmaningen i arbetet. Problemet har varit brist på relevanta dokument, studier och litteratur. Kravspecifikationen är ett omfattande dokument som omfattar vad som skall utvecklas och tas fram i drivet. Saknaden av kravspecifikationen har dessvärre gjort att det inte gått att fördjupa sig tillräckligt i vissa komponenter och förändringar och tillämpa det i intervjustadiet. Även den tekniska beskrivningen av Easyswitch 2.0 har inte varit offentlig då produkten är under Transportstyrelsens godkännandeprocess.

Standarden SS-EN 50126 finns tillgänglig på Svenska Institutet för Standarder, den kostar pengar och inte funnits tillgänglig via Lunds universitets bibliotek, vilket gjort att enbart Trafikverkets införandeprocess kunnat tillämpas i arbetet.

Framtida studier:

- Fördjupningsarbete om hur Trafikverkets införandeprocess och hur den kan optimeras med mer aspekter på teoretiska RAMS

8 Referenser

Sekundära källor

Andersson, Evert; Berg, Mats. och Stichel, Sebastian. (2014). *Rail Vehicle Dynamics*. Stockholm: KTH

Bårström, Sven; Granbom, Pelle. (2017). *Den svenska järnvägen*. Borlänge: Trafikverket

Hedin, Anna. (1996). Reviderad 2011 av Martin, C. En liten lathund om kvalitativa studier med tonvikt på intervju [Kompendium]. Hämtad [03/02/20]

Jiang, Renyan. (2015). *Introduction to quality and reliability engineering*. Beijing: Science Press.

Ovali, Orçun. (2019). *Comparison of constructional aspects of different railway point machines*. Master's thesis, Middle East Technical University, Ankara Turkey.

<http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12622979/index.pdf>

Phister, P. (2020). *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge*. Hoboken, NJ. Accessed [27/04/20].

https://www.sebokwiki.org/wiki/Reliability,_Availability,_and_Maintainability#References

Statens Järnvägar. (1984-06-14). Banavdelningen. Växeldriv JEA 52, driftstörningar. Stockholm: Statens Järnvägar

Statens Järnvägar. (1985-01-51). Banavdelningen. Växeldriv, ersättning av typ JEA 52–53 mot modifierad typ JEA 72101 och JEA 73101. Stockholm: Statens Järnvägar

Trafikanalys (2020). *Järnvägstransporter 2019 kvartal 4*. Stockholm: Trafikanalys. Åtkomst [09/04/20]

<https://www.trafa.se/globalassets/statistik/bantrafik/jarnvagstransporter/2019/jarnvagstransporter-2019-kvartal-4.pdf>

Trafikverket (2011). Framkomliga och användbara vägar och järnvägar. Åtkomst [04/02/20]

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10651/RelatedFiles/100471_framkomliga_och_anvandbara_vagar_och_jarnvagar.pdf

Trafikverket (2013). TDOK 2013:0601. Växlar-manövrering med lokalställare, passage när växel är ur kontroll. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2014a). TDOK 2014:0162. Driftsäkerhet, säkerhet och underhåll av järnväg. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2014b). TDOK 2014:0307. Tekniskt godkänt järnvägsmaterial TGM införande. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2015). BVH 1521.113. Växeldriv, slipersdriv MET. Montage och underhåll. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2017a). TDOK 2017:0358. Spårkomponenter Easyswitch. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2017b). TDOK 2017:0701. Växlar och spårspärrar – lokal manövrering och kontroll. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2018). TDOK 2018:0206. RAM – Vägledning för krav och utvärdering. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2020). Järnvägens utmaningar. [07/02/20]
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-jarnvagar/Jarnvagens-utmaningar/Trafikokning-pa-jarnvagen>

Trafikverksskolan (2018). Banteknik [kompendium]. Ängelholm: Trafikverksskolan.

Trafikverksskolan (2020). Spårväxlar Spårspärrar [kompendium]. Ängelholm: Trafikverksskolan.

Vossloh-Cogifer (2017). *Växelboken*. Ystad: Vossloh Nordic Switch Systems AB

Figurer

Figur 1 Beskriva och bedöma behov (Trafikverket 2014b)

Figur 2 Förbereda (Trafikverket 2014b)

Figur 3 Validera och utveckla (Trafikverket 2014b)

Figur 4 Komponenter i en enkel växel (Trafikverksskolan 2018)

Figur 5 Enkel växel på driftplats Mörarp (Erik Söderlind 2019)

Figur 6 JEA-73 i Vegeholm (Erik Söderlind 2019)

Figur 7 Tidslinje 2008 – 2020 (Erik Söderlind och Daria Tregubenkova 2020)

Figur 8 Illustrerar moduluppbyggnad av Easyswitch med KAgO detektorn (Trafikverket 2017a)

Figur 9 Visar uppbyggnaden fast utan KAgO detektorn (Trafikverket 2017a)

Figur 10 Gamla elkopplingsboxen för tidigare versioner (Trafikverket 2017a)

Figur 11 Nya elkopplingsboxen för Easyswitch 2.0 (Trafikverket 2017a).

Tabeller

Tabell 1 Tekniska förändringar avseende på RAMS (Erik Söderlind och Daria Tregubenkova 2020)

Appendix A

Vossloh intervjufrågor

2015 stoppades utrustningen av Easyswitch 1.0. Kan ni berätta vad som hände efter Easyswitch 1.0 drogs tillbaka?

Hur ser eran testningsprocess ut för Easyswitch 2.0 och är den annorlunda från testningsprocessen för Easyswitch 1.0?

Ni nämnde att ni testade säkerhetskritiska komponenter, kan ni nämna vilka det är och vilka förändringar gjorde ni?

Varför valde ni en elektrohydraulisk konstruktion över en elektromekanisk?

Ni tog in en extern entreprenör för att övervaka den utförande entreprenad som installerar drivet och ser till att det kvalitetsäkras, hur kommer det här hålla i längden ifall utförande entreprenaden saknar kompetens gällande installation?

En av trafikverkets krav var snabbare och lättare utbyte av komponenter? Har ni kunnat uppnå det? I så fall på vilket sätt?

Hur påverkades ni när utrustningen av Easyswitch 1.0 stoppades?

Trafikverket intervjufrågor

2015 stoppades utrustningen av Easyswitch 1.0. Kan ni berätta vad som hände efter Easyswitch 1.0 drogs tillbaka?

Hur påverkades Trafikverket när Easyswitch 1.0 drogs tillbaka?

Vilken roll har Trafikverket haft för att kvalitetssäkra drivet och att den inte återkallas igen?

Varför valde ni en elektrohydraulisk konstruktion över en elektromekanisk? Kan ni berätta vilka för och nackdelar finns det med dessa konstruktioner?

Hur ser framtidsplanerna ut på utrustningen av Easyswitch 2.0?

Kan ni berätta mer om hur Trafikverket arbetar för att införa nytt standardsortiment?

Transportstyrelsen frågor

Hur går en kvalitetssäkring till?

Hur går en säkerhetsbevisning till?

Hur ser eran erfarenhet ut gällande kvalitetssäkring av Easyswitch 1.0?

Hur är eran erfarenhet med Easyswitch 2.0, hur skiljer sig erfarenheten med Easyswitch 1.0?

Brukar ni följa någon standard vid godkännandeprocessen, Vad för krav finns i standarden som ett driv skall uppfylla?