

Byggnation av skyddsspår

– En studie kring kostnad och utsläpp vid ny- och ombyggnation



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Teknik och samhälle**

**Examensarbete 22,5 hp
Högskoleingenjör i Byggt teknik - Järnvägsteknik**

Examensarbete:
Jonathan Gustafson

© Copyright Jonathan Gustafson

LTH vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

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

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2026

Förord

Med detta arbetes färdigställande tar jag min högskoleingenjörsexamen. Det har varit ytterst givande år och jag vill tacka LTH och Trafikverksskolan för att ni stöttat mig under denna tid. Det har verkligen gett mig en bra grund att stå på.

Speciellt tack till Trafikverket Investering för ert varma omhändertagande och att jag fick möjlighet att skriva mitt examensarbete hos er. Johan Knall, Ibrahim Sifri, Kim Nilsson och alla ni både interna och externa parter som varit del i mina intervjuer. Tack för er ovärderliga sakkunskap, breda perspektiv och entusiasm. Utan era bidrag hade arbetet inte gått att genomföra.

Frida Carlvik och Ulla Urde, tack för fina diskussioner, utmärkt handledning och fenomenala inspel för ett bättre arbete. Möten med er såg jag alltid fram emot.

Ingenjörssektionen och Teknologkåren, tack för ert otroliga ideella arbete för en bättre studietid. Tack till alla ni fantastiska personer jag fått möta från alla olika program och inriktningar för all glädje, makalösa gemenskap och allt vi delat längs vägen, det har varit ovärderligt. Ni vet vilka ni är.

Tack mormor för alla tågresor du tog med mig på när jag var liten. Där någonstans finns nog den egentliga grunden till mitt järnvägsintresse. Tack också Green Cargo för ingången till järnvägsbranchen och att jag under flera år fick en pojkdrom uppfylld, att få framföra lok och vagnar i verklig skala.

Avslutningsvis vill jag lyfta min morfar Börje Lehtinen. Du är den som främst bidragit till mitt teknikintresse och som fick mig intresserad av naturvetenskap från första början. Din glöd för ämnens uppbyggnad och nyfikenhet kring hur världen hänger ihop är vad som lett mig hit idag. Dessvärre fick du inte uppleva min examen, men jag är övertygad om att du varit stolt över en till ingenjör i släkten. Tack för allt du hann dela med dig av.

Slutligen tack också till min mor som är mitt eviga bollplank, både i livet och i studierna. Jag behöver bli bättre på att visa min uppskattning till dig. Tack!

Glöm nu inte varselväst så ses vi kring spåren,

Jonathan Gustafson
Helsingborg, Maj 2026

Sammanfattning

Skyddsspår är en banteknisk anordning som används tillsammans med skyddsväxlar för att minska risken för kollisioner mellan järnvägsfordon. Trots att skyddsspår normalt inte trafikeras byggs de med samma standard som huvudspår, vilket innebär användning av nytt spårmaterial och en relativt hög materialåtgång. Syftet med detta arbete har varit att undersöka möjligheterna att minska kostnader och utsläpp vid ny- och ombyggnation av skyddsspår genom användning av begagnat spårmaterial och förändrat slipersavstånd, utan att skyddsspårets funktion ska påverkas.

Arbetet bygger på en analys av Trafikverkets infrastrukturregelverk, kvalitativa intervjuer med specialister från olika professioner inom järnvägssektorn, platsbesök samt informationsinhämtning från Trafikverkets interna system. Fokusområdena har varit möjligheterna till återbruk av räl och slipers, konsekvenserna av ett ökat slipersavstånd samt hur dagens regelverk påverkar skyddsspårens utformning.

Resultaten visar att det finns goda möjligheter att använda begagnad räl och begagnade slipers vid byggnation av skyddsspår. Samtidigt identifierades begränsningar i regelverket, framför allt kopplade till stoppbockar, som försvårar användningen av begagnad räl längs hela skyddsspåret. En harmonisering av regelverket bedöms därför kunna möjliggöra ökat återbruk och därmed minska både kostnader och klimatpåverkan. Ytterligare ett perspektiv som lyfts var skyddsspårs omotiverade storlek på vissa platser.

Studien visar även att ett ökat slipersavstånd kan minska materialåtgången, men att detta samtidigt riskerar att försämra ballastmotståndet och därmed påverka skyddsväxelns långsiktiga driftsäkerhet. För att kompensera för detta krävs ofta längre spår, vilket i många fall motverkar den ekonomiska vinsten. Ökad användning av begagnade slipers framstår därför som en mer lämplig åtgärd.

Arbetet visar vidare att begreppet skyddsspår saknar en tydlig definition i dagens regelverk, vilket försvårar både förvaltning och uppföljning av anläggningen. Sammanfattningsvis finns det potential att minska både kostnader och utsläpp genom ökad användning av återbrukat material. För att möjliggöra detta krävs dock vissa regelverksförändringar och ett tydligare fokus på skyddsspårets funktion och riskbild, så att ett mer hållbart och resurseffektivt byggande kan uppnås utan att säkerhetsnivån försämras.

Nyckelord: Skyddsspår, skyddsväxel, återbruk, räl, slipers, stoppbock, regelverk, järnvägsinfrastruktur, hållbarhet, kostnadsbesparing, utsläppsminskning.

Summary

A safety siding (also referred to in some railway systems as a catch siding) is a railway infrastructure facility used in combination with trap points to reduce the risk of collisions between railway vehicles. Although safety sidings are normally not used for regular traffic, they are constructed to the same standard as main tracks, requiring new materials and a relatively high consumption of resources. The purpose of this study was to investigate the potential for reducing costs and emissions in the construction and reconstruction of safety sidings with reclaimed track materials and modified sleeper spacing, without compromising their function.

The study is based on an analysis of the Swedish Transport Administration's railway infrastructure regulations, qualitative interviews with railway specialists, site visits, and information gathered from internal systems. The focus was on the reuse of rails and sleepers, the effects of increased sleeper spacing, and the influence of current regulations on the design of safety sidings.

The results indicate considerable potential for using reclaimed rails and sleepers in safety sidings. However, regulatory limitations related to buffer stops, restrict the use of reclaimed rails along the entire siding. Harmonization of the regulations could therefore enable greater material reuse and reduce both costs and environmental impact. The study also highlights that some safety sidings appear larger than necessary in relation to their intended purpose.

Increased sleeper spacing can reduce material consumption but may also decrease ballast resistance and affect the long-term reliability of trap points. In many cases, longer tracks are required to compensate for this, reducing the potential economic benefits. Increased use of reclaimed sleepers therefore appears to be a more suitable measure.

Furthermore, the concept of a safety siding lacks a clear definition in the current regulatory framework, complicating both asset management and infrastructure monitoring. Overall, the study shows that greater use of reclaimed materials could reduce costs and emissions. However, achieving this requires regulatory changes and a stronger focus on the function and risk profile of safety sidings to ensure sustainable and resource-efficient construction without compromising safety.

Keywords: Safety siding, trap point, reuse, rail, sleeper, buffer stop, regulations, railway infrastructure, sustainability, cost reduction, emission reduction.

Ordlista

Förkortning	Beskrivning
BIS	Baninformationssystem
BKS	Bakre korsningsskarv. Punkt där spårväxeln slutar
DEF	Delayed Ettringite Formation. Skada på slipers som leder till nedsatt bärförmåga
EKV/DKV	Enkel/dubbel korsningsväxel
ERTMS	European Rail Traffic Management System, ett europagemensamt trafikeringssystem
FSK	Främre stödrälsskarv. Den geometriska punkt eller skarv där en spårväxel börjar
JNB	Järnvägsnätsbeskrivning. Styrande dokument från Trafikverket kring förutsättningar bedrivandet av tågtrafik
OSPA	Obehörig stoppsignalpassage. En trafikverksamhet passerar en signal utan tillstånd
STAX	Största tillåten axellast
STVM	Största tillåten vikt per meter
System H/E2	Olika trafikeringssystem på järnväg. Hinderfrihetskontroll respektive en nivå på ERTMS
TDOK	Trafikverksdokument
TGM	Tekniskt godkänt material. Standardiserade komponenter som får användas i Trafikverkets järnvägsanläggning
TRVINFRA	Trafikverkets infrastrukturregelverk

Term	Beskrivning
Bromselement	Anordning där friktionsarbetet sker för att ge stoppbocken en bromsande effekt
BV-stick	Variant på kortare uppställningsspår, vanligen till för arbetsfordon. Historisk rest från Banverket
Huvudspår	Spår som är avsett för säkrad rörelse, exempelvis tågfärd
Linjekategori	Klassificeringssystem som anger banvallens bärförmåga utifrån STAX och STVM
Materialkatalogen	Trafikverkets hemsida där priser visas och beställning av tekniskt godkänt material (TGM) sker
Rörelseform	Ex. Tågfärd/Spärrfärd/Växling. Olika sätt att framföra ett fordonssätt på
Sidospår	Annat spår än huvudspår
Stoppbock	Anordning vid spårslut för att stoppa fordon

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Tidigare forskning	3
1.2 Bakgrund	4
1.3 Syfte och frågeställningar	5
1.4 Avgränsningar	6
2 Trafikverkets infrastrukturregelverk	7
2.1 Syftet med skyddsväxeln – Signalteknikens perspektiv	7
2.2 Front- och sidoskydd	8
2.3 Tågskyddssystem	9
2.4 OSPA – Obehörig stoppsignalpassage	10
2.5 Begreppet skyddsspår	10
2.5.1 Skyddsspårets historia	11
2.5.2 Stoppbockens funktion	11
2.5.3 Skyddsspårets längd	12
2.6 Återbruksmöjligheter	13
2.6.1 Räl	13
2.6.2 Slipers	14
2.6.3 Stoppbock	15
3 Metod	17
3.1 Analys av befintligt regelverk	17
3.2 Kvalitativa intervjuer	17
3.3 Informationsinhämtning ur Trafikverkets system	20
3.4 Platsbesök i anläggningen	20
3.5 Beräkningar	21
3.6 Metodutvärdering	21
4 Resultat	22
4.1 Kopplingen mellan ban- och signalteknikens perspektiv	22
4.2 Samordning mellan teknikområden	22
4.3 Räl	22
4.3.1 Återbruk av räl	23
4.3.2 Revidering av räl	24
4.3.3 Förstärkningsräl	24
4.3.4 Övergångsräler	25
4.3.5 Övergångsräl för skyddsspår	26
4.3.6 Rälers längdutvidgning	27
4.3.7 Neutralisation	27
4.3.8 Kopplingen mellan rälutvidgning och skyddsspår	28
4.3.9 Skyddsspårets längd utifrån neutralisationsbehovet	29
4.4 Slipers	30
4.4.1 Betongslipers	30

4.4.2 Andra slipersmaterial	30
4.4.3 Slipers för förstärkningsräl	30
4.4.4 Slipersavstånd	32
4.4.5 DEF- problematik	32
4.5 Befästningar	33
4.6 Stoppbock	34
4.7 Stoppbock för skyddsspår	35
4.8 Skyddsväxeln	36
4.9 OSPA A - Stoppsträcka för tågfärd	37
4.10 Linjekategori	38
4.11 Skyddsspårs generella utformning och dispenser	39
4.12 Antal skyddsspår i anläggningen	39
4.13 Återbruk av räl och slipers	40
4.14 Materialåtervinning	41
4.15 Uppskattad materialkostnad och möjlig besparing per skyddsspår	42
5 Diskussion	43
6 Slutsats	46
6.1 Vidare forskning	47
7 Litteraturförteckning	48
7.1 Källor från Trafikverket	48
7.2 Övriga källor	49
8 Bilagor	52
8.1 Bilaga A - Ilagda skyddsväxlar 2024 & 2025	52

1 Inledning

Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser per individ är relativt stor enligt Naturvårdsverket (2025a). Cirka en femtedel av hushållens utsläpp härrör från transporter och de skriver att privatpersoner kan bidra till utsläppsminskningar genom att välja transportslag med lägre klimatpåverkan för sitt vardagsresande (Naturvårdsverket 2025a). Järnvägen är ett klimatsmart sätt att resa då dess drift har små utsläpp, men bygg och underhåll av dess infrastruktur är traditionellt sett en stor utsläppare av växthusgaser. Den största del av dagens infrastruktur för transporter är uppbyggd av bland annat stål och betong, vars framställning är en stor källa till utsläpp av växthusgaser (Naturvårdsverket 2025b). Den globala tillverkningen av allt järn och andra metaller släpper ut 7 % av hela världens totala utsläpp, medan världens produktion av cement står för 9 % av de totala utsläppen (OECD 2018).

I IPCC:s (2023) sjätte utvärderingsrapport skrivs det att ”det är otvetydigt att mänsklig påverkan har värmt upp atmosfären, havet och marken”. Detta har med mycket stor sannolikhet fått följderna med skadliga konsekvenser och förluster i natur och samhälle. Det menas att de ökade utsläppen av växthusgaser är en orsak till detta och det slås fast att en fortsatt ökning av växthusgasutsläpp förstärker den globala uppvärmningen. Detta medför en stor sannolikhet för en stegring av fler och samtida risker för omvärlden (IPCC 2023).

FN:s utvecklingsprogram (UNDP) har samlat världens länder kring en ambitiös agenda rörande 17 globala mål. Mål nummer 9: ”Hållbar industri, innovationer och infrastruktur”, påvisar att en fungerande och stabil infrastruktur är en viktig grund för ett framgångsrikt samhälle (Globala målen, 2024). Det konstateras att för att möta framtidens utmaningar för människa och planet behöver industrier och infrastruktur göras mer hållbara, för att minska negativa konsekvenser för samhället.

Trafikverket är den myndighet i Sverige som ansvarar för långsiktig infrastrukturplanering samt för byggande och drift av de statligt ägda järnvägarna. I förordning 2010:185 1§ utläses även att ”Trafikverket ska verka för att de transportpolitiska målen uppnås”, vilka exempelvis inkluderar ett hänsynsmål som innebär att Trafikverket ska ”...bidra till att det övergripande generationsmålet för miljö och miljökvalitetsmålen nås”. Detta förtydligas med att ”växthusgasutsläppen från inrikes transporter ska minska med minst 70 procent senast 2030 jämfört med 2010” (Regeringskansliet u. å.).

Trafikverkets uppdrag rimmar väl med vad både IPCC lyfter fram och med de globala målen. Ett sätt för att minska utsläppen av växthusgaser är att reducera

nyttillverkningsbehovet av stål och cement. Järnvägen består i hög grad av dessa råvaror, som exempelvis räl och slipers av stål respektive betong.

För att reducera järnvägens utsläpp diskuteras bland annat hur återbruk av exempelvis slipers och räl kan se ut. International Union of Railways (UIC, 2021) har skrivit om återanvändning av just detta samt andra fördelar med en mer cirkulär ekonomi inom järnvägen. Rapporten lyfter både de utmaningar och möjligheter som järnvägsindustrin ställs inför i övergången från en linjär till en mer cirkulär och utifrån deras perspektiv hållbar ekonomi. Det som särskilt lyfts är livscykel fördelarna med att kunna återanvända spårmaterial och inte behöva framställa nytt material till platser, som inte ställer krav på det. Inom Trafikverket genomförs pilotprojekt för att visa just att visst material har lång livslängd kvar efter flytt från sträckor med hög belastning till platser med mindre trafik (Trafikverket 2025a).

Prioriteringen mellan social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet är däremot inte alltid given (Lozano 2008). Social hållbarhet har individen i fokus och exempel kan vara en trygg omgivning eller tillgänglig service (KTH 2024a). Ekologisk hållbarhet däremot lyfter allt som har med planetens ekosystem att göra. Funktionsdugligheten hos jordens bio-geo-kemiska system är en viktig aspekt, vilket innebär att de resurser som tas från naturen måste hinna återbildas för att bibehålla balans. Det formuleras som ”produktion av varor och tjänster får inte kompromissa med ekosystemens bärförmåga” (KTH 2024b). Däremot finns det två fundamentalt olika definitioner kring vad ekonomisk hållbarhet innebär (KTH 2024c). Den ena förklaringen går ut på att ekonomisk hållbarhet innebär ett ökat ekonomiskt kapital som inte får innebära en minskning i socialt- eller naturkapital. Den andra definitionen tar inte hänsyn till det sistnämnda, utan likställer ekonomisk hållbarhet med ekonomisk tillväxt, som menar att under förutsättning att kapitalet volym ökar, är det hållbart (KTH 2024c). Här kan risken för en viss målkonflikt utläsas, men antas den första tolkningen finns det möjlighet att samtliga hållbarhetsperspektiv kan kombineras på ett enklare sätt.

Nyttillverkning av stål och cement kopplat mot hållbarhetsperspektiven, kan anses svåra att kombinera. Det har däremot visats finnas andra möjligheter för en bättre uppfyllelse av perspektiven, exempelvis genom återbruksprojektet av slipers (Trafikverket 2025a), som möjliggjorde att knappt 90 000 slipers kunde återanvändas.

I nuläget byggs dock vissa järnvägsspår med fabriksnytt material, som aldrig ska trafikeras. Detta kan anses som resursslöseri, men är vad som sker med dagens skyddsspår. Skyddsspårets funktion är starkt kopplat mot social hållbarhet, då dess syfte är att minska riskerna för skada gällande hälsa och

egendom. Däremot är det möjligt att den ekologiska och ekonomiska hållbarheten har fått stå tillbaka. Vidare i detta arbete undersöks detta i kombination med återbruksperspektiv av betong- och stålprodukter, med skyddsspår som utgångspunkt.

Sammantaget finns det perspektiv kring hållbarhet som kan gå att kombinera. Det visas utifrån vad UIC (2021) skriver om återbruk och Trafikverkets (2025a) pågående projekt, som ligger i linje med de transportpolitiska målen (Regeringskansliet u. å.) och i förlängningen även de globala målen (2024).

1.1 Tidigare forskning

Återbruk har identifierats som en viktig strategi för att minska bygg- och infrastruktursektorns klimatpåverkan genom att reducera behovet av ny materialproduktion. Enligt Pauliuk et al. (2021) kan materialeffektiva strategier, såsom återbruk, återvinning och livslängdsförlängning, bidra till betydande minskningar av växthusgasutsläpp eftersom produktionen av byggmaterial står för en stor del av sektorernas klimatpåverkan. Författarna framhåller att minskad efterfrågan på nya material bör ses som ett viktigt komplement till energieffektivisering och omställningen till fossilfri energi.

Detta är särskilt relevant inom järnvägsinfrastruktur där stora mängder stål används i bland annat räler, växlar och andra spårkomponenter. Stålintustrin står enligt Vogl et al. (2021) för omkring sju procent av de globala växthusgasutsläppen och en omställning bort från traditionell masugnsbaserad stålproduktion är nödvändig för att nå internationella klimatmål. Författarna betonar samtidigt att minskad efterfrågan på stål och ökad materialeffektivitet utgör viktiga delar av omställningen. Återbruk av befintliga spårkomponenter kan därför bidra till att minska behovet av nyproducerat stål och därmed även de utsläpp som uppstår vid stålframställning.

Ur ett järnvägsperspektiv lyfter UIC (2021) fram återbruk som en central del av utvecklingen mot en mer cirkulär sektor. Rapporten beskriver hur återanvändning av bland annat räler, ballast och växelkomponenter kan minska resursförbrukningen och begränsa mängden avfall som uppstår vid underhålls- och reinvesteringsprojekt. På liknande sätt menar Sañudo et al. (2022) att uttjänta spårmaterial i många fall fortfarande har tekniska egenskaper som möjliggör fortsatt användning, vilket kan bidra till ett mer resurseffektivt nyttjande av material. Även Kaewunruen (2023) framhåller att cirkulära arbetssätt inom järnvägssektorn kan bidra till minskad klimatpåverkan, ökad resurseffektivitet och minskat beroende av jungfruliga råvaror.

Samtidigt identifierar tidigare forskning flera utmaningar kopplade till återbruk. UIC (2021) pekar på att regelverk, standarder och upphandlingsprocesser ofta är anpassade för nyproducerade material, vilket kan försvåra användningen av begagnade komponenter. Därutöver ställer järnvägsinfrastruktur höga krav på säkerhet och driftsäkerhet, vilket innebär att återbrukat material måste genomgå noggrann kontroll och kvalitetssäkring innan det kan användas på nytt.

Sammantaget visar tidigare forskning på goda möjligheter och att återbruk av spårmaterial har potential att minska både klimatpåverkan och resursförbrukning inom järnvägssektorn. Däremot finns hinder i form av regelverk och vad som tillåts i anläggningen. Mot denna bakgrund är det därför relevant att undersöka vilka möjligheter och utmaningar som finns gällande utformning och byggnation av skyddsspår ur ett regelverksperspektiv. Detta med strävansmålet en mer resurseffektiv och klimatomålig byggnation av infrastruktur, vilket även rimmar väl med Trafikverkets vision, som lyder "alla kommer fram smidigt, grönt och tryggt" (Trafikverket 2026a).

1.2 Bakgrund

I Sverige finns det olika tekniska lösningar för att skydda två spårfordon från att kollidera. En av dessa är en skyddsväxel som tillsammans med ett skyddsspår kan agera front- eller sidoskydd mellan olika fordonsrörelser. Funktionen hos en skyddsväxel är att styra in ett spårfordon, som passerat en signal i stopp, på ett annat spår för att helt undvika eller mildra ett olyckstillbud. Spår som spårfordon leds in på efter skyddsväxeln, definieras således som ett skyddsspår, utifrån TRVINFRA- 00012 (Trafikverket 2025b, kap 3).

Vanligen har skyddsspår en längd på cirka 40–60 meter och slutar som regel med en stoppbock, enligt TRVINFRA- 00012 (Trafikverket 2025b, kap 7.1.1.8). Normalt förekommer det inte någon trafik på ett skyddsspår och på dem ska det vanligen inte finnas möjlighet till uppställning av fordon. Idag byggs nya skyddsspår med samma standard som huvudspår, med nytt spårmaterial och med ett slipersavstånd på 600 mm. Det innebär också att räl med en vikt på 60 kilo per meter och betongslipers används, eftersom skyddsspåret rekommenderas att följa skyddsväxels standard. Tillsammans med en utsedd stoppbock och tillhörande glidelement uppfyller de kraven för att kunna stoppa spårfordon med en vikt av 1 000 ton i 15 km/h, utifrån TRVINFRA- 00018 (Trafikverket 2025c, kap 11.1).

Skyddsspår är således ett exempel på plats med ytterst låg eller ingen trafik alls, men som fyller en viktig funktion för en säker järnväg. Kraven för vad ett

skyddsspår ska klara av bör inte sänkas, men genom att harmonisera regelverket och tydliggöra i vilken mån återanvändning av räl och slipers är möjligt och rekommenderat, finns både skattemedel att spara och utsläpp att minska.

Idag klassas skyddsspår som sidospår, vilket möjliggör användning av begagnat spårmaterial, främst räl och slipers, vid ny- eller ombyggnationer (Trafikverket 2025c, kap 5). Utifrån regelverket skapar detta även förutsättningar för att bygga skyddsspår med ett slipersavstånd på 650 mm eller 750 mm (Trafikverket 2025b, kap 7.1.2). Spår byggda med ett större slipersavstånd medför att färre slipers krävs för samma spårlängd, vilket kan innebära en mindre materialåtgång, utsläpp och lägre kostnader. Däremot kan ett ökat slipersavstånd väntas innebära andra nackdelar, vilket också undersöks i arbetet.

1.3 Syfte och frågeställningar

Utifrån att detta är ett av Trafikverket utlyst examensarbete är följande frågeställningar givna:

- 1) Hur många skyddsspår finns idag?
- 2) Hade det blivit en kostnadsbesparing och/eller minskning av utsläpp vid ny/ombyggnation av skyddsspår med begagnat spårmaterial (främst räl och slipers) samt ökat sliperavstånd, jämfört med byggnation enligt nuvarande standard?
- 3) Vilka eventuella merkostnader för underhåll av skyddsspåret resulterar det i, vid byggnation med begagnat spårmaterial och ökat sliperavstånd?
- 4) Hur ser spårets möjligheter ut att hantera de krafter som kan uppstå vid större slipersavstånd? Innebär det en ökad risk för urspärning eller andra typer av tillbud/olyckor samt hur påverkas skyddsväxeln och stoppbocken av en förändring i slipersavstånd?
- 5) Vilka andra aspekter bör tas i beaktande inför ett uppdaterande av regelverket kring byggnation av skyddsspår, kring exempelvis stoppbockar och ballast?

Syftet med arbetet är således att se över möjliga besparingar, både ekonomiska och miljömässiga, utan att skyddsspårets funktion påverkas. Även att undersöka eventuella risker och problem kopplade till dessa frågeställningar och gällande regelverk, ingår i arbetet.

1.4 Avgränsningar

Arbetet behandlar banteknikens perspektiv på spårmaterial och i viss mån banöverbyggnad utifrån frågeställningarna. Signalteknikens perspektiv används enbart för att förstå syftet med en skyddsväxel och dess bakomliggande krav. Banunderbyggnad exkluderas i arbetet liksom andra teknikområden såsom el, tele och kanalisation. Arbetet tar heller inte ställning i diskussionen kring skyddsväxlars/spårs vara och icke vara samt diskuterar inte heller för- och nackdelar med andra länders motsvarande riskreducerande anordningar. Någon värdering om vad som är en rimlig dimensionering av stoppbockar på skyddsspår, baserat på dess omgivning, omfattas inte heller.

Det kan således finnas andra perspektiv att ta i beaktande vid fortsatt arbete kring skyddsspår. I stort avgör ekonomiska och säkerhetsmässiga aspekter på var gränserna dras, samt omgivningens utformning. Dessa bedömningar är ingenting som rymdes i arbetet och inte heller aspekter kring konsekvenserna, om ett skyddsspår utsätts för större belastning än tänkt, var något som utvärderades.

Olycksstatistik från tillbuds- och olyckshändelser på skyddsspår visade sig till viss del saknas och vara mer komplicerat än väntat att sammanställa, varvid detta också lämnats utanför arbetet.

2 Trafikverkets infrastrukturregelverk

Det som styr hur en järnvägsanläggning byggs i Sverige är styrt av EU-lagstiftning som kallas TSD, tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (EU 1299/2014). De styr huvudsaklig funktion och Trafikverket har i sin tur ett tydligare regelverk som förklarar hur TSD ska tillämpas. Detta infrastrukturregelverk kallas TRVINFRA och innehåller kravtexter, men även en del rådtexter, för hur infrastrukturen ska utformas. För att bistå hur kraven är tänkta att tolkas finns rådtexter författade kring vissa krav. Det kan även lämnas rekommendationer på lämpliga lösningar som uppfyller kraven, i form av rådtexter. Viktiga grundpelare i arbetet har varit TRVINFRA- 00012 *Spårssystem* (Trafikverket 2025b), TRVINFRA- 00018 *Spårkomponenter* (Trafikverket 2025c) och TRVINFRA- 00303 *Signalsystem* (Trafikverket 2025d).

2.1 Syftet med skyddsväxeln – Signalteknikens perspektiv

Det finns främst tre kategorier av färder på hur ett spårfordon kan framföras. Dessa är tågfärd, spärrfärd och växling. Tågfärd är det vanligaste och även det säkraste sättet att framföra fordon på och för detta krävs att vissa faktorer är uppfyllda. En av dessa faktorer, som måste vara uppfyllda, för att en signal ska kunna visa kör är exempelvis att inga andra fordon befinner sig på, eller kan ta sig in på, den reserverade sträckan bakom signalen. Begreppet säkrad rörelse innebär bland annat att det inte ska föreligga risk för kollision med ett annat spårfordon vid ett givet körbesked (Trafikverket 2026b).

Denna kontroll och säkerhet är signalsystemets uppgift och det vanligaste systemet på svensk järnväg är System H, vilket generellt innebär att sträckan har spårledningar för att kontrollera hinderfrihet och ATC. En av egenskaperna hos detta system är att informationsutbytet mellan fordon och signalsystem inte sker kontinuerligt, utan enbart vid vissa punkter. Utbytet sker vid baliser, som är utplacerade mellan rälerna längs banan (Trafikverket 2023). De punkterna ger lokdatoren information om vad de optiska signalerna visar samt en del andra uppgifter, som exempelvis banans STH och lutningar.

En signal kan enbart visa kör om sträckan bortom signalen är fri från andra fordon. Skulle en signal inte visa kör tar lokdatoren över och stoppar tåget. Detta kallas för säkrad rörelse och tågfärd är ett exempel på det. En rörelse i denna bemärkelse är spårfordon, som framförs på signalreglerade spår. Förenklat uttryckt följer föraren av fordonet signalernas besked.

En risk med den punktformiga överföringen av information mellan infrastrukturen och loket är just att den inte sker kontinuerligt. Det kan inträffa händelser som föranleder ett stoppbesked i signalen, men detta uppfattar inte

lokdatoren om signalen och balisgruppen redan passerats. För att upprätthålla säkerhetsnivån finns därför kompletterande lösningar för att minimera riskerna att andra spårfordon träder in på ett redan reserverat spåravsnitt. Detta kallas generellt för front- och sidoskydd och kraven på dem regleras bland annat i TRVINFRA-00303 *Reservation av spåravsnitt* (Trafikverket 2025d).

I den föreskriften beskrivs bland annat hur en växel kan agera front- och sidoskydd. En växel i det sammanhanget benämns skyddsväxel och de spelar en viktig roll i skyddet mot att andra fordon inte ska kunna ta sig in på spåravsnitt, som i stunden redan är upplåtna för en säkrad rörelse (Trafikverket 2025d). Syftet är att minimera risker för kollisioner mellan spårfordon och skyddsväxeln är ett exempel på den typen av anordning.

Ett villkor för att den säkrade rörelsen ska kunna ges ett körbesked är att berörda växlar är i kontroll och låsta i ett visst läge (Trafikverket 2026b). Innebörden av det är att de utpekade växlar ligger i ett läge så att inga andra fordon kan rulla ut på det spåravsnitt där tågfärden ska ske.

En signaltekniskt övervakad skyddsväxel anses därför vara ett bra alternativ för att minska riskerna för kollisioner mellan spårfordon. Detta eftersom tågfärden inte kan ges ett körbesked om inte berörda växlar är i kontroll och risken för att andra fordon då inkräktar på tågfärdens spår är små (Trafikverket 2025d).

Det finns även andra alternativ till spårväxlar, som används för sidoskydd i vissa situationer, såsom spårspärr, olika typer av stoppsignaler, signalpunktstavla eller fasta hinder. I TRVINFRA-00303 beskrivs det närmare när vilket alternativ får och bör användas (Trafikverket 2025d).

2.2 Front- och sidoskydd

Skyddsväxlar som agerar frontskydd är vanligen i anslutning till huvudspårskiljande växlar. Syftet med skyddsväxeln i den situationen är om tågfärden passerar signalen i stopp vid den huvudspårskiljande växeln. Då ska fordonet ledas in på skyddsspåret i stället för att fortsätta färden ut i huvudspåret bredvid. Detta görs för att minimera risken för kollision med andra fordon, som kan tänkas färdas på det spåret (Trafikverket 2025d). Skyddsväxeln är således en kompletterande skyddsbarriär till tågskyddssystemet.

Sidoskydd med skyddsväxlar kan exempelvis agera utrullningsskydd från ett uppställningsspår eller andra bangårdsdelar, se *figur 1*. De finns en mängd olika tillämpningar av växlar som sidoskydd, men den gemensamma faktorn är syftet att hindra andra fordon från att inkräkta på en sträcka reserverad för

en annan rörelse. Ett exempel på skyddsväxel som sidoskydd är ett utrullningsskydd från ett BV-stick (Trafikverket 2025d). Ett BV-stick är ett kortare uppställningsspår, vanligen avsedda för arbetsfordon.



Figur 1: Uppställningsspår med skyddsväxel i skyddande läge. Eget foto

2.3 Tågskyddssystem

Vid tågfärd på banor med exempelvis System H eller E2 används ett tågskyddssystem, som har till uppgift att säkerställa ett säkert framförande av fordonet. Tågskyddssystemet heter ATC i System H och fungerar översiktligt genom att övervaka att fordonet inte framförs snabbare än banans eller fordonets inställda STH, samt att fordonet bromsas i tid inför eventuella signaler i stopp (Trafikverket 2023a). Av praktiska skäl har systemet även en viss frisläppningshastighet, vilket innebär att signalsystemet inte automatiskt bromsar fordon på väg mot en signal i stopp under en viss hastighet, som det normalt görs. Dessa praktiska skäl är exempelvis att igångsättning av ett fordonssätt ska kunna ske efter stillastående vid en signal i stopp, när ett nytt körbesked ges. Hade inte denna frisläppningshastighet funnits vore detta en omöjlighet, eftersom lokdatoren får den ändrade informationen först vid signalens baliser och då behövs en frisläppning för att kunna rulla fram till dem (Skoglund & Lundberg 2022). Denna hastighet är vanligen 40 eller 10–15 km/h beroende på signalsystem och omgivande faktorer (Trafikverket 2026c). Detta innebär att om fordonet färdas i en hastighet, som understiger

detta, har föraren ingen hjälp med inbromsningen. Vid passage av en signal i stopp nödbromsar dock lokdatoren fordonet. Föraren är alltid ansvarig för inbromsningen av fordonet och ingrepp av tågskyddssystemet ska undvikas, men systemet finns där som en säkerhetsbarriär.

2.4 OSPA – Obehörig stoppsignalpassage

Trots tågskyddssystem har det visat sig föreligga en risk att fordon vid tågfärd passerar en signal i stopp. Det är en riskfylld situation, eftersom fordonet då befinner sig på områden, eller i farlig närhet, som kan vara upplåtet för andra färder med kollision som följd (Skoglund & Lundberg 2022). Det finns även andra rörelseformer med andra typer av skyddsbarriärer, som kan passera signaler i stopp, men det är främst tågfärd som berörs fortsättningsvis.

Under frisläppningshastigheten lämnar tågskyddssystemet ansvaret helt till föraren för att stoppa fordonet före en eventuell signal i stopp. En obehörig stoppsignalpassage förkortas OSPA och kan delas in i olika kategorier utefter allvarlighetsgrad och anledning. De kategorierna är A/B/C, som översiktligt beskriver bakgrunden till händelsen. Kategori A innebär passage av signal, som inte var ställd i kör. Kategori B innebär att en signal oavsiktligt visade stopp samt kategori C, som innebär att signalen avsiktligt ställdes till stopp (Trafikverket 2018). Generellt behandlar kategori B och C fel i anläggningen eller farosituationer och behandlas inte vidare i arbetet.

2.5 Begreppet skyddsspår

Användandet av skyddsspår kommer av att det i regelverket för utformningen av signaltekniska anläggningar, finns krav på användandet av skyddsväxlar som säkerhetsbarriär i vissa sammanhang (Trafikverket 2025d).

Skyddsväxelns enda syfte är att leda bort fordon från att kollidera med ett annat, vid exempelvis en OSPA. Det finns även vissa platser där skyddsspår och utdragsspår kombineras. Utdragsspår kan vara en förlängning av ett spår i en bangårdsände, för att kunna flytta fordon mellan olika spår utan att inkräkta på huvudspåren. Utdragsspåret vid vissa bangårdar även agera utrullningsskydd mot huvudspåret. Skyddsspår är således vanligen inte tänkta att trafikeras och är normalt sätt klassade som sidospår.

I regelverket rörande stoppbockar (Trafikverket 2025c, kap 11) framkommer att alla spårslut ska ha en stoppbock, vilket då också gäller skyddsspår. Stoppbockens användning är således förenat med att vissa villkor behöver vara uppfyllda. Detta i kombination ställer krav på spårets längd och utformning. Anläggningsdelen från skyddsväxeln till spårslut är vad som vanligen benämns som ett skyddsspår.

Utformningen av ett nytt eller upprustat skyddsspår följer dock samma regler oavsett omgivning. Det som kan variera är längd och dess radie, även om det finns begränsningar kring dessa faktorer också (Trafikverket 2025c). Sammantaget är ett skyddsspår att betrakta som en banteknisk följd utifrån det signaltekniska kravet på skyddsväxlar.

2.5.1 Skyddsspårets historia

Säkerhetsspår = sådant i omedelbar anslutning till huvudspår, bispår eller tågspår särskilt anordnat sidospår, varå tåg eller lossgångna fordon kunna till undvikande av fara inledas.

Figur 2: Urklipp från begreppslistan i 1929-års säkerhetsordning (Statens järnvägars författningssamling 1929)

I säkerhetsordningen (sao), som återfinns i Statens Järnvägars författningssamling (1929), omnämns begreppet säkerhetsspår. Detta är en föregångare till nuvarande Trafikverkets trafikbestämmelser för järnväg (TTJ). I *figur 2* ovan benämns säkerhetsfunktionen som säkerhetsspår, men innebörden är att anse likvärdig som hos dagens begrepp skyddsspår. Det har således existerat en funktion likt skyddsspår under majoriteten av järnvägens historia.

2.5.2 Stoppbockens funktion

I varje spårslut ska det finnas en stoppbock, vilket klargörs i TRVINFRA-00018 (Trafikverket 2025c, kap 11). Stoppbockens uppgift ”är att bromsa upp tåg, rullande vagnar och vagnsätt vid spårslut på ett sådant sätt att rullande materiel och det som är ombord samt bakomvarande byggnader, människor etc. skyddas vid eventuell påkörning” (Trafikverket 2025c).

Begreppet skyddsspår med i samma regelverk och är en avgörande faktor för stoppbockens dimensionering. Om spåret där stoppbocken är tänkt att placeras kan anses vara ett skyddsspår, leder det till skall-krav på att en viss utformning av stoppbocken ska användas. Krav 37658 i TRVINFRA- 00018 innebär att en speciell storlek på stoppbocken och en viss installationslängd ska användas, för att leva upp till kravet att kunna bromsa ett fordonssätt om 1 000 ton från 15 km/h (Trafikverket 2025c). Vanligen används glidbara stoppbockar med en viss installationslängd. Detta innebär att stoppbocken med bromselement ska placeras ett visst antal meter in från spårslut och denna glidsträcka kallas installationslängd.

2.5.3 Skyddsspårets längd

Längden hos ett skyddsspår påverkas av olika omgivande faktorer. Det beror bland annat på huruvida det är skarv- eller skarvfritt spår, vilken STH som råder genom skyddsväxeln, begränsningar i radie i kombination med krav på minsta längd mellan stoppbock och intilliggande spår, samt skyddsspårets riktning. Det finns även krav på tågvägars skyddssträcka mot fasta hinder, bakom en signal i stopp som påverkar längden.

Skyddssträckans längd får inte understiga 50 meter, utifrån kap 10.2 i TRVINFRA- 00303 (Trafikverket 2025d), samtidigt som om STH genom skyddsväxeln överstiger 100 km/h krävs att skyddsspårets längd är 50 meter, utifrån TRVINFRA-00012 (Trafikverket 2025b). Utifrån typritningar som tagits fram av Trafikverket kring skyddsspårs generella utformning, kan utläsas att skyddsspår vanligen är ca 50–70 meter långa (Trafikverket 2023b). Skyddssträckans minsta krav överstigs därför vanligen med råge, eftersom den inkluderar skyddsväxelns egenlängd samt avståndet mellan signalen och växeln. I figur 3 syns ett exempel på ett cirka 70 meter långt skyddsspår.



Figur 3: Skyddsspår på mötesdriftplats. Eget foto

2.6 Återbruksmöjligheter

Utifrån regelverkets skrivningar finns vissa öppningar för återanvändning av spårkomponenter. Användningen regleras i TRVINFRA- 00018 och det är främst räl och slipers som har tydliga formuleringar för återbruk (Trafikverket 2025c). Dessa komponenter försörjs via Trafikverket Logistik.

2.6.1 Räl

Vid exempelvis spårbytesprojekt kan räl förberedas för återbruk. Utifrån TRVINFRA- 00018 (Trafikverket 2025c) görs en skattning innan bytet påbörjats kring vilka begagnatklasser berörda spåravsnitt kan tänkas uppfylla. Kriterierna baseras i stora drag på slitagegrad eller andra skador, tillverkare, valsningsår och rälprofil. Indelningen av kategori utifrån slitagegrad visas i *figur 4*. De delar som upplåts för återbruk rensas efter spårbytet från exempelvis olika typer av svetsskarvar, isoler, kabelförbindningar och märkningar samt kapas upp i hanterbara längder, innan de skickas till rälsverkstaden i Sannahed för revision och klassificering.

Tabell K5.5 Tillåtna gränsvärden för slitage på återanvända räler inom Sort 1–3.

Räl	Höjdsnitage ¹⁾ h (mm)			Sidosnitage en sida s (mm)			Sidosnitage båda sidor $s = s_1 + s_2$ (mm)	Ökad huvudbredd ²⁾ $b_1 - b_2$ (mm)		
	Sort 1	Sort 2	Sort 3	Sort 1	Sort 2	Sort 3	Sort 3	Sort 1	Sort 2	Sort 3
60E1	4	9	12	3	10	11	11	2	4	6
50E3	3	6	9	3	8	11	11	2	4	6
SJ43	3	5	7	4	6	8	8	-	4	6

1) Det jämförbara höjdsnitaget, H, får inte överskrida det största tillåtna värdet enligt tabell K5.3.

2) Ökad huvudbredd på en sida får vara maximalt halva det angivna värdet.

Figur 4: Urklipp från TRVINFRA- 00018 kring gränsvärden för olika begagnade rälprofiler (Trafikverket 2025c)

Eftersom skyddsspår vanligen är klassade som sidospår, lyfts i *figur 5* enbart kriterierna för val av återbrukad rälprofil för dem. Där läses att de mest slitna rälprofilerna är rekommenderade vid byggnation av skyddsspår.

Tabell K5.2 Val av rälprofil i sidospår.

	STAX ≥ 30	STAX 25	STAX $\leq 22,5$
Rälprofil	50E3, 60E1	50E3, 60E1	SJ43, 50E3, 60E1
Ny/Begagnad	Ny, Sort 1, Sort 2	Ny, Sort 1, Sort 2, Sort 3	Ny, Sort 1, Sort 2, Sort 3

Undantag: I spår med gatubeläggning får gaturäler 57R1 användas.

Råd

Rälerna rekommenderas vara begagnade Sort 2 eller 3.

Figur 5: Utklipp från TRVINFRA- 00018 kring val av räl för sidospår (Trafikverket 2025c)

Utifrån TRVINFRA- 00018 rörande skyddsral, har räl för den appliceringen lägre krav än för farräl (Trafikverket 2025c, kap 10). Det förespråkas användning av begagnade 50 kg räler och har inga undantag från valsningssår, eftersom de inte ska belastas av fordon. De finns även krav om att slitagegraden inte får vara större än motsvarande sort 3. Begagnade skyddsraler har heller inget krav på revision. 60 kg räl kan inte fästas i nuvarande sortiment av slipers för skyddsral, varför denna inte kan återbrukas på detta sätt. Sammantaget kan all 50 kg räl som uppfyller slitagenivån återbrukas som skyddsral. Ett förtydligande om att sliten farkant skall vara vänd mot spårmit mitt vid montering finns dock med (Trafikverket 2025c, kap 10).

2.6.2 Slipers

Slipers för återanvändning finns i två kategorier, kategori 1 och 2, där den senare är av något lägre standard. *Figur 6* gäller för för skarvfria och ballasterade spår och visar på vilka situationer vilka typer av slipers får användas, både nya och begagnade. Skillnaden mellan slipers som uppfyller kategori 1 och 2 är små. Generellt ska slipers uppfylla kraven kring önskvärt befästningssystem, inte vara kraftigt nedsliten och vara fri från större sprickbildning, för att vara aktuella för återanvändning (Trafikverket 2025c).

Delayed Ettringite Formation (DEF) innebär en försenad ettringitbildning som innebär en sen volymökning av slipern som kan ge en hastig spricktillväxt utan yttre påverkan. Detta får till följd att slipern tappar bärförmåga snabbt med betydligt kortare livslängd som följd (Trafikverket 2025e).

Inga slipers från DEF-åren 1992–1996 får återanvändas och inte heller slipers från andra tillverkningsår med begynnande DEF-sprickor ska användas vidare.

Skillnad mellan återbrukskategorierna 1 och 2 är sammanfattningsvis huruvida slipersen har borrade hål för exempelvis baliser, eller om mellanlägg och isolatorer bytts ut (Trafikverket 2025c & Trafikverket 2025e).

Tabell K6.1 Tillåtna modeller av sliprar vid nybyggnation och upprustning av ballasterade skarvfria spår

Banor	Ny betongsliper		Begagnad betongsliper					
	FC 35 ton	FE 25 ton	FC 35 ton	FC 25 ton	FE 25 ton	Deep Post	e- plus	e-clip
> 25 ton huvudspår	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
> 25 ton sidospår	Ja	Nej	Kat. 1&2*	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
≤ 25 ton högtrafikerad** bana	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
≤ 25 ton medel- och lågtrafikerad*** bana	Nej	Ja	Nej	Kat. 1*	Kat. 1*	Kat. 1*	Kat. 1*	Kat. 1*
≤ 25 ton sidospår	Nej	Ja	Nej	Kat. 1&2*	Kat. 1&2*	Kat. 1&2*	Kat. 1&2*	Kat. 1&2*

* Kategorier av begagnade sliprar beskrivs i avsnitt 6.4 Återanvändning.

** Bana med enkelspår som trafikeras med minst 51 tåg per dygn och bana med dubbelspår som trafikeras med minst 76 tåg per dygn.

*** Bana med enkelspår som trafikeras med upp till 50 tåg per dygn och bana med dubbelspår som trafikeras med upp till 75 tåg per dygn.

Figur 6: Tabell från TRVINFRA- 00018 kring tillåtna slipersmodeller för ny- och ombyggnation (Trafikverket 2025c)

2.6.3 Stoppbock

Det finns standardstoppbockar av modell Gulo som rekommenderas att användas vid nybyggnad/upprustning och underhåll (Trafikverket 2025c). I *figur 7* ses en standardstoppbock med mittbalk för centralkoppel. Tidigare har även varianter på stoppbocken M77 använts länge i anläggningen, se *figur 8*. Utifrån listan i TRVINFRA- 00018 över stoppbockar för användning i alla sammanhang finns även punkten ”annan av Trafikverket godkänd stoppbock”, vilket kan tolkas som att även nymontering eller återanvändning av exempelvis M77 kan vara tillåtet (Trafikverket 2025c, kap 11.1).

Kopplingen mellan stoppbockar och återbrukad räl finns i stoppbockens krav kring maximalt höjdsnitage, i samma föreskrift och kapitel. Rälens ovansida får maximalt vara nedsliten med 2 mm för att montering av en stoppbock ska vara tillåtet, utifrån krav 37668 i TRVINFRA- 00018 (Trafikverket 2025c). Detta för att stoppbockens bromselement ska fungera som tänkt, då bromselementens funktion är att glida längs med rälhuvudet. Den friktion som uppstår vid påkörning kommer av att bromselementen kläms runt rälhuvudet. Vid ett för stort höjdsnitage fungerar inte nuvarande bromselement som tänkt, med en försämrad bromsverkan som följd. Bromselementen sitter i stoppbockens nederkant samt längd med installationslängden, se *figur 7 och 8*.



Figur 7: Stoppbock Gulo FCK på skyddsspår. Eget foto



Figur 8: Stoppbock M77 på skyddsspår. Eget foto

3 Metod

Det användes olika metoder för att genomföra detta arbete. Till största del baseras resultaten på kvalitativa intervjuer. Grunden för intervjuunderlaget var huvudsakligen nuvarande regelverk kring banutforming, varför djupdykning i bland annat TRVINFRA (Trafikverkets infrastrukturregelverk) varit nödvändigt. Slutligen har även sökningar och informationsinhämtning ur Trafikverkets interna system såsom BIS (Baninformationssystem) legat till grund för arbetet.

3.1 Analys av befintligt regelverk

Initialt gjordes en grundläggande informationsinhämtning rörande regelverket för skyddsspår, dess syfte och dess komponenter. Tidigt infann sig insikten om att definitionen av begreppet skyddsspår inte är helt tydlig i berörda regelverk. Det har varit intressant att analysera bakgrund och motiv till regelverket och dess kravtexter. För detta har intervjuer med personer med olika typer av järnvägsexpertis varit av stor vikt. Några av förvaltarna bakom tillämpligt regelverk har varit intervjukandidater. Detta för att förstå motiven till kraven samt för att kunna få klarhet gällande den vedertagna innebörden av begreppet skyddsspår. Syftet med regelverksgenomgången var således att få förståelse för skyddsspårens bakomliggande krav och för att ta fram ett genomtänkt intervjuunderlag.

Utifrån de senare frågeställningarna kring möjligheten till återbruk av visst spårmaterial, krävdes ytterligare djupdykning i Trafikverkets infrastrukturregelverk (TRVINFRA). Detta gjordes för att kunna fastslå vilka komponenter som har skrivningar kring återbruk i kravtexterna och vilka styrningar som berör skyddsspårets delar.

Det har även förts löpande samtal med kollegor i syfte att skaffa en djupare kunskap kring regelverket, dess innebörd och följder med olika typer av skrivningar. Denna bakgrundskunskap visade sig vara av stor vikt vid efterföljande intervjuer.

3.2 Kvalitativa intervjuer

Metoden som använts är huvudsakligen semistrukturerade intervjuer med personer inom och utanför Trafikverket. Intervjukandidaterna har antingen ansetts ha erfodlig erfarenhet i sitt ämnesområde, eller varit ansvariga för vissa delar av regelverket och därför varit intressanta intervjukandidater. Vissa intervjukandidater var på förhand utsedda av handledaren medan övriga var tillfrågade av författaren. Interna kandidater arbetade direkt eller indirekt med antingen regelverk eller kom i kontakt med skyddsspår eller dess komponenter

i sitt dagliga arbete. Externa intervjupersoner ansågs besitta expertis och perspektiv som kunde vara relevant för arbetet.

Urvalet gjordes utifrån behovet att kunna besvara arbetets frågeställning på ett adekvat sätt och därigenom uppnå syftet att bland annat undersöka besparingsmöjligheter vid byggnation av skyddsspår. Samtliga tillfrågade personer har tackat ja till intervju och medverkar i detta arbete.

Intervjuernas ändamål var att kandidaterna skulle få möjlighet att dela med sig av så mycket erfarenhet som möjligt samt att kunna göra egna tillägg och inspel, utöver svaren på de frågor som ställts. Intervjuerna hölls därför semistrukturerade. Intervjuerna var även kvalitativa då varje tillfälle hade sitt eget förberedelseunderlag, utifrån intervjupersonens expertisområde. Stor vikt lades vid öppna frågor under intervjuerna samt följdfrågor på perspektiv och ämnen som lyftes av intervjukandidaten.

Majoriteten av intervjuerna föregicks av en kortare förintervju. Syftet med denna var att ge intervjukandidaten möjlighet att förbereda sig inför den faktiska intervjun, men också för att författaren skulle få en bättre bild av personens kunskapsområden. Intervjuerna genomfördes både fysiskt och digitalt, varav sex intervjuer skedde fysiskt och fyra via Skype/Teams. Under alla utom två gjordes en ljudupptagning med kandidaternas godkännande för att säkerställa tillförlitligheten i resultatet. Dessa ljudupptagningar sparades hos författaren av arbetet. Samtliga intervjuer pågick mellan 50 och 90 minuter. För de intervjuer som inte spelades in (S1 och Ö1 enligt *tabell 1* nedan) har efterföljande samtal och mailkorrespondens använts för att styrka intervjuresultaten.

I *tabell 1* nedan ges information om intervjuerna som genomförts. Tillfrågade personer hålls anonyma då det är dess yrkesroll och erfarenhet som varit relevant för arbetet, och inte vad personen heter. Intervjuerna är därför kodade med bokstav och siffra för att underlätta hänvisningen vidare i arbetet.

Tabell 1: Lista över intervjudeltagare med yrkesroll och intervjudatum.

Förkortning i arbetet	Yrkesroll och/eller erfarenhet	Intervjudatum	Inspelad	Plats
C1	Inköpsutvecklare & Projektledare ”Cirkulära materialflöden”	11/3–26 Tillsammans med C2	x	Digital
C2	Verksamhetsutveckling inom logistik. Del i projektet ”Cirkulära materialflöden”	11/3–26 Tillsammans med C1	x	Digital
B1	Ansvarig för slipers och befästningar i spår och spårväxel	17/3–26 Tillsammans med B2	x	Fysisk
B2	Ansvarig för regelverket kring stoppbockar	17/3–26 Tillsammans med B1	x	Fysisk
U1	Spårutformare med bakgrund hos entreprenör	19/3–26	x	Fysisk
K1	Komponentspecialist, slipers och befästningssystem. Del i ”Cirkulära materialflöden”	20/3–26	x	Fysisk
P1	Delprojektledare bana med produktionsbakgrund	23/3–26	x	Fysisk
V1	Spårväxeexperter från Vossloh	23/3–26	x	Digital
R1	Handläggare TRVINFRA 00018. Räl och svetskunnig	24/3–26	x	Digital
S1	Signalspecialist	31/3–26		Fysisk
A1	Ansvarig TRVINFRA 00012	20/4–26	x	Digital
Ö1	Spårspecialist	13/5–26		Fysisk

3.3 Informationsinhämtning ur Trafikverkets system

För att kunna tillgodose behovet av anläggningsinformation till arbetet har ett antal av Trafikverkets system använts. Främst har BIS och Cirrus (360-fotografering av järnvägsanläggningen) använts för ökad anläggningskännedom. Dessa två program tillsammans med ett utdrag om leveransdata över Vosslohs levererade växlar per år, ligger till grund för sammanställningen av antalet skyddsväxlar i anläggningen.¹

Sammanställningen skapades genom att utifrån givet växelnummer och driftplats har BIS använts för att lokalisera spårväxelns placering. I syfte att kunna utreda huruvida det var en skyddsväxel eller inte. BIS var till god hjälp och i vissa otydliga fall var Cirrus till hjälp i bedömningen.

Materialkatalogen, som är Trafikverkets plattform för beställning av tekniskt godkänt material (TGM), har använts för prisuppgifter på anläggningskomponenter. För att kunna få en uppfattning kring materialkostnad på skyddsspår med olika utformning var Materialkatalogen till hjälp. Prisuppgifterna där är inte statiska utan varierar över tid utifrån bland annat Trafikverkets inköspriser från tillverkare, valutakurser och världsmarknadspriset på råvaror, men har ansetts ge en tillräcklig fingervisning på potentiella prisskillnader. Prisinhämtningen gjordes under april 2026.

Uppgifter kring typritningar och komponentförteckningar har samlats in från bland annat ProjectWise – System och komponenter. Där har bland annat ritningar och instruktioner kring dimensionering av stoppbock Gulo inhämtats.

3.4 Platsbesök i anläggningen

Det har även genomförts platsbesök på ett antal driftplatser. Bland annat har Rekarne, Härad, Flemingsberg, Älvsjö och Uppsala besökts. Syfte var att få inblick i olika anläggningsdelar och att få omsätta kunskap kring regelverket i praktiken, samt ges en uppfattning om exempelvis skyddsspårs längd och storlek på stoppbockar.

En stor del av bilderna i arbetet fotades under dessa platsbesök. Kraven på skyddsspår har ökat med tiden, men av praktiska skäl finns vanligen inga tvång på att bygga om anläggningsdelar, som inte är uppenbart farliga, utefter nya regelverket förrän vid nästkommande större underhållsinsats eller liknande. Därför finns det skyddsspår från olika tidsepoker ute i anläggningen, som varit givande att undersöka.

¹ Se sammanställning i bilaga A.

3.5 Beräkningar

Utifrån syftet att visa på en eventuell kostnadsbesparing vid byggnation med begagnat spårmaterial har en jämförande beräkning genomförts baserats på uppgifter ur Materialkatalogen. På så vis ges en indikation kring eventuella besparingar per nybyggt/upprustat skyddsspår.

Utifrån ett visst ifrågasättande av gängse skyddsnivå på skyddsspår i vissa situationer görs en översiktlig accelerationsberäkning av olika fordonskonfigurationer. Regelverket för dimensionering av skyddsspår visade sig vara ytterst oflexibelt varvid det gjordes ett försök att visa på nyttan med ett mera situationsanpassat regelverk. Syftet med beräkningen var att uppvisa att en omotiverat stor materialåtgång krävs för att anläggningen ska leva upp till regelverket i vissa fall, som på kortare uppställningsspår (exempelvis s.k. BV-stick).

3.6 Metodutvärdering

Slutsatserna är till viss del beroende av prisuppgifterna ur materialkatalogen vid arbetets sammanställande. En annan prisbild, specifikt prisskillnaden mellan nytt och begagnat på ingående komponenter, kan få följder för slutsatsernas utfall och bör tas i beaktning i vidare analyser av arbetets resultat.

Utifrån att en viss del av regelverksanalysen grundats i diskussioner med kollegor samt egna tolkningar, kan noggrannheten ifrågasättas. Det förelåg en viss risk att delar ur andra applicerbara regelverk borde ha berörts och påverkat arbetets slutsatser, om dessa togs i beaktning. Dock har de flesta regelverksförvaltare rörande skyddsspårets komponenter intervjuats och det kan anses sannolikt att om andra nödvändiga perspektiv inte framkommit där, har de troligen ingen bäring på berörda frågeställningar. Risken för missade kravstexter, som hade kunnat leda till förändrade slutsatser i arbetet anses därför liten, eftersom intervjukandidaterna ansågs ha bred ämneskunskap i sina berörda områden.

Med utgångspunkt i att regelverket inte upplevdes tydligt eller omfattande och att arbetet berör en anläggningsdel, som saknar egentlig definition. Intervjuerna av bland annat regelverksförvaltare har varit en gångbar metod för att uppnå en tydlig överblick och informationsinhämtning av regelverkets bakgrund och krav. Det värderades positivt att ges möjligheten att kunna diskutera direkt med expertis på kärnan av regelverket. Således minimerades det egna tolkningsutrymmet av skriven text. Eftersom intervjuerna dessutom spelades in och att det lyssnades upprepade gånger dem under arbetets sammanställning, bör resultatet och således arbetets slutsatser sammantaget anses ha hög tillförlitlighet.

4 Resultat

Under detta avsnitt följer en sammanställning av intervjuernas resultat. Kapitlet är uppdelat på skyddsspårets komponenter och andra faktorer som kan påverka utformningen. Flera av intervjukandidaterna gav sina perspektiv på liknande anläggningsdelar, varvid flera intervjuers resultat är samlade under respektive rubrik. Se *tabell 1* för härledning av intervjupersonernas förkortningar.

4.1 Kopplingen mellan ban- och signalteknikens perspektiv

S1 berättade att, utifrån signalteknikens perspektiv kring skyddsspår och skyddsväxlar finns det krav på att det ska finnas en skyddsväxel i vissa situationer, som kräver front- eller sidoskydd (Trafikverket 2025d). Kraven på banöverbyggnadens övriga utformning faller således under banteknikens regelverk, berättade U1. Signalregelverket pekar enbart på att en skyddsväxel ska existera i utpekade situationer fortsatte S1 och att det vidare är banteknikens regelverk, som styr vad det faktiskt innebär ner på komponentnivå samt hur utformning i stort kan ske.

4.2 Samordning mellan teknikområden

U1 lyfte under intervjun att möjligheten till enkel kontakt mellan teknikområdena värdesätts högt, men att det inte alltid är möjligt att kunna diskutera olika lösningar på utformning mellan teknikområdena. I skedet när spårutformningen sker upplevs det vanligen att övriga teknikområden inväntar den fastställda spårlinjen, innan de kan börja sina arbeten. Både S1 och U1 uttryckte en önskan om ökad samordning mellan teknikerna och att berörda från både signal och el ges större inflytande på spårutformarens arbete. De såg möjligheter till effektivare helhetslösningar genom ett sådant arbetssätt, vilket i slutändan kan innebära en billigare slutprodukt.

Riskerna som identifierats av U1 var att utformaren fastställt en lösning som resulterat i en komplicerad lösning för andra teknikområden, för att uppfylla sina regelverk. Det lyfts exempel från projekt där förskjutning i längdled av enstaka växlar inte märkbart påverkat spårutformarens arbete, men gjort stor skillnad i komplexitet och byggkostnad för både el och signal. Det konstateras att mer tid för samordning är en effektiv metod för att kunna reducera utgifterna för en likvärdig slutprodukt.

4.3 Räl

R1 förklarade att det finns en stark korrelation mellan utmattning i rälfoten och slipersavstånd. Det utvecklades med att höga spänningsnivåer i undersida rälfot inte är positivt, eftersom det tenderar att leda till utmattning med sprickbildning och materialbrott som följd. Förenklat kan rälen ses som en

balk, som vilar på upplag och där avståndet mellan upplagen förändrar spänningen i balkens undersida vid samma last. Rälens beständighet är därför beroende av slipersavståndet, men även axellasten är en viktig faktor i dimensioneringen av banöverbyggnaden, fortsatte R1. Idag dimensioneras spåret som helhet för att rälfoten inte ska nå en alltför hög spänningsnivå och förklarar att omkring storleksordningen 250 MPa är ett gränsvärde för utmattningsnivå i rälfoten. Att det spänningsvärdet har hög risk att orsaka rälsprickor på grund av utmattningsnivå stärks även i Statens haverikommissions rapport efter en tidigare urspårning, där rälsbrott bedömts vara orsaken (SHK 2023, s. 25).

Böjmotståndet varierar även med rälprofiler och en tyngre räl klarar generellt att motstå böjning bättre, eftersom rällibet där är bredare, i kombination med en större massa längre ut från dess tyngdpunkt. Denna utformning ger en ökad styvhet, vilket R1 förklarade minskar risk för skador och ger bättre livslängd.

4.3.1 Återbruk av räl

Historiskt har det funnits försök till återbruk av räl i större skala inom de underhållsregioner, som fanns under 1990-tal, berättade R1. Det var ett projekt som inte fortsatte i stor skala och spår har i princip alltid byggts av nytt material vid ny- och ombyggnationer, fortsatte R1. Vidare förklaras att anledningen var ett begränsat användningsområde av det begagnade materialet. Platser, som hade kunnat upprustas med begagnat material, såsom sidospår skedde ytterst sällan, varför behovet av det begagnade materialet var begränsat.

R1 beskrev att behovet idag är ett annat, det ses ett större värde i upprustningar med begagnat material av främst två skäl. Det första är att de räler, som börjar behöva bytas idag tillverkades under 80- och 90-talet och höll en betydligt bättre materialkvalité än tidigare årgångar. Därför finns ett större incitament idag att återbruka, eftersom grundmaterialet håller högre klass. Generellt återanvänds inte räler valsade före 1983 på grund av en allmänt högre risk för tillverkningsfel och defekter, utifrån krav 37416 i TRVINFRA- 00018 (Trafikverket 2025c).

Det andra skälet som lyfts är ur ett miljömässigt perspektiv. Nyttillverkningen av räl släpper ut en ansenlig mängd växthusgaser och finns det möjlighet att minska dessa är det önskvärt, klargjorde R1.

4.3.2 Revidering av räl

Om inte direkt återanvändning av rälen sker, kan den skickas för revidering. Rälen som bedöms lämpliga för återanvändning, vid exempelvis spårbytesprojekt, revideras och klassificeras utefter riktvärden i TRVINFRA-00018, berättade R1 och de förväntas därefter kunna användas för upprustning av platser med lägre trafikintensitet.

Revideringsprocessen börjar med grovsortering i spår förklarade R1 och berättade att alla svetsar, vita märkningar från oförstörande provningar (OFP), besiktningsanmärkningar, kabelförbindningar, isoler och liknande kapas bort. Resterande räler kapas i önskad längd och fraktas till Sannahed för inspektion. Där sker en visuell kontroll och oförstörande provning genom ultraljud samt virvelströmskontroll av rälfotens undersida, i syfte att upptäcka mikrosprickor. Rälerna klassificeras därefter som sort 1–3 utifrån på förslitningsgrad och kan användas i rälbyten i sammanhang, som godkänns av TRVINFRA-00018, utifrån bland annat trafikmängd och axellast.

Vad som avgör vilka sorter som tillåts på vilka platser, är bland annat linjeklass och således STAX, samt huruvida det är huvudspår eller sidospår, se *figur 5*. Där utläses att på sidospår upp till STAX 22,5 är alla sorter av begagnad räl tillåtna att använda. Dock kring skyddsspår bör regelverket avseende stoppbockar tas i beaktning, speciellt krav 37668 i TRVINFRA-00018, poängterade B2. Det kravet innebär att rälens höjdsitage maximalt får vara 2 mm längs installationslängden, för att bromselementens funktion ska vara tillfredsställande.

4.3.3 Förstärkningsräl

Gällande utformningen vid behov av förstärkt spår, föreskrivs det i TRVINFRA-00018 (Trafikverket 2025c, kap 11.2.2.5). Utformningen skiljer sig inte gällande skyddsräler, som används på broar och i tunnlar, berättade R1. Regelverket förespråkar begagnad 50 kg- räl av anledningen att rälfoten är för bred på 60 kg- räl. Den bredare rälfoten gör att de tyngre rälerna inte kan fästas i de betongslipers som finns att tillgå på aktuell marknad, konstaterade B1. I träslipers borrar vanligen hålen för infästningen av förstärkningsrälen på plats, vilket innebär att rälfotens bredd spelar mindre roll. Det är heller inte klarlagt om 60 kg- räl kan användas som skyddsräl på träslipers, eftersom den är högre än 50 kg- rälerna, förklarade B1. Dock, utifrån kraven kring skarvfria spår, önskad livslängd och miljöaspekter, används uteslutande betongslipers vid denna typ av nybyggnation, slog B1 fast.

Syftet med skyddsräler och förstärkningsräler skiljer sig åt, även om utformningen sker på likande sätt. Skyddsrälers syfte är att bibehålla fordonet upprätt och i färdriktningen vid en eventuell urspårning och på så sätt minska risken för kollision mellan fordonet och exempelvis en tunnelvägg eller bropelare. Förstärkningsrälernas syfte är däremot att tillföra extra stabilitet och styrka i banöverbyggnaden kring en stoppbock. Vanligen används glidbara stoppbockar och för att de ska fungera som tänkt finns krav på att banöverbyggnaden ska vara förstärkt, förklarade B2. En glidbar bock fungerar genom att bromsverkan erhålls genom den friktion, som uppstår när dess bromselement pressas av bocken längs med rälen. R1 resonerade vidare kring att egentligen hade det nog inte behövt vara räl som används som förstärkning, utan syftet är ett ökat böjmotstånd i överbyggnaden för att bockens glidande effekt skall uppnås. Dock antas det vara av historiska och praktiska skäl som räl använts i detta syfte, eftersom det är praktiskt med en typ av material som har flera tillämpningsområden, poängterade R1.

Begagnade räler förordas i regelverket dels utifrån ett ekonomiskt perspektiv, dels utifrån miljöfaktorer. Det anses inte speciellt hållbart att behöva tillverka ny räl av högkvalitativt stål för det ändamålet. Syftet uppfylls likväl med uttjänt räl, förklarade R1. Föresättningsvis menade R1 att billigast möjliga material som uppfyller kraven bör användas. Finns inte begagnad räl att direkt kunna återanvända på platsen för ombyggnationen, bör sort 3 vara att föredra för detta ändamål. Det finns även krav i regelverket på att vid användning av begagnad räl skall den slitna rälets farkant vändas mot spårmitt (Trafikverket 2025c).

4.3.4 Övergångsräler

De vanligaste rälerna i nuvarande anläggning väger 50 kg eller 60 kg per meter. De har skillnader i egenmått där den tyngre har en bredare rälfot och ett högre rällib. Eftersom båda typerna finns i anläggningen krävs anordningar för en sömlös skiftning mellan dessa i skarvfria spår och de kallas för övergångsräler, berättade R1. I huvudspår används de vanligen i anslutning till växlar, vilka av olika skäl inte har samma vikt som spåret i dess omgivning. Övergångsrälen är en komponent som är smidd och färdigsvetsad från fabrik och används i skarvfria spår. Det finns även övergångsskarvjärn, som kan användas i skarvspår, för övergång mellan olika rälvikter förklarade R1.

Ett vanligt tillvägagångssätt för underhåll är växelbyten beskrev R1. Fel på växlar får vanligen en stor påverkan, varför det finns en vilja att förnya dem i syfte att skapa en mer robust anläggning. Ett komplett spårbyte innebär att hela banöverbyggnaden förnyas längs en längre sträcka. Detta finns det inte alltid ekonomi till eller behov av, varför enbart växlar på en driftplats kan

bytas, fortsatte R1. Det standardsortimentet för spårväxlar förespråkar att 60E-växlar används i huvudspår, vilket leder till ett behov av övergångsräler ifall omgivande spår består av 50 kg- räler. Det är heller inte alltid spår och växelbyten sker samtidigt vid uppgradering till 60 kg- räler, utan ett par års mellanrum kan förekomma, vilket föranleder behov av övergångsräler. Det är även eftersträvansvärt att harmonisera anläggningskomponenterna och för detta bör standardsortimentet användas, fortsatte R1. Reservdelshållningen förenklas även om specialkomponenter inte används.

Således finns ett behov av övergångsräler för smidig färd mellan räler av olika typer. Ur materialkatalogen gavs prisuppgifter på leveransklara övergångsräler av standardtyp för övergången mellan 50 kg och 60 kg- räler. Det finns två typer med olika längd, 12 och 18 meter, som har en förhållandevis hög styckkostnad.

4.3.5 Övergångsräl för skyddsspår

Övergångsrälerna, som finns att beställa ur materialkatalogen, är i första hand till för användning i huvudspår, där höga krav ställs på spårläge och en mjuk övergång mellan olika räiltyper. R1 förklarade att övergångsrälen i materialkatalogen är lång, dyr och kanske inte helt rimlig att använda för ett skyddsspår, om skyddsväxeln skulle få högre rälvikt, utan att skyddsspåret skulle byggas om. På ett sidospårsklassat skyddsspår bör kraven vara lägre än på huvudspår slog R1 fast och uttrycker att kostnadsbesparande åtgärder, utan försämrad funktion är positivt.



Figur 9: Övergångssvets mellan 43 och 50 kg- räler. Eget foto

En övergångssvets med termit kan användas i stället för övergångsräler. Denna metod är tillåten att användas på sidospår vid övergång mellan olika rälvikter, vilket förordades av R1. Ett exempel ges i *figur 9*. Detta är även metoden som används för äldre enkla eller dubbla korsningsväxlar (EKV/DKV) med rälvikt på 54 kg. Beskrivningen finns i krav 34758 i TRVINFRA-00016 (Trafikverket 2025f). Det lyftes särskilt av R1 att skyddsspåret vanligen inte förväntas ha någon trafik alls och att en övergångssvets ska vara tillräckligt om olika rälvikter används.

4.3.6 Rälers längdutvidgning

Räl är ett stålämne som valsas ut till sin karakteristiska form. En gemensam egenskap hos stålmaterial är en temperaturberoende utvidgning. Rälen är att likna vid en stång och förändringen i höjd och bredd är försumbar jämfört med förändringen i längdriktningen, vid varierande temperatur. I banöverbyggnaden överförs rälens längsgående krafter, med hjälp av befästningens klämkraft, ner i slipersbädden, formulerade A1. Makadamen har sedan som uppgift att sprida krafterna i banöverbyggnaden och att hålla slipersplaceringen stabil. Detta är vad som menas med mothåll och ett bra ballastmotstånd. Har befästningssystemet tillräcklig klämkraft och makadambädden tillräckligt ballastmotstånd, bidrar detta till att systemet har en hög beständighet mot temperaturberoende längdutvidgning, förklarade R1.

Är inte beständigheten mot temperaturkrafterna tillräckligt hög är solkurvor en sannolik följd vid höga temperaturer. Solkurvor är ytterst oönskade och medför hög risk för urspärning, underströk R1.

4.3.7 Neutralisation

För att jämna ut de längsgående krafterna i områden med stor variation i årstemperatur, exempelvis Sverige, är det viktigt att rälernas spänningsfria temperatur hålls inom ett visst intervall, förklarade A1. Vid höga temperaturer utvidgas rälen och vid låga krymper den, vilket kan resultera i solkurvor respektive rälsbrott, varför neutraltemperaturen har betydelse. Vid större ingrepp där rälen svetsas ihop utanför intervallet för neutraltemperatur behövs därför en neutralisering, där rälmängden justeras. En neutralisering innebär att rälen kapas upp och sen svetsas ihop igen, vid en rältemperatur inom önskat intervall.

Neutraltemperatur och spänningsfri temperatur har samma betydelse och innebär att rälen då innehåller varken tryck- eller dragkrafter i längsriktningen. Denna temperatur bör vara inom ett visst intervall för att minimera riskerna

för rälsbrott eller solkurvor, eftersom krafternas extremvärden då inte blir alltför stora. Det är således viktigt att den spänningsfria temperaturen är inom givet intervall, utifrån kapitel 7.2.1 i TRVINFRA- 00012 (Trafikverket 2025b).

Denna temperatur kan även nås artificiellt genom exempelvis sträckning av ett längre parti räl förklarade A1. Rälen kapas då upp, dras ut och svetsat ihop igen med resultatet att den spänningsfria rältemperaturen höjts, förklarade A1. Vid nybyggnation nås samma resultat genom att spåret slutsvetsas vid önskad neutraltemperatur.

4.3.8 Kopplingen mellan rälutvidgning och skyddsspår

A1 lyfte sin bild och motiv till varför vissa av kraven finns kring skyddsspår. Bland annat kommenterades krav 258316 i TRVINFRA- 00012 (Trafikverket 2025b). Kravet innebär att vid en STH på 100 km/h eller högre genom skyddsväxeln vid nybyggnad, finns vissa styrningar kring materialval och utformning på skyddsspåret. Skyddsspårets längd från BKS ska vara minst 50 meter samt att rälets vikt och slipersmaterial ska vara samma för skyddsspåret, som i växeln.

Motiven till kravet grundar sig på en del avväganden, berättade A1. Vid högre hastigheter är toleranserna för ett bra spårläge mindre, vilket ställer högre krav på ballastmotståndet kring växeln. En växel som tillåter höga hastigheter är vanligen längre och har fler rörliga delar, speciellt vid hög tillåten STH i grenspår, varvid kravet på ett bra spårläge därför är än högre, fortsatte A1. Därför resonerades det kring att det behövs högre krav på mothåll mot temperaturberoende krafter i rälen, vid högre hastigheter genom skyddsväxeln, för att minska risken för problem i växeln vid temperaturskiftningar.

Gränsdragningen för kravet blev STH 100, utifrån en pragmatisk syn på verklighetens förutsättningar. Det resonerades vid skrivningen av kravet kring att det existerar ett stort antal korta skyddsspår i anläggningen och att det på många platser inte finns plats att förlänga dem vid ombyggnad. Empiriskt sett har det fungerat bra med denna gräns, lyfte A1 och poängterar att genom kravet ges skyddsväxeln goda förutsättningar för en hög driftsäkerhet.

Ett annat perspektiv bakom kravet berättade A1, var att harmonisera det med andra tillämpliga krav. I krav 35769 i TRVINFRA- 00012 utläses att minsta avstånd på helsvetsat spår, som slutar i anslutning till en spårväxel är 50 meter (Trafikverket 2025b). Detta krav gäller i alla situationer och får således en direkt följd på skyddsspår. I kravets rådtext förklaras att anledningen är att minimera oönskade spårkrafter i spårväxelns omgivning, vilket lyfts i tidigare

stycken, samt att korta spår är problematiska att förvalta med hänsyn till spänningsfri temperatur. Det ställs därför krav på att helsvetsade spår ska fortsätta minst 50 meter från en spårväxel för att andningszonen inte ska drabba spårväxeln. Det framgår även att spår i anslutning till en spårväxel bör undvikas att vara mellan 100–250 meter, eftersom det medför problem vid mätning av spänningsfri temperatur och neutralisation. Krav 258316 och 35769 bygger således på varandra då de har samma motiv (Trafikverket 2025b).

4.3.9 Skyddsspårets längd utifrån neutralisationsbehovet

Kraven på minsta längd av spår i anslutning till en spårväxel härstammar även från neutralisationsbehovet, beskrev A1. Från FSK sett fortsätter farrälerna i en helsvetsad spårväxel kontinuerligt åt varsitt håll. Den ena rälerna följer grenspåret och den andra följer växelns stamspår. A1 redogjorde för att det finns en teoretisk risk för olika spänningsnivåer i rälerna vid FSK, om växelns ena spår slutar tätt inpå BKS. De andra två rälerna möts i växelns korsning och utifrån dess lätt kilformade geometri kan de få ett bättre mothåll än de kontinuerliga farrälerna.

Främst när växelns ena spår slutar tätt inpå BKS, vid exempelvis ett skyddsspår, kan denna obalans uppstå, fortsatte A1. Följderna av de olika spänningsförhållanden är snedställda slipers och problem med växelns driftsäkerhet, när olika delar riskerar att förskjutas mot varandra på ett inkorrekt sätt. Det riskerar även att bli problem vid neutralisering kring växelns FSK, beskrev A1. Detta eftersom farrälerna som tar slut tätt inpå BKS saknar tillräckligt mothåll för eventuell sträckning. A1 betonade att helst bör det kortaste spåret från växelns BKS fortsätta uppemot 100 meter för att helt undvika detta problem, speciellt vid de största räldimensionerna. Förskjutning av räl avtar relativt fort från den fria änden, beroende på bland annat ballastmotstånd.

Skyddsspår behöver därför ha en viss längd för att kunna agera tillräckligt mothåll menade A1. Detta för att inte riskera att skyddsväxeln hamnar i spårslutets andningszon och då påverkas av eventuella skillnader i rälernas längsgående krafter.

Dock är detta ingen exakt vetenskap, bedömde A1 och förklarar att det är främst historisk empiri som ligger bakom denna kunskap. Det konstaterades emellertid att om risken för rälförskjutning i växeln kan minskas, ökar driftsäkerheten till viss del, vilket är kärnan i resonemanget och grunden till kravet.

4.4 Slipers

Allt materiel som används i Trafikverkets anläggning ska vara teknisk godkänt, berättade B1. Bland annat slipers och befästningar ska uppfylla vissa krav som är reglerade på EU-nivå. De kallas tekniska specifikationer för driftskompatibilitet (TSD) och innebär exempelvis att det ska uppfyllas vissa krav på isolationsförmåga, för att inte påverka spårledningens funktion.

4.4.1 Betongslipers

Gällande standardsliper finns generellt två typer i nuvarande sortiment av linjeslipers i betong, en för banor med maximalt STAX 25 och en för upp till STAX 35. Den senare används bland annat på Malmbanan. B1 förklarade vidare att det tidigare var planer på att använda den kraftigare slipern överallt, men att det senare ansetts som resursslöseri, då det funnits andra hinder mot höjd tillåten axellast på andra banor. Detta var ett beslut som implementerades men sedan drogs tillbaka och därför förekommer båda typerna i olika delar av anläggningen. Utöver linjeslipers finns även slipers med förgjutna hål för skydds- eller förstärkningsräl, samt slipers av andra material.

Växlar och dilatationsanordningar är standardprodukter och beställs som färdiga paket från tillverkaren med specialanpassade slipers. Dessa prefabriceras vanligen och anordningarna levereras färdigmonterade till platsen där de ska monteras i spåret, berättade V1. Dessa slipers är vanligen unika för respektive produkt och är ingenting som arbetet berör vidare.

4.4.2 Andra slipersmaterial

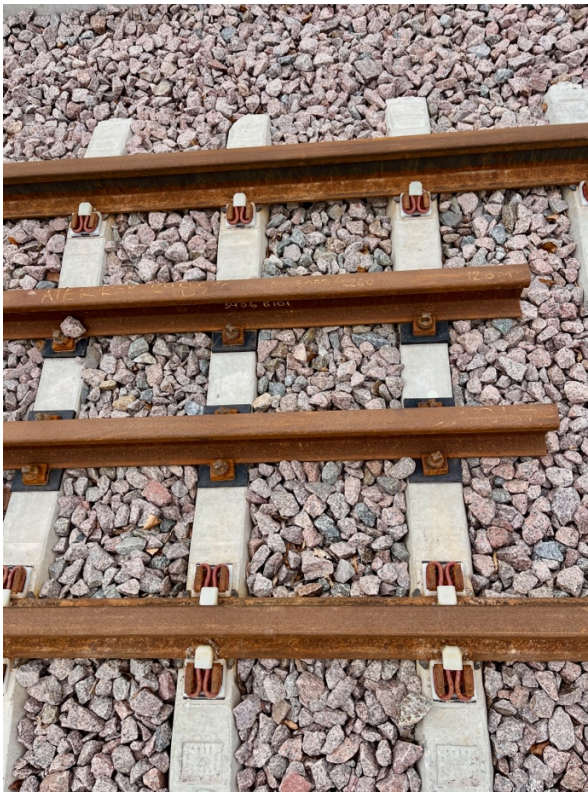
Träslipers var väldigt vanligt historiskt, men hade sina nackdelar kring livslängd och dess cancerframkallande impregnering. Kreosot, som impregneringen hette, är utfasad och numera används en kopparbaserad impregnering till träslipers, förklarade K1. En del av befintliga skyddsspår är byggda med träslipers men vanligen byts dessa mot betong vid upprustning.

Det pågår även försök med en kompositsliper där avsikten är att de ska efterträda träslipers. Det sker ett pilotprojekt kring detta i samarbete med Storbritannien, som ska utvärderas under kommande år, berättade K1.

4.4.3 Slipers för förstärkningsräl

Betongslipers kan ha förgjutna plugg för infästning av skyddsräl eller förstärkningsräl. De följer samma specifikation som vanliga linjeslipers, men används enbart på platser med behov av skyddsräler eller förstärkt spår.

Monteringen är likadan i båda fallen och ses i *figur 10*. Dessa platser är exempelvis på broar, i tunnlar och vanligen kring stoppbockar. Sett till den totala andelen tillverkade slipers är dessa slipers ytterst få, uppgav B1.



Figur 10: Slipers med monterad förstärkningsräl. Eget foto

Slipers för förstärkningsräl i exempelvis trä eller komposit har inget eget artikelnummer i materialkatalogen. Anledningen är att det kan borrar i dem ute på plats vid monteringen och därför särskiljs inte dessa från vanliga linjeslipers i beställningen. Dock är behovet begränsat, eftersom det är få platser som nybyggs med annat än betongslipers. Ett undantag är direktinfästa slipers mot broars stålkonstruktion, där betong inte är lämpligt, beskrev K1.

K1 förklarade att även linjeslipers i betong i teorin kan förberedas för montering av skyddsräl. Det går att borra i dem, utan att betongens armering ska vara i vägen, för att fästa plastpligg för rälsskruv. Detta hör inte till vanligheterna förklarade B1 och var frågande till om det verkligen gjorts i verkligheten. Prisskillnaden av nya slipers med och utan dessa förgjutna hål är begränsad och B1 antog att arbetskostnaden för att utföra borrareringen överstiger skillnaden i pris. Se *tabell 2* för prisuppgifter. Dock pekade K1 på att möjligheten finns och att det kan utredas vidare, utifrån avsikten att öka användningsområdet för återbrukat spårmaterial.

4.4.4 Slipersavstånd

R1 berättade att banöverbyggnaden måste ses som en helhet, där rälprofiler och utmattningsgränsvärden korrelerar med tillåten axellast och slipersavstånd. TRVINFRA- 00012 föreskriver att ett nominellt slipersavstånd om 600 mm ska användas vid ny- och ombyggnationer av huvudspår (Trafikverket 2025b). Detta medför en god spårstabilitet och avlastar rälen. I spår klassade som sidospår finns öppningar att även tillåta slipersavstånd om 650 mm och 750 mm, vid linjekategori upp till STAX 22,5 (Trafikverket 2025b, kap 7.1.2). R1 och A1 resonerade dock kring att det finns skäl till att undvika ett varierande slipersavstånd. Det innebär svagare punkter i anläggningen och ett ökat slipersavstånd innebär ett sämre totalt ballastmotstånd. Det är inte helt klarlagt vilka direkta följder det kan få, men generellt lyfter de att risken för ett sämre spårläge och solkurvor ökar.

De diskuterade kring att banöverbyggnaden är att se som ett system med flera ingående faktorer. Ändras en faktor, såsom slipersavstånd, är det möjligt att den totala påverkan inte blir märkbar, men om fler faktorer förändras samtidigt innebär det stora risker för spårets stabilitet. De understrykte att det är önskvärt med ett likformigt system i så stor utsträckning som möjligt och att det inte är helt klarlagt i vilken mån helheten påverkas av ett varierande slipersavstånd. Det konstaterades dock av R1 och A1 att det inte är eftersträvänsvärt att inte förändra faktorer som påverkar spårstabiliteten alls och att slipersavståndet är 600 mm i huvudspår på goda grunder.

Utifrån ett byggnationsperspektiv lyfter P1 att slipersavståndet inte påverkar byggandet nämnvärt. Det viktigaste är tydlighet i bygghandlingen och i de ritningar som levereras, eftersom ett annat slipersavstånd än 600 mm är ovanligt. P1 ser inga svårigheter alls i byggprocessen av exempelvis skyddsspår med större slipersavstånd, eftersom de vanligen byggs med någon typ av traktorgrävare. Med en sådan maskin kan maskinisten enkelt justera hur sliprarna placeras och anpassa slipersavståndet.

4.4.5 DEF- problematik

Försenad ettringitbildning förkortas DEF (Delayed Ettringite Formation), vilket också gett namn åt detta materialfel. B1 berättade att under tidigt 90-tal skalades tillverkningen upp hos en av de dåvarande slipersleverantörerna. Denna produktionsökning gjordes dock med felaktiga tillverkningsmetoder, som resulterade i till försenad ettringitbildning i slipersen. Bildningen av detta mineral ska ske, men en försenad bildning leder till en inre volymökning när ytskiktet redan härdat. Då föreligger stor risk för ytsprickor på slipersen med snabb tillväxt och kraftigt försämrad bärighet (Trafikverket 2025e).

Spår dugligheten hos slipers försämras snabbt vid denna sprickbildning. Livslängden förkortas kraftigt och redan efter några år kan slipers bärformåga vara helt förlorad, förklarade B1. Slipers med synliga sprickor färgmarkeras, se *figur 11*. De sträckor där de slipers lagts in är under bevakning och arbete pågår med att fasa ut dessa, fortsatte B1 och berättade att det handlade totalt om ett par miljoner slipers som hann läggas ut i anläggningen, innan problemen uppdagades. Återbruk av slipers från dessa drabbade årgångar undviks således av förklarliga skäl.



Figur 11: Färgmärkt DEF- sliper med längsgående sprickor. Eget foto

4.5 Befästningar

Fist och Hambo var befästningstyperna till de första betongsliperna, berättade B1. Dess konstruktion ledde till bland annat rostproblem och när befästningen inte längre höll, krävdes ett slipersbyte. De har även begränsad klämkraft, varvid det pågår arbete för att dessa ska fasas ut. E-clip och Fastclip i olika varianter är de vanligaste idag och har god klämkraft, fortsatte B1. I *figur 10 & 11* har sliperarna Fastclip FE respektive e-clip befästning. Pandrol Fastclip FE är standardbefästningen vid nybyggnation med betongslipers och för träslipers är det uteslutande Heyback som används på Trafikverkets spår. Vid beställning av betongslipers levereras befästningen färdigmonterad, för att enkelt kunna skjutas fast när rälen är placerad rätt, förklarade B1.

4.6 Stoppbock

Regelverket föreskriver hur utformning av stoppbockar ska ske utifrån dimensionerande hastighet på spåret och förmodad största tågvt. Detta resulterar i ett recept kring vilken storlek på stoppbock, antal bromselement och installationslängd som krävs för att möta kravställd bromsförmåga, berättade B2. Stoppbockar finns i olika varianter på anpassade efter trafiktyp och önskvärd skyddsnivå och modellvalen finns i TRVINFRA- 00018 (Trafikverket 2025d, kap 11).

Historiskt har det funnits många typer av anordningar för att hindra fordon från att åka av spåret. Anordningen som byggs i nuläget benämns för stoppbock, men det förekommer även grushögar eller fastkedjade slipers vid spårslut, berättade Ö1. Dessa ersätts ständigt med modernare lösningar med högre skyddsnivå. *Figur 12* visar en äldre stoppbocksvariant, tillverkad av uppböjda räler med en fastbultad sliper och förekommer på vissa lågtrafikerade spår. Den vanligaste stoppbocken i anläggningen är M77 (*figur 14*) i olika utföranden, uppgav Ö1, men förklarade att det är modell Gulo (*figur 13*) som är den nuvarande upphandlade standardstoppbock vid nybyggen. I *figur 13* en är stoppbocken utrustad med mittbalk för centralkoppel, då placeringen är på en sträcka trafikerad med hög andel motorvagnar. Detta tillägg görs för att minska risken för skador på fordonet vid påkörning, förklarade Ö1.



Figur 12: Stoppbock av äldre modell. Eget foto



Figur 13: Stoppbock Gulo FCK. Eget foto



Figur 14: Stoppbock M77. Eget foto

4.7 Stoppbock för skyddsspår

Under intervjun med B2 ansågs det till viss del orimligt att benämningen skyddsspår per automatik ska leda till tvingande krav för användning av den största stoppbocken, i alla situationer. B2 lyfte själv att regelverksansvarig borde se över begreppsanvändningen kring skyddsspår i regelverket och menade att det borde finnas sätt att skilja skyddsspår för olika platser åt. ”Skyddsnivån hos bocken bör baseras på trafikala förutsättningar”, fortsatte B2 och resonerade kring att två varianter på skyddsnivå för skyddsspår kanske vore rimligt. Det även ett finns ett värde i enkelheten med att ha en färdig mall att använda i alla situationer, beskrev B2. Det ger en likformig anläggning och minskar antalet beslut för projektören, vilket ansågs positivt. Risken att ett skyddsspår byggs med otillräcklig skyddsnivå är obefintlig, menade B2, om det bara finns ett sätt att bygga dem på. Nackdelen innebär dock att de emellanåt byggs omotiverat kostsamt, medgav B2.

Diskussionen riktade sig främst kring krav 37649 i TRVINFRA- 00018. *Figur 15* visar ett skyddsspår byggt utefter detta krav och är dimensionerat för att bromsa 1 000 ton från 15 km/h till stopp, utan större skador. De två varianter på skyddsspår som tidigare resonerats kring föreslogs vara en utifrån nuvarande krav på skyddsspår, samt en variant med en mer flexibel utformning, utifrån omgivande förutsättningar. Dock förtydligade B2 att det då måste finnas tydliga rådtexter kring vad detta innebär för att ge projektören vägledning i hur erforderlig skyddsnivå ska uppnås.



Figur 15: Nybyggt skyddsspår på uppställningsspår med regelmässig stoppbock. Eget foto

4.8 Skyddsväxeln

Största kraften som påverkar skyddsväxeln är fordonens axellast. Nedböjning av räl är ett problem och V1 nämnde ungefär 6 mm som ett värde för farligt stor nedböjning. Detta värde ska dock nedböjningen aldrig ens närma sig vid normala förhållanden. Växelslipers är vanligen specialutformade för en viss position i växeln för bästa livslängd. Slipersavståndet i växlarna följer huvudspårets och är därför fortsatt 600 mm, men kan ha förändringar på upp till 30 mm kring exempelvis växeldriv, berättade V1. Skyddsväxlarna som används förespråkas vara ut Trafikverkets standardsortiment, eftersom både driftsäkerheten och tillgången på reservdelar då är bäst, poängterade V1.

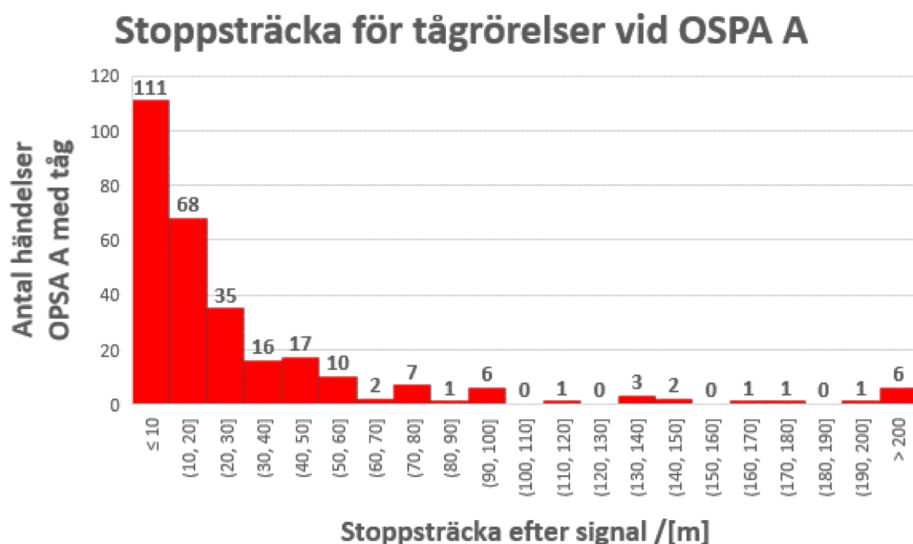
V1 lyfte även valet mellan ha skyddsspåret i skyddsväxelns stam- eller grenspår. Det önskade valet är att skyddsspåret förläggs i grenspåret, eftersom färd genom växelns stamspår ger lägst slitage. Detta problematiseras dock utifrån spåravstånd och tillgänglig järnvägsmark i omgivningen, med följden att det inte är ovanligt att skyddsspåret förläggs i skyddsväxelns stamspår, uppgav U1. En växel med hög belastning i grenspåret har över tid ett högre underhållsbehov, då slitagedelar såsom tunghalvan slits betydligt snabbare. Det är något som V1 menar ska undvikas, utifrån ett driftsäkerhets- och underhållsperspektiv. Dock gör verkligheten att det ofta inte kan undvikas,

menar U1 och även Ö1 lyfter perspektivet att den högre kostnaden i underhåll fortfarande är betydligt lägre, än vad exempelvis processen för tillhandahållandet av den extra mark som kan krävas.

4.9 OSPA A - Stoppsträcka för tågfärd

Det sker händelser där fordon passerar signaler utan körbesked. Detta innebär vanligen en riskfylld situation, eftersom fordonet då befinner sig på ett spåravsnitt, som kan vara upplåtet till andra fordonsrörelser.

Signaltekniken har krav på en minsta sträcka bakom en stoppsignal innan ett fast hinder. Denna längd är 50 meter. Utifrån ett tidigare examensarbete (Skoglund och Lundberg 2022, kap 2.5.3) visas att vid passage av signal i stopp för tågfärd, är stoppsträckan kortare än 50 meter, i en klar majoritet av fallen. Se *figur 16*.



Figur 16: Graf över antal OSPA-A för tågfärd under 5 års tid och dess stoppsträcka (Skoglund och Lundberg, 2022).

Figuren visar samtliga händelser, men andelen som skett i anslutning till skyddsväxlar framgår inte. Det kan dock resoneras kring att det vanligaste användningsområdet av skyddsspår är på driftplatser. Syftet med stoppet kan vara exempelvis tågmöten, förbigångar eller resandeutbyte. En stoppsignal i en sådan situation kan rimligen antas föregå av förvarningar genom ATC-enheten i fordonet, samt att stoppsignalen sannolikt är tydlig för föraren. Det kan diskuteras i vilken grad dessa situationer är representerade i statistiken, eller om det är i andra situationer som OSPA-A vanligen sker. Situationer med flerspår och vid större stationer har förmodligen en större förekomst av OSPA-A än vid en mötesstation på ett enkelspår, eftersom risken för misstag ökar vid distraktioner, från exempelvis intilliggande spårs signaler.

Således kan statistiken enbart ge en antydning kring stoppsträckor vid OSPA-A vid skyddsspår. Dock kan regeln om minst 50 meter mellan signal och stoppbock anses vara fördelaktigt, eftersom de flesta rörelser då stannar innan påkörning av bock, vilket då uppfyller syftet.

4.10 Linjekategori

Den generella linjekategorin på en sträcka avgör vanligen även dimensioneringen av skyddsspåren. Normalt skrivs den typen av krav i dokumentsamlingen kallad anläggningskrav för järnväg (AKJ) i ett inledande skede inför en ny- eller ombyggnation. Den vanligaste linjekategorin är D2, vilket innebär att bankroppen är dimensionerad för 22,5 tons axellast och 6,4 ton/meter (Trafikverket 2026d, kap 2.3.5). Exempelvis malmbanan har en högre klassning för att tillåta malmtåg med hög axellast, upp till linjekategori H_13 (STAX 32,5 och STVM 13,0) (Trafikverket 2024). Det finns inget tydligt regelverk kring vilken linjekategori som ska tillämpas vid ny- och ombyggnad, men generellt är D2 (STAX 22,5 och STVM 6,4 ton/m) vanligast förekommande, förklarade Ö1.

Vid upprustningsprojekt är det vanligen inget diskussion kring linjekategori alls, lyfte Ö1. Utgångspunkten är att linjekategorin bibehålls, om det inte uttalat är ett projekt i syfte att öka banans bärighet och tillåta tyngre tåg. Vid spårbyten och liknande byts aldrig linjekategori eftersom det vanligen drar med sig annat, exempelvis krav på upprustade plankorsningar, berättade Ö1.

Skyddsspår följer omgivande spårs linjekategori. Det är inte klarlagt vad som föranleder detta, men Ö1 resonerade att skyddsspåren är en del av helheten och om fordon rullar in på skyddsspåret, ska det då klara av belastningen. Ö1 diskuterade vidare kring att linjekategorin på skyddsspår bör vara något som kan föreskrivas i AKJ och ifrågasätter ifall skyddsspår verkligen behöver en högre linjekategori än D2, eftersom de inte ska trafikeras med annat än en spårriktare.

I händelse av OSPA på banor med högre linjekategori har inte stoppbocken högre skyddsnivå än på andra skyddsspår och är inte dimensionerade för att bromsa den höga tågvikten. Risker för stora skador på anläggningen vid påkörning av stoppbocken är därför överhängande, berättade Ö1. Det är ur detta perspektiv som det ifrågasätts huruvida det verkligen krävs den högre linjekategorin även på skyddsspåret, eller om det är ett slöseri på material, eftersom det förmodas stora kostnader för återställning i händelse av påkörning av stoppbocken på dessa sträckor. En linjekategori på högst D2 öppnar för möjligheter för ett ökat slipersavstånd på skyddsspåret, slog Ö1 fast.

4.11 Skyddsspårs generella utformning och dispenser

Det kan aldrig författas ett regelverk som täcker alla perspektiv, menade U1. Det förespråkas att föreskrifterna är skrivna åt det säkrare hållet, utifrån ett resonemang om att ”kan du, så ska du och du bör” undvika alla risker som, utformningen av en anläggning kan väntas bidra till. Dock behöver det finnas rum för en viss flexibilitet, fortsatte U1 och nämner dispenser som ett exempel. Gällande föreskrifterna framhöll U1 deras nybyggnationsperspektiv, vilket leder till svårare tolkningsförfaranden vid ombyggnationer och upprustningar. Appliceringen på verklighetens förutsättningar med många låsta parametrar blir svår förklarade U1, som såg ett behov av ett större tolkningsutrymme i vissa fall. Det finns en möjlighet att söka dispenser från krav, men i besparingssyfte bör regelverket justeras för att undvika tidsåtgången som krävs för att söka återkommande dispenser, menade U1.

Scenariot som gavs som exempel var att befintligt skyddsspår är byggt med 12 meters installationslängd fram till en bergvägg. Kravet vid ombyggnad betyder att en installationslängd på 17 meter krävs (Trafikverket 2025c, kap 11.1). Ett verkligt fall hade antagligen kunnat lösas genom inlämnande av en dispens, resonerade U1, med följderna att regelverksansvarige behöver göra en utredning och fatta ett beslut. En stor andel arbetstid läggs på dispensansökningar och hanteringen av dessa i flera led, varför en förändring av kravet till att utformning ska ske utifrån trafikala och omgivande förutsättningar är rimlig. Det finns flertalet godkända dispenser för både kortare och kurvigare skyddsspår än vad kravet egentligen medger, poängterade U1.

Det resonerades vidare att denna regelförändring hade medfört att byggnation av skyddsspår med kortare installationslängd vore möjligt i vissa motiverade fall. Kortare uppställningsspår med skyddsväxel nämns som exempel, där stoppbockarna i var ände följer olika regelverk, fastän det är samma tågvikt och dimensionerande hastighet för dem båda. Skillnaden är att en är placerad på ett skyddsspår, vilket föranleder krav på den största stoppbocken med 17 meters installationslängd, även om det gjorts en bedömning om att en mindre stoppbock är tillräcklig i andra änden av samma spår, förklarade U1.

4.12 Antal skyddsspår i anläggningen

Utifrån att skyddsspår inte har någon formell definition kan inte heller anläggningsmassan sorteras på ett meningsfullt sätt. I BIS finns uppgifter om alla anläggningens delar, såsom räls, slipers, växlar, stoppbockar och mycket annat. Eftersom varken skyddsväxlar eller skyddsspårens stoppbockar följer någon specifik namngivning, identifierades behovet av en annan metod, för att bestämma antalet skyddsspår i anläggningen. Författarens analys utifrån årlig

leveransdata av spårväxlar, kombinerat med anläggningsinformation från BIS gav en sammanställning med ett estimerat resultat. Se *bilaga A*.

I Trafikverkets anläggning år 2024 lades 94 spårväxlar in, varav 13 st var att anse som skyddsväxlar. Det gav en andel på 13,8 procent av årsleveransen. År 2025 lades 101 spårväxlar in, varav 11 st var att anse som skyddsväxlar. Det gav en andel på 10,8 procent av årsleveransen. Detta gav inget svar på antalet skyddsspår i anläggningen, men siffrorna ger en indikation på att antalet skyddsspår i anläggningen är relativt stor. V1 berättade även att Vossloh expanderar för att kunna öka produktionstakten och kommande år väntas växelleveranserna att öka.

4.13 Återbruk av räl och slipers

För att förbättra logistiken och skapa en effektiv organisation kring materialförsörjning av begagnat spårmaterial, pågår projektet ”Cirkulära materialflöden”, berättade C1. Det har genomförts ett par mindre pilotprojekt där begagnade slipers från spårbyten tagits omhand med gott resultat, utvecklade C2. Det är främst räl och slipers som projektet behandlar, eftersom det ses en stor potential för minskade kostnader och lägre utsläpp vid ökade möjligheter för återbruk. Det finns även andra drivkrafter bakom detta projekt, fortsatte C1. Ur ett beredskaps- och robusthetsperspektiv bör Trafikverket även ha en större mängd spårmaterial lättillgängligt, för att effektivare kunna hantera och reparera större skador på infrastrukturen.

En del i projektet är att fokusera på vad som kan återbrukas efter upprustningsåtgärder, såsom exempelvis spårbyten. De åtgärder genererar stora mängder avfall då rälen vanligen skrotas och sliparna krossas och blir fyllnadsmassor. Det anses finnas en potential att en stor mängd av det som skrotas eller krossas kan användas på nytt, förklarade C1. Det finns en önskan om att rusta upp bangårdar och andra lågtrafikerade sträckor och en kostnadseffektiv åtgärd för detta är att använda återbrukat material. Det har gjorts tester som visar att livslängden hos komponenter som räl och slipers är fortsatt lång, vid användning på lågtrafikerade platser, utvecklade C2, och konstaterade att fler platser kommer kunna rustas upp till lägre kostnad vid användning av begagnad räl och slipers.

Det är dock inte alla typer av slipers eller räl som får återbrukas och bedömningen huruvida materialet är fortsatt spårdugligt, görs utifrån riktlinjer i TRVINFRA- 00018. I kapitel 2.6 förklaras detta mer noggrant. Inför åtgärder har det på förhand inhämtats information ur tekniska stödsystem som exempelvis BIS, OPTRAM och Bessy, för att avgöra den generella status på berörd sträcka, förklarade Ö1. Begagnade slipers och räl okulärbesiktigas efter

genomfört spårbyte och det som anses fortsatt spårdugligt transporteras till upplagsplats respektive revision.

Det finns således flera fördelar vid möjligheterna till användandet av begagnat spårmaterial. P1 förklarade att idag tillfaller vanligen upprivet material till entreprenören som utför rivningsarbetet. Genom att Trafikverket i stället tar större ansvar för logistiken kring dessa materialtransporter, kan ett system för besiktning och revision implementeras i större skala. Detta förväntas underlätta hanteringen och möjliggöra hantering av begagnat spårmaterial, förklarade C2. Denna logistikkedja förväntas både minska kostnader och öka Trafikverkets generella förmåga att kunna återställa anläggningen snabbare vid skada. Sammantaget innebär projektet en organisation för att kunna tillhandahålla återbrukat material i större skala och deras slutgiltiga resultat väntas offentliggöras inom kort, uppgav C1 och C2.

Ur ett byggnations- och underhållsperspektiv ser varken P1 eller Ö1 några egentliga hinder mot byggnation med begagnat spårmaterial. Under förutsättning att det är tydliga direktiv kring vilket typ av material som ska användas på vilka platser, är det ingen större skillnad för entreprenören som ska utföra byggnationen, poängterade P1.

4.14 Materialåtervinning

För material som inte klarar återbrukskraven är målet att öka den högvärdiga materialåtervinningen, förklarade C2. Det gäller i nuläget främst räl och materialet som dels faller utanför sort 1–3, dels alla avkapade svetsar och annat spill. Strävansmålet är att detta ska kunna smältas ner och valsas till ny räl, utvecklade C1.

Det finns även ett ekonomiskt perspektiv, fortsatte C1. Eftersom stålverken alltjämt övergår till ljusbågsugnar för framställning av stål, kan andelen återvunnen råvara i tillverkningen öka och efterfrågan på skrot ökar därför hos stålverken. Det är en enklare och billigare process att tillverka ny räl av gammal räl, än att behöva framställa rälstål ur jungfrulig råvara, varför detta är efterfrågat av stålverken, berättade C1. Således kan detta skrot som tidigare skänkts till entreprenören säljas direkt rältillverkare, för att både sänka utsläppen genom lägre behov av jungfruligt stål och för att minska inköpskostnaden på räl, genom skrotförsäljningen.

Även ur ett transportperspektiv finns det fördelar med skrotförsäljningen, utvecklade C2. Räl från stålverken levereras vanligen i upp till 120 meter långa stycken på speciella långrälsvagnar. Dessa vagnar transporteras tomma tillbaka till fabriken och att fylla dem med skrot på tillbakavägen ses som en stor fördel ur ett utsläppsperspektiv, konstaterade C2.

4.15 Uppskattad materialkostnad och möjlig besparing per skyddsspår

En ökning från 600 till 750 mm i slipersavstånd från BKS till spårslut ger ett minskat slipersbehov från 84 till 67 slipers, per 50 meter. Besparingen innebär 17 st slipers. *Tabell 2* nedan visar prisuppgifter från april 2026 och ger en fingervisning kring kostnadsläget för de olika produkterna.

Tabell 2 Sammanställning av priser ur Trafikverkets materialkatalog, giltighet april 2026.

Produktnamn	Pris (kr)	Enhet
Sliper betong 60E1 Fastclip FE för STAX 25-ton	780	st
Sliper betong 60E1 Fastclip FE för STAX 25-ton skyddsräl	855	st
Räl 60E1 kapad ospecificerad längd	757	per meter
60E1 begagnad <i>Sort 1</i>	302	per meter
Sliper betong 50E3 Fastclip FE för STAX 25-ton	869	st
Sliper betong 50E3 Fastclip FE för STAX 25-ton skyddsräl	862	st
Räl 50E3 kapad ospecificerad längd	699	per meter

Begagnad 50 kg- räl fanns inte att tillgå vid sammanställningen, varför detta saknas. Det kan utläsas att begagnad räl är betydligt billigare än ny. Det förväntade priset på begagnade slipers väntas hamna mellan 30–50 procent av nypriset, uppgav C1. Dock är deras projekt inte helt färdigställt, varför noggrannare prisuppgifter rörande begagnade slipers inte offentliggjorts.

Utifrån kraven på tekniskt godkänt material (TGM), finns det kravställt att tillverkningen per linjeslipers för STAX 25 inklusive befästning, men exklusive slipersmatta, får släppa ut 58 kg CO₂e, vid tillverkning mellan år 2023 och 2037 (Trafikverket 2026e).

5 Diskussion

Syftet med arbetet var bland annat en undersökning kring hur kostnads- och utsläppsbesparingar kan uppnås vid byggnation av skyddsspår. Resultaten visar dock att frågan är mer komplex än att enbart kunna rekommendera användning av återbrukat material eller ett förändrat slipersavstånd. Arbetet utvecklades delvis till en studie av hur både signal- och bantekniska regelverk och gängse rutiner påverkar utformningen av en specifik anläggningsdel.

Ett centralt resultat var att skyddsspår framstår som en väl etablerad del av järnvägsanläggningen, samtidigt som begreppets definition inte är helt tydlig. Trots detta medför klassificeringen som skyddsspår omfattande konsekvenser för spårets utformning. Krav utifrån spårssystem i stort, men även på komponentnivå utifrån regelverken kring räl, slipers och stoppbockar påverkar när ett spår betraktas som ett skyddsspår, trots att det inte tydligt framgår vilka egenskaper som särskiljer ett skyddsspår från andra typer av sidospår. Detta kan ses som ovisst eftersom det försvårar bedömningen av vilka krav som motiveras av funktion och riskbild, och vilka som främst är ett resultat av etablerad praxis.

Utifrån detta var frågan om skyddsspårets syfte central. Resultaten visar att många av de tekniska krav som idag tillämpas kan motiveras ur ett säkerhetsperspektiv. Samtidigt är det svårare att avgöra om samma krav är nödvändiga i alla situationer. Ett återkommande tema i intervjuerna var att skyddsspår förekommer i varierade situationer med delvis olika syfte och funktion. Ett skyddsspår vid en mötesdriftplats kan väntas belastas med högre krafter med betydande konsekvenser vid ett tillbud, medan ett skyddsspår på ett kortare uppställningsspår vanligen har en betydligt mer begränsad riskbild. Trots detta innebär regelverket samma krav på utformning och skyddsnivå.

Resultaten berör därmed en grundläggande fråga om balansen mellan standardisering och situationsanpassning. Standardisering är en viktig del av säkerhetsarbetet inom järnvägen. En likformig anläggning minskar risken för feltolkningar, förenklar projektering och bidrar till att säkerhetskrav uppfylls på ett konsekvent sätt. Ur detta perspektiv kan viss överdimensionering ses som ett medvetet och rationellt val. Kostnaden för en robust lösning kan vara motiverad om den samtidigt minskar risken för felaktiga bedömningar eller otillräckliga säkerhetsåtgärder. Detta är dock kostnadsdrivande för projekt och att en viss anpassningsmöjlighet av skyddsspåret utifrån de trafikala förutsättningarna på platsen är eftersträvänsvärt.

Samtidigt visar resultaten att standardisering har ett pris. Flera av de identifierade möjligheterna till kostnads- och utsläppsbesparingar begränsas

inte av tekniska hinder utan av krav som tillämpas generellt oavsett lokala förutsättningar. Exempelvis visade studien att ökat slipersavstånd i många fall är tillåtet enligt regelverket, men att denna möjlighet inte utnyttjas av andra skäl. På motsvarande sätt är återbruk av både räl och slipers möjligt under vissa förutsättningar, men den praktiska tillämpningen begränsas av krav på kringliggande komponenter och ibland av en strävan efter enhetliga lösningar. Detta indikerar att den faktiska begränsningen inte nödvändigtvis ligger i vad regelverket tillåter, utan i hur säkerhetskrav omsätts i praktiken.

Resultaten kan därför tolkas som att dagens utformning av skyddsspår i hög grad präglas av försiktighetsprincipen. När osäkerhet råder väljs den lösning som med störst säkerhetsmarginal uppfyller regelverkets intentioner. I ett säkerhetskritiskt system är detta ett naturligt förhållningssätt och något som genomsyrar järnvägens säkerhetsarbete. Samtidigt riskerar det minskade incitament att ifrågasätta etablerade lösningar, även när alternativa och potentiellt mer resurseffektiva utformningar är tekniskt möjliga.

Detta blir särskilt tydligt i frågan om stoppbockar där skyddsspåren dimensioneras enligt andra principer, än stoppbockar på övriga spår. Konsekvensen blir att två stoppbockar på samma spår i vissa fall kan dimensioneras på olika sätt, trots att de i praktiken kan utsättas för liknande belastningar. Ur ett säkerhetsperspektiv kan detta motiveras av skyddsspårets funktion som säkerhetsbarriär, även om det i den situationen anses orimligt. Samtidigt väcker det frågan om dagens dimensioneringskrav alltid står i proportion till den risk som faktiskt föreligger. Att ett kort uppställningsspår ska dimensioneras för scenarier som i praktiken inte kan uppstå, riskerar att leda till investeringar som ger begränsad säkerhetsnytta i förhållande till kostnaden.

En annan viktig observation är att flera av de identifierade besparingsmöjligheterna är relativt små när de betraktas isolerat. Besparingen från ett ökat slipersavstånd eller en ökad andel återbrukat material är begränsad för det enskilda skyddsspåret. Detta väcker frågan om det är meningsfullt att optimera varje komponent separat. Samtidigt bör effekten inte underskattas. Skyddsspår utgör en återkommande del av anläggningen och resultaten visar att nya skyddsväxlar anläggs kontinuerligt. Ur ett systemperspektiv kan därför även mindre besparingar få betydelse över tid, särskilt om de kombineras med minskad materialförbrukning och lägre klimatpåverkan.

Det är dock inte självklart att den tekniskt mest resurseffektiva lösningen också är den ekonomiskt mest fördelaktiga. Mer situationsanpassade lösningar kräver analyser, projektering och samordning mellan flera teknikområden.

Den administrativa kostnaden riskerar därför att minska eller i vissa fall eliminera den ekonomiska vinsten av den tekniska optimeringen. Detta gäller särskilt om dispenser behöver användas för att genomföra lösningen. Om samma typer av dispenser återkommer kan det ses som en indikation på att regelverket inte fullt ut speglar verksamhetens behov. I sådana situationer framstår en översyn av regelverket som mer ändamålsenlig än en omfattande användning av dispensförfaranden.

Mot bakgrund av resultaten framstår därför frågan om skyddsspårens framtida utformning som mindre av en teknisk fråga och mer av en fråga om riskhantering och regelverksutveckling. Studien ger inget stöd för att säkerhetsnivån bör sänkas och har inte heller varit syftet eller eftersträvansvärt. Däremot indikerar resultaten att det finns skäl att tydligare koppla tekniska krav till funktion och riskbild. Exempelvis hade en tydligare definition av vad ett skyddsspår är och vilken funktion det förväntas uppfylla i vilka typer av situationer, varit eftersträvansvärt.

Sammantaget visar studien att det finns en potential för effektivare resursanvändning vid byggnation och upprustning av skyddsspår. Möjligheterna till återbruk för en anläggningsdel med minimal trafikbelastning ses som en hållbar väg framåt, men att vissa regelverk inte överensstämmer och då motverkar denna möjlighet. Exempelvis gränsdragningen kring maximalt höjdsitage av räl vid montering av bromselement och klassificeringen för begagnad räl, är något som bör harmoniseras för ökad användning av begagnad räl. Ett större slipersavstånd kan däremot ses som en stor besparing av slipers, medan vissa resultat pekar mot ökade risker med det minskade ballastmotståndet det medför och att skyddsväxelns driftsäkerhet då kan påverkas, vilket inte är önskvärt. Lösningen kan även vara ett längre spår för att uppnå liknande ballastmotstånd, men arbetet som krävs och kostnaden för det förväntas vara högre än förtjänsten.

Därmed framstår ett förtydligande av begreppet skyddsspår och en ökad transparens kring motiven bakom dagens krav som minst lika viktigt som enskilda förändringar i regelverket. En sådan utveckling skulle kunna skapa bättre förutsättningar för både kostnadseffektiva och hållbara lösningar, utan att säkerheten äventyras.

6 Slutsats

Antalet skyddsspår i anläggningen kan inte sammanställas då namngivningen över anläggningskomponenten skyddsspår inte är standardiserad. Utifrån undersökningen av leveransdata utläses dock att drygt 10 % av ilagda växlar senaste åren varit skyddsväxlar. Slutsatsen är därför att antalet skyddsväxlar och skyddsspår konstateras vara betydande i Trafikverkets järnvägsanläggning.

Besparingsmöjligheter vid byggnation av skyddsspår undersöktes, utifrån ett ökat slipersavstånd och användandet av begagnat material. Slutsatsen var framför allt att banöverbyggnaden är ett gemensamt spårssystem, där även skyddsspår ingår. Utifrån detta är ett varierat slipersavstånd i anläggningen inte önskvärt. För att nå ett likvärdigt ballastmotståndet, då sliperavståndet skiftar, krävs en kompensation i form av ett längre spår. Ett längre spår är vanligen dyrare att bygga än de slipers, som skulle sparats med det ökade slipersavståndet, varför det i stället föreslås att begagnade slipers används i högre grad, för en mer hållbar byggnation.

Maximalt höjdsitage visade sig vara en begränsande faktor för användning av begagnad räl kring stoppbockar. Slutsatsen är således att en översyn av regelverket krävs, med strävansmålet att kunna använda begagnad räl på hela skyddsspårets längd. Detta för att reducera kostnader, minska behovet av nytillverkad räl och sänka utsläppen av växthusgaser.

Vid utformning av skyddsspår konstateras att omgivande faktorer bör beaktas i högre grad, eftersom en skyddsväxel och skyddsspår på ett kortare uppställningsspår utsätts för lägre krafter än en skyddsväxel i huvudspår. De krav, som ställs i nuvarande regelverk, tar inte hänsyn till trafikala förutsättningar kring skyddsspåret, vilket får följden att en omotiverad storlek på stoppbock och installationslängd krävs på vissa kortare uppställningsspår. En fortsatt anpassning av regelverket rekommenderas därför för att skapa förutsättningar för ett mer hållbart byggande, genom hushållning av material, samtidigt som skyddsspårets skyddsnivå bibehålls.

Ur ett underhållsperspektiv är de två viktigaste faktorerna möjligheten till spårriktning av skyddsväxeln och att trafiken i skyddsväxeln färdas genom stamspåret. Detta eftersom rälslitaget är betydligt större vid trafik i växelns grenspår. Vid en helhetsbedömning måste dock faktorer, som markåtkomst eller andra utformningsförutsättningar vägas in, vilka kan medföra avsevärt högre investeringskostnader. Konsekvensen är således att ett högre rälsitage på växeltungan ändå kan behöva accepteras under vissa förutsättningar.

Slutsatsen rörande rådande byggnationstakt av skyddsspår och utbyte av skyddsväxlar, är att den totala besparingen över tid inte är att försumma. Detta har sin grund i att ett ökat byggande med begagnat spårmaterial samt ett fortsatt utvecklande av regelverket kring stoppbockar och skyddsspår, skulle kunna medföra ett reducerat materialanvändande, lägre kostnader och minskat klimatavtryck.

6.1 Vidare forskning

Olycksstatistik kring skyddsspår kan undersökas vidare för en mer nyanserad bild av risker och krav på stoppbockars storlek och bromsförmåga. För att förbättra regelverket kring stoppbockars skyddsnivå, bör då även bedömningar göras om det finns platser, som kan kräva en högre skyddsnivå än idag.

Hur stora investeringar, som vore är rimliga att göra, avseende kostnaden för återställningsarbetet vid en olyckshändelse, om skyddsspårets stoppbock och bakomliggande omgivning körs sönder, vore en intressant frågeställning att utreda vidare. När är det värt en högre skyddsnivå och hur ska den då rimligen utformas, utifrån sannolikheten för att en olycka sker, risker för personskada och kostnaden för återställandet av anläggningen?

Det kan även diskuteras vidare huruvida skyddsspår verkligen är den bästa lösningen som riskreducerande objekt, eller om det i stället tillför nya risker i anläggningen med dess existens. Det bör även undersökas ytterligare om skyddsväxlar verkligen är nödvändigt i alla föreskrivna situationer, eller om exempelvis spårspärrar skulle kunna användas i högre grad, utifrån ett kostnads-, risk och konsekvensperspektiv.

Även fortsatta studier gällande möjligheterna avseende begagnat material och hur det kan utnyttjas i större skala, vore tänkvärt utifrån en kostnads- och utsläppsminimering. Finns det andra delar av järnvägsanläggningen som kan byggas på ett mer hållbart sätt än vad som görs idag och vilka risker och konsekvenser går att utläsa där?

7 Litteraturförteckning

7.1 Källor från Trafikverket

Trafikverket (2018). *Kategorisering av obehöriga stoppsignalpassager (OSPA)*. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/Samarbeten-for-trafiksakerhet/Obehorig-stoppsignalpassage-OSPA/Kategorisering-av-obeoriga-stoppsignalpassager-OSPA/> (2026-03-10)

Trafikverket (2023a). *ATC – Tågskyddssystem*. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningsteknik/signalteknik/atc--tagsskyddssystem/> (2026-03-10)

Trafikverket (2023b). *Typritning – Spår, ritningsnummer 806917*. [Internt material]

Trafikverket (2024). *TDOK 2014:0078 – Linjekategorier - hantering av samverkan mellan järnvägsfordons axellaster och infrastruktur (version 2.0)*.

Trafikverket (2025a). *Sliprar från Malmbanan får ”nytt liv”*. <https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/lansnyheter/norrboten/2025/sliprar-fran-malmbanan-far-nytt-liv/> (2026-05-18)

Trafikverket (2025b). *TRVINFRA- 00012 Krav med rådtext, Banöverbyggnad – Spårssystem (version 5.0)*. <https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/f55286b0-928f-4d00-837f-87b5ddd99fa7>

Trafikverket (2025c). *TRVINFRA- 00018 Krav med rådtext, Banöverbyggnad – Spårkomponenter (version 7.0)*. <https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/fe5f906e-077c-43ae-92a7-0a9bd7e80322>

Trafikverket (2025d). *TRVINFRA- 00303 Krav med rådtext, Signalsystem – Reservation av spåravsnitt (version 6.0)*. <https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/fa56db52-2d48-4b45-ab8f-622fdf1ed156>

Trafikverket (2025e). *TDOK 2014:0514. Spårkomponenter, DEF-sliprar, besiktning (version 2.0)*.

Trafikverket (2025f). *TRVINFRA- 00016 Krav med rådstext, Banöverbyggnad – Svetsning, bearbetning och smörjning (version 3.0)*.
<https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/84191511-5159-4ca4-b882-bf256ecc12db>

Trafikverket (2026a). *Vår verksamhet, vision och uppdrag*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet-vision-och-uppdrag/>
(2026-01-30)

Trafikverket (2026b). *TDOK 2016:0037 – Trafikbestämmelser för järnväg, Modul 1 Termer (version 9)*.
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/18aa4c18f60e48c398afa22e65079111/01-termer_2026-06-01.pdf

Trafikverket (2026c). *TRVINFRA- 00302 Krav med rådstext, Signalsystem – Signalering (version 15.0)*. <https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/f36283ab-835f-45dd-a275-ece8153b94d8>

Trafikverket (2026d). *Järnvägsnätsbeskrivning 2027, (version 2026-02-12)*.
<https://bransch.trafikverket.se/contentassets/05cfe3edce764ca4b2a3c53b4ed9a69c/jnb-2027-version-2026-05-22.pdf>

Trafikverket (2026e). *Guide Trafikverkets klimatkrav*.
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/bd04374d86074cb0aa46a7f540338747/trafikverkets_klimatkrav_bildspel_251028.ppsx

7.2 Övriga källor

Förordning 2010:185. *Instruktion för Trafikverket*.

Globala målen (u. å.). *Globala målen*.
<https://globalamalen.se/om-globala-malen/> (2026-05-04)

IPCC (2023). *Climate Change 2023, Synthesis Report, Summary for Policymakers*. Genève, Schweiz, s.1–34.
<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>

Kaewunruen, S. & Guo, Y. & Jing, G. & Matsumoto, A. (2023). Circular economy implementation in railway systems beyond net zero. *Front. Built Environ.* 9:1239740.
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1239740>

Kommissionens förordning (EU) nr 1299/2014 av den 18 november 2014 om tekniska specifikationer för driftskompatibilitet avseende delsystemet Infrastruktur i Europeiska unionens järnvägssystem (EUT L 356, 12.12.2014, s. 1–109). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02014R1299-20230928#tocId43>

KTH (2024a). *Social hållbarhet*.
<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/social-hallbarhet-1.373774>
(2026-04-15)

KTH (2024b). *Ekologisk hållbarhet*.
<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekologisk-hallbarhet-1.432074> (2026-04-15)

KTH (2024c). *Ekonomisk hållbarhet*.
<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekonomisk-hallbarhet-1.431976> (2026-04-15)

Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), s. 1838–1846.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.02.008>

Naturvårdsverket (2025a). *Konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp per person och år*. <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/konsumtion/vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-per-person/>
(2026-05-04)

Naturvårdsverket (2025b). *Industrin, utsläpp av växthusgaser*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/> (2026-05-04)

Naturvårdsverket (2025c). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/> (2026-01-31)

OECD (2018). *Global material resources outlook to 2060*.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/support-materials/2019/02/global-material-resources-outlook-to-2060_g1g98d7d/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf

Pauliuk, S. & Heeren, N. & Berrill, P. & Fishman, T. & Nistad, A. & Qingshi, T. & Wolfram, P. & Hertwich, E. (2021). Global scenarios of resource and emission savings from material efficiency in residential buildings and cars. *Nat Commun* **12**, 5097.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-25300-4>

Regeringskansliet (u. å). *Mål för transportpolitiken*.

<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transporter-och-infrastruktur/mal-for-transporter-och-infrastruktur/> (2026-01-31)

Sañudo, R. & Goswami, R. R. & Ricci, S. & Miranda, M. (2022). Efficient Reuse of Railway Track Waste Materials. *Sustainability*, *14*(18), 11721.

<https://doi.org/10.3390/su141811721>

Skoglund, E. & Lundberg, V. (2022). *Skyddsavstånd på järnväg*. Tekn. Kand. Lunds universitet.

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=9084922&fileId=9084941>

Statens Haverikommission (SHK) (2023). *Slutrapport, SHK 2023:04, Ursparning på Malmbanan mellan Sikträsk och Linaälv den 7 november 2021, Norrbottens län*.

https://shk.se/download/18.2d6f089b18faca29dc81cdbc/1698927215267/SHK_2023_04-Ursparning-Malmbanan.pdf

Statens Järnvägars författningssamling (1929). *Säkerhetsordning (Säo) vid Statens järnvägar*. Särtryck nr 2. Stockholm.

https://www.ekeving.se/hi/SJdok/sao/sao_1929_A.pdf

UIC (2021) *Circular Practices in the Railway and Ways Forward: REUSE Project Final Report*. Paris: International Union of Railways.

https://uic.org/IMG/pdf/carbon_footprint_of_railway_infrastructure.pdf

Vaccaro, R. & Maino, F. & Zubaryeva, A. & Sparber, W. The environmental impact in terms of CO₂ of a large-scale train infrastructure considering the electrification of heavy-duty road transport. *iScience*, *27*(10), (2024).

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110987>

Vogl, V. & Olsson, O. & Nykvist, B. (2021). Phasing out the blast furnace to meet global climate targets. *Joule*, *5*(10), 2646.

<https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.09.007>

8 Bilagor

8.1 Bilaga A - Ilagda skyddsväxlar 2024 & 2025

Tabeller i bilaga sammanställda av intern leveransdata av växlar från Trafikverket samt med driftplatsinformation ur BIS och Cirrus 2026-05-05.

Iläggnings- år	Driftplats	Signatur	Växel- nummer	Skyddsväxel	Övrigt
2024	Attarp	Atp	222	0	
2024	Bromölla	Bml	134	1	
2024	Degerön	D	101	0	
2024	Degerön	D	102	0	
2024	Degerön	D	103	0	
2024	Degerön	D	104	0	
2024	Eslöv	E	451	1	
2024	Eslöv	E	452	0	
2024	Eslöv	E	454	0	
2024	Flemingsberg	Flb	115	0	
2024	Flemingsberg	Flb	116	0	
2024	Flemingsberg	Flb	117	0	
2024	Flemingsberg	Flb	118	0	
2024	Fors	Fs	1	0	
2024	Fors	Fs	2	0	
2024	Fors	Fs	6b	0	
2024	Fors	Fs	7	0	
2024	Fors	Fs	8	0	
2024	Forsheda	Fod	1	0	
2024	Forsheda	Fod	2	0	
2024	Forsheda	Fod	3	0	
2024	Gammelstad	Gst	2b	1	
2024	Gammelstad	Gst	3	0	
2024	Gammelstad	Gst	6a	0	
2024	Gammelstad	Gst	8a	0	
2024	Hällnäs	Hls	5a	0	
2024	Hässleholm	Hm	538/539	1	DKV
2024	Hässleholm	Hm	553/540	0	DKV
2024	Hässleholm	Hm	536	0	
2024	Hässleholm	Hm	549	0	
2024	Hässleholm	Hm	552	0	
2024	Jakobshyttan	Jho	111	0	
2024	Jakobshyttan	Jho	112	1	
2024	Jakobshyttan	Jho	121	1	Skyddsspår + BV-stick
2024	Jakobshyttan	Jho	122	0	

2024	Jonsered Östra	J	32a	1	Skyddsspår + BV-stick
2024	Jonsered Östra	J	32b	0	
2024	Karlstad C	Ks	701	0	
2024	Karlstad C	Ks	703	0	
2024	Karlstad C	Ks	705	0	
2024	Karlstad C	Ks	731	0	
2024	Karlstad C	Ks	732	0	
2024	Karlstad C	Ks	762	0	
2024	Karlstad C	Ks	764	0	
2024	Karlstad C	Ks	772	0	
2024	Karlstad C	Ks	774	0	
2024	Karlstad C	Ks	781	1	Skyddsspår + BV-stick
2024	Karlstad C	Ks	782	0	
2024	Karlstad Östra	Kö	583	0	
2024	Karlstad Östra	Kö	584	0	
2024	Kristinehamn	Khm	440	0	
2024	Malmö C	M	613	0	
2024	Norsesund västra	Ns	22b	0	
2024	Norsesund västra	Ns	22a	0	
2024	Norsesund västra	Ns	21a	0	
2024	Norsesund västra	Ns	21b	0	
2024	Olskroken	Or	3111	0	
2024	Olskroken	Or	3113	0	
2024	Olskroken	Or	3125	0	
2024	Olskroken	Or	3136	0	
2024	Olskroken	Or	3138	0	
2024	Olskroken	Or	3142	0	
2024	Pölsebo	Pöb	750	0	
2024	Sala	Sl	418	1	
2024	Sala	Sl	419	0	
2024	Sala	Sl	420	1	
2024	Sala	Sl	421	0	
2024	Solbacka	Slbk	22a	0	
2024	Solbacka	Slbk	22b	0	
2024	Solna	So	1107a	0	
2024	Solna	So	1107b	0	
2024	Solna	So	1111a	0	
2024	Spånga	Spå	151	0	
2024	Spånga	Spå	152	0	

2024	Sundsvalls Västra	Suv	495a	0	
2024	Sävastklinten	Sän	16a	0	
2024	Sävastklinten	Sän	16b	0	
2024	Sölvesborg	Sög	14	0	
2024	Sölvesborg	Sög	22	1	Finns a och b enl BIS?
2024	Trelleborg	Trg	101	0	
2024	Tumba	Tu	103	0	
2024	Tumba	Tu	136	0	
2024	Tumba	Tu	138	0	
2024	Varberg C	Vbc	502	0	
2024	Varberg C	Vbc	511	0	
2024	Varberg C	Vbc	512	0	
2024	Varberg C	Vbc	513	0	
2024	Varberg C	Vbc	514	0	
2024	Varberg C	Vbc	515	0	
2024	Varberg C	Vbc	521	0	
2024	Varberg C	Vbc	532	0	
2024	Varberg C	Vbc	542	0	
2024	Varberg C	Vbc	551	0	
2024	Varberg C	Vbc	552	0	
2024	Varberg C	Vbc	553	0	
2024	Varberg C	Vbc	554	0	
2024	Vassijaure	Vj	401	0	
2024	Vassijaure	Vj	432	0	
2024	Vårgårda	Vgå	22a	0	
2024	Vårgårda	Vgå	22b	0	
2024	Karlstad Välsviken	Kvä	621	1	
2024	Karlstad Välsviken	Kvä	622	0	
2024	Vännäs	Vns	27	0	
2024	Värnamo C	Vnc	421	0	
2024	Värnamo C	Vnc	424	0	
2024	Värnamo C	Vnc	441	0	
2024	Värnamo C	Vnc	464	0	
2024	Värnamo C	Vnc	468	0	
2024	Värnamo C	Vnc	472	0	
2024	Värnamo C	Vnc	474	0	
2024	Värnamo C	Vnc	462	0	
2024	Åby godsbangård	Åbyg	303	0	
2024	Åby godsbangård	Åbyg	304	0	

2024	Åby godsbangård	Åbyg	321	0	
2024	Åby godsbangård	Åbyg	372	0	
2024	Åby godsbangård	Åbyg	373	1	
2024	Östersund C	Ös	432/431	0	DKV
2024	Österås	Öså	1	0	
		Antal:	94	13	
Andel nya skyddsväxlar 2024: 13,8%					

Ilägnings- år	Driftplats	Signatur	Växel- nummer	Skyddsväxel	Övrigt
2025	Almedal	Am	9213	0	
2025	Almedal	Am	9222	0	
2025	Almedal	Am	9232	0	
2025	Almedal	Am	9251	0	
2025	Almedal	Am	9252	0	
2025	Almedal	Am	9253	0	
2025	Almedal	Am	9254	0	
2025	Alvesta	Av	101	0	
2025	Alvesta	Av	106	0	
2025	Alvesta	Av	107	0	
2025	Alvesta	Av	108	0	
2025	Alvesta	Av	19	0	
2025	Alvesta	Av	418	0	
2025	Alvesta	Av	439a	0	
2025	Alvesta	Av	439b	0	
2025	Alvesta	Av	80	0	
2025	Alvesta	Av	90	0	
2025	Alvesta	Av	94	0	
2025	Baggetorp	Bt	21a	0	
2025	Baggetorp	Bt	21b	0	
2025	Baggetorp	Bt	22a	0	
2025	Baggetorp	Bt	22b	0	
2025	Charlottenberg	Cg	22	0	
2025	Grimstorp	Gt	1	0	
2025	Grimstorp	Gt	181a	0	
2025	Harrå	Har	401	0	
2025	Harrå	Har	432	0	
2025	Hässleholm	Hm	452	0	
2025	Hässleholm	Hm	456	0	
2025	Hässleholm	Hm	461	0	

2025	Hässleholm	Hm	475	0	
2025	Hässleholm	Hm	476	0	
2025	Högsboda	Hbd	22	0	
2025	Högsjö	Hgö	21a	0	
2025	Högsjö	Hgö	21b	0	
2025	Högsjö	Hgö	22a	0	
2025	Högsjö	Hgö	22b	0	
2025	Hökmora	Hma	1	0	
2025	Isätra	Ist	101	0	
2025	Isätra	Ist	131	0	
2025	Jordbro	Jbd	112	1	
2025	Jularbo	Ju	21	0	
2025	Jularbo	Ju	22	0	Finns 2st 22?
2025	Karbenning	Kbn	1	0	BIS ej uppdät.
2025	Karbenning	Kbn	2	0	
2025	Karbenning	Kbn	4	0	BIS ej uppdät.
2025	Karbenning	Kbn	4a	0	
2025	Karbenning	Kbn	5	0	
2025	Karbenning	Kbn	6	0	
2025	Karlshamn	Kh	1a	1	
2025	Karlstad C	Ksc	711	0	
2025	Karlstad C	Ksc	712	0	
2025	Karlstad C	Ksc	713	0	
2025	Karlstad C	Ksc	741	0	
2025	Karlstad C	Ksc	742	0	
2025	Karlstad C	Ksc	744	0	
2025	Kilsmo	Km	21a	0	
2025	Kilsmo	Km	21b	0	
2025	Kilsmo	Km	22a	0	
2025	Kilsmo	Km	22b	0	
2025	Kilsmo	Km	36a	1	
2025	Kilsmo	Km	36b	0	
2025	Kilvo	Klv	1	0	
2025	Kilvo	Klv	6	0	
2025	Kiruna Malmbangård	Kmb	709	0	
2025	Kiruna Malmbangård	Kmb	713	0	
2025	Kiruna Malmbangård	Kmb	744	1	
2025	Köping	Kp	141	0	
2025	Lakaträsk	Lkä	10a	0	BV-stick
2025	Linaälv	Lin	401	0	

2025	Linaälv	Lin	403	0	
2025	Linaälv	Lin	432	0	
2025	Linaälv	Lin	434	0	
2025	Långberget	-	102	0	Ny Dp Bandel 119
2025	Långberget	-	121	0	Ny Dp Bandel 119
2025	Lärje	Lär	510	0	Ny Dp Bandel 634
2025	Lärje	Lär	5115	0	Ny Dp Bandel 634
2025	Morshyttan	Mrs	21	0	
2025	Morshyttan	Mrs	22	0	
2025	Myrheden	Mhn	1	0	
2025	Myrheden	Mhn	6	0	
2025	Mönsterås	Mss	1	0	
2025	Nyköping C	Nk	401	0	
2025	Nyköping C	Nk	421	0	
2025	Ornäs	Orn	21a	0	
2025	Ornäs	Orn	21b	1	
2025	Ornäs	Orn	22a	1	
2025	Ornäs	Orn	22b	0	
2025	Perstorp	Pt	2a	0	
2025	Perstorp	Pt	9a	0	
2025	Pålsboda	På	21a	0	
2025	Pålsboda	På	21b	0	
2025	Pålsboda	På	22a	0	
2025	Pålsboda	På	22b	0	
2025	Sandträsk	Stä	1	0	
2025	Sandträsk	Stä	7	0	
2025	Strömsholm	Ssh	201	0	
2025	Strömsholm	Ssh	232	0	
2025	Sävastklinten	Sän	11	0	Pågående ombyggnad
2025	Sävastklinten	Sän	304	0	Pågående ombyggnad
2025	Sävastklinten	Sän	311	0	Pågående ombyggnad
2025	Sävastklinten	Sän	313	0	Pågående ombyggnad
2025	Sävastklinten	Sän	314	0	Pågående ombyggnad
2025	Södertälje Hamn	Söd	9s	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	11s	0	

2025	Södertälje Hamn	Söd	4	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	5	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	6	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	7	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	8	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	72	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	74	0	
2025	Södertälje Hamn	Söd	478	0	
2025	Tomtebodavästra	Tm	290a	0	Märkt med Tm i underlag
2025	Tomtebodavästra	Tm	290b	0	Märkt med Tm i underlag
2025	Träskholm	Thm	6	0	
2025	Uppsala	U	404	0	
2025	Uppsala	U	405	0	
2025	Uppsala	U	406	0	
2025	Uppsala	U	407	1	
2025	Uppsala	U	408	0	
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	473	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	475	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	477	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	481	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	492	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Varberg Godsbangård	Vbgb	494	0	Märkt med Vb i underlag
2025	Vingåker	Vr	21a	0	
2025	Vingåker	Vr	21b	0	
2025	Vingåker	Vr	22a	0	

2025	Vingåker	Vr	22b	0	
2025	Vingåker	Vr	31a	0	
2025	Vingåker	Vr	31b	1	
2025	Vingåker	Vr	32a	1	
2025	Vingåker	Vr	32b	0	
2025	Välevattnet	Väv	411	0	
2025	Välevattnet	Väv	412	1	
2025	Välevattnet	Väv	432	0	
2025	Välevattnet	Väv	433	1	
2025	Vännäs	Vns	21/23	0	DKV
2025	Vännäs	Vns	41	0	
2025	Vännäs	Vns	45	0	
2025	Älvsbyn	Äy	1a	0	
2025	Äng	Äng	21	0	
2025	Äng	Äng	22	0	
2025	Äng	Äng	2b	0	
		Antal:	101	11	
Andel nya skyddsväxlar					
2025: 10,9%					