

Effektiv detektering av hinder på den svenska järnvägen

Benjamin Smakic
Campus Helsingborg
2019



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

SYSTRA

Introduktion

Med hinderdetektering menas de system som används för att detektera var på järnvägen det finns ett hinder. Det kan t.ex. vara ett tåg, en godsvagn eller ett arbetsfordon. Hinderdetektering på järnvägen ligger till grund för stora delar av järnvägens signalanläggning. Det är nödvändigt ur ett säkerhetsperspektiv att vid alla tillfällen veta var spårfordon, både i drift och stillastående, befinner sig. System för hinderdetektering är ett teknikområde som i Sverige har behandlats väldigt konservativt. Spårledning, som är det vanligaste hinderdetekteringssystemet i Sverige, är en välbeprövad teknik som har existerat sedan tidigt 1900-tal, men föråldrad och kanske inte optimal. Trots att det finns andra alternativ tillgängliga på marknaden, och trots att andra länder med en mer välutvecklad järnvägsinfrastruktur använder andra alternativ i större utsträckning, sker det ingen större utveckling i Sverige. Av den anledningen kommer detta examensarbete att utreda vilka hinderdetekteringssystem som finns tillgängliga idag och avgöra vilket som är det mest samhällsekonomiskt lönsamma.

Syfte och frågeställning

Syftet med examensarbetet är att utreda de hinderdetekteringssystem som finns tillgängliga på marknaden eller är under utveckling och göra en jämförelse för att kunna avgöra vilket system som är mest samhällsekonomiskt lönsamt.

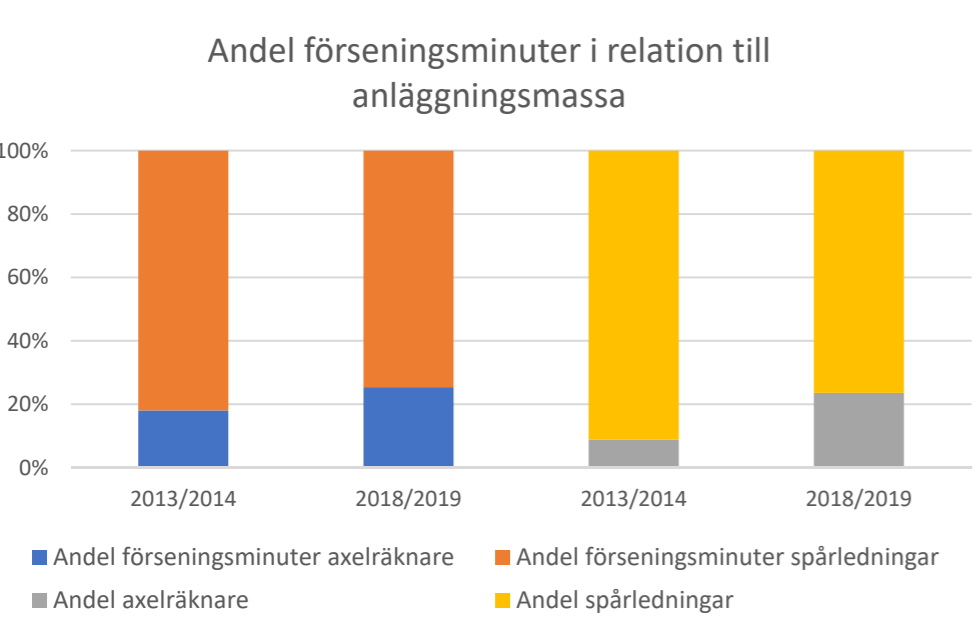
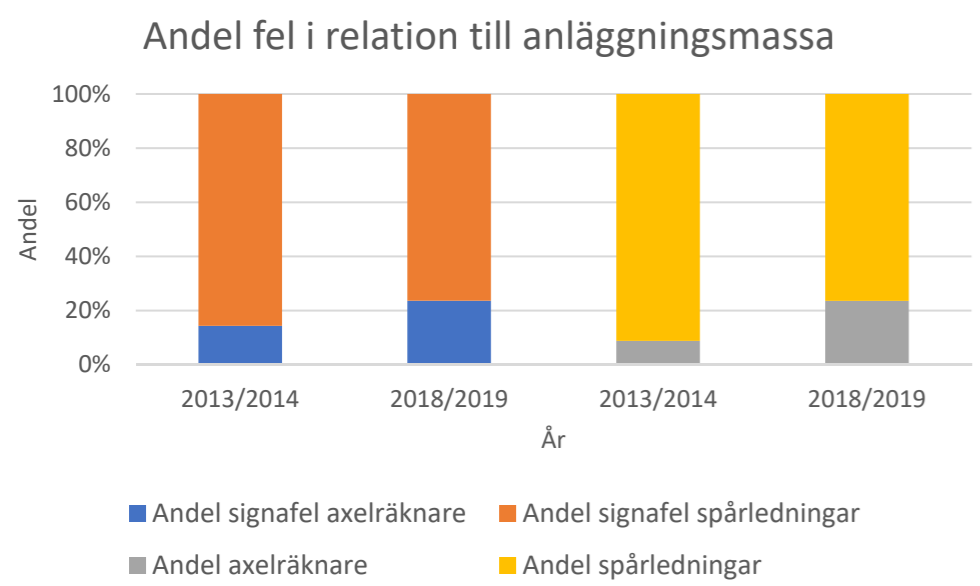
- Vilka hinderdetekteringssystem finns idag/är under utveckling, hur fungerar dessa och vilka är fördelarna/nackdelarna?
- Hur pålitliga är dessa system, dvs. hur mycket signalfel, förseningsminuter etc. har uppstått p.g.a. felaktiga system?
- Hur stora är projekterings- och underhållskostnaderna för de olika systemen?
- Vilket system är bäst ur ett samhällsekonomiskt lönsamhetsperspektiv?

Metod

Underlaget för den grundläggande informationen om de olika hinderdetekteringssystemens funktioner, utformning, fördelar, nackdelar osv. utgörs av litteraturstudier. För att ta fram mer detaljerad information och statistik om signalfel, förseningsminuter, underhållskostnader, livscykelkostnader etc. kontaktas i första hand Trafikverket, men även motsvarande myndigheter i andra länder, Öresundsbrokonsortiet samt privata företag.

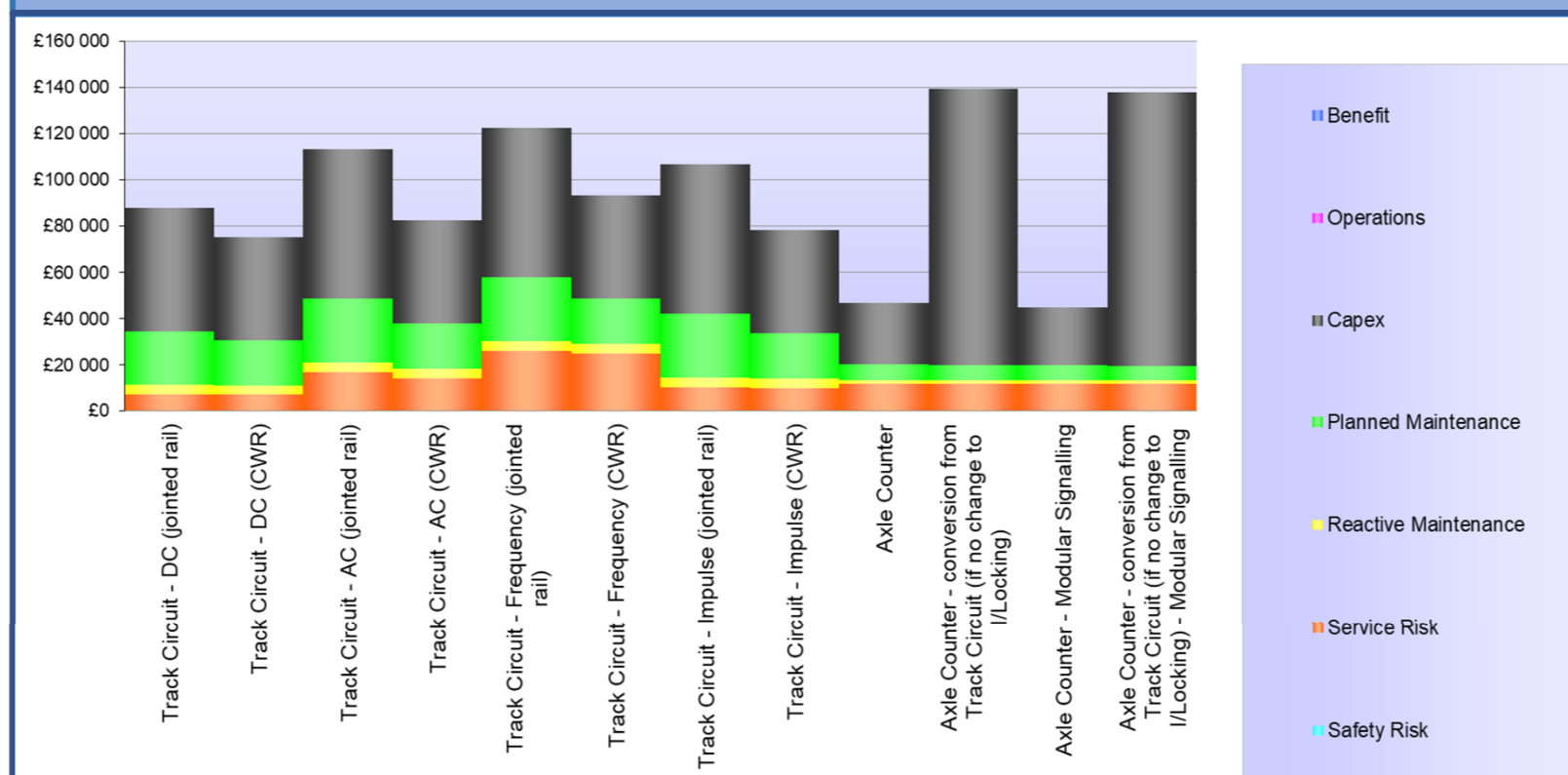
Signalfelsstatistik

Signalfelsstatistik och antal förseningsminuter för axelräknare och spårledningar (alla typer) har jämförts. Statistik för RFID och "moving block" finns inte tillgängligt då dessa system inte används i hinderdetekterings syfte (än). Eftersom axelräknare inte används i Sverige, har statistik från Storbritannien (Network-Rail) använts.



Sammanfattningsvis sker det 132 signalfel per axelräknare och år (2018/19), och 131 signalfel per spårledning och år. Antal förseningsminuter uppgår till 9,1 minuter per axelräknare och år, och 8,9 minuter per spårledning och år. År 2018 orsakades över 150 000 förseningsminuter på den svenska järnvägen till följd av felaktiga hinderdetekteringssystem.

Livscykelkostnader



Livscykelkostnaderna är uppdelade i en rad olika kategorier. Capex innebär anläggningskostnader. Safety risk syns inte i diagrammet eftersom det utgör en liten del av den totala livscykelkostnaden. Planned maintenance är kostnader för planerat underhåll. Reactive maintenance är kostnader för avhjälpan underhåll (vid oväntade fel). Totalt sett är axelräknare det minst kostsamma systemet.

Olika system för hinderdetektering

- Följande hinderdetekteringssystem används idag eller är under utveckling:
- Likströmsspårledningar
 - Växelströmsspårledningar
 - Impulsspårledningar
 - Tonfrekvensspårledningar
 - Arbetsströmsspårledningar
 - Axelräknare
 - Radiofrekvensidentifiering (RFID)
 - GPS-baserad, "moving block"

Tonfrekvensspårledningar

En spårsträcka indikeras "upptagen" genom att en kodad signal, skickad via rälsen från en matning till ett upptag, kortsluts av spårfordonsaxlar. Spårsträckorna arbetar med olika frekvenser, således krävs inga isoleringsskarvar.

Likströmsspårledningar

En spårsträcka indikeras "upptagen" genom att en sluten krets mellan en strömkälla och ett relä, där rälsen används som ledare, kortsluts av spårfordonsaxlar. Spårsträckorna delas upp med isoleringsskarvar i rälna.

Axelräknare

Systemet bygger på hjul-detektorer placerade vid rälsen, som räknar antalet passerade spårfordonsaxlar. Strömkretsar används inte, således elimineras kortslutande störningar, och inga isoleringsskarvar krävs.

RFID

Läsare placerade längs med järnvägen läser av info-taggar placerade på lok och vagnar. Information om bl.a. position, tid, antal vagnar och företagstillhörighet skickas. Idag används inte systemet för hinderdetektering.

GPS-baserad "moving block"

Systemet är en del av framtidens signalsystem ERTMS nivå 3. Tågen kommer att övervakas med GPS och skapa virtuella blocksträckor, vilket kommer eliminera kravet på signaler och fysiska hinderdetekteringssystem.

Kostnader för samhället

Idag är järnvägen långt ifrån felfri, med många olägliga störningar och förseningar som uppkommer allt för ofta. Du som läser detta är säkerligen bekant med ordet "signalfel". Många av dessa signalfel orsakas på grund av felaktiga hinderdetekteringssystem. Den samhällsekonomiska förlusten har tagits fram genom att beräkna hur stor andel av alla förseningsminuter på den svenska järnvägen som orsakas av felaktiga hinderdetekteringssystem. Den procentuella andelen har sedan multiplicerats med kostnaderna för "Värdering förseningar persontrafik avstigande" i tabellen nedan, eftersom endast förseningsminuter som har drabbat persontrafik har tagits fram. Tabellen redovisar samhällsekonomiska förluster i Skåne, Göteborg och Stockholm. Den slutgiltiga summan hamnar på över 88 milj. kr i samhällsekonomiska förluster. Idag är siffran troligtvis mycket större eftersom beräkningen är gjord år 2006.

Värdering förseningar > 5 minuter	Värdering BVH 706.00	Motsv. att. värde (224 kr/h)
Värdering förseningar persontrafik avstigande	632 134 224 kr	1 054 841 444 kr
Värdering förseningar godstrafik	100 515 295 kr	
Värdering förseningar persontrafik inställda tåg	626 996 057 kr	1 046 267 393 kr
Summa:	1 359 645 576 kr	2 101 108 837 kr
Värdering förseningar persontrafik inkl. marginal på 30 %	821 774 491 kr	1 371 293 877 kr
Summa inkl. 30 % marginal	1 549 285 843 kr	2 417 561 270 kr

Slutsats och diskussion

Först och främst kan slutsatsen dras att axelräknare definitivt är mycket bättre än spårledningar i vissa situationer. Miljöer där det finns stor risk för falska beläggningar bör utrustas med axelräknare. Det hade drastiskt förändrat det avhjälpan underhållet och därmed ökat antalet signalfel och förseningar. I generella situationer är axelräknare lite bättre än spårledningar ur ett tekniskt perspektiv och ekonomiskt perspektiv. De tekniska fördelarna (bl.a. att axelräknare kan vara oändligt långa, kräver ytterst lite underhåll och klarar av högre hastigheter) överväger nackdelarna (bl.a. att rälsbrott inte kan upptäckas). Investeringskostnaderna är lite högre jämfört med likströmsspårledningar, men underhållskostnaderna är lägre vilket bidrar till en lägre kostnad överlag. GPS-baserad "moving block" (ERTMS nivå 3) har potential att bli nästa generations hinderdetekteringssystem. Kapacitetsmässigt är systemet överlägset bäst, samtidigt som det eliminerar kravet på fysiska hinderdetekteringssystem helt. Det är dock långt ifrån färdigutvecklat. Det är även viktigt att poängtera att Trafikverket i nuläget planerar att bygga ERTMS nivå 2 i Sverige, där det krävs fysiska hinderdetekteringssystem. Det innebär att valet i slutändan hamnar mellan de övriga systemen som har redovisats. RFID används inte som hinderdetekteringssystem idag, men det finns potential till utveckling. Sammanfattningsvis är axelräknare i dagsläget det bästa hinderdetekteringssystemet.

Detta examensarbete har skrivits i samarbete med SYSTRA AB, ett globalt konsultföretag med expertis inom infrastrukturområdet. SYSTRA AB har bidragit med arbetsplats, handledning och fika.