

Ny spårväxelstandard 60E

- En jämförande studie av de äldre växelsortimenten SJ50, BV50, UIC60 och det nyinförda växelsortimentet 60E



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle

Examensarbete:
Jakob Ebelin
Max Elmström

© Copyright Jakob Ebelin, Max Elmström

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 2014

Sammanfattning

Ny spårväxelstandard 60E – En jämförande studie av de äldre växelsortimenten SJ50, BV50, UIC60 och det nyinförda växelsortimentet 60E

På grund av de senaste vintrarnas påverkan på järnvägsanläggningen har uppmärksamheten riktats mot anläggningens skick och dess pålitlighet. Det har mynnat ut i flera olika åtgärder, bland annat- för Sverige- en helt ny spårväxelstandard kallad 60E. Examensarbetet är framförallt en jämförelsestudie mellan de tre vanligast förekommande äldre växeltyperna SJ50, BV50, UIC60 och den nya spårväxelstandard 60E. Nyheter som rälslutning, nytt växeldriv och bredare spårvidd i 60E ställs mot de gamla växlarnas motsvarigheter och analyseras utifrån hur de har förbättrats. Arbetet beskriver också principiell uppbyggnad och funktion av en växel ur en anläggnings perspektiv. Rapporten belyser skillnader och nyheter i en spårväxel som förbättrar drift och funktion i anläggningen. Arbetet har utförts på ÅF Infrastructure, Helsingborg.

Arbetet utgår från följande frågeställningar.

- Kommer problematiken med is och snö i växlarna att minska vid användning av 60E?
- Vad händer med växlar som byts ut i förtid?
- Blir underhållet av 60E-växlarna enklare än av äldre modeller?
- Kommer de totala kostnaderna kring växlar att minska?

Datainsamlingen har dels gjorts genom en litteraturstudie av framförallt föreskrifter och standarder från Trafikverkets databaser och dels genom intervjuer av representanter från de inblandade parterna beställare, konsulter, leverantörer och sakkunniga utomstående. Det har resulterat i framförallt ban- och signaltekniska slutsatser kring hur förbättringarna för spårväxlarna påverkar fordon och bana. Förbättringarna leder till bättre tåggång, färre snökänsliga platser, jämnare slitage, högre hastigheter och högre axellaster. Skillnaderna mellan gamla växelserier och den nya är påtagliga vilket redovisas i arbetet. Det är lätt att förstå hur tankegången sett ut då denna växelserie tagits fram och vad som gjorts för att undvika slitage, driftfel och höga livscykelkostnader.

Arbetet behandlar inte hur myndigheter och politiker skött järnvägen eller vad politiska beslut inneburit för anläggningen. Samhällsekonomiska aspekter behandlas inte heller. Rapporten riktar sig till personer med grundläggande järnvägsteknisk kompetens.

Nyckelord: Spårväxlar, 60E, växeldriv, korsningsspets, rälslutning, spårvidd.

Abstract

New standard of switches & crossings 60E – A comparison study between the old collections of switches & crossings SJ50, BV50, UIC60 and the recently introduced 60E

Due to the latest winters impact on the rail infrastructure the condition and reliability of the railway in Sweden has been questioned. This has resulted in several actions. In this report, the most important is a new railway switch called 60E. The thesis is primarily a comparison between the three most common railway switches SJ50, BV50, UIC60 and the new one 60E. The new model contains several changes as rail inclination, switching machine and wider gauge. These changes are compared to the counterparts of the older railway switches and the improvements are analyzed. The study describes the fundamental structure and operation from perspective of the railway. The report also illustrates the differences and new components in the new railway switch that will improve its operations. The report has been produced in cooperation with ÅF Infrastructure, Helsingborg.

The report is based on four questions.

- Will the winter problems in railway switches be reduced?
- What happens with railway switches that are being replaced too early?
- Will the maintenance of railway switches become easier?
- Will the cost of a railway switch become less expensive?

The data collection is based on both literature and interviews. The literature is primarily standard documents and regulations from Trafikverket's database while the interviews are made with key personnel from different parties. The involved parties are clients, consultants, suppliers and external expert on the subject. The results are conclusions about particularly how the improvements in track- and signaling techniques affect the vehicle and track. The improvements will give smoother interaction between wheel-rail, less places that are exposed to snow, uniform rail wear, higher speed and higher axle loads. The differences between the old and the new railway switches are obvious which is presented in the study. It is easy to understand the thoughts about avoiding rail wear, malfunctioning and also the efforts of trying to lower the life cycle costs. The report does not contain any political thoughts or how the railway infrastructure is affected by different political parties. Socioeconomic aspects is not taken into account. The report is addressed to those who have basic knowledge in railway engineering.

Keywords: Switches, 60E, switching machine, crossing nose, rail inclination, gauge.

Förord

Detta examensarbete har gjorts på och i samarbete med ÅF Infrastructure Helsingborg under våren 2014.

Upphovsmännen till detta examensarbete har, som avslutande del i utbildningen till högskoleingenjör vid Lunds Tekniska Högskola, gjort ett examensarbete på 22,5 högskolepoäng. Utbildningen har inriktningen byggteknik med särskilt fokus på de järnvägstekniska grenarna BEST (ban-, el-, signal- och teleteknik). Båda två har varit närvarande vid alla tillfällen då arbete utförts och arbetsfördelningen har varit jämbördig.

- Ett stort tack ska riktas till Thomas Axelsson, handledare, kontaktförmedlare och bollplank på ÅF Helsingborg som betytt mycket för hur arbetet har gått.
- Ett stort tack också till Anders Wretstrand, examinator från LTH Trafik & Väg som bidragit med goda råd och synpunkter under arbetets gång.
- Slutligen vill vi tacka alla personer som ställt upp för intervju. De har bidragit till rapportens huvudsakliga innehåll och är presenterade i kapitel fyra.

Helsingborg, maj 2014

Jakob Ebelin & Max Elmström

Terminologi

BEST	Förkortning för teknikslagen bana, el, signal och tele.
BVDOK	Trafikverkets, f.d. Banverkets dokumentdatabas för standarder och föreskrifter.
EV och EVR	Enkel växel och enkel växel med rörlig korsningsspets.
Farräl	Ytterräl för stam- och grenspår.
GEMINI	Dataskommunikationsnät.
Grenspår	Avvikande spår från stamspår.
I-räl	Räl begränsad av isolerskarvar med syfte att definiera en spårlednings utsträckning.
LCC	Livscykelkostnad, totalkostnad över en hel teknisk livstid.
Mellanräl	Rälparti mellan tunganordningens bakre del och växelkorsningens främre.
Moträler	Leder fordonets hjul till rätt sida om korsningsspetsen.
Skjuvning	Vinkeländring på grund av deformation.
Sliperssats	Unik sats för varje växeltyp. Objekt i antingen trä eller betong som rälsen är fastgjord i.
S-räl	En räl som är elektriskt sammanhängande.
Stamspår	Vanligtvis rakspår genom en växel.
STH	Största tillåtna hastighet.

TDOK	Trafikverkets nya dokumentdatabas för standarder och föreskrifter.
TSD	Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (Europeiska direktiv).
Tunganordning	Tunga och stödräl.
Växelkorsning	Parti i växeln där spåren förgrenar sig. Finns i enkel- och dubbelspetsig modell.
Växelomläggningsanordning	Mekanisk, elektrisk, pneumatisk och/eller hydraulisk anordning som lägger om tunga och, vid förekomst, rörlig korsningsspets.
Webmaster	Styrutrustning för växelvärme.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Problemformulering och hypotes	2
1.4 Metod	2
1.4.1 Intervjuer.....	2
1.4.2 Litteraturstudie	3
1.5 Avgränsningar	3
2 Nulägesbeskrivning	4
2.1 Definiering och funktion	4
2.1.1 Geometri	4
2.1.2 Växeltyper.....	6
2.1.3 Växels beståndsdelar	8
2.2 Banteknik	9
2.2.1 Rälslutning	9
2.2.2 Spårvidd	10
2.2.3 Rullanordning	10
2.2.4 Tunga	10
2.2.5 Korsning	11
2.2.6 Railpads.....	12
2.2.7 Befästningssystem	12
2.3 Elteknik	13
2.3.1 Växelvärm och drivvärm	13
2.4 Signalteknik	14
2.4.1 Växeldriv	14
2.4.2 Tungkontrollkontakt	15
2.4.3 Spårledning	15
2.5 Teleteknik	16
2.6 Slitage och spårkrafter	16
2.7 Underhåll	17
2.7.1 Förebyggande underhåll.....	17
2.7.2 Avhjälpande underhåll	17
2.8 Vinter	18
2.8.1 Snöröjning och snöskydd	19
2.9 Livscykelkostnad	19
2.10 Återanvändning	20
3 Beskrivning 60E	21
3.1 Behovet av en ny växel	21
3.1.1 Geometrikompatibilitet.....	22
3.2 Banteknik	24

3.2.1 Rälslutning	24
3.2.2 Spårvidd	24
3.2.3 Rullanordning	24
3.2.4 Tunga	25
3.2.5 Korsning	25
3.2.6 Railpads	26
3.2.7 Befästningssystem	26
3.2.8 Under Sleeper-pads – USP	27
3.3 Elteknik	27
3.3.1 Växelvärme och drivvärme.....	27
3.4 Signalteknik.....	28
3.4.1 Växeldriv	28
3.4.2 Tungkontrollkontakt.....	30
3.4.3 Spårledning	30
3.5 Teleteknik	30
3.6 Erfarenhetsdrift.....	30
3.6.1 Kopparåsen.....	30
3.6.2 Nynäsgård.....	31
3.6.3 Studiebesök på Järnvägsskolan	31
3.7 Innotrack i Eslöv	31
4 Intervjuer	33
4.1 Beskrivning av intervjuade personer.....	33
4.2 Intervjusvar	34
4.2.1 Partspecifika frågor – Leverantör L1	41
5 Jämförelse	45
5.1 Definiering och funktion	45
5.1.1 Geometri	45
5.2 Banteknik.....	45
5.2.1 Rälslutning	45
5.2.2 Spårvidd	46
5.2.3 Rullanordning	46
5.2.4 Tunga	46
5.2.5 Korsning	47
5.2.6 Railpads	48
5.2.7 Befästningssystem	49
5.2.8 Under sleeper-pads – USP	49
5.3 Elteknik	50
5.3.1 Växelvärme och drivvärme.....	50
5.4 Signalteknik.....	50
5.4.1 Växeldriv	50
5.4.2 Tungkontrollkontakt.....	50
5.4.3 Spårledning	51

5.5 Teleteknik.....	51
6 Analys	52
6.1 Definiering och funktion	52
6.2 Banteknik	52
6.3 Elteknik.....	53
6.4 Signalteknik	53
6.5 Teleteknik.....	54
6.6 Intervjuanalys	54
7 Slutsatser.....	56
7.1 Resultatförankring	56
7.2 Kommentarer till resultatförankring	58
7.3 Metoddiskussion	59
7.3.1 Intervjuer.....	59
7.3.2 Litteraturstudie	60
7.4 Framtida studier	60
8 Referenser	61
8.1 Otryckta referenser/personlig kommunikation	61
8.2 Tryckta referenser	61
8.3 Elektroniska referenser	63
9 Bilagor.....	I
9.1 Intervjufrågor – allmän.....	I
9.2 Partspezifika frågor – L1	III

1 Inledning

I detta kapitel beskrivs bakgrund, syfte och mål, problemformulering och hypotes, metod och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

I ett samhälle där teknikutvecklingen går allt snabbare utsätts också järnvägsanläggningarna runt om i världen för detta. Medan många länder i världen byggt ut sina järnvägsnät i mycket hög fart har inte den svenska järnvägen utvecklats i samma höga takt. Samtidigt ökar kraven ständigt på både säkrare, mer tillgängliga och miljövänligare transporter vilket avspeglar sig i även invånarnas resvanor. Till detta kommer krav på högre hastighet, större kapacitet och punktlighet. Som ett resultat av ökade transporter och allt färre lediga tider i spåret ställs det högre krav på effektivare underhållsmetoder.

Debatten om de svenska järnvägarna har intensifierats de senaste åren med ökat fokus på anläggningens skick och bristande punktlighet. Sveriges järnvägsnät är därför på väg mot en förändring där det i framtiden kommer att finnas möjligheter till högre hastigheter samt bättre resor och transporter. Det är många komponenter i järnvägsanläggningen som måste utvecklas och förbättras för att uppfylla högre ställda krav och bland dessa komponenter återfinns spårväxlarna. De innebär stora kostnader vid anläggning och re-investering av en bana eftersom de består av många rörliga delar. Spårväxlarna blir per automatik de objekt som belastas hårt med dagens täta tågturer. Det svenska klimatet med mycket varierande väderlek spelar dessutom stor roll för hur bra och länge växlarna klarar föreskriven drift vilket har lett till att en av Trafikverket nyligen godkänd spårväxelstandard 60E är på väg att fasas in.

Efter att vi avverkat kurser med inriktning mot BEST, drift- och underhållsteknik samt planering- och projekteringsmetodik inom ramen för vår utbildning har tankar och frågor fötts kring spårväxlar och deras viktiga roll i anläggningen. Efter att alla järnvägstekniska kurser nu avslutats i utbildningen har kunskaperna vävts samman och lett fram till en del frågeställningar kring vad som skulle kunna förbättras eller förändras.

Detta examensarbete har producerats med hjälp av teknikkonsultföretaget ÅF i Helsingborg. På ÅF berörda personer har bidragit med teknisk rådgivning, förmedlat kontakter och kommit med synpunkter på arbetet under dess gång.

1.2 Syfte och mål

Denna jämförelsestudie syftar till att utreda skillnader i projektering, inläggning, underhåll och funktion med tonvikt på funktion och underhåll mellan dagens växlar SJ50, BV50, UIC60 och den nya standarden 60E med nytt standardiserat driv. Studien skall belysa vad som- ur en teknisk aspekt- förändras i anläggningen och vad som händer med gamla ej utslitna spår- växlar.

Målet är att beskriva de tekniska skillnaderna inom BEST, utreda skillnader i underhållsbehovet och identifiera för- och nackdelar med den nya växelserien. Arbetet skall också skapa ett objektiva perspektiv på den nya modellserien kontra de äldre.

1.3 Problemformulering och hypotes

Fyra frågor har formulerats:

- Kommer problematiken med is och snö i växlar att minska vid användning av 60E?
- Vad händer med växlar som byts ut i förtid?
- Blir underhållet av 60E-växlarna enklare än av äldre modeller?
- Kommer de totala kostnaderna kring växlar att minska?

Arbetet kommer att utgå från följande hypoteser:

- Växlarna blir driftsäkrare på vintern.
- För tidigt utbytta växlar kommer inte att återanvändas.
- Fler kortare tider i spår kan nyttjas.
- Slitage på fordon och växel minskar och som en följd av det minskar kostnaderna.

1.4 Metod

Järnvägssektorn är en till stor del erfarenhetsbaserad bransch. Mycket av existerande litteratur blir snabbt omodern eftersom systemet bygger på att standardiserade dokument efterföljs. Dessa dokument uppdateras eller ersätts i takt med tekniska framsteg och/eller behov. Med hänsyn taget till detta bedöms intervjuer av i branschen aktiva personer betyda mycket för detta examensarbete.

1.4.1 Intervjuer

Det största underlaget för jämförelsestudien kommer ur ett antal intervjuer med nyckelpersoner kring spår- och växlar i Sverige. Dessa har valts ut efter position i de olika aktörernas organisationer med många beröringspunkter kring antingen de befintliga spår- och växlar, de nya eller bådadera.

Dokumentationen av spårväxelse 60E och tillhörande driv är inte färdigställd. Därför kommer mycket av jämförelsen att byggas på grundliga intervjuer med beställare, konsulter, leverantörer och så kallad utomstående part som har mycket kunskap i ämnet.

1.4.2 Litteraturstudie

Ett stort antal dokument har studerats. Merparten kommer från Trafikverkets databas TDOK och föregångaren BVDOK där bland annat standarder, föreskrifter och handböcker återfinns. Dessa uppdateras med jämna mellanrum och är de dokument som alla yrkesverksamma i branschen skall följa vid olika förfaranden. Litteraturstudien fungerar som ett komplement till intervjuerna. Information som har hämtats från intervjuade personer har därefter jämförts med de så kallade styrande dokumenten i de två ovan nämnda databaserna. Databaserna har också fungerat som källa till detaljerad teknisk information.

1.5 Avgränsningar

Debatten kring järnvägens skick och utveckling har tagit ordentlig fart de senaste åren. Efter ett flertal incidenter med urspårade tåg har debatterna avlöst varandra på olika plan runt om i landet. Eftersom debatten och olika potentiella åtgärdsförslag kan förknippas med politik, kommer rapporten på intet sätt förhålla sig till denna fråga. Ställningstaganden huruvida ministrar, ämbetsmän med flera har skött sina uppdrag lämnas därhän.

Enligt Trafikverket blir installationskostnaden av en växel lägre i och med den nya växelseriens intåg. Det borde betyda att Trafikverket kan spara utgifter genom att installera 60E istället för andra modeller då antalet spårväxlar i anläggningen uppgår till ungefär 12 300 stycken vilket totalt sett skulle innebära lägre kostnader. Den samhällsekonomiska aspekten i detta kan därför enkelt antas spela stor roll. Detta är dock inget detta arbete studerar närmare (Trafikverket 2014a).

Det finns många olika växeltyper, enkla, dubbla och tredeliga med flera. Eftersom Trafikverket nyligen godkänt 60E kommer jämförelsen utarbetas genom studerande av de få modeller som finns installerade i Sverige. De idag inlagda typerna är den vanligaste sorten enkla växlar med rörlig korsnings-spets. Därför kommer resterande växelsortiment inte att avhandlas eftersom underlaget är obefintligt. I kapitel två nämns olika storlekar på räls. De två vanligaste storlekarna, 50- och 60-kilosräl, behandlas i arbetet. Övriga storlekar- alla mindre- utelämnas eftersom nyprojektering av dessa inte förekommer.

Arbetet riktar sig i första hand till personer som har grundläggande järnvägs-teknisk utbildning och personer som i sitt arbete kommer i kontakt med installation, projektering eller underhåll av växlar.

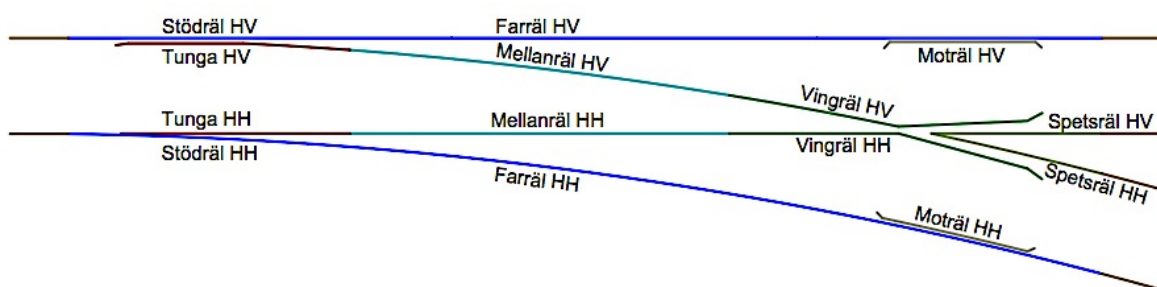
2 Nulägesbeskrivning

Följande avsnitt behandlar dagens etablerade spårväxelmodeller SJ50, BV50 och UIC60 som på sikt skall fasas ut. Detta kapitel avhandlar också hur en växel principiellt är uppbyggd, dess funktion och utseende.

2.1 Definiering och funktion

En spårväxel definieras enligt Trafikverkets styrande dokument som: ”Anordning som gör det möjligt att framföra ett spårfordon från ett spår till ett annat.” (Trafikverket 1). Funktionen av växeln kan delas in i en rörlig och en fast del. Den rörliga delen består av växeltunga, växeldriv, stag, glidplattor och kontrollanordningar. Den fasta delen består i sin tur av en korsning, olika sorters räl, slipers samt underbyggnad (Nissen, 2005).

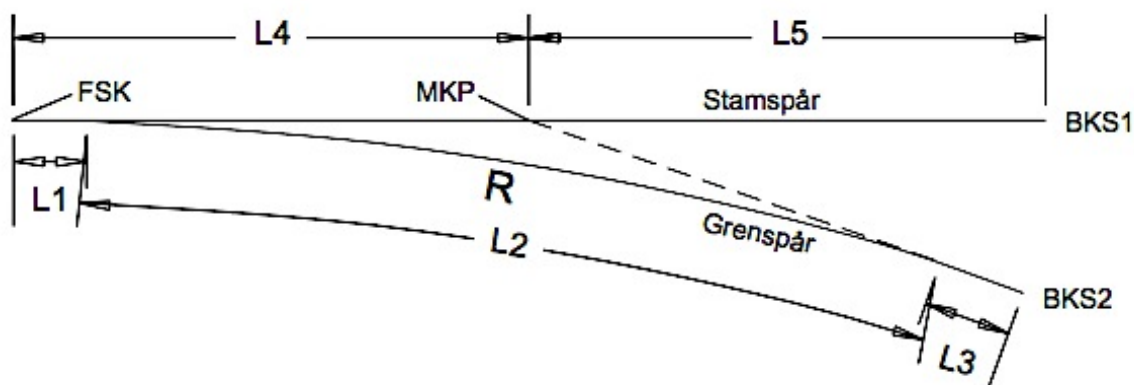
En växels utseende kan beskrivas med hjälp av geometri och alla mått utgår från spårmittpunkt. Även så vid projektering där absolut lägesbestämning i form av geodetisk inmätning i både plan och profil används. Figur 1 visar vad de olika rälerna kallas på olika punkter i spårväxeln (Trafikverket 2).



Figur 1: Enkel växel, höger, HV= Högerväxel vänster anläggningsdel, HH= Högerväxel höger anläggningsdel.
Källa: Trafikverket 1

2.1.1 Geometri

Grundprincipen av en växel säger att den består av ett stamspår och ett grenspår (se figur 2). Stamspåret är vanligtvis ett rakspår där matningssystem, signalsystem och växeltyp är hastighetsbegränsande faktorer för växeln. Stamspåret kännetecknas av en rak linje från främre stödrälsskarv (FSK) till bakre korsningsskarv (BKS1). Ett grenspår består av antingen en cirkulärkurva (då $L1, L3 = 0m$) eller rakspår kombinerat med cirkulärkurva. Dessa finns att hitta mellan FSK och grenspårets BKS (BKS2) (Trafikverket 3).



Figur 2: Schematisk bild över spårväxel. Källa: Trafikverket 2

L1-L5 är olika sorters spårelement som definieras i tabell 1. Den matematiska korsningspunkten (MKP) definierar växelns grenspår där dess tangent korsar rakspåret (ibid.).

Tabell 1: Tabell över befintliga spårväxlar. Källa: Trafikverket 2

	Växeltyp	R (m)	L2 ¹ (m)	Längder rakspår (m)			
				L1	L3	L4	L5
Huvudspår	UIC60-300-1:9	300	33,197	0	0	16,615	16,615
	UIC60-500-1:12	500	41,571	0	0	20,797	20,797
	UIC60-760-1:14	760	54,194	0	0	27,108	27,108
	UIC60-760-1:15	760	50,592	0	3,606	25,305	28,911
	UIC60-1200-1:18,5	1200	64,802	0	0	32,409	32,409
	UIC60-2500-1:26,5	2500	94,295	0	0	47,153	47,153
	UIC60-2500-1:27,5	2500	90,869	0	3,427	45,4395	48,8665
	BV50-225/190-1:9	208,431	23,064	0	5,931	11,544	17,475
	BV50-600-1:15	548,468	36,511	0	8,072	18,379	26,217
Dispens krävs	BV50-300-1:9	300	33,197	0	0	16,615	16,615
	BV50-225/480-1:12	238,108	19,797	0	11,730	9,904	21,634
	BV50-600/365-1:12	449,578	37,378	0	2,930	18,700	21,630
	BV50-600-1:13	555,472	42,879	0	1,691	21,551	23,040
Sidospår	BV50-215-1:4,8-SYM ²	215	22,052	1,202	0	SYM	SYM
	BV50-190-1:6,28 ²	190	29,974	0,962	0	15,981	15,018
	BV50-190-1:9 ²	190	21,025	0,956	6,081	11,479	16,604

Förkortning

UIC60-500-1:12
 BV50-300-1:9
 (ibid.).

Betydelse

UIC60-kilosräl (vikt/meter), radie 500m, vinkel 1:12
 BV50-kilosräl (vikt/meter), radie 300m, vinkel 1:9

Det är sen 1987 praxis att använda 60-kilosräl vid nybyggnation av järnväg. Även om det innefattar fler faktorer än tyngd är det ofta just tyngd per meter som i stora drag avgör en räls styvhet. En styvare räl mattas ut långsammare

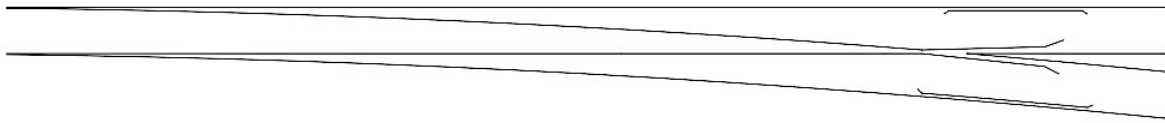
och kan fördela fordonsvikten över en längre sträcka med dämpande slipers (Bårström & Granbom, 2012).

2.1.2 Växeltyper

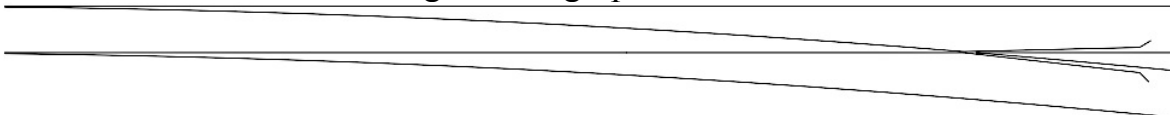
Det finns en mängd olika växeltyper. De har olika funktioner för olika ändamål. Gemensamt för alla växeltyper är att det krävs en övergångszon från banans räslutning till växelns obefintliga dito i dagsläget. Dagens växlar är inte tillverkade med räslutning och behöver därför övergångssliprar som succesivt lutar rälerna från 1:30 till rakt stående räl för att det skall bli en mjuk övergång (Järnvägsskolan 1).

Enkel växel är en av de vanligaste växeltyperna. Korsningsväxel förekommer både i version enkel och dubbel. En enkel korsningsväxel kan endast växla spår från ena hållet medan den dubbla kan växla i alla riktningar. Spårkorsning liknar på många sätt en korsningsväxel men har endast i uppgift att låta ett spår korsa ett annat. Nedan listas ett antal olika sorters växeltyper som används idag och som i framtiden kan komma att byggas som 60E. Nedan illustreras också principskisser på olika växeltyper (Trafikverket 1).

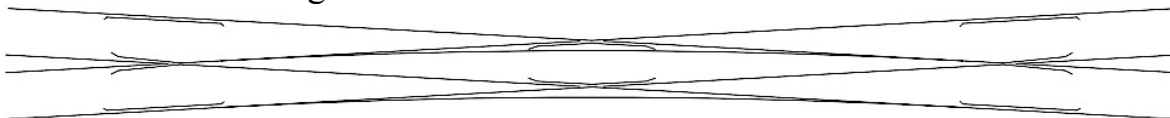
- Enkel växel – EV



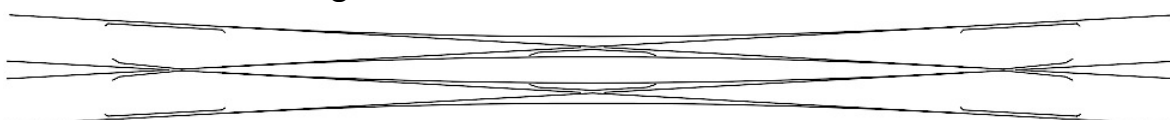
- Enkel växel med rörlig korsningsspets – EVR



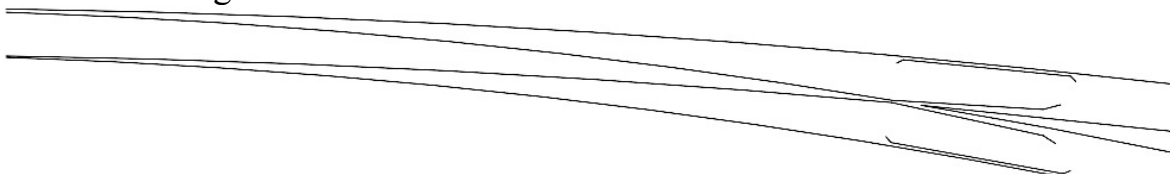
- Enkel korsningsväxel – EKV



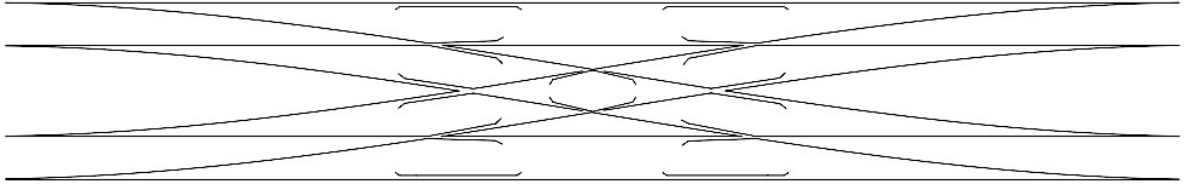
- Dubbel korsningsväxel - DKV



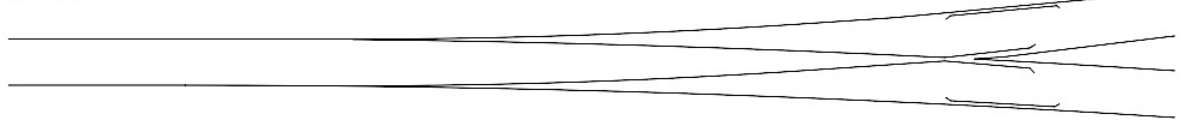
- Innerbågsväxel – IBV



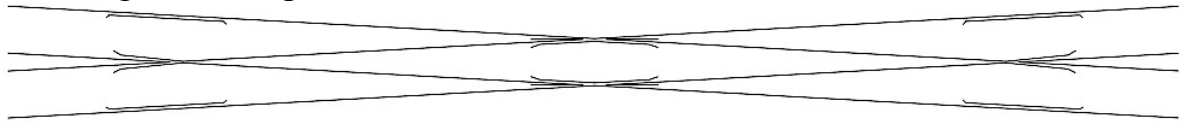
- Kryssväxel - KRYSSVX



- Något osymmetrisk enkel växel - NOS



- Spårkorsning - SPK



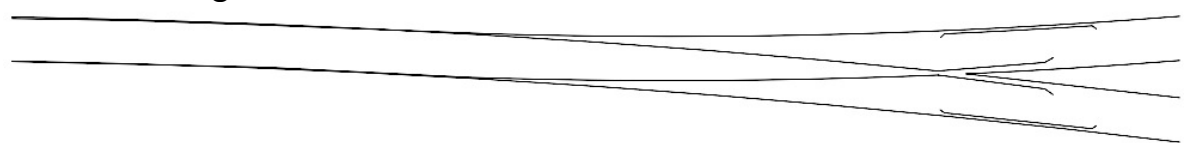
- Symmetrisk växel - SYM



- Tredelig växel - 3V

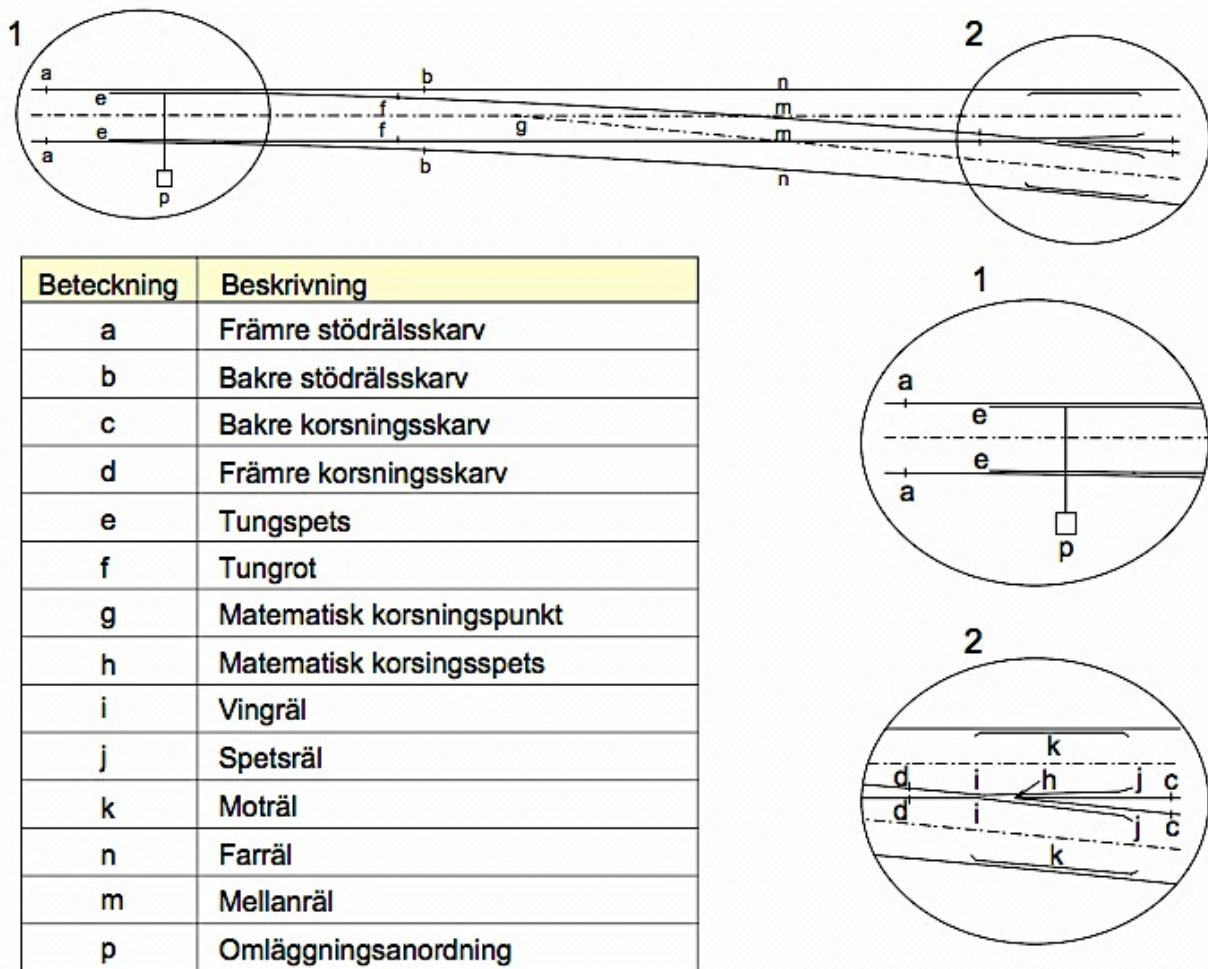


- Ytterbågväxel – YBV



(ibid).

2.1.3 Växelns beståndsdelar



Figur 3: En enkel växels beståndsdelar. Källa: Trafikverket 1

Mellan a) och b) ligger stödrälen. Denna avlastar den räl i tungan som tåget trafikerar. Tåget trafikerar alltid en av tungans räler och en av de ”ordinarie” oavsett riktning i växeln. Mellan c) och d) ligger korsningspartiet där växeln delar sig till stamspår och grenspår. Tungspetsen e) är den plats där växeln mynnar ut och där påfarten för tåget till det ena eller andra spåret börjar. Vid tungroten f) övergår tungan till mellanräl m) i både stam- och sidospår. Den matematiska korsningspunkten g) beskriver vart grenspårets spårmitt skulle ansluta till stamspårets om den ritades utan radie. Den matematiska korsningsspetsen h) är den slutliga avskiljaren mellan stam- och grenspår. Hamnar hjulet på fel sida i denna punkt leder det till urspårning. Vingrälen i) övergår i antingen mellanräl eller spetsräl beroende på riktning och lämnar över hjulet till spets eller mellanräl. Moträlen k) rycker tag i fordonet och bibehåller vald sida om korsningsspetsen. Spetsrälen j) övergår till vanligt spår då tåget passerat korsningen. Farräl n) är den ytterräl som tåget trafikerar i växeln. Omläggningsanordningen p) består av en eller flera enheter (beroende på växelns längd) vilka styrs av ett ställverk och lägger om tungan (i vissa växlar även den rörliga korsningsspetsen) vid behov (ibid.).

2.2 Banteknik

Den enklaste modellen av växel kallas enkel växel. Den är förhållandevis representativ för vilka beståndsdelar en växel i huvudsak består av. Delar följer nedan. För närmare förklaring se figur 3.

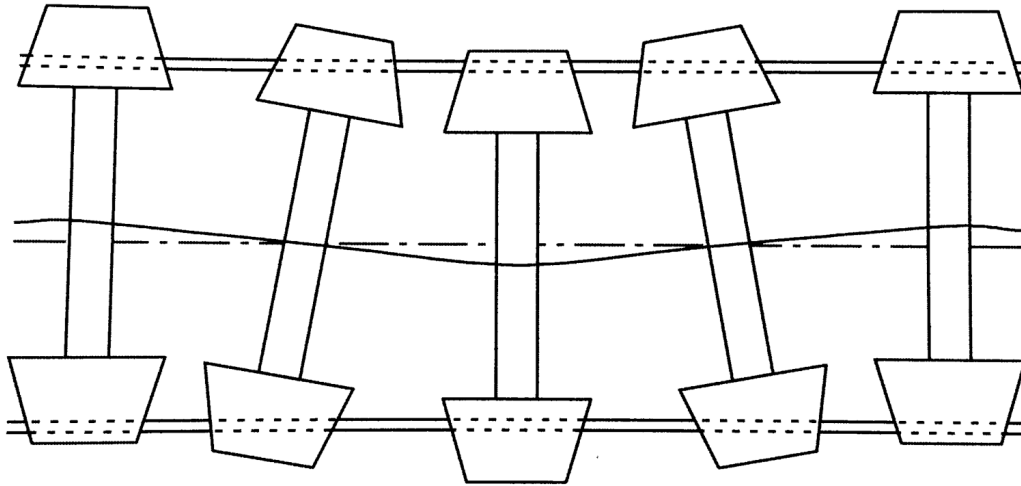
- Tunganordning
- Växelkorsning
- Moträler
- Mellanräl
- Farräl
- Växelomläggningsanordning
- Sliperssats

2.2.1 Rälslutning

Förr hade Sverige, precis som Frankrike, rälslutningsförhållande 1:20 i järnvägsanläggningen. Idag är svensk standard 1:30 vilket är ett mellanting mellan franska 1:20 och den mycket vanliga lutningen 1:40 som bland annat Tyskland använder. Idén med rälslutning är att de koniska hjulen skall tillhandahållas en lite större kontaktyta än vid rakt stående räl och därför fördela lasten från fordonet bättre. Observera att växlarna av typ SJ50, BV50, UIC60 och ännu äldre modeller inte har rälslutning (Corshammar, 2012).

När ett fordon kör på framförallt ett rakspår kan fenomenet sinusgång uppstå. På grund av bland annat deformationer i spåret får fordonshjulet en annorlunda hjulradie i kontaktpunkten med rälsen vilket förändrar färdhastigheten på hjulaxeln. Hjulparen, som är förbundna med en fast axel mellan, medger inte inbördes olika rotationshastighet och leder därför till att hjulaxeln vill svänga åt det håll vars hjul har minst hjulradie. Detta åskådliggörs i figur 4 där fenomenet börjar från vänster. Att rullradien blir annorlunda är för att hjulen är koniska, i praktiken har de en så kallad förslitningsanpassad hjulprofil där lutningen ökar likt en exponentiellt stigande kurva. Figur 4 visar sinusgång med förenklade hjul som raka konor som används i teoretiska resonemang (Andersson et al., 2013).

Rälslutningen med förhållandet 1:20 lutar mer in mot spårmiten än 1:40 vilket innebär att det krävs en större kraft i lateralled för att förflytta ett fordon lika mycket vid rälslutning 1:20 som 1:40 vid användning av raka konor. Vid sinusgång kommer våglängden således att bli längre med rälslutning 1:20, vilket är önskvärt vid höga hastigheter och raka spår, eftersom sidoutslagen inte blir lika kraftiga och lika tätt återkommande som vid svagare rälslutning (Stichel, 2014).



Figur 4: Sinusgång. Källa: Andersson et al. 2013

2.2.2 Spårvidd

Idag är spårvidden både i spår och växel 1435 millimeter vilket är vedertagen standard i de flesta länder i världen. Detta mått kommer ursprungligen ur det engelska 4 fot och 8½ tum och mäts 14 millimeter under rälets överkant (Bårström & Granbom, 2012).

2.2.3 Rullanordning

För att flytta växeltungan används rullanordningar. Dessa är placerade vid sidan av tungrälen och underlättar transporten av tungan i sidled beroende på vilket spår som skall användas (se figur 5). Idag är framförallt kulrullanordningar vanliga där ett antal kulor sitter fixerade på en rad och tungan rör sig i sidled ovanpå kulorna (Intervju L1).

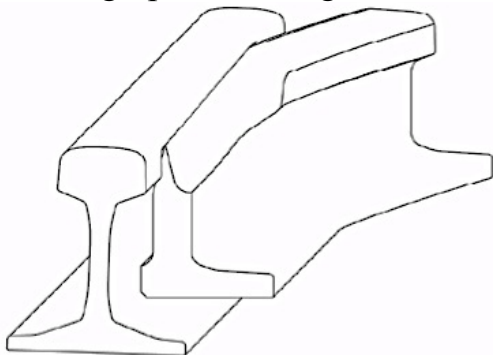


Figur 5: Kulrullar från en UIC60-växel. Källa: Intervju L1

2.2.4 Tunga

Tungan är en förflyttningsbar del av växeln. Denna läggs om beroende på vart fordonet skall i växeln och består av två sammankopplade räler som läggs om med hjälp av växeldriv och därför styr fordonet dit det skall. Tungrälerna är mycket smala och relativt spröda längst ut. Ju närmre korsningsspetsen

fordonet kommer desto kraftigare blir rälen för att till slut efter korsningsspetsen övergå i en standardräl se figur 6 (ibid.).

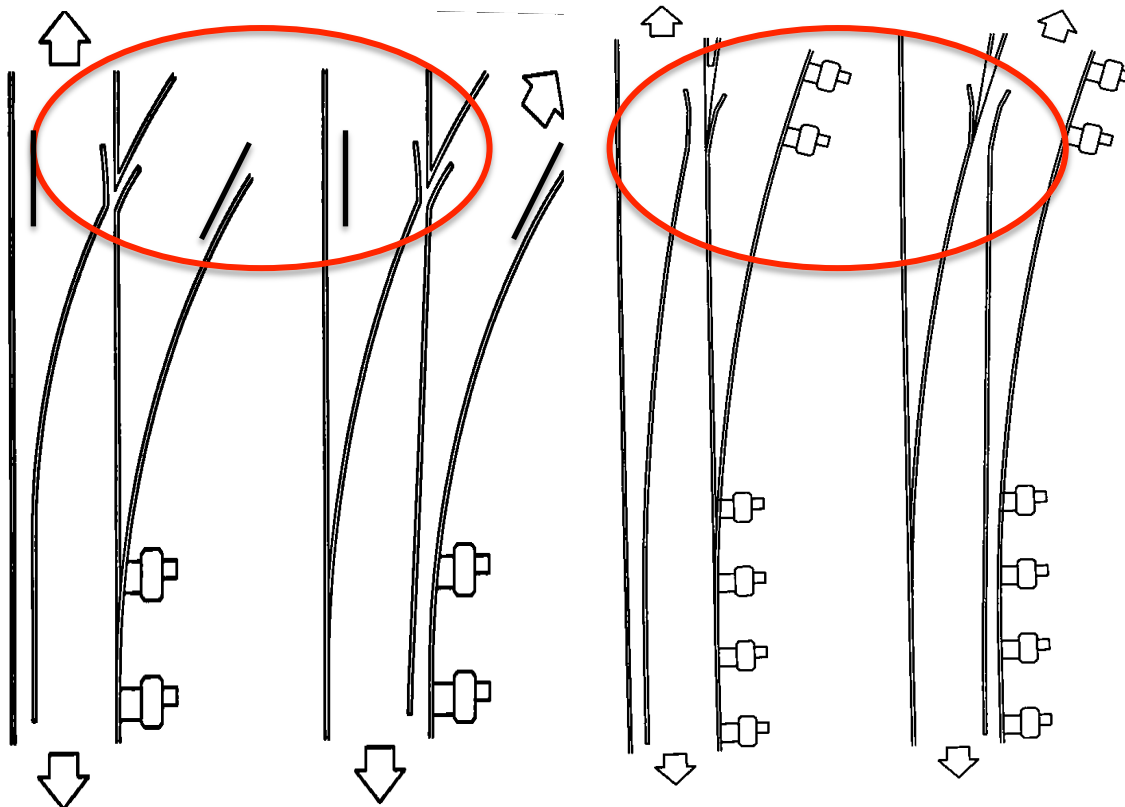


Figur 6: Tungspets mot stödräl. Källa: Intervju L1

2.2.5 Korsning

Växlar utformas med antingen fast eller rörlig korsningsspets (se figur 7). Vid förekomst av fast spets nyttjas moträl (placerade innanför respektive farräl) som styr den ena hjulsidan för att inte den andra hjulsidan skall avvika om fel sida av korsningsspetsen. Det innebär ett mekaniskt slitage på både moträl och fordon. Det är också moträlen som provocerar fordonet till ett visst ryck vilket resenärer ofta kan notera vid passage av framförallt mindre växlar. Rörlig korsningsspets fungerar istället genom en egen omläggning av spetsen. Den ”stänger av” det ej tänkt trafikerade spåret och leder dessutom tåget genom växeln på en, ur funktionsperspektiv, sammanhängande räl (Trafikverket 9; Nissen, 2005).

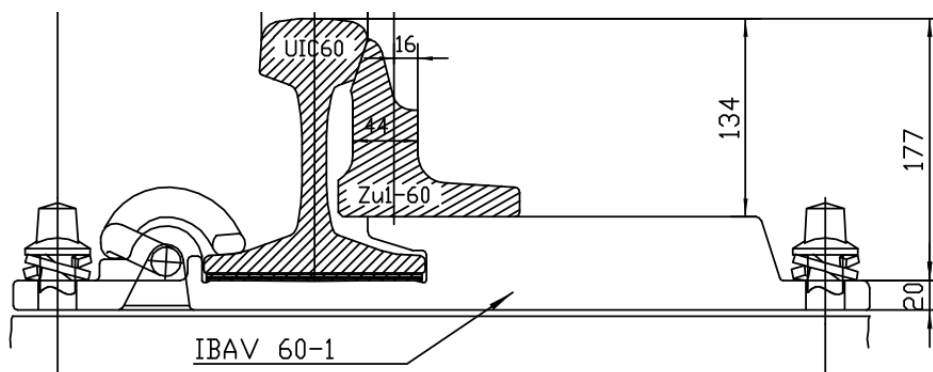
Ett stort problem i fasta växlar är slaget mellan hjul och korsningsspets. Detta uppstår i överrullningszonen där hjulet rullar på den avvikande vingrälen en liten sträcka. Här blir spårvidden större och därmed hjulradien på hjulen mindre eftersom kontaktpunkten hamnar längre ut. Det innebär att hjulaxelnivån sjunker och hjulet slår till korsningsspetsen kraftigt då kontaktpunkten skall flyttas över dit (Intervju L1).



Figur 7: T.v. fast korsningsspets. T.h. rörlig korsningsspets. Före och efter omläggning. Källa: Trafikverket 15

2.2.6 Railpads

Railpads funktion är att överföra krafter från räl till slipers. Railpads är precis som på övrig bana placerad under rälen i växeln, närmare bestämt under stödrälen, vilket figur 8 illustrerar. Railpads tillhör de delar som ökar banans elasticitet och bidrar till ett skydd mot en allt för styv bana. En bana med hög styvhet tenderar att utsättas för 300 % mer i dynamiska krafttillskott än den statiska lastens storlek (Nissen, 2005).

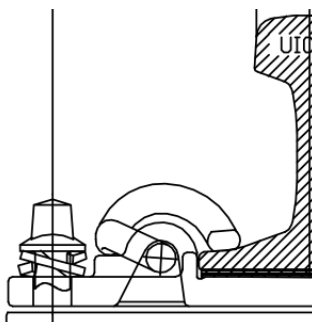


Figur 8: Placering av railpads i UIC60-växel. Källa: Intervju L1

2.2.7 Befästningssystem

Rälsbefästningarnas huvudsakliga uppgift är att överföra spårkrafter från räl till sliper och ner i banöverbyggnaden. De skall utöver detta bibehålla spårvidd och hindra vridning av rälen i förhållande till slipersläge. Detta uppnås genom tillräcklig klämkraft gentemot rälsfoten och ett visst motstånd

mot rälsvandring och rälsvridning erhålls. Fjädringsrörelsen är cirka en millimeter i Pandrols E-clipbefästningar vilka är de mest använda i dagsläget (se figur 9). Problemet med Pandrols E-clipbefästningar är att de utsätts för ett moment mellan räl och fastgöringspunkt i slipern. Det kan ta sig uttryck genom skjuvning och utmattning av befästning. Klämkraften i E-clip är cirka 9 kN. (Intervju L1; Pandrol E+, 2012).



Figur 9: Pandrol E-clip på UIC60-räl. Källa: Intervju L1

2.3 Elteknik

I en spårväxel är det viktigt med god trådföring eftersom stam- och grenspårets kontaktledningar skall föras parallellt utan nämnvärd påverkan av varandra. Det finns tre oberoende krav som ställs och som skall beaktas vid projektering av trådföringen i en spårväxel.

1. Grenspårets kontaktledning skall upphöra att driva tåget så fort stamspårets kontaktledning har möjlighet att överta traktionsmatningen. Det innebär i korta drag att grenspårets kontaktledning skall lyfta mot avspänning så fort som möjligt när tåget är på väg in i stamspåret.
2. Strömavtagaren skall aldrig komma i kontakt med grenspårets kontaktledning när tåget framförs i stamspåret.
3. På en mycket kort sträcka ligger båda kontaktledningarna mot strömavtagaren och det är detta avstånd som är tänkt att minimeras. Detta gäller trafikering i grenspåret.

Kontaktledningsstolpen i växeln placeras normalt där avståndet mellan gren- och stamspår är 1200 millimeter. Beroende på växelns storlek och förhållande kan detta avstånd variera (Trafikverket 5).

2.3.1 Växelvärme och drivvärme

Växelvärme används för att smälta snö och is kring tunganordning, växeldriv och korsning. Den matas med 24V växelström. Värmeslingor placeras med en viss effekt på stödrälens främre respektive bakre del och med en annan effekt på tungans främre del i växeln. Dessa matas med effekter mellan 5 och 23 kW med mellan 200 och 400 W/m beroende på placering. Växelvärme är ett komplement till direkt snöröjning och styrs av givare som aktiveras under vissa klimatförhållanden (Trafikverket 12).

Utöver att värma upp själva växeln finns det dessutom staggropsvärme. Det är värmeslingor som bibehåller en högre temperatur kring drag- och kontrollstängerna för att dessa inte ska frysa fast, bli spröda och gå sönder. Staggropen skall också hållas snö- och isfri av staggropsvärmens (ibid.).

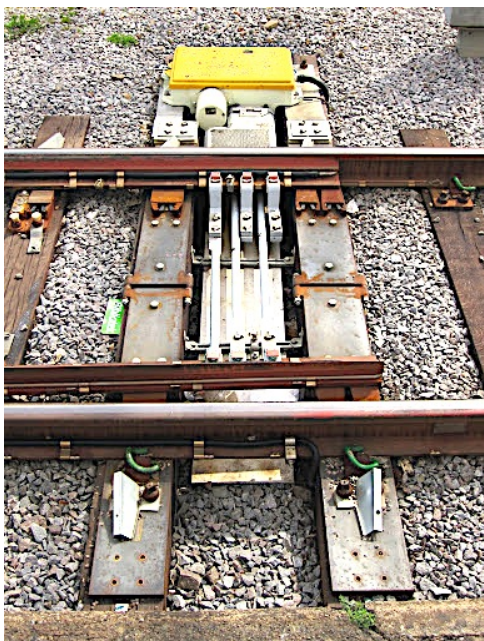
2.4 Signalteknik

Den signaltekniska delen av en spårväxel utgör funktionerna att styra omläggning, spårleda och garantera säker genomfart. När ställverket får en signal lägger växeldrivets om tungan och vid förekomst, även rörlig korsningsspets. Ställverkets uppgift är att styra järnvägstrafiken inom en driftplats för att kunna garantera säker framfart. Ställverken är uppbyggda på antingen reläenheter eller datorer (Bårström & Granbom, 2012; Trafikverket 7).

2.4.1 Växeldriv

Det finns två etablerade växeldrivmodeller som förekommer i järnvägsanläggningen. Dessa kallas JEA 72 och JEA 73. Växeldrivets uppgift är att, med hjälp av elmotorer, lägga om växeltungan då signal om detta ges och signalera tillbaka om att tungan gått i kontroll om så är fallet. Motordrivet ligger intill spåret på antingen höger eller vänster sida och flyttar tungan med hjälp av dragstänger vilket gör JEA 73 godkänt för hastigheter upp till 200 km/h. Det finns både elektriska och hydrauliska driv i Europeiska järnvägsanläggningar. Växeldriv används också för att lägga om den rörliga korsningsspetsen i de fall där det nyttjas (Intervju B2, Trafikverket 6).

JEA-driven är elektromekaniska driv för växelomläggning och är monterade mellan två sliprar med drivets motor liggandes vid sidan av spåret (se figur 10). Det första drivet är placerat vid tungspetsen och följs av fler längre in på tungan beroende på växelns storlek. Förekommer rörlig korsningsspets installeras det driv även där. Motorn är sammankopplad med tunga och (rörlig) korsningsspets via dragstänger vars uppgift är att överföra omläggningskraft och detektera läge på tunga och/eller korsningsspets. Utväxlingen sker genom en friktionskoppling som mekaniskt kontrollerar dragstängerna. Låsning och kontroll av spårväxeln sker mekaniskt i drivet och klassificeras som indirekt låsning av driv vilket begränsar tillåten hastighet genom växeln. Likströmsmotorer används då reläställverk bevakar driftplatsen medan växelströmsmotorer är till för ställverk 85 och 95 (Olsson & Strömsöe, 2014).



Figur 10: JEA växeldriv vid tungspets. Källa: SJK Postvagnen

2.4.2 Tungkontrollkontakt

Tungkontrollkontakten sitter, beroende på växelns storlek, längs med växel-tungan och kontrollerar att den ligger intill den räl som tåget skall ledas bort från. För att växel-tungan skall utrustas med tungkontrollkontakt skall två villkor uppfyllas.

1. Växel-tungan skall vara längre än 5,9 meter.
2. Hastigheten skall vara högre än 40 km/h genom spårväxeln.

Om växel-tungan är mindre än 5,9 meter anses det räcka med kontrollstängerna i drivet. Större växlar kan utesluta användning av TKK med hjälp av ett fjärde driv. Innan ställverket tillåter genomfart av växeln måste tungkontrollen signalera till ställverket att växel-tungan ligger i rätt läge. Gör växeln detta garanteras säker genomfart till åsyftat spår förutsatt att resterande växel-komponenter är i driftsäkert skick. För att växeln skall gå i kontroll får en avvikelse på maximalt 3 millimeter förekomma i avståndet mellan tungspets och räl. I övrigt skall resterande (vid förekommande) tungkontrollkontakter gå i kontroll med en tolerans på 10 millimeter (där 13 millimeter är det absoluta maxvärdet) (Trafikverket 7, Trafikverket 9).

2.4.3 Spårledning

Spårledning är en kontroll av att spåravsnittet är fritt från fordon och godkänt att trafikera. Vid fel eller förekomst av fordon skall spårledning indikera att sträckan är belagd och därmed ej farbar. Det fungerar genom att en strömkrets bibehålls i I-rälen som faller när en axel kortsluter I- och S-räl. Spårledningens olika avsnitt delas av genom isolerskarvar på I-rälen (Bårström & Granbom, 2012).

2.5 Teleteknik

Teleteknik är telefonisystem, radiosystem, dator- och kabelnät för kommunikation mellan tekniska system, för personal avseende styrning, indikering, telefoni och datatrafik. Näten utgörs av optofiberkablar och traditionella kopparkablar som är placerade längs med banan. Vad gäller spårväxlar är det endast växelvärmens teletekniska funktion som är intressant i sammanhanget (ibid.).

2.6 Slitage och spårkrafter

Spårväxlar är den spårkomponent som avgör järnvägsanläggningens flexibilitet. Fler komponenter leder till högre kostnader på grund av många rörliga delar i växeln. Olika rälsprofiler i kombination med varierande korsningspartier medför olika mycket spårslitage och nedbrytning på hjul och räl. Det finns olika metoder för att minska nedbrytning av hjul och räl eftersom rälsprofilen, spårvidden och styvheten på mellanlägggen är faktorer som avgör hur slitaget ser ut. En minskad nedbrytning av rälsprofilen har visat på en lägre LCC (Pålsson, 2014).

Vid tågpassage uppstår stora punktlaster där hjul och räl har kontakt vilket gör att rälen vill böja sig och ger stora variationer i drag- och tryckspänningar i spåret. Genom att ha hög styvhet i spåret undviks en rad problem som uppstår vid för mjukt spår. Är spåret alltför för mjukt beter det sig som en enda lång uppförsbacke för tåget vilket leder till högre energiförbrukning eftersom gångmotståndet ökar. Slitaget av spåret ökar också eftersom spåret rör sig mer och mattas ut snabbare. Därför krävs en kraftigare räl som fördelar de vertikala krafterna på fler slipers för ett styvare spår. Med hjälp av detta minskar både trycket på ballasten och deformationen av spåret vilket i kombination leder till mindre spårunderhåll (Bårström & Granbom, 2012; Intervju L1).

Växlar är inte bara den spårkomponent som består av flest utsatta delar. Det är också ett parti oftast utan rälsförhöjning trots att grenspåret utgörs av en kurva. Både rakt fram och i grenspåret blir det diverse laterala, vertikala och longitudinala krafter som spåret tillsammans med fordonsfjädringen skall absorbera. Genom god banunderbyggnad och välfjädrade fordon kan mycket slitage förebyggas (Andersson et al., 2013).

När ett fordon trafikerar grenspåret utsätts hjulparet för stora förskjutningar lateralt med resultat att det ibland blir flänskontakt mot den svängda tungrälen. Anledningen till detta är till största delen den abrupta kurvförändringen och den stora rälsförhöjningsbrist som uppstår. Det har också observerats på fordon som kör rakt fram i växeln, att deras hjulpar förskjuts vilket även det kan leda till flänskontakt på den raka tungrälen. Flänskontakten resulterar i ett

ökat slitage på tungrälen och ibland utmattning på rälerna i växeln. Därför behövs fler underhållsinsatser och inspektioner av anläggningen eftersom komponenterna i växeln annars kommer att få reducerad livslängd (Innotrack, 2009).

2.7 Underhåll

Investeringskostnaden för en ny spårväxel beräknas ligga någonstans mellan tre och fyra miljoner kronor. Detta kan sättas i relation till att kostnaden ligger under tre miljoner kronor för att underhålla en spårväxel i upp till så mycket som 40 år och bör vara ett bra incitament för att underhålla växlarna istället för att byta ut dem. Med underhåll åsyftas i detta arbete underhåll av spårväxlar och kan innebära komponentbyte, påläggssvetsning, spårriktning och slipning. Det utförs ungefär 200 spårväxelbyten per år i Sverige vilket innebär en kostnad i storleksordningen ~600 miljoner kronor (entreprenadkostnad) och innefattar både re- och nyinvestering av spårväxlar. Enligt PIA:s (Produktivitets- och innovationsutveckling i anläggningsbranschen) produktivitetsprogram för spårväxlar är utbytestakten idag för låg för att anläggningen skall kunna upprätthålla den driftsäkra standard som bör krävas av en förvaltare. Det betyder att anläggningen utnyttjas längre än vad den tekniska livslängden på spårkomponenterna (exempelvis spårväxlar) egentligen tillåter (Trafikverket 4).

2.7.1 Förebyggande underhåll

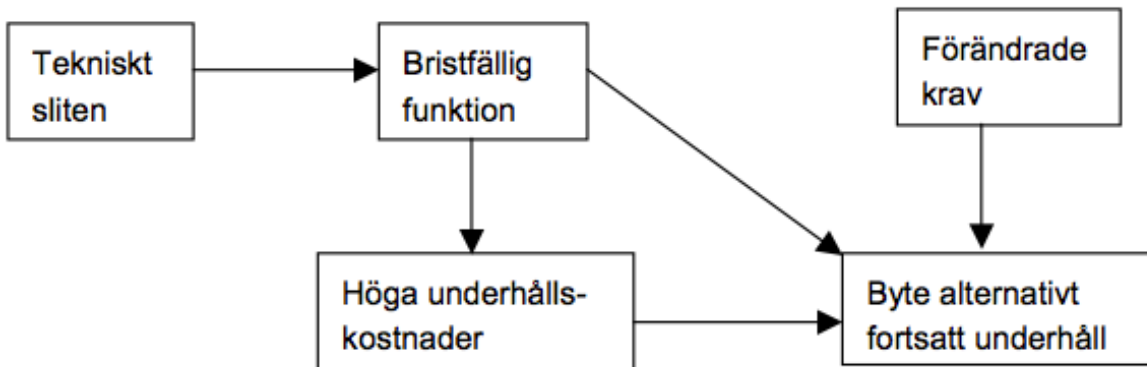
Förebyggande underhåll innebär att underhållet till största delen är planerat, periodiskt och förebyggande för att på så sätt upptäcka större fel och problem innan de leder till driftstörningar och höga kostnader i anläggningen. Förebyggande underhåll kan delas in i kategorierna direkt och indirekt förebyggande underhåll. Direkt förebyggande underhåll innebär regelbundna kontroller, rengöring, smörjning, renovering eller periodiskt byte av komponenter. Indirekt förebyggande underhåll är ett så kallat tillståndsbaserat underhåll. Det betyder att underhållsstrategin bygger på underhållsbehovet, efter bedömning av anläggningens tillstånd, snarare än det periodiskt fastslagna underhållet (Sundquist, 1999 refererad i Blomqvist & Blomqvist, 2013).

2.7.2 Avhjälpan underhåll

Dagens anläggning underhålls till stor del genom avhjälpan underhåll. Det innebär att problem i anläggningen åtgärdas först efter att det uppstått komplikationer. Syftet med avhjälpan underhåll är att återställa enheten eller anläggningen i funktionsdugligt skick. Avhjälpan underhåll delas in i akut och uppskjutet underhåll. Akut underhåll måste ske direkt och är mycket kostsamt eftersom det bland annat måste avbryta eventuell trafik i spåret. Uppskjutet underhåll innebär avhjälpan underhåll av akutfel som kan skjutas upp för att planeras in på en strategiskt mer fördelaktig tid vilket leder

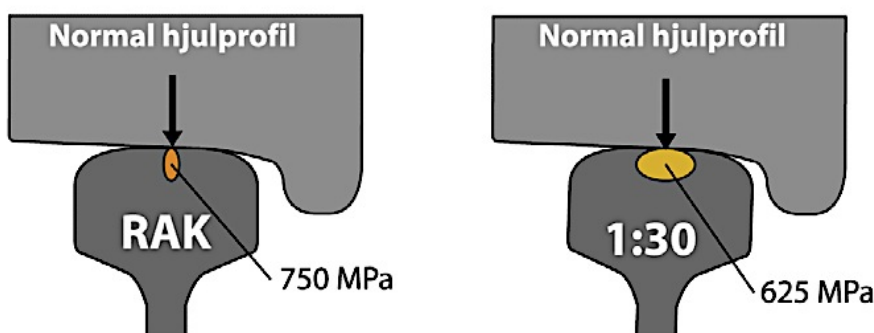
till en lägre kostnad (Möller & Steffens, 2006 refererad i Blomqvist & Blomqvist, 2013).

Det finns olika vägar att gå vad gäller underhåll. Med låg utbytestakt av spårväxlar är det svårt att undvika höga underhållskostnader (se figur 11). Ligger komponenter i anläggningen för länge blir de också dyrare att underhålla allteftersom tiden går (Corshammar, 2005).



Figur 11: Generella skäl till fortsatt underhåll. Källa: Hedström, 2001

Dagens vanliga spårväxlar SJ50, BV50 och UIC60 har inte lutande räl som resterande bana. Det medför en ökad belastning i kontaktpunkten på rälen eftersom samma tyngd från tåget absorberas av en mindre yta. Detta medför bland annat ytproblem i form av så kallade Head-checks vilka är en ytlig deformation som initialt bildas som fina ytsprickor på farkanten. Headchecks motverkas i Sverige genom slipning där det i vissa fall även förekommit slipning till lutande räl, vilket i sig medfört problem vid komponentbyte (se figur 12) (Stichel, 2004; Corshammar, 2005).



Figur 12: Hjulkontakt på rak respektive lutande räl. Källa: Corshammar, 2005

2.8 Vinter

En studie som gjordes i Norrland visade att hela 130 % fler trafikstörande fel påträffades i spårväxlar vintertid jämfört med sommartid (Hedström et al. 2007).

Det förekommer ofta så kallad islossning då växlar passeras vilket innebär att fastfrusen is under tåget lossnar, främst på grund av moträlens ryck i tåget, och riskerar att hindra växelns omläggningssfunktion. Det leder i sin tur till att växeln ej går i kontroll och inte får trafikeras (ibid.).

2.8.1 Snöröjning och snöskydd

Snöröjning är en viktig del för att växeln skall fungera på avsett vis. Det förekommer både direkt och indirekt snöröjning. Direkt snöröjning innebär att personal tar sig till växeln med problem och åtgärdar detta medan den indirekta snöröjningen (snöskydd) innebär installation av funktioner som värme eller hinder som förhindrar snö att lägga sig på kritiska punkter. Snöröjning sker antingen per maskin eller manuellt. Detta är en tidsödande sysselsättning som ofta kräver avstängt spår under en längre tid. De mest utsatta objekten är områdena i och kring stöd- och tungräl samt korsnings-spetsen. Under röjningsarbetet röjs hela växeln med marginal åt alla håll för driftsäkerhetens skull. Snöskydd är istället förebyggande metoder vilka är installationer som på olika sätt skyddar mot is och snö kring växlar. De vanligaste sorterna är snöstaket, snöskärmar, stångkåpor, staggroppsvärme, växelvärme, snöskydd modell inklädnad och borstar (Trafikverket 11).

2.9 Livscykelkostnad

Livscykelkostnadsanalys (LCC) har använts sedan 1960-talet och är ett verktyg för att beräkna den totala kostnaden för inköp, ägande, användning och underhåll. Inom järnvägssektorn är LCC inte ett helt vedertaget begrepp. Ett stort problem har varit att indata inte har varit tillräckliga eller av tillräckligt hög kvalitet för att fungera som underlag. Effektiva system som kan behandla och samla in data är nödvändigt för att kunna utnyttja LCC. En produkts livscykel består av nedan listade punkter (Nissen, 2009).

- Koncept och definition
- Design och utveckling
- Tillverkning
- Installation
- Användning och underhåll
- Deponering

LCC är en bra metod för att identifiera vilka kostnader som är drivande, jämföra olika system med varandra och presentera all nödvändig information som behövs för att såväl tekniska som ekonomiska beslut skall kunna fattas. Investeringar i järnvägsinfrastrukturen innebär höga engångskostnader när det kommer till själva spåret med banans under- och överbyggnad. Med hänsyn till dessa höga investeringskostnader är det viktigt att ha de kostnader som uppstår under den tekniska livslängden under uppsikt. Det kan vara till

exempel underhålls- och transportkostnader. Ett förebyggande underhåll är viktigt för att minska behovet av att behöva byta ut komponenter samt för att förhindra driftstörningar. Det kräver dock ett välplanerat utnyttjande av tider i spår. För att kunna utveckla en optimal underhållsstrategi bör livscykelkostnadsanalyser alltid användas (Esveld, 2001; Nissen, 2009).

En av Trafikverkets satsningar för att minska underhållsinsatserna och minska livscykelkostnaderna i växlar är att använda sig av under sleeper-pads. De fästs på sliprarnas undersida när gjutningen av betongslipers sker. De ska förutom att minska underhållsinsatserna reducera ljud och vibrationer. De jämnar ut styvhetsskillnaden mellan övriga spåret och spårväxeln vilket innebär en långsammare nedbrytning av spåret i allmänhet och slipers i synnerhet. En underhållsinsats i en växel är kostsam och mer krävande än i övriga spåret. Därför är det viktigt att effektivisera eller minska antalet insatser vilket under sleeper-pads hjälper till med. Liknande mattor har använts i Tyskland och Frankrike där de har sänkt livscykelkostnaderna avsevärt. Med de nya mattorna förväntas LCC att sänkas med ungefär 20 % för spårväxlar i Sverige (Trafikverket, 2014b).

2.10 Återanvändning

Idag är stora delar av de växlar som ligger ute i spåren gamla och slitna. Det innebär stora kostnader för att renovera växlarna till fullt brukbart skick. Om det däremot handlar om relativt nyinlagda växlar, som av olika anledningar skall bytas ut, kan återanvändning tillämpas. Det finns en standard i Trafikverkets databas som redogör för vad som gäller vid återanvändning av begagnade spårväxlar och växelkomponenter där den så kallade återanvändningsförmågan baseras på faktorerna ålder, återstående livslängd, hastighet och passerade bruttoton (Intervju B2, Trafikverket 10).

Järnvägsskolan är en intressant som tar hand om gamla växlar från trafikerade spår. Om de kan återanvändas renoveras de av elever på skolan och används därefter ofta i bangårdssammanhang. Växlarna med vinkel 1:9 är eftertraktade då de är platseffektiva och billiga att både köpa och renovera. Bangårdar är ett speciellt fall för återanvändning av växlar eftersom de består av många växlar på liten yta samtidigt som hastigheterna är låga vilket betyder lägre krav på växlarnas skick (Intervju B1).

3 Beskrivning 60E

Kapitlet behandlar funktion, BEST-teknik och geometri för 2014 års introducerade växelserie 60E och tillhörande driv. Med gamla växlar avses i detta kapitel modellerna SJ50, BV50 och UIC60. Den nya spårväxelstandard 60E med Easyswitch innebär tekniska förändringar som kommer att beskrivas i följande avsnitt. Följande lista visar förändrade delar eller funktioner.

- Rälslutning
- Spårvidd
- Rullanordning
- Tunga
- Korsning
- Railpads
- Befästningssystem
- Under sleeper-pads
- Nytt växeldriv (Intervju L1)

3.1 Behovet av en ny växel

När Sveriges modernaste järnvägsstråk, Botniabanan, invigdes 2010 diskuterades hastigheter över 200 km/h. Drivet JEA 73 var inte godkänt för högre hastigheter vilket ledde till ett behov av ett nytt driv. Dessutom var drivmodellen gammal och tillgången till reservdelar började ta slut.

Växelbeståndet var i så pass dåligt skick att Trafikverket började diskutera möjligheter att utveckla dessa och skaffa tåligare och bättre växlar för nyare och snabbare fordon med högre krav. Det förekom dessutom problem med sättningar i dessa äldre växeltyper eftersom drivet försvårade maskinell stoppning av ballast där drivet var placerat. Principen från början var endast efterfrågan av lutande räler som sedermera utvecklades till ett paket med ny växel och nytt driv just på grund av ovan nämnda belysta problem (Intervju B2).

Lutande räler i växlar har funnits i Europa mycket längre än i Sverige. I Sverige startade tankegången kring detta under ett projekt i Eslöv vilket gick under namnet Innotrack. Lutande räler installerades i två växlar på Eslövs driftplats och en speciallösning på sliperintegrerade driv anlades för detta ändamål. Syftet med provningen var att se hur mycket mindre påfrestning en växel kunde utsättas för om den liknade resterande banprofil mer (Trafikverket, 2012; Intervju B3)

Vid införandet av den nya spårväxelstandarden 60E och driv, ställdes det krav på både växel och driv. Spårväxeln 60E skulle uppfylla 87 krav, och bland annat följande punkter togs fram av Trafikverket.

- Lägre livscykelkostnad
- Rälstemperaturer mellan -40°C och +70°C
- 60km/h och 30 ton axellast
- 120km/h och 25 ton axellast
- 250km/h och 19,5 ton axellast

(Intervju L1)

Utöver de krav som ställdes på 60E fanns krav på hur ett driv skulle se ut.

- Sliperintegrerat växeldriv
 - God underhållsmässighet
 - Anpassat för höghastighetsbanor, 320 km/h
 - Maskinellt stoppningsbart

(ibid.)

För att växeldrivet skulle bli godkänt fanns det en omfattande kravspecifikation med 108 tekniska punkter som skulle uppfyllas. Några av de punkterna följer nedan.

- Låg strömförbrukning
- Kort omläggningstid
- Anpassning efter Trafikverkets existerande ställverk
- Kort utbytestid av moduler
- Återvinning och lägre LCC

(ibid.)

Växeldrivet skulle vara anpassat för tre olika typer av räl, 60E, UIC60 och BV50 för att passa de vanligaste rälstyperna i landet. Utöver drivet ställde Transportstyrelsen ett funktionskrav som innebar att spårväxel och driv kunde utformas nästan hur som helst så länge funktionen bibehölls (Intervju B2, Intervju L1).

3.1.1 Geometrikompatibilitet

Detta avsnitt behandlar den nya spårväxelstandardens kompatibilitet. För att minska projekteringskostnaderna för den nya spårväxelstandarden är det viktigt att växeln är direktkompatibel med de äldre växlarnas geometrier. Ett byte 1-1 ger en lägre projekteringskostnad. Ett sortiment har tagits fram som ska kunna ersätta de äldre växeltyperna SJ50, BV50 och UIC60. Ytterligare en variant på en mindre växel, EVR-60E-300-1:9, har tagits fram som inte ersätter någon befintlig växeltyp. Den är framtagen då det i viss mån finns behov av mindre växlar i huvudtågspår som klarar högre hastigheter i rakspåret men samtidigt är mindre platskrävande. Det är den rörliga

korsningsspetsen och drivet som gör att högre hastigheter tillåts i rakspåret även i mindre växlar. Tabell 2 visar det nya växelsortimentet och vilka äldre växeltyper de ersätter. De grönmarkerade växlar ersätter den växel med motsvarande förhållande till grenspåret eftersom de äldre modellerna har så kallad överskärande tunga. Där tangerar inte grenspårets radie FSK i växeln. Detta gäller för både SJ50 och BV50 vilket lett till konfigurering av radier i de nya växlar (Intervju L1).

Tabell 2: Nytt och gammalt växelsortiment. Källa: Intervju L1

60E	UIC60	BV50	SJ50
EV-60E-208-1:9		EV-BV50-225/190-1:9	EV-SJ50-11-1:9
EV-60E-300-1:9	EV-UIC60-300-1:9	EV-BV50-300-1:9	EV-SJ50-300-1:9
EVR-60E-300-1:9			
EV-60E-500-1:12	EV-UIC60-500-1:12		
EV-60E-500-1:12		EV-BV50-600/365-1:12	EV-SJ50-12-1:12
EV-60E-580-1:13		EV-BV50-600-1:13	EV-SJ50-12-1:13
EV-60E-580-1:15		EV-BV50-600-1:15	EV-SJ50-12-1:15
EV-60E-760-1:14	EV-UIC60-760-1:14		
EVR-60E-760-1:14	EVR-UIC60-760-1:14		
EV-60E-760-1:15	EV-UIC60-760-1:15		
EVR-60E-760-1:15	EVR-UIC60-760-1:15		
EV-60E-1200-1:18,5	EV-UIC60-1200-1:18,5		EV-SJ50-20,667-1:18,5
EVR-60E-2500-1:26,5	EVR-UIC60-2500-1:26,5		
EVR-60E-2500-1:27,5	EVR-UIC60-2500-1:27,5		

I tabell 3 visas geometriska förklaringar för 60E-serien som i motsvarande tabell för det gamla växelsortimentet återfinns i tabell 1 i kapitel 2. De nya växlar finns i ett stort antal med både fast och rörlig korsningsspets. Då banorna tenderar att utvecklas till rakare spår med högre STH krävs det i de flesta fall rörlig korsningsspets för att tillåtas hålla hög hastighet också genom växelpartier. Tillsammans med växeldrivets låsning utgör det de två viktigaste kriterierna att uppfylla i en växel för att tillåta högre hastigheter än 200km/h (ibid.).

Tabell 3: Nytt växelsortiment. Källa: Trafikverket 16

	Växelmodell			Längder rakspår (m)			
		R (m)	L2 ¹ (m)	L1	L3	L4	L5
Huvudspår	EV(R)-60E-300-1:9	300	33,197	0	0	16,615	16,615
	EV-60E -500-1:12	500	41,571	0	1,816	20,797	22,613
	EV(R)-60E -760-1:14	760	54,194	0	0	27,108	27,108
	EV(R)-60E -760-1:15	760	50,592	0	3,606	25,305	28,911
	EV-60E -1200-1:18,5	1200	64,802	0	0,661	32,409	33,070
	EVR-60E -2500-1:26,5	2500	94,295	0	0	47,153	47,153
	EVR-60E -2500-1:27,5	2500	90,869	0	3,427	45,440	48,866
	EV-BV50-225/190-1:9	208,431	23,064	0	5,931	11,544	17,475
Dispens krävs	EV-60E-208-1:9	208,435	23,064	0	5,931	11,544	17,475
	EV-60E -580-1:13	580	44,528	0	0,644	22,397	23,041
	EV-60E -580-1:15	580	38,910	0	6,905	19,312	26,217
	BV50-215-1:4,8-SYM ²	215	22,052	1,202	0	SYM	SYM
	BV50-190-1:6,28 ²	190	29,974	0,962	0	15,981	15,018
	BV50-190-1:9 ²	190	21,025	0,956	6,081	11,479	16,604

3.2 Banteknik

Följande avsnitt beskriver de nya komponenterna i 60E.

3.2.1 Rälslutning

Likt övriga spåret har rälslutning 1:30 införts i växlar. Det medför ett antal förbättringar eftersom det blir en lågfrekvent sinusgång och därför stabilare gång för fordonen. Med lutande räl får hjulet en kontaktpunkt längre ut vilket gör att hjulradien minskar och rullradiesskillnaden vid exempelvis ett spår-lägesfel (laterala krafter) blir mindre. Det ger en längre våglängd på fordonets svängningar och därmed stabilare gång som medger högre hastigheter. Rälslutningen innebär också att övergångslipers inte behövs (Andersson et al., 2013).

3.2.2 Spårvidd

Framöver kommer europeiska direktiv för höghastighetsbanor att kräva den bredare spårvidden 1437 millimeter. Den bredare spårvidden minskar rullradiesskillnaden och därmed ytterligare sidledsförflyttning (ibid.).

3.2.3 Rullanordning

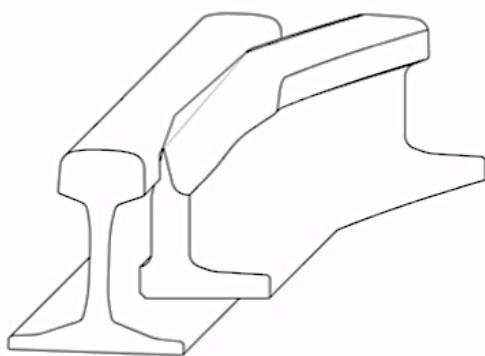
Rullanordningen består av cylindriska rullar som är justerbara i vertikal- och lateralled. Rullarna har till uppgift att underlätta förflyttningen av tungan. De är placerade på insidan av- och längs med- tungan och lyfter den 4 millimeter över glidplanet. Det innebär att smörjning av glidplanet ej är nödvändigt (se figur 13) (Intervju L1).



Figur 13: Rullanordning i 60E. Källa: Intervju L1

3.2.4 Tunga

Material från stödrälen har applicerats på tungan för att öka tjockleken. Det innebär att när tungan ligger an mot stödrälen är den infälld (se figur 14). Infälld tunga betyder i det här fallet att cirka fem millimeter material har tagits från stödrälen och placerats på tungan och tack vare en ökad tjocklek av tungrälen finns det mer material att slita på och innebär att tungan inte blir spröd. På grund av tjockleken kan krafter också tas upp och spridas lättare (ibid.).



Figur 14: Tunga i infällt läge mot stödräl. Källa: Intervju L1

3.2.5 Korsning

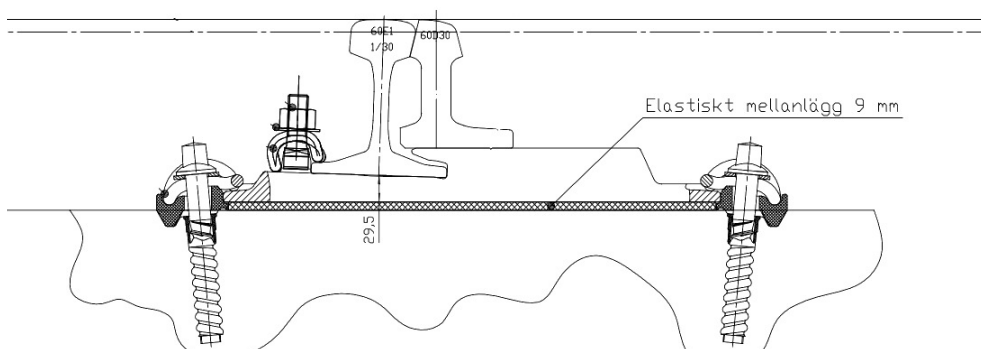
Korsningsspets tillsammans med vingräl är tillverkade av en stållegering med mangan enligt SS-EN 15689 som är den europeiska och därmed svenska normen. Legeringen med mangan har en självhårdande effekt som vid ökad trafikbelastning hårdar korsningen. Legeringen går dock inte att ultraljudsundersöka och måste därför undersökas okulärt eller med en penetrant. 60E:s fasta korsningsspets har ett överrullningsområde som skall minska slag och oljud vid tågpassage. Överrullningsområdet behövs eftersom det är där hjulet förflyttas från tungans vingräl till spetsrälen. Precis före korsningsspetsen i växeln viker vingrälerna av utåt för att hjulpassage skall kunna ske även till

grenspåret. Det innebär att hjulet en kort tid rullar på en bredare spårvidd vilket i sin tur betyder att hjulaxeln sjunker ned. Genom att höja vingrälerna successivt undviks det slag som åstadkoms då det nedsänkta hjulet övergår till korsningsspetsen eftersom hjulaxelns nivå i höjddled bibehålls. Då hjulen tar vid korsningsspetsen har axelns nivå i höjddled bibehållits så att slaget mot korsningsspetsen blir skonsammare. Korsningsspetsen är direkt utbytbar (Bohlin et al., 2011; Intervju L1; Trafikverket 14).

3.2.6 Railpads

I en växel är det ett flertal komponenter som påverkar elasticiteten i spåret. Två spår skall föras samman, växlas mellan och bibehålla likvärdig elasticitet som vanligt rakspår vilket har lett till behov av lösningar som tillgodoser detta. Tungan, som i stor utsträckning saknat elasticitet helt i gamla växlar, är ett bra exempel på ett utseende som gjort att beteendet gentemot fordonet varit stummare (Intervju L1).

Railpads är placerade under rälsfoten ovanpå slipern på vanligt rakspår. I en 60E-växel är den också placerad ovanpå slipern men under glidanordningen i samband med det avsnitt där tunga och stödräl interagerar (se figur 15). Detta gör både tung- och stödräl elastisk vilket innebär att de absorberar krafter på ett likt sätt oavsett stam- eller grenspår. Dessa railpads absorberar inget vatten och materialförändringarna är oerhört små över ett brett temperaturintervall. Detta gör dem till lämpligt materialval i järnvägssammanhang vilket i sin tur ger en växel som på samma sätt som resterande bana har en jämn styvhet oavsett belagt spår. Det innebär dessutom en likvärdig åkkomfort för både trafikerat stam- och grenspår (ibid.).

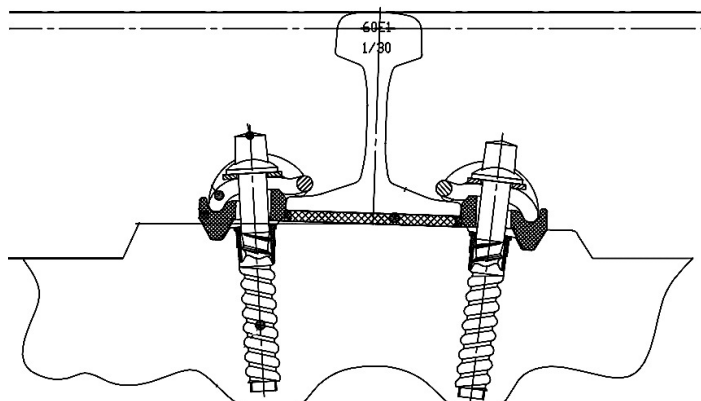


Figur 15: Railpad under 60E-växel. Källa: Intervju L1

3.2.7 Befästningssystem

Det nya befästningssystemet består av befästning, vinkelstyrplatta, underläggsplatta och skruv (se figur 16). Befästningen skruvas ovanifrån ned i slipern med vinkelstyrplatta mellan sliper och befästning. Denna styrplatta skall överföra alla laterala krafter till slipern så att befästningen endast får i uppgift att dämpa vertikala krafter. Genom denna princip skyddas

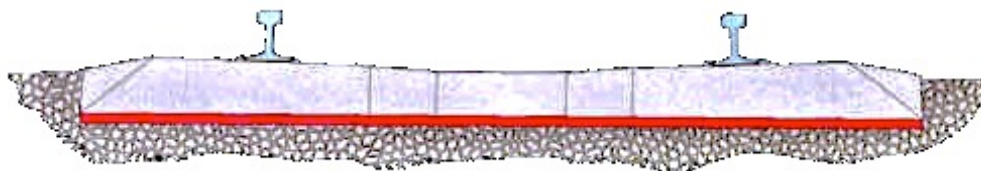
befästningen från skjuvning och bevarar sin 12 kN stora klämkraft under lång tid. Fjädringsrörelsen i befästningen är 2,5 millimeter lång (ibid.).



Figur 16: Ny befästning. Källa: Intervju L1

3.2.8 Under Sleeper-pads – USP

Till 60E kommer under sleeper-pads genomgående att levereras fastsatta på undersidan av alla slipers (se figur 17). Uppgiften är i huvudsak att bibehålla växelns spårläge genom att makadam pressas in i under sleeper-pads. Detta gör att växelns rörelser i lateralled hämmas och fenomenet makadamkross minskas avsevärt eftersom kontakten sliper mot makadam blir skonsammare. I kombination med railpads och befästningssystem kan det innebära en skräddarsydd elasticitet till förmån för syftet med banans trafikering. Det kommer att förlänga intervallerna mellan ballaststopponing, minska makadamkross och bete sig som resterande banunderbyggnad (Trafikverket 2014b).



Figur 17: Under sleeper-pads. Källa: Trackelast, 2014

3.3 Elteknik

I kallt klimat kräver spårväxlar uppvärmning av driv och komponenter. Elteknikens nya uppgifter presenteras i detta avsnitt.

3.3.1 Växelvärmning och drivvärmning

Idag består växelvärmningen av utplacerade värmeslingor mot rälslivet. Trafikverket har inte godkänt en ny standardiserad växelvärmning men för tillfället matas 60E:s drivvärmning med växelspanningen 230V. För att hålla hydrauloljan i drivet vid tillräckligt lös konsistens krävs relativt mycket värme installerat i driven. Drivvärmningen placeras i slipersdrivlådan och aktiveras vid temperaturer som understiger fem plusgrader. Då bibehåller drivet en temperatur över noll grader. Effekten på driven kommer att ligga kring

850W/1050W i spetsdriven och 250W i mittdriven. Det är enligt Olsson¹ inte bestämt hur styrning av drivvärmerna skall se ut (Ragnvid, 2014).

3.4 Signalteknik

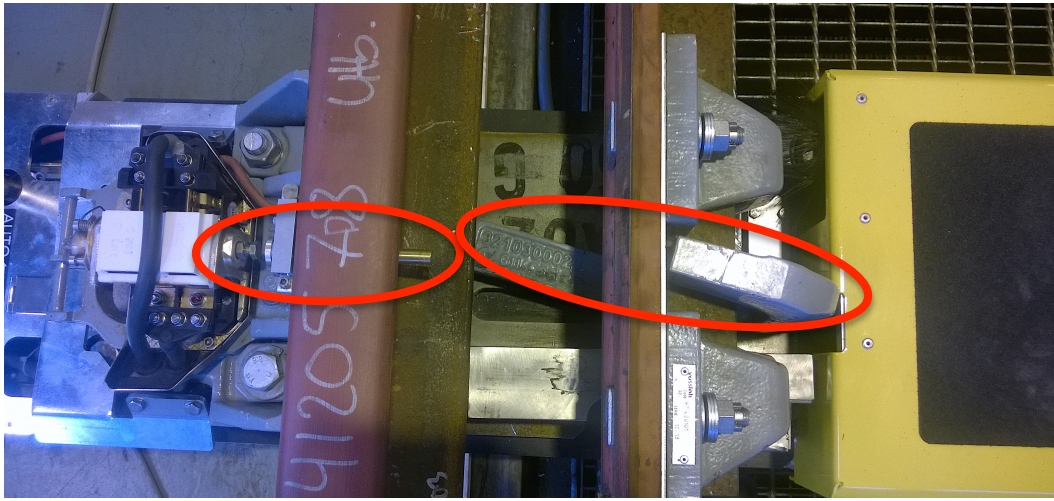
Nedan beskrivs viktiga signaltekniska komponenter och nyheter.

3.4.1 Växeldriv

När Trafikverket gjorde kravspecifikation på växeldrivet fastslogs det att drivet skulle vara sliperintegrerat för att bland annat undvika stoppningsproblem i framtiden. Kravet fanns dessutom på högre hastighet och högre axellaster för framtida bruk och för olika syfte. Identifieringen av behovet av att minska tider i spår gjordes dessutom vilket ledde till kravet på ett enhetsbaserat driv där komponenter snabbt skulle kunna ersättas på plats och att själva reparationen kunde ske på annan ort. Placeringen av drivkomponenter gjordes dessutom i en sådan ordning att känsliga delar skulle vara enklast att nå medan de kraftigaste låg mer skyddat. Alla dessa krav resulterade i det nya växeldrivet Easyswitch (Intervju B3).

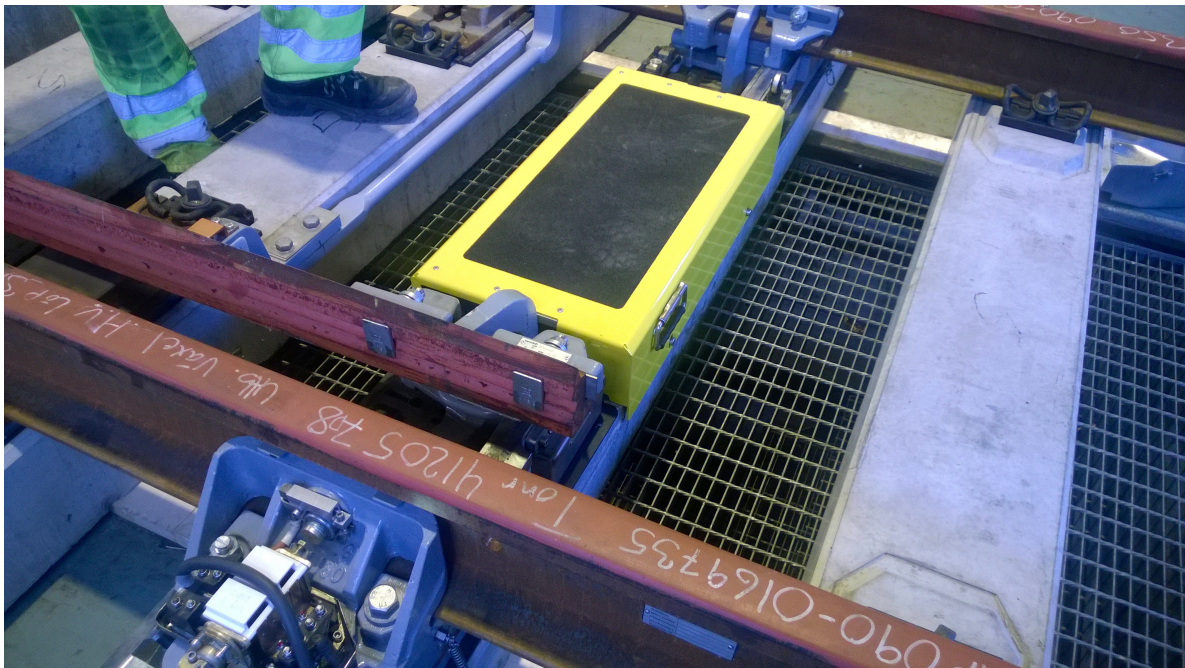
Det nya växeldrivet är sliperintegrerat vilket innebär att motor, kraftöverföring och styrutrustning är placerade i en stålslipe med täckande kåpor. Drivet har direkt låsning av tungorna vilket innebär att tunga och stödräl är mekaniskt sammankopplade och låsta tillsammans. Denna variant av låsning tillåter högre hastigheter än 200 km/h för att låsanordningen är av modell direktlås som innebär en fysisk låsning av tunga och stödräl intill varandra. Utöver detta har en ny låsningskontroll introducerats. Denna sticks genom livet på rälen och ger kontakt mellan kontrolldon och anliggande tunga (se figur 18). När tungan läggs mot stödrälen för fordonspassage trycks den, till vänster, inringade kontrollstaven in och aktiverar låskontrollen. Den högra ringen visar direkt låsning (Intervju B1).

¹ Andreas Olsson Elkraftprojektör ÅF, demonstrering av växelvärmerna 1 april 2014.



Figur 18: Direkt låsning t.h. och kontroll av anläggning t.v. Källa: Jakob Ebelin

Drivets princip bygger på elektrohydraulik och kräver uppvärmning i drivenhetens låda för att hålla oljan mjuk och vid en viss konsistens. Drivet är uppbyggt på moduler vilket betyder att utbytestiden är mycket kort då 80% av alla moduler går att byta ut inom ett 30-minutersintervall. Den korta utbytestiden beror framförallt på att modulerna är placerade i ordning efter förväntad livslängd. Moduler med kortast förväntad livslängd är placerade högst upp närmast de avtagbara skyddsplåtarna (se figur 19) och de mer robusta är placerade i botten. Den elektriska hydrauloljepumpen pumpar hydraulolja till hydraulcylindern som används för att lägga om växeldrivet. Likströmsmotorns rotationsriktning styr på vilket håll drivet skall gå med hjälp av polvändning (Intervju L1).



Figur 19: Sliperintegrerat växeldriv vid tungspets med skyddskåpa. Källa: Jakob Ebelin

Drivet är utformat för fyra olika platser i växeln. Spetsdriv för tungan, mittdriv för tungan (kan variera i antal mellan ett och tre beroende på växels storlek), spetsdriv för korsning och mittdriv för korsning (ibid.).

3.4.2 Tungkontrollkontakt

TKK:erna i 60E-växlarna kommer fortsättningsvis att inneha likvärdig funktion som tidigare modeller. Den enda riktiga skillnaden är utformningen av TKK-skyddet som blir annorlunda. De kommer att vara lika många till antal och placeras på motsvarande platser i växeln. Det har dock gjorts tester kring hur en växel utan TKK:er skulle utformas. Diskussionen har förts kring huruvida ett driv längre in på tungan skulle kunna ersätta TKK vilket hade kunnat innebära högre driftsäkerhet (Projekteringshjälp, 2013; Intervju L1).

3.4.3 Spårledning

Funktionen spårledning, som är direkt avgörande för säkerheten att framföra fordon på järnvägen, kommer att finnas kvar. Placeringen av isolerna, som delar av spårledningen, beror på signaltekniska frågor. Dessa frågor avgörs utifrån varje inläggnings lokala förutsättningar i anläggningen (Intervju B1).

3.5 Teleteknik

Teleteknik och spårväxlar har endast en gemensam beröringspunkt. Det är kommunikationen mellan växelvärmeskåpets webmaster och närmsta nod i kommunikationsnätet GEMINI (Eckerblad, 2014).

3.6 Erfarenhetsdrift

Erfarenhetsdrift tillämpas vid utprovning av en ny produkt för att se hur den beter sig under en längre tid och för att skaffa sig så kallad driftserfarenhet (Trafikverket 8).

Detta har tillämpats på två platser i Sverige med avsikt att utsätta 60E-växlar för verklig drift inklusive driv. Växel och driv har även testats utanför trafikerat spår i Örebro och Degerbäcken mellan 2010 och 2011 i syfte att undersöka hur omläggning fungerar i olika klimat (Intervju B2).

3.6.1 Kopparåsen

En av de platserna där växel och driv provades ut var vid den näst sista mötesdriftsplatsen, mot gränsen till Norge, Kopparåsen på Malmbanan. Där utsattes växel och driv för höga axellaster och hårda vintrar med mycket snö och is och mycket trafik under två års tid (Jvgfoto.se, 2013; Trafikverket, 2013).

Växeln som testades på Kopparåsen utsattes för axellaster upp mot 30 ton. Den genomsnittliga trafikbelastningen var cirka 2860000 ton per månad. Det genomfördes också tester mot relästillverk 59 och 65 för att se driftskompatibiliteten gentemot dessa (Intervju L1).

3.6.2 Nynäsgård

Den andra platsen för test av växel och driv kallas Nynäsgård och är belägen längs med Nynäsbanan. Växeln utsattes här för en annan typ av klimat och en annan trafikbelastning. Banan trafikeras av mycket tät pendeltågstrafik (Trafikverket, 2013).

Växeln utsattes för över 2000 tåg per månad och den fuktiga havsluften med högre saltmängder gjorde påfrestningarna större. Tester mot ställverk 85 genomfördes i Nynäsgård (Intervju L1).

3.6.3 Studiebesök på Järnvägsskolan

I slutet av januari 2014 levererades den första växeln av 60E-modell och tillhörande Easyswitchdriv till Järnvägsskolan i Ängelholm i utbildningssyfte. Under ett studiebesök testades växeln driftskompatibilitet mot ställverk 85 och 95 för att kunna användas i demonstrationssyfte på Järnvägsskolan. Omläggningar gjordes samtidigt som signaltekniklärare Michael Ragnvid förklarade nyheter som driv, räslutning med flera.

3.7 Innotrack i Eslöv

Innotrack inleddes bland annat på grund av att underhållskostnaderna för spårväxlar var mycket höga. Detta gjorde spåret till ett dyrt alternativ för transporter vilket öppnade för projekt med mål att hitta kostnadsdrivande faktorer, effektiviseringsmetoder och smarta tekniska lösningar.

Innotrack belyser att järnvägen ständigt ställs inför nya utmaningar som nya krav på högre hastigheter, högre axellaster, bättre tillgänglighet, mindre störningar och en sänkt LCC. Samtidigt ställs det krav som låg miljöpåverkan hög säkerhet i anläggningen där projektets resultat skall leda till bättre och fler sätt att bemöta dessa krav på. Spåruppbyggnaden, rälerna och växlarna med dess korsningar står för mer än 50% av underhålls- och förnyelsekostnaderna inom järnvägsindustrin, och för att kunna stärka järnvägen som transportmedel för både gods- och persontrafik måste kostnadseffektiviteten hos ovanstående områden undersökas och förbättras (Ekberg & Paulsson, 2010).

Lösningar och förslag togs fram i syfte att leda till sänkningar av både investeringar och underhållskostnader. I projektet deltog stora företag inom järnvägssektorn från flera länder. De testväxlar som provades ut under studiens (Innotrack) gång var bland annat av samma rälstyp 60E som den som nu införs i landet. Flertalet bantekniska optimeringar gjordes kring järnvägsspår och många av dessa utfördes för att förbättra spårväxlar eftersom de är både kostnadsdrivande och slitageutsatta. Det gjordes prov med att bygga in JEA 73-driv i ställådor som därmed skulle fungera som ett sliperintegrerat driv vars princip kom att påminna om dagens Easyswitch (ibid.).

Flera viktiga slutsatser kring spårväxlar drogs genom forskningen med Innotrack. De två mest relevanta för denna studie följer nedan.

1. Varierande spårstyvhet.

Detta är en mycket kostnadsdrivande faktor vilken är speciellt relevant då hög hastighet och tung last förekommer. Denna variation av spårstyvhet ger höga dynamiska krafter och undviks om banan genomgående har samma anlagda styvhet. Dessutom bör bana i drift hållas under strikta kontroller med jämna mellanrum.

2. Optimering av växelkomponenter.

Optimering av bland annat komponenter som tunga och korsning genom att förändra spårvidden, efterlikna styvheten med resterande bandelar och förändra geometrier. Förändrad elasticitet i under sleeper-pads är en slags optimering (ibid.).

4 Intervjuer

Detta kapitel återger intervjuer för studiens räkning. Namn har ersatts av bokstav- och sifferkombination för att texten inte skall fyllas med namn.

4.1 Beskrivning av intervjuade personer

B1 (Beställare 1) Kennet Nilsson – Trafikverket/Järnvägsskolan.

B1 arbetar framförallt med att utbilda säkerhetsbesiktningspersonal men utför i viss mån också besiktningar själv. B1 började som spårarbetare för 35 år sedan och har sedan dess arbetat med diverse arbetsuppgifter som till exempel resursfördelare (maskinella resurser och tider i spår). B1 intervjuades 28/1-2014 i Ängelholm.

B2 Bengt Hällefors – Sweco/Trafikverket.

B2 arbetar som konsulterande projektledare på Trafikverket och har verkat inom järnvägssektorn sen 1979 på bland annat SJ. B2 har både praktisk och teoretisk arbetslivserfarenhet. I dagsläget handlar B2 upp konsulter och entreprenader för Trafikverkets räkning. B2 intervjuades 6/2-2014 i Malmö.

B3 Ralf Krüger – Trafikverket.

Anläggningsutvecklare inom underhåll vad gäller bansystem (exempelvis spårväxlar) inom Trafikverket. B3 intervjuades 6/2-2014 i Malmö.

K1 (Konsult 1) Anders Flodman – ÅF.

Baningenjör som för närvarande arbetar som konsult. Under 36 år i järnvägsbranschen har karriären gått från inkoppling av bankomponenter, projektledning och tillståndsbedömning till besiktningar och byggledning. K1 intervjuades 12/2-2014 i Helsingborg.

L1 (Leverantör 1) Anders Ahlquist – Vossloh-Cogifer.

L1 var konstruktionschef i många år men är nu teknikansvarig för järnvägsväxlar på Vossloh-Cogifer och har arbetat 28 år i branschen. L1 intervjuades 17/3-2014 i Ystad.

U1 (Utomstående part 1) Ragnar Hedström – VTI/Trafikverket.

Civilingenjör som arbetar på VTI som forskningsingenjör på framförallt drift och underhåll av järnvägsanläggningar. Utbildar också framtida ingenjörer inom samma ämne på Järnvägsskolan i Ängelholm. U1 intervjuades 5/2-2014 i Lund.

4.2 Intervjusvar

Vad är det initiala intrycket av den nya växeln med tillhörande driv?

B1, B2 och B3 är alla mycket positivt inställda till den nya växelsekvensen. Alla tre är mycket spända på att den "riktiga" inläggningen och installationen kommer igång. Det är då riktiga resultat på hur 60E klarat kravspecifikationerna kommer. Den största fördelen enligt B1, B2 och B3 är den mycket finare gången genom växeln. Den liknas vid en flytande passage genom växeln där det i princip inte görs skillnad på normalt spår och växel eftersom det är nästan identiskt ur flera synpunkter. B1 uttrycker dock viss oro kring kontrollanordningen för tungans läge som skall indikera att tungan gått i kontroll och ligger rätt. Denna är nämligen placerad rakt genom livet på rälen. Det är en liten mässingstapp som skall få kontakt mellan ett bleck och tungan då den ligger intill stödrälen. Ett orosmoment är när manuell vinterunderhåll av växeln utförs. Diverse redskap som används manuellt skulle då kunna skada denna lilla tapp och därmed göra växeln obrukbar tills denna kontrollenhet är lagad eller utbytt igen.

K1 däremot är inte imponerad av den nya växeln med tillhörande driv. K1 menar att växeln inte är någon nyhet och att det är något som borde ha införts i Sverige för tjugo år sedan samtidigt som införandet i Norge och samtidigt som Sverige införde serien UIC60. K1 är dock mycket positiv till tekniken som sådan.

U1, som är underhållsforskande ingenjör, anser att idén med sliperintegrerat driv är den största vinningen i sammanhanget utöver de lutande rälen. U1 tillsammans med B1 är av åsikten att befästningen dessutom är ett stort framsteg. De föregående modellerna har haft dåligt bibehållen klämkraft och ska därför många gånger ha blivit verkningslösa efter hand som tiden gått. Dessutom tror U1 att buller och vibrationer i samband med växlar minskar avsevärt med användandet av 60E.

Alla intervjuade var överens om att en förändring av växelbeståndet var fullt nödvändig för att utvecklingen skulle gå åt rätt håll i anläggningen. Både högre tonnage och högre hastigheter hade påverkat befintligt bestånd i en negativ riktning som hade varit svårare att åtgärda i ett senare skede.

Blir underhållet av växlar effektivare utöver det enhetsbaserade drivet?

Alla intervjuade är var och en på sitt håll eniga om att underhållet blir effektivare. Däremot är nästan alla av olika uppfattning kring hur detta kommer att uppnås. B1 tycker att allt man vinner kring underhåll av spårväxeln har att göra med att drivet till exempel kan återställas snabbt i spåret och lagas enhet för enhet på annan ort. B2 och B3 däremot ser det största framsteget i att drivet går att stoppa som vilken vanlig sliper som helst

vilket leder till mindre sättningar och därmed mindre slitage på både fordon och bana. Det leder dessutom till ett moment mindre som måste debiteras extra för manuellt arbete som egentligen borde utföras av en maskin. U1 tror att slitaget blir jämnare och enklare att analysera utifrån det.

L1 tycker att den största fördelen vad gäller underhåll är att underhållscyklerna går att förlänga med utrustning som railpads. Dessa förbättrar växlarnas livscykelkostnader med så mycket som 20 %.

K1 belyser att det faktiskt är det tredje sliperintegrerade drivet som används i Sverige. Botniabanan och Arlandabanan har var sin modell av sliperintegrerat driv som Trafikverket har kunnat titta närmare på för att se vad resterande delar av landet skulle behöva för funktioner och kvaliteter.

Kan 60E och driv tänkas ha en längre livslängd jämfört med gamla sortiment?

B1, B2 och B3 tror alla att möjligheterna till en hög medellivslängd finns för 60E-växlarna. De har rälslutning, ofta kombinerat med rörlig korsningsspets, som gör växeln nästan identisk med vanligt spår. Rycken försvinner i dessa växlar vid passage eftersom rörlig korsningsspets eliminerar behovet av moträl. Det är ofta här som snö och is lossnar från tågen och faller ner i känsliga partier av växeln. Med detta som grund finns alla möjligheter för en längre teknisk livslängd. L1 instämmer i åsikten att rörlig korsningsspets förbättrar en hel del. Inköpskostnaden blir dock högre framförallt på grund av det större antalet växeldriv. Detta betalar sig förmodligen, enligt L1, genom färre driftstörningar och större möjligheter till högre hastigheter och större laster.

U1 menar att drivet förmodligen gör växeln driftsäkrare då den dels medger maskinell stoppning och samtidigt enkelt kan lagas i spåret. Detta i sig innebär mindre problem i banöverbyggnaden och mindre behov av tider i spåret för samma sorts underhåll som tidigare.

Vad har nuvarande växelsortiment för för- och nackdelar?

Om det nuvarande sortimentet varit tillräckligt funktionsdugligt hade, enligt B1, inte växlarna bytts ut. Både B1 och U1 tror att, eftersom tillverkaren Vossloh numera tillverkar, bygger ihop, levererar och installerar växlarna, kommer nästan en hel yrkesgrupp att försvinna. Gruppen som åsyftas är växelbyggare vilka framförallt bygger träväxlar men också bygger ihop och installerar modernare betongväxlar.

B2 menar att den största nackdelen med de gamla växelsortimenten är att rättigheterna till driven dels är polska och att reservdelslagren börjar sina.

Eftersom Trafikverket inte äger rättigheterna till JEA-driven kan de dessutom inte förbättra dem och godkänna desamma för hastigheter högre än idag (200km/h).

L1 tycker egentligen inte det är några större fel på de befintliga växlar. De har fungerat relativt bra vid goda förhållanden. Antal fel vid sämre förhållanden däremot, har varit alltför många vilket definitivt är anledning nog för att utveckla en driftsäkrare växel.

U1 anser att snöproblematiken i dagens växlar är en nackdel och bidragande faktor till driftstörningar. De akutfel som uppkommer i spårväxlar står i direktkoppling till underhållet enligt U1. TKK:erna orsakar ofta driftstörningar då de av olika skäl ej indikerar att tungan gått i kontroll.

Hur ser livslängden för dagens befintliga växlar ut?

B1 menar att växlar i den befintliga anläggningen generellt har brukats alldeles för länge. På vissa platser där trafikbelastningen är relativt låg (där också en högre tolerans finns för fel) fungerar det nästan felfritt med de äldre växlar, medan det på andra platser snabbt leder till akutfel och avhjälpande underhåll.

Dagens växlar har fungerat mer än väl eftersom de har legat i spåret under lång tid säger B2, och B3 instämmer men tillägger samtidigt att vissa växlar borde ha bytts ut mycket tidigare.

K1 menar att en växels livslängd är ungefär 40 år med normalt underhåll. K1 byggde växlar på 80-talet vilka fortfarande ligger i spåret och fungerar utmärkt enligt egen utsago. Träväxlar har oftast längre livslängd än betongväxlar eftersom de används på platser där hastigheterna är lägre. De första betongväxlarna var SJ50, de hade många komponenter och sliparna var inte avdränerade. För att undvika att vattnet frös och sprängde sönder sliparna fick man gå och svavla i sprickor och skarvar längs banan.

U1 och L1 säger båda att livslängden varierar kraftigt. Dock är de överens om att genomsnittslivslängden ligger kring cirka 40 år men kan i extrema fall hålla så kort tid som endast 15 år.

Hur påverkas komforten av övergångsdelen i befintligt växelbestånd?

Det enda i dagens växlar som ska kommenteras i samband med komfort är moträlen. Denna rycker tag i tåget för att behålla en viss riktning och detta känner passagerarna under färd. I övrigt har växelns delar inte någon större påverkan på komforten säger B1. B3 tycker att det är fel att skylla på dålig komfort i växeln. Växelpartier är en annorlunda del i banan som måste tillåtas

ha lite sämre gångegenskaper. B3 anser också att moträlén är det största komfortproblemet. B2 har ingen uppfattning om just detta. Övergångsdelen påverkar inget alls enligt K1 och instämmer i kritiken av moträlén som är den komponent som leder till dålig komfort under färd.

U1 menar däremot att slaget och rycket, då hjulet får kontakt med korsningen, är det värsta ur komfortsynpunkt. Det har en viss koppling till moträlén men får ändå ses som det primära problemet enligt U1.

Vilka är de vanligast återkommande felen idag?

Alla beställare är eniga om att TKK är den största källan till störande fel idag. TKK har ett viktigt syfte men fungerar stundtals inte så pass bra som skulle vara önskvärt. Dessutom är kraven på tungan i Sverige högre än i andra länder enligt B1. Kraven innefattar inte bara att omlägningskraften är specificerad. Det skall också bibehållas ett tryck mot stödrälén vilket ofta ställer till problem med TKK vars uppgift är att kontrollera att detta sker.

L1 tycker också TKK är ett problem och menar att man i vissa storlekar kan undvika dessa säkerhetsanordningar som visserligen är nödvändiga men går att ersätta med ytterligare ett driv vilket gör driftsäkerheten bättre i växlar. Både L1 och K1 är dock samstämmiga kring att korsningarna bidrar till stora problem. Det handlar om slag mot spetsen, problem med porer i metallen och andra tillverkningsproblem som gör dem känsliga.

U1 menar att kompetensbrist är det största felet idag. Genom att hela tiden sätta kortsiktiga mål för att överleva korta kontrakt med så stor vinst som möjligt utvecklas inte underhållet. Avhjälpande underhåll tillämpas i alldeles för stor utsträckning. U1 efterlyser dessutom en slags databas som fungerar som substitut till de gamla växelkortet. Ett slags journalsystem för växlar som skulle innebära att vem som än arbetade i växeln fick god uppsikt över bland annat växelns skadehistorik.

Kan den nya växeln innebära ett begynnande höghastighetstänk i Sverige?

Det kommer att ställas högre krav på snabbare transporter och högre tonnage per axel på godståg i framtiden än i dagsläget. Det är enligt B1 andra faktorer än höga hastigheter i grenspår som innebär hög hastighet på banan. Det kommer däremot att finnas goda förutsättningar för högre hastigheter när möjligheterna till sådana uppstår. K1 instämmer i B1:s uppfattning. Tyvärr är det andra faktorer än växlarna som begränsar hastighet i de flesta fallen. L1 tror dock att det går att höja hastigheten på en del platser eftersom växeln klarar av högre hastigheter än vad som föreskrivs i kravspecifikationen. Det var enligt L1 Vossloh och inte Trafikverket som gjorde så pass hög hastighet som 320km/h möjlig.

U1 tror inte att den nya växeln kommer att ha någon större betydelse för ett ökat höghastighetstänk. U1 är skeptisk till höghastighetsjärnväg i Sverige eftersom tidsvinsterna inte är så stora. U1 ifrågasätter också om olika operatörer skulle köpa höghastighetsfordon om det inte fanns kontrakt för var de fick möjlighet att trafikera. U1 menar att det kan vara osäkert för företag att satsa på detta, även om banan finns.

Har Trafikverket några intentioner att på kort sikt höja hastigheten på vissa bandelar genom att installera bättre växlar?

B1, K1 och L1 menar att banor där hastigheterna är mycket låga kan undersökas om det finns möjlighet att höja hastighetsbegränsningarna. Stambanorna är geometriskt sett dimensionerade för 250km/h men signal och kontaktledningssystemen samt fordonen som trafikerar stambanorna begränsar fortfarande hastigheten, enligt B2, som inte tror på högre hastigheter i den närmaste framtiden. Detta understryks av L1 som påpekar att de nya växlar, i första hand, skall läggas in i huvudtågspår på viktiga banor. Där är hastigheten i de flesta fallen redan hög i förhållande till rådande förutsättningar.

U1 tror att hastigheterna kommer att höjas på de platser där kapaciteten tillåter det. Både axellastmässigt och hastighetsmässigt.

Hur står sig den nya växeln i vinterklimat jämfört med de gamla?

Som med många nya produkter har en del så kallade barnsjukdomar förekommit under utvecklingen och erfarenhetsdriften av växeln. B1 menar att det framförallt är drivet som fått dåligt rykte. Större vattenmängder kombinerat med kyla har lett till isbildning och kortslutningar i drivet.

L1 och U1 är av motsatt uppfattning och menar att drivet är det absolut mest positiva. Det är en helt inkapslad låda där utsatta drag- och kontrollstänger har ersatts av instängd hydraulik som kan arbeta utan att väder, vind och trafik påverkar driften. I och med att drivet går att stoppa bättre innebär det en mindre risk att vatten tränger in i banöverbyggnaden och vid kyligt klimat orsakar issprängning.

K1 menar att man borde sträva efter att finna effektiva lösningar för dagens växlar vilka kommer att ligga kvar i spåret länge till. Moträler ett hundratal meter före en växel med fast korsningspets skulle kunna lösa en del av problemen. Då skakar fordonet till, tappar stora sjok snö och is, och släpper det på rakspåret istället för i växeln.

Blir tidsbedömningen snävare när det gäller tider i spår vid till exempel avhjälpande underhåll eftersom drivets komponenter byts enhetsvis?

Påverkar det i sin tur tidsbedömningen av andra delar av växeln?

Eftersom växeldrivet är placerat som en sliper kan det enligt B1 vara problem att byta hela drivet jämfört med JEA 73. Hela drivet är däremot enhetsbaserat vilket förmodligen leder till få hela utbyten av driv.

B3 tror inte att andra tidsbedömningar kommer att kortas ner. Idén har hela tiden varit att korta ner tiderna för underhåll av växel och växeldriv, men det hade varit fel i systemet om andra komponenter i spåret hade fått lida av färre tider i spår på grund av effektivare växelunderhåll.

L1 håller med. Övriga byten har samma förutsättningar som tidigare att utföras. Det som går snabbt är att byta enheter i driven och L1 menar att det är väldigt få fel som leder till dels ett helt byte av växeldriv och dels ganska få över lag i driven. TKK leder ofta till vanliga växelfel vilket gör att en fråga kan ställas om hur ofta man kommer att behöva byta enheter. Det är ofta TKK:n som ger upphov till problem. Därför kan frågan om hur viktigt det är att ha ett driftsäkrare driv ställas eftersom det inte är i driven de vanligaste problemen förekommer. I 1:27,5:orna finns inga TKK, de kontrolleras istället av kontrollstänger i ett fjärde JEA-driv för närvarande.

U1 säger att tiden för åtgärder i växeln kommer att minska när kraven på fler avgångar blir större. Det handlar om hur pass effektiv entreprenören är och enligt U1 finns det större möjligheter till fler korta tider i spåret än få långa.

Finns det någon växeltyp som inte fungerar med lutande räler?

K1 och L1 misstänker att det blir svårt att använda lutande räler i DKV. Detta blir förhoppningsvis aldrig aktuellt ändå eftersom man endast använder DKV då det inte finns någon annan lösning rent platsmässigt.

Vad händer med gamla fungerande växlar som byts ut?

Enligt alla tre beställare är frågan ganska komplex. Det finns en föreskrift som beskriver hur gamla växlar får återanvändas men det som gör frågan komplex är att en växels ålder kan vara svår att avgöra om den lagats eller reviderats. Det kan ha återanvänts gamla komponenter för att laga en växel vilket gör åldern svår att fastställa, särskilt om det är större delar som bytts ut. B2 menar att det inte är någon stor marknad för återanvändning av gamla växlar. Gamla växlar köps oftast upp och används till privata industrispår, hamnar eller avstängda linjer på lågtrafikerade banor. L1 menar dock att det hade varit enkelt för leverantören av växlar att lyfta ur den gamla växeln och ta med den tillbaka, renovera och sälja den vidare till ovan nämnda intressenter. Att det egentligen hade varit den enklaste lösningen är för L1 ganska självklart.

K1 nämner att växlar får återanvändas på banor med maximalt STH 140km/h. Det innebär att stora växlar blir dyra att renovera för att sen kanske inte utnyttjas på det mest optimala sättet. Det medför onödiga merkostnader och innebär att de istället skrotas. Det kan innebära att ganska nya växlar kasseras vilket K1 tycker är ett stort slöseri.

Tillägg kring BEST rörande 60E och Easyswitch.

B1 anser att det på banor med en STH på under 200km/h egentligen inte finns behov av ett nytt driv. Det kommer dock att bli svårt att hitta reservdelar till JEA 73-driven framöver vilket medför en anledning till att introducera ett nytt driv i tid.

Ett av skälen till att en ny spårväxel introducerades var för att hitta nya spårlösningar för att kunna sänka LCC säger B2. Målet var även att öka tillgängligheten för hela anläggningen och kravet på den nya växeln var att den skulle passa med befintlig bana. En annan viktig aspekt var underhållsproblematiken enligt B2. B3 tillägger att underhållsinsatserna måste optimeras för att minimera så kallade A-fel (akuta fel) vilket det nya drivet underlättar på många sätt.

60E är, enligt K1, en anpassning till Europeanormen. Vi har många olika modeller på hjulflänsar vilket medfört att man i Europa har enats om en standard (S1002). Det finns för tillfället fem eller sex olika profiler på vagnshjul i Sverige.

L1 berättar att, då upphandlingen gjordes fanns redan tankar om att ändra spårvidden till 1437 millimeter. Detta blev senare också ett krav på växeln eftersom man framöver bestämt att de två adderade millimetrarna skulle bli standard på höghastighetsbanor. Eftersom Sverige låg precis i skiftet mellan UIC60 och 60E var det inte något problem att addera detta till Trafikverkets krav. Historiskt sett har man alltid försökt efterlikna ”normal” bana även i växlar. Problemet har varit att växeln alltid legat steget efter då komplexiteten inneburit svårare lösningar på till exempel styvheten i växeln. Det har idag lösts med bland annat railpads och lutande räl vilket förbättrat elasticiteten, styvheten och gången. Med en bredare spårvidd innebär det att växlar ligger steget före resten av banan. Hastighetskravet var 250km/h men växlar klarar 320km/h i rakspåret.

U1 tycker att en ny växel är välbehövlig. En kombination mellan lutande räler och ett sliperintegrerat driv kommer att ge bättre livslängd och minskat slitage, säger U1. Att enbart byta ut JEA 73 mot Easyswitch-drivet är inte aktuellt enligt U1 utan det är hela konceptet som är det stora framsteget.

4.2.1 Partspecifika frågor – Leverantör L1

Principiellt, hur fungerar drivet?

Enheterna är placerade i en ordning där känsliga komponenter ligger överst och där enheterna är sammankopplade med snabbkopplingssystem och enkla att både komma åt och koppla loss. All datorstyrning är placerad ut åt sidan och dessutom samlad på samma plats i stålslipern vilket gör det mycket lättåtkomligt vid problemsökning. Drivet är elektrohydrauliskt styrt vilket innebär att oljetryck tillämpas för att förflytta tungan/korsningsspetsen.

Vad händer med de enheter som byts ut? Repareras och återanvänds vissa?

Tanken är att man snabbt skall komma ut i spåret och ersätta den skadade enheten/komponenten. Därefter skall den skadade delen föras till verkstad och i möjligaste mån räddas för att kunna återanvändas. Det blir ett snabbt byte ute i spåret samtidigt som den gamla delen- i de flesta fall- ganska enkelt går att återanvända mot en mindre kostnad.

Vilka steg i processen vid distribuering av en ny växel medverkar Vossloh i?

Tillverkningen av växlar, tillverkning av drivet och prefabriceringsavtal ingår. Växeln byggs i fabrik, lastas på vagn och transporteras till byggplats. Vossloh lyfter av den och placerar den där entreprenören önskar. Vossloh ansvarar för hela logistikkedjan fram till och med installationsplatsen. Ambitionen är att även vinna underhållsavtal under garantitiden eftersom det är enklare att garantera funktionen på så sätt då tillverkaren har funktionsgaranti på växeln.

Har ni använt er av andra länder för att se hur de klarar drift?

Bland annat Norge har växlar med lutande räl sen cirka tjugo år tillbaka. Dit levererar Vossloh mycket växlar och därför har man kunnat använda en hel del data därifrån. Skillnaden är att de har lutningsförhållande 1:20. 60E har dock den senaste tekniken vilket innebär att Sverige snart har ett modernare växelsortiment. Arlandabanan köpte dessutom försöksväxlar med lutande räler där man kunde prova växlar i samma hastigheter som för det resterande svenska järnvägsnätet. Skillnaderna var att spårvidden behölls och JEA-driv byggdes in i en stålsliper istället för att introducera en ny drivmodell.

Fanns det några utmärkande problem under utvecklingen av spårväxel med tillhörande driv?

Att optimera för mixtrafik var en utmaning. Kombinerades detta med faktorer som dåliga hjulprofiler och sned lastning blev det ännu svårare.

Hur ser vinterproblematiken kring driven ut idag?

Drag- och kontrollstängerna är placerade mellan två sliprar i en grop. Dessa stänger förbinder tungrälerna med varandra och drivet med tungan. Problemen är flera. I staggropen har man värme för att delarna inte skall frysa fast.

Problemet blir då istället att gropen vattenfylls och vattnet går antingen ner i bankroppen eller lägger sig i gropen beroende på underbyggnadens skick. Eftersom man inte heller kan stoppa ballasten i detta parti blir det mycket lättare sättningar i underbyggnaden som i sin tur ger dynamiska krafttillskott när fordon passerar. Till slut blir det en ”grop” i spåret. Driven är dessutom inte godkända för mer än 200km/h och de är också relativt platskrävande.

Enligt Trafikverkets FAQ är 60E-serien billigare än föregående serier. Vad beror det på?

Inköpspriset är lägre, mycket på grund av hård konkurrenssituation vid upphandling av uppdraget. Teknisk utveckling har också bidragit till lägre kostnader i tillverkningsprocessen. Växeln är billig i förhållande till det ganska dyra drivet men totalt sett är den ändå billigare än föregående serier.

Hur såg kraven ut när ni utformade 60E och driv?

Det huvudsakliga kravet var att bytet skulle kunna ske med principen 1-1-byte. Projekteringskostnaderna skulle minska rejält vilket krävde att geometrin skulle stämma överens med de gamla växlar medan funktionen skulle förbättras.

Har Vossloh nytta av gamla outtjänta växlar som man plockar bort? Var hamnar de?

Det vanliga är att entreprenören får växeln och säljer den vidare efter renovering. Ambitionen är dock att leverantören av växlar skall få rätt till de gamla växlar i samband med inläggning av en ny växel och transportera bort dem från platsen för att därefter renovera och sälja för återanvändning. Det är ett leverantörsförslag som innebär effektivisering av bortforsling av gamla komponenter.

På Trafikverkets hemsida står det kortfattat att den nya spårväxeln kommer att ha en minskad LCC. Vad innebär ordvalen ”optimering”, ”ny” och ”högre” i konkreta förbättringar på följande punkter?

- *Genomgående rälslutning och ny designspårvidd (1437 millimeter) i spårväxeln för att ge stabilare gångegenskaper för fordon och förbättra styrningsförmågan.*

Spårvidden gör att sinusgången blir svagare och övergångsslipers är inte längre nödvändiga och innebär ett moment mindre i tillverkningen av växeln.

- *Optimerad korsningsutformning.*

Mangankorsningar är ganska vanligt i Sverige och det finns en ny standard för hur de skall konstrueras och tillverkas. Fram till idag har man fått byta ut hela korsningen vid händelse av exempelvis uppkörning och nu räcker

det med att byta ut korsningsspetsen eftersom den är fastgjord med bultar. Korsningsspetsen går efter uppskärning att lyfta rakt upp och ersättas med en ny. Överrullningen mellan vingräl och spets sker på ett annorlunda sätt nu eftersom det på vingrälerna i 60E finns ramper som gör att den första hjulkontakten på spetsen blir skonsammare än i gamla växlar. Spetsen reser sig efter hand och tar över hjulkontakten längre in på hjulet. Detta reducerar slaget mot korsningsspetsen som är en mycket utsatt del i växlar med fast spets.

- *Optimerad utformning av tunga-stödräl.*

Tungan är den del som är känsligast för slitage. Fram tills idag har stödrälen varit en helt vanlig räl medan tungrälen varit mycket tunn och utsatts för tung belastning utan dämpning av railpads. Materialet är här omfördelat och tungrälen har blivit en halv centimeter tjockare. Det medför mer material att slita på samtidigt som stödrälen inte påverkas nämnvärt eftersom den fortfarande är mycket tjock.

- *Högre elasticitet som är anpassat till kringliggande spår och som uppnås med ett nytt befästningssystem.*

Befästningssystemet har fått en ny roll eftersom vinkelstyrplattan mellan sliper och befästning tar upp alla laterala krafter och ger befästningen möjlighet att bara verka i vertikalled vilket ger ett bra skydd mot skjuvning. Under sliper-pads är också introducerat som universallösning vilket ger en bättre elasticitet där kombinationen av USP och underläggsplattor kan justera styvheten i växeln. Makadamen trycks in i USP och håller växeln på plats samtidigt som nedbrytningen av makadam hämmas.

- *Ny typ av rullanordning som underlättar växelomläggningen.*

Befintlig rullanordning är helt fixerad och går inte att justera i något led. Den består av kulor som har liten kontaktyta och ger spår på undersidan av rälsfoten som skulle kunna leda till skadad tunga. Det nya i anordningen är cylindriska rullar som har större kontaktyta och är justerbara i både vertikal- och lateralled. Anordningen är helt smörjfri eftersom rullanordningen lyfter tungan över glidplanet. Det innebär att man slipper problemet med oljespill i naturen vilket tidigare varit fallet då systemet inte varit slutet.

- *Nyutvecklad korsningskonstruktion i korsningar med rörlig spets som möjliggör enbart byte av korsningsspets i spår efter t.ex. uppkörning.*

Denna går att lyfta rakt upp genom att lossa alla bultar som går genom rälerna. Det blir mycket billigare att bara byta den del som är trasig, både avseende till material och arbete.

Hur ser livscykeln ut för växeln? Vad förväntar man sig att behöva byta ut först?

Tungor och korsning kommer fortsatt att vara mest utsatta för slitage, vilka kan brukas under en längre tid framförallt tack vare den annorlunda materialfördelningen. Förhoppningen är att cyklerna för att reparera och byta ut komponenter blir förlängda.

Hur ser slitaget ut, fördelas det jämnare än i tidigare modeller?

Det blir bättre stabilitet i tåget tack vare bredare spårvidd och räslutning. En kontaktyta högre upp på räls huvudet ger större motstånd för hjulen att förflyttas i sidled och därmed att hjulflänsarna skall gå emot rälerna. Det leder till bättre styregenskaper för hjulen och mindre sidoslitage på rälerna.

Finns det mer eller mindre kompatibla hjulprofiler?

S1002 är den hjulprofil som växeln passar bäst för. Variationen av hjulprofiler i banorna är svår att anpassa sig till. Orunda och asymmetriska hjul är också ett stort problem.

Hur ser fördelningen ut mellan rörlig korsningsspets och fast spets?

Alla större växlar tillverkas med rörlig korsningsspets eftersom de tål höga laster och höga hastigheter. De mindre växlar kan levereras med fast spets istället vilket gör växeln billigare framförallt eftersom färre driv behövs.

Vad hade Trafikverket för krav på signalering?

Trafikverket hade inga krav på signalering men hade krav på spänning och ström till ställverk och driv. Utöver det var kraven på signalering mycket bristfälliga, vilket var ganska egendomligt med tanke på signalteknikens centrala funktion i järnvägsanläggningen.

Behövs 60E och Easyswitch installeras istället för andra modeller överallt?

Nej, framförallt huvudtågspåren skall ha 60E och Easyswitch. Hastigheten kan höjas på banan och tåggången blir bättre när dessa finns installerade.

Vad ser ni för problematik kring inläggningen av 60E?

Det främsta problemet är att leverantören inte står för det förebyggande underhållet. Det finns fall där entreprenörer har struntat i underhåll av den ”nya fina” växeln de första åren då den enligt entreprenören borde fungera felfritt utan underhåll. Faktum är att underhållet under de senare åren av en växels livstid till stor del beror på hur de första årens underhåll har skötts. Detta skulle leverantören vilja förmedla bättre till entreprenörer.

5 Jämförelse

I detta kapitel kommer skillnader mellan gamla och nya växlar att belysas. Komponent för komponent kommer dessa att framställas; hur de har förändrats och anledningen till förändringarna. Avsnitten bygger på kapitel två, tre och fyra.

5.1 Definiering och funktion

Spårväxels funktion är fortsatt oförändrad och det är den enda bankomponenten som står för flexibiliteten i anläggningen. Den är också en av de komponenter som innehåller flest rörliga, och därmed känsliga, delar. Faktum är att sortimentet har utökats med växeltyper som består av rörlig korsningsspets och därmed fler växlar med många delar.

5.1.1 Geometri

Ett av kraven var att ett växelbyte skulle kunna göras 1-1 för att på så sätt minska projekteringskostnaderna oavsett befintlig växeltyp.

Att byta en växel 1-1 innebär att den kan ersättas av en ny med samma geometri som den gamla. Den ersätts alltså av en moderniserad kopia. Detta medför att modeller, oavsett om växeln som skall bytas är av modell SJ50, BV50 eller UIC60, framöver kan ersättas av en nytillverkad växel med samma vinkel eftersom 60E-sortimentet ersätter alla växlar från föregående tre växelbestånd. Notera måttskillnader mellan spårelement i gammal och ny växel i tabell 1 i kapitel 2.1.1 och tabell 3 i kapitel 3.1.1.

5.2 Banteknik

5.2.1 Rälslutning

Det viktigaste med införandet av rälslutning i växlar är att de efterliknar övrig bana mycket mer än tidigare vilket innebär att behovet av övergångssliprar försvinner. Dessa slipersatser är unika för varje växelstorlek och blir en produktionskostnad växel tillverknings framöver kan undvika. Om banan har rälslutning minskar sinusgången vilket kan uppstå i samband med till exempel spårlägesfel och andra olinjäriteter. Det uppstår genom att hjulens rullradie förändras och blir olika på de båda hjulen på en axel vilket ger en viss vridning på fordonets boggi eller löpverk. Då kommer det ena hjulet att få högre hastighet och accelerera fortare än hjulet jämte detta. Detta fenomen kan pågå över en lång sträcka och bidrar till instabil gång och dålig åkkomfort i fordonet. Genom rälslutningen kan problemet med sinusgång förebyggas. Det försvinner inte helt men banan underlättar för fordonet att återgå till sitt mittläge och slingrig gång kan undvikas.

5.2.2 Spårvidd

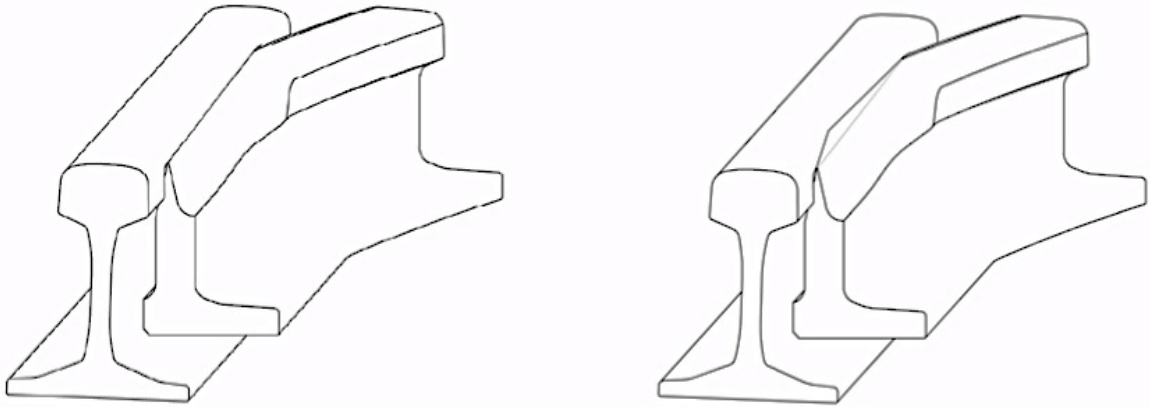
Den nya spårvidden blir två millimeter vidare (1435 blir 1437 millimeter) och innebär att den så kallade centrumlinjen på hjulen flyttas utåt. Det gör att rullradien vid till exempel spårlägesfel inte blir märkbart större eftersom hjulets konlutning är mycket svag längre ut på hjulen. Detta ger, precis som räslutning, längre våglängd på sinusgången och därmed lägre frekvens vilket precis som räslutningen bidrar till bättre åkkomfort. Det ökade måttet förbereder dessutom växlarna för framtida förändrad spårvidd i övrig anläggning, något som kommer att bli praxis för banor med högre hastighet.

5.2.3 Rullanordning

I de äldre växelsortimenten består rullanordningarna av en rad kulor. På dessa, kombinerat med en glidplatta, förflyttas rälen fram och tillbaka vid omläggning. Den direkta kontaktytan på rälen är mycket liten då kulorna ger punktkontakt som medför ett högt tryck på en liten yta vilket ger ett likformigt slitage och kan leda till skador på tungans undersida. Kulorna används för att underlätta förflyttningen av tungan, samtidigt utsätts glidplattan för hög belastning och därmed mycket friktion som åtgärdas genom smörjning. I 60E har kulorna ersatts av rullar som ger en större kontaktyta mot tungans undersida och sprider ut belastningen. I 60E har inte glidplattan någon funktion eftersom de nya rullarna lyfter tungan över glidplanet vilket gör att behovet av både glidplattor och smörjning försvinner. Systemet med glidplattor är inte slutet, och eftersom glidplattorna i 60E försvinner undviks oljeläckage i naturen.

5.2.4 Tunga

Storleken på rälsen har blivit större ju längre tiden har gått vilket har resulterat i räler som stått emot slitage och belastning under längre tid. Detta gäller numera även tungrälen som under lång tid varit en komponent vilken snabbt har nötts ner på grund av sin ringa storlek. På bekostnad av stödrälen har tungrälens tjocklek ökat med 5 millimeter (se figur 20). Med materialpålägg i kombination med ett infällt läge i stödrälen, har ett förlängt underhållsintervall enligt förhoppningar åstadkommit. Även om stödrälens storlek har minskats kring tungrälens anslutningsområde, har inte risken för högt slitage ökat eftersom den inte utsätts för laterala krafter i samma utsträckning som kurvatur gör.

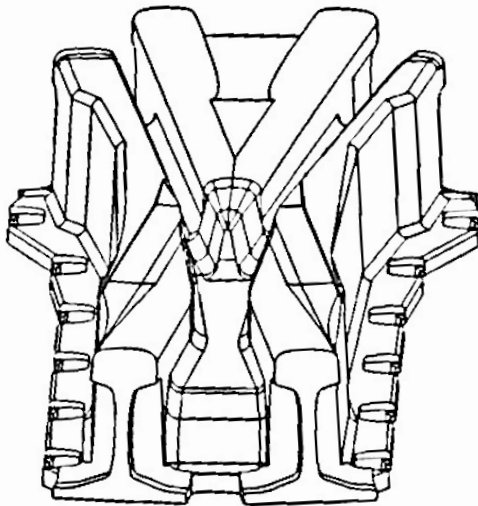


Figur 20: Gammal (till vänster) och ny (till höger) tunga. Källa: Intervju L1

5.2.5 Korsning

Korsningarna kommer framöver att tillverkas av stållegeringen mangan. Detta är ett mycket stryktåligt material som har en självhårdande effekt, vilket innebär att varje passerande fordon härdar korsningen. Ett problem med mangan är dock att övervakning av korsningens inre försvåras då mangan inte går att ultraljudsundersöka vilket gör det svårare att upptäcka inre sprickor. Rörlig korsningsspets kommer att bli vanligare än tidigare eftersom kraven på höga axellaster, höga hastigheter och åkkomfort ökar. Eftersom fler växlar med rörlig korsningsspets tagits fram, till och med för den minsta vinkelstorleken 1:9, finns framöver möjligheten att använda denna typ av växel för fler ändamål, till exempel bibehållen hastighet i huvudtågspår med låga krav på hastighet i grenspår då rörlig korsningsspets möjliggör högre hastigheter rakt genom växeln.

Fasta korsningsspetsar i de äldre växelsortimenten har alla utsatts för höga dynamiska belastningar i form av slag som uppkommit när hjulet förflyttat sin kontaktpunkt från vingräl till korsningsspets. Detta kan ge upphov till skador på både korsning och fordon. Detta har i 60E-serien åtgärdats genom att successivt höja vingrälerna och därmed undvika de höga dynamiska krafter som slag mot korsningsspetsen innebär. Just på grund av de förhöjda vingrälerna bibehålls hjulaxelnivån i höjddled som gör överrullningen till korsningsspetsen mjukare. Det slag som åstadkoms i äldre modeller blir mycket dovare och fordonets åverkan i växeln minimeras (se utformning figur 21).

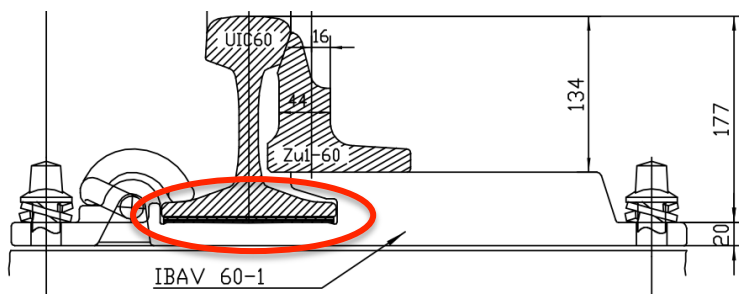


Figur 21: Ny korsning med upphöjda vingräler. Källa: Intervju L1

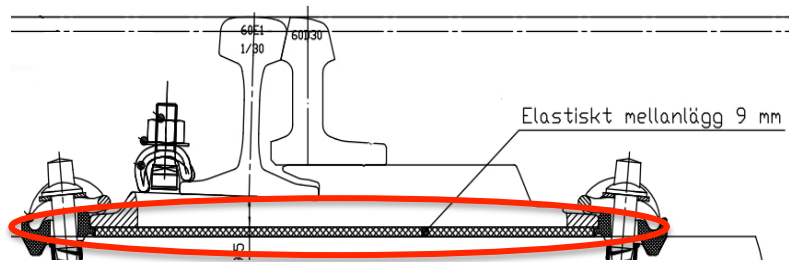
5.2.6 Railpads

I gamla växelsortiment har tungrälen dämpats med slipers och ballast. Det har inneburit hög och onödig belastning och därmed onödigt slitage på en redan utsatt komponent avseende på elasticitet och dämpning. Tungrälen har varit betydligt mindre elastisk på äldre växeltyper än i 60E trots att storleken varit marginell jämfört med en normal räl. På grund av detta har den varit utsatt för högt slitage då den dynamiska belastningen varit större samtidigt som materialet att slita på varit avsevärt mycket mindre.

I växlarna har endast stödrälen varit dämpad vilket bara har gett elasticitet för framfart i rakläget genom växeln. I 60E har railpads utvecklats och blivit större och ger elasticitet åt båda rälerna genom att den framöver placeras mellan sliper och rullanordningens undersida. Figur 22 illustrerar var railpads var placerade tidigare och figur 23 illustrerar motsvarande placering i 60E.



Figur 22: Railpad under stödräl. Källa: Intervju L1



Figur 23: Railpad under glidanordning. Källa: Intervju L1

5.2.7 Befästningssystem

Jämfört med många av de senare befästningsmodellerna skiljer sig den nya genom att den dels skruvas direkt i slipern och dels har en vinkelstyrplatta (se figur 24). På detta sätt undviks skjuvning av befästningen vilket i sin tur innebär mindre påfrestningar i andra riktningar än den vertikala. Klämkräften är 33% kraftigare jämfört med den vanligast förekommande, Pandrol E-clip. Det förhindrar större longitudinala krafter som rälsvandring. Fjädringsrörelsen förlängs från 1 millimeter till 2,5 millimeter och ger ett större skydd mot utmattning av befästningen.



Figur 24: Nytt befästningssystem, notera det frästa spåret för vinkelstyrplattan. Källa: Intervju L1

5.2.8 Under sleeper-pads – USP

Under sleeper-pads har funnits längre än 60E i Sverige. De har använts på bland annat broar där utrymme för ballast har varit begränsat. I andra kapitlet har inte dessa mattor tagits upp just på grund av att det inte använts i växlar tidigare. Införandet av under sleeper-pads i spårväxlar har skett tillsammans med generationsskiftet av växlar.

När under sleeper-pads används bryts spåret ner långsammare och belastningen minskar vilket innebär mindre risk för ballastkross. Ballastkross kan innebära sämre spårläge, potentiella sättningar och skada bankroppen. Under sleeper-pads tillåter sten att sjunka in i dem vilket stabiliserar banöverbyggnaden ytterligare.

5.3 Elteknik

Geometrin är densamma som i föregående växelsortiment vilket innebär att stolplaceringen förblir oförändrad. Det innebär i sin tur att trådföringen är identisk, så länge ersättande växel är utformad exakt likadant. Om så inte är fallet kan det innebära att växeln förskjuts i spåret för att passas in vilket i slutänden innebär att även behovet av att flytta stolpar för att bibehålla korrekt trådläge kan uppstå.

5.3.1 Växelvärme och drivvärme

Växelvärmerna har inte förändrats nämnvärt jämfört med motsvarande funktion i de gamla växlarna. Funktionen är i sak samma som tidigare med förbehåll för att små justeringar har gjorts. Växelvärmerna skall fortfarande värma upp tunga, stödräl och korsningsspets i de fall den är rörlig. Staggropsvärmerna har ersatts med drivvärme och matningen har från 24V ändrats till 230V.

5.4 Signalteknik

5.4.1 Växeldriv

De stora skillnaderna mellan de båda drivmodellerna (JEA och Easyswitch) är placering och utseende. JEA har en sidorienterad placering vilket kräver utrymme bredvid spåret och vilar på två intill varandra liggande slipers och styr dragstängerna som är placerade mellan dessa två. Easyswitch är istället helt integrerat i en slipersliknande låda och ersätter därför också en sliper. Denna sliperlåda fungerar både som en normal sliper och som växeldriv. Sliperintegreringen innebär platsbesparing i sidled jämfört med JEA-driven. Platsen upptas istället undertill och medger dessutom maskinell stoppning runt hela drivpaketet. Det innebär mindre dynamiska krafttillskott vid fordonspassage över drivenheterna och därmed mindre sättningar och mindre slitage på både växel och fordon. Dessutom minskas den tid det tar att stoppa växeln. Besparingarna går att göra tack vare det enhetsbaserade växeldrivet. Merparten enheter går att byta ut på under 30 minuter vilket förenklar för underhållsarbeten. Går det att snabbt byta ut delar på plats mot en fungerande kan den trasiga komponenten tas in för reparation utan att uppta tid i spår.

Risken för att snö- och isklumpar skall förhindra drivets omläggning är minskad. Staggropen är en utsatt plats där problem kan uppstå vid nedfall av hårda objekt som snö och isklumpar vilket har undvikits helt genom sliperintegreringen. Den kvarvarande riskzonen för driftstörande objekt är avståndet mellan tunga och stödräl som då skulle hindra omläggningen av tungan.

5.4.2 Tungkontrollkontakt

Skillnader på TKK:er mellan de olika växlarna är inte nämnvärda. Det kan förekomma viss förändring då antal och placering ej är fastställt för en av växelstorlekarna i 60E-sortimentet. I stort är det dock samma funktion och

princip som tidigare. Däremot förs det diskussioner från framförallt leverantörer och tillverkare om TKK:ernas funktion kan ersättas med ett adderat mittdriv på tungan.

5.4.3 Spårledning

Spårledningen kommer inte att förändras med en ny växelgeneration. Isolernas placering i växeln kan bero på signaltekniska funktioner och förutsättningar som avgörs utifrån hur banan i övrigt ser ut. Däremot är grundplaceringen identiskt med gamla växeltyper.

5.5 Teleteknik

Teletekniskt betyder en ny växel inte något alls. Kommunikationen mellan växelvärmeskåpets webmaster och GEMINI fungerar precis som för gamla växlar. Detta är därför ett område som inte förändras alls även om gamla växlar byts ut mot nya.

6 Analys

6.1 Definiering och funktion

I takt med högre trafikbelastning och i övrigt högre krav på anläggningen måste komponenter och funktioner förnyas och utvecklas. Spårväxeln som ofta legat steget bakom andra bankomponenter har genom 60E utvecklats till en växel som klarar av att bemöta högre ställda krav på last och hastighet. Spårväxlar innehåller många rörliga delar vilket innebär större slitage än för många andra bankomponenter. Även om de många komponenterna ger ett avvikande utseende när en växel jämförs med vanligt rakspår är alltid ambitionen att efterlikna övrigt spår för att få ett jämnare slitage och ett enhetligare fordonsbeteende.

Anledningen till varför växeln legat efter tekniskt sett är både dess komplexitet och dess investeringskostnad som per längdenhet är mycket högre än för andra bankomponenter. Växlar som installeras framöver kommer fortsatt att vara dyra precis som sina föregångare men skillnaden mellan denna och tidigare modeller är att den är utformad för att bytas rakt av mot en likadan geometriskt sett. Tack vare detta undviks stora omprojekteringar av övrig bana och därmed också vissa omkostnader.

6.2 Banteknik

En av anledningarna till generationsskiftet av spårväxlar är att försöka efterlikna spåret mer än i de gamla modellerna. Två konkreta åtgärder som att luta rälerna med samma förhållande som resterande järnvägsanläggning och att förändra spårvidden är goda exempel. De här två åtgärderna fungerar bra ihop eftersom den bredare spårvidden förflyttar kontaktpunkterna utåt på fordonets hjul och minskar risken för slingrig gång och flänskontakt. Detta i kombination med en räslutning gör att hjulet inte lika lätt förflyttar sig i sidled och därmed bibehåller en stabil gång. Risken för stora sidoutslag orsakade av bland annat spårlägesfel minskar. Det vill säga laterala krafter vilka bidrar till ökat slitage. Med hjälp av railpads och under sleeper-pads förändras elasticiteten i växeln vars påverkan blir större när de även får uppgiften att göra tungan mer elastisk. Istället för placering under räl, som annars är det normala, placeras railpads under glidanordningen med följden att både tunga och stödräl blir elastiska. Under sleeper-pads introduceras vilket kommer att standardiseras vid inläggning av nya spårväxlar. Detta ger både elasticitet och stabilitet åt växeln och förlänger livscykeln då banöverbyggnaden skonas från bland annat makadamkross. Ett nytt befästningssystem införs också där nyheten är att befästningen endast belastas i en riktning, den för befästningsskruven vertikala riktningen. Klämkraften ökas till 12kN och får en längre fjädringsrörelse på 2,5 millimeter. En längre fjädringsrörelse innebär

minskad risk för utmattning och ökad klämkraft innebär minskad risk för rälsvandring.

Den nya utformningen på tungan skall bli beständigare mot slitage. Storleken på tungan kombinerat med railpad och ny rullanordning skall bidra till reducerat slitage. Fördelningen mellan inlagda fasta och rörliga korsningspartier förändras också. Det kommer att läggas in fler spårväxlar med rörlig korsningsspets i framtiden än idag eftersom de tillåter högre hastigheter och tyngre axellaster än korsningar med fast spets. Oavsett om växeln har fast eller rörlig korsningsspets kommer stållegeringen med mangan bli EU-norm och finnas i båda typerna av korsningsspets. Detta är positivt eftersom det är ett slitstarkt material som blir hårdare genom självhärdning efter varje fordonspassage. I korsningarna med fast korsningsspets finns det dessutom möjlighet att förlänga livslängden ytterligare. Hårda material har egenheten att, vid stora krafter, antingen stå emot eller spricka. Med en ny utformning av överrullningszonen från vingräl till spetsräl kommer höga krafter i form av slag mellan hjul och räl reduceras. Tanken är att risken för sprickbildning och andra skador avsevärt skall minska tack vare detta.

6.3 Elteknik

Staggropsvärmen i JEA-driven ersätts av drivvärmen i Easyswitchdriven eftersom staggropen försvinner. När staggropen försvinner kan inte nedfallande objekt påverka drivets funktion på samma sätt som tidigare. Drivvärmens uppgift innebär inte i samma utsträckning som tidigare att smälta bort is och snö, istället blir den huvudsakliga uppgiften att bibehålla en gynnsam funktionstemperatur för drivet.

Växelvärmen förblir densamma vid en jämförelse mellan gamla växlar och 60E. Nya spårväxlar kommer i större utsträckning installeras med rörlig korsningsspets vilket innebär ökad användning av växeldriv med tillhörande drivvärme vid korsningsspetsen. Därför kommer nyttjandet av drivvärme vara större än den föregående tekniken staggropsvärme.

6.4 Signalteknik

Ett sliperintegrerat driv har många fördelar. Det är stoppningsbart likt en vanlig sliper och det är inte lika platskrävande som ett JEA-driv och det är bättre ur underhållssynpunkt. Nämnade förbättringar leder till minskade tider ute i spåret eftersom spårgående arbetsfordon kan stoppa även drivet vilket leder till både mindre arbete och lägre kostnad. Den manuella stoppningen kan leda till sättningar som gör att slitaget ökar och spårlägesfel uppstår så att dynamiska krafterna ökar onödigt mycket. Bankroppen under växeln blir identisk med övrig bana och spårstyvheten bibehålls även genom växeln.

Ett sliperintegrerat driv innebär också mindre exponering mot klimat. Det ligger skyddat mot mycket vatten, grus och ballast som alla kan påverka dess funktion. Isklumpar och snö undviks i stor utsträckning både på grund av drivets utseende och flertalet gånger också på grund av att rörlig korsningsspets ger bättre gång och förebygger skak vid passage av växeln.

De problematiska men viktiga komponenterna tungkontrollkontakterna har inte förändrats funktionsmässigt från UIC60 till 60E. TKK kommer att användas trots att det är en komponent med hög felfrekvens på grund av att den inte är utbytbar mot en bättre fungerande komponent. Den enda situationen den går att utesluta från, är vid användning av fyra driv på en tunga. Spårledningen och dess funktion är inte förändrad och på grund av detta kommer inte isolernas placering att förändras mer än av signaltekniska skäl som kan anges även vid projektering av gamla växlar.

6.5 Teleteknik

Teleteknik är det teknikområde som inte förändrats alls med spårväxelskiftet. Det beror förmodligen till viss del på att beröringspunkterna är markant färre än för till exempel banteknik.

6.6 Intervjuanalys

De intervjuade personerna är överens om flera frågor som berör olika saker kring spårväxlarna, utan att ha hört varandras svar. Samtliga tycker att den mest problematiska komponenten i en växel är tungkontrollkontakten. Denna förändras inte med generationsväxlingen och kommer nog att fortsätta vara en komponent som leder till driftstörningar även framöver. Trots att frågan om hur underhållet effektiviseras, utöver drivet, är det flera personer som ändå pekar på vikten av just drivet. Anledningen till det kan vara dess omgjorda utseende jämfört med tidigare driv som många tror ska bli en driftsäkrare komponent under vintern tack vare den nya utformningen. Läggs faktorn att alla tre beställare påpekar drivet till, finns ännu ett incitament till att tro att det just är vinterproblematiken som spelar en viktig roll eftersom hård kritik har riktats mot Trafikverket – beställaren - i samband med vinterdrift.

I och med att dagens växelbestånd har brukats länge i anläggningen finns det uppenbart förhoppningar på att växlarna skall vara driftsäkrare än vad de är idag. Att växlarna skall hålla lika länge är inget som borde antas men att dess funktion lättare kan upprätthållas är av stor vikt och de stora problemen i en växel skall komma så sent som möjligt under dess livstid. Det belyser U1 och L1 genom att peka på hur viktigt det är att underhålla en växel redan från den dag den läggs in och regelbundet ända fram till sista dagen genom förebyggande underhåll.

Höghastighetståg i Sverige får stå tillbaka en tid framöver även om det finns en växel som tål höga hastigheter. Banorna är till vissa delar geometriskt dimensionerade för högre hastigheter än 200km/h till skillnad från traktionssystem, signalsystem, fordon och de äldre växlarna som i bästa fall klarar 200km/h. 60E-serien kommer inte att medföra höjd hastighet på nedprioriterade banor på grund av ovan nämnda anledningar och eftersom den framförallt är viktig att installera i huvudtågspår (prioriterade banor). I dagsläget är det svårt att höja hastigheten på banor som redan har en hög STH vilket kan bero på banans geometri, traktionssystem eller signalsystem. De äldre växlarna har tidigare varit en hastighetsbegränsande bankomponent som nu istället är överdimensionerad och tillåter höga hastigheter.

Flera av de intervjuade belyser också vikten av att sänka totalkostnaderna för spårväxlar. Det är dyrt att bygga, lägga in, laga och att byta växlar och är därför viktigt att arbeta preventivt med att reparera mindre fel så att större kan undvikas. Tanken med utformningen är att förenkla handhavandet av växeln i så stor utsträckning som möjligt och därigenom spara utgifter. Gemensamt för alla intervjuade är den positiva inställningen till principen att hela banan skall vara enhetlig, det vill säga en växel som gör att fordonen går att köra på likartat sätt och med samma komfort som körning på ”normalt” spår.

7 Slutsatser

Vid införandet av den nya serien spårväxlar kan en tydlig linje urskiljas. Både förebyggande av slitage och förberedelser för högre hastigheter och tyngre laster är tydliga mål som också syns i växelns utformning. Det signifikativa för 60E-växlarna är tanken att bantekniskt ligga före övrig bana. Spårväxlarna har anpassats för framtida behov och indikerar hur järnvägsnätet i övrigt kommer att utvecklas med en bredare spårvidd anpassad för höga hastigheter både i växlar och rakspår.

Trafiken har ökat vilket har inneburit ett ökat slitage vilket i sin tur gjort förebyggande utformning och strategiskt underhåll viktigare. Flera stora förändringar i växeln är framtagna för att förebygga slitaget och förlänga cyklerna för underhåll av slitdelar. Samtliga nyheter som presenteras i tredje kapitlet förebygger slitage på olika sätt och vissa fungerar dessutom bättre kombinerat med andra nyheter. En tjockare tunga kombinerat med railpad är ett bra exempel på det, där tjockleken innebär att det tar längre tid att slita ut tungan och railpads medför ett mer elastiskt spår vilket ytterligare förhindrar onödigt slitage.

7.1 Resultatförankring

Arbetet utgick från fyra problemformuleringar som vid arbetets början bemöttes med lika många hypoteser (kursiv text under vardera fråga nedan). Dessa besvaras nu med resultatet intervjuerna och litteraturstudien gav.

- Kommer problematiken med is och snö i växlarna att minska vid användning av 60E?
 - *Växlarna blir driftsäkrare på vintern.*

Vid vinterklimat krävs större punktinsatser för underhållspersonalen i, och i anslutning till, växlarna. Växlarna, en av de känsligare punkterna, har den senaste tiden uppmärksammats mycket mer än tidigare vilket har lett till en ny serie spårväxlar med flertalet förbättringar. Alla intervjuade parter är positiva till, och överens om, att växeln med integrerat driv kommer förbättra driftsäkerheten under vintern på flera sätt. Flera av de i kapitel tre listade förbättringarna tyder dessutom på att det kommer bli flera förändringar i positiv riktning. Utöver drivet spelar den rörliga korsningsspetsen större roll, och genom att använda rörlig korsningsspets undviks användandet av moträlser som ofta leder till ett ryck i fordonet och som kan innebära islossning vilket kan förorsaka stopp eller sänkt hastighet i trafikeringen. Vid sämre klimat som långa snöfall och isbildning kan insatser av underhållspersonal krävas även i 60E-växlarna. En växel är fortfarande utsatt för mycket varierande klimat och kan aldrig garantera funktion utan underhåll och åtgärder.

- Vad händer med växlar som byts ut i förtid?
 - *För tidigt utbytta växlar kommer inte att återanvändas.*

Intervjuerna ger inget entydigt svar på denna fråga. Leverantören anser att det enklaste är att just leverantören handhar även gamla växlar eftersom de ändå är på plats vid leverans och inläggning av en ny. Eftersom föreskrifterna för hur gamla växlar får återanvändas är så pass restriktiva, som framförallt konsulten belyser, innebär det att det inte är en lönsam marknad, särskilt inte för större växlar eftersom de är svårhanterliga och platskrävande.

Högre hastigheter har de senare åren lett till större växlar som tyvärr betytt svårare återanvändning då det blivit mindre lönsamt ju större växlar har blivit. De tar onödigt mycket plats vilket är anledningen till att de små växlar är mer attraktiva. Det största problemet är dock inte att växlar är stora, det är att de inte får användas på rätt platser avseende deras ursprungliga utformning.

- Blir underhållet av 60E-växlarna enklare än av äldre modeller?
 - *Fler kortare tider i spår kan nyttjas.*

Delar av underhållet i växlar kommer bli enklare. Drivet är en klar förbättring jämfört med tidigare versioner och både hastighet och underhåll gynnas av den enhetsuppbyggda versionen. Underhållets stora fördel blir att kortare tidsintervaller i spåret kan användas för att byta delar i drivet vilket medför färre stopp av trafik i spåret och därför undviks omkostnader. Tider i spår kommer framöver fortsätta vara nödvändiga. Möjligen kan färre långa tider behövas eftersom åtgärder kan utföras i kortare tidsspann. Eftersom turtätheten ökar snabbare och snabbare blir kortare tider viktigare att utnyttja.

- Kommer de totala kostnaderna kring växlar att minska?
 - *Slitage på fordon och växel minskar och som en följd av det minskar kostnaderna.*

Korsningspartiet är känt för att skadas och utsättas för högt slitage. Eftersom det, precis som drivet, kan bytas ut i ett stycke går det mycket fortare att ersätta korsningsspetsen vilket ger en lägre arbetskostnad. Drivet, som är dyrare sett till inköpspris, får också troligen minskade kringkostnader utifrån ovan nämnda anledningar kring hur underhållet kan skötas. Underhållet kan i huvudsak skötas utanför spåret, byte av ett helt driv kan ganska snabbt utföras och tung nederbörd och kyla spelar mindre roll. Överrullningszonen med de förhöjda vingrälerna kommer, precis som elastisk tunga, skona både fordon och växel. Tungan har innan utsatts för stora krafter som inte kunnat fördelas i banöverbyggnaden på samma sätt tidigare. Förändringen har åstadkommit genom att omplacera railpads och införa under sleeper-pads.

Överrullningszonen skonar dessutom hjul och spets från de krafter som uppkommer vid det vanligt förekommande slaget i gamla växlar.

7.2 Kommentarer till resultatförankring

Angående dagens vinterproblematik borde de manuella underhållsinsatserna under vintern kosta mest. Det borde därför ligga i Trafikverkets intresse att minska uttryckning i spår för att åtgärda till exempel fastfrusna växlar. Samtidigt borde problematiken i en växel över lag minskas också för att minska arbetet i spår vilket både den nya växeln och det nya drivet är potentiella lösningar på. Författarna till denna studie tror att 60E kommer innebära goda förutsättningar för att klara vintern bättre. Kombinationerna av nyheter i växels nya utformning som förbättrar tåggången kommer troligen ha stor inverkan vilket kommer innebära färre nedfallna objekt i växeln.

Så som återanvändningen ser ut idag finns det saker som kan förbättras. Att nästan nyinlagda växlar skulle bli ointressanta och i vissa fall skrotade vid utbyte är en stor förlust. Även om dessa växlar till exempel inte har lutande räler, det nya drivet eller det nydesignade överrullningsområdet finns det goda anledningar till att låta dem få spela en större roll än vad föreskriften tillåter. Därför borde bedömningen bli mer individuell och ta mer hänsyn till växels historia och pröva växeln individuellt istället för efter en formel. De klarar fortfarande höga hastigheter och har många funktionsdugliga år kvar. Bland annat konsulten belyser att det finns skicklig personal inom organisationen som kan avgöra hur bra skick en växel är i och vad som borde krävas för att återställa en växel i gott skick. Det är enligt författarna något som borde utnyttjas mer.

Underhållet av växlar kommer se ut ungefär som förut, sett till tillvägagångssättet. Författarna anser att möjligheterna till effektivt underhåll har förbättrats på flera punkter i växeln i allmänhet och drivet i synnerhet. Drivets åtkomlighet är en klar förbättring och kan innebära att intervall mellan tågpassager nu kan användas i större utsträckning än tidigare till underhåll. Det i kombination med bättre stoppning av drivet kommer minska den värdefulla tid som krävs för arbete i spår. Bankroppen blir enhetlig inte bara i hela växeln utan i hela anläggningen vilket kommer förlänga hållbarheten på spåret.

Den mixtrafik som leverantören nämner utsätter anläggningen för stora påfrestningar och är inte optimal. Det bästa hade varit om alla trafikerade banan med samma hjulprofil som minimikrav. Växlarna kommer slitas annorlunda beroende på vad det är för trafik som passerar och har trafiken dessutom flera olika hjulprofiler kommer slitaget aldrig kunna identifieras på samma exakta vis som om det vore en standardiserad del. Trafikerar ett tungt godståg växeln med hjulprofil 1, och ett annat tåg med hjulprofil 2, kan de slita på växeln på helt olika sätt vilket kan försvåra underhållsarbetet om en bedömning kring vad som är mest slitet krävs. Samtidigt kan det finnas en viss

mening med att tågen sliter på olika sätt i en växel vilket sprider ut slitaget på en större area.

7.3 Metoddiskussion

Denna del avhandlar hur de olika metoderna som använts för datainhämtning till arbetet fungerat och vad som kunde varit bättre.

7.3.1 Intervjuer

Anledningen till att intervjumetoden valdes var dels att det var ett enkelt sätt att förstå de olika parternas perspektiv i sammanhanget, och dels för att spårväxeln var så ny att all dokumentation inte är på plats hos förvaltaren Trafikverket. De intervjuade personerna är alla intressanta parter kring spårväxlar. Från beställarsidan (Trafikverket) intervjuades tre personer varav en utbildar inom säkerhetsbesiktning, en är projektledare och en underhållsutvecklare för växlar. Spridningen gör att man inom beställarsidan får flera olika avdelningars syn på 60E.

Konsultsidan är viktig att höra eftersom de projekterar växlar såväl som andra delar av järnvägsanläggningen. På grund av den intervjuade konsultens arbetslivserfarenhet och arbetsuppgifter idag är det en relevant referens till hur gamla växlar fungerat och hur en konsult ser på en uppgradering av en spårväxel. Nyheter och förändringar är dock inte det mest intressanta för en projektör eller teknikkonsult, det viktigaste att känna till är att 60E klarar högre hastigheter vilket innebär att banans geometri kan dimensioneras för högre hastigheter än tidigare vid projektering. Banor kan dimensioneras för höga hastigheter utan 60E-växlar men kan underlätta motivering till en rakare geometri.

Intervjuad leverantör har stor relevans för arbetet. Det är både en informationskälla för tekniska frågor såväl som för hur leverantörssidan ser på den nya växeln. För teknisk information är källan, även om viss partiskhet kan förekomma eftersom leverantören är den som levererar den nya produkten, mycket trovärdig. Det är inte en person från marknadsavdelningar eller motsvarande utan en teknisk utvecklingschef vars huvuduppgift är av teknisk karaktär. Som källa från parten leverantör finns inga alternativ. Vossloh tillverkar alla växlar fram till minst 2019 och kan därför inte ersättas av annan källa från annat företag. Det är uppenbart att leverantören vill få sin spårväxel att framstå i god dager, men samtidigt finns det ett värde för även dem att hålla sig till det tekniska och låta produkten bevisa sin betydelse.

Den utomstående parten, i detta fall en person från VTI, är mycket relevant. Denna person är expert på underhåll och känner till de vanliga problem som brukar uppstå i samband med växlar. Därför fanns det möjligheter till förväntningar från denna part som inte andra intervjuade skulle ha tack vare

den opartiska positionen. Till en början var intervjuer av entreprenörer planerat men valet gjordes att inte höra denna part då de installerade växlarna som fanns var få och så pass nya att erfarenheten av installation, underhåll och skötsel bedömdes vara nästan obefintlig.

7.3.2 Litteraturstudie

De skriftliga källorna består i huvudsak av styrande dokument från Trafikverkets databas. Eftersom detta är föreskrifter och standarder skall dessa också följas och det blir därför svårt att underkänna dessa dokument som relevanta källor. Problem har dock förekommit eftersom de inte varit tillräckligt uppdaterade. Det tar tid att uppdatera styrande dokument och under tiden har mycket hänvisats till leverantören. Böcker har i viss utsträckning också använts i huvudsak till faktakomplettering.

7.4 Framtida studier

Baserat på detta arbete finns det ett antal perspektiv som kan användas till nya uppslag i framtiden.

1. Driftstörningar i samband med tungan

Flertalet komponenter i spårväxeln har förbättrats. Många har radikalt förändrats för att ge bättre förutsättningar för bland annat vinterklimat och andra fenomen som kan störa driftsäkerheten. Ett kvarstående problem är risken att blockera tungan. Den förflyttas i sidled precis som i gamla växlar och kräver ett fritt utrymme för dess sidorörelse för att ansluta till stam- eller grenspår. Detta gäller både gamla och nya växlar och skulle vara till stor hjälp för det svenska växelbeståndet. Ett skydd mot makadam, snö och andra fysiskt störande objekt för tungan skulle i denna del av växeln kunna utvecklas.

2. Växelslitage

I boken *Optimisation of Railway Switches and Crossings* avhandlar Björn Paulsson slitaget i spårväxlar och hur det på vissa sätt kan åtgärdas. Det som inte avhandlas är hur 60E slits, det vill säga vad rälslutning, sliperintegrerat driv, förändrad spårvidd och de andra skillnaderna har för påverkan på växeln, hur underhållet sköts och hur underhållsmässigheten, livslängden eller problemfrekvens ser ut efter lång drift och vid urbruktagande.

3. Växelvärme

Växelvärmerna består idag av vanliga värmeslingor som placeras på strategiska platser i växeln som skall vara snö- och isfria under sämre förhållanden. Mycket av den värme som produceras strålar rakt ut i tomma luften och gör inte speciellt mycket nytta för växeln. Om växelvärmerna skulle kunna studeras och effektiviseras skulle Trafikverket, som idag lägger cirka 180 000 kr/dygn på att värma upp växlarna i landet, kunna spara mycket pengar (Trafikverket 13).

8 Referenser

8.1 Otryckta referenser/personlig kommunikation

Projekteringshjälp

Eriksson, Jesper. 2014 E-mail 2 april <jesper.eriksson@afconsult.com>

Projekteringshjälp vid projektering av Easyswitch. Informationsdokument för projektörer.

Eckerblad, Bo. 2014 E-mail 22 april <bo.eckerblad@afconsult.com>

Intervju B1

Nilsson, Kennet, 2014: Lärare besiktning, intervju (28/1-2014)

Intervju B2

Hällefors, Bengt, 2014: Projektledare, intervju (6/2-2014)

Intervju B3

Krüger, Ralf, 2014: Anläggningsutvecklare, intervju (6/2-2014)

Intervju K1

Flodman, Anders, 2014: Teknikkonsult, intervju (12/2-2014)

Intervju L1

Ahlqvist, Anders, 2014: Teknikansvarig – Spårväxlar, intervju (17/3-2014)

Intervju U1

Hedström, Ragnar, 2014: Forskningsingenjör, intervju (5/2-2014)

Järnvägsskolan 1

Sundström, Jerker. tekn. dr, banteknisk kurs på Järnvägsskolan (HT 2012)

Ragnvid, Michael. 2014 E-mail 10 april <michael.a.ragnvid@trafikverket.se>

Stichel, Sebastian. 2014 E-mail 5 mars <stichel@kth.se>

8.2 Tryckta referenser

(2012) *Pandrol E+*. Powerpointpresentation. Järnvägsskolan. Ängelholm.

Andersson, Evert; Berg, Mats; Stichel, Sebastian (2013) *Rail Vehicle Dynamics*. Stockholm: KTH

Baranowska, Kristian; Öman, Lina (2012) *Spårväxlar i vinterförhållanden*. Examensarbete Lund: LTH

Blomqvist, Mattias; Blomqvist Michael (2013) *Problematik kring spårväxlar*. Examensarbete Stockholm: KTH

Bohlin, Alf; Lundberg, Jan; Syk Malin (2011) *Blindfold tests on manganese crossing in railway application*. Luleå: LTU

Bårström, Sven; Granbom, Pelle (2012) *Den svenska järnvägen*. Borlänge: Trafikverket

Corshammar, Pelle (2005) *Perfect Track*. Ängelholm: Järnvägsskolan

Corshammar, Pelle (2012) *Perfekt Spårgeometri*. 2 uppl. Ängelholm: Järnvägsskolan

Ekberg, Anders; Paulsson, Björn (2010) *Concluding Technical Report – Innotrack*. Solna

Esveld, Conrad (2001) *Modern Railway Track*. 2 uppl. Delft: TU Delft

Hedström, Ragnar (2001) *Kriterier för byte alternativt fortsatt underhåll av spårväxlar*, VTI notat 20-2001

Hedström, Ragnar; Möller, Staffan; Wiklund, Mats (2007), *Vinterklimatmodell för järnvägssektorn*, VTI notat 17-2007

Kompendium (2012) *Banteknik*, Ängelholm: Järnvägsskolan

Möller, Per; Steffens Jürgen (2006) *Underhållsteknik*. Libr AB.

Nissen, Arne (2005) *Analys av statistik om spårväxlars underhållsbehov*. Luleå: LTU

Olsson, Johan; Strömsöe, Mikael (2014) *Teknisk kompatibilitet – Reläbaserade signalställverk och Easyswitch-R*. Version 1.0. Trafikverket.

Nissen, Arne (2009) *Development of Life Cycle Cost Model and Analyses for Railway Switches and Crossings*. Luleå: LTU

Pålsson, Björn (2005), ”*Optimisation of Railway Switches and Crossings*.” Diss. 2014, Göteborg: Chalmers

Stichel, Sebastian (2004) *Ökade laster med hänsyn till spårnedbrytning*. Stockholm: KTH

Sundquist, Håkan (1999) *Byggande, Drift och underhåll av järnvägsbanor*. Stockholm: KTH

8.3 Elektroniska referenser

INNOTRACK, 2009: *D3.1.5 - Recommendation of, and scientific basis for, optimisation of switches & crossings – part 1*. Projektnr. TIP5-CT-2006-031415, hämtad 12/3-2014.

http://www.innotrack.net/IMG/pdf/d315-f4-recommendation_of_and_scientific_basis_for_optimisation_of_switches_and_crossings_part1-2.pdf

Jvgfoto.se, 2013: *Kopparåsen (Kå)*. Hämtad 26/2-2014

<http://jvgfoto.se/banor/malmbanan/kiruna-riksgransen/kopparasen-ka/>

SJK Postvagnen, 2010: *Hur fungerar en växel*. Hämtad 3/4-2014

<http://postvagnen.com/forum/index.php?mode=thread&id=287890>

Trackelast, 2014: Hämtad 14/3-2014

http://www.tiflex.co.uk/track_home/under/under.html

Trafikverket 1. BVS 1523.005 *Spårväxel. Definition*, benämning och förkortning, version 4.0, hämtad 23/1-2014

http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=ac8c59e1-1b92-46ed-803d-40313f3527b5

Trafikverket 2. BVS 1523.013 *Spårväxel. Projektering*, version 1.0, hämtad 23/1-2014

http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=4cef1a3c-0b33-43d2-b26a-587dcd8edd3b

Trafikverket 3. BVH 1523.013 *Spårväxel. Projekteringshandbok*, version 1.0, hämtad 24/1-2014

http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=f9220681-3e23-4dd3-a1bf-141dcea42081

Trafikverket 4. *Produktivhetsprogram. Spårväxlar*, hämtad 30/1-2014

http://www.trafikverket.se/PageFiles/66559/produktivhetsprogram_sparvaxlar.pdf

Trafikverket 5. BVS 543.35004 *Systembeskrivning. Trådföring i växlar*, version utgiven 14/12-2001, hämtad 3/2-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=9c002e35-c1e1-4c36-8fdf-f7e3625f1022

Trafikverket 6. BVH 521.112 *Växeldriv JEA 72 och JEA 73. Montage underhåll och skötsel*, version utgiven 13/5-1997, hämtad 3/2-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=9e3ad2c8-8ac9-4bd5-ae48-a2a01b33e3d3

Trafikverket 7. BVH 521.22 *Tungkontrollkontakt. Projektering, montage, underhåll och justering av TKK, eTKK och eTKK2*, version 2.0, hämtad 3/2-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=6e53de1c-8538-4e1f-8ebf-b49ebccc4193

Trafikverket 8. *Erfarenhetsdrift*, version 1.0, hämtad 13/2-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=3810e2e7-1cf9-460f-aa57-973cbd59a440

Trafikverket 9. BVS 1523.015, *Spårväxel. Standardutförande anläggningsdel, komponent*, version 2.0, hämtad 20/2-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=bff0b3c5-1fad-4e5a-83b2-f9438319fedd

Trafikverket 10. BVS 1523.012, *Spårväxel. Återanvändning begagnad spårväxel, komponent*, version 2.0, hämtad 21/1-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=f6ae0904-bb7b-4f70-80c7-a323e63a1d76

Trafikverket 11. BVH 1523.014, *Spårväxel. Vinterhandbok*, version 1.0, hämtad 11/3-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=972f3dc2-e55d-4153-b71a-b02d7bd97e82

Trafikverket 12. BVF 543.42203, *Funktionsbeskrivning. Styrutrustning växelvärme*, version utgiven 15/5-2000, hämtad 12/3-2014
http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=6d2d0bd3-72fb-4fbd-a924-2df64706f2f8

Trafikverket 13. 543.42201, *Växelvärme. Monteringsanvisning*, version utgiven 15/11-2004, hämtad 17/4-2014

http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=554069bf-00ce-4e8b-9503-3900f543d703

Trafikverket 14. 524.31, *Oförstörande provning (OFP) av räler och rälskomponenter*, version 5.0, hämtad 24/4-2014

http://ida8iext.banverket.se/bvdok_extern/ViewPdfDoc.aspx?docGUID=03f6cd67-c00d-4b94-814b-ddcb07a00bc7

Trafikverket 15. 1522, *Spårväxel med fast och rörlig korsningsspets*, version 1.0, hämtad 3/2-2014.

http://www.trafikverket.se/PageFiles/93755/bvs_1522.pdf

Trafikverket 16. 2013:0478 *Spårväxel Projekteringshandbok*, version 1.0 hämtad 29/3-2014

<http://trvdokument.trafikverket.se/fileHandler.ashx?typ=showdokument&id=0024f7ad-5689-457c-a23f-a2fb00a57023>

Trafikverket (2012) *Pressinbjudan: Framtidens spårväxlar diskuteras på Internationell workshop i Eslöv*. Hämtad 26/2-2014

<http://www.trafikverket.se/Pressrum/Pressmeddelanden1/Pressmeddelande1/Skane/2012/2012-02/Pressinbjudan-Framtidens-sparvaxlar-diskuteras-pa-Internationell-workshop-i-Eslov/>

Trafikverket (2013) *Ny spårväxelstandard och ny omlägningsanordning*. Hämtad 12/2-2014

<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Aktuellt/-sparvaxelstandard-och-ny-omlaggningsanordning-/>

Trafikverket (2014a) *Bandata*. Hämtad 3/3-2014

<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/Bandata/>

Trafikverket (2014b) *LCC-åtgärd*. Hämtad 5/3-2014

<http://www.trafikverket.se/Aktuellt/Nyhetsarkiv/Nyhetsarkiv2/Nationellt/2014-02/Inforande-av-slipermattor-minskar-behovet-av-underhall-och-sankerlivscykelkostnaden/>

9 Bilagor

9.1 Intervjufrågor – allmän

Presentation av examensarbete och författare

- *Vad är det initiala intrycket av den nya växeln med tillhörande driv?*
- *Blir underhållet av växlar effektivare utöver det enhetsbaserade drivet?*
- *Kan 60E och driv tänkas ha en längre livslängd jämfört med gamla sortiment?*
- *Vad har nuvarande växelsortiment för för- och nackdelar?*
- *Hur ser livslängden för dagens befintliga växlar ut?*
- *Hur påverkas komforten av övergångsdelen i befintligt växelbestånd?*
- *Vilka är de vanligast återkommande felen idag?*
- *Kan den nya växeln innebära ett begynnande höghastighetstänk i Sverige?*
- *Har Trafikverket några intentioner att på kort sikt höja hastigheten på vissa bandelar genom att installera bättre växlar?*
- *Hur står sig den nya växeln i vinterklimat jämfört med de gamla?*
- *Blir tidsbedömningen snävare när det gäller tider i spår vid till exempel avhjälpande underhåll eftersom drivets komponenter byts*

enhetsvis? Påverkar det i sin tur tidsbedömningen av andra delar av växeln?

- *Finns det någon växeltyp som inte fungerar med lutande räler?*
- *Vad händer med gamla fungerande växlar som byts ut?*
- *Tilllägg kring BEST rörande 60E och Easyswitch.*

9.2 Partspecifika frågor – L1

- *Principiellt, hur fungerar drivet?*
- *Vad händer med de enheter som byts ut? Repareras och återanvänds vissa?*
- *Vilka steg i processen vid distribuering av en ny växel medverkar Vossloh i?*
- *Har ni använt er av andra länder för att se hur de klarar drift?*
- *Fanns det några utmärkande problem under utvecklingen av spårväxel med tillhörande driv?*
- *Hur ser vinterproblematiken kring driven ut idag?*
- *Enligt Trafikverkets FAQ är 60E-serien billigare än föregående serier. Vad beror det på?*
- *Hur såg kraven ut när ni utformade 60E och driv?*
- *Har Vossloh nytta av gamla outtjänta växlar som man plockar bort? Var hamnar de?*
- *På Trafikverkets hemsida står det kortfattat att den nya spårväxeln kommer att ha en minskad LCC. Vad innebär ordvalen ”optimering”, ”ny” och ”högre” i konkreta förbättringar på följande punkter?*
 - *Genomgående räslutning och ny designspårvidd (1437 millimeter) i spårväxeln för att ge stabilare gångegenskaper för fordon och förbättra styrningsförmågan.*
 - *Optimerad korsningsutformning.*
 - *Optimerad utformning av tunga-stödräl.*
 - *Högre elasticitet som är anpassat till kringliggande spår och som uppnås med ett nytt befästningssystem.*

- *Ny typ av rullanordning som underlättar växelomläggningen.*
- *Nyutvecklad korsningskonstruktion i korsningar med rörlig spets som möjliggör enbart byte av korsningsspets i spår efter t.ex. uppkörning.*

- *Hur ser livscykeln ut för växeln? Vad förväntar man sig byta ut först?*

- *Hur ser slitaget ut, fördelas det jämnare än i tidigare modeller?*

- *Finns det mer eller mindre kompatibla hjulprofiler?*

- *Hur ser fördelningen ut mellan rörlig korsningsspets och fast spets?*

- *Vad hade Trafikverket för krav på signalering?*

- *Behövs 60E och Easyswitch installeras istället för andra modeller överallt?*

- *Vad ser ni för problematik kring inläggningen av 60E?*