

Långsiktigt spårväxlunderhåll

– Förutsättningar och möjligheter



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle

Examensarbete:
Nils Risberg
Marios Mitropoulos

© Copyright Nils Risberg, Marios Mitropoulos

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 2008

Sammanfattning

Spårväxlar är komplexa och dyra att underhålla. Slitaget i växlarna beror av på vilket sätt växeln trafikerar, vilka tågtyper som trafikerar växeln och tågens hastighet. Fel vid installationen av växlarna bidrar också. Omfattande insatser krävs för att upprätthålla önskad funktion. Olika växelkonstruktioner kan minska spårkrafterna och därigenom underhållsbehovet. Genom att utföra underhållet i tid är det möjligt att uppnå en lägre kostnad fördelad över växelns hela livslängd. Om underhållet däremot utförs först efter att felen uppstått ökar kostnaderna.

Järnvägsanläggningen i Sverige förvaltas av Banverket. Denna myndighets underhållsverksamhet styrs dels av regeringens transportpolitiska mål, dels av kundernas behov. Det är också centralt att uppnå kostnadseffektivitet under de olika anläggningsdelarnas livscyklar. I Banverkets föreskrifter finns beskrivningar av vilka underhållsåtgärder som utförs förebyggande samt instruktioner för besiktning av anläggningen. Det konstateras även att banarbetstiderna har stor inverkan på underhållskostnaden.

Spårväxlarna står för en fjärdedel av den totala förseningstiden och växlarnas kontrollanordning är den komponent som är mest känslig för störningar.

Trafikmängd, växeldensitet och anläggningens ålder inverkar på antalet förseningar.

Enligt entreprenörerna är det svårt att få tid för underhållsåtgärder och god planering måste till. Banverkets informationssystem är viktiga verktyg för att lyckas med planeringen, men dessa fungerar inte felfritt. Samarbete mellan de olika aktörerna inom järnvägen upplevs dock som bättre nu än förr.

Förvaltarna menar att avregleringen inom järnvägsbranschen har lett till effektivare underhåll, men att det ännu inte fungerar optimalt. Begränsade resurser medför att de bästa åtgärderna ur ett långsiktigt perspektiv inte alltid genomförs. Att ge underhållsentreprenörerna möjlighet att påverka anses som viktigt. Även trafikplaneringen, som ansvarar för tilldelningen av tid i spår, framhåller vikten av att planera in underhållet i ett tidigt skede; det är de akuta åtgärderna som medför förseningar. Hos Banverkets materialservice är hälften av materialbeställningarna akuta. Det finns en stor mängd olika växeltyper i anläggningen, men strävan är att lägga in fler växlar av standardtyper och därigenom minska mängden av artiklar i sortimentet.

Nyckelord: Järnväg, Spårväxlar, Underhåll, Banteknik.

Abstract

Due to their complexity and heavy wear from rail traffic, switches are a sensitive part of the railway infrastructure and moreover expensive to maintain. Furthermore, increasing railway traffic not only accelerates the wear rate but also obstructs the necessary maintenance measures. This paper examines the opportunities for a transition to a long-term maintenance strategy in the Swedish railway network. It contains a study of the maintenance strategy of Banverket, and also analyses statistics of errors in the railway infrastructure. The survey was completed utilising interviews with infrastructure managers, maintenance contractors, planners of railway operations and the Banverket material service department. The conclusions derived show that thorough planning and coordination between the participants in the railway sector are of major importance for maintenance in a preventive manner.

Keywords: Railway, Switch, Maintenance, Rail Technology.

Förord

Rapporten är ett resultat av ett examensarbete som inleddes under april 2007. Arbetet gjordes på initiativ från Vossloh Nordic Switch Systems. Projektledare var Bertrand Gryspeert och handledare Leif Carlsson. Arbetet utfördes delvis på Vosslohs kontor i Örebro. Vi vill rikta ett stort tack till personalen på Vossloh i Örebro och speciellt Hans Green och Björn Lundwall.

Vi vill även tacka alla som ställde upp på att bli intervjuade; Mats Anderson, Kurt Erikson, Gunnar Hallert, Tommy Jonsson, Anders Järnefelt, Ulf Kraft, Mats Karlsson, Jan-Erik Meyer och Rolf Wahlgren.

Slutligen vill vi också tacka de personer på Järnvägsskolan och Banverket Produktion samt vår handledare och examinator på LTH som hjälpt oss i vårt arbete.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och avgränsningar	1
1.2	Metod	2
2	Begrepp	3
3	Spårväxlar och underhåll	5
3.1	Allmänt	5
3.2	Typer av spårväxlar	6
3.3	Slitage och underhållsåtgärder för spårväxlar	7
3.3.1	Tunganordning	8
3.3.2	Korsning	9
3.3.3	Moträler	9
3.3.4	Omlägningsanordning	9
3.3.5	Kontrollanordning	9
3.3.6	Slippersats och befästning	10
3.3.7	Växelvärme	10
3.4	LCC-kostnad för spårväxlar	10
3.5	Eco Track och Eco Switch	12
3.6	Underhållsstrategier	14
3.6.1	Avhjälpande underhåll	14
3.6.2	Förebyggande underhåll	14
4	Studie av Banverkets dokument	16
4.1	Utgångspunkter för underhållet	16
4.1.1	De transportpolitiska målen	16
4.1.2	Banverkets övergripande vision	17
4.1.3	Behoven hos Banverkets kunder	17
4.1.4	Kostnadseffektivitet under en enhets livscykel	17
4.2	Banverkets vision och mål för underhållsverksamheten	17
4.3	Banverkets underhållsstrategi	17
4.3.1	Införande av enhet	19
4.3.2	Tillståndsbedömning för enhet i drift	19
4.3.3	Analys av underhållsbehov	20
4.3.4	Planering av underhåll	20
4.3.5	Upphandling av underhåll	21
4.3.6	Genomförande och verifiering	21
4.3.7	Uppföljning av underhållskontrakt	21
4.3.8	Avvecklande av enhet	21
4.4	Förebyggande underhåll	22
4.5	Säkerhetsbesiktning	22
4.5.1	Säkerhetsbesiktning i banhållningsprocessen	22
4.5.2	Besiktningsplan	22
4.5.3	Genomförande	22

4.5.4	Besiktungs- och åtgärdsrapport.....	23
4.6	Underhållsbesiktning	23
4.7	Banarbetstider och underhållskostnad	25
5	Studie av spårväxlar i utvalda bandelar	27
5.1	Beskrivning av bandelarna	27
5.1.1	Bandel 401 Solna – Stockholm C – Älvsjö	27
5.1.2	Bandel 410 (Älvsjö) – Södertälje H.....	27
5.1.3	Bandel 444 (Kungsängen) – (Västerås N)	27
5.1.4	Bandel 912 Höör – (Arlöv)	27
5.2	Felstatistik.....	28
5.3	Kommentarer	30
6	Resultat av intervjuundersökningar	31
6.1	Intervjuer med entreprenörer.....	31
6.1.1	Tid i spår.....	31
6.1.2	Samarbete	31
6.1.3	Banverkets informationssystem	31
6.1.4	Underhållsinsatser	32
6.1.5	Personal	32
6.1.6	Underhållskontrakt.....	32
6.1.7	Växeltyper och komponenter	33
6.1.8	Tekniska lösningar	33
6.2	Intervjuer med förvaltare.....	33
6.2.1	Utveckling och nuläge	33
6.2.2	Besiktningar	34
6.2.3	Entreprenörernas inflytande.....	34
6.2.4	Banavgifter	34
6.3	Intervju med trafikplanering	34
6.3.1	Utveckling och nuläge	35
6.3.2	Tilldelning av kapacitet.....	35
6.3.3	Kostnad för slutkund.....	35
6.3.4	Underhållsstrategi	36
6.4	Intervju med Materialservice	36
6.4.1	Allmänt om Materialservice.....	36
6.4.2	Trender inom försäljningen.....	36
6.4.3	Sortiment	36
6.4.4	Materialkatalogen.....	37
7	Slutsatser	38
7.1	Samordning.....	38
7.2	Tillståndsbedömning.....	38
7.3	Underhållsåtgärder	38
7.4	Övrigt.....	39
7.5	Fortsatta studier	39

8	Bilagor	40
	Bilaga 1. Intervjufrågor.....	40
9	Referenser	43
9.1	Litteratur	43
9.2	Intervjuer.....	43
9.3	Övrigt	44

1 Inledning

Spårväxlar orsakar många driftstörningar i järnvägstrafiken. Detta beror både på växelkonstruktionen med rörliga delar och på eftersatt underhåll, som lett till en fokusering på felavhjälpanande insatser istället för förebyggande underhåll.

För att få tillförlitlighet, driftsäkerhet och tillgänglighet genomförs planerade service- och underhållsinsatser. I spårväxlarnas fall har andelen sådana insatser minskat av olika skäl. Idag är växelunderhållet mestadels behovsplanerat, vilket ofta även betyder akut och felavhjälpanande. Dessa två poster står för en betydande del av felstatistiken, driftstörningarna och förseningstimmarna.

Aktuella budgettramar sägs ofta vara ett hinder för ett långsiktigt underhållsarbete. Detta leder till allt mindre underhåll trots att Banverkets budget i stort sett varit oförändrad i flera år.

Det är inte troligt att Banverkets underhållsbudget ökar i väsentlig omfattning. Detta beror dels på grund av en något minskad fokusering på järnvägssatsningar, dels på grund av en, outtalad men påtaglig, brist på effektivitet, såväl ekonomisk som teknisk.

Trafikvolym och underhållskostnad per spårmeter

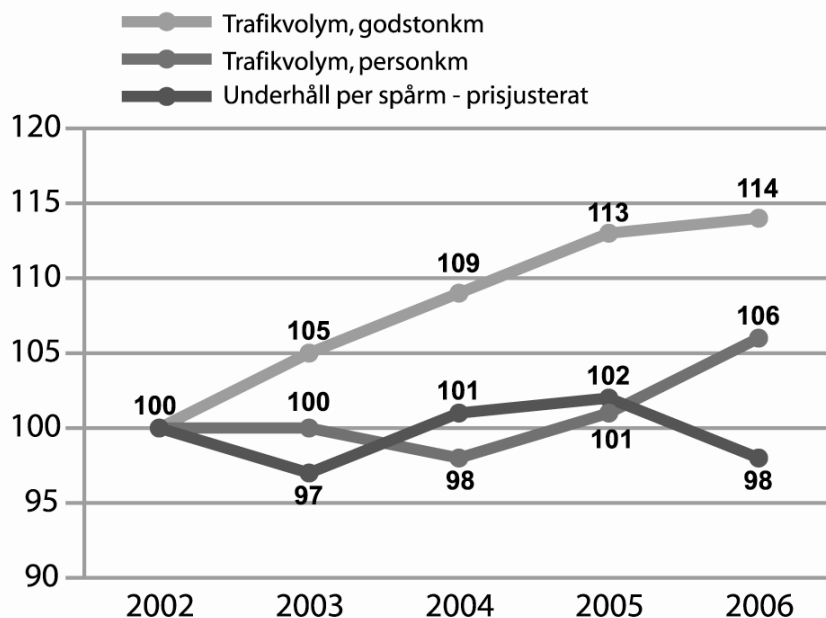


Fig. 1.1. Trafikvolym och underhållskostnad. (Källa: Banverket 2007.6)

1.1 Syfte och avgränsningar

Syftet med rapporten är att göra en övergripande studie av förhållandet mellan de olika aktörerna, banförvaltare, materialleverantörer och underhållsentreprenörer och hur spårväxelunderhållet rationaliserats. Olika

tillvägagångssätt för att återgå till ett mer långsiktigt underhållsarbete studeras. Bland annat undersöks underhållsentreprenörens praktiska förutsättningar. Slutligen föreslås möjliga åtgärder och förbättringar. Att undersöka närmare hur administrationen av underhållsentreprenader bör effektiviseras omfattas inte av denna studie. I arbetet bortses från aspekter gällande Banverkets organisation, budget, eller politiska beslut.

1.2 Metod

Arbetet inleddes med en enklare litteraturstudie. Särskilt undersöktes Banverkets styrande och vägledande dokument och underhållshandböcker. Genom intervjuer undersöktes sedan dels de praktiska förhållandena inom underhållsverksamheten, dels orsakerna till det ökade behovsplanerade underhållet. Eftersom intervjuerna skulle genomföras med många olika aktörer inom branschen har en kvalitativ metod använts. Frågorna har anpassats efter vilken roll personen som intervjuades hade. I ett första skede intervjuades olika underhållsentreprenörer. Senare genomfördes även intervjuer med förvaltare, trafikplanering och materialservice.

2 Begrepp

Avhjälpande underhåll - Underhåll som genomförs efter det att funktionsfel upptäckts och med avsikt att få en enhet i ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion. (SS-EN 13306)

BAP – Banarbetsplan, ett system som skall stödja arbetet med Banupplåtelseavtalen. I planen registreras önskade banarbetstider, som sedan samordnas mot trafikutövare och banförvaltning.

Bessy – Besiktningssystem för säkerhets- och underhållsbesiktning.

BIS – Baninformationssystemet, innehåller information om olika anläggningsdelar samt händelser, såsom olyckor och fel.

BKS – Bakre korsningsskarv (del i spårväxel)

BSK – Bakre stödrälsskarv (del i spårväxel)

BUP – Banupplåtelseplan. Alla arbeten som påverkar trafiken eller kräver avstängt spår planeras i denna.

BVF – Banverkets föreskrifter. Generellt gällande och bindande dokument inom Banverket.

BVH – Banverkets handböcker. Innehåller allmänna råd och rekommendationer och beskriver hur man ska uppnå målen i BVF.

FKS – Främre korsningsskarv (del i spårväxel)

FSK – Främre stödrälsskarv (del i spårväxel)

Förebyggande underhåll - Underhåll som genomförs vid förutbestämda intervall eller enligt förutbestämda kriterier och i avsikt att minska sannolikheten för fel eller degradering av en enhets funktion. (SS-EN 13306)

Förutbestämt underhåll - Förebyggande underhåll som genomförs i enlighet med bestämda intervaller eller efter en bestämd användning, men utan att föregås av tillståndskontroll. (SS-EN 13306)

Livscykel – Det tidsintervall som börjar med en idé till en enhet och slutar med skrotning av enheten. (SS-EN 13306)

Livstidskostnad – Alla kostnader som uppstår för en enhet under dess livstid. (SS-EN 13306)
LCC (Life Cycle Cost).

Mbrt – Megabruttoton, enhet för trafikbelastningen på järnvägen.

RAMS – En process som möjliggör implementering av ett system som innefattar tillgänglighet, tillförlitlighet, underhållbarhet och säkerhet för järnvägsförvaltningar och

järnvägsleverantörer inom den Europeiska Unionen. RAMS står för specifikation av driftsäkerhet, tillgänglighet, underhållbarhet och säkerhet för järnvägsanläggningar. (Reliability, Availability, Maintainability and Safety = RAMS). (SS-EN 50126)

- **Driftsäkerhet** - Förmågan hos en enhet att kunna utföra krävd funktion under angivna betingelser vid ett givet tillfälle eller under ett angivet tidsintervall, förutsatt att erforderliga stödfunktioner finns tillgängliga. (SS-EN 13306)
- **Funktionssäkerhet** - Förmåga hos en enhet att utföra krävd funktion under givna förhållanden under ett angivet tidsintervall. (SS-EN 13306)
- **Tillförlitlighet** - En sammanfattande benämning för att beskriva egenskapen driftsäkerhet och de egenskaper som påverkar denna: funktionssäkerhet, underhållsmässighet och underhållssäkerhet. (SS-EN 13306)
- **Underhållsmässighet** - Förmågan hos en enhet, som används enligt angivna betingelser, att vidmakthållas i, eller återställas till ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion, när underhållet utförs under angivna betingelser och under användning av fastställda förfaringssätt och resurser. (SS-EN 13306)

Tillståndsbaserat underhåll - Förebyggande underhåll som består av kontroll och övervakning av en enhets tillstånd avseende dess funktion och egenskaper, samt därav föranledd åtgärd. (SS-EN 13306)

TKK – Tungkontrollkontakt, komponent i spårväxelns kontrollanordning.

UIC – Union Internationale des Chemins de Fer. Den internationella järnvägsunionen är en organisation för samarbete inom järnvägsindustrin.

3 Spårväxlar och underhåll

Växlar har mycket stor betydelse för järnvägens funktion eftersom de möjliggör spårförgreningar. Utan växlar skulle det vara omöjligt att bygga upp nätverk av järnvägslinjer. En banas kapacitet kännetecknas bland annat av dess densitet på växlar, de tillåter spårfordon att mötas på stationer och köra om varandra på dubbel- eller flerspåriga avsnitt. (Lichtberger, 2005) Växlar kostar mycket, både att installera och att underhålla. En spårmeter i en växel kan, beroende på typ, ha en inköpskostnad på upp till fyra gånger så mycket som den för en ”vanlig” spårmeter. (Nissen, 2005) Även underhållskostnaden för en spårväxel är hög, kostnaden för att underhålla en spårväxel är lika stor som underhållet för ca 330 m huvudtågspår. (Lichtberger, 2005) Längden för en spårväxel varierar från 29 till 94 meter beroende på typ. Underhållskostnaden för en spårväxel i huvudtågspår är i genomsnitt 23 000 kr/år eller 353 kr/spårmeter. (Corshammar, 2005) I Sverige finns det idag totalt 12 769 växlar enligt BIS och i Banverkets spår ligger det i dagsläget 11 428 spårväxlar. (Banverket, 2007.1)

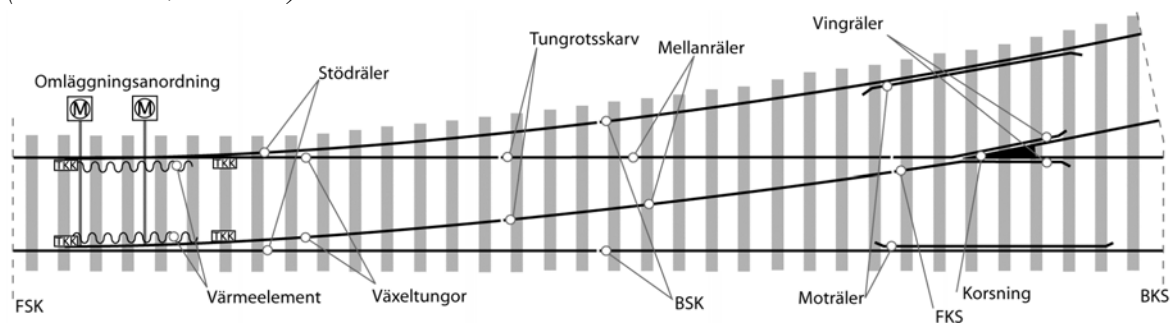


Fig. 3.1. Schematisk bild över enkel spårväxel.

3.1 Allmänt

Genom åren har utformningen av växlar förbättrats avsevärt. UIC60 växlar är dimensionerade för en total trafikbelastning av 450 000 bruttoton. (Corshammar, 2005) Men en växel är än idag en relativt svag konstruktion i förhållande till de krafter som uppstår när tågen passerar genom dem. Fel i en spårväxel kan dessutom ofta påverka trafiken på flera linjer. Den uppskattade tekniska livslängden för en växel med träsliprar är enligt Lichtberger cirka 20 år och cirka 30 år för växlar med betongsliprar. Banverket räknar med 40 års teknisk livslängd och att den ekonomiska livslängden är 20 år. (Banverket, 2007.2) Växlarna i järnvägsnätet är anpassade och utsatta för mycket skilda trafiksituationer, vilket gör det svårt att göra en bedömning av varje enskild växel. Det förekommer inte heller någon teknisk eller ekonomisk uppföljning för varje enskild växel. (Hedström, 2001)

Fig. 3.2. Vanligt förekommande typer av spårväxlar.

3.2 Typer av spårväxlar

Beroende på antal spårförgreningar skiljer man på enkla och sammansatta växlar. I enkla växlar finns två förgreningar. I sammansatta växlar finns minst tre spårförgreningar. Till sammansatta växlar räknas tredeliga-, korsnings- och kryssväxlar. En korsningsväxel används där två spår korsar varandra under sned vinkel och där man vill ha en förbindelse mellan de olika spåren. Det finns två typer: Enkel och dubbel korsningsväxel. En kryssväxel utgör en korsande förbindelse mellan två parallella spår. (*Lichtberger, 2005*)

I Banverkets standard BVS 811 "Banverkets anläggningsstruktur" finns 113 olika typer av växlar redovisade. Dessa är i sin tur uppbyggda av en rad olika komponenter. (Se tabell 3.1) En växel betecknas till exempel EV-UIC60-760-1:15. EV står för enkel växel, UIC60 är rälsprofilen, 760 är radien i meter i det avvikande spåret och 1:15 är delningsvinkeln. (*Banverket, 2007.1*)

Tabell 3.1. Antal modellvarianter på olika spårväxelkomponenter. (Källa: Banverket, 2005.1)

Spårväxelkomponent	Antal modellvarianter
Ballast	4
Befästning	12
Räl	8
Skarv	9
Sliper	5
Tunganordning	3
Mellanparti	3
Moträl	3
Korsning	7
Omlägningsanordning	15
Kontrollanordning	4
Låsanordning	6
Växelvärme	4

Trafik relaterat till spårlägesförsämring

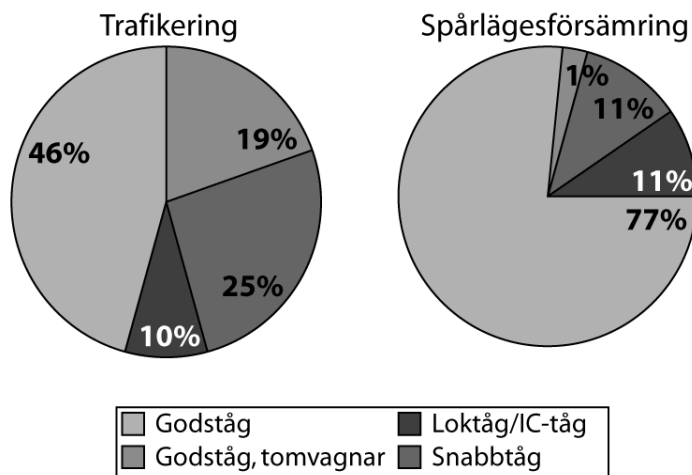


Fig. 3.3 Godståg ger störst bidrag till spårlägesförsämringen. (Källa: Corshammar, 2005)

3.3 Slitage och underhållsåtgärder för spårväxlar

Tågtrafiken medför olika sorters slitage i spårväxeln; tungan slits av trycket från hjulflänsen, i stamspåret förekommer kontaktutmattning, i grenspåret uppstår sidoslitage av hjulflänsen och kryp från hjulaxeln och korsningspartiet slits av slagbelastning. Drivstängerna påverkas av tryckkrafter i tungan. Studier visar att godstrafiken ger störst bidrag till slitage och försämring av spårläget. De viktiga måtten i en spårväxel är avståndet mellan stödräl och tunga samt avståndet mellan korsning och moträl. Vid slitage av korsning och tunga krävs påsvetsning. Slitage på moträlen åtgärdas genom att denna flyttas närmare rälen. Spårväxlar bör rengöras vart 5:e år och smörjas varje månad, växelriktning är nödvändig för att minska de dynamiska tillskotten i växeln. I växelns rakspår gäller linjehastigheten men i grenspåret begränsas den av kurvradien. I en växel med delningsvinkeln 1:26,5 är grenspårradien 2500m

och den tillåtna hastigheten 130km/h, medan en 1:9-växel med kurvradie 300m endast tillåter 50km/h genom grenspåret. Växelns grenspår är cirkulärt, för högre hastigheter krävs klotoider (kurvor med linjär krökningsändring), som ger lägre lateralacceleration. Det är denna acceleration som gör att växeltungan slits mer än den övriga växeln, den upplevs även av resenärerna vid passage av spårväxlar. (Corshammar, 2005) Enligt en rapport från VAE (Voest Alpine) är det mer fördelaktigt med klotoider på växelkurvans både början och slut än med endast en klotoid. Genom tillämpning av klotoider kan krafterna mellan hjul och räl minskas med upp till 30 procent. Längden på växlar med klotoider är kortare och detta gör att både tillverkning, transport och inläggning är något enklare. (Lichtberger, 2005) Eftersom växelns grenspår har mycket snäv kurvradie, från 200 till 700 meter, och till skillnad från vanliga kurvor saknar rälsförhöjning och övergångskurvor, är sidoslitaget i växlarnas grenspår betydligt större än i vanliga kurvor. För att minska sidoslitaget i spårväxlar utförs smörjning. Spårväxlarna i Sverige har heller ingen rälslutning, vilket medför att tryckkrafterna i kontakten mellan hjul och räl blir högre än i det omgivande spåret. (Corshammar, 2005)

Kontaktellips i spårväxlar

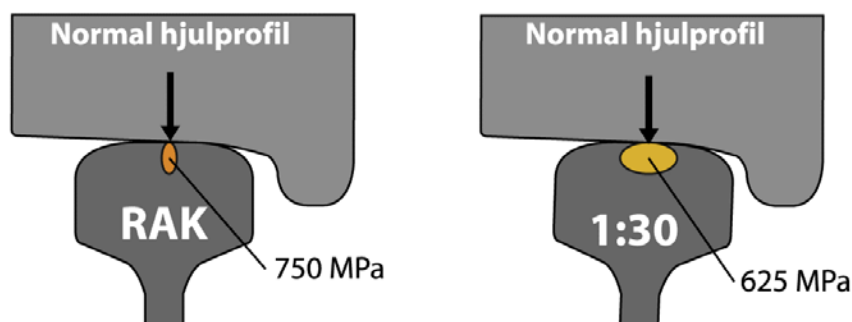


Fig. 3.4 Fördelning av tryck (kontaktellips) på räl i spårväxel med resp. utan rälslutning (Källa: Corshammar, 2005)

3.3.1 Tunganordning

Tunganordningen består av stödrälerna och tungorna. Ena tungan är böjd medan den andra är rak. Tungornas början (där de ligger an mot stödrälen) kallas tungspets och slutet tungrot. Tungspetsen kan av hållfasthetsskäl inte göras hur smal som helst och övergången till/från stödrälen blir därför något ojämn. Tungspetsen är kantig och den ligger skyddad under stödrälens huvud. Hela tungan vilar på glidplattor och omlägningsrörelsen är 15-16 cm (Lichtberger, 2005). Tungkontrollkontakterna (TKK), som ingår i kontrollanordningen, kontrollerar växeltungornas läge mot stödrälerna. (Corshammar, 2005) Man skiljer tungor beroende på om de är ledade eller fjädrande, de sistnämnda anses vara standardutförandet. Stödrälen fungerar som stöd för tungan när denna är stängd och som en vanlig räl när tungan är öppen. Stödrälshuvudets sida mot spårmitte är bearbetad på så sätt att tunga och

stödräl sitter tätt ihop. Där tungan inte ligger an direkt mot stödrälen finns det stödknappar som med jämna mellanrum är fastsvetsade på stödrälen liv.

(Lichtberger, 2005) Tungan och stödrälen bör slipas för att behålla rätt profil så länge som möjligt, slipningen motverkar sprickor och andra skador i rälen. (Corshammar, 2005)

3.3.2 Korsning

Korsningen är enkelspetsad i enkla växlar och dubbelspetsad i vissa sammansatta växlar. Korsningen måste stå emot höga dynamiska krafter. Vid utformningen av korsningen är det därför viktigt att ta hänsyn till livslängden och vilka underhållsarbeten som krävs.

Banverket använder följande typer av korsningar:

- Korsningar av räler, limmade eller värmebehandlade
- Helgjutna korsningar av mangan, obehandlade eller spränghärdade
- Korsningar med rörlig spets.

(Banverket, 2007.1)

Eftersom korsningsdelen är styvare än resten av växeln är det bra att använda mjukare gummimellanlägg där. Korsningar av räler kan förses med självlåsande bultar för att förhindra att de vibrerar loss. Spränghärdade mangankorsningar skall trafikeras och sedan slipas. Rörliga korsningsspetsar används vid högre hastigheter, eller för att minska buller och vibrationer i tätorter. Den rörliga korsningsspetsen medför ökad livslängd för korsningen.

3.3.3 Moträler

Moträlen förhindrar hjulflänsen från att träffa korsningsspetsen vid passage genom korsningen. Det finns moträler av L-profil, av räl och av U-profil. Moträler saknas i växlar med rörlig korsningsspets. Avståndet mellan korsning och moträl får inte bli för litet, detta justeras genom att moträlen flyttas närmare rälen. (Corshammar, 2005)

3.3.4 Omläggningsanordning

Omläggningsanordningar finns med mekanisk, elektrisk, pneumatisk eller hydraulisk drift. (Banverket) Växeltungorna kräver särskild uppmärksamhet och glidplattorna kräver mycket underhåll i form av smörjning. Det har även utvecklats glidplattor och rullager med beläggning som inte kräver smörjning, kul- och rullager ger lägre friktion. Om glidplattorna inte underhålls blir påfrestningen på växeldriven större, detta kan leda till att säkringen löser ut. (Corshammar, 2005)

3.3.5 Kontrollanordning

För att verifiera att tungspetsen ligger an mot stödrälen efter omläggning av växeln finns kontaktbryggor kopplade till omläggningsanordningen. Dessa detekteras av en kontrollenhet i ställverket som medger passage genom

växeln. För de allra flesta växlarna krävs att kontroll av anläggningen sker på flera punkter. Detta sker med hjälp av så kallade TKK (tungkontrollkontakter). De består av en permanentmagnet på växeltungan och en magnetkontakt på underläggsplattan. (*Banverket, 2004.2*)

3.3.6 Sliperssats och befästning

Sliperssatser finns i trä och betong, det finns en unik sats för varje växeltyp. (*Banverket, 2007.1*) Skruvbefästning används oftast i spårväxlar, men i höghastighetsspår krävs fjädrande befästning för högre elasticitet. (*Corshammar, 2005*)

3.3.7 Växelvärme

Effekten på växelvärmens ligger mellan 300 – 600 W per meter räl. För att hålla nere energiförbrukningen kan man använda flera lägen på effekten. (*Corshammar, 2005*)

3.4 LCC-kostnad för spårväxlar

Tanken med Livstidskostnaden (LCC) är att beslut som fattas ska ta hänsyn till alla kostnader som förväntas uppkomma under en enhets livstid. Förutom anskaffningskostnader, användarkostnader och avvecklingskostnader även kostnader till följd av bristande tillförlitlighet kan ingå. Förebyggande underhåll framstår som kostsamt eftersom det innebär åtgärder som vid första anblicken verkar omotiverade och onödiga. Sådana förebyggande åtgärder ger resultat på längre sikt, då eventuella problem förhindras eller åtminstone minimeras och framtida störningar uteblir. När avhjälpande underhåll (efter A- och V- besiktningssanmärkningar)¹ utförs är det redan för sent, tågstörringen är ett faktum, kostnaderna skjuter i höjden och arbetet sker ofta under tidspress med osäker kvalitet som resultat. Tillståndsbaserat underhåll (efter M-, Å- och Ö- anmärkningar)² och förutbestämt sådant är att föredra ur alla synpunkter. Speciellt det tillståndsbaserade underhållet är av sådan art att nackdelarna är som minst, medan fördelarna är omfattande och betydande. Med förutbestämt och tillståndsbaserat underhåll kan man nå lägsta LCC kostnad utan att det går ut över driftsäkerheten.³

¹ Se stycke 4.5 "Säkerhetsbesiktning".

² Se stycke 4.6 "Underhållsbesiktning".

³ Se även stycke 3.6 "Underhållsstrategier".

Livslängd för UIC60 spårväxel vid 5 Mbrt/år

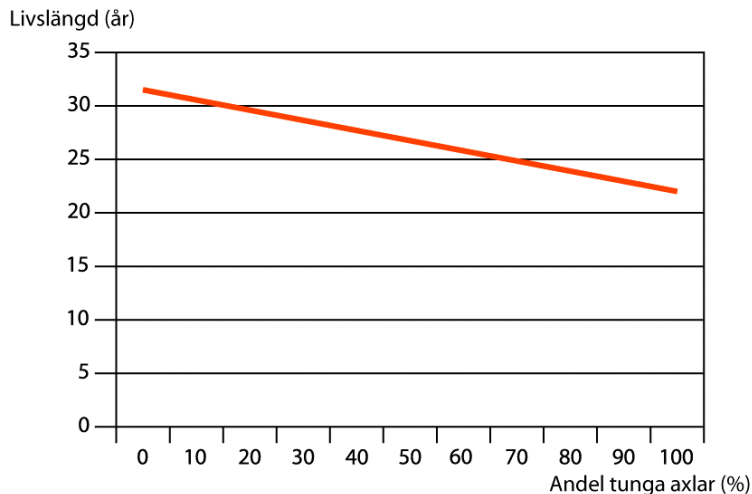


Fig. 3.5 Livslängd för spårväxel till följd av andelen tunga axlar i godståg. (Källa: Corshammar, 2005)

Underhållskostnaden för en spårväxel i sidotågspår i förhållande till den totala LCC-kostnaden är lägst för en ny växel. Den sammanlagda LCC-kostnaden är däremot lägre för en begagnad växel med klenare räler (upp till 50 kg) och lägst för en begagnad UIC-växel. Det är ekonomiskt fördelaktigt att återanvända växlar på banor med låg trafikbelastning (under 5 Mbrt/år) eller i sidospår. I Finland har man kommit fram till att för spårväxlar som trafikeras med ca 5 Mbrt per år och andelen av tunga passerande axlar (lastade godståg) ligger mellan 0-25 procent, blir livslängden ca 30 år. Om de däremot trafikeras av tunga axlar till 100 procent, blir livslängden endast 22 år. (Corshammar, 2005)

Besiktningssanmärkningar i spårväxel

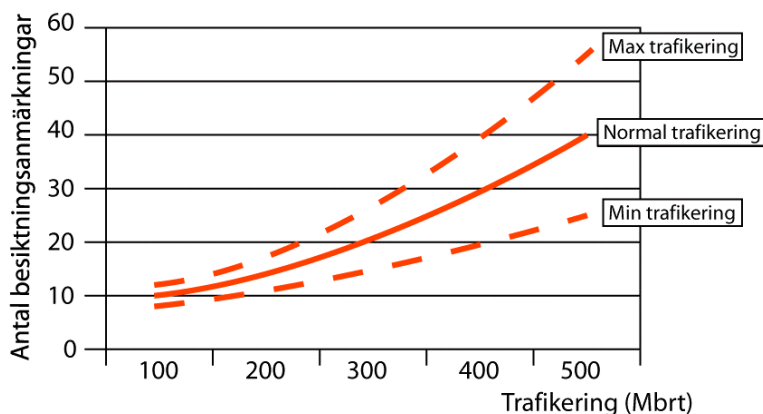


Fig. 3.6 Antal besiktningssanmärkningar i spårväxel relaterat till trafikbelastning. (Källa: Corshammar, 2005)

3.5 Eco Track och Eco Switch

Under 1990-talet gjordes ett arbete av ERRI (European Rail Research Institute) i Holland för att ta fram ett beslutsstödsystem för järnvägen. I projektet deltog 24 europeiska infrastrukturägare. Arbetet resulterade i systemet Eco Track. Tanken med detta system var att utifrån känd information ge beslutsunderlag för olika underhållsåtgärder. Eftersom man ansåg sig ha för lite kunskap om just spårväxlar startades ett nytt arbete, Eco Switch, som rapporterades 2002. I rapporten behandlas skillnaden mellan nedbrytningen av spårväxlarna, som sker under lång tid och åtgärdas genom tillståndsbaserat underhåll, och funktionsstörningar, som åtgärdas med avhjälpande underhåll. Den holländska järnvägen kategoriserade funktionsstörningarna på spårväxlarna efter vad som orsakat dem.

Störningarna visade sig till en stor del bero på tekniska faktorer som måste lösas genom flera olika åtgärder. Det finns med andra ord ingen åtgärd som ensam medför en stor minskning av störningarna. I rapporten nämns sju faktorer som påverkar nedbrytningen av spårväxlar:

Totalt Axeltonnage

Den totala belastningen från tågtrafiken som en spårväxel utsätts för.

Typ av tåg

Tåg med slitna hjulprofiler kan påskynda växelns nedbrytning. Godståg påverkar mer än persontåg (med samma tonnage).

Antal tåg i avvikande spår

Växlarna utsätts för större belastning vid passager i det avvikande spåret än i rakspåret.

Antal omläggningar

De rörliga delarna i växeln utsätts för mer slitage ju fler omläggningar av växeln som görs.

Tåghastighet

Det är viktigt att hastigheten som växeln är utformad för inte överskrids. I praktiken kan ett tåg inte ha för hög hastighet in i växeln, men efter växeln kan tåget accelerera så att de sista vagnarna passerar växeln med för hög hastighet.

Markförhållanden

Dåliga markförhållanden eller lösa slipers kan öka nedbrytningshastigheten markant.

Bygghastigheten

Det är viktigt att växeln hamnar i det projekterade läget. Slarv eller tidsbrist vid inläggningen kan leda till ökat behov av underhåll senare.

De förslag som ges i rapporten för att minska antalet fel på spårväxlar är:

Minskat antal växlar

I Tyskland minskades antalet växlar mellan 1995 och 2001 med 36 %, både genom att minska antalet spårkilometer, men man minskade också växeltätheten från 1,80 till 1,37 växlar/km.

Ny design

De uppmätta krafterna i växeln kan avvika från de beräknade. Förbättrad design bör ta hänsyn till de faktiska krafterna som uppstår då tåget passerar genom växeln.

Analys av fel

Genom bättre kunskap om vilka fel som förekommer får konstruktörerna bättre underlag för att designa växlarna.

Bättre installation

Utveckling av speciella fordon för installation av växlar, minskar risken för att felen introduceras vid byggandet.

Besiktning

Olika underhållsgrupper, till exempel signal- och bantekniker kontrollerar idag olika delar. En mer integrerad syn kan behövas.

Underhållsfönster

Tid skall finnas så att besiktningar kan utföras på ett säkert sätt. I vissa fall kan för lite tillgänglig tid göra underhållet onödigt dyrt.

Längre spårväxlar

Spårväxlar med större delningsvinkel har lägre underhållskostnad, kurvradien i det avvikande spåret bör inte vara mindre än 500m.

Bättre registrering

För att kunna analysera felen krävs korrekt data. Bättre registrering, exempelvis kan handdatorer underlätta.

(Nissen, 2005)

3.6 Underhållsstrategier

Valet av underhållsstrategi syftar oftast till att minska anläggningens felfrekvens, eller att minska anläggningens Livcykelkostnad, detta kan ibland även kombineras. Till stor del handlar det om vilken typ av underhållsinsatser som görs och när de utförs.

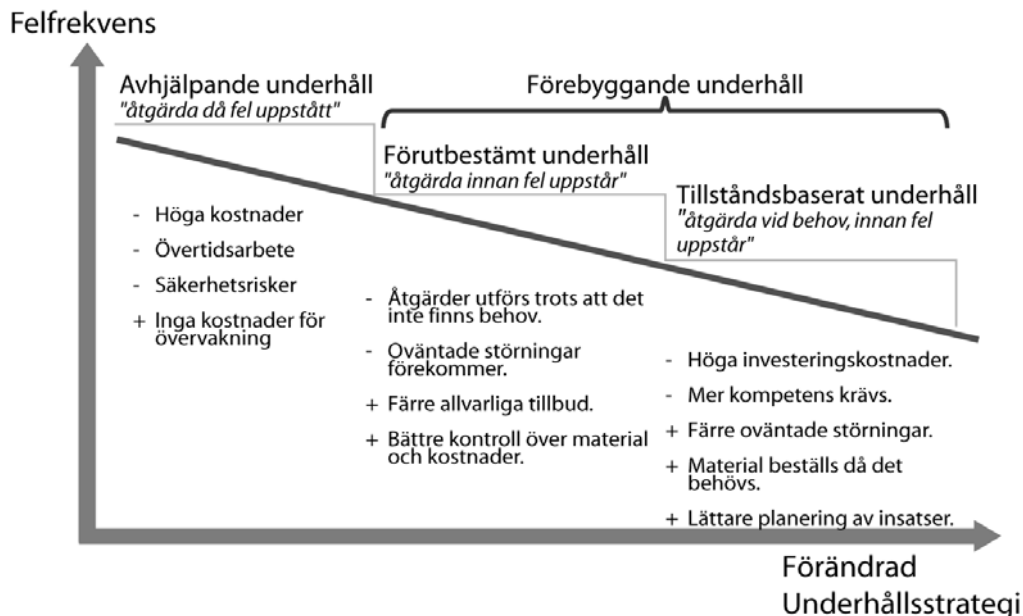


Fig. 3.7 Felfrekvens relaterad till förändrad underhållsstrategi (Kålla: Bengtsson et al, 2004)

3.6.1 Avhjälpande underhåll

Med avhjälpande underhåll menas underhållsaktiviteter som inte går att planera i förväg, de utförs först då ett funktionsfel eller haveri intråffar. (Allström & Bengtsson, 2002) Avhjälpande eller oplanerat underhåll leder till akuta insatser och trafikstörningar. Därigenom minskar kapaciteten på banan. Kostnader uppkommer både till följd av hastighetsnedsåttningar och av att anläggningens livslångd förkortas (Corshammar, 2005)

3.6.2 Förebyggande underhåll

Förebyggande underhåll är åtgårder som är möjliga att planera i förväg innan fel uppstår. Mindre avstångningar av anläggningen för till exempel inspektion kan förhindra att större systemfel intråffar senare. Insatserna handlar ofta om återkommande och enklare åtgårder av stor betydelse för anläggningens funktion. (Allström & Bengtsson, 2002) Förebyggande underhåll leder till minskat antal fel och driftstörningar i anläggningen, särskilt när det gäller spårvåxlar. (Corshammar, 2005) Det förebyggande underhållet delas in i förutbeståmt och tillståndsbaseat underhåll. Det förutbeståmda utförs efter faststållda värden, till exempel beståmda tidsintervaller. Det tillståndsbaseade underhållet utförs först efter att en besiktning faststållt att det finns ett behov. (Nissen, 2005) Detta minskar dels de akuta felen och driftstörningarna. Planeringen kan dessutom genomföras effektivare och de förebyggande

underhållsåtgärderna kan bättre anpassas utifrån de uppmätta felsymptomen.
(Allström & Bengtsson, 2002)

OTILLGÄNGLIG					
Komponent havererar	Hitta personal som kan åtgärda felet	Ställ diagnos på felet	Hitta reservdelar	Reparera felet	Validera eller testa komponentens funktion
Akut underhåll					
					OTILLGÄNGLIG
Felsymptom upptäcks	Ställ diagnos på felet	Hitta personal som kan åtgärda felet	Hitta reservdelar	Genomför förebyggande underhåll	Validera eller testa komponentens funktion
Tillståndsbaserat underhåll					

Fig. 3.8 Tiden då anläggningen är otillgänglig minskar vid tillståndsbaserat underhåll jämfört med akut underhåll. (Källa: Allström & Bengtsson, 2002)

4 Studie av Banverkets dokument

Banverket är en myndighet som främst finansieras med statliga anslag.

Riksdagens transportpolitiska mål styr Banverkets verksamhet.

De transportpolitiska målen består av ett övergripande mål och sex delmål.

Det övergripande målet är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet. Banverket har också det samlade ansvaret för järnvägstransportsystemet i Sverige. Det innebär bland annat att Banverket skall leda och följa utvecklingen inom järnvägssektorn och bistå riksdagen och regeringen i frågor som rör detta.

En av Banverkets uppgifter är att förvalta infrastrukturen för den statliga järnvägen. Detta ansvar innefattar drift, underhåll, om- och tillbyggnad av järnvägen, samt kapacitetstilldelning och trafikledning.

Underhållet inom Banverket definieras enligt SS-EN 13306 Underhåll – terminologi, 2001. Underhållsarbetet består av förebyggande och avhjälpande underhåll. Det förebyggande underhållet delas in i tillståndsbaserat och förutbestämt underhåll. Avhjälpande underhåll kan vara antingen uppskjutet eller akut.

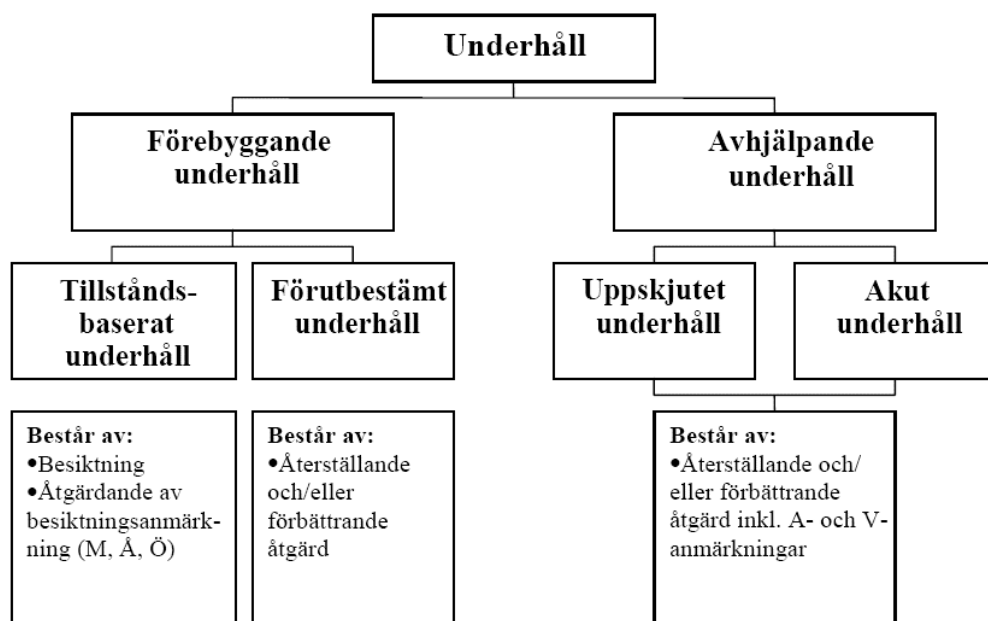


Fig. 4.1 Begrepp inom underhållsområdet (Källa: Banverket, 2004.1)

4.1 Utgångspunkter för underhållet

Följande utgångspunkter är centrala för Banverkets underhållsverksamhet:

4.1.1 De transportpolitiska målen

De transportpolitiska målen kan ses som den inriktning regeringen vill ha på underhållsverksamheten. Underhållet ska vara samhällsekonomiskt motiverat

och anpassat till trafikvolym och typ av trafik på olika banor. En framgångsrik transportpolitik gör också att järnvägsföretagen och deras kunder är nöjda med omfattningen och kvaliteten på de tåglägen som Banverket tillhandahåller.

4.1.2 Banverkets övergripande vision

Utifrån de transportpolitiska målen har Banverket tagit fram följande vision för hela verksamheten; ”Järnvägen är en självklar del i person- och godstransporterna”.

4.1.3 Behoven hos Banverkets kunder

Underhållsverksamheten ska tillgodose behoven både hos järnvägsföretagen som bedriver trafiken och deras kunder, transportköpare och resenärer.

Underhållet ska säkerställa att banan har den standard som anges i järnvägsnätsbeskrivningen, både vid leveransen och på längre sikt. Det ligger även till grund för att Banverket ska kunna tillhandahålla den standard på anläggningen som tågplanen bygger på.

4.1.4 Kostnadseffektivitet under en enhets livscykel

För att optimera enhetens utformning, drift och underhåll genomförs LCC-analyser. För att underhållet ska kunna bedrivas kostnadseffektivt under hela livscykeln krävs att det utförs vid rätt tid och efter vissa avvägningar:

- Enhetens funktions- och säkerhetskrav uppfylls.
- Trafikstörningarna minimeras.
- Enhetens operativa livslängd optimeras med avseende på livstidskostnaden.

Strategier för återanvändning av material vid avvecklingen bidrar både till kostnadseffektivitet och ger miljövinster.

4.2 Banverkets vision och mål för underhållsverksamheten

Visionen som Banverket formulerat för underhållsverksamheten lyder:

”Vi bedriver en kostnadseffektiv underhållsverksamhet som ger säkerhet, tillförlitlighet och komfort för kunderna.”

Driftsäkerheten är mätbar och beror av funktionssäkerhet (hur ofta fel inträffar), underhållsmässighet (hur snabbt och enkelt felen kan åtgärdas) och underhållssäkerhet (förmågan att tillhandahålla de resurser som krävs för att genomföra underhållet).

Banverkets övergripande mål för underhållsverksamheten är att krav på tillförlitlighet och komfort uppfylls, att hög säkerhet uppnås samt att kostnadseffektiviteten kontinuerligt förbättras. (*Banverket, 2007.5*)

4.3 Banverkets underhållsstrategi

Underhållsstrategin har utarbetats för att styrning, planering och genomförande av underhållsverksamheten inom hela Banverket skall kunna sträva mot samma mål. Strategin utgår från ett så kallat bör-läge (önskvärt läge) och anger inriktningen inom verksamheten mot detta läge.

Portalparagrafen i Banverkets underhållsstrategi lyder:

”Underhållet ska bedrivas så kostnadseffektivt som möjligt med avseende på järnvägsnätets hela livscykel.”

En enhets⁴ livscykel delas in i tre faser; utveckling och införande, enhet i drift och avveckling av enheten.

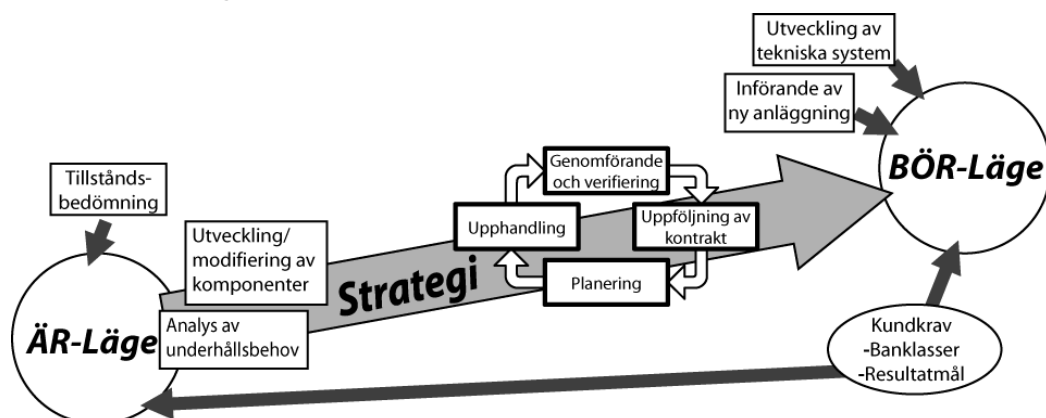


Fig. 4.2 Schematisk bild över samverkan mellan de olika delarna i strategin. (Källa: Banverket, 2007.5)

Under utveckling och införande tillämpas SS-EN 50126 Specifikation av tillförlitlighet, funktionssannolikhet, driftsäkerhet, tillgänglighet, underhållsmässighet och säkerhet (RAMS). Inför varje beslut som påverkar tillförlitlighet och framtida underhåll görs en så kallad underhållskonsekvensbeskrivning (UKB).

När enheten är i drift utförs tillståndsbedömning och analys av underhållsbehovet. Här ingår även planering, upphandling och utförande av underhållet. Åtgärder verifieras sedan av underhållsentreprenören och underhållskontrakten följs upp av Banverket.

Då enheten avvecklas tas bland annat hänsyn till restvärden och framtida behov av reservdelar vid val av inriktning på underhållet.

(Banverket, 2007.4)

En brist i Banverkets underhållsstrategi är att den i nuläget inte behandlar hur järnvägsföretagen använder järnvägsnätet, eller den övervakning som behövs. För att underhållet ska kunna bedrivas kostnadseffektivt krävs att användningen sker efter upprättade trafikeringsavtal och regelverk. Dessa kan till exempel handla om tillåten mängd last, fordonstyper och hjul, samt hur vagnarna lastas. Det saknas fakta om trafikflöde per stråk och bandel, till exempel antal axelpassager, bruttotonkilometer, antal resenärer och värde på godset. Detta gör att arbetet med underhållsstrategin begränsas en del.

(Banverket, 2007.5)

⁴

Med enhet menas ”Varje detalj, komponent, utrustning, delsystem, funktionell del, anläggning eller system som kan betraktas för sig.” (SS-EN 13306) Det kan handla om exempelvis en sliper eller en hel spårväxel.

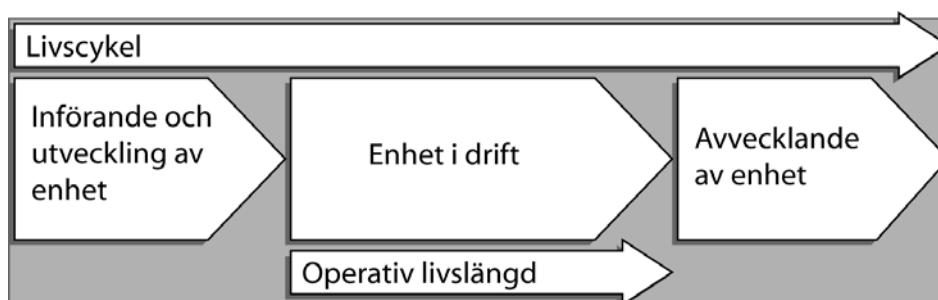


Fig. 4.3 Livscykelperspektivet för enheter. (Källa: Banverket, 2007.5)

4.3.1 Införande av enhet

Vid införandet av en ny enhet är det viktigt att kontrollera vilka faktorer som driver upp kostnaderna och försämrar tillförlitligheten. Verktyg och arbetsformer för att påverka dessa faktorer bör effektiviseras. Beställaren bör följa upp och kontrollera resultatet och samtidigt ställa tydliga krav på konsulter och entreprenörer. Tidigare erfarenheter bör tas till vara. Effektiva metoder för att tillämpa livscykelperspektivet på nya anläggningar är också av stor vikt.

4.3.2 Tillståndsbedömning för enhet i drift

Syftet med tillståndsbedömningen är att ge kunskap om enhetens funktionella och tekniska tillstånd. Resultatet redovisar avvikelser mellan enhetens faktiska tillstånd och bör-läget. Tillståndskontrollen utförs genom mätning, automatisk övervakning och okulär besiktning.

För att kunna bedriva ett effektivt underhållsarbete, med den omfattning som Banverket gör, krävs tillgång till IT-baserade stödsystem (underhållssystem). Underhållssystemet utgörs av olika moduler som är mer eller mindre sammankopplade. Åtgärder som sedan kan bli aktuella kan vara bibehållet eller förstärkt underhåll, både tillståndsbaserat, förutbestämt eller avhjälpande. Utökad tillståndskontroll är också ett alternativ. Det är även möjligt att förändra enhetens konstruktion eller att byta ut hela enheten eller ingående komponenter.

Valet av underhållsåtgärd styrs av vilka alternativ som ger lägst totalkostnad under enhetens operativa livslängd. Hänsyn skall också tas till riskbedömning och känslighetsanalys. Riskbedömningen baseras på vad som händer om enhetens förutsättningar förändras. Känslighetsanalysen visar hur mycket parametrarna kan förändras utan att påverka valet av inriktning.

Underhållsåtgärderna ska i första hand inrikta sig mot ett förebyggande underhåll, till största delen tillståndsbaserat, men på vissa järnvägssträckor kan det visa sig vara mer kostnadseffektivt med endast säkerhetsbesiktningar och avhjälpande underhåll.

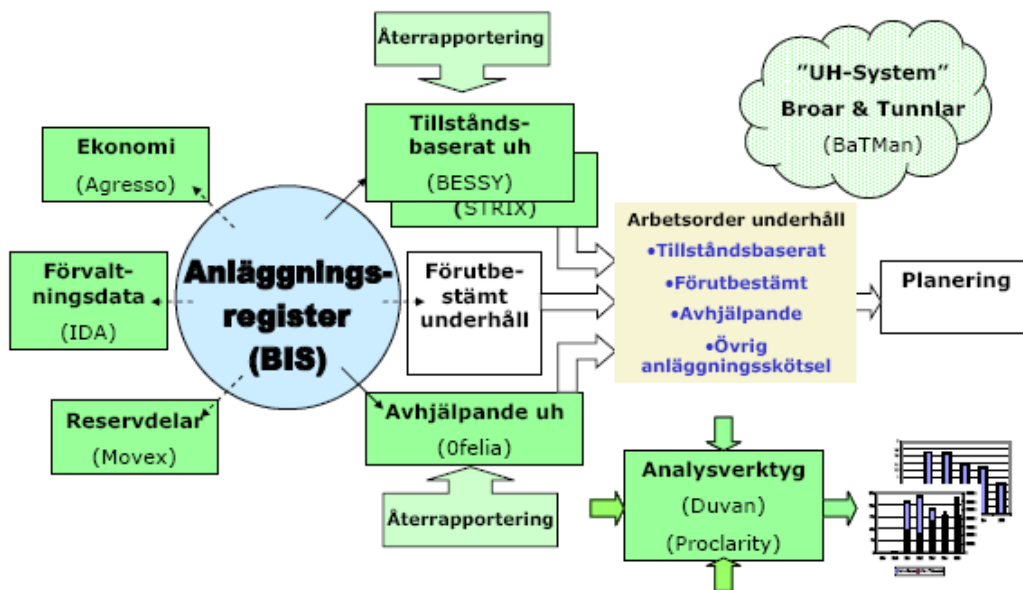


Fig. 4.4 Moduler i Banverkets underhållssystem (Källa: Banverket, 2005.4)

4.3.3 Analys av underhållsbehov

Analysen ska resultera i förslag på kostnadseffektiva åtgärder och baseras på avvikelser som konstaterats i tillståndsbedömningen. Grundorsakerna till avvikelserna bör ligga till grund för analysen. Det kan då handla om:

- tekniska brister
- systembrister
- påverkan från omgivningen
- trafikeringsstrategier
- brister i underhållsmetoder och rutiner
- mänskligt felhandlande
- enhetens ålder

4.3.4 Planering av underhåll

Planeringen ska resultera i en underhållsplan som sedan kan användas vid upphandling och genomförande. Den kortsiktiga planeringen baseras på fastställd tågplan och verksamhetsplan och den långsiktiga på samordning mellan kundernas kapacitetsbehov och underhållets krav på tid i spåret. Underhållets krav ska tidigt beskrivas i tilldelningsprocessen, eftersom det kan vara svårt att få sammanhängande tider när tågplanen är fastställd.

Aspekter som bör belysas i planeringen:

- Längden på banarbetstiderna och deras påverkan på tåglägena.
- Samhällsekonomiskt värde för olika tåglägen.
- Om det gäller dag- eller nattarbeten.
- Om banan har enkelspår eller dubbelspår.
- Tiden för transporter till och från arbetsplatser (särskilt vad gäller behov av spårgående fordon).
- Tid för etablering och avetablering.
- Väntetider för arbetsstyrkan.

Åtgärderna i underhållsplanerna kan behöva delas upp eller slås samman så att underhållskontrakten blir mer hanterbara, detta medför krav på samordning bland entreprenörerna.

Planeringen av vissa underhållsåtgärder samordnas nationellt, till exempel rälsslipning, omformarrevisioner, vegetationsbekämpning och spårriktning. Detta motiveras av att produktionsutrustning är dyr eller svår att få tag på.

Viktiga faktorer för att lyckas med planeringen är:

- Kunskap och rutiner för planering ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.
- Ett ändamålsenligt underhållssystem som baserat på förvaltningsdata ger möjlighet till planering, prognostisering och uppföljning av underhållsarbeten.
- Styrning och rutiner för materialförsörjning.
- Kunskap om optimala tider för olika underhållsåtgärder.

4.3.5 Upphandling av underhåll

Upphandlingen ska resultera i ett undertecknat underhållskontrakt. Den bygger på underhållsplanen, som beskriver vilka åtgärder som ska utföras.

Upphandlingen skall stimulera entreprenören till effektiviserat underhållet och bidra till den långsiktiga utvecklingen av leverantörsmarknaden. Enhetlig utvärdering av upphandlingar bör tillämpas

4.3.6 Genomförande och verifiering

Detta skall resultera i en slutbesiktigad och funktionsduglig enhet.

Genomförandet och uppföljningen baseras på de upprättade underhållskontrakten. Beställaren står för den översiktliga planeringen medan entreprenören ansvarar för detaljplaneringen och samordning mellan olika entreprenader. Entreprenörerna genomför egenkontroll med uppföljning och kontroll om målvärden och krav uppfyllts. Beställaren bör också ta del av uppföljningen.

4.3.7 Uppföljning av underhållskontrakt

Uppföljningen genomförs för att förbättra och effektivisera upphandling och kontraktshandlingar i kommande upphandlingar. Arbetet omfattar avstämning mot krav som ställts i kontraktet, utvärdering av erfarenheter och förslag till förbättringar i framtida upphandlingar.

4.3.8 Avvecklande av enhet

I denna fas avvecklas även underhållet, detta skall ske planerat, hänsyn skall tas till enhetens restvärde och till exempel framtida behov av reservdelar. Det är viktigt att kunna redovisa utrustningens tillstånd och alternativ för fortsatt användning.

(Banverket, 2007.5)

4.4 Förebyggande underhåll

Enligt Banverkets Föreskrift 817 ska förutbestämt och tillståndsbaserat underhåll ligga till grund för ett effektivt förebyggande underhåll. Syftet är att spara resurser och minska driftstörningar med hjälp av bättre underlag för underhållsplanering, budgetering och utförande. Hur ofta det förutbestämda underhållet genomförs bestäms av vilken besiktningsklass den aktuella banan tillhör. Banorna delas in i 5 olika besiktningsklasser (B1 – B5) beroende på banans trafikbelastning och tillåtna hastighet.

Vid förebyggande underhåll av spårväxlar utförs åtdragning av rälsskarvskruv och muttrar och stoppning av ballast vid isolerskarvarna. Skarvöppningarna ska rengöras från järnspån. Även smörjning ska utföras på de flesta rörliga delarna.

(Banverket, 2004.1)

4.5 Säkerhetsbesiktning

Säkerhetsbesiktningar är till för att konstatera om det förekommer fel, men också för att upptäcka successiva försämringar hos anläggningen och bedöma dessa. På detta sätt kan man förebygga eller förhindra fel som kan leda till olyckor eller tillbud i trafiken, elsäkerhetsolyckor, arbetsskador, olyckor på tredje man, driftstörningar eller miljöolyckor.

4.5.1 Säkerhetsbesiktning i banhållningsprocessen

Banhållningsprocessen består av en rad olika delprocesser (se figur 4.5) och i den första av dessa (utredning av behoven) ingår tillståndskontroll och säkerhetsbesiktning.

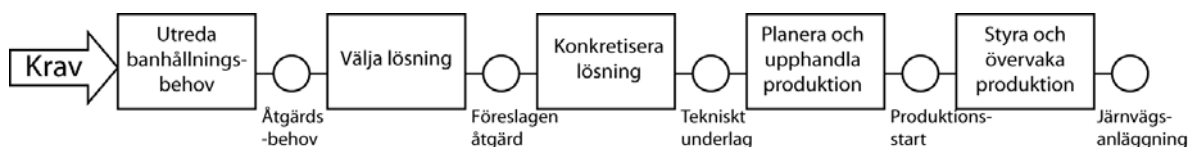


Fig. 4.5 Banhållningsprocessen (Källa: Banverket, 2005.2)

4.5.2 Besiktningsplan

Besiktningsplaner upprättas varje år och i dem finns information om vilka anläggningar som ska besiktigas och när. Besiktningstillfällena ska vara jämt fördelade över året och man ska även tänka på väderförhållandena som brukar förekomma då. Det kan vara lämpligt att besiktningarna samordnas mellan de olika teknikområdena och med andra besiktningar eller kontroller.

Besiktningsplaner arkiveras i tre år.

4.5.3 Genomförande

Komplexa anläggningar som kan vara svåra att besiktiga bör identifieras i förväg. I vissa fall ska besiktningspersonalen bistås av sakkunnig person, exempelvis en ingenjör, så att man åstadkommer kunskapsöverföring. Om

inget annat föreskrivs ska besiktningen ske okulärt och/eller genom mätning. Bedömningen av anläggningen/anläggningsdelen ska ske med avseende på två perspektiv, det ena är tillståndet vid tillfället för besiktningen och det andra är risken att den besiktigade enheten inte kommer att ha en tillfredsställande funktion fram till kommande säkerhetsbesiktning. Om något inte går att besiktiga eller om något moment innebär fara för besiktningspersonalen ska detta rapporteras. Säkerhetsbesiktningen utförs med systemet BESSY. Vid anmärkningar sorteras dessa i fyra alternativ beroende på hur allvarliga de är.

A (Akut)	Anmärkning som medför en omedelbar risk för olycka eller tågstörning. För dessa anmärkningar skall nödvändiga åtgärder vidtas omedelbart (inklusive eventuell avstängning av spår) och besked om detta ska utan dröjsmål lämnas till ansvarig enhet.
V (Veckoanmärkning)	Anmärkning som ska åtgärdas inom två veckor från besiktningsdatum.
M (Månadsanmärkning)	Anmärkning av sådan art att den skall åtgärdas inom tre månader från besiktningsdatum, alternativt skall anläggningsansvarige följa upp anmärkningen på erforderligt sätt.
B (Besiktningstillfälle)	Anmärkning som ska åtgärdas innan nästa besiktningstillfälle, alternativt skall anläggningsansvarige följa upp anmärkningen på erforderligt sätt.

Fig. 4.6 Anmärkningar vid säkerhetsbesiktning (Källa: Banverket, 2005.2)

Även förslag till senaste åtgärdsdatum ska anges. Vissa anmärkningar kan också åtgärdas direkt efter besiktningen om detta anses lämpligt. Hur ofta de olika enheterna/komponenterna besiktigas beror på vad det är för slags anläggning och spårets besiktningsklass.
(Banverket, 2005.2)

4.5.4 Besiktnings- och åtgärdsrapport

Snarast möjligt efter utförd besiktning/ anmärkningsåtgärd ska en rapport uppföras omfattande bland annat tidpunkt, omfattning och vem som besiktigat/åtgärdat anläggningen. Åtminstone de tre sista rapporterna ska finnas arkiverade.

4.6 Underhållsbesiktning

Förutom säkerhetsbesiktningar förekommer det även underhållsbesiktningar och fram till för några år sedan var det svårt att skilja på dem. Målet med underhållsbesiktningen är att vara till stöd för planering av underhållsåtgärder på medellång sikt (6 månader – 3 år) för att uppfylla ställda krav på funktion, optimal teknisk och ekonomisk livslängd. Det verkliga behovet på anläggningen ska styra inplaneringen av denna typ av besiktning. Även underhållsbesiktningshandlingar arkiveras, på samma sätt som för säkerhetsbesiktningar. Tanken är att underhållsbesiktningen så småningom ska ersättas av en tillståndskontroll.

Det är viktigt att följa tillståndet på anläggningen och med felutfall och anmärkningar från säkerhetsbesiktningar som stöd, planera hur ofta underhållsbesiktningar bör utföras. Det aktuella tillståndet hos enheten bedöms och nivå på allvarlighetsgrad avgörs. Eventuella besiktningsanmärkningar delas in i tre olika kategorier. (*Banverket, 2005.3*)

M (Månadsanmärkning)	Anmärkning som bör åtgärdas inom en till tre månader från besiktningsdatum.
Å (Årsanmärkning)	Anmärkning är av sådan art att den bör åtgärdas inom tre år från besiktningsdatum.
Ö (Övrigt)	Anmärkning som bör åtgärdas vid lämpligt tillfälle, arbetsbank.

Fig. 4.7 Anmärkningar vid underhållsbesiktning (Källa: Banverket, 2005.3)

4.7 Banarbetstider och underhållskostnad

Det kan förekomma olika upplägg för hur ett underhållsarbete kan utföras. Planeringen av själva arbetstiderna är ett mycket viktigt moment, speciellt för kostnadseffektiviteten men också för det producerade arbetets kvalitet.

(Banverket, 2007.5) Arbetstiden kan delas upp i följande deltider för att se hur väl resurserna (personal, utrustning och material) används.

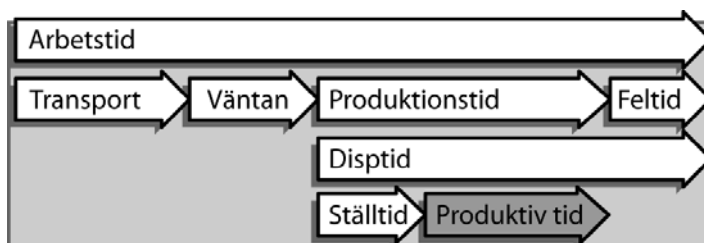


Fig. 4.8 Tidsbegrepp. (Källa: Banverket, 1997)

Transporttid	Den tid som resurserna förflyttas utan att något arbete utförs.
Ställtid	Tiden för att iordningställa eller avsluta arbetet.
Väntetid	Tid som resursen skulle kunna producera, men väntar istället.
Disptid	Den tid spåret är tillgängligt för underhållsinsatser (inga tåg tillåts passera under denna tid). Disptiden planeras in i banupplåtelseavtalet (BUA) tillsammans med trafikutövaren.
Produktionstid	Består av ställtid och produktiv tid.
Produktiv tid	Tid då resursen arbetar. Produktiv tid omfattar vanligtvis hantering, bearbetning, montering, justering eller egenkontroll under arbetet.
Feltid	Tid då inget arbete utförs till följd av att resursen inte fungerar eller uppfyller kvalitetskraven.

Fig. 4.9 Tidsbegrepp. (Källa: Banverket, 1997)

I takt med att trafiken ökar blir det allt svårare att planera in det förebyggande underhållet, eftersom det oftast endast finns tillgänglig tid nattetid och/eller mellan tågpassagerna. De möjliga arbetsuppläggen ska jämföras och de fastställda kostnadsskillnaderna sinsemellan ska utgöra en del av beslutsunderlagen.

Utöver de olika tidsbegreppen följer här några viktiga aspekter som alltid ska redovisas vid planering av kostnadskänsliga underhållsåtgärder (det kan förekomma fler):

- Arbetets detaljplanering
- Kostnader per arbetsskift beroende på olika arbetsupplägg
- Hastighetsnedsättningar för tågtrafiken
- Olika tåglägens samhällsekonomiska värde
- Dag- eller nattarbete
- Enkel- eller dubbelspår

Studier som Banverket utfört av några utförda arbeten har gett en del intressanta slutsatser. Nattarbete kan innebära förhöjda kostnader

(personalkostnader) men också försämrade kvalitet på resultatet. Arbete dagtid brukar medföra flera korta disptider vilket aldrig är effektivt eftersom den produktiva arbetstiden då blir alldeles för kort och personalen istället tvingas vänta. För långa arbetstider kan å andra sidan sällan utnyttjas optimalt, vilket också ger ökade kostnader. För större arbeten ligger de optimala banarbetstiderna på mellan 9 och 11 timmar. (*Banverket 2007.5*)

5 Studie av spårväxlar i utvalda bandelar

För att närmare undersöka vilka fel som uppkommer i spårväxlarna och i vilken omfattning dessa uppkommer studerades felstatistiken för fyra olika bandelar. För att få ett representativt resultat valdes bandelar med relativt hög trafikbelastning och med varierande typ av trafikering samt ålder och struktur på anläggningen.

5.1 Beskrivning av bandelarna

Följande bandelar har studerats.

5.1.1 Bandel 401 Solna – Stockholm C – Älvsjö

I Stockholmsområdet råder det idag kapacitetsbrist, och bandelen trafikeras mycket hårt av såväl lokaltåg, fjärrtåg och godståg. För att lösa problemet planeras idag Citybanan med ett separat stråk för pendeltågen. Närmast Centralen där hastigheten är låg (30 km/h) ligger av utrymmesskäl mest 1:9 växlar, dubbla korsningsväxlar och spårkorsningar med rälsprofil SJ43 och SJ50. De äldsta växlarna på Centralstationen är från slutet av 40-talet. Längre ut, där hastigheten är högre, är det vanligare med betongväxlar med delningsvinklar på 1:15 och 1:18,5. (*Järnefelt, 2007*)

5.1.2 Bandel 410 (Älvsjö) – Södertälje H

Bandelen trafikeras av pendeltåg i 15-minuterstrafik. Banan är gammal och sliten, vilket också gör den känslig för störningar. Sedan banan började trafikeras med en nyare typ av pendeltåg har slitaget på anläggningen ökat märkbart, orsaken är att dessa tåg har en boggikonstruktion med styvare hjulupphängning⁵ jämfört med de äldre. De vanligaste växeltyperna är BV50 1:15 och 1:9 på bangårdarna. På sträckan mellan Huddinge och Flemingsberg, som är lite nyare ligger UIC60 1:18 växlar. (*Eriksson, 2007*)

5.1.3 Bandel 444 (Kungsängen) – (Västerås N)

Större delen av banan är relativt nybyggd och trafikeras i första hand med persontåg. På senare tid har trafiken blivit alltmer intensiv. På banan ligger i huvudsak växlar av typen UIC60 1:15. (*Andersson, 2007*) Större delen av växlarna är inlagda 1994-1998 (*BIS*).

5.1.4 Bandel 912 Höör – (Arlöv)

Bandelen är mycket hårt trafikerad. På sträckan Malmö – Lund uppgår antalet tåg till cirka 360 tåg per dygn varav cirka 290 är persontåg. (*Banverket, 2005.4*) De flesta växlarna är inlagda på 80-talet, men det finns även en del nyare växlar. (*BIS*)

⁵ Styv hjulupphängning, kan jämföras med så kallade ”mjuka boggier”, där hjulpåren ställer in sig radiellt för mjukare kurvgång.

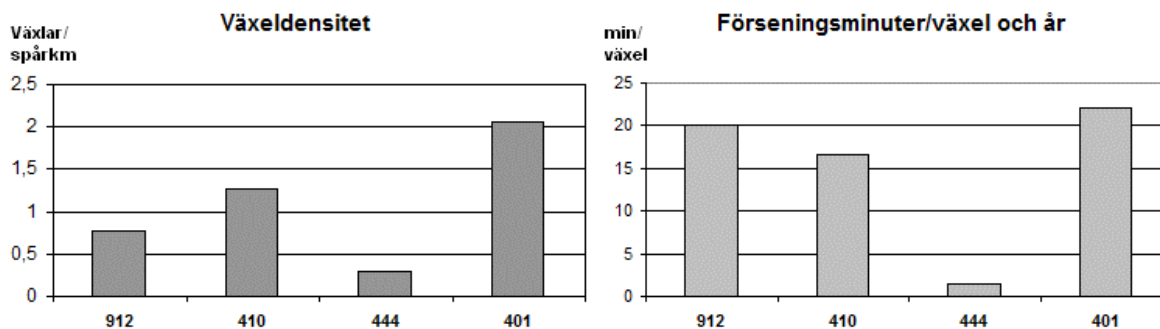


Fig. 5.1 Antal växlar per spårkilometer samt förseningsminuter per växel och år för de olika bandelarna.

5.2 Felstatistik

Statistik över tågstörningar till följd av infrastrukturen för de aktuella bandelarna under 2006 har hämtats ur Banverkets felrapporteringsystem Ofelia. Förseningar som orsakats av utomstående källor, till exempel sabotage har här sorterats bort. (Då uppgifter om trafikmängd visat sig vara svåra att få tag på, baseras denna på planerad trafikering av bandelarna under 2008 från BVH 820)

min/tågkm

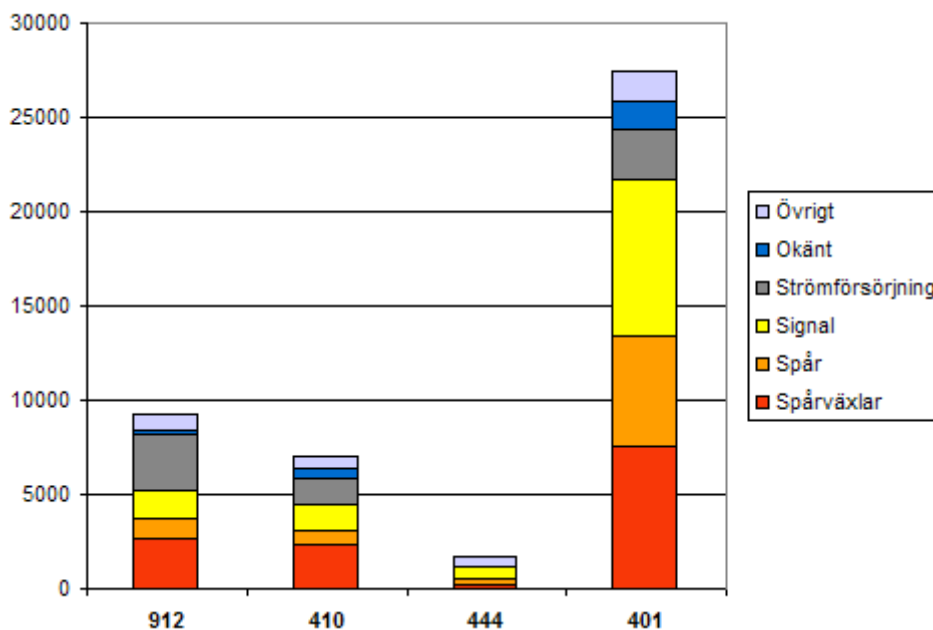


Fig. 5.2 Förseningsminuter per tågkilometer orsakade av infrastruktur på de aktuella bandelarna under 2006.

I fig. 5.2 jämförs antalet förseningsminuter som orsakats av fel i olika anläggningsdelar mellan de olika bandelarna. Det höga antalet förseningar på bandel 401 beror sannolikt på den extremt höga trafikbelastningen. Uppkomsten av fel tycks accelerera i takt med högre trafikbelastning. Dessutom har bandelen hög växeldensitet.

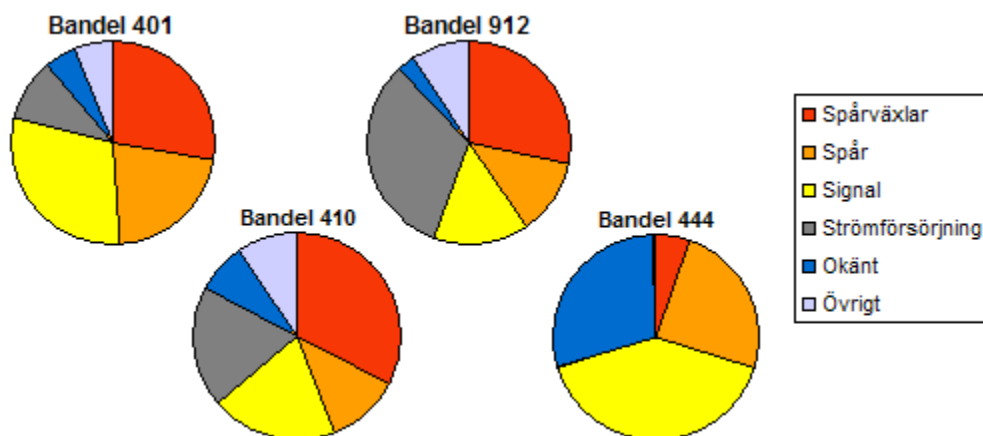


Fig. 5.3 Förhållande mellan förseningsminuter orsakade av fel i olika anläggningsdelar.

Fig. 5.3 visar att fördelningen mellan fel i olika anläggningsdelar är likartad för bandelarna 401, 410 och 912, fel i spårväxlarna står för runt en fjärdedel av förseningstiden. Fördelningen för bandel 444 skiljer sig däremot från de övriga. Större delen av denna anläggning är nybyggd och bandelen trafikeras i stort sett endast av persontåg. I fig. 5.1 kan man se att bandelen har lägre antal växlar per spårkilometer vilket även medför lägre antal förseningsminuter per växel.

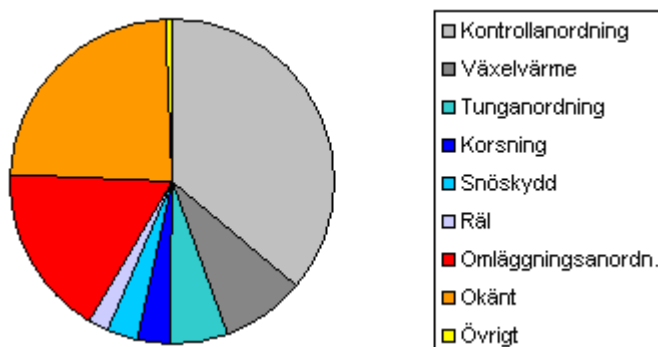


Fig. 5.4 Förhållandet mellan förseningsminuter orsakade av olika komponenter i spårväxeln.

I fig. 5.4 delas samtliga förseningar orsakade av spårväxlar upp mellan de ingående komponenterna i spårväxeln. Till största delen uppkommer tågstörningarna till följd av fel i växlarnas kontrollanordning (Tungkontrollkontakterna). Fel på Räler och korsning står bara för en mindre del av förseningarna. De okända felen betecknas med "felet försvann" i Ofelia och har ofta åtgärdats genom smörjning eller snöröjning.

5.3 Kommentarer

Studier av felstatistiken visade att runt en fjärdedel av den totala förseningstiden kunde härledas till fel i spårväxlar. Det går även att uttyda att anläggningens ålder, trafikmängden och växeldensiteten har stor inverkan på antalet uppkomna fel. Det sistnämnda blir tydligt vid jämförelse av figur 5.1 och figur 5.2. Som framkommit av studien som nämndes i stycke 3.5 spelar det också stor roll vilken typ av tåg som trafikerar banan. Av felen som uppkommit i växlarna uppstod de allra flesta förseningarna till följd av fel i kontrollanordningen och omlägningsanordningen. Dessa komponenter är uppenbarligen de mest känsliga i spårväxeln. Intressant att notera är också att många av de odefinierade felen avhjälpes med smörjning, en åtgärd som regleras i Banverkets föreskrift om förebyggande underhåll.

6 Resultat av intervjuundersökningar

Totalt genomfördes åtta intervjuer med nio personer. En del av frågorna var gemensamma för alla intervjuer och vissa utformades speciellt för var och en av de fyra grupperna (entreprenörer, förvaltare, trafikplanering och materialservice). För att erhålla ett bredare resultat ansågs det lämpligt att välja ut personer med högre befattning inom respektive organisationer för intervjuerna, då dessa antogs besitta större erfarenhet och ett vidare synsätt.

6.1 Intervjuer med entreprenörer

Totalt gjordes fyra intervjuer med personal från tre olika entreprenadföretag. Frågorna behandlade entreprenörernas förutsättningar, praktiska företeelser, arbetsmetoder och syn på underhållsverksamheten.

6.1.1 Tid i spår

Dispositionstiderna utformas beroende på hur trafiken ser ut på den aktuella sträckan. Där det går mycket tåg, även på natten, är man tvungen att ha korta, oftast om endast 1,5 till 3 timmar, luckor för arbeten i spår. De tider som finns tillgängliga mellan tågen är vanligtvis korta och detta medför nattarbeten. För att få in längre och sammanhängande tider får man planera in dessa i BUP, 8 veckor i förväg. (*Järnefelt, 2007*) För att klara av de korta disptiderna måste man vara flexibel och dessutom planera alla arbetsmoment noggrant. Vid akuta fel får man oftast disptid omedelbart, ibland kan man låta några tåg passera felet i låg hastighet innan man får tiden. (*Andersson, 2007*)

6.1.2 Samarbete

Samarbetet mellan de olika parterna (beställare, trafikoperatörer och underhållsentreprenörer) är idag bättre än förr och inför större arbeten möts alla inblandade och försöker genom diskussioner hjälpas åt så att man uppnår bästa resultat. En möjlighet är att samla resurser för att göra kraftfulla underhållsinsatser som planeras in vid tillfällen då lämpliga förhållanden råder. Detta arbetssätt tillämpas redan av vissa entreprenörer. (*Eriksson, 2007*)

6.1.3 Banverkets informationssystem

Banverkets informationssystem Bessy och BIS är två viktiga verktyg. Bessy används som underlag för planeringen av underhållet. (*Järnefelt, 2007*) Ur BIS hämtas information om själva anläggningen. Alla entreprenörer är skyldiga att rapportera felaktigheter i BIS och ändringar i anläggningen så att beställaren kan uppdatera informationen. Med hjälp av fungerande system, kan man få underlag för att utföra rätt åtgärder på rätt plats. (*Eriksson, 2007*) Tyvärr ligger man efter med uppdateringen av informationen och detta kan leda till missuppfattningar om vad som ligger i spåret och i vissa fall kan det stå att komponenter är gamla fast de i själva verket är utbytta. (*Wahlgren, 2007*) Då felaktiga uppgifter upptäcks i BIS ställs högre krav på att uppdatera

systemet. Att BIS inte uppdateras till fullo betyder med all sannolikhet att det är för få som nyttjar det. (Jonsson, 2007)

6.1.4 Underhållsinsatser

Förebyggande åtgärder görs med hjälp av spårpatruller som gör översyn av växlarna och till exempel drar åt bultar, smörjer och slipar. Vid avhjälpande underhåll, som utförs efter besiktningar får man åtgärda A- och V-anmärkningar utan någon beställning, M-anmärkningar får åtgärdas utan beställning fram till en viss gräns. (Järnefelt, 2007)

6.1.5 Personal

Inom järnvägsinfrastruktursektorn är alla företag tvungna att dela på ett begränsat antal människor. Kraven är relativt hårda och få nya utbildas. Till spårväxlunderhållet har man egen personal och vid större arbeten har man också bantekniker och besiktningsmän. (Järnefelt, 2007) Ibland hyrs personal in, oftast från andra järnvägsföretag, konkurrenter eller samarbetspartners. Det är ont om folk med rätt kompetens. (Eriksson, 2007)

6.1.6 Underhållskontrakt

Vad entreprenörerna utför för underhåll på anläggningen skiljer sig beroende på om avtalet är utformat som utförande- eller funktionsentreprenad. Utöver det som ingår i underhållskontrakten (felavhjälpning, besiktning och åtgärder därefter, vinterberedskap med mera), finns det även en del tillägg. De mål man har handlar om att vidmakthålla standarden och komforten på banan och att hålla nere antalet fel. Om man kan minska antalet tågstörningar får man ersättning från beställaren och om det blir för mycket förseningar får man böter. (Järnefelt, 2007) Beställaren är intresserad av att anläggningen håller en förutbestämd standard, anläggningens standard följer en neråtgående kurva, och för att bibehålla standarden krävs allt större underhållsinsatser. (Eriksson, 2007)



Fig. 6.1 Påläggssvetsning av korsningsspets. (Peter Sandström)

6.1.7 Växeltyper och komponenter

Enligt entreprenörerna kan vissa växeltyper uppfattas som mer problematiska än andra, men orsakerna till detta varierar. Det finns exempelvis ett antal som är svåra att få reservdelar till och andra som trafikeras hårt eller ligger ogynnsamt i spåret. Komponenter som är känsliga för fel i växeln är tungkontrollkontakterna och isolerskarvarna. Om man ser till rälsstålet är det tungspetsarna som slits mest. Slitaget i korsningen beror på materialet, en mangankorsning slits inte lika mycket som en av stål. Om man inte påläggssvetsar korsningsspetsen ökar slitaget även på vingrälerna. Felen i spårväxlarna fortplantar sig ganska snabbt om man inte genomför underhållet i tid. (*Järnefelt, 2007*) En dålig påläggssvetsning kan lätt leda till urspårning. Eftersom slitaget på tungorna är mycket hårt, är det ofta bättre att byta tunganordning än att svetsa på. Byte av olika komponenter kan också vara komplicerat på grund av delarnas storlek och vikt. Arbeten i växlar kan också vara komplicerade på så sätt att växeln intill den man jobbar med skall kunna vara fullt trafikerbar. Materialkostnaderna är höga och vid byte av korsningsparti kostar materialet ca 100 000 SEK medan arbetet går på kring 40 000 SEK. (*Wahlgren, 2007*)

6.1.8 Tekniska lösningar

För att ha bättre kontroll på anläggningen har det i vissa växlar på Bandel 410 installerats ett övervakningssystem. Detta har skett på entreprenörens eget initiativ. Systemet använder elektriska impulser för att kontrollera växels mått, och indikerar förändringar i god tid innan felet uppstår. Systemet är uppkopplat mot Internet och detta går även att använda för övervakning av andra anläggningsdelar. (*Eriksson, 2007*)

6.2 Intervjuer med förvaltare

På förvaltersidan intervjuades två personer. Frågorna behandlade huvudsakligen utvecklingen av underhållsarbetet och informationssystemen samt samverkan mellan de olika aktörerna.

6.2.1 Utveckling och nuläge

Under de senaste 10 åren har förändringen i spårväxlunderhållet inte varit så stor tekniskt sett. Förändringar har däremot skett när det gäller styrningen. Från och med mitten av 90-talet började underhållsåtgärderna i spåret bestämmas efter anmärkningar vid underhålls- och säkerhetsbesiktningar i stället för att som tidigare baseras på erfarenhet. I samband med detta började även en del av Banverkets funktioner läggas ut på entreprenad. Marknaden är ännu inte helt avreglerad och avregleringen har inte alltid fungerat som planerat, exempelvis har det vid något tillfälle uppstått problem med att överföra personal till de nya entreprenörerna. (*Meyer, 2007*) Utvecklingen av monopolet inom underhållet har lett till ökad effektivitet och samtidigt har en stor ökning av järnvägstrafiken skett. Anslagen för underhåll har inte följt

samma trend. Begränsade resurser medför ibland att det inte är möjligt att genomföra de bästa underhållsåtgärderna ur ett långsiktigt perspektiv. (Hallert, 2007.)

6.2.2 Besiktningar

I dagens besiktningar kontrolleras endast om komponenterna är hela eller trasiga, inte om komponenten snart kommer att gå sönder i och med att den närmar sig slutet av sin livslängd. Med bättre kunskap vore det möjligt att byta ut komponenterna innan de går sönder. Tidigare kontrollerades växlarnas resterande livslängd mer noggrant. På så vis var det till exempel lättare att avgöra om växeln behövde flyttas till ett mindre trafikerat spår för att kunna användas ytterligare några år. Detta möjliggjordes bland annat av en stor personalstyrka med god kunskap om anläggningen, som var utplacerad längs järnvägsnätet. Man använde sig även av så kallade växelkort, där all information om den specifika växeln fanns samlad. När denna information skulle överföras digitalt i Baninformationssystemet fanns inte möjligheten att få med all information. Idag återanvänds växlarna mer sällan, de geografiska ansvarsområdena är större och anläggningens tillstånd lagras i Besiktningssystemet. (Meyer, 2007.)

6.2.3 Entreprenörernas inflytande

Inom vissa områden ges inte underhållsentreprenörerna så stor möjlighet att påverka arbetsmetoder med mera. Ibland kan det vara fördelaktigt att låta entreprenörerna utföra underhållsarbetena efter deras egna möjligheter att rationalisera. (Meyer, 2007.) Det är viktigt att entreprenörerna ges denna möjlighet att själva utveckla lösningar eftersom de arbetar på plats och känner till förutsättningarna. Entreprenören kan numera komma med ett förslag till arbetsprocedur. Beställaren avgör sedan om arbetssättet är i enighet med de föreskrivna reglerna. Vid så kallade funktionsentreprenad erhåller entreprenören en bonus om denne lyckas minska antalet tågstörningar på bandelen under en viss tid. (Hallert, 2007.)

6.2.4 Banavgifter

Idag styrs banavgifterna som trafikoperatörerna betalar av hur mycket tonnager de trafikerar banan med utan hänsyn till vilka fordon som används. Banverket vill införa en differentierad banavgift som gör att fordonstyper som är skonsammare mot banan medför en lägre banavgift. (Meyer, 2007)

6.3 Intervju med trafikplanering

Eftersom underhållsverksamheten ofta kommer i konflikt med järnvägstrafiken ansågs en intervju med Banverkets trafikplanering lämplig. Här handlade frågorna om utveckling av trafiken, tilldelningsprocessen, trafikutövarnas krav och kostnaden för slutkunden.

6.3.1 Utveckling och nuläge

Under den senaste 10-årsperioden har förändringar skett när det gäller trafikplaneringen. Tidigare var SJ ensam trafikoperatör på spåren i Sverige och hade även hand om trafikplaneringen. SJ kom överens med Banverket om vilka tider det var möjligt att trafikera spåren och tidtabellerna planerades därefter. Det gick även att se vilken kapacitet som fanns tillgänglig för nya transporter. Idag samsas 29 olika operatörer om kapaciteten på spåren. Med avregleringen har nya typer av problem uppstått, till exempel hur en rangerbangård som trafikeras av många olika operatörer hanteras, tidigare sköttes detta av en operatör.

Under 90-talet byggdes en del nya järnvägar vilket ledde till en trafikökning. Idag byggs inte lika mycket spår, men det finns ett stort engagemang att bedriva tågtrafik bland annat hos olika länstrafikbolag. På grund av konkurrensen på underhållssidan försöker underhållsentreprenörerna arbeta så effektivt som möjligt. Ju mer tid entreprenörerna tilldelas i spåret, desto billigare kan de genomföra underhållet. Beställarna av arbetena måste dock ha trafiken i fokus. (Jonsson, 2007)

6.3.2 Tilldelning av kapacitet

Stora banarbeten tas med i planeringen två år i förväg. Diskussioner med järnvägsföretagen om hur de har tänkt sig trafikupplägget påbörjas ett år i förväg. Efter detta ansöker intressenterna om kapacitet. Banverket om tid för spårarbete och trafikföretagen om att få bedriva trafik. Sedan tar trafikplaneringen fram förslag på hur banorna skall användas. Eventuella tvister, till exempel mellan banarbeten och tågtrafik skall också lösas. Om någon intressent går miste om ett tågläge förklaras den aktuella bandelen som överbelastad. En kapacitetsanalys och en kapacitetsförstärkningsplan görs då inom ett år för att lösa problemen. Mer trafik leder till ökat behov av underhåll samtidigt som det medför mindre tid att utföra underhållet på. På grund av detta krävs effektivisering av arbetsmetoderna, till exempel så att tågen kan gå under pågående arbete. Det är viktigt att använda kunskapen från tidigare utförda arbeten för att avgöra hur lång tid som krävs i spåret. Med ett effektivt arbetsupplägg är det möjligt att minska arbetstiderna. Vid till exempel kontaktledningsarbeten brukar kapaciteten överbokas eftersom mycket kan gå fel. Förebyggande underhåll kräver mindre tid i spåret än avhjälpande, med tanke på bland annat ställtider. Förutbestämda åtgärder kan planeras in så att de inte påverkar tågtrafiken i någon större utsträckning. Det som syns i förseningsminuterna är akuta fel, som fortfarande utgör en stor andel av felen, även om de minskat något. (Jonsson, 2007)

6.3.3 Kostnad för slutkund

Det är svårt att avgöra kostnaden av en tågförsening för slutkunden (till exempel en tågresenär eller beställaren av en godstransport), eftersom hänsyn måste tas till så många faktorer. Tågen ser olika ut vid olika tider på dygnet,

olika veckodagar, etc. Trafikplaneringen har heller inte tillgång till hur mycket gods eller passagerare de olika operatörerna fraktar, eftersom denna information är känslig. Sådan information hade gjort prioriteringskriterierna för tilldelning av kapacitet avsevärt lättare. (Jonsson, 2007)

6.3.4 Underhållsstrategi

När det gäller spårväxlar är det möjligt att dagens principer för underhåll är för generella. Detta kan leda till att de mest använda växlarna underhålls för lite, och de minst använda växlarna får för mycket underhåll. Ett haveri i en spårväxel brukar leda till 1-2 timmars trafikstopp. I underhållsarbetet bör de mest störningskänsliga komponenterna stå i fokus. Med dagens arbetsmetoder finns inte tillräckligt med medel för att vidmakthålla järnvägsanläggningen. Snart nås en nivå där lösningar som att stänga banor och omfördela resurser måste ses som alternativ. (Jonsson, 2007)

6.4 Intervju med Materialservice

Banverket Materialservice är en viktig länk mellan leverantörerna, förvaltaren och underhållsentreprenörerna. En intervju genomfördes.

6.4.1 Allmänt om Materialservice

Alla beställningar av material för Banverket går genom Materialservice i Nässjö. Större delen av alla växelkomponenter lagerhålls i Örebro. Där finns ett lager för akut felavhjälpling och ett lager med specialartiklar för Hallsbergs rangerbangård och Arlandabanan. För planerade underhållsåtgärder måste komponenterna beställas ett antal månader i förväg. Runt 50 % av materialbeställningarna är akuta, 30 % bygger på prognoser och resten är icke-akuta beställningar utanför prognosen. (Kraft, 2007)

6.4.2 Trender inom försäljningen

Trender som kan anas i beställningen av växelkomponenter är att försäljningen av artiklar till UIC60-växlar ökat. Detta förmodas bero på att de första växlarna av denna typ lades in för runt 10 år sedan och nu börjar bli slitna i takt med att trafiken ökar. Över huvud taget antas försäljningen av komponenter öka till följd av prioriterat underhållsarbete. (Kraft, 2007)

6.4.3 Sortiment

Sortimentet av växelkomponenter förändras i takt med att äldre växeltyper gallras ut från spåren. Fortfarande finns ett stort antal äldre växlar av udda typer kvar i anläggningen. Inriktningen är att försöka få bort dessa växlar och istället använda mer standardiserade typer som medför färre antal artiklar i lagret totalt. Till de äldsta typerna nyttillverkas inga reservdelar vilket gör att begagnade komponenter måste användas. Urspårningar i sådana växlar kan leda till att stora ombyggnader måste genomföras då det inte finns reservdelar att tillgå. Även en del nya växlar kräver speciella reservdelar. Återanvändning av växlar sker ibland då växlar i högtrafikerade spår byts ut och ersätts med

nya. Då kan de begagnade växlarna efter en viss renovering användas i lågtrafikerade spår, där de ersätter växlar som skrotas. (*Kraft, 2007*)

6.4.4 Materialkatalogen

I Materialkatalogen finns förteckning över alla växelkomponenter och beteckningar för dessa. Det är idag inte helt lätt att söka efter komponenter i katalogen, det är endast möjligt att hitta komponenterna med hjälp av artikelnumret, eller den exakta benämningen på detaljen. Katalogen behöver användas av många olika entreprenörer och det är önskvärt att den förändras så att den blir lättare att använda. (*Karlsson, 2007*)

7 Slutsatser

Järnvägstrafiken har under de senaste åren ökat kraftigt i Sverige, både när det gäller transport av passagerare och gods. Ökad trafik medför också ett ökat och accelererande behov av att underhålla anläggningen, samtidigt blir denna mindre tillgänglig, både för ytterligare tåglägen och för underhållsinsatser. Dispositionstiderna blir korta och som regel krävs att entreprenörerna utför arbetena nattetid. För att anläggningen och trafiken skall fungera som tänkt krävs också att rätt underhållsinsatser utförs i tid.

7.1 Samordning

Underhållsinsatserna bör i största möjliga mån planeras in i ett tidigt skede. Detta medför att det blir mycket lättare att samordna underhållet med trafiken på spåren. De trafikstörningar som åtgärderna ger upphov till planeras in på liknande sätt vilket medför att påverkan på trafiken minimeras. Dessutom ges möjlighet att i god tid ha tillgång till de resurser som behövs för ett effektivt utfört underhåll. För att detta skall fungera krävs en väl fungerande dialog mellan både underhållsentreprenörer, trafikplanerare och trafikoperatörer. Flera olika sorters underhållsåtgärder kan då samordnas med varandra och utföras vid samma tillfälle. Samordning mot Materialservice är också viktigt eftersom vissa växelkomponenter kan ta lång tid från beställning till leverans, dessutom finns det begränsningar när det gäller produktionen av växeldetaljer.

7.2 Tillståndsbedömning

Väl fungerande bedömning av anläggningens tillstånd behövs för att rätt underhållsinsatser skall kunna utföras. Uppdateringen av informationen bör ske snabbare och på ett enkelt och säkert sätt. Eventuellt skulle uppdateringen av systemen kunna ske direkt på plats vid till exempel besiktningar eller underhållsarbeten istället för genom beställaren. Uppdateringen skulle då ske med hjälp av handdatorer eller liknande (som föreslås i Eco Switch). Idag används övervakningssystem för vissa växlar och komponenter där trafikbelastningen är mycket stor. Dessa system, har stor potential och skulle kunna användas ännu mer. Det är möjligt att med hjälp av dessa system övervaka andra komponenter förutom just spårväxlar. Fördelen är att fel kan uppmärksammas långt innan de får allvarliga konsekvenser.

7.3 Underhållsåtgärder

Eftersom spårväxlarna utgör en viktig del av anläggningen, och dessutom ger ett stort bidrag till tågförseningarna, är det lämpligt att utföra förebyggande åtgärder där. Fler åtgärder kan utföras förebyggande än vad som görs idag, exempel på sådana åtgärder som också har stor inverkan mot slitaget är slipning samt spår- och växelriktning. Omlägningsanordningen och dess kontrollanordning är uppenbarligen de känsligaste komponenterna, kanske är

det möjligt med tekniska förbättringar av dessa. Om inte underhållet utförs i tid kommer standarden på komponent- och enhetsnivå att följa en neråtgående kurva. Denna kvalitetsförsämring kanske inte medför felutfall inom en kort period, men kommer troligtvis att innebära problem framöver då felen i spårväxlarna fortplantar sig om underhållet inte genomförs i tid.

7.4 Övrigt

Även dokumentationen av underhållet av växlarna bör förbättras. Här borde både status och utförda åtgärder kunna registreras; resultatet blir ett komplett ”växelkort” med individuell information om varje växel. Vid planering av underhållet kan fakta och statistik från informationssystemen användas för att exempelvis lokalisera problem, prioritera aktiviteter och undvika dubbelarbeten. Detta förutsätter att informationssystemen blir mer lätthanterliga.

För att förbättringar skall vara möjligt att genomföra krävs troligtvis större satsningar på underhållet, eftersom dagens resurser inte tycks vara tillräckliga.

7.5 Fortsatta studier

Det är möjligt att djupare undersöka flera av frågorna som behandlas i rapporten, då denna endast utgör en övergripande studie.

Ett ämne som vidare kan studeras, men som inte behandlas i denna rapport, är utformningen av underhållskontrakten, dessa bör vara utformade så att de säkerställer att de åtgärder som utförs verkligen är de som ger störst förbättring när det gäller tågförseningar.

8 Bilagor

Bilaga 1. Intervjufrågor

Intervjufrågor – Underhållsentreprenörer

Berätta om bandelen; Hög trafikbelastning? Hur har trafikutvecklingen sett ut 1980-1990? Vad finns det för växeltyper? Finns det ”värstingar”? Vad är den uppskattade livslängden på en växel?

Hur fungerar det att få tid i spår? Skiljer det sig beroende på om underhållet är förebyggande (ej akut) eller felavhjälpande? Hur kan nuvarande disptider utnyttjas på bästa sätt? Hur skulle ni vilja ha det?

Hur upplever ni kraven från trafikoperatörerna?

Använder ni BIS? Hur fungerar det?

Viken utrustning används vid växelunderhåll? Egen / tillgänglig utrustning?

Vad har personalen för kompetens/utbildning/lokalkännedom? Egen personal? Specialister på t ex växlar? Hur ser ni på omsättning/utveckling av kompetensnivån? Inom järnvägssektorn i stort?

Vad får ni för uppdrag/förutsättningar från beställaren?

Finns det detaljerade och uppdaterade arbetsinstruktioner för växelunderhåll?

Vika underhållsåtgärder utförs? Vem bestämmer, vad prioriteras? Andel felavhjälpande / förebyggande underhåll?

Vilka arbetsmoment är mest problematiska för er? Hur hanteras dessa?

Finns det vissa växeltyper som är värre än andra? På vilket sätt?

Vilka komponenter i spårväxlarna upplever ni som de största felkällorna? Hur påverkar dessa system varandra? Helhetssyn?

Hur får man ”mest järnväg för pengarna”? Vad finns för hinder mot att uppnå detta?

Var det bättre förr? På vilket sätt?

Er syn på framtiden inom branschen?

Intervjufrågor – Förvaltare

Hur har spårunderhållet förändrats under de 10 senaste åren, utifrån ert perspektiv?

Hur bestäms inriktningen på underhållet? Relationen felavhjälpande/ förebyggande underhåll?

Prioritering mellan nybyggnad/ drift och underhåll?

Samordningen mellan större reinvesteringar och löpande drift och underhåll?

Vad avgör/ vem ansvarar för åtgärdsnivån på underhållsinsatserna?

Bedömer ni att kompetensen gällande spårväxlar är tillräcklig hos entreprenörerna? Hur ser ni på teknisk produktutveckling? Har Underhållsentreprenörerna möjligheter att ändra t ex valet av arbetsmetoder/verktyg/material?

Hur fungerar samarbetet med underhållsentreprenörerna? Kontroll om avtal följs?

Optimal avtalsängd?

Hur ser ni på samverkan mellan leverantörer, underhållsentreprenörer, beställare, forskning?

Är det standard med övertagandebesiktning? Bör det vara så och varför?

Görs någon risk- och konsekvensanalys av beslutade åtgärder?

Hur mäts kostnaderna för slutkunden vid trafikstörningar?

Finns det något incitament, för att öka tillgängligheten i spåret? Ersättning för oförutsedda mängder felavhjälpande underhåll?

Kraven från/mot trafikoperatörerna, hur upplevs dessa? Premieras fordon som är skonsammare mot anläggningen?

Hur fungerar den fria marknaden?

Hur får man ”mest järnväg för pengarna”? Vad finns för hinder mot att uppnå detta?

Utveckling av underhållsverksamheten inom den närmaste framtiden? Vad skulle ni vilja förändra?

Var det bättre förr? Hur ni ser på framtiden för branschen?

Intervjufrågor – Trafikplanering

Hur har er situation förändrats under de tio senaste åren?

Beskriv hur tilldelningsprocessen fungerar.

Vad tror ni om trafikutvecklingen på järnvägen?

Hur upplever ni kraven från trafikoperatörerna?

Finns det utrymme för förebyggande underhåll på sträckor med stora kapacitetsproblem? Ser ni positivt på en ökad satsning på förebyggande underhåll?

Finns det tillräckligt med förståelse hos underhållsentreprenörer för operatörernas och era krav?

Ser ni möjlighet att effektivisera/förkorta underhållsarbeten? Hur?

Upplever ni resursbrister hos er? Hos andra aktörer?

Jämförelse av störningar på grund av planerade underhållsåtgärder med sådana som orsakats av oförutsedda händelser?

Hur mäts kostnaderna för slutkunden vid trafikstörningar?

Finns det kända värstingställen i anläggningen, när det gäller trafikstörningar och kapacitetsbrist?

Var det bättre förr? På vilket sätt?

Vad tror ni om utvecklingen av underhållsverksamheten under de närmaste åren? Vad skulle ni vilja förändra?

Intervjufrågor – Materialservice

Vilka leverantörer av växlar och växelkomponenter finns i dagsläget?

Sortiment av växlar/växelkomponenter hos Materialservice. Trender/statistik i försäljning av växlar och växelkomponenter (mängder, typer osv.)

Åsikt/uppfattning om Prefab/platsbygge: Prisskillnad, kvalitet, tid, erfarenhet hos personal osv.

Kontroll av material (mottagningskontroll, stickprovskontroller etc.).

Rekommenderas några produkter istället för andra? (Livslängdskostnad – inte bara inköpskostnad.)

Fri konkurrens mellan leverantörer? Brister? Potential?

Fri konkurrens mellan entreprenörer (skulle det vara bättre/sämre om de fick själva välja produkter ute på marknaden (Europa), eller skulle det påverka konkurrensen negativt?)

Underhållsanvisningar från leverantörer/tillverkare – Hur fungerar det?

Utgående växlar/udda modeller. Stort problem? Lösningar?

Materialkatalogen. Användarvänligt system? Förändringar på gång?

Följs teknikutvecklingen när det gäller spårväxlar?

Leveranstider för olika komponenter. Anpassning efter behov? Lager?

Komponenter optimerade för underhållsinsatser?

Hur får man “mest järnväg för pengarna”? Vad finns det för hinder mot att uppnå detta?

Var det bättre förr? På vilket sätt? Hur ser ni på framtiden inom branschen?

9 Referenser

9.1 Litteratur

- Allström R, Bengtsson M (2002) **Tillståndsbaserat underhåll** (Examensarbete) Västerås: Mälardalens Högskola
- Banverket (1997) **Produktionshandboken** (BVH 527)
- Banverket (2004.1) **Förutbestämt underhåll** (BVF 817)
- Banverket (2004.2) **Signalteknik för Ingenjörer, grundkurs**. Ängelholm: Järnvägsskolan.
- Banverket (2005.1) **Banverkets anläggningsstruktur** (BVS 811)
- Banverket (2005.2) **Säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar** (BVF 807.2)
- Banverket (2005.3) **Underhållsbesiktning av banöverbyggnad** (BVF 807.30)
- Banverket (2005.4) **Banklasser - Riktvärde för tekniskt tillstånd per bandel** (BVH 820)
- Banverket (2007.1) **Banverkets intranät, Knuten** [Hämtat 2007.06.07]
- Banverket (2007.2) **Järnvägens bidrag till samhällsutvecklingen – inriktningsunderlag 2010-2019**
- Banverket (2007.3) **Övergripande regler för Banverkets underhållsverksamhet** (BVF 800)
- Banverket (2007.4) **Banverkets Underhållsstrategi** (STRAT 800)
- Banverket (2007.5) **Vägledning till Banverkets underhållsstrategi** (BVH 800)
- Banverket (2007.6) **Banverkets Årsredovisning 2006**
- Bengtsson M, Olsson E, Funk P, Jackson M. (2004) **Technical Design of Condition Based Maintenance System** Eskilstuna: Mälardalens Högskola
- Corshammar P. (2005) **Perfect Track** Lund: Perfect Track
- Hedström H. (2001) **Kriterier för byte alternativt fortsatt underhåll av spårväxlar** Linköping: VTI
- Lichtberger B. (2005) **Track Compendium** Hamburg: Eurailpress
- Nissen A. (2005) **Analys av statistik om spårväxlar underhållsbehov** Luleå: LuTH, JvtC
- SS-EN 13306 (2005) **Terminologi - Underhållsteknik** SIS – Industriteknik
- Oswald, J. Rainer (2000) **Turnout Geometry Optimization with Dynamic Simulation of Track and Vehicle** VAE AG.
- ### 9.2 Intervjuer
- Anderson M**, Carillion Rail (f.n. Balfour Beatty Rail). Intervju i Västerås 2007-05-23.
- Erikson K**, Svensk Banproduktion (f.n. Strukton Rail). Intervju i Stockholm 2007-05-23.
- Hallert G**, Banverket. Intervju i Stockholm 2007-06-01.
- Jonsson T**, Banverket. Intervju i Borlänge 2007-06-01.
- Järnefelt A**, Banverket Produktion. Intervju i Örebro 2007-05-31.

Kraft U, Karlsson M, Banverket Materialservice. Intervju i Nässjö 2007-06-05.

Meyer J, Banverket. Intervju i Borlänge 2007- 05-29.

Wahlgren R, Carillion Rail (Balfour Beatty Rail). Intervju i Ängelholm 2007-05-16.

9.3 Övrigt

Banverket. **Baninformationssystemet, BIS.**

Banverket. **Banverkets felrapporteringssystem, Ofelia.**