



CHALMERS



Ansvarsfördelning och ökad säkerhet för plankorsningar.

Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Victor Karimian
David Svensson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2021

Ansvarsfördelning och ökad säkerhet för plankorsningar.

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik*

Victor Karimian
David Svensson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdeleningen för geologi och geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2021

Ansvarsfördelning och ökad säkerhet för plankorsningar.

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Victor Karimian

David Svensson

© Victor Karimian, David Svensson, 2021

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2021

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för geologi och geoteknik

Chalmers Tekniska Högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Förnyad plankorsning i Mieho, Finland

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2021

Ansvarsfördelning och ökad säkerhet för plankorsningar.

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Victor Karimian

David Svensson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för geologi och geoteknik

Chalmers Tekniska Högskola

Sammanfattning

Trafikverket är den myndighet som ansvarar för samtliga plankorsningar i Sverige.

En plankorsning innebär att en väg och järnväg korsar varandra i samma plan. Det finns cirka 6519 plankorsningar i Sverige och av dessa har 2800 vägskyddsanläggningar. År 2019 informerade Trafikverket att de skulle 3 miljarder kronor för att höja säkerheten för plankorsningar [65].

Detta examensarbete görs eftersom plankorsningar i Sverige har utrustning som befinner sig så nära väg att de bör vara eftergivliga men de tillåts vara oeftergivliga enligt rådande regelverk: *Vägar och gators utformning 2021:001*. Säkerhetsbristerna avser fasta föremål som används som skyddsanordning där dessa är oeftergivliga. Eftergivlighet innebär att ett föremål bryts sönder från sin förankring vid en viss förutbestämd kraft. Utrustningen avser till exempel bomdriv, skyltstolpar och portalben. För att skydda trafikanter mot oeftergivliga utrustningar används bland annat vägräcken. Men även för dessa kan risker finnas eftersom de måste utformas på ett säkert och korrekt sätt samt ha ett avslut som inte innebär någon fara vid påkörning. Plankorsningars utrustning är beroende av väghållare och denna rapport kommer att belysa hur ansvaret är reglerat och samt vilka parametrar som påverkar detta.

Metoderna som kommer användas för examensarbetet kommer att utgöras av semistrukturerade intervjuer, analyser av plankorsningar, genomgång av regelverk och omvärldsspaning av tekniska lösningar för utökad säkerhet.

Rapportens utfall visar att det finns många svårigheter men även möjligheter gällande utökad säkerhet för plankorsningar. Modernare teknik har skapat bättre säkerhetsåtgärder men det finns fortfarande problem med oeftergivliga föremål nära plankorsningar. Möjliga åtgärder är beroende av utrustningarnas närhet till väg och av regelverken.

Nyckelord: Plankorsning, Trafikverket, ansvarsfördelning, ALEX-projekt, Nollvisionen, bomdriv, oeftergivligt föremål.

Distribution of responsibilities and increased safety for level crossings.

*Degree Project in the Bachelor's Programme
Business Development and Entrepreneurship*

Victor Karimian
David Svensson

Department of Architecture and Civil Engineering
Division Geology and Geotechnics
Chalmers University of Technology

Abstract

The Swedish Transport Administration is the authority responsible for all level crossings in Sweden. A level crossing means that a road and a railway cross each other in the same plane. There are approximately 6519 level crossings in Sweden and of these, 2800 have road protection facilities. In 2019, the Swedish Transport Administration informed that they would invest 3 billion SEK to increase safety for level crossings [65].

This thesis is being made because level crossings in Sweden have equipment that are so close to the road that they should be non-rigid, but they are allowed to be rigid according to current regulations *Vägar och gators utformning 2021: 001*. A non-rigid object means that it's broken from its anchorage by a certain predetermined force. The equipment refers to, for example, barrier machines, posts and portals. To protect road users against the equipment guard rails are usually placed. But even for these, there can be risks because they must be designed in a safe and correct way and have a terminal that does not involve any danger during impact.

The responsibility for level crossing equipment is distributed depending on the road operator and this report will illustrate on how the responsibility is regulated and what parameters affect this.

The methods that will be used for the thesis will consist of semi-structured interviews, analyzes of level crossings, a review of regulations and an exploration of technical solutions for increased safety.

This reports outcome shows that there are many difficulties but also opportunities regarding increased safety for level crossings. Modern technology has created better safety measures, but there are still problems with solid road equipment near level crossings. Possible measures depend on the equipment's proximity to the road and on the regulations.

Key words: Level crossing, Swedish Transport Administration, distribution of responsibilities, ALEX project, Vision Zero, barrier machine, rigid object.

Ordlista

ALEX	Automatic Level Crossing.
Bom	En stång i plankorsning som fälls upp och ner med syfte att förhindra fordon och människor att passera plankorsningen.
Eftergivligt föremål	Föremål som ger vika efter viss uppnådd kraft vid påkörning
Fordonsmagasin	Utrymme för fordon som är stillastående
Kapacitetsklass	Klassificering för vägräcken som beskriver vilket typ av fordon och vikt vägräcket är avsett för.
Kryssmärke	Ett trafikmärke placerat omedelbart innan en plankorsning för att uppmärksamma trafikanter att en plankorsning passeras.
Oeftergivligt föremål	Föremål som är förankrat på sådant sätt så att det inte ska ge vika efter påkörning.
PLK-webb	Webbapplikation som samlar data för alla plankorsningar i Sverige. Innehåller information om brister, anordningar och tekniska specifikationer.
Reläbaserat system	Elektrisk apparat som fungerar som strömbrytare.
Säkerhetszon	Område utanför vägbana, som ska vara fritt från fysiska hinder i form av fasta oeftergivliga föremål.
VGU	Vägar och gators utformning - Trafikverkets regelverk för statliga vägar.

Innehåll

Sammanfattning	I
Abstract	II
Ordlista	III
Innehåll	V
Förord	VII
1 Inledning	1
1.1 Problemformulering	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Metoder	1
1.4.1 Undersökningsstrategi	1
1.4.2 Undersökningsdesign	1
1.4.3 Undersökningsmetod	2
2 Bakgrund	3
2.1 Nollvisionen	3
2.2 ALEX	3
2.3 VGU – Vägar och gators utformning	4
2.4 Att öka säkerheten för plankorsningar	5
3 Ansvarsförhållanden	6
3.1 Vägnät	6
3.1.1 Allmänna vägar	6
3.1.2 Kommunala vägar och gator	6
3.1.3 Enskilda vägar	6
3.1.4 Fördelning av vägnät	6
3.2 Vägmärkesförordning (2007:90)	7
3.2.1 Skyddsanordningar som kräver beslut enligt vägmärkesförordningen	8
3.2.2 Utrustning vid plankorsning där väghållare har ansvar	9
4 Vägutrustning och skyddsanordning	10
4.1 Kryssmärken	10
4.2 Hel- och halvbom	11
4.3 Bomdriv	13
4.4 Portaler	15
4.5 Slip base	17
5 Standarder för fordonsåterhållande system	19
5.1 Svenska Institutet för Standarder: SIS	19
5.2 SS-EN 1317 och SS-ENV 1317	19
5.3 CE-märkning	19
6 Fordonsåterhållande system	20
6.1 Vägräcken	20
6.1.1 Vägräckeslängd	21

6.1.2	Kapacitetsklass	21
6.1.3	Vägräckesavslut	23
6.1.4	Neddoppade vägräckesändar	24
6.1.5	Arbetsbredd	27
6.1.6	Placering av sidoräcke	28
6.2	<i>Krockdämpare</i>	29
6.2.1	QuadGuard CEN	32
6.2.2	Sand Barrels	34
6.2.3	BOS Primus 2a	36
6.3	<i>Energiupptagande vägräcken</i>	39
6.3.1	Rolling Barrier Guardrail - Vägräcke med roterande dämpare	39
6.4	<i>Energiupptagande vägräckesände</i>	41
6.4.1	OBEX MT P2	42
7	Fallstudier	45
7.1	<i>Norrängsgatan, Sala</i>	46
7.2	<i>Stubbemålavägen, Mönsterås.</i>	57
7.3	<i>Väg 21, Klippan</i>	67
7.4	<i>Riksväg 35, Linköping</i>	73
8	Diskussion och slutsats	77
9	Referenser	79
9.1	<i>Muntliga källor:</i>	84
10	Bilagor	85
10.1	<i>Bilaga 1. Intervju med Olle Mornell; Specialist på plankorsningar, Trafikverket. 2021-02-23.</i>	85
10.2	<i>Bilaga 2. Intervju med Mats Pettersson; Sakkunnig Trafiksäkerhet väg, Trafikverket. 2021-03-16.</i>	86
10.3	<i>Bilaga 3. Intervju med Hans Holmén; Teknisk specialist, Trafikverket. 2021-03-17.</i>	87

Förord

Följande examensarbete är utfört av två studerande på Chalmers Tekniska Högskola våren 2021. Arbetet är en del i programmet Affärsutveckling & Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik. Utbildningen omfattar 180 hp varav examensarbetet består av 15 hp.

Under examensarbetet har personer hjälpt oss på ett sätt som har haft stor betydelse för rapportens resultat. Vi skulle vilja tacka vår handledare på Trafikverket, Hans Holmén som alltid har varit hjälpsam och tillgänglig när vi har haft frågor eller förslag. Daniel Stoor har även varit med varje gång med Hans och bidragit med sin kunskap. Vi vill även tacka Olle Mornell, Lars Lundström, Annica Carlsson, Helena Rådbo på Trafikverket för den expertis de har erbjudit på när vi har haft frågor. Självklart även ett tack till vår handledare på Chalmers, Jiaming Wu som har väglett oss i arbetet och vår examinator Xiaobo Qu.

Göteborg juni 2021
Victor Karimian
David Svensson

1 Inledning

1.1 Problemformulering

För plankorsningar finns olika typer av skyddsanordningar, vägmarkeringar och vägmärken där dessa tillhör olika delar av den tekniska förvaltningen. När en plankorsning behöver ny utrustning eller underhållsåtgärder så fördelas ansvaret främst baserat på väghållare.

Plankorsningars vägutrustning idag är främst utformade för järnvägens behov och inte för fordonens behov på vägar. Dessa utrustningar är placerade i säkerhetszon så att de ska vara eftergivliga eller skyddas av vägräcke men de är undantagna från krav på eftergivlighet [51].

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är utreda två saker. Det första är Trafikverkets ansvarsfördelning för plankorsningar där rapporten ska förklara vilka parametrar som påverkar detta. Fokus läggs på uppföljningsfasen av plankorsningar som handlar om att åtgärda existerande plankorsningar. Det andra är att ge förslag på åtgärder för att skydda trafikanter mot oeftergivlig utrustning genom tekniska lösningar samt att göra plankorsningarna säkrare generellt. Lösningarna ska ta hänsyn till ekonomiska aspekter.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsas till plankorsningar med skyddsanordning i Sverige med anledning att minska allvarliga olyckor och dödsfall, inte självmord. Detta eftersom nollvisionen avser olyckor och inte avsiktliga handlingar. Analys och utredning av ansvarsförhållanden för utrustning avgränsas till enbart plankorsningar.

1.4 Metoder

1.4.1 Undersökningsstrategi

När ansvarsförhållanden studeras i detta examensarbete utgår arbetet från kvalitativ forskning. Anledningen är eftersom fokus görs djupgående på vad som sker i en arbetsprocess som behöver förändring, vilket innebär generering av nya teorier. Förslag på skyddsåtgärder kommer att ha en huvudsaklig riktning mot kvantitativ forskning eftersom plankorsningar analyseras utifrån regelverk och fakta. Förslagen som kommer att ges i projektet baseras på reliabla data och teoriprövning. Att kombinera kvalitativ och kvantitativ forskning ger en utökad förståelse genom att koppla numeriska värden med ord då dessa kompletterar varandra väl i det avseendet [6]. Därmed kan det dras bättre slutsatser när arbetet sedan går vidare till lösningsförslag.

1.4.2 Undersökningsdesign

Eftersom syftet är att arbeta mot en enskild myndighet för att lösa två huvudproblem så utgår den från en fallstudiedesign. Med en fallstudie blir det möjligt att förklara saker i detalj, jämföra olika alternativ eller redovisa aspekter i en situation. Detta ligger till grund för vad detta projekt ska

uppnå. Det fokus som blir på Trafikverket genom fallstudiedesign gör att många detaljer och delar kan lyftas fram som inte hade kunnat upptäckas med annan undersökningsdesign.

Det finns argument för att fallstudiedesign inte gör det möjligt att jämföra med andra organisationer av liknande storlekar eller kategorier som vid komparativ design. Därmed finns en risk att en helhetsbild av ansvarsförhållanden inte fås eftersom organisationer varierar i hur de styrs och hur uppdelning regleras [6]. Målet är dock inte att kunna använda resultatet i förhållande till andra myndigheter eller företag, utan målet är att bara fokusera på Trafikverket och därav anses denna design vara lämpligast.

1.4.3 Undersökningsmetod

Metoderna som kommer användas kommer utgöras av semistrukturerade intervjuer, analyser av plankorsningar, inläsning av regelverk och analyser av tekniska lösningar för säkerhetsåtgärder.

För arbetet används ett målstyrt urval. De intervjuer som görs blir först baserade på sakkunniga personer hos Trafikverket som har erfarenhet inom projektets två syften. För uppgifter om ansvarsförhållande kommer det initialt att styras oss helt mot Trafikverkets personer som sedan kan hänvisa till andra organ som deltar i projekten.

Genom Trafikverkets databas som har dokumentation och fotografier för samtliga plankorsningar fås mycket kvantitativ information som kan kopplas till rådande regelverk. Urval kommer att göras av plankorsningar som behöver säkerhetsåtgärder och dessa kommer sedan att analyseras och förslag kommer att ges i enlighet med regelverken. Analyserna ska hitta mönster som kan kategorisera olika typer av plankorsningar baserat på utformning och utrustning för att se om en typ av säkerhetsåtgärd kan tillämpas på flera plankorsningar av samma kategori.

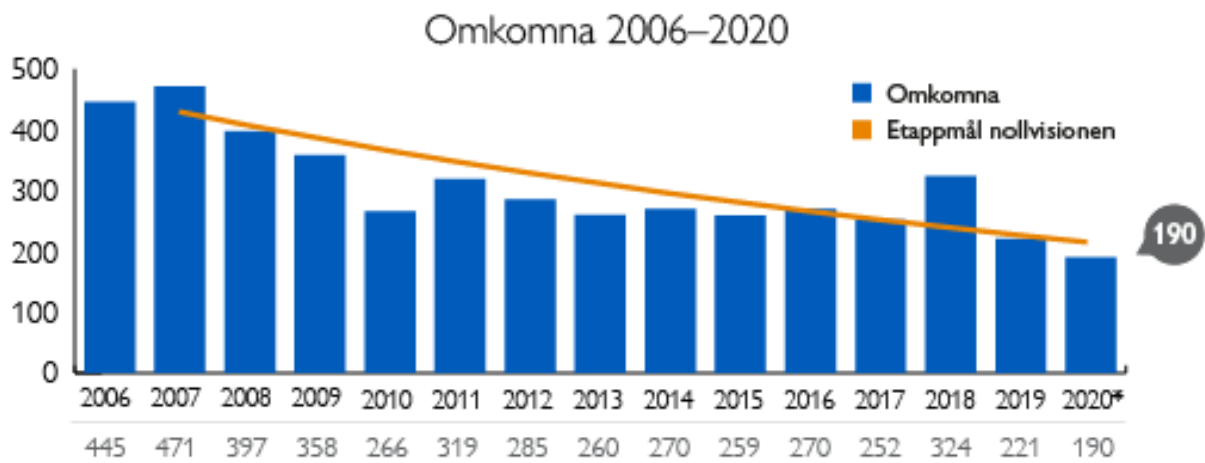
Vidare kommer det visas exempel på plankorsningar som anses vara säkra för att dra kontraster och slutsatser på vilka åtgärder som är lämpliga att redovisa som förslag. Detta ingår i den fallstudiedesign som beskrevs ovan. Urvalen av plankorsningar kommer att bli en grund för hur förslagen formas för nya skyddsåtgärder.

2 Bakgrund

2.1 Nollvisionen

År 1997 tog svenska riksdagen beslutet att Nollvisionen ska vara grunden för trafiksäkerhetsarbetet i Sverige [54]. Målet är att ingen ska dödas eller skadas allvarligt inom vägtransportsystemet. Sedan nollvisionen infördes utformas vägtransportsystemet för att kunna bidra till målet. Utformning och funktion på vägarna ska därmed inte bara innebära förenklad framkomlighet, utan det ska innebära att det sker på ett så säkert sätt som möjligt. Målet med detta är att människans missbedömningar eller felbeslut inte ska få så allvarliga konsekvenser som kan ske idag. Några tydliga exempel på åtgärder är sänkta hastighetsgränser, nya mitträcken samt separation av körfält.

Riksdagen beslutade år 2009 om ett etappmål där antal döda i trafik skulle halveras från 2007 till 2020, vilket uppnåddes [53].



Figur 1. Statistik över antal omkomna i vägtrafik år 2006–2020 [70].

Regeringen samarbetar med fordonsindustrin för att reducera dödsfall och allvarliga olyckor. Fordonsindustrin har utvecklats avsevärt i form av säkerhet sedan nollvisionen började och exempel är förbättrade krockkuddar, ABS, automatiska bromsar och autopilot. Men det tar tid tills befolkningen har bytt till bilar som har alla dessa säkerhetssystem och även då kan dödsolyckor och allvarliga skador ske, men med sannolikhet i mindre utsträckning.

2.2 ALEX

Automatic Level Crossing, som förkortas ALEX, är en ny teknik för skyddsanläggningar som kommer att implementeras fullt ut år 2021 i Sverige. Pilotanläggningar började året innan och det avser i huvudsak bommar och ljud- och ljussignaler för plankorsningar. Detta är en digital teknik som Trafikverket använder för att minska olyckor i plankorsningar och ingår i den satsning myndigheten har för att bidra till nollvisionen.

De skyddsanläggningar Trafikverket använder idag är främst baserade på reläteknik från 1940-talet. Av de reläbaserade systemen har 40% av skyddsanläggningarna på plankorsningar passerat den tekniska livslängden [15]. Reläbaserade system är svåra att ersätta eftersom de byggdes från grunden för varje plankorsning, vilket innebär att det är en dyr och långvarig process för att

ersätta dessa enligt regelverken. ALEX bidrar till att personal med nyare utbildning enklare kan arbeta med reparationer och andra åtgärder för ALEX-plankorsningar [78]. Projektet startade år 2014 och två leverantörer ingår sedan år 2017. Något som ALEX inte kan bidra till är vägräcken och vägutformning som kommer att belysas senare i rapporten för plankorsningar.

Skillnaden mellan ALEX och nuvarande teknik i Sverige är:

- Förbättrat intrångsskydd

Detta innebär så kallade bomkjolar som ska hindra cyklister och gående från underkrypning.

- Ljudsignal som är anpassad för omgivningen

Ljudsignaler i dagens plankorsningar sprider ljudet i alla riktningar. Detta är inte emot rådande regelverk men det har en negativ påverkan på folk som befinner sig i närheten, tex boende eller arbetare. ALEX kommer att uppfylla en kravspecifikation som innebär att ljudet styrs mot det område som påverkas, tex endast vägen och inte byggnader vid sidan.

- Tvåsidig fränkoppling vid arbete

Vid projektering fås möjlighet att välja att koppla från en sida av vägen eller båda. Detta tillåter trafikflöde där det är säkert att ha kvar en öppen fil.

- Loggfunktion

Dagens system innebär manuell rapportering av brister, händelser och fel på skyddsanordningar. ALEX kommer att ha en automatisk loggfunktion som automatiskt sänder data till driftövervakningssystem. När en ALEX-plankorsning har behov av reparation eller åtgärd innebär detta att information redan finns på exakt vad det är som ska åtgärdas före reparatörer är på plats. Ingen manuell undersökning kommer därför att behövas

- LED-teknik för ljussignal

LED-belysning ska ge möjlighet till människor att tydligare upptäcka ljussignaler oavsett vinkel och avstånd jämfört med nuvarande teknik.

Förutom LED-tekniken och intrångsskydden förväntar sig Trafikverket att bilister och gående inte kommer att märka av någon skillnad mellan en ALEX och det reläsystem som används idag [37]. ALEX ska följa de regler som finns och utseendet kommer därför i det avseendet vara likadant som nuvarande skyddsanläggningar.

2.3 VGU – Vägar och gators utformning

Vägar och gators utformning, förkortat VGU, är ett dokument som publiceras varje år av Trafikverket i tre delar. Delarna består av *Krav*, *Krav - begrepp och grundvärden* samt *Råd*. Reglerna som står är obligatoriska på de statliga vägarna men för övriga vägar är VGU endast av vägledande syfte och måste inte följas förutom om det uppges vid upphandling av projektering [51]. Reglerna är anpassade till olika entreprenadformer och används vid både nybyggnad och större ombyggnader.

I VGU finns information och regler för skyddsanordningar och vägutrustning, främst finns information om hur dessa ska vara utformade och vilka krav de måste uppfylla. Syftet är att bidra till att trafiken kommer fram på ett smidigt och säkert sätt.

2.4 Att öka säkerheten för plankorsningar

Förslag om åtgärder eller behov för att öka skydd vid enskilda plankorsningar görs i första hand av Trafikverket som myndighet men om en plankorsning har fått ökad vägtrafik är ansvaret större för järnvägens infrastrukturförvaltare. Förslag och synpunkter kan ges av olika myndigheter, organisationer och privatpersoner [40]. Trafikverket som myndighet har möjlighet att genom sin webbapplikation PLK-webb göra bedömningar om vilka plankorsningar som bör åtgärdas baserat på antal anmälda fall av exempelvis olyckor, skadade utrustningar och andra observerade händelser som har rapporterats.

För plankorsningar är det inte alltid vid spåret som problemen finns, utan det handlar även om vägen mot plankorsningen och dess utformning. Hur förare uppfattar en plankorsning är mycket viktigt ur säkerhetsperspektiv och åtgärder kan handla om att förändra vägar, anordna vägmarkeringar, vägmärken eller annan utrustning. Dessa åtgärder påverkar en förares sätt att kunna anpassa sin hastighet eller körsätt eftersom passeringen av plankorsningen blir säkrare och risken att kollidera med plankorsningens utrustning minskar.

I de fall där utrustning som bomdriv, portaler eller annan oeftergivlig skyddsutrustning fortfarande utgör en stor risk för förare vid påkörning är det aktuellt med placering av vägskydd. Uppsättning av skydd vid plankorsning görs för att de oeftergivliga utrustningarna leder till mycket allvarliga skador eller i värsta fall dödsfall vid påkörning även när fordon åker i korrekt hastighet.

För alla åtgärdsförslag gällande plankorsningar behöver det beaktas vad det är för åtgärd som avses och vad det är för typ av väg eftersom ansvaret då hamnar på olika väghållare. I rapportens fallstudier kommer exempel visas på förslag till åtgärder för plankorsningar samt vilken väghållare som är ansvarig för dessa.

3 Ansvarsförhållanden

3.1 Vägnät

Sverige har tre typer av vägnät för att urskilja vem som är ansvarig väghållare. Vägnät definieras enligt allmänna vägar, kommunala vägar samt gator och enskilda vägar. Väghållare innebär den som ansvarar för drift och byggande av väg och i Sverige klassas tre typer av väghållare för att dra gränssnitt över ansvarsfördelning. De tre väghållarna benämns som stat, kommun och enskild.

3.1.1 Allmänna vägar

Allmänna vägar är baserade på väglag (1971:948) [36]. Som grund är staten, det vill säga Trafikverket, väghållare för allmänna vägar. Däremot kan regeringen besluta att kommunen ska ansvara för de allmänna vägarna inom en hel kommun eller vissa delar av kommunen [64]. Detta innebär att en kommun får ansvar på samma sätt som för kommunala vägar och gator.

3.1.2 Kommunala vägar och gator

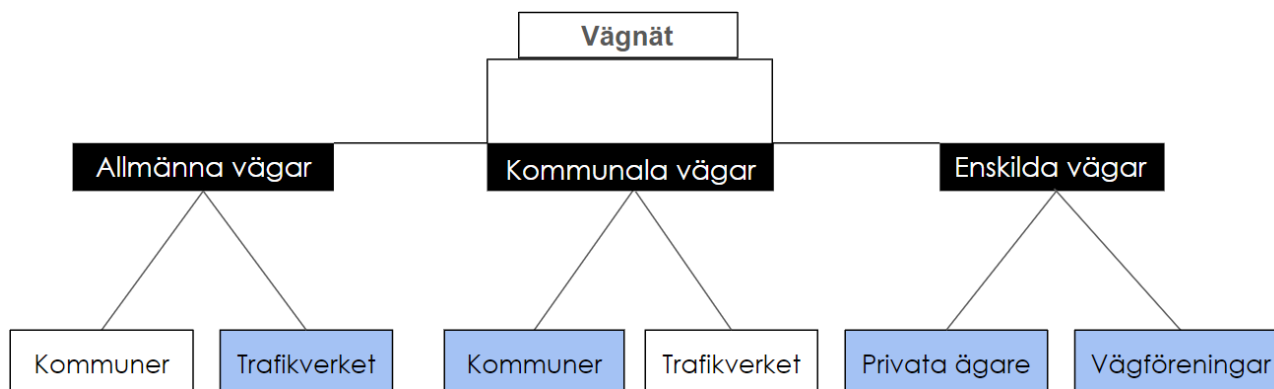
Kommunala vägar och gator innebär de gator som enligt kommunens detaljplan är en allmän plats. En detaljplan kan visa områden som inte räknas som allmän plats. Detta innebär att om detaljplanen visar att staten ansvarar för en kommunal gata så går ansvar för väghållare till staten. Plan- och bygglag (2010:900) är den lag som gäller för kommunala gator.

3.1.3 Enskilda vägar

Enskilda vägar står för majoriteten av Sveriges vägnät och är de vägar som varken är allmänna eller gator. Exempel på enskild väg är när en vägförening är väghållare men det kan även vara privata vägar. Anläggningslag (1973:1149) är lagen om väghållning för enskilda vägar. Trafikverket kan ge statsbidrag till enskilda väghållare för att vägarna ska vara tillgängliga för allmän trafik och underlätta för samhället. Enskilda väghållare som inte har statsbidrag har ingen skyldighet att hålla vägen tillgänglig och vägarna får även avvika från VGU-Krav.

3.1.4 Fördelning av vägnät

Det är Trafikverket som kontinuerligt ska se till att väghållaransvar stämmer enligt väglagen genom sina regioner. Deras regioner är väghållningsmyndigheter och undersöker fördelning av väghållare samt ansöker om att förändra väghållaransvar genom Trafikverkets *Juridik och planprövning* som är en fristående enhet [64]. Denna beslutar om att förändra väghållaransvar i samtliga fall för det allmänna vägnätet förutom när en kommun blir väghållare för en allmän väg, vilket regeringen i detta fall beslutar om.



Figur 2. Visualisering av ansvarsförhållanden.

Figur 2 sammanfattar ansvarsförhållandena där blå färg innebär att det i första hand är denna väghållare och vit färg innebär att det även kan vara denna väghållare.

Gällande vägar för fordon ser fördelningen ut enligt nedan.

Tabell 1. Fördelning av vägnät i Sverige.

Vägnät	Km	Andel
Statliga Vägar	98500	16,13%
Kommunala vägar och gator	42800	7,01%
Enskilda vägar med stadsbidrag	75100	12,30%
Enskilda vägar utan stadsbidrag	394100	64,55%

(Data från Trafikverket, 2019)

Trafikverket ansvarar för att uppdatera administrativa och tekniska data för samtliga plankorsningar i Sverige och dess ansvariga väghållare [52]. Där framgår det även för varje plankorsning vilken typ av vägnät det är samt namn på den kommun eller förening som ansvarar för plankorsningen om det inte är Trafikverket.

3.2 Vägmärkesförordning (2007:90)

Vägmärkesförordningen är en styrande förordning som gäller för bland annat vägmärken, tilläggstavlor, vägmarkeringar och säkerhetsanordningar [25]. Ansvarsfördelning för vägmärken och anordningar styrs i detta dokument och vem som ansvarar för uppsättning, underhåll och borttagning av vägmärken och anordningar står i vägmärkesförordningen 1 kap. 6 §. Enligt vägmärkesförordningen finns elva ansvarsområden tilldelade för olika instanser. I denna står det att vid en plankorsning ansvarar innehavare av järnväg eller spårväg och de vägmärken och anordningar som avses tydliggörs av Figur 3.

7. Innehavare av järnväg eller spårväg	Vid plankorsning	Märke A39, kryssmärke, J3, livsfarlig ledning, Y4, plankorsningsskärm, och säkerhetsanordningar vid plankorsning.
--	------------------	---

Figur 3. Utdrag ur Vägmärkesförordning 1 kap. 6§ punkt 7.

8 § Trafikverket beslutar om märke A39, kryssmärke, och säkerhetsanordning vid en korsning med järnväg i visst fall ska sättas upp eller tas bort.

Figur 4. Utdrag ur Vägmärkesförordning 1 kap. 8§.

De listade vägmärkena gäller för plankorsningar och det framgår även ur vägmärkesförordningen att "säkerhetsanordningar vid plankorsningar" ansvaras av innehavare av järnväg eller spårväg. För denna rapport behandlas endast järnvägar. Plankorsningar med järnväg avser säkerhetsanordningar helbommar, halvbommar och ljus- och ljudsignaler.

Permanent vägräcken vid plankorsningar som är avsedda att skydda trafikanter från plankorsningens utrustning räknas som säkerhetsanordningar. Men det finns inget specifikt gränssnitt för när vägräcket upphör att tillhöra plankorsningen och framgår inte i vägmärkesförordningen. Detta kan därmed tolkas på olika sätt och denna rapport förslår att det bör tydliggöras att om vägräcke är uppsatt enbart för att skydda mot plankorsningens utrustning så ansvarar innehavare av järnväg. Detta gör att det inte blir en fråga som kan tolkas på olika sätt.

Figur 3 visar att det är Trafikverket som ansvarar för kryssmärke och säkerhetsanordning vid plankorsningar oavsett vem som är väghållare. Ansvar för kostnader att tillverka, sätta upp, ta bort och underhålla vägmärke och anordning står i 8 kap. 5§ i vägmärkesförordningen och denna paragraf hänvisar tillbaka till 1 kap. 6 §.

3.2.1 Skyddsanordningar som kräver beslut enligt vägmärkesförordningen 1 kap. 8 §.

Plankorsningar som ska gå igenom förändringar behöver först ett förvaltningsbeslut som tas av innehavare av järnväg. Förändring innebär en ombyggnad, tex bygga ny plankorsning, bygga om, byta eller lägga till skyddsanordningar som ljud- och ljussignaler, kryssmärke och bommar. Om något av grundskydden som visas i Tabell 3 läggs till eller tas bort i en plankorsning behövs utöver förvaltningsbeslut ett myndighetsbeslut. Exempel på detta är om ett grundskydd ersätts från helbom till kryssmärke. Det behövs inte myndighetsbeslut om ett existerande grundskydd utökas enligt regelverk [39].

Trafikverket fattar myndighetsbeslut och ansvarar för kryssmärke och säkerhetsanordningar oavsett vem som är väghållare. En kommun eller enskild väghållare kan därmed inte ersätta dessa utrustningar för en plankorsning utan myndighetsbeslut från Trafikverket. De utrustningar för plankorsningar som kräver beslut enligt vägmärkesförordningen är kryssmärke, helbom, halvbom och ljud- och ljussignal [55].

3.2.2 Utrustning vid plankorsning där väghållare har ansvar

Med undantag av tidigare nämnda utrustningar där Trafikverket alltid beslutar och ansvarar för uppsättning, kostnader och borttagning så finns det utrustningar där den specifika väghållaren ansvarar. Ett antal av dessa utrustningar måste finnas vid plankorsning och resterande kan användas om väghållaren anser att det ökar säkerheten för plankorsningen. Av de utrustningar som ska finnas vid plankorsningar gäller detta endast om kriterier uppfylls för plankorsningen. De fyra utrustningarna är vägmärken enligt nedan.



Figur 5. Vägmärken som väghållaren ansvarar för vid plankorsning med järnväg.

Tabell 2: Kriterium för användning av vägmärken enligt Figur 5.

	Vägmärke	Kriterium för användning
1	A35 - Varning för järnvägs korsning med bommar	Vid plankorsning med järnväg med helbom eller halvbom
2	A36 - Varning för järnvägs korsning utan bommar	Vid plankorsning med järnväg utan bommar
3	A38 - Avstånd till plankorsning	I kombination med A35 eller A36 om avståndet är minst 150 m
4	J3 - Livsfarlig ledning	Vid elektrifierad plankorsning med järnväg

4 Vägutrustning och skyddsanordning

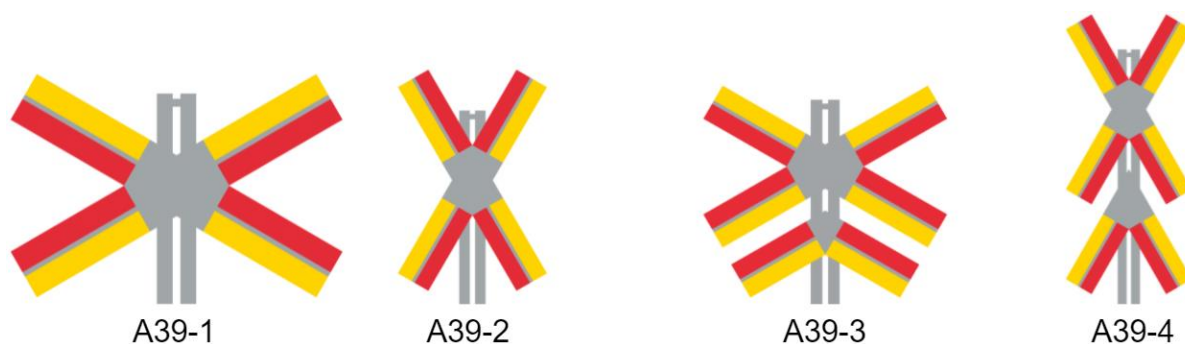
Detta avsnitt kommer att behandla vägutrustningar och skyddsanordningar som ingår i plankorsningar och är eller kan vara oeftergivliga. Enligt Trafikverket är vägutrustning sådan anordning som är avsedd för skydd, trafikstyrning, information eller belysning. Plankorsningar kan vara oskyddade, vilket innebär avsaknad av någon form av skyddsanordning vid plankorsningen [46]. Skyddsanordningar som omfattas som grundskydd för plankorsningar ses i Tabell 3.

Tabell 3. Grundskydd för plankorsningar.

Helbom
Halvbom
Ljud- och ljusmarke
Kryssmarke
Inget - Oskyddad

4.1 Kryssmärken

Det är Trafikverket som beslutar om kryssmarke ska sättas upp eller tas bort vid plankorsningar enligt vägmärkesförordningen 1 kap. 8 §. Ett kryssmarke ska placeras före en plankorsning med syftet att uppmärksamma en förare om att en plankorsning passeras. Det är inget krav på kryssmarke om en plankorsning med ljudsignal har gång- och cykelfälla på egen bana eller om det finns fordonssignaler i korsningen [69]. Det behöver inte heller sättas upp vid enskild väg med lite trafik om det är utan fara för trafiksäkerheten [67]. Kryssmärken som används för plankorsningar med ett korsande spår är av modell A39-1 (horisontell) eller A39-2 (vertikal). För mer än ett korsande spår används A39-3 och A39-4.



Figur 6. De olika modellerna för kryssmarke.

Ett kryssmarke ska vara placerat på höger sida av vägen och om en väg är bredare än fem meter ska det även finnas på vänster sida. Det bör enligt Trafikverkets riktlinjer för varningsmarke vara placerat 5 meter före närmaste räil. Det ska även vara synligt för vägtrafikanter från minst 50 meter från plankorsning eller plankorsningens närmaste avståndsmärke [41].

Det finns inga märkbara exteriöra skillnader mellan äldre kryssmarke och nya men gällande säkerhetsaspekten finns en väsentlig skillnad. Denna skillnad är att de äldre kryssmärkena har

oeftergivliga stolpar, vilket är en avgörande faktor för utgången vid en påkörning. De nyare kryssmärkena har en slip base stolpe som är en designmekanism under stolpen vars syfte är att gå sönder när fordon kolliderar med kryssmärket, se avsnitt 4.5 [10].

4.2 Hel- och halvbom

I Sverige har 2331 plankorsningar antingen hel- eller halvbom. Bommar vid plankorsning är aktiva skyddsanordningar eftersom de är beroende av tågens placeringar och har rörelse utefter det. Hel- och halvbommar används för att förstärka tydligheten att en plankorsning inte ska passeras för främst fordonsförare men även för gående. Bomdriven som styr bommarna är helt oeftergivliga medan bommar, det vill säga det som fälls ner är eftergivliga. Många rapporterade händelser i PLK-webb handlar om att bommar blir påkörda och därför inte längre är funktionella. Det finns inga rapporterade fall av att bommar har fällts ner oförutsägbart, utan dessa olyckor beror mycket ofta på den mänskliga faktorn då förare missbedömer plankorsningens utformning och tar en risk när utrymme framför inte är tillräckligt. Fordonet hamnar i dessa fall mellan spåren när bommen fälls. Men det kan även handla om förare som överskrider hastighetsbegränsningen och inte hinner bromsa i tid och därför kör på bommen.

Samtliga bommar ska ha texten ”Kör igenom bommen – Stanna inte på spåret” så att inga förare vid nedfälld bom väljer att stanna kvar på spåren i tron om att det är korrekt [41]. Bommar ska även vara utrustade med röda ljussignaler som kompletterar och är synkade med ljussignalerna som finns under kryssmärke. Helbomsanläggning ska ha minst en bomsignal på varje sida av spåret och en halvbom ska ha minst en signal. Bommarna har även reflex men trots dessa säkerhetsåtgärder för anordningen sker det påkörningar [12].

Helbommar stänger av hela körbanan på båda sidorna av vägen och är vanligast i tätorter där många gående och cyklister passerar [61]. Helbomsanläggningar innefattar även ljus- och ljudsignaler samt kryssmärken som skydd. För att trafikanter och personer till fots ska hinna utrymma plankorsningen så behöver bommarna fällas i god tid innan tåg passerar och kan skapa långa väntetider. Helbommar kan utformas på olika sätt, genom att ha en lång bom som täcker båda körriktningarna, eller två kortare bommar som täcker vardera körriktningar på båda sidorna av spåret. Förringningstid, tiden det tar från varningssignal påbörjas till den stund att bommarna fälls ned, ska vara minst 10 sekunder [56]. Sedan är det minst 10 sekunder innan tåget passerar korsningen.

Vid plankorsningar nära en station är det ofta vanligt att mötande tåg ska passera samma bomfällning vilket skapar en längre tid som bommarna behöver vara nedfällda. Med helbommar som täcker båda körfälten på varje sida av spåren så medför det att om en trafikant hinner under ena bommen kan den hamna på spåret då det finns en bom på andra sidan.



Figur 7. Helbommar med två kortare armar som täcker hela körbanan (Google Maps, 2019).



Figur 8. Två helbommar som täcker hela körbanan (Google Maps, 2019).

Halvbommar täcker ena körbanan och stoppar därför endast fordon i en körriktning. Detta medför att om ett fordon har åkt förbi denna så finns det ingen andra bom på körbanan att passera efter spåret och det blir fri passage. Förringningstiden är minst 5 sekunder och bommarna ska vara helt fällda minst 15 sekunder innan tåget tagit sig till korsningen. Risker finns vid dessa när biltrafikanter försöker med så kallad slalomkörning genom plankorsningen då bommen endast täcker det ena körfältet på vardera sida av plankorsningen [47].



Figur 9. Halvbommar som täcker ena körfältet (Google Maps, 2018).

4.3 Bomdriv

Varje hel- och halvbom har bomdriv. Vid lägre hastigheter på väg är det vanligt med oskyddade bomdriv då rörelseenergin från fordon utgör mindre risk för allvarliga skador. Men även vid hastigheter över 70 km/h finns det bomdriv som är oskyddade och nära körbanan, se Figur 10.

Ett modernare bomdriv utan bommar och motvikter väger från cirka 75 kg och äldre bomdriven väger över 125 kg [17]. För bomdriv finns det inte skrivet i något dokument eller regelverk hur nära vägbankant dessa får befinna sig. Detta är problematiskt och har lett till att vissa bomdriv är mycket nära vägbankant och därmed ännu närmare körbanekant. Ur ett säkerhetsperspektiv är detta livsfarligt vid högre hastigheter, se avsnitt 7.2. Det bör finnas krav på avstånd från bomdriv till vägbankant på samma sätt som detta finns för portalben och andra anordningar som tillåts vara oeftergivliga så att högre säkerhet kan uppnås när bomdriv placeras.



Figur 10. Bomdriv mycket nära vägbanekant (Google Maps, 2018).

Hans Holmén och Mats Pettersson från Trafikverket anser att all utrustning vid plankorsning, förutom portaler, borde kunna utformas så att de är helt eftergivliga. Argumentet är att om utrustningen är eftergivlig behövs inga vägräcken eller krockdämpare för att skydda förare mot dessa. Bomdrivens närhet till vägbanekant ger även få möjligheter till att skapa ett fordonsåterhållande system utan att behöva kompensera för vägens utformning. Exempel på kompenseringar är att behöva smalna av vägen eller att sänka hastighetsbegränsningen.



Figur 11. Bra avstånd från bomdriv till körbanekant (Google Maps, 2019).



Figur 12. Mycket kort avstånd från bomdriv till körbanekant (Google Maps, 2020).

4.4 Portaler

Plankorsningsportaler brukar sättas upp vid plankorsningar tillsammans med plankorsningsskärmar för att uppmärksamma trafikanter på att en plankorsning kommer att passeras, se Figur 13. De två vägmärkena får kombineras ihop enligt Trafikverkets regelverk. Portalerna som håller upp dessa vägmärken undantas från eftergivlighet och skyddas sällan av sidoräcke [51].

VGU och andra dokument motiverar inte varför portaler får vara oeftergivliga. En förklaring kan vara att andra trafikanter kan råka ut för allvarliga konsekvenser om portalben med livsfarlig ledning faller ner på vägen efter påkörning [79]. Portalen med fundament väger cirka 1000 kg, men det kan finnas variationer.

Ytterligare en förklaring att oeftergivlighet tillåts för portaler är att det inte har funnits ett samspel mellan järnväg och väg vid plankorsningar i tidigt skede [77]. Eftersom det har varit olika tekniska förvaltningar för väg och järnväg lades inte fokus på denna säkerhetsaspekt och att i efterhand ändra placering eller ersätta oeftergivliga portaler innebär höga kostnader.

Infrastrukturregelverket säger att portalbenen ska vara 8 - 12 m från närmaste räl och 1,5 - 2 m från vägbanekant. Det står även att om väghållare och markägare har överenskommelse får avstånd från vägbanekant ökas [48]. Ett avstånd på 1,5 m från vägbanekant lämnar lite utrymme för eventuella placeringar av vägräcken. Anledningen är på grund av kraven på vägräckens arbetsbredd samt den bredd dessa redan upptar vid placering vid vägbanekant. Detta kommer beskrivas mer i avsnitt 6.1.



Figur 13. Oeftergivlig plankorsningsportal (Google Maps, 2019).



Figur 14. Oeftergivligt portalben med plankorsningsskärm (Google Maps, 2018).

4.5 Slip base

Slip base som även kallas breakaway internationellt är ett förankringssystem som kan användas för stolpar eller andra fasta föremål som vid oeftergivlighet utgör stor fara för förare. Istället för att en förankrad stolpe stiger upp från marken förenas två separata stolpar via anslutningsplattor. Denna fog gör det möjligt för anslutningsplattorna att brytas sönder vid en viss förutbestämd kraft.

SIS har en standard för eftergivlighet som betecknas SS-EN 12767:2019 och används för krav och provningsmetoder för slip base förankringar [35]. Det finns inga krav på att slip base ska användas som förankring vid specifika typer av vägar eller hastigheter, utan det är upp till vägghållaren att bedöma om det är nödvändigt. För mindre stolpar på låghastighetsvägar har studier visat att slip base inte ger någon fördel jämfört med oeftergivlig förankring eftersom energimängden från kollisionen inte leder till allvarligare skador.

I Boston och Kentucky i USA installerades slip base-förankringar för telefonstolpar under 80-talet. Dessa befann sig på vägar med hastigheter på över 50 mph, vilket motsvarar cirka 80 km/h och det beräknades att de skulle reducera sannolikheten för allvarliga skador från 77% till mindre än 0,5%. Under två år studerades effekten av de nya förankringarna och totalt skedde fem kollisioner med stolparna där inga ledde till dödsfall eller allvarliga skador [14]. Studien visade även att beräknade kostnader vid allvarliga skador totalt kunde uppgå till cirka 50 000 dollar medan dödsfall som resultat av kollision med oeftergivligt föremål kostade samhället upp till 3,84 miljoner dollar. Eftersom det inte skedde några allvarliga skador under perioden behövdes endast kostnader för reparation av de eftergivliga föremålen. Det innebär att förutom att slip base räddade människor så var det redan på 80-talet en investering som på lång sikt visade sig vara ekonomisk lönsam.

Slip base-tekniken har på senare år utvecklats och blivit ännu mer effektiv jämfört med de äldre oeftergivliga skyddsanordningarna och marknaden har blivit större. Vägghållare kan välja mellan ett stort utbud av slip base förankringssystem som är testade enligt SS-EN 12767:2019 och har CE-märkning.

Att använda slip base är ur säkerhetsperspektiv lämpligt när det finns föremål inom säkerhetszon för respektive vägbanas högra sidoområde istället för föremål som befinner sig mellan två vägbanor. Anledningen till detta är eftersom eftergivlig utrustning vid påkörning annars kan träffa fordon på andra sidan vägbanan. När vägverket analyserade olyckor mellan åren 1997–2000 beräknades det att för dödsolyckor som skett vid påkörning med oeftergivliga stolpar så hade slip base kunnat minska andelen med 40%. Trafikverket har inte tillämpat slip base-tekniken för bomdriv men den har använts för portaler och används idag för alla nyare kryssmärkesstolpar.



Figur 15. Slip base förankring.

5 Standarder för fordonsåterhållande system

5.1 Svenska Institutet för Standarder: SIS

SIS kopplas till ISO och CEN. ISO är en internationell organisation som har 160 nationella standardiseringsorgan där SIS är ett av dessa. ISO utvecklar och publicerar globala standarder för olika områden inom bland annat tillverkning och teknik [31]. CEN är för europeiska länder och har mandat att utveckla europeiska standarder. SIS som del av ISO och CEN kan delta i arbetet med att utveckla standarder inom den del som avser skyddsanordningar på vägar.

5.2 SS-EN 1317 och SS-ENV 1317

Enligt VGU ska vägräcken och krockdämpare följa standarden SS-EN 1317 och SS-ENV 1317 som tas fram av SIS. Dessa standard avser skyddsanordningar för fordon. Det finns olika delar och de som behandlas för vägräcken och krockdämpare är:

SS-EN 1317-2 Prestandakrav och klassificering för vägräcke.

SS-EN 1317-3 Prestandakrav och klassificering för krockdämpare.

SS-ENV 1317-4 Prestandakrav, vägräckesändrar och övergångar.

SS-EN 1317-5 Skyddsanordning för fordon - Produktkrav och kontroll av överensstämmelse.

5.3 CE-märkning

CE-märkning infördes år 1990 och innebär att en produkt intygas uppfylla EU:s grundläggande hälso-, miljö- och säkerhetskrav [1]. Det fungerar även som ett handelsmärke och möjliggör att produkter kan säljas inom EU och EES. Sedan år 2011 ska alla vägräcken och krockdämpare som Trafikverket upphandlar för allmänna vägar enligt vara CE-märkta enligt standarden SS-EN 1317-5, detta beslut togs av Vägverket år 2010 innan Trafikverket hade skapats.

CE-märkning på dessa fordonsåterhållande system uppfyller krav på säkerhet och ger en trygghet i att produkterna kan användas enligt sina syften. Slänträcken omfattas inte av krav på CE-märkning eftersom de placeras i innerslänt och kollisionstestas placerade i dessa slänter [60].

Eftersom kravet om CE-märkning på vägräcke och krockdämpare kom år 2011 innebär detta att de som upphandlades och uppsattes innan detta år inte har haft krav om CE-märkning. Problemet med detta är att äldre skyddsanordningar kan utgöra risker i form av material eller prestationsförmåga och inte ge ett tillräckligt bra skydd som de skyddsanordningar som har upphandlats efter år 2011. Av bland annat ekonomiska skäl är det inte möjligt att ersätta alla gamla skyddsanordningar som inte har CE-märkning men när dessa behöver bytas ut på grund av exempelvis osäkert skick eller påkörning så ersätts de enligt dagens gällande krav om CE-märkning.

6 Fordonsåterhållande system

6.1 Vägräcken

Vägräcke är den mest använda typen av skyddsåtgärd vad gäller att skydda trafikanter mot oeftergivliga föremål vid plankorsningar. Syftet med vägräcken är att stoppa och omdirigera ett fordon så att risken för allvarliga skador eller dödsfall för personerna i fordonen minimeras vid påkörning [33]. De flesta vägräcken som används vid plankorsningar skyddar även trafikanter från att köra av vägen mot farliga sidoområden eller mot järnvägen. Ett vägräcke ska ha sådan längd att avkörande fordon fångas upp och inte träffar det föremål eller motsvarande fara som vägräcket har till uppgift att skydda från [51].



Figur 16. Exempel på en plankorsning med sidoräcke som skyddar mot oeftergivliga anordningar (Google Maps, 2019).

Bilden ovan visar vägräcken som följer vägen parallellt samt skyddar ljussignalerna och kryssmärkena. Dessa vägräcken är endast placerade för att förebygga risker vid plankorsningen eftersom risk för allvarliga olyckor är betydligt mindre när plankorsningen är passerad.

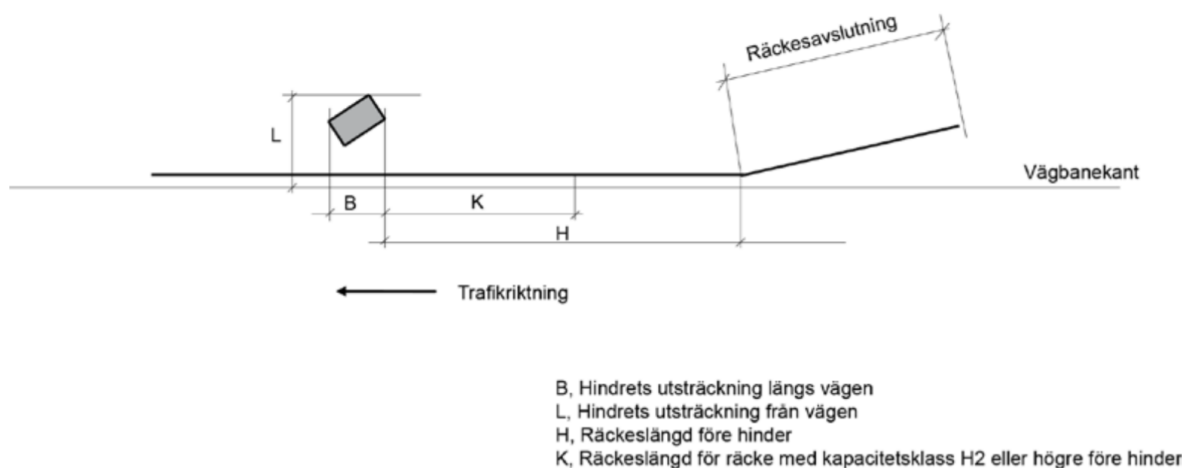
Om sidoräcke är placerat så ska det vara i anslutning till vägbanekant och parallellt med vägbanekant i enlighet med Figur 16 ovan. Cirka 10 personer omkommer varje år vid kollision med vägräcken i Sverige och det är specifikt de som inte är parallella med vägen som leder till större risk eftersom det ofta då blir en direkt frontalkollision mellan fordon och vägräcket. Men risken är även mycket stor när ett vägräckesavlut är utformat på ett farligt sätt, se avsnitt 6.1.3.

Den typ av trafikantgrupp som utsätts för störst fara vid påkörning av vägräcken är motorcyklister. Formen och säkerheten för en motorcykel är avsevärt mindre än en vanlig personbil och motorcyklister kan slungas iväg av krockvåldet. Motorcyklar kan även fastna mellan vägräckets stolpar och därmed utsätts motorcykelföraren för fara.

Vägräcken dimensioneras främst för personbilar med anledning av att de är vanligast förekommande i trafiken [43].

6.1.1 Vägräckeslängd

Vägräckeslängden ska vara tillräcklig lång så att den förhindrar avkörande fordon att träffa det föremål eller motsvarande fara som vägräcket har till uppgift att skydda från. Samt ska längden göra att dess fordonsåterhållande funktion inte försämras.



Figur 17. VGU-Krav. Vägräckeslängd före hinder som finns i sidled.

För plankorsningar är det mycket svårt att helt skydda fordon från järnvägsutrustning eller avkörning eftersom vägräckena måste avslutas före spåren som fordonet korsar. Vägräckesavslutningen skapar då ett glapp som gör det svårt att skapa en säker miljö. För plankorsningar där dubbelspår föreligger är detta ännu mer problematiskt. Denna öppning som finns är en del av problemet till att det är svårt att skapa en säker miljö och gäller främst för plankorsningar där spåret går genom två vägbanor, se Figur 27. Vägräcken med öppningar ska därför göras så korta som möjligt för att förebygga risk för avkörningar [59].

6.1.2 Kapacitetsklass

Vägräcken har olika kapacitetsklasser som är beroende av hastigheter och vikter de ska klara av att återhålla. Sverige följer den europeiska standarden för vägräcke, EN-1317-2 samt tillägget TRVMB 350 som Trafikverket har framtagit för slänträcke. EN-1317-2 är ett tvingande val i enlighet med att Sverige tillhör EU där denna standard går under EU:s byggproduktförordning [77]. Alla sidoräcken ska minst uppfylla kapacitetsklass N2, vilket innebär normal kapacitet. En beställare får dock undanta detta och istället välja kapacitetsklass N1 om hastighetsgränsen för vägen understiger 80 km/h och antal fordon per dygn i snitt understiger 1500 [51].

Exempel på provspecifikation fås ur Tabell 4 där till exempel TB32 innebär att en bil färdas i 110 km/h med en massa på 1500 kg och kolliderar med ett vägräcke med 20 graders vinkel. Om resultatet av denna kollision blir godkänd tilldelas vägräcket en kapacitetsklass enligt Tabell 5 som visar för vilken kapacitetsklass TB32 kan användas. Kapacitetsklasserna definierar vägräckenas egenskaper så att beställaren vet på förhand om den är lämplig för avsedd väg.

Tabell 4. Provspecifikation, vägräcke - hastighet, vinkel och fordons totalmassa.

Prov	Påkörnings- hastighet km/tim	Påkörnings- vinkel grader	Fordonets totalmassa kg	Typ av fordon
TB 11	100	20	900	personbil
TB 21	80	8	1 300	personbil
TB 22	80	15	1 300	personbil
TB 31	80	20	1 500	personbil
TB 32	110	20	1 500	personbil
TB 41	70	8	10 000	lastbil
TB 42	70	15	10 000	lastbil
TB 51	70	20	13 000	buss
TB 61	80	20	16 000	lastbil
TB 71	65	20	30 000	lastbil
TB 81	65	20	38 000	lastbil med släp

(Data från Blue Systems [5])

Tabell 5. Kapacitetsklasser i förhållande till provspecifikation ovan.

Kapacitetsklass			Test
Lågkapacitet	T1		TB21
	T2		TB22
	T3		TB41 och TB21
Normal kapacitet	N1		TB31
	N2		TB32 och TB11
Hög kapacitet	H1		TB42 och TB11
	L1		TB42, TB32 och TB11
	H2		TB51 och TB11
	L2		TB51, TB32 och TB11
	H3		TB61 och TB11
	L3		TB61, TB32 och TB11
Mycket hög kapacitet	H4a		TB71 och TB11
	H4b		TB81 och TB11
	L4a		TB71, TB32 och TB11
	L4b		TB81, TB32 och TB11

(Data och tabell från Nordic Road Safety [19])

Krockproven har en tydlig övergång från 1500 kg total massa till 10 000 kg. Provspecifikationerna enligt SS-EN-1317-2 är från 2010 och utvecklingen av bland annat säkerhetssystem i fordon har på senare år lett till en högre genomsnittlig massa. SS-EN 1317-2 har inga provspecifikationer för personbilar på allt vanligare totala massor som 1600–2000 kg och detta anses vara en utvecklingspunkt. Det bör finnas vägräcken med egenskaper som är anpassade de högre genomsnittliga vikterna.

6.1.3 Vägräckesavslut

Vägräckesavslut är mycket viktiga och avgörande för konsekvensen av en påkörning av fordon. Alla vägräckesavslut ska avslutas på ett trafiksäkert sätt enligt VGU-Krav men detta efterlevs inte i alla fall. Ett vägräcke ska inledas med utvinklade avslut så länge det inte finns skäl att utforma på annat sätt. Det finns två typer av vägräckesavslut varav ena är energiupptagande och den andra inte är energiupptagande. Vid plankorsningar används som princip inte energiupptagande vägräckesavslut, utan istället neddoppade vägräckesändar. Dessa är vanligt förekommande i de fall ett vägräcke har placerats endast för att skydda mot plankorsningars oeftergivliga föremål, se avsnitt 6.1.4.

Som tidigare nämnt är det svårt att utforma vägräckesavslut på ett säkert sätt beroende på en vägs utformning. Detta har lett till att många plankorsningar har farliga vägräckesavslut som placerades utan hänsyn till risken om fordon kolliderar med dessa. För att dra kontrast mellan en lösning som skulle kunna tillämpas på plankorsningar jämförs ett specialformat vägräcke som har löst problemet med att ha ett farligt vägräckesavslut med ett bristfälligt vägräckesavslut, se Figur 18 och Figur 19. Lösningen på figur 18 gör att det kan betraktas som en hel räckeslängd som samtidigt ger utrymme för bomfällning. Bristfälliga räckesavslut kan ofta ha placerats under tidigare år när de tekniska lösningarna inte var lika välutvecklade som de som finns idag.



Figur 18. Modifierad konstruktion för vägräcke för att undvika farligt räckesavslut.



Figur 19. Exempel på vägräckesavslut som kan leda till allvarliga konsekvenser.

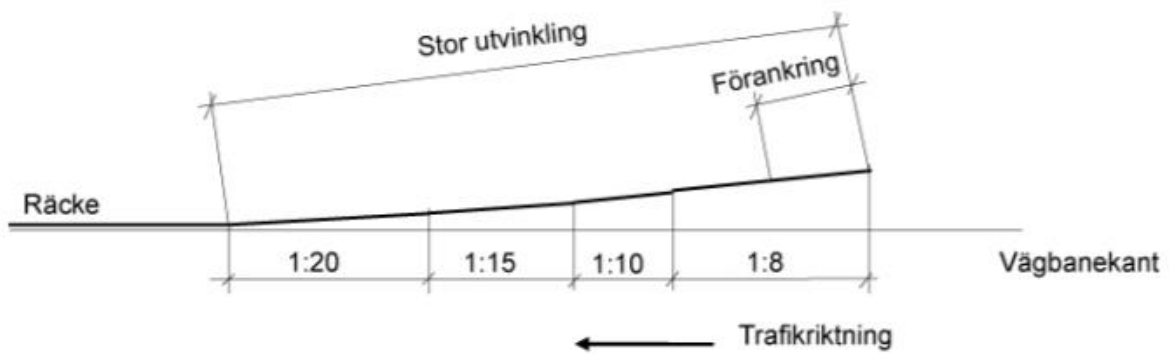
Figur 19 visar ett räckesavslut som utgör en fara för fordon. Eftersom vägräcket följer vägen parallellt och avslutas tvärt innebär det att räcket kan penetrera fordon vid kollision. Räckets avslut borde ha utformats så att den var neddoppad, alternativt att den hade energiupptagande förmåga.

6.1.4 Neddoppade vägräckesändar

Det finns fyra typer av vägräckesavslut och det är stor utvinkling, liten utvinkling, neddoppad ände och energiupptagande ände, se Tabell 6. Utvinklade vägräckesändar infördes år 2012 för att skydda förare och utrustning på ett säkrare sätt. Neddoppade vägräckesändar kan medföra risker eftersom vid felaktig utformning skapar de en rampeffekt om ett fordon kör på det, vilket kan ge mycket allvarliga konsekvenser även vid lägre hastigheter. Det finns dock i många fall skäl till att neddoppade vägräckesändar är fördelaktiga beroende på hur en vägs sidoområde är utformat och om avslutet kan dimensioneras på ett sätt så att fordonet kommer tillbaka på körfältet vid kontakt istället för att få denna rampeffekt över vägräcket, vilket är krav enligt VGU.

Vid de plankorsningar där sidoräcke redan existerar med syfte att skydda trafikanter från hela sidoområdet finns ingen risk för dåligt utformade vägräckesändar i anslutning till plankorsningen eftersom vägräcket har påbörjats på ett långt avstånd innan denna. I de fall när ett vägräcke placeras enbart på grund av att skydda mot oeftergivliga föremål vid en plankorsning är det av stor vikt att ta hänsyn till sidoområdets utformning för att kunna utforma ett så säkert avslut som möjligt.

Sidoområden med slänt är ofta speciellt lämpliga att utnyttja för att skapa säkra neddoppade vägräckesavslut där utformningen kan följa sidoområdets lutning och effekten blir som ett sidoräcke som har följt vägen parallellt utan en början. Utvinklade vägräcken kan även ha neddoppade vägräckesavslut och ska utformas enligt Figur 20 och Figur 21 nedan.



Figur 20. VGU-Krav. Princip för utformning av vägräckesavslutning med stor utvinkling.

VR (km/h)	< 100	100
Utvinkling från vägen	1:10	1:15
Sidoavstånd (m)	1,0	1,5



Figur 21. VGU-Krav. Princip för utformning av vägräckesavslutning med liten utvinkling

Figur 22 visar exempel på en neddoppad vägräckesände följer sidoområdets vegetation och slänt och därmed har utformats på ett säkert sätt. I sådana fall ökar även säkerheten för motorcyklister och risken att träffa vägräckesändan och få rampeffekt minimeras.



Figur 22. Neddoppad vägräckesände med liten utvinkling, hastighetsgräns 80 km/h (Google Maps, 2020).

Vägräckesavslutning ska väljas enligt VGU-Krav och eventuella undantag kan göras enligt Tabell 6.

Tabell 6. Vägräckesavlut, kriterier.

Vägtyp		Räckesavslutning			
		Stor utvinkling	Liten utvinkling	Neddoppad vägräckesände	Energiupptagande vägräckesände alt krockdämpare
Motorväg och Mötesfri väg	Mot	X			X**
	Med			X	
Tvåfältsväg VR ≥80		X	X*		X**
En/tvåfältsväg VR <80			X	X*	X**

Mot = Mot trafikriktningen

Med = Med trafikriktningen

*) Endast efter att det motiverats och godkänts av Beställaren enl. dennes anvisningar.

***) Endast i de fall avslutning med angiven utvinkling inte är möjlig, bl.a. i mittremsa.



Figur 23. Exempel på neddoppad vägräckesände.

Figur 23 visar en neddoppad vägräckesände med kapacitetsklass N2 av modell FlexBeam som har underglidningsskyddet FlexGuard. Underglidningsskyddet förhindrar motorcyklister från att träffa

ett vägräckes stolpar eller hamna under vägräcket [2]. Detta är ett optimalt sätt att skydda alla typer av trafikanter på en väg där sidoräcke används.

6.1.5 Arbetsbredd

Samtliga vägräcken på svenska vägar måste ha en viss arbetsbreddsklass. Arbetsbredd innebär hur mycket ett vägräcke deformeras maximalt vid påkörning [8]. Om ett vägräcke inte skulle ha en arbetsbredd innebär det att effekten vid påkörning kan jämföras med när fordon kolliderar med oeftergivliga föremål. Syftet är därmed att deformationen blir energiupptagande och vägleder fordon tillbaka på vägen på ett kontrollerat sätt. Inom ett vägräckes arbetsbredd får det inte befinna sig oeftergivliga föremål eller annat som vägräcket avser att skydda mot.

Det finns åtta arbetsbreddsklasser som definierar den minsta deformation vägräcket ska ha från W1 till W8.

Tabell 7. Arbetsbreddsklasser.

Arbetsbreddsklass	Arbetsbredd (m)
W1	$\leq 0,6$
W2	$\leq 0,8$
W3	$\leq 1,0$
W4	$\leq 1,3$
W5	$\leq 1,7$
W6	$\leq 2,1$
W7	$\leq 2,5$
W8	$\leq 3,5$

(Data från Saferoad)

Vid släntlutning som är brantare än 1:3 ska arbetsbreddsklassen för sidoräcke med kapacitetsklass N1 och N2 vara högst W5. Slänträcke får högst ha arbetsbreddsklass W6 [51].

Eftersom vägutrustningars avstånd till vägbanekant varierar så finns det svårigheter med säker utformning av vägräcken. Anledningen är att den arbetsbreddsklass som kan tillämpas för ett vägräcke blir helt beroende av vägutrustningens närhet till vägbanekant.

Med hänvisning till avsnitt 4.4 där det framgår enligt regelverk att portalben ska befinna sig 1,5–2 m från vägbanekant innebär detta att för sidoräcke kan högst arbetsbreddsklass W5 användas om det inte finns specifika fall där portalbenen befinner sig längre från vägbanekant. Eftersom det även kan vara problematiskt med eftergivliga portalben så behöver sidoräcken på ett säkert sätt kunna skydda trafikanter mot dessa.

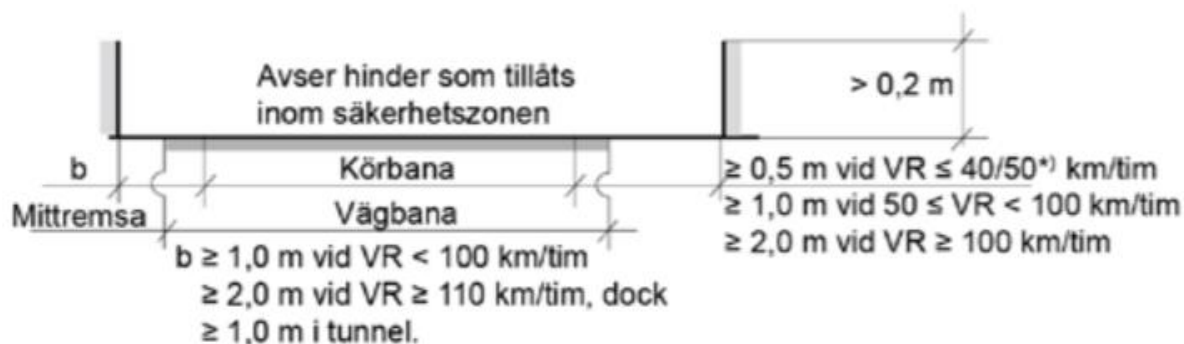
För bomdriv är det i många fall svårare att tillgodose säkerheten på grund av deras avstånd till vägbanekant som ofta är mycket kort, se avsnitt 4.3. Bomdrivens närhet till vägbanekant gör att sidoräcken behöver utformas på ett sätt för att inte komma i kontakt med dessa på grund av sina arbetsbredder. Vägräckets placering bör inte heller påverka vägbanans utformning eller förarens körsätt vid passering. För bomdrivet som visades i Figur 12 kan endast arbetsbreddsklass W1

tillämpas i bästa fall scenario eftersom bomdrivets avstånd till vägbanekant understiger alla andra arbetsbreddsklasser.

6.1.6 Placering av sidoräcke

Placering av sidoräcken som ska skydda trafikanter från oeftergivliga föremål vid plankorsningar är helt beroende av var dessa föremål befinner sig. I de flesta fall behövs sidoräcke vid plankorsningar endast för att det finns oeftergivlig skyddsanordning i säkerhetszonen. Andra anledningar kan vara om sidoområdet är farligt på grund av släntlutning eller annan anledning som kräver sidoräcke.

Ett vägräcke ska vara placerat så att krav på fri bredd uppnås. För vägar där oeftergivliga föremål tillåts inom säkerhetszonen har VGU särskilda krav på fri bredd, se Figur 24.

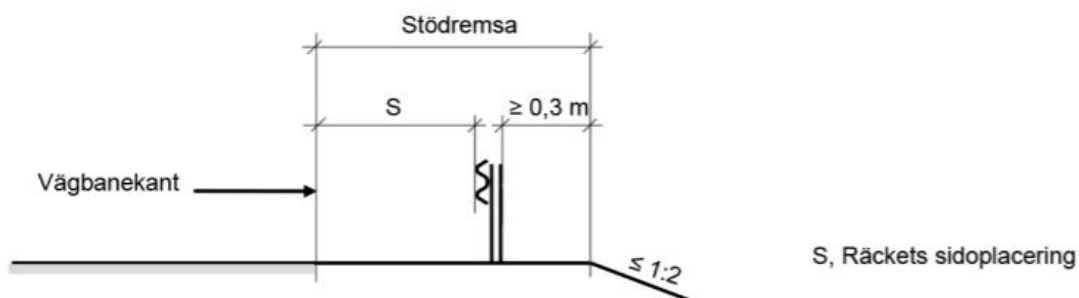


Figur 24. VGU-Krav. Hinderfri bredd från körbanekant.

Kraven på fri bredd avser avstånd från körbanekant, inte vägbanekant och det gäller allmänt för vägräcken. Körbanekant innebär körfältets bredd till skillnad från hela banan. Enligt krav på fri bredd behöver ett vägräcke befinna sig minst 0,5 m från körbanekant när hastighet på vägen inte överstiger 50 km/h. Men för hastigheter mellan 50–100 km/h är kravet en fri bredd på minst 1 m.

Sidoräcken har däremot andra krav än för vägräcken i allmänhet. De ska befinna sig 0,05 m från vägbanekant där undantag tillåts för avstånd mellan 0,05–0,75 m efter beställarens godkännande [51]. Det huvudsakliga kravet på 0,05 m för sidoräckes placering från vägbanekant innebär sidoräcke kan befinna sig mycket nära körbanekant om vägbanekant inte har en stor bredd.

De allmänna kraven som gäller för vägräckens placering från körbanekant eller vägbanekant gäller alltså inte för sidoräcke eftersom det ställs andra krav för dessa. Eftersom sidoräcke ska placeras parallellt och i anslutning till vägbanekant bör det inte ses som en fara att de får placeras endast 0,05 m från vägbanekant eftersom skaderisk vid påkörning parallellt med vägen är mindre på grund av att påkörningsvinkeln är liten. Figur 25 visar hur sidoräcke kan placeras.



Figur 25. VGU-Krav. Sidoräcke för vägbanekant.

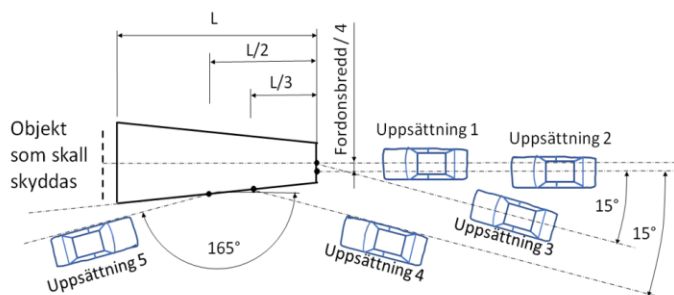
6.2 Krockdämpare

Krockdämpare är vanligt förekommande i Sverige, framförallt på motorvägar när körbanor separeras. Dess syfte är ofta att minska den kinetiska energin på fordon vid påkörning så att den skyddar mot oeftergivliga föremål som finns bakom [9]. Det finns flera olika typer av modeller som är anpassade för olika hastigheter. Det är viktigt att energiupptagande avslut väljs baserat på den väg den ska placeras på eftersom avslut som dimensioneras för högre hastighet än vägen kan innebära att dess funktion uteblir.

Krockdämpare används som grundprincip inte i Sverige vid plankorsningar men förhindras inte av regelverk att kunna göra det, vilket möjliggör för nya lösningsförslag och tillämpning av säkerhetsåtgärder för att skydda mot oeftergivliga föremål. Krockdämpare får enligt VGU-Krav användas när utvinkling för ett vägräcke inte är möjligt eller lämpligt för placering, se Tabell 6. Ytterligare krav är att krockdämpare ska vara av typen *redirective R* i enlighet med SS-EN 1317-3 [51]. *Redirective R* innebär att en krockdämpare återhåller och omdirigerar fordon mot körbanan eller bort mot faran krockdämparen skyddar mot [34].

För provspecifikationen testas fordon med total massa från 900 kg till 1500 kg, vilket innebär att krockdämpare saknar tester för tunga fordon till skillnad från provspecifikationen för vägräcken, se Tabell 4. Testerna är från 50 km/h till 110 km/h, vilket innebär att för hastigheter väsentligt lägre än 50 km/h är det inte lika effektivt att använda krockdämpare. För provspecifikationen testas även olika påkörningsvinklar då dessa har en påverkan på resultatet av en krockdämpares förmåga att återhålla fordon.

Test	Uppsättning	Vikt [kg]	Hastighet [km/h]	Test nr.
TC 1.1.50	Front, centrisk	900	50	1
TC 1.1.80		900	80	
TC 1.1.100		900	100	
TC 1.2.80	Front, offset 1/4 fordonsbredd	1300	80	1
TC 1.2.100		1300	100	
TC 1.3.110		1500	110	
TC 2.1.80	Front, offset 1/4 fordonsbredd	900	80	2
TC 2.1.100		900	100	
TC 3.2.80	Nos, centrisk med 15 grader	1300	80	3
TC 3.2.100		1300	100	
TC 3.3.110		1500	110	
TC 4.2.50	Sida med 15 grader	1300	50	4
TC 4.2.80		1300	80	
TC 4.2.100		1300	100	
TC 4.3.110		1500	110	
TC 5.2.80	Sida med 165 grader	1300	80	5
TC 5.2.100		1300	100	
TC 5.3.110		1500	110	



Figur 26. Provspekifikation för SS-EN 1317-3 [34].

För Figur 26 kan utläsas ur rad ett, TC 1.1.50, vilket innebär *Test Crash cushion, test 1, fordonstyp 1*.

Trots att testerna enligt SS-EN 1317-3 gäller fordon som väger maximalt 1500 kg vid hastighet 110 km/h så ger Trafikverket rådet att även för tyngre fordon så kan krockdämpare användas. Detta avser krockdämpare som är dimensionerade för hög hastighet eftersom de har viss förmåga att minska hastigheten även i dessa fall [59]. Det bör dock ses som en utvecklingspunkt att SS-EN 1317-3 endast når upp till 1500 kg, vilket limiterar användningsmöjligheter för krockdämpare för vägar med höga hastigheter och tunga fordon.

Krockdämpare ska uppfylla krav för skaderiskklass A eller B där skaderiskklass är mått på skadan en förare och passagerare får vid påkörning av ett vägräcke. Utöver A och B finns skaderiskklass C. Skaderiskklass A innebär minst krockvåld och är vanligt förekommande för vägräcken i Sverige [29]. För krockdämpare finns det fyra hastighetsklasser som minst behöver uppfyllas för krockdämpare, vilket visas nedan.

Tabell 8. Hastighetsklasser för energiupptagande vägräckesändrar.

Hastighet, km/h	Hastighetsklass enligt SS-ENV 1317-3
≥ 100	110
80 - 90	100
60 - 70	80
≤ 50	50

(Data ur VGU-Krav)

Krockdämpare ska även uppfylla krav för fordon rörelseklass Z1 eller Z2 när det finns oeftergivliga föremål bakom. Fordonsrörelseklass beskriver ett fordon fortsatta färd efter

påkörning på krockdämpare [20]. Krockdämpare är även lämpliga för plankorsningar med fler än en körbana i samma riktning eftersom det ofta i dessa fall finns mitträcke mellan vägbanorna som behöver ha en öppning. Detta innebär att bomdriv kan finnas på båda sidorna och då är exempelvis neddoppade vägräckesändar på vänster sida en risk att sätta upp eftersom fordon, speciellt motorcyklar vid påkörning kan hamna på andra sidan av vägbanan.

Nedan visas två figurer från samma plankorsning i Göteborg. Figur 27 är från 2014 och Figur 28 är från 2016. Vägen har två körbanor per riktning och därför är krockdämpare ett lämpligt och säkert val för att förebygga påkörning oeftergivliga föremål. För att utöka säkerheten togs bomdrivet mellan vägbanorna bort och istället förlängdes bommen på den sida den var skyddad av ett sidoräcke. Vägen har en hastighetsbegränsning på 80 km/h och det oskyddade bomdrivet som fanns 2014 var ur säkerhetsaspekt livsfarligt att placera där på grund av krockvåldet det skapar vid påkörning.



Figur 27. Oskyddat bomdriv på mellan vägbanor (Google Maps, 2014).



Figur 28. QuadGuard CEN, rak modell. Borttaget bomdriv. Ny bom på skyddad sida som täcker hela körbanan i sin riktning (Google Maps, 2016).

6.2.1 QuadGuard CEN

Krockdämparen i Figur 28 är en så kallad QuadGuard CEN och plankorsningen liknar den som visas i Fallstudie 4. Det finns många liknande krockdämpare på marknaden som är godkända för samma tester. Denna produkt har använts som exempel för att visa den funktionalitet som dessa krockdämpare har. QuadGuard är en typ av krockdämpare som är mycket lämplig för plankorsningar där det finns mitträcke eller annan typ av avskiljande mellan två vägbanor. Den används framförallt för att skydda mot oeftergivliga föremål eller vägräckesavslut samt är testad och godkänd enligt SS EN 1317-3 och CE-märkt enligt SS EN 1317-5. Modellen kan vara konisk eller rak och ger därmed möjligheten för väghållare att kunna välja det som är lämpligast med avseende på vägens utformning [3].

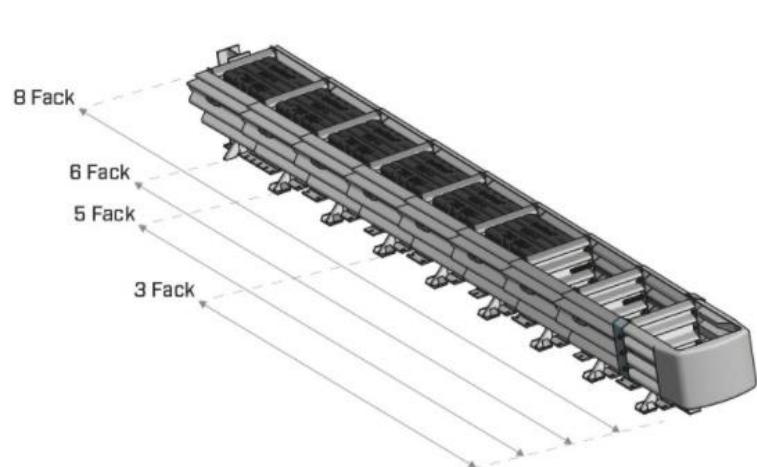
QuadGuard CEN består av energiupptagande krockkuddar som omringas av ett ramverk av stål och mellan krockkuddarna finns fack som de delas in i. Syftet med dessa fack är att dras tillbaka in i facket bakom för att tillsammans med krockkuddarna sakta ner fordonet på ett kontrollerat sätt. Ramverket och krockkuddarna motverkar sidorörelser, vilket innebär att även vid påkörningar från sidan med större vinklar så förflyttar sig inte krockdämparen lateralt [74].

Denna krockdämpare kan variera i bredder från 61 cm till 228,5 cm. Det innebär att den är tillämpbar att placera för många plankorsningar mellan vägbanor framför oeftergivliga föremål då bomdriv, portalben och kryssmärken understiger maxbredden för denna krockdämpare. Den förankras i marken och sammankopplas med anslutande vägräcke och uppfyller krav för övergång enligt SS-ENV 1317-4.

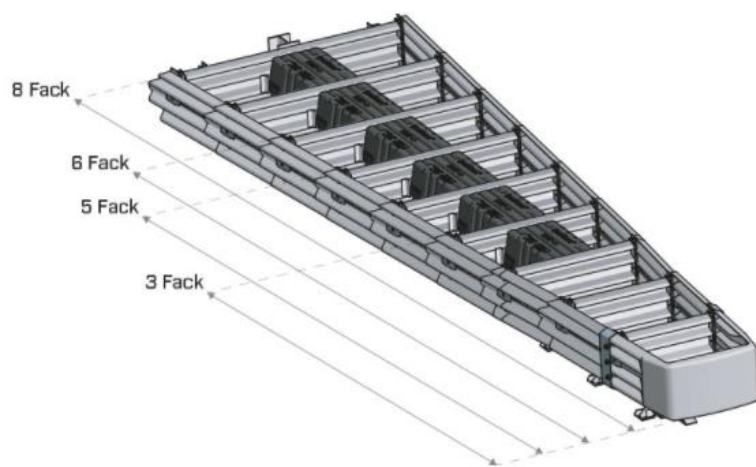


Figur 29. Förankring och övergång av QuadGuard CEN (*Google Maps, 2019*).

I de flesta fall vid påkörning är det beräknat att denna krockdämpare kan återanvändas mellan 65–70% och att reparationstiden är upp till tre timmar [3]. Beroende på vilken hastighet QuadGuard ska användas för så ökar längden på den med ökad hastighet. Ju högre hastighet QuadGuard dimensioneras för, desto längre är den. Bredden kan dock fortfarande anpassas trots ökad längd och ger därför bra valmöjligheter för plankorsningar, se Tabell 9.



Figur 30. Rak modell.



Figur 31. Konisk modell.

Tabell 9. Olika modeller av QuadGuard.

Fack	Hastighet	Längd	Bredd	Typ
3	50 km/h	3400 mm	915 mm	Rak
3	50 km/h	3400 mm	1750 mm	Konisk
5	80 km/h	5220 mm	610 mm	Rak
5	80 km/h	5220 mm	915 mm	Rak
5	80 km/h	5220 mm	1750 mm	Konisk
5	80 km/h	5220 mm	2300 mm	Konisk
6	100 km/h	6130 mm	610 mm	Rak
6	100 km/h	6130 mm	915 mm	Rak
6	100 km/h	6130 mm	1750 mm	Konisk
6	100 km/h	6130 mm	2300 mm	Konisk
8	110 km/h	7970 mm	610 mm	Rak
8	110 km/h	7970 mm	915 mm	Rak
8	110 km/h	7970 mm	1750 mm	Konisk
8	110 km/h	7970 mm	2300 mm	Konisk

(Data från ATA Hill & Smith AB)

6.2.2 Sand Barrels



Figur 32. Sand Barrels som krockdämpare samt skydd av utrustning.

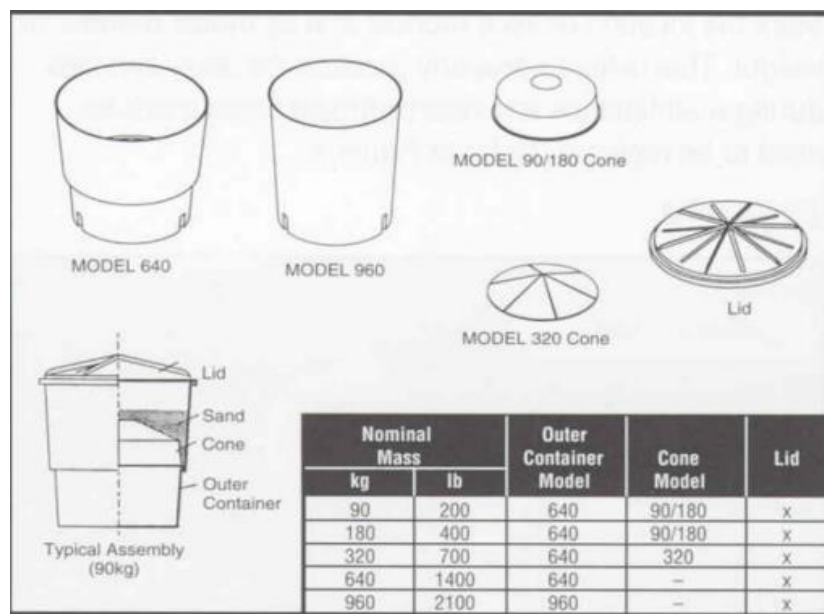
Sand Barrels är tunnor fyllda med sand för att absorbera energi vid påkörning. Tunnorna är konstruerade med en inbyggd kona för att fördela sanden så att tunnans medelpunkt ska möta fordonets medelpunkt. Detta gör att storleken på tunnan ofta är densamma oavsett vilken vikt det är på innehållet. Tunnorna tar upp en stor basyta oavsett vilken hastighet på vägen då de

bygger på att det finns flera tunnor som stegvis sänker hastigheten på fordonet. Vid lägre hastigheter krävs det inte lika mycket skydd för att stoppa ett fordon.

Sand Barrels egenskaper innebär att vid påkörning splittras de och den kinetiska energin sprids ut i den rörliga sanden och resultatet blir att fordonets hastighet sänks.

Den minskade hastigheten innebär minskad rörelseenergi och leder till lindrigare skador för trafikanterna. Det behövs flera tunnor på rad för att stegvis sänka hastigheten och om ytan är kort kan det inte placeras tyngre tunnor för att kompensera för denna problematik eftersom det skapar större krockvåld.

Sand Barrels har blivit godkända i testnivå 1, 2 samt 3 för NCHRP 350 beroende på antalet tunnor som används [72]. Detta motsvarar till att stoppa bilar upp till 2270 kg till en hastighet av 100 km/h och de möter även kraven för EN 1317-3 [73]. Med den gränsen kan Sand Barrels användas vid vägar upp till 100 km/h där vägbanekanten ger tillräcklig yta för placering av tunnorna.



Figur 33. Olika modeller av Sand Barrels.

Tunnorna finns i olika viktklasser med de lättaste på 90 kg och de tyngsta på 960 kg och placeras på rad eller i en formation med ett gap på minst 15 cm och bultas fast i marken, se Figur 33.

Vid användning i kallt klimat behövs tillsättning av salt i tunnorna för undvika att fyllningsmaterialet ska förfrysas och stelna eftersom det annars leder till att tunnornas effekt minskar och inte kan utföra sin funktion på det sättet som avses.

Crash Cushion	Installation Cost	Length, ft (m)	Width, ft (m)
QuadGuard	\$17,769	21 (6.40)	2.0 (0.61)
QUEST	\$11,510	19 (5.79)	2.0 (0.61)
TRACC	\$11,400	21.25 (6.48)	2.0 (0.61)
TAU II	\$15,433	23.0 (7.01)	4.0 (1.22)
QuadGuard Elite	\$33,017	27.0 (8.23)	2.0 (0.61)
REACT 350	\$36,067	28.75 (8.76)	3.0 (0.91)
SCI	\$19,371	21.5 (6.55)	2.0 (0.61)
Sand Barrels	\$2,540	16.5 (5.03)	6.0 (1.83)

Figur 34. Kostnad för olika krockdämpare vid installation för att motsvara kraven för NCHRP 350.

Som Figur 34 visar så är kostnaden för Sand Barrels lägre än för andra krockdämpare med motsvarande dimensioner som är godkända enligt EN 1317-3 [30]. De olika krockdämparna i kan ha större dimensioner än det som exemplet visar och därför uppgå till ännu dyrare kostnader. Tunnorna kan inte repareras vid påkörning, däremot så kan de bytas ut flera gånger innan kostnaden uppgår till samma summor som för de andra krockdämparna. Tunnorna är effektiva som temporärt skydd vid underhållsarbeten och reparationer då de är kostnadseffektiva och är lätta att montera på plats och sedan flytta bort när arbetet är slutfört [4].

Plankorsningar där det är väldigt trångt i stadsområden är detta system inte är möjligt då det ofta inte finns den yta för att bygga upp skydd med tunnorna då tunnorna kräver en större bredd än de andra krockdämparna som visades, se Figur 34. Men plankorsningar som i Fallstudie 3 där det finns yta längs med vägbanekanten kan tunnorna användas för att skydda trafikanter från oeftergivliga föremål i plankorsningen. Andra lämpliga situationer är att placera Sand Barrels på samma sätt som QuadGuard, det vill säga vid plankorsningar med mitträcke och separata vägbanor där de kan placeras före mitträcket.

6.2.3 BOS Primus 2a

Detta är en krockdämpare som ser ut som ett sidoräcke men den placeras endast vid det oeftergivliga föremålet den avser att skydda mot. Till skillnad från vanliga sidoräcke som behöver en viss längd för att uppnå sin avsedda funktion så behöver kan Primus 2a placeras vid de ställen den behövs. Den är specifikt tillverkad för att skydda trafikanter mot träd och oeftergivliga föremål och är ett lämpligt val för de flesta svenska plankorsningar på grund av dess egenskaper.

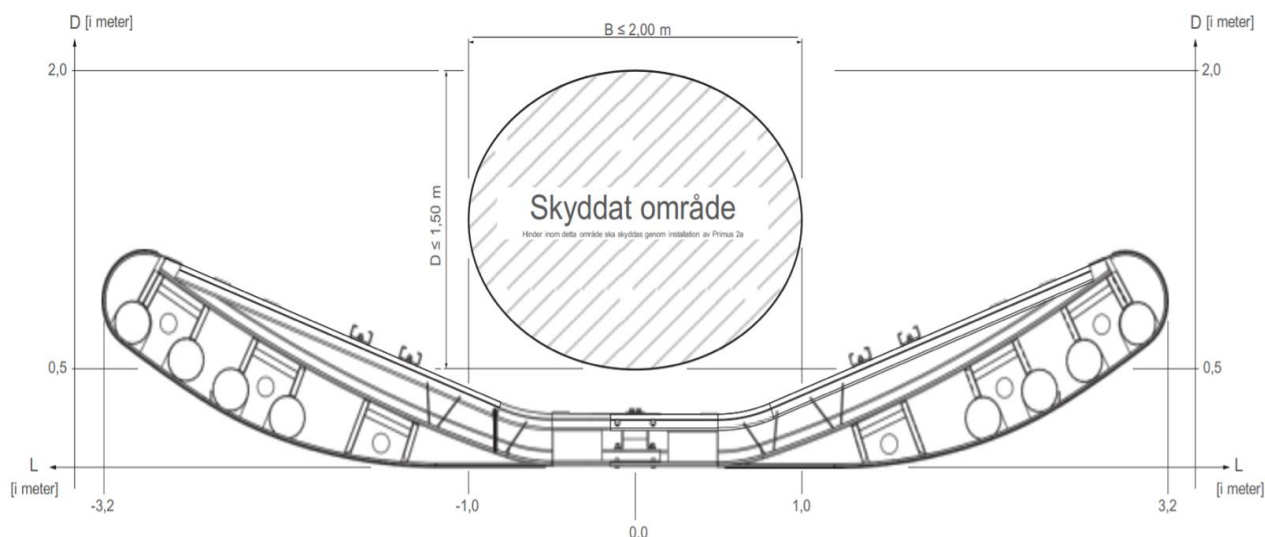


Figur 35. Primus 2a placerad för skydd mot bomdriv och stolpe.

Primus 2a finns med arbetsbredd W4 och W5 och har en höjd på 68 cm med totallängd 6,4 m. Dessa specifikationer är bestämda och om denna höjd och bredd inte kan uppnås innebär det att provningskriterierna inte är uppfyllda. Den har kapacitetsklass N2 och uppfyller därmed krav om kapacitetsklass för sidoräcke [51]. Till skillnad från ett sidoräcke som testas för EN 1317-2 och krockdämpare som testas för EN 1317-3 så är Primus 2a testad för båda dessa standarder. Detta är positivt ur säkerhetsaspekt och innebär att den kan tillämpas som ett kort sidoräcke eller som en krockdämpare.

Eftersom totallängden är 6,4 m så är detta ett lämpligt val vid plankorsningar där sidoområdet inte anses vara farligt för trafikanter utöver de oeftergivliga föremål som finns inom detta område. Det är ett bra val av skydd för bomdriv eller portalben som är placerade på ett sådant avstånd från vägbanekant att Primus 2a:s arbetsbredd fortfarande gör att den kan placeras. Då arbetsbredden är antingen W4 eller W5 kan Primus 2a användas endast om de föremål det ska skydda har ett avstånd på minst 1,3 m, se Tabell 7.

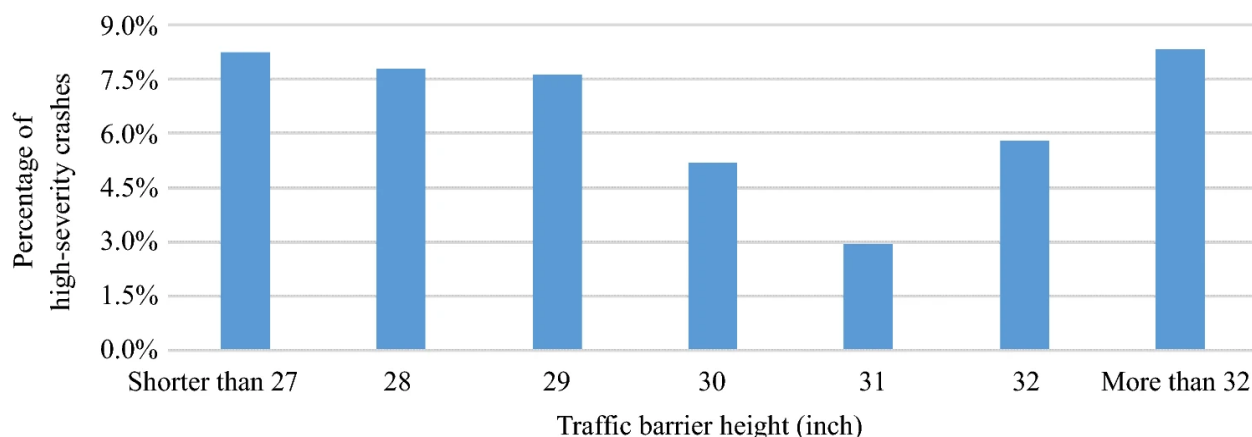
Vid påkörning behöver endast permanent deformerade komponenter ersättas. För mindre vridningar på stolparna kan dessa ofta rätas ut och behöver inte ersättas men om en komponent inte går att återanvända behöver den kasseras och återvinnas [28]. Ur livscykelkostnad-perspektiv är det positiva att samtliga komponenter i Primus 2a kan återvinnas och inte innehåller giftiga eller farliga material.



Figur 36. Måttanvisningar för Primus 2a.

I en amerikansk studie för vägräcken utan underglidningsskydd analyserades olika påkörningar vid specifika höjder av vägräcke. Räcke med höjd lägre än 69 cm hade störst andel allvarliga skador som låg på 8% och lägst andel allvarliga skador var vid höjd cirka 79 cm med 3%. Anledningen till att lägre höjd än 69 cm var farligast var på grund av fall av högre fordon som lastbilar som träffat vägräcket och sedan vält över denna [18]. Eftersom Primus 2a har kapacitetsklass N2 och är likt ett sidoräcke i egenskaper så är den relevant för denna studie. Förslaget är att högre höjd erbjuds för att alla typer av fordon på ett säkert sätt ska kunna omdirigeras på vägen med mindre risk att välta över.

Som Figur 37 nedan visar ökade allvarliga olyckor när höjden översteg 31 inch, det vill säga 79 cm. Anledningen till detta är för att lägre fordon hamnar under vägräcket medan högre fordon inte välter över. Men med underglidningsskydd är högre höjder för vägräcken inte farligare eftersom risken att hamna under vägräcket försvinner. Förslaget är att höjden för Primus 2a bör vara 30 inch eller högre som innebär 76,2 cm till skillnad från 68 cm som är höjden på nuvarande modell. Vid högre höjd än 79 cm bör det finnas underglidningsskydd.



Figur 37. Andel allvarliga olyckor baserat på höjder för vägräcke utan underglidningsskydd.

6.3 Energiupptagande vägräcken

6.3.1 Rolling Barrier Guardrail - Vägräcke med roterande dämpare



Figur 38. Rolling Barrier Guardrail.

Detta är en ny uppfinning som först togs fram i Australien år 2014 och sedan vidareutvecklades i Sydkorea av företaget ETI och kallas Rolling Barrier Guardrail. Den har inte implementerats i Sverige men har börjat sättas upp i 14 länder. Denna typ av sidoräcke har klarat testerna för EN 1317-2 för kapacitetsklasserna H1 och H2.

Tester för EN 1317-2 visade att vid kollision för samtliga hastigheterna så splittras inget material och inga fordon stoppades abrupt av vägräcket eller välte över. Test TB11 skickade tillbaka fordonet till körbanan på ett säkert sätt. TB51 visade att energiomvandlingen till rotationsenergi är effektiv för högre fordonsvikter och reducerar effekten av den kinetiska energin vid påkörningen [76]. Sidoräcke på motorvägar ska uppfylla minst kapacitetsklass H1, vilket gör att denna teknik får användas på svenska motorvägar utöver andra vägar med lägre hastighetsbegränsningar [51].

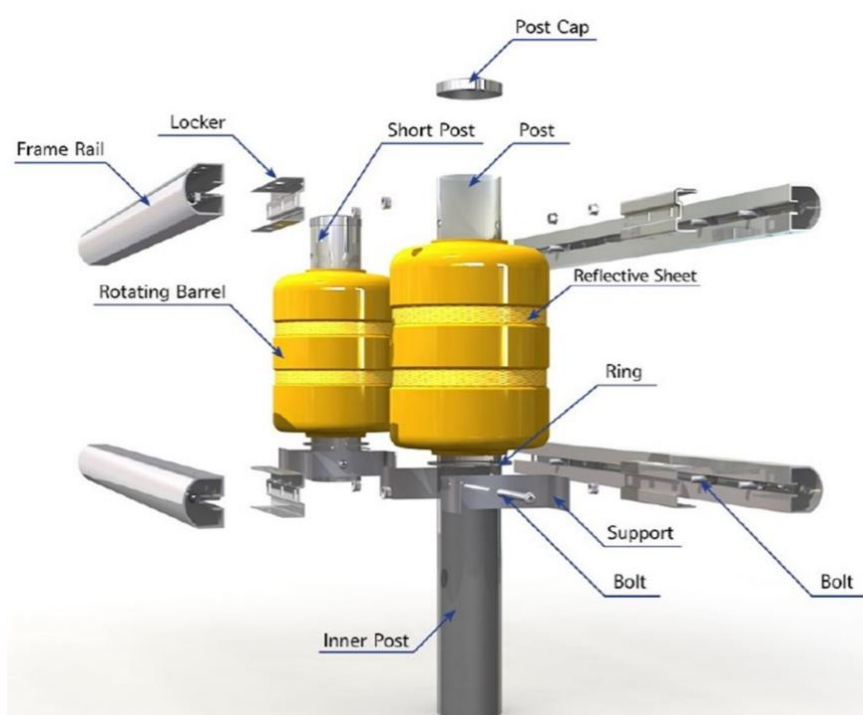
Rolling Barrier Guardrail består av krockdämpare som roterar och är integrerade i stålräcket. Syftet med dessa är förutom att absorbera energin som skapas vid påkörning att även omvandla denna till roterande energi. Detta innebär att ett fordon följer sidoräcket tills det på ett kontrollerat sätt omdirigeras på vägen [16]. Sidoräcke utan denna teknik kan innebära att fordon stannar abrupt vid påkörning, vilket skapar ett krockvåld som leder till allvarliga konsekvenser som att hamna över vägräcket. Detta är ett problem för fordon av högre höjder. Detta kan förekomma för de stålräcken som används idag.

Höjden på Rolling Barrier Guardrail är 97 cm, vilket är mycket högt då sidoräcke vanligtvis har en höjd på 65–70 cm. Ökad höjd innebär lägre risk att fordon av högre höjd välter över vägräcket

så länge det finns underglidningsskydd, vilket nämndes innan. Rolling Barrier Guardrail har ett eget underglidningsskydd, se Figur 38.

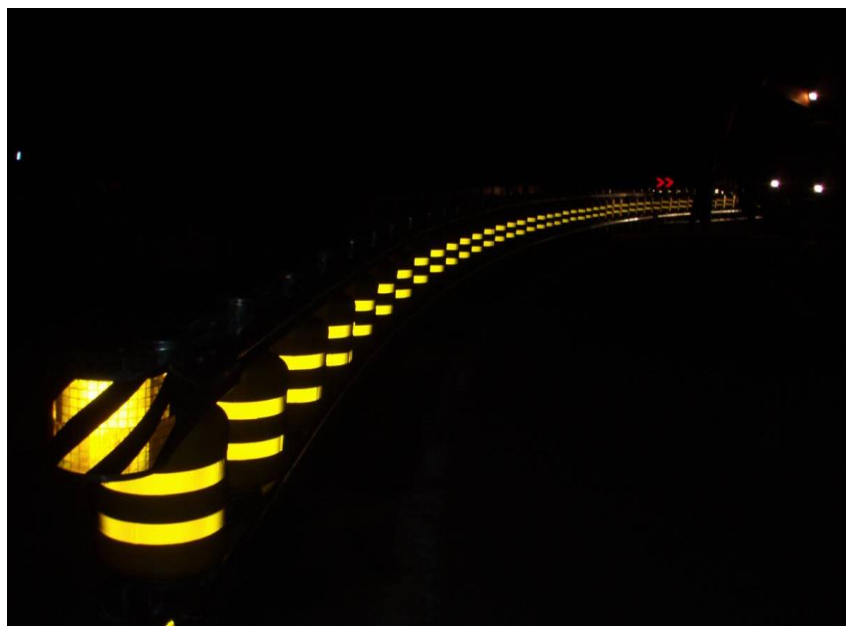
Med avseende på kapacitetsklasserna för detta vägräcke och dess egenskaper för att omvandla energi så används det ofta för vägar med kurvor där ett vanligt sidoräcke inte kan tillgodose lika stor säkerhet [13]. Men roterande dämpare används även på vägar raka vägar där syftet är att skydda mot oeftergivliga föremål.

Komponenterna för detta vägräcke är separata för att sänka kostnaderna för reparation vid påkörningar. De delar som är skadade kan därför ersättas utan att andra fungerande komponenter behöver påverkas. Materialen för denna vägräckesmodell är återvinningsbara men inte återanvändbara som QuadGuards material där påkört material ofta kan repareras på plats och återtas i bruk. För detta vägräcke behöver skadade material ersättas och sedan återvinnas.



Figur 39. Olika komponenter för Rolling Barrier Guardrail.

Varje krockdämpare är gul och i mörkret är de reflekterande. De har även LED-lampor som är baserade på solenergi. Föraren kan från långt avstånd bli observant på vägen och avstånd till vägbanekant, vilket är positivt ur säkerhetsaspekt för plankorsningar som befinner sig vid obelysta vägar. Denna funktion är ett bra och miljövänligt komplement till plankorsningars utrustning som också har belysning eller reflekterande material.



Figur 40. Reflekterande dämpare vid mörker.

Även om denna vägräckesmodell har inbyggda krockdämpare är det klassat som sidoräcke. Detta innebär att det inte görs skillnad mellan denna modell och ett sidoräcke av stål. De krav som finns för sidoräcke enligt VGU gäller således på samma sätt för detta vägräcke. Bedömningen är att detta vägräcke är ett trafiksäkert och lämpligt val för svenska plankorsningar som finns på vägar med hastighetsbegränsningar från 60 km/h och högre samt där tyngre fordon vanligtvis passerar. Fördelarna jämfört med vanliga stålräcke anses vara stora i dessa fall.

6.4 Energiupptagande vägräckesände

Vägräcken ska i regel ha utvinklade avslutningar men undantag ges när detta inte är möjligt eller anses vara lämpligt, vilket beskrevs i avsnitt 6.2. Det behövs en motivering och beställares godkännande för att en energiupptagande vägräckesände ska få användas [51]. Samtliga vägräckesändar i Sverige som sätts upp ska vara krockprovade enligt SS-ENV 1317-4 [49].

Energiupptagande vägräckesändar ska uppfylla skaderiskklass A eller B.

Acceptabla fordonsrörelseklasser när det finns oeftergivliga föremål bakom är Z1 eller Z2, därtill finns allmänna krav som måste uppfyllas enligt nedan.

- Energiupptagande vägräckesände ska placeras på en plan hårdgjord yta.
- Energiupptagande vägräckesände ska placeras enligt tillverkarens anvisningar.
- Energiupptagande vägräckesände till sidoräcke ska placeras minst 0,05 m från närmaste vägbanekant.

Tre hastighetsklasser finns som minst behöver uppfyllas för energiupptagande vägräckesändar enligt Tabell 10.

Tabell 10. Hastighetsklasser för energiupptagande vägräckesändar.

Hastighet, km/h	Hastighetsklass enligt SS-ENV 1317-4
≥ 100	P4
70 - 90	P3
≤ 60	P2

(Data ur VGU-Krav)

6.4.1 OBEX MT P2

OBEX MT är en typ av energiupptagande vägräckesände som är lämplig att använda när neddoppande vägräckesände inte är tillämpligt att använda vid en plankorsning eller anses vara osäkert. Det är en av många liknande energiupptagande vägräckesändar som är godkända för samma tester. Då skillnaderna inte är väsentliga och de är godkända enligt samma tester så har fokus lagts på OBEX för att visa exempel.

OBEX är lämplig för smala vägar och tätortsmiljö eftersom den endast upptar en bredd på 33 cm. OBEX finns i de olika typerna:

- MT P1/P2
- MT P4
- MT T50

Skillnaden mellan modellerna är främst vilka vägar de är dimensionerade för. Modell P4 är testad och tillverkad för hastigheterna 100 km/h till 110 km/h. Eftersom plankorsningar i Sverige inte befinner sig på vägar med sådana hastigheter är detta ingen lämplig modell att använda. T50 är endast testad för fordon på 900 kg och 50 km/h och anses inte ge ett tillräckligt skydd för svenska plankorsningar.

Modell P2 är den modell som rapporten anser är bäst för svenska plankorsningar där neddoppade vägräckesändar inte används eftersom denna är testad och godkänd för fordon upp till 1300 kg och hastigheten 80 km/h [21]. Beräkning av kinetisk energi görs enligt formeln nedan.

$$E_K = \frac{mv^2}{2}$$

För fordon som testas med specifikationer enligt ovan fås kinetiska energin:

$$E_K = \frac{1300 \times 22,22^2}{2} = 320,9 \text{ KJ} \quad (1)$$

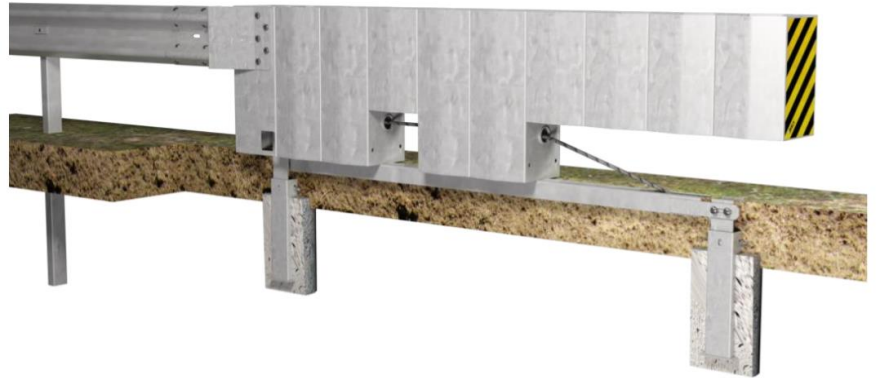
Ett fordon med totalmassa 2000 kg som färdas i 60 km/h får kinetiska energin:

$$E_K = \frac{2000 \times 16,67^2}{2} = 277,9 \text{ KJ} \quad (2)$$

Ekvation (1) och ekvation (2) visar liknande värde för kinetisk energi och det indikerar att detta energiupptagande vägräckesände fortfarande är ett lämpligt val för vägar med lägre hastigheter och tyngre fordon än testerna. För plankorsningar på vägar med hastighetsgräns på 60 km/h eller lägre kan därför P2-modellen användas.



Figur 41. OBEX MT P2.



Figur 42. förankring av MT P2.

Tabell 11. Godkända tester för OBEX MT P2.

Impact Speed	Vehicle Mass	Lateral Displacements Zone	Exit Box Classification	ASI
80 km/hr	900 kg	Da0,5 - Dd0,5	Z2	B
80 km/hr	1300 kg	Da0,2 - Dd0,2	Z1	A
80 km/hr	900 kg	Da0,1 - Dd0,1	Z1	A

(Data och tabell från OBEX [21])

Modellen är godkänd enligt ENV 1317-4 samt prEN 1317-7 som är test och kriterier för vägräckesavslut [32]. Den uppfyller även samtliga krav i enlighet med VGU för energiupptagande vägräckesändar.

Dessa typer av energiupptagande vägräckesändrar behöver ofta endast repareras där skadan skett eftersom separata delar kan ersättas [27]. Till skillnad från krockdämpare som QuadGuard är bredden och längden förbestämd för P4-modellen eftersom den redan konstruerad för tidigare nämnda och visade hastigheter, se Tabell 11. P2 godkändes för användning av Trafikverket år 2017 efter analys av trafiksäkerhetskraven [26].

7 Fallstudier

Fallstudierna i denna rapport kommer att visa ett urval av plankorsningar i Sverige där den beskrivna problematiken redovisas och där förslag på åtgärder ges. Av de 3000 plankorsningar med skyddsanordning som finns i Sverige är det givetvis inte möjligt att belysa varje typ av plankorsning eftersom variationen är bred men det går att redovisa olika plankorsningar som kan kategoriseras, vilket innebär att en lösning på en plankorsning kan fungera på flera andra liknande plankorsningar. Människans förmåga att läsa av miljön för en plankorsning är en faktor som är viktig att ta hänsyn till för fallstudierna eftersom det är den som ofta är avgörande vid olyckor vid plankorsningar. Mycket fokus läggs därmed på beteendemönster och vilka risker en förare kan ta i situationerna som uppstår vid plankorsningarna som visas.

Fördelen med utformningen på plankorsningar är att skyddsanordningarna som finns utgår från samma regelverk och därför inte avviker i utseende eller egenskaper enligt kraven. Det är placering av skyddsanordning, vägräcken eller sikten som varierar beroende på en plankorsnings utformning. Urvalet är främst baserat på plankorsningar med upptäckta säkerhetsproblem eller potentiella sådana och förslagen som ges kommer att vara lösningar som anses vara ekonomiskt och tekniskt möjliga samt säkrare än det som finns nu.

Förutom säkerhetsaspekten kommer ansvarsfördelning att redovisas baserat på de förslag som ges för att visa hur förslagen kan tillämpas. Vägräcken eller krockdämpare är inte alltid de enda lösningarna för plankorsningar. Andra lösningar som kan påverka en förares körmonster eller minska sannolikheten för påkörning av oeftergivliga föremål kommer också att redovisas i fallstudierna.

Med hjälp av PLK-webb har det varit möjligt att se samtliga rapporterade anmälningar för de plankorsningar som redovisas.

7.1 Norrängsgatan, Sala



Figur 43. Satellitbild över plankorsningen (Google Maps, 2020).

Tabell 12. Grundskydd.

Grundskydd
Halvbommar - 6
Kryssmärken - 7
Ljussignaler - 7
Ljudsignaler - 2

Tabell 13. Tilläggsutrustning.

Tilläggsutrustning
C34 - Stoppmärke
T22 - Tilläggstext
J3 – Varning, livsfarlig ledning

Plankorsningen på Norrängsgatan i Sala är en plankorsning av kommunal vägtyp, vilket innebär att väghållare är Sala kommun. Den har haft nio registrerade bristanmälningar på PLK-webb sedan år 2008. Åtta av dessa anmälningar handlar om påkörda bommar där fordon antingen hade fastnat mellan bommarna och därför tvingats köra genom eller att förare hade försökt hinna före fällning och kört på bom. Anmälningar görs manuellt i PLK-webb och därför kan det finnas fler incidenter som inte har uppmärksammats. Hastighetsgräns vid denna plankorsning är 30 km/h och risken för stort krockvåld med oeftergivlig utrustning vid sådan hastighet är därför liten.

Plankorsningen ligger i en komplicerad trafikmiljö då den har dubbelspår med flera närliggande korsningar. Det finns inga trafiksignaler från någon riktning, endast väjningspliktsmärken. Det krävs mycket fokus från trafikanter då det även är obevakade övergångsställen precis före och efter plankorsningen. Förklaring till det återkommande problemet med förstörda bommar kan handla om att de har hamnat bakom fordon framför och att bommen sedan har fällts.

Tilläggsutrustningen visas Figur 44. Det är stoppmärken kombinerat med tilläggstext som används för att komplettera dessa. För denna plankorsning finns även vägmärket *Livsfarlig*

ledning. Denna sätts upp vid elektrifierade järnvägar. Stolparna som håller stoppmärkena och portalbenen är oeftergivliga.



Figur 44. Gatuvy för plankorsningen (Google Maps, 2019).

För att förhindra att en bom stänger in ett fordon som befinner sig på spåret finns hinderdetektorer. En plankorsning med hinderdetektor ska i regel ha fyra bomdriv placerade, som för denna plankorsning [41]. Plankorsningen är även utrustad med bommar för gående och cyklister.



Figur 45. Bom för gående och cyklister (Google Maps, 2019). Figur 46. Hinderdetektor.

Problem 1: Hastighetsskyltarna är placerade för nära plankorsningen

När förare från riktning norr kör mot plankorsningen finns två hastighetsskyltar på 30 km/h placerade vid varsitt körfält ungefär 28 m från närmaste bomdriv. Före skyltarna gäller 50 km/h från en kurva och förslaget är att omplacera dessa hastighetsskyltar. Det är inte ovanligt att förare väljer att börja sänka hastigheten genom motorbromsning efter passering av hastighetsskylt istället för att ha korrekt hastighet när den väl passerar. Dessutom kan skyltarna inte ses före kurvan, vilket gör att förberedelse tiden minskar för föraren.

För denna plankorsning anses det finnas en risk att förare avsiktligt eller oavsiktligt sänker sin hastighet senare än den nya hastigheten gäller. Därför finns risken att de inte hinner läsa av

"stopp vid kö"-skyltarna som befinner sig cirka 12 m från hastighetsskylten och kör förbi dessa. Konsekvensen blir att fordonet kan tvingas stanna på spåret om det finns andra fordon framför som stannat för gående på övergångsstället eller har väjningsplikt för vänstra körriktningen. Om bommarna sedan fälls måste föraren köra igenom dessa som därmed förstörs.



Figur 47. Foto taget från hastighetsskyltens placering från höger körfält (Google Maps, 2019).

Ovan visar en bild som är tagen från höger körfält parallellt med hastighetsskyltarna. Det är vid denna position föraren kan hinna få en uppfattning av att en plankorsning är finns framför. Det bör finnas mer tid att se dessa två skyltar och med högre sannolikhet att utgångshastigheten är lägre efter kurvan fås mer tid att uppfatta plankorsningen.

Förslag 1: Omplacera hastighetsskyltarna från riktning norr

Hastighetsskyltarna, som benämns som C31 enligt Transportstyrelsen bör placeras före kurvan. Förarens reaktionstid blir då inte en avgörande faktor i förhållande till plankorsningen och förmågan att uppmärksamma skyltarna ökar [50]. Figur 48 visar var skyltarna befinner sig nu och avstånden hänvisas till det som beskrevs ovan.



Figur 48. Hastighetsskyltarnas placering och sikt från kurvan (Google Maps, 2019).

De nya placeringarna av hastighetsskyltarna bör befinna sig på ett tillräckligt långt avstånd så att de förare som vanligtvis bromsar sent ändå kommer att ha korrekt hastighet där skyltarna befinner sig idag, se Figur 48. Syftet med denna omplacering är att minimera risken att förare har hög fart in mot plankorsningen och inte hinner uppmärksamma plankorsningens komplexa utformning och "stopp vid kö"-skyltarna som även har en stopplinje. Nya placeringarna rekommenderas vara i linje med parkeringsförbud-skylden eftersom det är en belyst plats och före kurvan.

När en ny hastighetsbegränsning börjar ska två C31-märken placeras på vägens båda sidor eller körbanan på samma sätt som plankorsningen ser ut idag [68]. För vänster sida blir den vänstra vägbelysningsstolpen en lämplig plats som syns på ett tydligt sätt. Ett annat alternativ hade varit att placera en stolpe i mitten av vägen men detta kräver en säkerhetsanordning i form av mittrefug samt stolpe för C31-märket, vilket hade inneburit en högre kostnad och avsmalning av körfälten.



Figur 49. Illustration av ny placering för hastighetsskyltar.



Figur 50. Nya avståndet för skylt till bomdriv.

Avståndet från hastighetsskylt med detta förslag blir strax över 75 m från bomdriv istället för nuvarande 28 m. Förslaget som har angivits är kostnadseffektivt och påverkar inte vägens utformning. Det behövs inte heller underhåll förutom om det skulle bli skadegörelse på skyltarna.

Sala kommun ansvarar för detta förslag i enlighet med vägmärkesförordningen eftersom det avser uppsättning av vägmärke för hastighetsbegränsning i tätbebyggt område där en kommun är väghållare enligt 1 kap 6 § punkt 1.

Problem 2: Mycket kort fordonsmagasin efter helbom



Figur 51. Problematiken med kort fordonsmagasin (Google Maps, 2019).

För plankorsningar med hinderdetektorer som tillfälligt blir ur funktion ska hastigheten vid plankorsningen justeras till högst 40 km/h [57]. I detta fall har plankorsningen redan en lägre hastighet än detta krav och behöver därför ingen justering av maxhastighet om detta sker. Hinderdetektorns syfte är att sända ut signal till bomdrivet så att bommen inte fälls ner och träffar eller blockerar ett fordon som befinner sig inom bommens funktionsområde [45]. Trots hinderdetektor så är plankorsningen problematisk och lösningsförslagen ges för att vara effektiva oberoende om hinderdetektor finns eller inte.

Figur 51 visar två fordon bredvid varandra som i just det läget hade utlöst hinderdetektor-signalen om de varit stillastående eftersom bommen inte kan fällas ner utan att komma i kontakt med fordonen. Då skickas signalen till tåget så att föraren blir uppmärksam och bromsar inför plankorsningen. Längre fordon skulle utöver att blockera bommen även blockera spåret.

Trafikverkets riktlinjer för fordonsmagasin säger att det ska tillgodose vägtrafikanternas säkerhet. Om ett fordonsmagasin är kortare än 35 m ska det anses vara för kort enligt Trafikverkets riktlinjer. Detta är dock inget krav oavsett väghållare. Mätpunkterna för ett fordonsmagasin är från närmaste räl till en punkt där ett fordon kan behöva lämna företräde för annan trafik, vilket gående räknas som. Mätpunkterna blir därmed från räl till övergångsställets början [48].

För denna plankorsning är fordonsmagasinet endast cirka 7 m för båda körfälten på höger körbana, vilket är avsevärt lägre än ovanstående riktlinje. Det kan finnas argument att

övergångsstället har låg aktivitet i form av antal gående per minut. Men för en plankorsning som denna med återkommande fall av förstörda bommar då fordon har tvingats stanna på spår indikerar det att fordonsmagasinet är en viktig faktor av väsentlig brist. Avståndet från fälld bom till övergångsstället är endast cirka 3 m, vilket förklarar varför bomdriv inte kan fällas ner med fungerande hinderdetektor eftersom det är ytterst ovanligt att en personbil är kortare än detta avstånd.



Figur 52. Avstånd från nedfälld bom till övergångsställe (Google Maps, 2019).

Förslag 2.1: Ny utformning på övergångsstället och mittrefug

Fordonsmagasinet mellan bomdriv och övergångsstället bör förlängas så att risken att fordon blockerar bom och stannar på spår minskar. Denna lösning kräver att övergångsstället får en ny utformning och placering. Fordonsmagasinet mellan slutet på övergångsstället och väjningslinjen är cirka 6,5 m. Detta innebär att för Figur 52 kan avståndet på 3 m förlängas till $6,5 + 3$, vilket blir 9,5 m. Syftet med detta förslag är att kombinera övergångsställe och väjningsplikt på samma position. Övergångsstället behöver därför flyttas.

Utformningen kommer att innebära att övergångsstället mot riktning norr förblir oförändrad i utformning och att övergångsstället mot riktning söder flyttas fram cirka 6,5 m. Den kommer då att förlänga fordonsmagasinet och ansluta till mittrefugen som ska ha en kurva mot det oförändrade övergångsstället, se Figur 55. Med 9,5 m långt fordonsmagasin är det fortfarande under 35 m, däremot ger detta en marginal som är större än de 3 m som finns idag.



Figur 53. Exempel på lösningsförslag med övergångsställe och väjningsplikt som kombination (Google Maps, 2020).



Figur 54. Exempel på utformning med en mittrefug (Google Maps, 2018).



Figur 55. Illustration av lösning 2.1. Flyttat övergångsställe.

Figur 54 och Figur 55 visar utformningen på lösningsförslaget. Eftersom mittrefugen kommer att ändra utformning och ha en kurva innebär detta en avsmalning av körfältet som färdas mot norr behöver göras. Anledningen till detta är gående behöver bredare utrymme att gå på mittrefugen som finns där idag. En mittrefug ska vara minst 2 m bred men undantag kan göras för tvåfältiga vägar och då kan bredden vara 1,2 m, vilket är fallet för denna plankorsning [51]. Men som det beskrevs i avsnitt 2.3 så är VGU inte kravställande på kommunala vägar, utan endast på statliga vägar. Mittrefugen har utrymme att vara minst 2 m bred och fylla den funktion som lösningsförslaget kräver för plankorsningen.



Figur 56. Illustration av lösning 2.1. Mittrefug 1,3 m bredare.

Figur 56 visar på däckmönstren efter övergångsstället att fordon inte har behov av att utnyttja den bredd som finns i dagsläget då det finns en tydlig marginal, vilket stödjer argumentet att körfältets bredd kan minskas och därmed mittrefugens bredd ökas. Om bredden på mittrefugen utökas till 2,5 m istället för ursprungliga 1,2 m så är det en total ökning på 1,3 m. Detta ger ett

bra utrymme för gående samtidigt som VGU-Krav fortfarande följs med avseende på körfältsbredd. Bredd på enskilt körfält ska vara minst 3 m. Som tillägg till detta lösningsförslag kan det även placeras cykelöverfart kombinerat med övergångsstället men detta skulle kräva en ännu bredare mittrefug.

Ju bredare mittrefugen görs, desto större svängradie kommer krävas från de fordon som ska göra vänstersväng in mot plankorsningen. En bredare mittrefug gör även givetvis körfältet smalare, därav förslaget att det ska vara en bredd på just 2,5 m. Detta tillgodoser samtliga trafikanter. Detta är ett förslag som kan implementeras men kräver tillfällig avstängning av körfält, höga kostnader och trädfällning under arbetsprocessen. Idén har dock möjlighet att tas vidare för framtida utformningar där det på förhand förväntas bli för kort fordonsmagasin.

Ansvar för detta förslag hamnar på Sala kommun eftersom kommunen är väghållare och förslaget avser ändring av en vägs utformning.

Förslag 2.2: Tillämpa vägmarkering

Generellt för korsningar som är svåra att bedöma med avseende på avstånd så är det lämpligt att ha vägmarkering som visar tydligt var ett fordon inte ska stanna inom ett markerat område. En sådan lösning förenklar förmågan att uppfatta en korsning. Detta finns främst i England och kallas *box junctions* [66]. Dessa vägmarkeringar används även i exempelvis Göteborg kommun där kollektivtrafik i form av spårvagnar eller bussar korsar biltrafikens väg.

I Sverige finns M23-vägmarkering som innebär förbud mot att stanna och parkera eller att endast parkera [25]. M23-markeringar är tydliga på grund av färgen och mönstret och förslaget är att en sådan typ av vägmarkering bör finnas vid plankorsningar där det finns risk eller rapporterade fall av fordon som har stannat på spår. För plankorsningar med lägre hastigheter i tätorter som för denna fallstudie är det därför mycket lämpligt med sådana lösningar som används i Göteborg och i England.

Om det ur förarens perspektiv inte får plats med ett helt fordons utrymme efter markeringen kan föraren förstå att den ska stanna och vänta tills utrymmet finns. Detta skulle fungera som ett bra komplement till nuvarande stoppskyltarna i plankorsningen eller nya skyltar där det står ”Stanna ej inom gulmarkerat område” som används i Göteborg för spårvagnar. ”Stanna ej inom gulmarkerat område” som används i Göteborg för spårvagnar.



Figur 57. M23-vägmarkering i Sverige.



Figur 58. Göteborg, vägmarkering och skylt.

Figur 57 visar hur M23-vägmarkering används i Sverige. Det används endast för tätorter [78]. Figur 58 visar en box junction i England som tydligt markerar för fordon att inte stanna inom markerat område. Enligt vägmärkesförordningen ingår inte M23 för plankorsningars anordningar, utan den anses tillhöra övrig markering. Förslaget är att M23 eller ett mönster likt det Göteborg och England använder tillämpas för plankorsningar som denna. Det kan vara ett effektivt sätt att uppmärksamma förare och även hjälpa med avståndsbedömning så att föraren inte tar en risk och kör fram när utrymme inte finns.



Figur 59. Illustration av förslag 2.2.

Vägmärkesförordningen inkluderar inte denna markering. Den finns inte heller skriven hos Transportstyrelsen. Förslagsvis bör justering göras i vägmärkesförordningen och denna markering vara inkluderad som enskild vägmarkering med tillägg att den kan användas som vägmarkering där fordon inte ska stanna på spår. Förslaget är även att den som är väghållare bör ha ansvar för denna vägmarkering om den hade inkluderats i vägmärkesförordningen.

7.2 Stubbemålavägen, Mönsterås.



Figur 60. Satellitbild över plankorsningen (Google Maps, 2020).

Tabell 14. Grundskydd.

Grundskydd
Halvbommar - 2
Kryssmärken - 4
Ljudsignaler - 2
Ljussignaler - 4

Tabell 15. Tilläggsutrustning.

Tilläggsutrustning
A35 - Varning för järnvägs korsning med bommar
A38 - Avstånd till plankorsning

Stubbemålavägen i Mönsterås kommun är av statlig vägtyp och en del av E22 stamväg. Vägens hastighetsgräns är 80 km/h, vilket kan jämföras med fallstudie 1 som hade 30 km/h.

Plankorsningen befinner sig i en skogsmiljö och vägen från båda riktningarna har inga kurvor mot plankorsningen. Skogsmiljön innebär att det inte går att se eventuellt kommande tåg ur periferiseendet, utan skyddsanordning samt tilläggsutrustningen är vad förare behöver förhålla sig till. Järnvägen är även inte helt horisontell mot vägen, vilket Trafikverket försöker undvika vid utformning av järnväg mot väg eftersom det påverkar placering av skyddsanordningar [78].

Spärrlinjen mellan körfälten är cirka 3,5 m bred, vilket är positivt eftersom detta ger möjlighet till förare att förhålla sig närmare denna istället för att köra nära vägbankant, se Figur 61.



Figur 61. Foto från norr. Tåg kommer från väster till öster från fotot (Google Maps, 2020).



Figur 62. Foto från syd. Tåget kommer från öster till väster från fotot (Google Maps, 2020).

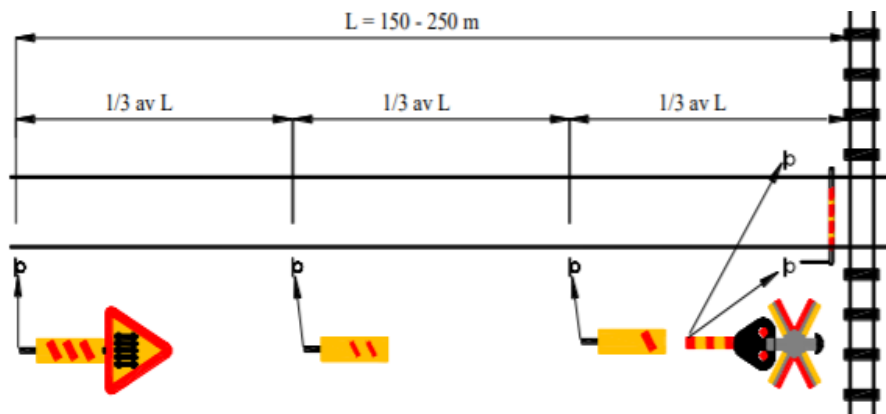
Problem 1: **Hög tillåten maximal hastighet.**

Plankorsningens sidoområde består av mycket vegetation från skogsområdet. Bomdriv och kryssmärkesstolpar för båda riktningarna är mycket nära vägbanekant. Fordon får en marginal på cirka 1 m mellan körbanekant och bomdriv. Problematiken är större under mörker då denna väg är obelyst, vilket innebär att förare behöver förhålla sig till kantstolpar, se Figur 61.

Tilläggsutrustning som visas i Tabell 15 är A35 - *Varning för järnvägs korsning med bommar* samt A38 - *Avstånd till plankorsning*. Från norr befinner sig A35 och A38 160 m från

plankorsningen och från syd befinner de sig 150 m ifrån, vilket är krav för lägsta avstånd om märkena ska vara kombinerade med varandra. Högsta avstånd de kan vara kombinerade på är 250 m [51]. Bedömningen är att dessa utrustningars avstånd till plankorsningen är tillräckliga och inte bör förlängas då de syns tydligt och samtliga befinner sig på en rak sträcka. Dock är problemet med plankorsningens miljö att den är enformig. Förare kan ignorera att anpassa sitt körsätt trots tilläggsutrustningarna oavsett avstånd på grund av detta.

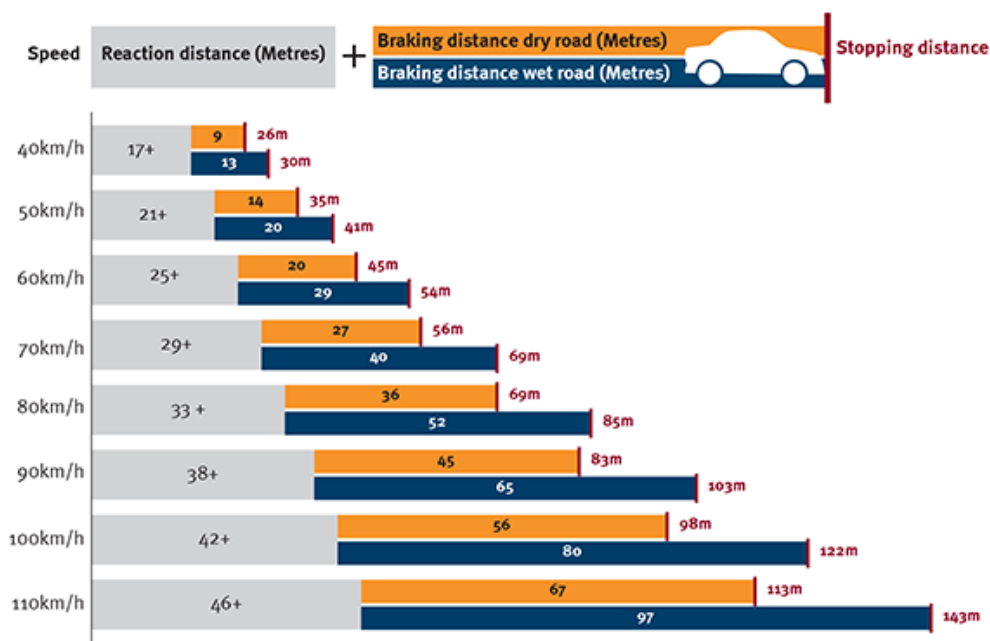
Den tillåtna hastigheten innebär bland annat en risk att förare inte reagerar i tid när ljussignalen lyser rött eller att en förare framför bromsar och föraren bakom tvingas nödbromsa. Den största faran med plankorsningen är dödsfall vid påkörning av de oeftergivliga bomdriven på grund av den kinetiska energin ett fordon har vid 80 km/h.



Figur 63. A35 och A38, avstånd till plankorsning [58].

80 km/h innebär 22,2 m/s och reaktionstider varierar för människor men brukar vara mellan 1–2 s från det att en förare upptäcker en händelse tills att åtgärd vidtas, exempelvis att börja bromsa. En undersökning från 2016 gjord av Queensland regering i Australien visade hur långt avstånd det krävs vid en full inbromsning inklusive en reaktionstid på en sekund vid torrt och blött väglag för en normalstor personbil. Studien visade att reaktionstidens sträcka kombinerat med bromssträckan skiljer sig avsevärt mycket för varje ökning av 10 km/h [24].

How long it takes to stop (driving an average family car)

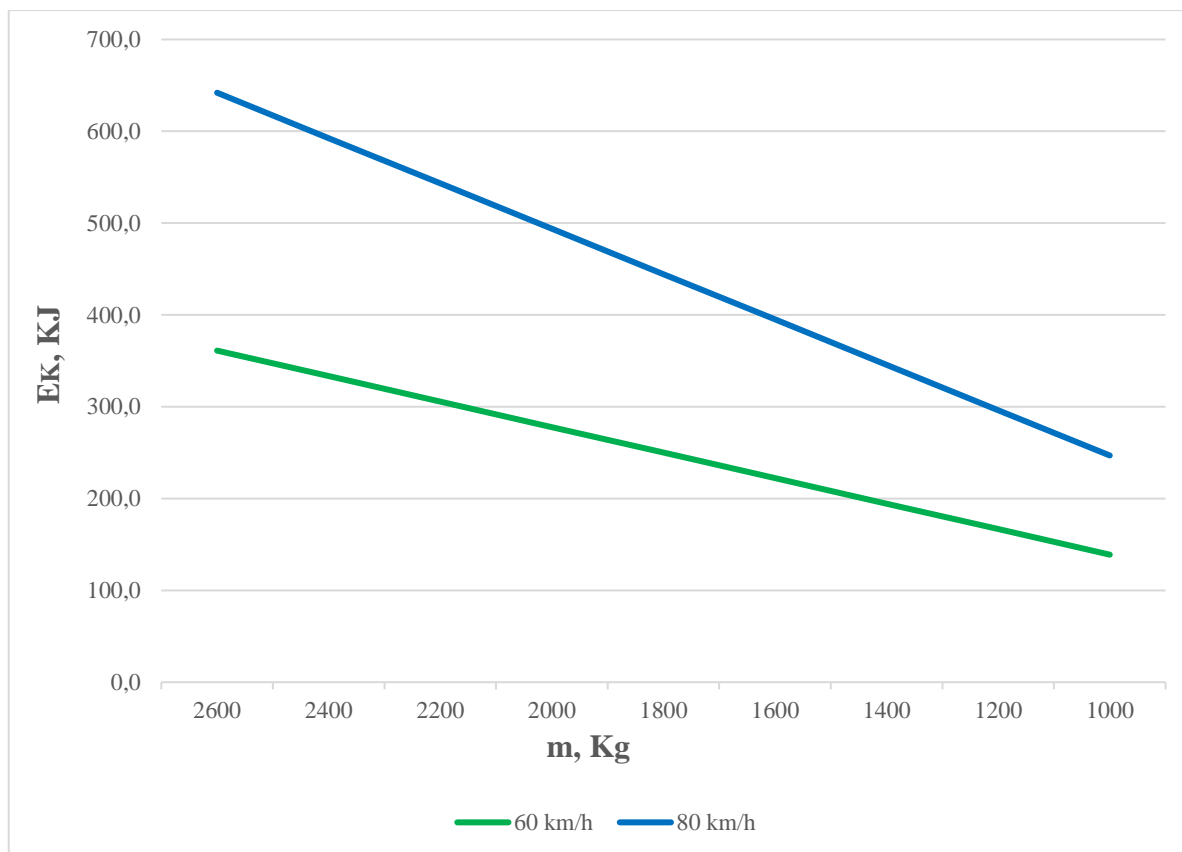


Figur 64. Totalt avstånd: Reaktion och inbromsning.

Förslag 1.1: Sänk hastighetsbegränsningen i anslutning till plankorsningen.

Förslaget är att justera hastigheten från 80 km/h till 60 km/h före plankorsningen för båda riktningarna och sedan återuppta hastighetsgränsen 80 km/h när plankorsningen är passerad. Just nu befinner sig en hastighetsskylt från norr cirka 300 m från plankorsningen då den behövs för att visa fordon från anslutande korsning. Från syd gäller samma anledning men där har skylten ett avstånd på 250 m. Förslaget är att 60 km/h ska gälla där dessa två skyltar är placerade och på så sätt minskar inbromsningsavståndet från 69 m till 45 m för torr väg enligt undersökningen.

Förutom en tydlig minskning av inbromsningsavståndet så blir det även en minskning av den kinetiska energin. Figur 65 visar en jämförelse för den kinetiska energin för 80 km/h respektive 60 km/h för vanliga massor för personbilar. Det är speciellt för tyngre fordon en sänkning av hastigheten gör störst skillnad för den kinetiska energin.



Figur 65. Jämförelse för kinetisk energi, 80 km/h och 60 km/h.



Figur 66. Skylt, norr till syd (Google Maps, 2020).

Figur 67. Skylt, syd till norr (Google Maps, 2020).

Vid en sänkning till 60 km/h blir det även enklare att bromsa och värdera avståndet på ett säkert sätt så att fordon bakom som inte kan se att ljussignalen är röd eller att bommen är nedfärd kan ha bättre tidsmarginal att reagera.

Eftersom detta är en statlig väg och Trafikverket är väghållare behöver en ändring av hastighetsbegränsning regleras i föreskrifter [77]. Som väghållare ansvarar Trafikverket för detta förslag enligt vägmärkesförordningen.

Förslag 1.2: Placera trafiksäkerhetskameror.

En sänkning från 80 km/ till 60 km/ kräver även att föraren anpassar sig till korrekt hastighet för att det ska ha en effekt. Det finns riskbeteende som kan innebära att förare som kommer från raksträckan väljer att fortsätta köra i 80 km/h. Därför är en trafiksäkerhetskamera på vardera riktningen ett tilläggsförslag utöver förslag 1.1. Trafikverket och polisen har beslutat att öka antalet trafiksäkerhetskameror kommande åren och det faller därmed i linje för detta förslag.

Trafikverkets senaste publicerade rapport för överskridning av hastighet förbi trafiksäkerhetskameror från 2018 visade att det är få förare som överskrider hastighetsbegränsningen när en trafiksäkerhetskamera är placerad. De beräknar även att detta räddar cirka 20 liv per år [38].

Tabell 16. Andel som överskred hastighetsgräns jämfört med utsatt mål, 2018.

Hastighetsgräns	Mål (%)	Utfall (%)
40 km/tim	1%	1,5 % (1,7)
50 km/tim	1%	1,2 % (1,4)
60 km/tim	1%	1,1% (1,0)
70 km/tim	1%	4,0 % (2,0)
80 km/tim	1%	0,4 % (0,4)
90 km/tim	1%	0,3 % (0,3)
100 km/tim och högre	1%	0,1% (0,1)

(Data och tabell från Trafikverket [38])

Tabellen framtagen av Trafikverket visar att 1,1% av förarna överskred hastighetsbegränsning på 60 km/h när trafiksäkerhetskamera var uppsatt. Det var 0,1 procentenheter över målet men visar att en tydlig effekt ges av en sådan lösning. Flera studier visar att det finns en trend att förare överskrider hastighetsgränsen på vägar och en undersökning gjord av Europeiska kommissionen visade att 40–50% av förare i Europa gör detta när ingen trafiksäkerhetskamera finns [11].

I Sverige överskrider 55% av personbilarna hastighetsgränsen. Därmed bör en andel på 1,1% anses vara bra och visar att trafiksäkerhetskameror ger en tydligt positiv effekt. För att få bra resultat så att föraren inte ökar hastigheten igen efter passering av kameran är det rimligt att ha placeringen cirka 100–120 m före plankorsningen. Sedan efter plankorsningen kan fortsättning på 80 km/h gälla.

Ansvarsfördelning för detta förslag är ett samarbete mellan Trafikverket och polisen och det finns en fördelning mellan myndigheterna. Trafikverket ansvarar för etablering, drift och underhåll av fasta kameror. Foton som tas skickas automatiskt till polisen som ansvarar för utredning av hastighetsöverträdelse [23]. De två myndigheterna har gemensamt ansvar för är för vilken avsikt och omfattning trafiksäkerhetskamerorna ska användas för [44].

Förslag 1.3: Förvarningsljus.

Förslag 1.3 har som syfte att fungera oberoende av förslag 1.1 och 1.2 men det utesluts inte att kombinera dessa förslag. Detta är en säkerhetsanordning som inte finns i vägmärkesförordningen eller VGU. Tekniken togs från början fram av Saferange och kallas TrainWarners. Systemet fungerar som en förlängning av ljussignalen vid plankorsningen och ska tala om för föraren att en bom är nedfälld eller på väg att fällas ned som en ljussignal gör vid plankorsningen. TrainWarners visar gula ljussignaler samma moment som ljussignal aktiveras vid plankorsningen. Antal ljus som visas är samma som antal streck på A38.



Figur 68. TrainWarners.



Figur 69. TrainWarners.

Få studier har gjorts på denna lösning men en studie som gjordes i Ockelbo år 2002 där TrainWarners implementerades visade att förare i snitt hade sänkt hastighet förbi alla tre A38-märken och största sänkning av hastighet mättes till 7 km/h för plankorsningen jämfört med innan [7].

Trafikverket använder idag förvarningsljus som kan placeras ovanför A35-märket. Detta ingår som en del av ALEX-plankorsningar. Skillnaden är att förvarningsljus enligt regelverk endast får kombineras med A35 eller A36 - järnvägs korsning med/utan bommar. Detta innebär att den inte placeras vid varje A38-märke som för TrainWarners. Föraren får därmed ett förtydligande om plankorsning vid ett tillfälle istället för tre men belysningen är tydligare än TrainWarners. Förvarningsljus som denna fungerar på alla plankorsningar men det är lämpligast för plankorsningar som har dålig sikt, anslutande kurva, eller som i detta fall har hög hastighet så att förare blir vaksamma.

Förvarningsljus kräver inte myndighetsbeslut enligt vägmärkesförordningen och innebär att det är väghållaren som beslutar och ansvarar för uppsättning, installation, drift och underhåll [41].

Problem 2: Bomdriv och kryssmärkesstolpe är mycket nära vägbankant.

Eftersom både bomdriv och äldre kryssmärkesstolpar inte är tillverkade för att vara eftergivliga finns det mycket stora risker för allvarliga skador om ett fordon kolliderar med dessa. Det nämndes även tidigare att dessa får befinna sig i sidoområdet trots att de är oeftergivliga.

Enligt Trafikverkets krav för signalsystem ska kryssmärke vara placerat så nära vägbanekant som möjligt men minst 1 m ifrån. 1 m bör anses vara nära vägbanekant och då äldre kryssmärkesstolpar är oeftergivliga kan det bli problematiskt, se Figur 71.

I detta fall är kryssmärkesstolpen närmare än 1 m från vägbanekant och därmed uppfylls inte kravet om avstånd [56]. Detta utökar risken att ett fordon träffar utrustningen om fordonet kör av vägen. Hade bomdrivet och kryssmärkesstolpen placerats endast 0,5 m längre från vägbanekant hade det varit säkrare och enklare att skapa skydd mot dessa.

I avsnitt 6.1.6 beskrevs det att sidoräcke kan placeras 0,05–0,75 m från vägbanekant.

Figur 69 visar att bomdrivets avstånd till körbanekant är 1 m. Avståndet till vägbanekant uppskattas vara cirka halva detta avstånd, 0,5 m. Problemet som uppstår är att detta avstånd inte gör det möjligt att använda olika arbetsbredder på sidoräcke. Lägsta arbetsbredd W1 innebär att avståndet mellan sidoräcke och oeftergivligt föremål måste vara minst 0,6 m från varandra. Eftersom sidoräcket även måste befinna sig minst 0,05 m från vägbanekant blir det ännu närmare de oeftergivliga föremålen och därmed mindre marginal för arbetsbredd.



Figur 70. Bomdriv och kryssmärke i förhållande till körfält (Google Maps, 2020).

Förslag 2.1: Placera sidoräcken för båda riktningarna.

Det finns liknande fall av plankorsningar med hastighetsgräns på 80 km/h där både kryssmärke och bomdriv befinner sig nära mycket nära vägbanekant. I Göteborg finns en plankorsning som korsar E45 och där sidoräcke med neddoppat avslut används. Förslaget är att sidoräcke bör användas för denna plankorsning trots tidigare nämnda problem med arbetsbredd.

Dels förhindrar det fordon att kollidera direkt med både stolpe samt bomdriv, dels förhindrar det att fordonen att köra in mot spår.

Förslaget är att om ett sidoräcke placeras så bör det göras undantag för avstånd mellan arbetsbredd och oeftergivliga föremålen och att sidoräcket placeras 0,05 m från vägbanekant med arbetsbredd W1 och kapacitetsklass N2 som är lägsta krav för sidoräcken.

Ett annat alternativ är att vägbanekant smalnas av vid plankorsningen så att den är närmare körbanekant och då kan ett sidoräcke placeras med arbetsbredd W1 utan att bomdrivet och kryssmärkesstolpen befinner sig inom arbetsbreddens område.

Det finns flera olika sidoräcken som uppfyller arbetsbredd W1 kombinerat med kapacitetsklass N2 men rekommendationen är balkräcke av typen W-profil. Detta är det vanligast förekommande vägräcket i Sverige och är lämpligt för att uppfylla kriterierna för plankorsningen [22].



Figur 71. Balkräcke av typen W-profil.

Exempel på hur sådant sidoräcke kan utformas visas nedan. Figurerna nedan visar plankorsningen som befinner sig på E45 i Göteborg. För denna plankorsning skyddar det neddoppade sidoräcket trafikanter från bomdrivet och kryssmärkesstolpen.



Figur 72. Vägräcke i anslutning till väg (Google Maps, 2018).

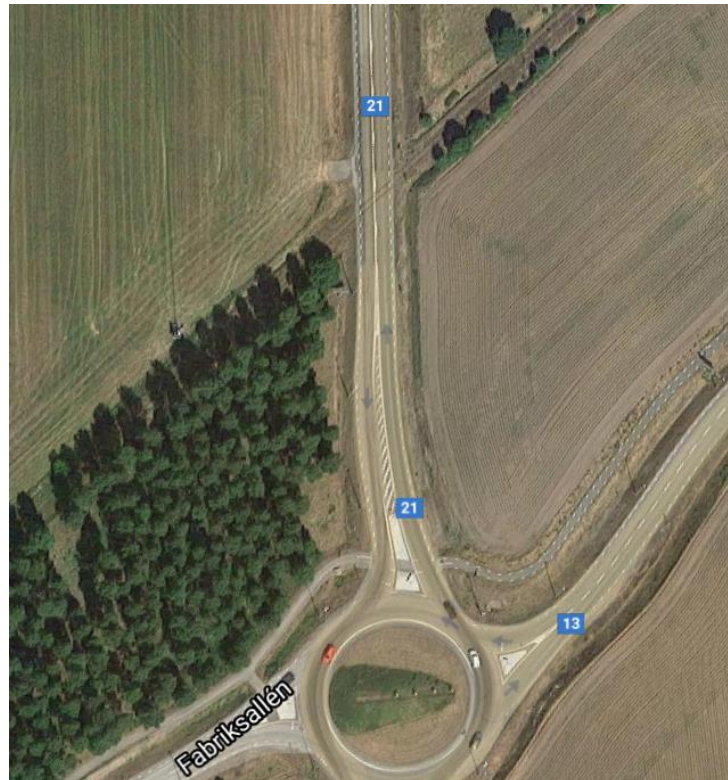
Figur 73. Vägräckesände (Google Maps, 2018).

I denna fallstudie anses plankorsningens utformning och vegetation vara fördelaktig för detta förslag eftersom det finns mycket utrymme att forma vägräckesavslutet för att minimera risken

för en rampeffekt. Mot riktning norr finns cirka 5 m sidoområde räknat från körfältet och mot söder finns 3–4 m. Sidoområdena för båda riktningarna har dessutom sluttningar, vilket är bra för att kunna utforma ett säkert neddoppande vägräckesavslut med utvinkling.

Trafikverket ansvarar för detta förslag då vägområdet tillhör väghållaren [42]. Ansvaret hänvisas även till vägmärkesförordningen 1 kap 6 § eftersom vägräcke i anslutning till plankorsning är en skyddsanordning.

7.3 Väg 21, Klippan



Figur 74. Satellitbild över plankorsning (Google Maps, 2020).

Tabell 17. Grundskydd.

Grundskydd
Kryssmärken - 2
Ljussignaler - 4

Tabell 18. Tilläggsutrustning.

Tilläggsutrustning
A40 - Varning för annan fara
T22 - Tilläggsstext

Väg 21 i Klippans kommun är en del av riksväg 21 och räknas därför som statlig väg. Järnvägen är en museijärnväg, vilket innebär att den används för samma ändamål som ett museum, dock att tåg färdas på den. Andra sorters kommersiella tåg används inte för detta spår men juridiskt sett anses detta tillhöra staten som bandel [77]. PLK-webb innehåller inte denna plankorsning, utan det är Trafikverket själva som har sett att det finns åtgärdsalternativ för att öka säkerheten. Spåret korsar vägar på olika platser i kommunen men det är just denna korsning på riksväg 21 som utgör stor risk för fara eftersom hastighetsbegränsningen är satt till 80 km/h för fordon som åker från riktning norr.

Grundskydden består av kryssmärken, ljussignaler samt tilläggsutrustningar som fungerar som kombination [62]. Tilläggsutrustningen befinner sig 282 m från spåret från nordlig riktning. I liknelse med fallstudie 2 är tillåten hastighet på denna väg hög i förhållande till säkerhet som finns vid plankorsningen. Fordon som åker mot plankorsningen från norr har företräde på vägen och inga hinder fram till plankorsningen i en total sträcka på cirka 12,7 km. Denna sträckas

hastighetsbegränsning börjar på 100 km/h och går ned till 80 km/h. I form av utseende har vägen låg variation och det är enkelt att en förare vänjer sig vid angivna hastigheter och vägens utseende.

Trafikverket är väghållare för riksväg 21 men hade fallstudien gällt samma spår men vid en annan plankorsning utanför riksvägen hade Klippans kommun varit ansvarig väghållare. För alla förslag som kommer att ges i denna fallstudie är ansvaret på Trafikverket enligt vägmärkesförordningen och väglagen då detta är en riksväg som tillhör denna myndighet.

Problem 1: För hög tillåten hastighet i anslutning till plankorsning



Figur 75. Anslutning till plankorsning (Google Maps, 2019).

Det finns två ljussignaler intill varandra i vardera riktningen för att uppmärksamma förare att stanna. För att jämföra med trafiksignaler så är högsta tillåtna hastighet för flerfärgssignal, det vill säga rött, gult och grönt 70 km/h [69]. För att öka säkerheten allmänt på vägar och för att det ska vara konsekvent med ljussignal för plankorsning bör det inte vara tillåtet att ha en hastighet på 80 km/h vid ljussignaler eftersom regelverket tillåter högst 70 km/h för flerfärgssignaler. Det finns dock inte i regelverk vilken högsta tillåtna hastigheten ska vara vid passering av en plankorsning, vilket gör att förslaget är att en ändring bör göras i regelverket där det framgår.

Förslag 1.1: Sänk hastighetsbegränsningen från norr

För denna plankorsning är förslaget att sänka tillåten hastighet från 80 km/h till 60 km/h för fordon som kommer från norra riktningen. Med hänvisning till fallstudie 2 för vilka effekter sådan hastighetssänkning kan få är detta förslag inte bara baserat på anslutning till plankorsning, utan även för cirkulationsplatsen som är placerad 94 m efter passering av plankorsningen för att utöka säkerheten för miljön runt plankorsningen.

Detta förslag kräver två nya vägmärken för hastighetsbegränsning, det vill säga C31-märken. Två förslag ges på placering där första förslaget är att placera vägmärkena i anslutning till A40 och T22. Det andra förslaget är att placera dessa i anslutning till A30-märke - *Varning för cirkulationsplats* som är placerat 158 m före spår till skillnad från 282 m.

Placering ovanför A30-märket bör prioriteras eftersom avstånd på 158 m är tillräckligt för att föraren ska hinna anpassa sin hastighet utan att medföra någon större risk än vid placering 282 m ifrån.

Problem 2: Hastighetshöjning före plankorsning från sydlig riktning

Från motsatt riktning finns likaså A40 kombinerat med T22 som befinner sig 74 m från spår, se Figur 76. Problematiken som finns är att 27 m från plankorsningen finns hastighetsskylten som visar 80 km/h. Uppsättning av varningsmärke följt av en förhöjning av hastighetsbegränsning blir missvisande och kan leda till negativ effekt av körsätt.



Figur 76. Varning för spår. 74 m från spår (Google Maps, 2019).



Figur 77. Hastighetsskylt. 27 m från spår (Google Maps, 2019).

Förslag 2.1: Placera C31-märket framför spåret.

En ny placering av C31 bör ge tydligare uppmärksamhet för föraren och ger inte en uppmaning att hastigheten får öka innan spåret passeras. Direkt efter passering anses inte heller vara ett bra val för placering eftersom märket kan ses från längre avstånd och förare kan börja öka hastigheten innan passering av spåret även i det fallet. Därför rekommenderas det att placeringen är minst 50 m efter passering av spåret.

Problem 3: Omkörning tillåtet före passering av spår från sydlig riktning

Från syd avslutas spärrområdet och för körfältet börjar istället en varningslinje kombinerat med heldragen linje som innebär att omkörning är tillåtet från denna sida [71]. Tidigare år var det endast heldragen linje på denna väg och ingen omkörning tilläts därmed från någon riktning. Problemet avser inte att omkörning tilläts inom området, utan det avser att det tillåts före passering av spår.

Förslag 3.1: Förläng den heldragna linjen

Förslaget innebär en enkel åtgärd som innebär en liten kostnad. Endast en mittlinje behöver tas bort för att förslaget ska vara åtgärdat och trots det täcks 18 m framför och omkörning blir därmed tillåtet efter passering av plankorsningen. Heldragen linje i kombination med de korta linjerna kallas M11 enligt Transportstyrelsen. För att det ska bli tydligare bör även M9-spärrlinjen förlängas för att tydliggöra detta, se Figur 79.



Figur 78. Utformning idag (Google Maps, 2019).



Figur 79. Illustration. Förlängd M9 och borttagen M11.

Problem 4: Oeftergivliga kryssmärkesstolpar

På ena sidan vägbanan finns två oeftergivliga kryssmärkesstolpar. Dessa befinner sig ca 2,5 m från vägbanekant, vilket kan jämföras med fallstudie 2 där avståndet till vägbanekant var mindre än 1 m. Här finns möjlighet att skydda trafikanter med en skyddsåtgärd utan att behöva kompensera för att flytta eller ändra något annat på vägen.



Figur 80. Kryssmärkesstolpar (Google Maps, 2019).

Förslag 4.1: Placera krockdämpare Primus 2a.

För denna situation är krockdämpare Primus 2a ett mycket lämpligt val. Den har möjlighet att placeras vid vägbanekant eller bredvid stolparna eftersom denna krockdämpare kan förankras även i vegetation. Förslaget är att placera den vid vägbanekant eftersom effekten vid placering vid stolparna är lägre på grund av sluttningen. Arbetsbreddsklass W4 och W5 finns tillgängliga och båda alternativen är tillämpbara för plankorsningens utformning.

7.4 Riksväg 35, Linköping



Figur 81. Satellitbild över plankorsning (Google Maps, 2020).

Tabell 19: Grundskydd.

Grundskydd
Halvbommar – 8
Kryssmärken – 4
Ljussignaler – 8
Ljudsignaler – 2

Tabell 20. Tilläggsutrustning.

Tilläggsutrustning
A35 - Varning för järnvägs korsning med bommar
A38 - Avstånd till plankorsning

Riksväg 35 genom Linköping är en statlig väg, vilket innebär att Trafikverket är väghållare. Enligt PLK webb har denna plankorsning sedan 2018 haft tre bristanmätningar varav år 2021 en allvarlig händelse där fordon befann sig på spår och tåget fick nödbromsa och var 20 m ifrån att kollidera med denna. Senast november 2020 arbetade Trafikverket under fyra dagar med att renovera spår och asfaltera om vägen då den var ojämn [63].

Likt Fallstudie de två första fallstudierna så har vägen mot plankorsningen en hastighetsbegränsning på 80 km/h men i detta fall har Trafikverket sänkt hastighetsbegränsningen från 80 km/h till 60 km/h 126 m från plankorsningen från nordlig riktning och 343 m från sydlig riktning.

Från syd är föraren skymd från att se plankorsningen tills avståndet är cirka 68 m. Detta förklarar varför hastighetsbegränsningen skiljer sig betydligt jämfört med nordlig riktning där sikten är fri. Tilläggsutrustningarna A35 och A38 tydliggör för föraren att den närmar sig plankorsningen på ett bra sätt och hela vägen



är belyst.

Figur 82. Skymd sikt upp till 68 m.

Figur 83. Förarens perspektiv från 68 m, syd (Google Maps, 2019).



Figur 84. Förarens perspektiv från 125 m, norr (Google Maps, 2019).

Den vägräckestyp som används för denna riksväg och för plankorsningen är så kallad Z ellips av stål. [75]. Vägräcket är godkänt enligt SS-EN 1317-5 och har arbetsbredd W3, vilket innebär att det ska deformeras maximalt 1 m vid påkörning. Z ellips bör främst användas för vägar som är

mittseparerade. Modellen är skonsammare än linräcke vid påkörning då formen är rund istället för rak [77].

Problem 1: Bomdrivens placering i förhållande till vägräcke.

Vägräckena följer riksvägen före plankorsningen och fortsätter efter för båda köriktningarna och de skyddar även föraren från bomdriven på ett bra sätt förutom vid öppningen där spåret går genom vägen. Av de åtta bomdriven som finns kan fordon med störst sannolikhet komma i kontakt med två av dessa eftersom de inte är direkt skyddade av sidoräckena.

Problematiken finns eftersom bomdriven är nära spåret och gör att det blir mycket svårt att skapa ett vägräckesavslut som kan tillgodose säkerheten för trafikanterna. Vägräckesavslutet skapar även en rampeffekt. Bomdrivens närhet till spår gör att det inte går att förlänga vägräckesavslutet eller placera krockdämpare eftersom de kommer att interferera med passerande tåg.



Figur 85. Vägräckesavslut för båda köriktningarna (Google Maps, 2019).

För motorcyklar är risken för allvarliga skador eller dödsfall större på grund av sannolikheten att komma i kontakt med dessa två bomdriv genom att hamna mellan vägräckena på grund av sina smalare däck och bredd.

Förslag 1.1: Ta bort de två bomdriven efter spårpassering.

Detta förslag innebär att de två bomdriv som är markerade i Figur 85 försvinner. De är sammanlänkade med ytterligare två bomdriv men dessa är skyddade av sidoräckena. Dessa bomdriv befinner sig efter spår för respektive köriktning och bommarnas funktioner anses inte vara nödvändiga för denna plankorsning. Det är mycket ovanligt att bomdriv placeras efter spår och bedömningen är att detta inte behövs när det redan finns bomdriv före spår för

vägbanorna. Syftet med bommar är att visa att fordon inte ska passera eftersom det finns en fara bakom. I detta fall fortsätter vägen utan att det finns fara bakom där bommarna befinner sig idag, vilket styrker argumentet varför de inte är nödvändiga för plankorsningen.

Den första fallstudien hade fyra bomdriv på samma sätt som för denna men där var det dubbelspår och i enlighet med regelverken. För enkelspår finns det inget i regelverken som kräver bommar efter spår.



Figur 86. Bomdrivs efter spår, syd (Google Maps, 2019). Figur 87. Bomdriv efter spår, norr (Google Maps, 2019).

Dessutom om fordon skulle hamna på spåret när bommarna är nedfällda måste de köra igenom de bommar som befinner sig efter spåret. Detta innebär en onödig reparationskostnad för väghållaren.

Borttagning av bomdriven som fälls efter spåret innebär att fordon endast kan komma i kontakt med resterande bomdriv som har bra avstånd från vägräckesavslut och sannolikheten för kontakt med dessa vid avkörning är betydligt mindre. Trafikverket ansvarar för uppsättning och borttagning av bomdriv och ansvaret för detta förslag hamnar således på denna myndighet.

Problem 2: Inget underglidningsskydd för sidoräckena.

Sidoräckena saknar underglidningsskydd för hela anslutningen till plankorsningen. Även detta problem skapar en större fara för motorcyklister och bör åtgärdas.

Förslag 2.1:

Förslaget innebär att underglidningsskydd placeras i anslutning till plankorsningen. De största farorna finns vid bomdriven och om skydden placeras före och efter plankorsningen kan de skapa ett bra skydd för motorcyklister om påkörnings skulle ske med sidoräckena.

8 Diskussion och slutsats

Då syftet var att undersöka och beskriva ansvarsförhållanden och lösningar till säkerhetsbrister för plankorsningar har det upptäckts många möjligheter men även svårigheter.

Undersökning av ansvarsförhållanden visade att det är förordningar och lagar som styr dessa. Vägghållare kan variera baserat på vad som har bestämts av regeringen eller hur en detaljplan ser ut. Slutsatsen blev att för varje plankorsning så finns det ingen strikt regel som bestämmer om det är staten eller kommunen som ansvarar.

Fallstudierna visar att plankorsningar kan vara utformade på ett sätt som gör att regelverken inte tillåter placering av fordonsåterhållande system som kan skydda mot oeftergivliga föremål. Problemet handlar i huvudsak om att de oeftergivliga föremålen placerades så nära väg i det tidiga skedet när plankorsningar utformades och inte ger utrymme för dagens regelverk att förändra kraven. I vissa fall, som avsnitt 7.2 visade så kan oeftergivliga föremål vara så nära vägbanekant att det går emot dagens regelverk. Även i de fall de placeras i enlighet med regelverk kan det innebära problem vid placering av exempelvis sidoräcken. Trots detta var förslag 2.1 för avsnitt 7.2 att ändå placera sidoräcken eftersom det ansågs vara säkrare än att tillåta sådan placering för bomdriven.

I fallstudierna behövdes ofta andra lösningar än att placera fordonsåterhållande system. Till exempel att sänka hastighetsgränsen, omplacera vägmärken eller att utforma vägen på ett nytt sätt. VGU är ett tydligt regelverk i många avseenden men tillsammans med stödjande regelverk anses ger det utrymme för farliga placeringar av plankorsningsrelaterade utrustningar. Medan portaler ska placeras på ett bra avstånd från vägbanekant så ska kryssmärken placeras så nära som möjligt, dock minst 1 meter ifrån. Största problemet som upptäcktes var att det inte fanns någon regel för placering av bomdriv förutom att dessa får vara i säkerhetszonen. Fallstudierna visade att detta kan leda till livsfarliga situationer. Förslag är även att det inte bör tillåtas en hastighet på 80 km/h för plankorsningar, speciellt inte för dem med oskyddade oeftergivliga utrustningar.

Rapporten visade att även om VGU ställer krav så kan det sedan ges dispens som frångår kraven i många fall. Dock så framgår det av bland annat fallstudierna att detta är nödvändigt på grund av plankorsningars utformning och att strikta regler inte kan tillämpas för samtliga situationer.

Lösningar som slip base är en bra och modern lösning för föremål som annars är oeftergivliga men som rapporten visade används inte detta för bomdriv eller portaler med livsfarlig ledning. Det kan därmed inte lösa alla problem. Problematiken är även att det inte bara går att flytta oeftergivliga utrustningar längre ifrån vägbanekant eftersom detta kan påverka sikten för trafikanter eller om dessa utrustningar kan fylla sina funktioner på korrekt sätt. Efter undersökningar och intervjuer har det inte upptäckts några anledningar till att slip base skulle innebära en ny fara om det används för bomdriv. Rapportens förslag är att detta bör ses som ett lösningsalternativ för framtiden. Detta kan resultera i att plankorsningar på vägar med höga hastighetsgränser blir säkrare och vägräcke i säkerhetszon inte behövs i de fall de endast placeras för att skydda trafikanter mot bomdriv.

I de fall det finns tillräckligt utrymme för att placera fordonsåterhållande system enligt regelverk finns det ett stort utbud av modeller som är godkända enligt dagens krav på standarder.

De modeller som har visats i denna rapport är bara en liten del av de som finns. Medan många är väldigt lika och godkända enligt samma tester så anses det vara positivt med så stort utbud eftersom det skapar en konkurrenssituation och ett driv att utveckla säkerheten. Det leder även till att en beställare kan välja ett specifikt fordonsåterhållande system som är tillämpbar för placering enligt regelverk. Exempelvis BOS Primus 2a är en ny typ av modell men den var inte anpassningsbar i bredd och längd. Där finns en avsaknad av utbud för sådana typer av fordonsåterhållande system och det finns bra fördelar med att använda skydd som placeras precis där de behövs.

Men något som beskrevs i denna rapport är att testerna för vägräcken har för stort mellanrum för kapacitetsklasserna. Skillnaden mellan kapacitetsklass N2 och H1 är till exempel 8500 kg för samma hastigheter. Då N2 är lägsta krav för sidoräcken så är nästa kapacitetsklass H1 och det borde inte vara ett sådant avstånd för de vikter som testas. Många av dagens normalstora fordon som sedaner och crossovers har en totalmassa på över 1500 kg som är högsta massan som testas för N2. Högre och tyngre fordon har även i många fall betydligt högre tyngdpunkt än normalstora fordon. Problemet är att företagen som tillverkar fordonsåterhållande system inte har ett behov att satsa på att dimensionera modeller som är anpassade för exempelvis 2000 kg, vilket inte längre är en ovanlig totalmassa för personbilar, speciellt elbilar.

Om samtliga utrustningar var eftergivliga vid plankorsningar så hade behovet av fordonsåterhållande system minskat likaså risken för allvarliga skador och dödsfall. Detta är något som har varit återkommande i denna rapport då det anses vara en viktig del i var fokus behöver läggas på utvecklingen av utrustningar för plankorsningar.

ALEX bidrar till säkrare plankorsningar överlag med nya utrustningar som bland annat är utvecklade utefter mänskliga faktorn. Exempel på det är cykelfålla och nyare teknik för att uppmärksamma förare inför plankorsningar. Även bomdriv som väger mindre än de som används idag bidrar till säkrare plankorsningar tack vare ALEX. Detta anses vara ett steg i rätt riktning för att överlag bidra till nollvisionen. Vidare studier kan göras när ALEX har implementerats i större uträkning för att kunna jämföra statistik för enskilda plankorsningar.

Generellt för vidare studier utifrån denna rapport så kan de endast vara relevanta om förslagen tillämpas för svenska plankorsningar. Samtliga förslag gavs eftersom de ansågs kunna ge en positiv effekt för säkerheten vid plankorsningar. Beroende på var dessa förslag tillämpas eller i vilken utsträckning så kan resultaten visa sig bli olika. Förslagen bör tillämpas där de anses kunna vara mest effektiva ur ett säkerhetsperspektiv.

9 Referenser

- [1] Arbetsmiljöverket. (2021). *CE-märkning*.
<https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/produktutformning-och-ce-markning/>
- [2] ATA. (2021). *FlexGuard MPS*.
<https://www.ata.se/vag-och-broracken/flexguard-mps/>
- [3] ATA. (2017). *QuadGuard CEN – Manual*.
<https://52.58.233.222/Images/Artikeldokument/80NUQEOWXTH3.pdf>
- [4] Bielenberg, R.W., Faller, R.K., Reid, J.D., Putjenter, J.G. (2017). *New Methodology for Analysis of Sand Barrel Arrays. Roadside Safety Design and Hazard Mitigation. (s.288-305)*.
<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec220.pdf>
- [5] Blue Systems. (2021). *Standarder & krockprover*.
<http://bluesystems.se/information/om-stallineracke/standarder-krockprover/>
- [6] Bryman, A., Bell, E. (2017). *Företagsekonomiska forskningsmetoder (3 uppl)*. Liber.
- [7] Cedersund, H-Å. (2002). *Utvärdering av TrainWarners vid Mo Grindar*.
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670051/FULLTEXT01.pdf>
- [8] Dav Nordic AB. (2021). *EN 1317 Arbetsbredd*.
<https://davnordic.se/se/vagsakerhet/tillamplig-standard/arbetsbredd.aspx>
- [9] Dav Nordic AB. (2021). *Energiabsorberande vägräckesändrar och krockdämpare*.
<https://davnordic.se/se/paakoerselsdaemper.aspx>
- [10] Eskandarian, A., Marzougui, D., & Bedewi, N. (2000, 03/01). *Impact Finite-Element Analysis of Slip-Base Sign Support Mechanism. Journal of Transportation Engineering-asce - J TRANSP ENG-ASCE*, 126. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2000\)126:2\(143\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2000)126:2(143))
- [11] Europeiska kommissionen. (2018). *Speed and Speed Management*.
https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/ersosynthesis2018-speedspeedmanagement.pdf
- [12] Hansson, T. (2018). *En jämförande studie av dagens och framtidens system för vägskyddsanläggningar. Vägskyddssystem i Sverige*.
<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=8944084&fileOid=8962002>
- [13] Hasan, M., Asifuzzaman., Ahmed, E., Azad, T.A.B., Arafat, F. (2018). *Rolling barrier*.
https://www.researchgate.net/publication/328094039_Rolling_barrier

- [14] Ivey, Don L. and Scott, P. (1999). *Safer roadsides through better utility pole placement, protection, construction*. Texas Transportation Institute.
<https://trid.trb.org/view/652823>
- [15] Johanisson, J. & Svahn, V. (2019). *En jämförande studie med fokus på gränssnitt och felindikering i Alex-produkten och dagens system. Sveriges nya vägskyddssystem*.
<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8991166&fileId=8991418>
- [16] KSI Global Australia Ltd. (2017). *The first MASH TL4 certified roller crash barrier in the world*.
<http://ksiglobal.com.au/safety-roller-crash-barrier/>
- [17] Lindholm, Magnus. (2002). *Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet, exklusive motorvägar 1997–2000* (2002:109).
LP Signalutveckling. (2016). *Bomdriv T120*.
<http://www.lpsignal.se/pdf/10-T120.pdf>
- [18] Molan, A.M., Rezapour, M. & Ksaibati, K. (2019). *Modeling traffic barriers crash severity by considering the effect of traffic barrier dimensions*. *J. Mod. Transport*. 27, 141–151.
<https://doi.org/10.1007/s40534-019-0186-1>
- [19] Nordic Road Safety. (2021). *EN 1317-2*.
<https://www.nordicroadsafety.com/regelverk/vag-och-broracke/en-1317-2/>
- [20] Nordic Road Safety. (2021). *EN 1317-3*.
<http://www.nordicroadsafety.com/regelverk/krockdampare/en-1317-3/>
- [21] OBEX Systems. (2016). *P2 Steel - Modular End Terminal*.
https://obexsystems.com/wp-content/uploads/2016/04/OBEX-MT-10M_2016.03_eng.pdf
- [22] Orebrand, I., & Norén, F. (2019). *Trafiksäkerhet på det lågtrafikerade vägnätet: En analys av den samhällsekonomiska lönsamheten för trafiksäkerhetsåtgärder*.
https://www.utn.uu.se/sts/student/wpcontent/uploads/2019/06/1906_Fanny_noren_idah_orebrand.pdf
- [23] Polisen. (2019). *Trafiksäkerhetskameror*.
<https://polisen.se/om-polisen/polisens-arbete/trafikbrott/information-om-fartkameror/>
- [24] Queensland Government. (2016). *Stopping distances: speed and braking*.
<https://www.qld.gov.au/transport/safety/road-safety/driving-safely/stopping-distances>
- [25] Regeringskansliet. (2007). *Vägmärkesförordning (2007:90)*.
<http://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2007:90>
- [26] RSSE. (2017). *Beslut om att tillåta användning av Roadside Safety Engineering AB:s energiabsorberande vägräckesände OBEX P2*.
<http://www.rsse.se/wp-content/uploads/2015/10/OBEX-P2-TRVs-Godtagande.pdf>

[27] RSSE. (2021). *OBEX*.
<http://www.rsse.se/produkt/obex/>

[28] Saferoad. (2018). *BOS Primus 2a- Fordonsåterhållande system*.
https://www.saferoad.se/contentassets/8899453f17b9438aaf7dfaa05a67bcb6/02_manual_primus-2a_se.pdf

[29] Saferoad. (2021). *Om vägräcken*.
<https://www.saferoad.se/racke/vagracken/allmant-om-vagracken/>

[30] Schrum, K.D., De Albuquerque, F.D.B., Sicking, D.L., Lechtenberg, K.A., Faller, R.K., Reid, J.D. (2015). *Cost-Benefit Analysis of Crash Cushion Systems*. *Journal of Transportation Safety & Security*.
https://www.researchgate.net/publication/267629197_Cost-Benefit_Analysis_of_Crash_Cushion_Systems

[31] Svenska Institutet för Standarder. (2021). *ISO, International Organization*.
<https://www.sis.se/standardutveckling/internationell-standardisering/iso/>

[32] Svenska Institutet för Standarder. (2010). *Svensk Standard SS-EN 1317-1:2010*.
<https://www.sis.se/api/document/preview/74743/>

[33] Svenska Institutet för Standarder. (1998). *Svensk Standard SS-EN 1317-2*.
<https://www.sis.se/api/document/preview/22484/>

[34] Svenska Institutet för Standarder. (2000). *Svensk Standard SS-EN 1317-3*.
<https://www.sis.se/api/document/preview/27873/>

[35] Svenska Institutet för Standarder. (2019). *Vägutrustning - Eftergivlighet hos bärare av vägutrustning - Krav och provningsmetoder*.
<https://www.sis.se/produkter/anlaggningsarbete/vagbyggnad/vagutrustning-och-vaginstallationer/ss-en-127672019/>

[36] Sveriges riksdag. (1971). *Väglag (1971:948)*.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/vaglag-1971948_sfs-1971-948

[37] Trafikverket. (2021). *Alex, Automatic Level Crossing*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningsteknik/vagskyddsanlaggningar/alex/>

[38] Trafikverket. (2019). *ATK Årsrapport 2019. Trafiksäkerhetskameror (2020:108)*.
<http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1433225/FULLTEXT01.pdf>

[39] Trafikverket. (2007). *Beslut om plankorsningar*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Arbetsmiljo-och-sakerhet/sakerhet-pa-jarnvag/Plankorsningar/Beslut-om-plankorsningar/>

- [40] Trafikverket. (2015) *BVH 701 – Plankorsningar, Bygga nytt, Bygga bort, Val av skyddsalternativ* (2014:0995).
<https://www.protokollservice.com/wp-content/uploads/2019/11/TDOK-2014.0995-Plankorsningar-Bygga-nytt-Bygga-bort-Val-av-skyddsalternativ.pdf>
- [41] Trafikverket. (2015). *BVS 544.70002 - Vägskyddsanläggningar, Signalering mot vägen* (2014:0499).
<https://www.protokollservice.com/wp-content/uploads/2019/11/TDOK-2014.0499BVS-544.70002-V%c3%a4gskyddsanl%c3%a4gningar-Signalering-mot-v%c3%a4gen.pdf>
- [42] Trafikverket. (2019). *Byggnader, åtgärder och skyltar utmed allmän väg*.
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/byggnader-atgarder-och-skyltar-utmed-allman-vag/>
- [43] Trafikverket. (2020). *Frågor och svar kring motorcykel och räcken*.
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/Din-sakerhet-pa-vagen/Sakerhet-pa-motorcykel/fragor-och-svar-om-sakerhet-pa-motorcykel/>
- [44] Trafikverket. (2020). *Frågor och svar om trafiksäkerhetskameror*.
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/Trafiksakerhetskameror/Fragor-och-svar-om-trafiksakerhetskameror/>
- [45] Trafikverket. (2020). *Hektor, Hinderdetektor*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/anlaggningsteknik/vagskyddsanlaggningar/hektor/>
- [46] Trafikverket. (2020). *Innovationsupphandling för att öka säkerheten vid oskyddade plankorsningar*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/aktuellt-for-dig-i-branschen3/aktuellt-for-dig-i-branschen/2020-12/innovationsupphandling-for-att-oka-sakerheten-vid-oskyddade-plankorsningar>
- [47] Trafikverket. (2006). *Kartläggning av Plankorsningar* (2006:1).
https://www.trafikverket.se/contentassets/7778a8982db24d2888641c8682fb588d/kartlaggning_av_plankorsningar_2006_omdopt.pdf
- [48] Trafikverket. (2020). *Krav - Högsänning Skyltar och Skyddsportaler vid plankorsningar med elektrifierad Järnväg* (1.0).
- [49] Trafikverket. (2020). *Krav vägutrustning, Krav* (2019:0293).
<https://www.trafikverket.se/contentassets/a61b8eb2e8464817bbe76caf58d1276d/krav-vagutrustning.pdf>
- [50] Trafikverket. (2021). *Krav – VGU, Begrepp och grundvärden* (2021:002).
<https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1511832/FULLTEXT02.pdf>
- [51] Trafikverket. (2021). *Krav – VGU, Vägar och gators utformning* (2021:001).
<http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1511818/FULLTEXT02.pdf>

- [52] Trafikverket. (2021). *Lista med alla plankorsningar*.
<https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/PLK-webb/lista-med-alla-plankorsningar/>
- [53] Trafikverket. (2018). *Nollvisionen för väg och järnväg*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Vart-trafiksakerhetsarbete/Trafiksakerhetsmal/>
- [54] Trafikverket. (2020). *Nollvisionen – tillsammans räddar vi liv*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/Samarbeten-for-trafiksakerhet/tillsammans-for-nollvisionen/>
- [55] Trafikverket. (2007). *Plankorsningar - Beslutsunderlag*.
https://www.trafikverket.se/globalassets/dokument/mallar-och-styrande-dokument/beslutsunderlag/tmall_0778_plankorsningar_beslutsunderlag.pdf
- [56] Trafikverket. (2021). *Plankorsningar, Krav med rådstexter (1.0)*.
https://puben.trafikverket.se/dpub/api/v1/Dokument/DownloadDokument?id=6797fd89-b8c1-4aeb-a943-afe2b6481f02&dokumentName=Krav%20med%20raadstexter%20TRVINFRA-00304%20Plankorsningar%20v1_0.pdf
- [57] Trafikverket. (2020). *Plankorsningar - Val av skyddsalternativ (6.0)*.
- [58] Trafikverket. (2011). *Riktlinjer för utmärkning med varningsmärke (2011:153)*.
https://www.trafikverket.se/contentassets/1acefe1dc6ea404fbc9e283848c0ca41/riktlinjer_for_utmärkning_med_varningsmarke.pdf
- [59] Trafikverket. (2021). *Råd – VGU, Vägar och gators utformning (2021:003)*.
<https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1511879/FULLTEXT02.pdf>
- [60] Trafikverket. (2019). *Skyddsanordningar som inte omfattas av krav på CE-märkning*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vagutrustning/skyddsanordningar-som-inte-omfattas-av-krav-pa-ce-markning/>
- [61] Trafikverket. (2018). *Skyddsanordningar vid plankorsningar*.
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/din-sakerhet-vid-jarnvag/Plankorsningar/skyddsanordningar-vid-plankorsningar/>
- [62] Trafikverket. (2020). *Trafikverkets hantering av plankorsningar (2017:0367)*.
<https://trvdokument.trafikverket.se/Versioner.aspx?spid=4983&dokumentId=TDOK%202017%3A0367>
- [63] Trafikverket. (2020). *Vi rustar upp järnvägen i Linköping – vägtrafiken på Råbergaleden leds om*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/Lansvisa-nyheter/Ostergotland/2020-11/vi-rustar-upp-jarnvagen-i-linkoping--vagtrafiken-pa-rabergaleden-leds-om/>
- [64] Trafikverket. (2018). *Väghållaransvar*.
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/vaghallaransvar/>

- [65] Trafikverket. (2019). *Åtgärder genomförs för ökad säkerhet vid plankorsningar*.
<https://www.trafikverket.se/om-oss/pressrum/pressmeddelanden/Nationellt/2019/2019-05/atgarder-genomfors-for-okad-sakerhet-vid-plankorsningar/>
- [66] Transport of London. (2020). *Yellow box junctions*.
<https://tfl.gov.uk/modes/driving/red-routes/rules-of-red-routes/yellow-box-junctions>
- [67] Transportstyrelsen. (2020). *A39. Kryssmärke*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Vagmarken/Varningsmarken/kryssmarke/>
- [68] Transportstyrelsen. (2019). *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om vägmärken och andra anordningar. Transportstyrelsens författarsamling (2019:74)*.
https://www.transportstyrelsen.se/TSFS/TSFS%202019_74.pdf
- [69] Transportstyrelsen. (2014). *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om trafiksignaler (konsoliderad elektronisk utgåva) (2014:30)*.
https://www.transportstyrelsen.se/TSFS/TSFS%202014_30k.pdf
- [70] Transportstyrelsen. (2020). *Transportstyrelsens hållbarhetsarbete*.
https://transportstyrelsen.se/494edf/globalassets/global/publikationer/alla_trafikslag/produkter/hallbarhetsrapport_2020_2021-02-16_sidor.pdf
- [71] Transportstyrelsen. (2009). *Vägmarkeringar*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Vagmarken/Vagmarkeringar/>
- [72] Trinity Highway. (2021). *Energite III- Product Description Assembly Manual*.
<https://trinityhighway.com/wp-content/uploads/2021/01/627702-Energite-III-MASH.pdf>
- [73] Trinity Highway. (2014). *Fitch Universal Module*.
https://www.transpo.com/images/product-resources/Fitch_Universal_Barrel.pdf
- [74] Trinity Highway. (2021). *QuadGuard CEN – Assembly Manual*.
<https://trinityhighway.com/wp-content/uploads/2021/04/115309-QuadGuard-CEN-Assembly.pdf>
- [75] Varmforskning. (2021). *Fakta om zink*.
https://www.varmforzinkning.se/media/1031/zink_a.pdf
- [76] Zahoor, S., Sharma, T. (2018). *Study of Rolling Barrier System. International Journal of Information and Computing Science, 5*.
<http://ijics.com/gallery/apr19.pdf>

9.1 Muntliga källor:

- [77] Holmén, Hans; teknisk specialist, Trafikverket (2021).
- [78] Mornell, Olle; specialist på plankorsningar, Trafikverket (2021).
- [79] Pettersson, Mats; sakkunnig, trafiksäkerhet väg, Trafikverket (2021).

10 Bilagor

10.1 Bilaga 1. Intervju med Olle Mornell; Specialist på plankorsningar, Trafikverket. 2021-02-23.

Kommer ALEX uppdateras allt eftersom eller kommer samma teknik och material användas om 25 år som den som finns idag?

Förr gjorde man allt in-house, då var det järnvägen som ritade, projekterade och tog ansvar i detalj. Numera har man övergått till att köpa grejer på funktion. För upphandlingarna för ALEX talar vi om att så här ska grejerna se ut, så här ska de fungera och vi skriver kravspecifikationer. Men det är leverantörernas ansvar att ta fram de tekniska lösningarna och följa de lagar som finns. Helt klart är det så att om någon komponent som en leverantör har stoppat in i sitt system inte längre tillverkas, då måste man naturligtvis byta och leverantören måste se till att ha en ny komponent istället för den gamla.

En del räckesavslut som finns idag vid plankorsningar kan vara farliga för bilar och speciellt motorcyklar pga att deras utformning, men ändå är de godkända enligt tex VGU. Bör regelverken anpassas för vägräcken gällande plankorsningar och hårdare krav sättas?

De här bomdriven som står, kör man på dem i hög fart klyver man bilen mitt itu. Det är den typen av olyckor som ska förhindras. Syftet med dessa räcken som har satts har varit att de skulle förebygga olyckor helt enkelt.

Hur många plankorsningar förväntas ingå i ALEX-projektet?

ALEX-projektet ska se till att allt kommer igång och kommer in i systemet med åtta piloter för att se till att tekniken kan implementeras in på alla korsningar i framtiden som måste förnyas.

10.2 Bilaga 2. Intervju med Mats Pettersson; Sakkunnig Trafiksäkerhet väg, Trafikverket. 2021-03-16.

Vad är utmaningen med sidoräcken som ska skydda trafikanter mot oeftergivliga föremål vid plankorsningar?

Främst är det närhet och avstånd till järnvägen eftersom det ofta är kort. Räcken kräver en viss längd för fungera som det ska. Man bör därför försöka placera oeftergivliga föremål så långt ut från rälsen som möjligt för att få plats med räcke och räckesavslut. Även avståndet mellan räcke och tex bomdriv är en utmaning eftersom räckets behöver visst utrymme för att fordonet ändå inte ska köra in i bomdrivet när man träffar räckets. Räcken måste dessutom underhållas för att fungera under hela sin livslängd och inte med tiden tappa funktion.

Sätter regelverk som VGU tillräckliga krav för att vägräcke ska skydda trafikanten mer än den skadar vid plankorsningar?

VGU är inte tillräckligt vid plankorsningar, vi borde ha samma krav som för annan vägutrustning dvs krav på eftergivlig utrustning även vid plankorsningar. Alternativt kan skyddsanordningar såsom räcken användas. Bomdriv och portaler får enligt VGU vara farliga eftersom de undantas från kraven på eftergivlighet i dagsläget. Gör hela anläggningen eftergivlig, alternativt se till att få räcken som skyddar. Tittar man på trafiksäkerheten utmed vägarna i Sverige är inte plankorsningar det som sticker ut, utan det är i mötesolyckor och singelolyckor som flest personer omkommer.

Man pratar om att göra hela sidoområdet säkert och då är plankorsningen en del av detta. Vi själva har ställt ut utrustning medan träden och berg är där sedan innan. Vi ska med alla våra medel göra system där man inte dödas eller får svåra skador.

Vad har du sett för utveckling för vägräcken genom åren?

Förr såg man räcken som en absolut sista utväg och de användes främst vid broar. Över tid har räckena blivit längre och är idag en viktig del av trafiksäkerhetsarbetet och en förutsättning för säkra vägar. Mitträcken minskar risken för mötesolyckor och sidoräcken förhindrar påkörning av farliga föremål vid sidan av vägen. Numera finns en europeisk standard för räcken som bidragit till utvecklingen av nya räckestyper.

Hur arbetar Trafikverket med att förbättra vägräckens utformningar vid plankorsningar?

Räckesändarna är ofta den stora faran. Trafikverket har särskilt program för utbyte av farliga räckesändare, men inte bara vid plankorsningar, utan mer generellt. Under 2021 ska alla tvärräckesändare på nationella stamvägar vara utbytta.

10.3 Bilaga 3. Intervju med Hans Holmén; Teknisk specialist, Trafikverket. 2021-03-17.

Vad har du sett för utveckling för vägräcken/vägskydd genom åren?

EN 1317 tog de räcken som fanns idag och skapade standarder runt dessa.

På 40-talet påbörjades det svenska arbetet med räcken. Förr fanns helt styva balkar utan någon eftergivlighet. På 70-Talet börjades det ställas krav på eftergivlighet, följde tyska konceptet med V-profilen (världsprodukt). Slänträcken finns bara i Sverige.

Arkitekterna har mycket att säga till om, därför har vi mycket rörräcken vid platser där de egentligen inte behövs.

Utveckling av räckesavslut, räckes dämpningar har blivit bättre.

70m är minsta längd för räcke men det borde vara 100 m för att ha sin styrka.

Standardritningar fanns ute på standarder fram till 2011. Trafikverket var med och utvärderade om någon skapade förslag som uppnådde standarden.

Eftersom oeftergivlig skyddsutrustning kan vara så nära vägbanekant lämnar det lite utrymme för ett räckes arbetsbredd. Vad är utmaningen med att placera räcke vid skyddsutrustning för plankorsningar vid sådana fall?

Räcke utan arbetsbredder eller någon slags sömsmån på fortsättningen gör ju egentligen mera skada än nytta för det är klart att du kan ju sätta upp ett jättekraftfullt räcke men det är ju en ekonomisk fråga. Man då tänka sig att man 100 m framför varje plankorsning eller inom varje plankorsning ska börja sätta räcke och du måste ju ändå få riktigt och sluta någonstans innan det kommer in på spårområdet eller järnvägens område så då blir det ändå farligt nära nedåknigen.

Har Trafikverket inga planer på att bomdriv ska vara eftergivliga istället för oeftergivliga och därför behöva eventuella skydd?

Inte så länge VGU tillåter detta. Man undantar utrustning i plankorsning från andra oeftergivliga saker inom säkerhetszonen. Nu sker det ju i och för sig en teknikutveckling i det här Alex-projektet för där har man väl, om jag har förstått allting rätt helt nya bommar och utrustningen är lättare och det är väl kanske så att i framtiden att man inte kommer nyinvestera i de här tunga gammaldags bomdriven.

Varför accepterar regelverken att bomdriv och portaler vid plankorsningar undantas från att vara eftergivliga?

Det finns inte och har aldrig funnits något rejält samspel mellan järnvägshandläggningen och vägshandläggningen och det har varit helt olika kulturer och helt olika tekniska förvaltningar. Det ansågs att det var något som järnvägen får sköta. Det är min värdering alltså men jag tror att många säger på samma sätt.

Bör regelverken med avseende på utrustningens avstånd till vägbanekant och spår anpassas för att utöka säkerheten för trafikanterna?

Ja, det bör de absolut göra. Räcke sätts upp för att de tvingas göra det. De behövs för att det tillåts placeras oeftergivlig utrustning som är farlig. Hade de inte behövt lösa ett problem hade dem inte behövts placeras.

Är energiabsorberande räckesavslut något som bör användas för plankorsningar och vad är utmaningen med sådan lösning?

Ja, det bör men jag vet inte hur.

Utmaningen är att få dem att fungera som ett intelligent fordonsåterhållande system skulle fungera. Den energiabsorberande räckesändan är ju inte bara räckesändan, utan den har ju en övergång till det befintliga räcket. Man skulle kunna tänka sig att sätta två stycken energiabsorberande räckesändar mitt emot varandra som skydd. Jag vet inte hur det skulle kunna göras för att det är en ganska komplicerad konstruktion.