Kombinationslösning av personsäkerhet- och viltnätsstängsel

AFRY

TRAFIKVERKET

Datum: 2021-10-29
Medverkande: Johan Fredin-Knutzén, Patrik Lundberg, Frida Hallin, Agneta Wendensten och Magdalena Lantz

Aktuell rapport är en del av FOI-projektet ”Förstudie Viltstängsel plus” som är finansierat av Trafikverkets forsknings- och innovationsportfölj ”Planera” framgå. Referensgruppen för projektet har bestått av: Maria Håkansson, Hans Holmén, Edwin Ogbeide, Alma Osmanovski, Åsa Selander, Helena Rådbo, Anna-Lena Andersson, Anders Sjölund, Tobias Lindgren och Daniel Stoor.

Sammanfattning

Årligen sker cirka 80 personpåkörningar på järnvägen, där ungefär 85% av de omkomna beror på suicid. År 2018 berodde 70% av tågförseningarna i kategorin ”Obehöriga i spår” (OMÄ02) på suicid/psykisk ohälsa. Samtidigt ska Trafikverket fram till år 2030 nå Regeringens etappmål som innebär att antalet omkomna i bantrafiken ska halveras till år 2030, även kallat halveringsmålet. Med anledning av detta bör nya metoder utvecklas snarast. Som del i suicidpreventionsarbetet har Trafikverket sedan år 2015 monterat stålnätspanel längs befintlig järnväg på särskilt suicid- och olyckstäta platser, men önskad effekt har ej uppnåtts. Samtidigt pågår det andra projekt där kombinationslösningar för stängsel är en fråga som exempelvis intrångsskydd mot människa samtidigt som de skyddar mot vilt.

Syftet med projektet är att undersöka om vissa mindre modifieringar av standardiserade viltstängsel, som de beskrivs i TRVINFRA 00009, kan nå en relativt hög grad av intrångsskydd mot människor. För att uppnå syftet ska följande frågeställningar besvaras:

- En enklare teknisk beskrivning av hur det modifierade stängslet ska vara utformat för att uppnå en viss effekt. Detta kan sedan utgöra underlag för Trafikverkets kravdokument för nya generationens järnväg samt befintlig järnväg.
- En metodbeskrivning av hur man bör montera staketet för att minska risken för suicid.
- En kostnads-nytta-beräkning av det modifierade stängslet. Där nyttan är minskat antal omkomna, allvarligt skadade samt förseningsminuter.

För att undersöka hur stängslet bör vara utformat genomfördes klättringstester av totalt fem olika prototyper, där prototyp 1 var den första prototypen och prototyp 5 den slutgiltiga prototypen. Framtagandet av prototyperna var en iterativ process där varje prototyp modifierades utefter testresultaten från föregående prototyp. För de samhällsekonomiska beräkningarna baserades samtliga kalkylförutsättningar på ASEK 7.0.

Utifrån resultatet från de genomförda klättringstesterna gjordes en bedömning hur stor andel av en normalfördelad befolkning som respektive prototyp förhindrar. Det uppskattades att den första prototypen, prototyp 1, förhindrar 75% av en normalfördelad befolkning. Medan det bedömdes att den slutgiltiga prototypen, prototyp 5, förhindrar cirka 80% av en normalfördelad befolkning. Den slutgiltiga prototypen, prototyp 5, hade en höjd på 2100 mm med ett överhäng på 90 grader där längden på överhänget var 400 mm.

Den årliga samhällsekonomiska nyttan för 2025 är beräknad till 99,7 miljoner kronor i minskat antal döda och 4,8 miljoner i nytta för minskat antal allvarligt skadade. Motsvarade diskonterade nyttor för hela den 40-åriga kalkylperioden nära 2800 miljoner kronor i räddade liv och cirka 135 miljoner kronor i minskat antal allvarligt skadade. Sammantaget landar nettonuvärdet för kalkylperioden på knappt 3 miljarder kronor.

Slutsatsen konkluderar att metoden med billigare och mer intrångssäkra barriärer än vad som idag finns, bedöms som ett mycket lovande och viktigt verktyg i arbetet med att nå halveringsmålet. Den framtagna prototypen, prototyp 5, visar lovande resultat. Samtidigt är åtgärden en exceptionellt lönsam åtgärd i ett samhällsekonomiskt perspektiv, där de största nyttorna är kopplade till att färre dör och skadas på järnvägen.

Utifrån resultatet från projektet rekommenderas det att Trafikverket genomför ett nytt projekt, där de stängslar en längre järnvägssträcka. Den exceptionellt stora samhällsekonomiska lönsamheten innebär att denna typ av åtgärder bör vara relativt enkla att få med i prioriteringen av projekt regionalt och nationellt.

Innehållsförteckning

1 Inledning 5
1.1 Syfte och frågeställning 5
1.2 Avgränsning 6
2 Genomförande -Process för att nå till slutligt förslag 7
2.1 Prototyp 1 7
2.1.1 Test av prototyp 1 och övriga staketmodeller 8
2.1.2 Dataanalys, test av prototyp 1 och övriga staketmodeller 8
2.2 Prototyp 2-5 9
2.3 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka 9
2.4 Metod för samhällsekonomisk analys 11
3 Resultat 13
3.1 Test av prototyp 1 och övriga staketmodeller 13
3.2 Effekter av slutgiltig prototyp, prototyp 5 14
3.3 Utformning av slutgiltig prototyp, prototyp 5 15
3.4 Metodbeskrivning av hur man bör montera för att minska risken för suicid 16
3.5 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka 18
3.6 Samhällsekonomiskt resultat för tillämpningen på verklig järnvägssträcka 20
4 Diskussion 22
4.1 Test av modifierat viltstängsel samt referensstaket i Ängelholm och väg till slutligt förslag 22
4.2 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka 22
5 Slutsats 24
6 Rekommendation 25
7 Referenser 26
8 Bilagor 28

1 Inledning

Årligen sker cirka 80 personpåkörningar på järnvägen, där ungefär 85% av de omkomna beror på suicid (Trafikanalys, 2021). Utöver det sker det årligen en stor mängd händelser där personer som är i en suicidal kris befinner sig i eller i anslutning till järnvägsanläggningen. Dessa störningar till följd av obehöriga i spår har stor påverkan på järnvägens tillförlitlighet och i dagsläget är dessa händelser den vanligaste orsaken till förseningar. År 2018 berodde 70% av tågförseningarna i kategorin ”Obehöriga i spår” (OMÄ02) på suicid/psykisk ohälsa (Fredin-Knutzén & Wigren, 2019).

Trafikverket ska fram till år 2030 nå Regeringens etappmål som innebär att antalet omkomna i bantrafiken ska halveras till år 2030[1] så kallat halveringsmålet (Regeringskansliet, 2020). Utöver det ska driftstörningarna till följd av obehöriga i spår minska och därmed bör nya metoder för suicidprevention och intrångsskydd utvecklas snarast. Dessutom pågår det i dagsläget, inom arbetsgrupperna för ”Nya generationens järnväg”, ett arbete med att ta fram kravställande dokument för hur skalskydd längs med höghastighetsbanorna ska utformas (H. Månsson, personlig kommunikation, 16 april 2020). Som komplement till detta pågår det just nu ett projekt med att under år 2020 kartlägga vilka krav som finns på viltnät (fokus är mot fauna och vägtrafik) och hur de bör utformas framöver. Där frågan om kombinationslösningar är en aktuell del av arbetet, till exempel intrångsskydd mot människa samtidigt som de skyddar mot vilt (M. Remgård, personlig kommunikation, 28 april 2020).

Trafikverket har sedan år 2015 monterat stålnätspanel längs befintlig järnväg på särskilt suicid- och olyckstäta platser. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) har genomfört en effektutredning, där den önskade effekten ej uppnåtts (Forsman m.fl., 2020). En viktig del av ”best practice” innebär att stängsel sitter som tillräckligt långa längder, så att hela stråk blir intrångssäkra med minst 500 meter sammanhängande barriär på ömse sidor om en belastad plats (hot-spot)för att det ska ha effekt (Restrail, 2016). Barriärerna måste även mer systematiskt koncentreras till tätorter, eftersom kopplingen mellan till tätort och dödsolyckor på grund av suicid är tydlig. 74 % av alla påkörningsolyckor mellan åren 2013-2017 skedde inom tätorter och upp till 500 meter utanför tätorten. Om även påkörningar i plankorsningar inkluderas så är samma siffra 87 % (Wigren & Fredin-Knutzén, 2019).

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med projektet är att undersöka om vissa mindre modifieringar av standardiserade viltstängsel, som de beskrivs i TRVINFRA 00009 (Trafikverket, 2020a), kan nå en relativt hög grad av intrångsskydd mot människor.

För att uppnå syftet ska följande frågeställningar besvaras:

[1] Utgångsvärdet för etappmålet utgörs av ett medelvärde av utfallet under åren 2017, 2018 och 2019.

- En enklare teknisk beskrivning av hur det modifierade stängslet ska vara utformat för att uppnå en viss effekt. Detta kan sedan utgöra underlag för Trafikverkets kravdokument för nya generationens järnväg samt befintlig järnväg.
- En metodbeskrivning av hur man bör montera staketet för att minska risken för suicid.
- En kostnads-nytta-beräkning av det modifierade stängslet. Där nyttan är minskat antal omkomna, allvarligt skadade samt förseningsminuter.

1.2 Avgränsning

Inom ramen för arbetet ingår inte att ta fram en teknisk beskrivning där beräkningsfaktorer gällande olika dimensioneringssituationer för staketet och dess modifiering beskrivs (till exempel snö- och vindlaster, markförhållanden, materialets brottgräns och stabilitet).

Studien resonerar i allmängiltiga drag kring hur man bör montera stängslet för att minska risken för suicid. Dock är beräkningsexemplet geografiskt avgränsat till sträckan mellan Linköping och Norrköping, samt de båda stora tätorternas utbredning inklusive en buffertzon utanför tätortsgränsen, se bilaga 1. Gällande förslag till stängsling med avseende på suicid- och personpåkörningsrisker har ingen hänsyn har tagits till påverkan på djur och staketens barriäreffekter på vilt.

Kostnadsberäkningarna är översiktliga och tar inte hänsyn till unika lokala förutsättningar i stråket. Nyttoberäkningarna fokuserar på de mest relevanta effekterna och övriga viktiga effekter nämns i text.

Innehållet i denna rapport är inte tänkt att ensamt ligga som ensam för generella rekommendationer och/eller krav i tekniska regelverk.

2 Genomförande -Process för att nå till slutligt förslag

För att uppnå syftet med projektet har olika stängselprototyper tagits fram. I kommande avsnitt beskrivs de olika prototyperna mer ingående.

2.1 Prototyp 1

För att undersöka hur en lämplig prototyp av ett viltstängsel bör vara utformad så genomfördes en workshop med representation från projektledningen sakkunnig i obehörigt spårbeträdande och suicidprevention samt stängselmontörer[2]. Fokus under workshopen var att komma fram till hur en prototyp bör vara utformad för att det ska vara svårt att klättra över. Utifrån dessa diskussioner tog sedan Lindbergs Stängselmontage fram en första prototyp som testades på Trafikverkskolan i Ängelholm, se Tabell 1 och Figur 1.

Tabell 1. Dimensioner för prototyp 1.

Totalhöjd på stängsel [mm]	**Vinkel på överhäng [grader]**	**Längd på överhäng [mm]**	**Höjd där vinkel på överhäng börjar [mm]**
2 130	29	340	1 500

Figur 1. Prototyp 1 som testades på Trafikverksskolan i Ängelholm.

Utöver prototyp 1 så testades fyra andra stängseltyper. Varje deltagare fick klättra på respektive staket i en egenvald testordning som varierade från person till

[2] Ulrika Menau, Afry. Johan Fredin Knutzén, Stratosfär. Christffer Löf och Håkan Lindberg vid Lindbergs stängselmontage.

person. Om testpersonen klarade de högsta staketmodellerna antogs det att hen även klarade den lägre modellen. Följande staketmodeller testades i Ängelholm (se bild i bilaga 2):

1) Prototyp 1 (beskriven ovan, se Figur 1)
2) Ett viltstängsel enligt standardhöjd (2,1 m)
3) Ett höjt viltstängsel (2,5 m)
4) En vanlig stålnätspanel (2,0 m).
5) En höjd stålnätspanel (2,5 m)

Under testen var båda ovannämnda stålnätspaneler monterade upp och ner, för att den spetsiga toppen inte kunde skada klättringsdeltagarna. Samtidigt som det ansågs intressant att mäta klättringsbarhet (och ej eventuella motivationella aspekter av barriären).

För att testa möjligheten till att forcera staketet på annat sätt än att klättra över det testades hur många ståltrådar (samma som nätet är vävt av) försökspersonerna kunde klippa upp med en avbitartång.

2.1.1 Test av prototyp 1 och övriga staketmodeller

Rekrytering av testdeltagare gjordes genom anslag på Trafikverksskolans område, genom e-post till eleverna som gick på Trafikverksskolan samt genom järnvägsmuseets Instagramsida.

Innan deltagande informerades deltagarna om riskerna och att klättringen skedde frivilligt och på egen risk. Klättringsdeltagarna avråddes från att klättra om deltagaren hade fysiska skador. Deltagarna informerades om syfte med undersökningen, att deltagandet var anonymt och att resultatet ej skulle redovisas på individnivå. Information om ålder, kön, vikt, längd samt tidigare klättringserfarenhet samlades in. För att minska skaderisk erbjöds samtliga deltagare skyddskläder, hjälm, fallskyddsmatta samt passning av annan person under klättringen. För medverkan erhöll undersökningsdeltagarna ett presentkort à 100 kronor.

Sammanlagt deltog 43 undersökningsdeltagare. Av dessa var 33 stycken män och 10 stycken kvinnor. Medelåldern var 36 år (SD 15,0), medellängden 179 cm (SD 12,0) och medelvikten 79 kg (SD 18,2). Fem stycken deltagare angav att de hade klättringserfarenhet från arbete eller fritid. Uppskattningsvis hade 20 stycken deltagare arbete som banarbetare med viss erfarenhet av att såväl klättra på staket som att klippa ståltrådar.

2.1.2 Dataanalys, test av prototyp 1 och övriga staketmodeller

Resultaten analyserades med ”McNemar 2x2 tabelltest”. Det är ett statistiskt test som används för att se om det finns statistiska skillnader i fördelning mellan två grupper när samma personer förekommer i båda grupperna. Testet gjordes för att jämföra antalet passager som klarades av för var och en av de olika stängseltyperna, jämförda parvis mot varandra. Odds Ratio, en statistisk metod som används för att kvantifiera hur stor skillnad det är mellan två variabler, beräknades som ett effektmått när så var möjligt.

2.2 Prototyp 2-5

Med erfarenheter från testarna i Ängelholm modifierades viltstängslet till ett antal andra prototyper. Processen var iterativ och modifieringar gjordes om i varje steg med syfte att göra det svårare att klättra över, se Tabell 2 och Figur 2. Den slutgiltiga prototypen, prototyp 5, beskrivs mer ingående i avsnitt 3.3.

Tabell 2. Modifiering av prototyperna.

	Totalhöjd på stängsel [mm]	**Vinkel på överhäng [grader]**	**Längd på överhäng [mm]**	**Höjd där vinkel på överhäng börjar [mm]**
Prototyp 2	Ej tillämpbart	59	290	Ej tillämpbart
Prototyp 3	Ej tillämpbart	68	370	Ej tillämpbart
Prototyp 4	2200	90	300	2200
Prototyp 5	2100	90	400	2100

Figur 2. Från vänster till höger syns prototyp 2-4. Den slutliga prototyp 5 är likadan som prototyp 4 men 10 cm längre.

2.3 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka

Nyttan av att intrångssäkra järnvägar är framförallt avhängigt på antal olyckor och förseningar på en sträcka. Marginalnyttan minskar successivt vid stängsling av risksträckor.

För att exemplifiera nyttan valdes sträckan Norrköping-Linköping som utgångspunkt för projektet. Denna sträckan inventerades dessutom i den tidigare utredningen ”Obehöriga i spår” Norrköping-Linköping” se Tabell 3 (Fredin-Knutzén & Källbom, 2018). Sträckan bedöms vara en typisk sträcka som bör vara intrångssäker och har fått åtgärder inom ramen för Trafikverkets arbete med att halvera antalet omkomna till år 2020 (Lindberg & Forsberg, 2018), men inventeringen visade att intrångsgraden var 2 % över hela sträckan och 8 % i tätorterna (Fredin-Knutzén & Källbom, 2018). Samma sträcka analyserades delvis

av VTI som ej såg effekter (Forsman m.fl., 2020). Givet detta görs antagandet i denna rapport att det ej finns några effekter av de åtgärder som genomförts längs sträckan fram tills dess.

Tabell 3. Andel intrångssäker sträcka, sträckan Norrköping-Linköping (Sida 13 i Fredin-Knutzén & Källbom, 2018)

Klass	Hela sträckan	Sträcka inom tätort belägen på suicid- och olyckstät sträcka (Lindberg 2017)[13]
Helt tillgängligt, inget stängsel	68 %	26 %
Delvis tillgängligt, mindre del som är stängslad	4 %	8 %
Till hälften tillgängligt, stängsel på ena sidan av spårområdet	25 %	57 %
Delvis otillgängligt, mindre del av spåren som ej är stängslat	1 %	1 %
Helt otillgängligt, stängsel på båda sidor om spårområdet	2 %	8 %

Data över antalet personpåkörningar har hämtats från Trafikverkets avvikelsehanteringssystem Synergi och förseningar (+5 min), orsakade av ”Olyckor/Tillbud och yttre faktorer, Människa, Påkörd/suicidal person ” (OMÄ01) och ”Olyckor/Tillbud och yttre faktorer, Människa, Obehöriga i spåret” (OMÄ02) från uppföljningssystemet Lupp (för åren 2013-2019).

För att identifiera vilka sträckor som behöver intrångsskydd har ett kordinatsatt GIS-datalager från Statistiska centralbyrån (SCB, 2018) över tätorternas utbredning använts. Det har sedan kombinerats med platser för personpåkörningar hämtade från Trafikverkets avvikelsehanteringssystem Synergi.

För att beräkna nyttorna har följande antaganden gjorts:

- Att förseningar fördelar sig lika mellan sträcka vid station och sträcka bortom station på samma sätt som påkörningarna gör.
- Att påkörningarna ej förflyttas till att ske bortom staketen vid stängsling. I viss mån är det dock troligt att det gör det, men svårt att uppskatta ett värde.
- Att suicidala personer och övriga spårbeträdare har fysiska förmågor som befolkningen i stort.
- Att stängsel inte har någon motivationell effekt (till exempel ”avskräckande” höjd eller utseende). Det är dock troligt att fysiska barriärer har en motivationell effekt, men det är svårt att uppskatta ett värde.
- Att stängslet ej forceras med en avbitartång eller annat handverktyg.
- Att fördelningen omkomna respektive allvarligt skadade vid personpåkörningar följer samma mönster som landet i stort, enligt Trafikanalys Bantrafikskador för åren 2013-2020 (Trafikanalys, 2021).

2.4 Metod för samhällsekonomisk analys

Som nämnts i avsnitt 2.2 har en delsträcka valts som exempel för att möjliggöra att räkna mer konkret på nyttor ock kostnader med modifierat viltstängsel. Den stängseltyp som bedöms som mest lovande, alltså prototyp 5 jämförs mot ett nollalternativ som motsvarar ett nuläge utan stängsel. Trafikverket nyttjar metodik och kalkylvärden framtagna i ASEK och nu gällande version är ASEK 7.0 (Trafikverket, 2020b). För vanligt viltstängsel används normalt en 40-årig kalkylperiod och effekterna från kalkylperioden diskonteras till ett nuvärde. Kalkylförutsättningarna har gemensamma riktlinjer som möjliggör att olika projekt kan jämföras på ett så rättvis sätt som möjligt och dessa sammanställs i tabellen nedan (Tabell 4).

Tabell 4. Kalkylförutsättningar baserade på rekommendationer i ASEK 7.0

Kalkylperiod	40 år
Byggtid	1 år
Kalkylränta	3,5%
Basår för priser (penningvärde)	2017
Diskonteringsår	2025
Öppningsår	2025

Nyttjade kalkylvärden har hämtats från ”Bilaga Kalkylvärden ASEK 7.0” (Trafikverket, 2020c), se Tabell 5 och Tabell 6.

Tabell 5. Kalkylvärden för dödsfall enligt ASEK 7.0 uttryckta i tusentals kronor.

	2017	**2040**
Dödsfall (Value of Stat. life)	50 249	68 298
Riskvärdering	44 024	62 073
Övriga kostnader (materiella kostnader)	6 225	6 225
Varav vårdkostnader	52	52
Varav produktionsbortfall	6 173	6 173

Tabell 6. Kalkylvärden för allvarligt skadade enligt ASEK 7.0 uttryckta i tusentals kronor.

	2017	**2040**
Allvarligt skadad (AS)	13 904	19 207
Riskvärdering	12 935	18 239
Övriga kostnader (materiella kostnader)	969	969
Varav vårdkostnader	206	206
Varav produktionsbortfall	762	762

Förseningstiden för resenärerna har beräknats utifrån en fördelning enligt Tabell 7 och redogörs i Tabell 8.

Tabell 7. Andel resenärer per reskategori.

	2017		2040	
	Arbetsresor	Övriga resor	Arbetsresor	Övriga resor
Förseningstid privat - lokal och regional	25%	25%	25%	25%
Förseningstid privat – nationella	35%		35%	
Förseningstid tjänsteresor lokal, regional och nationell	15%		15%	

Tabell 8. Kalkylvärden värdering av förseningstid ASEK 7.0 uttryckta i kronor per förseningstimme.

	2017		2040	
	Arbetsresor	Övriga resor	Arbetsresor	Övriga resor
Förseningstid privat - lokal och regional	282	216	397	305
Förseningstid privat - nationell	298		420	
Förseningstid tjänsteresor lokal, regional och nationell	1008		1422	

I kalkylen har det räknats med 70% interregionaltåg och 30% snabbtåg, se Tabell 9 för kostnader.

Tabell 9. Operatörskostnader persontåg enligt ASEK 7.0.

Snabbtåg	Fast tidskostnad (kr/tågmin)	84,32	94,4384
	Rörlig tidskostnad (kr/personminut)(kr/sittplatsmin)	0,289	0,32368
Interregionaltåg	Fast tidskostnad (kr/min)	27,2	30,464
	Rörlig tidskostnad (kr/personminut)	0,188	0,21056

3 Resultat

I kommande avsnitt beskrivs resultatet av utredningen.

3.1 Test av prototyp 1 och övriga staketmodeller

Vid testet i Ängelholm deltog 43 stycken personer som försökte klättra över prototyp 1. 24 stycken (22 män, 2 kvinnor) klarade att ta sig över prototyp 1, se Tabell 10.

Tabell 10. Resultatet för testerna som genomfördes i Ängelholm med prototyp 1 samt övriga stakettyper.

Stakettyp	Klarade	Klarade inte
Prototyp 1	24	19
Vanligt viltstängsel: 2,1 m	39	4
Högt viltstängsel: 2,5 m	39	4
Vanlig stålnätpanel: 2,0 m	29	14
Hög stålnätspanel: 2,5 m	29	14

Det fanns en statistiskt signifikant skillnad i hur många som kunde passera mellan det vanliga viltstängslet jämfört med stålnätspanel, där stålnätspanelerna var mer än tio gånger svårare ($P<0.01$; McNemar 2x2 tabell test). Det fanns nämligen tio personer som klarade att klättra över viltstängslet men som samtidigt stoppades av stålnätspanelen. Jämfört med att noll personer klarade stålnätspanelen och samtidigt stoppades av viltstängslet (exakt effektberäkning ej möjlig; $OR < 0.1$). Vidare fanns det även en statistisk tendens till att prototyp 1 var svårare att passera än stålnätspanelerna ($OR = 0.167$ [95% CI: 0.004-1.37], $P=0.125$), eftersom endast en sjättedel av deltagarna lyckades passera prototyp 1 jämfört med stålnätspanelerna. Prototyp 1 stoppade alltså i sin tur sex gånger fler än stålnätspanelerna. Att inte statistisk signifikans observerades i den andra jämförelsen är troligen ett power-problem, orsakat av ett litet stickprov, vilket gav en stor bredd på konfidensintervallet.

Försökspersonernas skattning över vilka stakettyper som är svårast respektive enklast att forcera (oavsett om de hade klarat av att passera dem eller ej), var likväl att prototyp 1 var svårast (Tabell 11).

Tabell 11. Skattning av vilka staket som upplevdes som svårast respektive enklast. Data samlades inte in från samtliga försökspersoner på grund av att det ej ingick i den ursprungliga testproceduren.

	Svårast	**Enklast**
Prototyp 1	19	4
Viltnät	2	17
Stålnätspanel	12	8

Det fanns ingen effekt av höjd på staketen vi testade. Samtliga deltagare som lyckades klättra över staketen klarade att göra det på de högre höjderna.

För att testa möjligheten till att forcera staketet på annat sätt än att klättra över det testades hur många ståltrådar (samma som nätet är vävt av) försökspersonerna kunde klippa upp med en avbitartång, se Tabell 12.

Tabell 12. Antal trådar som försökspersonerna kunde klippa med avbitartång.

Antal ståltrådar som klipptes	**Kvinnor**	**Män**
0	1	1
1	4	9
2-6	4	9
7	1	14

3.2 Effekter av slutgiltig prototyp, prototyp 5

Klättringstesterna visade att av de framtagna prototyperna så är prototyp 5 svårast att klättra över. Man 38 år från arbetsgruppen lyckades klättra över prototyp 1-4, men ej prototyp 5. Man 34 år från arbetsgruppen lyckades ej klättra över varken prototyp 4 och 5.

Givet resultatet från prototyp 1 gjordes en uppskattning av hur stor effekten är på en normalfördelad befolkning för prototyp 5. Bedömning gjordes av arbetsgruppen i samband med testerna i Ängelholm och uppskattade att prototyp 1 stoppar 75 % av en normalfördelad befolkning. Detta är en högre andel än vilka som faktiskt kom över vid testtillfället i Ängelholm (44 %), eftersom undersökningsdeltagarna var klart avvikande jämfört med befolkningen i stort (där endast 25% förväntats klara komma över). Givet att den slutgiltiga prototypen (prototyp 5) är betydligt svårare att forcera än prototyp 1, har effekten av prototyp 5 därför satts till att den stoppar ca 80 % ur en normalfördelad befolkning.

3.3 Utformning av slutgiltig prototyp, prototyp 5

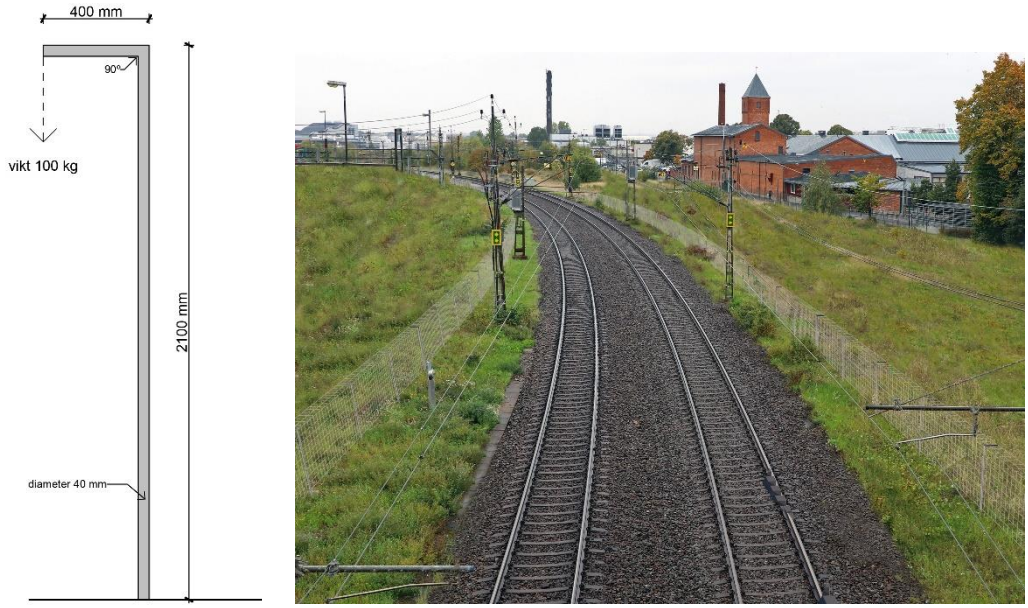
De storskaliga miljöerna kring spårområdena i de större städerna är fyllda av olika tekniska anordningar, speciellt de vertikala konstruktionerna är frekventa såsom skiftande typer av stolpar. Följande faktorer är värda att notera gällande det föreslagna stängslets påverkan på stadsbilden:

- Nätets beskaffenhet har betydelse för hur väl stängslet smälter in i spårmiljön. De glesa öglorna och den tunna ståltråden har stor betydelse för genomsiktligheten, vilken i sin tur har betydelse för orienterbarheten.
- Att stolparna har samma höjd som nätet samt att stolparnas dimensioner (40mm) samverkar till att stängslet smälter väl in i spårmiljön.
- Stängslens längd på minst 500 meter på ömse sidor om spåren kan mildra det relativt brokiga och spretiga uttryck som är en del av spårmiljön. En sådan längd på stängslet tillför ett lugn till miljön genom att minska mängden intryck.
- Stängslens färg har betydelse för hur väl det smälter in i miljön. En mörkgrön eller svart kulör på stängslet har en positiv påverkan på människors upplevelse av det.
- Nätets beskaffenhet, stolparnas dimensioner samt stängslets längd är faktorer som tillsammans samverkar till att integrera stängslet i spårmiljön och göra det till en del av anläggningen.
- Avsaknad av växlighet kan öka synligheten av stängslet. Om utrymme finns för vegetation utanför spårområdet kan det skapa en mjukare inramning av stängslet. Se vidare kap 2 i kravdokument Vegetationsröjning järnväg TDOK 2018:0265.
- Det platta landskap som spårområdena utgör underlättar förankringen av stängslet och minskar dess visuella påverkan på omgivningen. Det är vid ”knyckar” och stängsel i olika höjdled som risken för negativ påverkan ökar.
- Ur betraktarperspektiv från tåget är det positivt med genomsiktligheten som de glesa öglorna möjliggör samt en kulör (mörkgrönt eller svart) som smälter in i miljön.
- Det är i de mindre stationssamhällena konflikter kan uppstå med negativ påverkan på stadsbilden/landskapsbilden. Här är bland annat stängslets färg viktig att beakta för att få det att integreras med den befintliga miljön.

Den slutgiltiga prototypen, prototyp 5, har dimensioner utifrån Tabell 13 som sedan illustreras på en järnvägssträcka i Figur 3.

Tabell 13. Dimensioner prototyp 5.

Höjd [mm]	2100
Vinkel överhäng [grader]	90
Längd överhäng [mm]	400
Diameter stolpe [mm]	40
CC-mått mellan stolpar [mm]	40000



Figur 3. Illustrering av slutgiltig prototyp samt prototyp utplacerad längs med en järnvägssträcka.

3.4 Metodbeskrivning av hur man bör montera för att minska risken för suicid

Cirka 6-7 % av landets järnvägsnät står för cirka 60 % av personpåkörningsolyckorna (Lindberg & Forsberg, 2018). Ett liknande förhållande gäller för de platser som påverkar järnvägssystemet, som visar på mer förseningsminuter på grund av obehöriga spårbeträdanden. Cirka 7-8 % av landets händelseplatser står för 50 % av förseningarna. Det finns ett samband mellan platser med högt antal förseningsminuter på grund av obehöriga spårbeträdanden och personpåkörningar (Wigren, 2018). Gemensamt för dessa platser är att de ligger i centrala delar av järnvägsnätet där det går många tåg och att dessa platser även – jämte infrastrukturfel – har åsatts de mest punktlighetspåverkande orsakskoderna (A. Wigren, personlig kommunikation, 22 oktober 2018) . Påkörningar, och i synnerhet de på grund av suicid, har ett samband med tätorter (Wigren & Fredin-Knutzén, 2019).

Detta ligger till underlag för föreslagen metodik gällande var järnvägssträckor ska vara intrångssäkra och där stängseltyp enligt prototyp 5 bör sättas upp. Se Tabell 14 för olika stängseltyper.

Tabell 14. Fem olika strategier för hur stängsling av järnväg bör ske. Strategierna är redovisade i prioritetsordning.

Strategi	Vad	Hur
1	Tätorter där historiska data pekar ut att det finns en risk Lindberg & Forsberg (2018) har pekat ut bandelar, lämpligen används den för att peka ut tätorterna som dessa bandelar går i.	Stängsel i hela tätorten + 1000 meter bortom tätortsgränserna
2	Större befolkningstäta tätorter där större järnvägsstråk går, till exempel stambanorna (höga hastigheter, hög trafikintensitet, tåg som ej stannar vid stationerna).	Stängsel i hela tätorten + 1000 meter bortom tätortsgränserna
3	Större befolkningstäta tätorter där persontrafikerad järnväg över en viss fart går	Stängsel i hela tätorten + 1000 meter bortom tätortsgränsen
4	Tätorter där större järnvägsstråk går, till exempel stambanorna.	Stängsel i hela tätorten + 500 meter bortom tätortsgränsen
5	Övriga tätorter där persontrafikerad järnväg över en viss fart går	Stängsel i hela tätorten + 500 meter bortom tätortsgränsen

Om en ny tätort ligger inom avståndet från tätortsgränsen (500 eller 1000 meter) inkluderas den nya tätorten och ytterligare samma mängd stängsel utanför tätortsgränsen som strategin beskriven i Tabell 14.

Det bör beaktas att det kan finnas psykosociala faktorer bakom en belastad tätort (där det är hög andel påkörda per invånare) och jobba med sådana variabler innan fysiska åtgärder såsom intrångssäker bana genomförs. Järnvägens närhet till behandlingshem eller liknande kan till exempel ha en påverkan på suicidtal i tätorten (Wigren & Fredin-Knutzén, 2019). Om det är ett förekommande problem med suicid utanför tätorten, alternativt höga suicidtal i en tätort, måste orsaken till detta utredas noggrant, förslagsvis tillsammans med kommun och region. Den primära åtgärden vid en lokal belastning bör ej vara att intrångssäkra banan, utan snarare genom psykosociala insatser och samverkan.

Stängsel för intrångssäkring av järnvägen måste vara heltäckande, utan hål eller funktionsbrister. Även järnväg som löper vid stationsområden måste vara intrångssäker från alla andra platser än plattformarna, vilket skapar förutsättningar

för andra kompletterande metoder som anläggs i plattformsrummet och på stationerna (till exempel spärrstaket och kameror med videoanalys, se till exempel Fredin-Knutzén m.fl., 2020). Det är också av vikt att minska antalet tillträdesplatser till plattformarna genom att öka den informella sociala kontrollen. Effekterna av prototyp 5 sätts till 0,1 för sträcka som går vid plattformar, vilket innebär att det bedöms att ha en egen effekt i att minska tillträde till spår utöver plattformarna, men att den är lägre i och med närvaron av plattform.

Att inhägna område vid station och plattform kan göras med prototyp 5. Emellertid görs det lämpligen i de allra mest centrala delarna med ett staket som är stadsanpassat, eftersom intrycket av järnvägsrummet ska vara stadsmässigt. I lagen om byggande av järnväg anges att det vid planläggning, byggande och underhåll av järnväg, ska hänsyn tas till både enskilda intressen och allmänna intressen såsom miljöskydd, naturvård och kulturmiljö. En estetisk utformning ska eftersträvas (Riksdagen, 2019).

3.5 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka

Sträckan mellan tätorterna Norrköping-Linköping har uppmätts med hjälp av ett GIS-program, där SCB:s tätorter och personpåkörningar finns koordinatsatta. I Tabell 15 redovisas sträcka som behöver intrångssäkras och antal personpåkörningar för sträckan.

Tabell 15. Mängd löpmeter (lpm) stängsel samt antal personpåkörningar det varit på sträckan Norrköping-Linköping under åren 2013-2017. Även vilken strategi som fångar in angiven sträcka listas. Som synes fångar stängslingsstrategi 1 samtliga personpåkörningar.

	Lpm stängsel behövligt för sträckan inkl. tätorter på sträckan. Obs på båda sidor spårområdet, dvs avståndet * 2.	**Antal personpåkörningar för åren 2013-2019**	**Antal avlidna per år (uppskattat för åren 2013-2019) . 85,1% omkomna, 14,9% allvarligt skadade oavsett motiv i Trafa Bantrafikskador åren 2013-2019**	**Antal allvarligt skadade per år (uppskattat för åren 2013-2019) . 85,1% omkomna, 14,9% allvarligt skadade oavsett motiv i Trafa Bantrafikskador åren 2013-2019**	**Vilken strategi fångar denna sträcka? (se Tabell 14)**
1000 m bortom tätortsgräns-Norrköpings norra tätortsgräns (Herstadsbergs tätort ligger närmre än 1000 m därav mer än 1000 m)	4460	0	0	0	1
Norrköpings norra tätortsgräns - Norrköpings c	3225	4	3,4	0,6	1
Norrköpings c - Norrköpings södra tätortsgräns	10300	3	2,6	0,4	1
1000 m bortom Norrköpings södra tätortsgräns (tätorten går jämte järnvägen därför mer än 1000*2)	3300	1	0,9	0,1	1

Eksund +- 500 m bortsom tätortsgräns	4658	0	0	0	4
Kimstad +- 500 m bortsom tätortsgräns	5630	0	0	0	4
Norsholm + - 500 m bortsom tätortsgräns	3320	0	0	0	4
Gistad +- 500 m bortom tätortsgräns	4200	0	0	0	4
Linghem +-1000 m bortom tätortsgräns	6600	4	3,4	0,6	1
1000 m bortom tätortsgräns-Linköpingsnorra tätortsgräns (Tallboda tätort ligger inom 1000 m och går jämte spåret, därav mer än 1000 m)	8300	1	0,9	0,1	1
Linköpings norra tätortsgräns - Linköping c	6000	4	3,4	0,6	1
Linköping c - Linköping c södra tätortsgräns	9600	4	3,4	0,6	1
Linköpings södra tätortsgräns - 500 m bortom Linköpings södra tätortsgräns	1000	0	0	0	1
Summa Totalt (strategi 1 + 4)	70593, varav strategi 4 står för ytterligare 17808	21	17,9	3,1	
Summa exkl påkörningar vid stations-/plattformsområden		18	15,3	2,7	
Summa vid stations-/plattformsområden (Linghem och Linköping)		3	2,6	0,4	

Den sammanlagda årliga nyttan med strategi 1, där viltstängslet anges ha 0,8 i effekt för sträckan som ej är stationsområden och 0,1 effekt vid stationsområden beskrivs i Tabell 16.

Tabell 16. Sammanlagd årlig nytta över sträckan, för händelser som skett på linje ges en effekt på 0,8 och stationsområden 0,1 av viltstängsel plus.

Antal personpåkörningar	2,1
Antal omkomna	1,8
Antal allvarligt skadade	0,3
Antal förseningsminuter pga OMÄ01 (+5)	2104
Antal förseningsminuter pga OMÄ02 (+5)	2740

Tabell 17. Årliga nyttor som återstår att fånga in efter viltstängsel plus monterats längs sträckan Norrköping-Linköping enligt strategi 1. För att realisera dessa nyttor behövs andra åtgärder än stängseltyp enligt prototyp 5 implementeras vid stationsområdena.

Antal personpåkörningar	0,9
Antal omkomna	0,8
Antal allvarligt skadade	0,1
Antal förseningsminuter pga OMÄ01 (+5)	902
Antal förseningsminuter pga OMÄ02 (+5)	1174

3.6 Samhällsekonomiskt resultat för tillämpningen på verklig järnvägssträcka

I den samhällsekonomiska kalkylen vägs åtgärdens kostnader mot effekterna av åtgärden.

Kostnad för prototyp 5 för den studerade sträckan på 70593 meter har beräknats baserat på uppgifter från tillverkare och kompletterats med schablonantaganden. I Tabell 18 visas kostnaderna fördelade på kostnader för material, montering och övriga kostnader där projektering och detaljering ingår. Byggtiden bedöms inrymmas i ett kalenderår.

Tabell 18. Anläggningskostnader för viltstängsel plus.

Kostnadspost	**Lägsta troliga kostnad (kr per löpmeter)**	**Högsta troliga kostnad (kr per löpmeter)**
Material	115	155
Montering	100	140
Övriga kostnader	+ 50%	+50%

När investeringar görs med statliga medel ska kostnadens belastas med en skattefaktor som är satt till 1,3. Till kalkylen har tillverkarens höge uppskattade värde nyttjats av försiktighetsskäl. Investeringskostnaden som av jämförelseskäl läggs till år 2025 blir ca 31,2 miljoner kronor. Den samhällsekonomiska kostnaden blir då cirka 40,6 miljoner kronor efter att hänsyn tagits till skattefaktorn.

Normalt beräknas samhällsnyttan för viltstängsel för en period på 40 år, vilket också nyttjats här. Tillverkarens uppskattning av kostnader för drift och underhåll samt reinvestering är att underhållskostnaden är försumbar och att reinvestering kan bli aktuellt efter 20-25 år. Den kortaste uppskattade tiden till reinvestering på 20 år används för hela åtgärden. Detta bedöms ge en rimlig helhetsbedömning för kostnader kopplade till drift, underhåll och reinvestering.
Reinvesteringskostnaden landar i den samhällsekonomiska kalkylen på cirka 20,4 miljoner beaktat skattefaktor och diskonterat till nuvärde.

De viktigaste effekterna av stängsel är att antalet dödsfall väntas minska och så även de allvarligt skadade. Den årliga samhällsekonomiska nyttan för år 2025 är beräknad till 99,7 miljoner kronor i minskat antal döda och 4,8 miljoner i nytta för

minskat antal allvarligt skadade. Motsvarade diskonterade nyttor för hela den 40-åriga kalkylperioden nära 2800 miljoner kronor i räddade liv och cirka 135 miljoner kronor i minskat antal allvarligt skadade.

Nyttor kopplade till trafikstörningar har också beräknats. Den samhällsekonomiska nyttan i form av minskade förseningstider för resenärer har beräknats till 97 miljoner kronor för kalkylperioden. För tågoperatörerna blir motsvarande nytta cirka 10 miljoner kronor.

Sammantaget landar nettonuvärdet för kalkylperioden på knappt 3 miljarder kronor, eller 2976 miljoner kronor. För det sammantagna nettonuvärdet har kostnaderna för investering och reinvesteringar dragits ifrån effekterna kopplade till minskning av döda och allvarligt skadade samt effekter för resenärer och operatörer kopplade till förseningar. Resultatet visar på sensationellt god samhällsekonomisk lönsamhet.

4 Diskussion

De resultat som framkom diskuteras i kommande avsnitt.

4.1 Test av modifierat viltstängsel samt referensstaket i Ängelholm och väg till slutligt förslag

Den slutliga prototypen framtagen från detta arbete är effektiv för att stoppa passager av människa. Vi bedömer att det stoppar 80 % av de som vill klättra över. Våra tester från Ängelholm visar dessutom att prototyp 5 är svårare att passera än de stålnätspaneler som idag används av Trafikverket. Arbetsgruppen var förvånad över att så många lyckades klättra över stålnätspanelerna och att det gick tämligen smidigt. Detta skulle kunna tolkas som att arbetsgruppen hade en förutfattad mening gällande barriärens klätterbarhet, till exempel att den hade en ”motivationell påverkan” utöver en fysisk påverkan.

En nackdel med viltstängsel jämfört med stålnätspanelerna är att de går att klippa upp, om man har ett mindre handverktyg som till exempel en avbitartång. Våra tester från Ängelholm visar dock att det är tämligen krävande att klippa i viltnätets ståltråd. Endast 35 % (4 stycken män och 1 stycken kvinna) av de som deltog lyckades klippa upp sju trådar, vilket är ungefär det antal trådar som krävs för att en människa ska kunna ta sig igenom staketet. Vi bedömer dock att sannolikheten att en person med suicidintentioner vid en järnvägsanläggning har med sig ett handverktyg som liten.

Beträffande referensstaketen vanligt viltstängsel och stålnätspanel visar testet i Ängelholm att det inte fanns någon effekt av höjd på de olika stakethöjderna som testades. Vi tolkar det som att staket över en viss kritisk höjd, troligen från den höjd där en person måste börja klättra, är den minimihöjd ett staket bör ha.

4.2 Tillämpning av resultatet på en verklig järnvägssträcka

Vi ser det också som kritiskt med en hög grad av systematik när det pekas ut vilka platser längs med järnvägsnätet som anses som riskkällor och således ska vara intrångssäkra - detta måste vara styrkt i form av data från avvikelse- och olycksrapportering, se till exempel metodiken i Lindberg & Forsberg (2018). Att uppnå en 80 % reduktion av personpåkörningar och obehöriga spårbeträdanden längs med järnvägen är avhängt på metodiken då stängslet sätts upp - det kommer krävas en noggrannhet vid montaget så att barriären är tät över hela riskkällan och följer den strategi som valts.

För den aktuella sträckan Norrköping - Linköping fångar strategi 1 in samtliga personpåkörningar. I våra kalkyler räknar vi ej med att detta förflyttar personpåkörningarna bortom dessa staketgränser. Det är möjligt att det i viss, mindre mån förflyttas - kanske troligen till stationsområdena, men det finns också mycket som talar för att det ej kommer ske en sådan förflyttning. Då en hög andel suicid är impulsiva och präglade av ambivalens in i det sista; se en redogörelse på sida 14 i PM ”Obehöriga i spår” – sambandet med tätorter (Wigren & Fredin-

Knutzén, 2019). Utöver det bör hela sträckan stängslas in mellan stationsområdena för att öka säkerheten på stationerna, se förstudie suicid i transportsystemet (Fredin-Knutzén m.fl., 2020) samt beskrivning från TTT. Effektområde obehöriga i spår för en redogörelse av lämpliga åtgärder man bör implementera på stationer (TTT Effektområde Obehöriga i spår, 2018).

De samhällsekonomiska beräkningarna har brister i form av att de delvis är baserade på ett antal antaganden samt att storleken staketeffekten är grundad i bedömningar. Viss förflyttning kommer troligen ske, vilket talar för något höga effekter. Samtidigt är de samhällsekonomiska ingångsvärdena för förseningskostnaderna något lågt räknade eftersom endast merförseningar på mer än fem minuter ingår. Kalkylen är också avgränsad till att beräkna de viktigaste effekterna och tar exempelvis inte hänsyn till förändringar av antalet viltolyckor eller behov av andra åtgärder vid långa sträckor med stängselåtgärder. Till exempel åtgärder för viltpassager eller likande som skulle vara nödvändigt om sådana inte finns på längre sträckor. Kalkylen har inte heller tagit hänsyn till störningar för godstrafiken, vilket innebär en underskattning av nyttor. På marginalen kan minskade störningar i järnvägssystemet öka attraktiviteten för person- och godstransporter på järnväg i stället för med flyg eller vägfordon. Detta ger minskade externa effekter såsom vägslitage, koldioxidutsläpp, övriga utsläpp och trafiksäkerhet. I sammanhanget bedöms dock dessa vara relativt små.

I uppdraget ingick att ta fram en enklare teknisk beskrivning av hur det modifierade stängslet bör vara utformat för att uppnå en viss effekt. Detta kan sedan utgöra underlag för Trafikverkets kravdokument för nya generationens järnväg samt befintlig järnväg. I ljuset av det bör man beakta resultaten från denna rapport som ett första underlag, som utgör en grund för fortsatt utredning av hur Trafikverket kan få tillgång till en kostnadseffektiv metod för att förebygga suicid, olyckor och förseningar på grund av obehöriga spårbeträdanden på järnvägen.

5 Slutsats

- Metoden med billigare och mer intrångssäkra barriärer än vad som idag finns, bedöms som ett mycket lovande och viktigt verktyg i arbetet med att nå Regeringens etappmål om att halvera antalet omkomna i bantrafiken till år 2030 (Regeringskansliet, 2020).
- Den framtagna prototypen visar lovande resultat. Efter ett kompletterande projekt där det testats att montera prototypen längs med en längre järnvägssträcka, för att få bättre kunskaper om kostnader, nyttor och eventuella risker med metoden, skulle prototypen kunna bli ett viktigt verktyg i arbetet med att öka person- och anläggningssäkerheten på järnvägen. Det är troligt att den slutliga prototypen från detta projekt kan komma att revideras ytterligare, baserat på de erfarenheter som görs i det uppföljande projektet.
- Åtgärden är exceptionellt lönsam i ett samhällsekonomiskt perspektiv och de största nyttorna är kopplade till att färre dör och skadas på järnvägen. Den stora nyttan innebär att även små procentuella förbättringar i hindrandet av att personer kommer in på spåren ger mycket stora nyttoeffekter.

6 Rekommendation

- Att Trafikverket genomför ett nytt projekt, där de stängslar en längre järnvägssträcka, förslagsvis sträckan Norrköping-Linköping enligt den beskrivning som ges i aktuell rapport. Syftet bör vara att få bättre kunskaper om hur resultaten från denna rapport fungerar att applicera under verkliga förhållanden samt att utvärdera metodiken beskriven i Tabell 14. I ett sådant projekt bör det ingå att beskriva stängslet på ett sådant sätt att det går att inarbeta i Trafikverkets rekommendationer och tekniska regelverk. För att öka chanserna till att nå regeringens etappmål om att halvera antalet omkomna på järnvägen till år 2030 bör ett sådant projekt prioriteras och påbörjas så snart som möjligt (Regeringskansliet, 2020).
- Den exceptionellt stora lönsamheten innebär att denna typ av åtgärder bör vara relativt enkla att få med i prioriteringen av projekt regionalt och nationellt. Detta gäller för den, i studien testade sträckan, men sett till nyttan bör åtgärden vara lämplig på stora delar av järnvägsnätet och främst i närhet av större tätorter. Därför bör vidareutveckling ske skyndsamt.

7 Referenser

Forsman, Å., Björklund, G., Odolinski, K., & Vadeby, A. (2020). *Effektutvärdering av stängsling på järnväg*. VTI.

Fredin-Knutzén, J., Andersson, A., Hadlaczky, G., & Sokolowski, M. (2020). *Förstudie Suicid i transportsystemet*. Karolinska institutet, Region Stockholm, Trafikverket.

Fredin-Knutzén, J., & Källbom, J. (2018). *Rapport " Obehöriga i spår " Norrköping - Linköping—Branshgemensam utredning av en belastad sträcka i Region Öst*. TTT Effektområde Obehöriga i spår.

Fredin-Knutzén, J., & Wigren, A. (2019). *Motiv bakom merförseningar registrerade som OMÄ02 "Obehöriga i spåret"*.

Lindberg, E., & Forsberg, P. (2018). *Åtgärder mot personpåkörningar på järnväg—Underlagsrapport till planeringsunderlag trafiksäkerhet-järnväg. Version 7.0* (Vol. 0). Trafikverket.

Månsson, H. (2020, april 16). [Personlig kommunikation].

Regeringskansliet. (2020). *Regeringen höjer ambitionsnivån i trafiksäkerhetsarbetet*. https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/02/regeringen-hojer-ambitionsnivan-i-trafiksakerhetsarbetet/

Remgård, M. (2020, april 28). [Personlig kommunikation].

Restrail. (2016). *Fencing at hotspots*.

Riksdagen. (2019). *Lag (1995:1649) om byggande av järnväg*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19951649-om-byggande-av-jarnvag_sfs-1995-1649

SCB. (2018). *Öppna geodata för tätorter, referensår 2018*. https://www.scb.se/vara-tjanster/oppna-data/oppna-geodata/tatorter/

Trafikanalys. (2021). *Bantrafikskador 2020*. https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafikskador/

Trafikverket. (2020a). *TRVINFRA-000009 Ren- och viltstängsel*. Trafikverket. https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/54d33d7e-86de-47c9-86e3-b1b70b1cbe0d

Trafikverket. (2020b). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0, Version 2020-12-01*. Trafikverket.

Trafikverket. (2020c). *Bilaga Kalkylvärden ASEK 7.0*. Trafikverket.

TTT Effektområde Obehöriga i spår. (2018). *Rapport Obehöriga i spår vid Årstaberg , Upplands Väsby och Järna—Analys och åtgärdsförslag för tre belastade platser i Region Stockholm*. TTT Effektområde Obehöriga i spår.

Wigren, A. (2018). *PM klusteranalys [Internt].* Trafikverket.

Wigren, A. (2018, oktober 22). [Personlig kommunikation].

Wigren, A., & Fredin-Knutzén, J. (2019). *" Obehöriga i spår " – sambandet med tätorter. Analys och åtgärdsförslag för att minska riskerna för personpåkörningar och förseningar på grund av "obehöriga i spår"* (s. 1–20).

Norrköping
Linköping
Malmslätt
Linghem
Roxen
Ekängen
Glan
Obehöriga i spår
Norrköping - Linköping
Intrångssäker barriär (>170 cm)
Intrångssäker barriär saknas
Plats för påkörning (2008-2017)
Plats för obehöriga i spår
Skala 1: 30,000
Kartkälla: Lantmäteriet, Geo-datasamverkan, 2016. Here. SCB Tätortsavgränsningar 2015

Bilaga 2