



Användning av eftergivliga belysningsstolpar

Litteraturstudie och olycksstudie

Anna Vadeby
Camilla Ekström
Susanne Gustafsson
Jan Wenäll

Användning av eftergivliga belysningsstolpar

Litteraturstudie och olycksstudie

Anna Vadeby

Camilla Ekström

Susanne Gustafsson

Jan Wenäll

Referat

Syftet med denna studie är att få ett bättre kunskapsunderlag vad gäller eftergivliga belysningsstolpar. Projektet innehåller en internationell litteraturstudie, en fördjupning i hur man i Sverige kan synliggöra den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar och en olycksstudie där kollisioner med belysningsstolpar studeras.

Resultat från litteraturstudien visar att i de nordiska länderna och USA har användningen av eftergivliga belysningsstolpar fått en tidigare och större genomslagskraft än i exempelvis Storbritannien. Eftergivliga stolpar ska användas som en passiv säkerhetsåtgärd för att minska skaderisken. Först rekommenderas dock att ta bort onödiga och farliga föremål i vägarnas sidoområden, och sedan byta det som är kvar till eftergivlig utrustning. Beräkningar i flera länder visar att det är kostnadseffektivt att använda eftergivliga belysningsstolpar utom på vägar med mycket låg trafik eller låg hastighet eftersom skadeutfallet i olyckorna minskar kraftigt.

Olycksstudien, som baseras på cirka 6 000 skadade personer i olyckor där man på något sätt kolliderat med en belysningsstolpe, visar att på det statliga vägnätet sker det flest olyckor i kollision med belysningsstolpe på vägar med hastighetsbegränsning 70 kilometer i timmen (35 %), följt av 50 kilometer i timmen (25 %). På det kommunala vägnätet sker det flest olyckor på gator med hastighetsbegränsning 50 kilometer i timmen (58 %) följt av 70 kilometer i timmen (13 %). Skadefördelningen för de eftergivliga stolparna är något förskjuten mot de lindriga skadorna jämfört med de oeftergivliga stolparna för vägar med hastighetsbegränsning ≤ 50 kilometer i timmen.

Titel:	Användning av eftergivliga belysningsstolpar – Litteraturstudie och olycksstudie.
Författare:	Anna Vadeby (VTI, www.orcid.org/0000-0002-9164-9221) Camilla Ekström (VTI, www.orcid.org/0000-0003-1489-8248) Susanne Gustafsson (NTF, formerly VTI, www.orcid.org/0000-0002-5198-8851) Jan Wenäll (VTI)
Utgivare:	VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut www.vti.se
Serie och nr:	VTI rapport 957
Utgivningsår:	2017
VTI:s diarienumr:	2016/0601-8.3
ISSN:	0347-6030
Projektnamn:	Eftergivliga belysningsstolpar
Uppdragsgivare:	Trafikverket och Transportstyrelsen
Nyckelord:	Belysningsstolpar, eftergivliga, skador, olyckor.
Språk:	Svenska
Antal sidor:	64

Abstract

This study aims to enhance knowledge of impact-friendly, resilient or yielding lighting columns. The project incorporates an international literature review, followed by an enhanced view of utility for Swedish society by the selection and use of resilient lighting columns. Finally, an accident study of lighting columns is included.

Results from the literature study show an earlier and more frequent use of resilient lighting columns in the Nordic countries and the USA than for example Great Britain. Passively safe and resilient columns should be used in order to reduce injury risk. It is a main recommendation to primarily remove objects of obvious danger from the roadside environment, and when impossible use some type of passively safe resilient or yielding road equipment instead. Cost benefit analyses in several countries have shown a positive traffic safety result for passively safe columns, except for roads with very low traffic volume or low speed.

The accident study, based on 6 000 injured persons, shows that on the rural state road network, most of the column collisions occur on roads with speed limit 70 kilometer per hour (35%), followed by 50 kilometer per hour (25%). On urban municipality roads, most accidents occur at speed limit 50 kilometer per hour (58%), followed by 70 kilometer per hour (13%).

Title:	The use of resilient lighting columns – A literature review and an accident study.
Author:	Anna Vadeby (VTI, www.orcid.org/0000-0002-9164-9221) Camilla Ekström (VTI, www.orcid.org/0000-0003-1489-8248) Susanne Gustafsson (NTF, formerly VTI, www.orcid.org/0000-0002-5198-8851) Jan Wenäll (VTI)
Publisher:	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) www.vti.se
Publication No.:	VTI rapport 957
Published:	2017
Reg. No., VTI:	2016/0601-8.3
ISSN:	0347-6030
Project:	Resilient lighting columns
Commissioned by:	The Swedish Transport Administration and the Swedish Transport Agency
Keywords:	Resilient lighting columns, injuries and accidents
Language:	Swedish
No. of pages:	64

Förord

Syftet med föreliggande studie är att få ett bättre kunskapsunderlag vad gäller eftergivliga belysningsstolpar. Studien innehåller en internationell litteraturstudie, en fördjupning kring den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar och en olycksstudie där kollisioner med belysningsstolpar studeras.

Projektet finansieras gemensamt av Trafikverket och Transportstyrelsen och kontaktpersoner har varit Joakim Frank på Trafikverket och Karin Edvardsson på Transportstyrelsen. På VTI har projektet genomförts av Anna Vadeby (projektledare), Camilla Ekström, Susanne Gustafsson och Jan Wenäll. Vi vill särskilt tacka referensgruppen som bestått av Joakim Frank, Lars Ekman och Åke Löfqvist från Trafikverket samt Karin Edvardsson från Transportstyrelsen.

Tack även till Hillevi Ternström, VTI som gjort litteratursökningen och Richard Andersson, VTI som tagit fram litteraturen.

Vi vill också rikta ett varmt tack till de kontaktpersoner som försett oss med litteratur från sina respektive länder samt tagit sig tid att svara på våra frågor: Gavin Williams (Highways England, Storbritannien), Kari Lehtonen (Liikennevirasto – Finnish National Road Administration, Finland), Bozidar Stankovic (Statens Vegvesen, Norge) och Charlotte Sejr (Vejdirektoratet, Danmark).

Linköping, december 2017

*Anna Vadeby
Projektledare*

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts den 20 november 2017 av forskare Carina Fors. Förste författare Anna Vadeby har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Astrid Linder har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering den 12 december 2017. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Quality review

Internal peer review was performed on 20 November 2017 by Carina Fors. First author Anna Vadeby has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Astrid Linder examined and approved the report for publication on 12 December 2017. The conclusions and recommendations expressed are the authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	9
Summary	11
1. Inledning	13
1.1. Bakgrund och problembeskrivning	13
1.2. Syfte	14
1.3. Begränsningar	15
2. Metod.....	17
2.1. Litteraturstudie	17
2.2. Olycksstudie	18
2.2.1. Datauttag Strada.....	18
2.2.2. Datauttag Trafikverkets djupstudier.....	18
2.2.3. Skademått.....	19
2.2.4. Olyckstyper	20
2.3. Samhällsnytta	20
3. Resultat från litteraturstudie	21
3.1. Begrepp och förståelse av stolpars funktion	21
3.2. Användning i Sverige.....	24
3.3. Användning i övriga Norden.....	26
3.3.1. Norge	27
3.3.2. Danmark.....	28
3.3.3. Finland	30
3.4. Användning i Europa, framför allt i Storbritannien	31
3.4.1. Storbritannien.....	31
3.5. Användning i USA och Kanada.....	34
4. Resultat från olycksstudie	37
4.1. Strada	37
4.1.1. Alla olyckor oavsett stolptyp	37
4.1.2. Resultat uppdelat på stolptyp	45
4.2. Djupstudier.....	50
5. Samhällsnytta	53
5.1. Förekomst av belysningsstolpar	53
5.2. Effekter på skador	53
5.3. Kostnader	54
6. Diskussion och slutsatser	57
6.1. Resultatdiskussion.....	57
6.2. Diskussion kring val och placering av belysningsstolpar	59
6.3. Metoddiskussion	61
6.4. Fortsatt forskning	61
Referenser	63
Bilaga 1 Foton på belysningsstolpar	67
Bilaga 2 Singelolyckor.....	69
Bilaga 3 Felmonterade stolpar	71

Sammanfattning

Användning av eftergivliga belyningsstolpar – Litteraturstudie och olycksstudie

av Anna Vadeby (VTI); Camilla Ekström (VTI), Susanne Gustafsson (NTF, Tidigare VTI), Jan Wenäll (VTI)

Syftet med denna studie är att få ett bättre kunskapsunderlag vad gäller användningen av eftergivliga belyningsstolpar. Projektet innehåller en internationell litteraturstudie, en fördjupning i hur man i Sverige kan synliggöra den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar och en olycksstudie där kollisioner med belyningsstolpar studeras.

Litteraturstudien genomfördes genom sökningar i flera olika databaser: TRID, Nationell biblioteks-katalog och Scopus. Olycksstudiens datamaterial baseras på trafikolyckor rapporterade i STRADA där man i fritexten angett att en belyningsstolpe (eller liknande) varit inblandad i olyckan och omfattar tidsperioden 2003-01-01 till 2017-04-18.

Belysningsstolpar kan vara oeftergivliga, eftergivliga avskjvbara eller eftergivliga deformerbare (och därmed uppfångande). Den europeiska standarden EN12767 används vid test och godkännande av eftergivlig utrustning. Den kom år 2000 och uppdaterades år 2007. Vid krockprov klassificeras belyningsstolpen utifrån hur mycket rörelseenergi som absorberats av produkten:

- Hög-energiabsorberande stolpe, HE, saktar ner och stoppar fordonet med en kort men ändå gradvis retardation.
- Låg-energiabsorberande stolpe, LE, sänker fordonets hastighet men ger mindre skador än med hög energiabsorption.
- Icke-energiabsorberande stolpe, NE, sänker inte fordonets hastighet något nämnvärt.

Resultat från litteraturstudien visar att i de nordiska länderna och USA har användningen av eftergivliga belyningsstolpar fått en tidigare och större genomslagskraft än i exempelvis Storbritannien. Utöver standarden finns i de olika länderna oftast ytterligare dokument som visar på tillämpning och användning i praktiken. Även om dokumenten kan skilja sig åt i rekommenderad användning när det gäller vissa detaljer så handlar det överlag om att eftergivliga stolpar ska användas som en passiv säkerhetsåtgärd för att minska skaderisken på personer och fordon. Först rekommenderas dock att ta bort onödiga och farliga föremål i vägnas sidoområden, och sedan byta det som är kvar till eftergivlig utrustning. Litteraturstudien visar att eftergivliga belyningsstolpar alltid bör användas på vägar med stora trafikmängder och där hastighetsgränsen är 50 km/tim eller högre. Eftergivliga stolpar bör användas vid nyanläggning av väg, vid uppsättning av nya stolpar längs existerande väg, och vid ett systematiskt utbyte av stolpar längs existerande väg. Inga stolpar bör placeras inom ett vägräckes arbetsbredd. Beräkningar i flera länder visar att det är kostnadseffektivt att använda eftergivliga belyningsstolpar utom på vägar med låga trafikmängder eller låg hastighet eftersom skadeutfallet i olyckorna minskar kraftigt.

Olycksstudien, som baseras på cirka 6 000 skadade personer i olyckor där man på något sätt kolliderat med en belyningsstolpe, visar bland annat att sedan 2012 ligger de skadade på en relativt konstant nivå och det är mellan 2 och 5 personer per år som har skadats allvarligt eller dödats i kollision med belyningsstolpar på det statliga vägnätet. Motsvarande antal på det kommunala vägnätet är mellan 4 och 9 per år. Ser man till de måttligt skadade är det ca 10 – 15 per år på såväl det statliga som kommunala vägnätet och för de lindrigt skadade ca 75 per år på det statliga vägnätet och ca 150 på det kommunala vägnätet.

På det statliga vägnätet sker det flest olyckor i kollision med belyningsstolpe på vägar med hastighetsbegränsning 70 km/tim (35 %), följt av 50 km/tim (25%). På det kommunala vägnätet sker

det flest olyckor på gator med hastighetsbegränsning 50 km/tim (58%) följt av 70 km/tim (13%). Vid vilken hastighetsgräns olyckorna inträffat beror på var belysningsstolparna är placerade men också hur trafikarbetet fördelar sig på de olika hastighetsgränserna, ett stort trafikarbete kan förväntas generera fler olyckor.

Genom att koppla platsen för olyckan till bilder i Google maps identifierades visuellt om belysningsstolpen på platsen var eftergivlig eller inte. Resultaten från den visuella analysen visar att det är cirka 36 procent av olyckorna med belysningsstolpe på det statliga vägnätet som skett mot eftergivliga stolpar, medan motsvarande värde är 13 procent på det kommunala vägnätet. För att studera om skadefördelningen skiljer sig åt mellan eftergivliga och oeftergivliga stolpar studerades olyckor som skett på vägar med hastighetsgräns ≤ 50 km/tim, vilket innebär framför allt tätortsvägar. Skadefördelningen för de eftergivliga stolparna är något förskjuten mot de lindriga skadorna jämfört med fördelningen för de oeftergivliga stolparna. Under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april) är det få som har dödats eller skadats allvarligt i kollision med en eftergivlig stolpe.

Summary

The use of resilient lighting columns – A literature review and an accident study

By Anna Vadeby (VTI), Camilla Ekström (VTI), Susanne Gustafsson (NTF, formerly VTI), Jan Wenäll (VTI)

Up to date knowledge and recent research is analysed to gain better motivation and aid selection of resilient lighting columns. This study aims to enhance knowledge and understanding of impact-friendly, resilient or yielding lighting columns. The project incorporates an international literature study, followed by an enhanced view of utility for Swedish society by the selection and use of resilient lighting columns. Finally, an accident study of lighting columns is included.

Literature was found by searching in different bibliographic data bases: TRID, National Library Catalog and Scopus. The accident study is based on traffic accidents reported in Strada, where lighting column or a synonym has been mentioned as involved in the accident description. The accident period studied covers from 1st of January 2003 until 18th of April 2017.

Lighting columns might be resilient in different modes, resilient shearing or resilient deformable, also named yielding. The later are, as well, able to reduce the speed of the vehicle, sometimes even to a full halt. The European norm EN12767 defines the procedures to be used for testing and classification of narrow object impact functional performance, often referred to as “approved”. EN12767 was first published in 2000 and an update was issued in 2007. The classification out of impact tests is mainly due to the energy absorption of the tested product:

- The high-energy absorbing column, HE, will reduce the impacting vehicle energy and speed gradually more or less to a stand-still.
- The low-energy absorbing column, LE, will reduce the impacting vehicle energy and speed gradually, but will not reach a stand-still.
- The non-energy absorbing column, NE, does more or less allow the vehicle to pass the columns without speed or energy reduction, which is most often done by a shearing slip-base functionality.

Results from the literature study show an earlier and more frequent use of resilient lighting columns in the Nordic countries and the USA than for example Great Britain. In most countries there are other documents detailing column position and selection criteria, additional to the test procedure. Although there are differences between countries, the general requirements states that passively safe and resilient columns should be used in order to reduce injury risk. It is a main recommendation to primarily remove objects of obvious danger from the roadside environment, and when impossible use some type of passively safe resilient or yielding road equipment instead. The literature study concludes that passively safe columns are to be recommended on road with extensive traffic volume and where speed limit is 50 km/h or above. Passively safe resilient or yielding columns are recommended to be installed on new roads and when installing columns at existing roads, as well in case of more general exchange of older columns on existing roads. Columns shall not be placed within the working width of any barrier, parapet or guardrail. Cost benefit analyses in several countries have shown a positive traffic safety result for passively safe columns, except for roads with very low traffic volume or low speed.

The accident study, based on 6000 injured persons, shows, since the year 2012, a low and stable level of 2 to 5 seriously injured or killed persons per year in collisions with lighting columns on the rural

state road network. For the municipality urban road network, the same figures show about 4 to 9 persons per year. For persons with moderate injuries, the annual count is 10 to 15 persons on both rural and urban roads and for minor injuries, 75 persons per year on the state rural road network and 150 persons per year on the municipality urban road network.

On the rural state road network, most of the column collisions occur on roads with speed limit 70 km/h (35%), followed by 50 km/h (25%). On the urban municipality network most accidents occur at roads with speed limit 50 km/h (58%), followed by 70 km/h (13%). This accident-prone frequency is due to where columns are mainly positioned, but as well due to the passing traffic volumes.

By connecting the accident position to pictures retrieved from Google Maps, the column type at the accident has been visually identified. The results show that about 36% of accidents with a lighting column on the rural state road network are with some type of resilient or yielding column. For the municipality urban network, the same count of resilient or yielding column is 13%. Accidents on roads with speed limit less or equal to 50 km/h were studied, to compare the injury distribution between resilient and non-resilient columns, i.e. mainly urban roads. A trend for less severe injuries can be seen for the resilient columns compared to the more stiff and non-resilient columns. During the period 2012 to April 2017, very few persons have been killed or seriously injured due to a collision with a resilient column.

1. Inledning

1.1. Bakgrund och problembeskrivning

Resultat från 1990-talet (Svenska Kommunförbundet, 1997) visade att det varje år dödades 500-600 människor i trafiken och att ungefär en fjärdedel av de dödade hade kolliderat med träd, stolpar, vägräcken eller andra föremål. Nilsson och Wenäll (1997) genomförde en utredning om olyckor mot hårda föremål med tonvikt på belysningsstolpar. Resultaten visade att följderna av olyckorna, dvs andelen personskador som ledde till personskador (inklusive dödsfall), var större för oeftergivliga stolpar än för eftergivliga. Detta bekräftas också tydligt av krocktester. Singelolyckorna var vanligaste påkörningstypen vid påkörning av belysningsstolpar och drygt 80 procent av de inventerade olyckorna var singelolyckor. Olyckornas svårhetsgrad ökar med hastighetsgräns och den är högre vid kollision med belysningsstolpe i ytterkurva jämfört med raksträcka. Belysningsstolpar i innerkurvor har den säkraste placeringen. Olyckor mot belysningsstolpar i mittremsa eller på refuger har lägre andel personskador än olyckor mot stolpar vid sidan av vägen.

Belysningen ska vara utformad så att miljön känns trygg. Trafikverkets grundprincip för belysning är att det ska finnas god belysning där det behövs för att trafiksäkerheten ska bli tillräckligt hög. Under senare år har Trafikverket kompletterat sina krav med trygghetsaspekter och säkerhet för de oskyddade trafikanterna tillsammans med klimat- och miljömål. Inom kommuner har man ofta ett annat synsätt, där invånarnas åsikter och behov av belysning har större betydelse.

I dagens VGU 2015:086 (Trafikverket, 2015a) anges att vägar och gator i tätort ska ha belysning men att vägar utanför tätort normalt inte behöver ha belysning. Några undantag finns: högtrafikerade vägar, busshållplatser med stort antal avstigande/påstigande, cirkulationsplatser samt komplexa korsningar och trafikplatser utanför tätort ska förses med belysning och belysning ska övervägas på landsbygd då trafiken har en avsevärt högre andel mörkerolyckor än vad som är normalt under mörker, har störande eller missledande ljus i stor omfattning, och stor gång- och cykeltrafik på vägren (efter mörkets inbrott). Gång och cykelvägar inom tätort ska vara belysta, men motsvarande krav finns inte för landsbygd, dock finns riktlinjer för användning på landsbygd i Trafikverkets inriktningsdokument TDOK 2014:0286 (Trafikverket, 2014). I VGU finns även följande krav på belysningsstolpar på statliga vägar: *Stolpar som placeras inom säkerhetszonen och som inte placeras bakom räcke ska vara eftergivliga samt uppfångande av typ HE¹ och som minimum anpassade för aktuell hastighetsklass på sträckan (dvs. stolpens hastighetsklass ska vara lika hög eller högre än vägsträckans hastighet).* För kommunala vägar finns dock inte motsvarande krav utan VGU är enbart rådgivande. Det bör dock påpekas att de krav som finns i vägtrafikförordningen Vägverket (2003) gäller för alla vägar oavsett väghållare och i de fall kommuner vill sätta upp belysning på statliga vägar skall VGUs krav efterlevas.

Fors och Carlson (2015) har studerat trafiksäkerhetseffekter av att införa belysning i en litteraturstudie och redovisar där att Elvik m. fl. (2009) genomfört en metaanalys² av 50 studier som visar att antalet personskadeolyckor minskar med 14 procent och att antalet dödsolyckor minskar med 60 procent. Beyer and Ker (2010) har gjort en liknande studie, till viss del baserad på samma data och redovisar att personskadeolyckorna minskar med 22 procent och dödsolyckorna med 66 procent. Resultaten är signifikanta, men metaanalyserna baseras dock till stor del på äldre studier och det finns vissa metodologiska tveksamheter såsom att andra faktorer kan ha påverkat resultaten, varför resultaten enligt författarna bör tolkas försiktigt. Fors och Carlsson (2015) påpekar speciellt att såväl vägar som fordon är betydligt säkrare idag än för 20 år sedan och att nyare studier har indikerat mindre effekter.

¹HE = hög-energiabsorberande stolpe, saktar ner och stoppar fordonet med en kort men ändå gradvis retardation.

² En studie av vetenskapliga publikationer, med syfte att dra en gemensam slutsats från studierna.

En övergripande frågeställning som är relevant i frågor som rör vägmiljön är: Hur gör vi vägmiljön så samhällsekonomiskt effektiv som möjligt? I samband med installation av belysningsstolpar på statliga vägar skall eftergivliga stolpar användas, men på kommunala gator och vägsamfälligheter finns inte motsvarande krav fullt ut. Då eftergivliga belysningsstolpar är dyrare än traditionella stålstolpar uppstår det ofta ekonomiska diskussioner med t.ex. kommuner när de vill sätta upp belysning på statliga vägar. Följande kriterier, som bara gäller det lågtrafikerade vägnätet, måste, enligt TDOK 2012:1135³ (Trafikverket, 2012), uppfyllas om belysningsutformningskraven i VGU ska kunna frångås:

- ÅDT⁴ <500 fordon
- Hastighetsgräns 70 km/tim eller lägre
- Hastigheten måste mätas och 85-percentilen får ej överskrida skyltad hastighetsgräns.
- Litet antal gång- och cykeltrafikanter.

Vidare anges i TDOK 2012:1135 att en belysningsstandard som inte uppnår VGU är sämre än ingen belysning alls.

1.2. Syfte

Syftet med denna studie är att få ett bättre kunskapsunderlag vad gäller användningen av eftergivliga belysningsstolpar. Projektet innehåller en internationell litteraturstudie, en fördjupning i hur man i Sverige kan synliggöra den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar och en olycksstudie där kollisioner med belysningsstolpar studeras.

Litteraturstudien ska sträva efter att få svar på frågor som:

- Vad visar studier som analyserat verkliga olyckor (i den mån sådan litteratur finns)?
- När är det samhällsekonomiskt lönsamt att använda eftergivliga stolpar?
 - Finns det någon brytpunkt för när eftergivliga stolpar bör användas?
 - Säkerhet vid användning – Potential för att öka/vidmakthålla säkerheten.
 - Används de eftergivliga belysningsstolparna på rätt sätt i Sverige?
 - Är det rätt miljöer stolparna används i?
- Hur används eftergivliga belysningsstolpar i andra länder? Främst studeras Finland, Norge, Danmark, England och USA.
- Vad baseras andra länders kunskap på?

Olycksstudien är en mindre pilotstudie som fokuserar på trafikolyckor rapporterade i Strada där man i fritexten angett att en lyktstolpe (eller liknande) varit inblandad i olyckan. Syftet är dels att undersöka i vilka situationer och i vilken omfattning det sker olyckor med belysningsstolpar idag och huruvida det är möjligt att identifiera om en belysningsstolpe är eftergivlig eller inte, dels att undersöka värdet av att göra en mer omfattande olycksstudie.

³ Trafikverkets dokument TDOK 2012:1135, Belysningsinriktning lågtrafikerade vägnätet, med annan huvudman.

⁴ ÅrsDygnsnedelTrafik

1.3. Begränsningar

Projektet syftar till att förbättra kunskapen kring eftergivliga belysningsstolpar. Utifrån de olika delarna i projektet förs en diskussion kring resultaten och därefter dras relevanta slutsatser. Projektet kommer dock inte utvärdera och föreslå förändringar i befintligt regelverk utan det är sedan nästa steg efter projektets genomförande för regelgivande myndigheter. Projektet avser inte heller att fördjupa sig i EN-40-serien⁵ eller liknande rent tekniskt.

⁵EN40 är en harmoniserad europastandard för belysningsstolpar.

2. Metod

2.1. Litteraturstudie

Projektet inleddes med en litteraturstudie. VTI:s bibliotek genomförde sökningar i flera olika databaser: TRID, Nationell bibliotekskatalog och Scopus.

TRID består av databaserna TRIS (TRB:s Transportation Research Information Services) och ITRD (OECD's Joint Transport Research Centre's International Transport Research Documentation). Denna databas utgör världens största bibliografiska resurs inom transportområdet och innehåller mer än en miljon referenser från transportforskningen runt om i världen. Det är referenser till bland annat rapporter, vetenskapliga artiklar, konferensbidrag och avhandlingar. Nationell bibliotekskatalog vid VTI:s bibliotek innehåller över 130 000 referenser till publikationer i VTI:s bibliotek och på internet. Litteraturen är inom områdena trafik, trafikanter, fordon, transporter och infrastruktur. Scopus är en bibliografisk databas med tyngdpunkt på vetenskapliga artiklar inom alla ämnen.

Sökningens fokus var på åren från 1990 och framåt, men även litteratur från 1960 och framåt söktes. Sökorden för litteraturstudien bestämdes i samråd med referensgruppen.

För att söka fram det som handlar om eftergivliga belysningsstolpar har två sökmängder skapats och kombinerats med varandra. Orden har, när det är möjligt, alltid kortats av och sökts med olika ändelser, t.ex. *lumin**. Orden har också sökts i olika varianter och stavningar, t.ex. *breakaway* och *break away*.

Sökmängden gällande belysningsstolpar har sökts fram med ord som i sig betyder belysningsstolpe som *lighting standards*, *lamppost*, *mast light*, *street lighting*, *road lighting*, *highway lighting* men också genom att orden *structural support*, *column*, *pole*, *post*, *lattice*, *lattix* har sökts tillsammans med *light*, *lighting*, *lamp*, *illumination*, *luminaire*.

För att söka fram det som handlar om eftergivlighet har följande ord använts: *breakaway*, *slip-base*, *slipaway*, *forgiving*, *frangible*, *yielding*, *collapsible*, *deformable*, *energy absorbing*, *crash absorbing*, *impact absorbing*, *passive safety*, *passive restraint*, *passiveley safe*, *transformer base*, *crash friendly*.

Sökningen har även gjorts på EN 12767 och EN12767⁶.

Som resultat av sökningarna erhöles dokument med referenser. Dessa gick igenom manuellt genom att vi läste sammanfattningarna och gjorde en värdering av relevansen för projektet. Ungefär 50 referenser bedömdes som relevanta och dessa beställdes från BIC. Alla referenser visade sig dock inte vara relevanta. Det har även tillkommit fler dokument som vi funnit under processens gång, exempelvis via The Handbook of Road Safety Measures, av Elvik, Høje, Vaa och Sørensen (2009) på Transportøkonomisk institutt, TØI i Norge.

Vi har också varit i kontakt med personer från väghållningsmyndigheterna i Finland, Norge, Danmark, och Storbritannien för att få tag på deras VGU-liknande dokument i syfte att få svar på hur eftergivliga stolpar används i dessa länder. I den mån informationen funnits tillgänglig i dessa dokument så har vi även dokumenterat vad dessa länders kunskap baseras på. Kontaktpersonerna har varit: Kari Lehtonen vid Liikennevirasto (Trafikverket) i Finland, Bozidar Stankovic vid Statens Vegvesen i Norge, Charlotte Sejr vid Vejdirektoratet i Danmark och Gavin Williams vid Highways England i Storbritannien.

⁶ EN12767 *Passive safety of support structures for road equipment – Requirements, classification and test methods* är en europeisk standard för att testa och godkänna eftergivlig vägutrustning

2.2. Olycksstudie

2.2.1. Datauttag Strada

Olycksstudiens datamaterial baseras på trafikolyckor rapporterade i den nationella olycksdatabasen Strada (Swedish Traffic Accident Data Acquisition) där man i fritexten angett att en belysningsstolpe (eller liknande) varit inblandad i olyckan. Detta innebär att studien fokuserar på olyckor där man på något sätt kolliderat med en belysningsstolpe.

Datauttaget från Strada levererades av Transportstyrelsen och omfattade tidsperioden 2003-01-01 till 2017-04-18. Datamaterialet omfattade enbart olyckor som filtrerats ut med sökord *stolpe* (hänsyn tagen till felstavningar). För att få en bra vägnätsanknytning utgick datauttaget från STRADA-polis, men kompletteras med information från sjukhusen i de fall olyckorna är rapporterade i båda systemen. Datauttaget gjordes för hela Sverige och resulterade i ett uttag med totalt 18 108 personskaderapporter, se Tabell 1.

Tabell 1. Antalet olyckor och personskaderapporter från STRADA med sökord ”stolpe” från tidsperioden 2003-01-01 till 2017-04-18.

	Antal	Statlig/Kommunal/Enskild/Okänd*
Olyckor	12 744	Ej kontrollerat
Personskaderapporter	18 108	6 371/8 082/679/2 976

*Förenklad indelning statlig/kommunal/enskild/okänd. Om en väghållare anges som statlig/kommunal så blir väghållaren statlig i tabellen.

Därefter användes sökord för att identifiera om det var en belysningsstolpe, t.ex. **belysning**, **lykt**, **gatu**, osv samt ev. felstavningar, särskrivningar mm. Detta resulterade i en lista på 144 specifika sökord som användes för vidare bearbetning av uttaget.

För att bestämma huruvida belysningsstolpen var eftergivlig eller inte kombinerades informationen i Strada med information om typ av belysningsstolpe från olika källor, främst kartbilder från Google Maps (<https://maps.google.se>). I vissa fall studerades även PMSv3 (Pavement Management System version 3)⁷ och möjligheten undersöktes att använda Trafikverkets underhållsregister över anläggningar – Maximo⁸. Identifieringen av stolptyp, eftergivlig eller oeftergivlig, gjordes manuellt av experter från VTI.

Studien är i första hand deskriptiv och studerar vilken typ av olyckor, vilket skadeutfall, och vid vilka hastighetsgränser olyckor med belysningsstolpar inträffat.

I rapporten likställs antal personskaderapporter med antalet skadade personer. I de fall hastighetsgräns studeras tas gällande hastighetsgräns från primärvägen.

2.2.2. Datauttag Trafikverkets djupstudier

För att söka mer detaljerad information om dödsolyckorna användes information från Trafikverkets djupstudiedatabas. Djupstudiedatabasen består av mängder av information som samlats in vid varje dödsolycka. Djupstudierna är ett systematiskt arbetssätt för att få fram kunskap om vad som gjorde att en olycka blev så svår att någon omkom. All information om händelsekedjan före, under och efter olyckan sammanställs och analyseras av Trafikverkets expertgrupp. Denna grupp består av experter inom bland annat fordonsteknik, vägutformning, trafikteknik och beteendevetenskap. Även experter

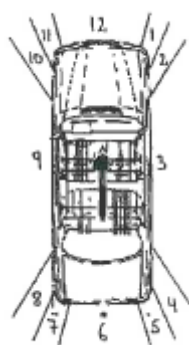
⁷ Trafikverkets system för analys av vägytans tillstånd på statliga belagda vägar i Sverige. PMSv3 är allmänt tillgängligt via ett web-gränssnitt (<https://pmsv3.trafikverket.se/>).

⁸ Trafikverkets register för systematiserat underhåll av anläggningar (t.ex. belysningsstolpar).

från exempelvis sjukvård, polis, räddningstjänst och kommun kan delta i arbetet. Syftet är att förstå om något hade kunnat förhindra att olyckan uppstod eller lindra konsekvenserna av olyckan.

Olycksstudien är endast en pilotstudie varför det på grund av tidsmässiga begränsningar bara fanns möjlighet att undersöka ett fåtal olyckor. Endast personskadeolyckor på kommunalt och statligt vägnät med säker position och olyckstyp motorfordon singel studerades. Genomgången av olyckorna startade 2017 och datamaterialet bearbetades i omvänd tidsordning årsvis fram till 2007. År 2007 är dock inte komplett.

Datauttaget resulterade i 27 personskaderapporter som undersöktes med avseende på att försöka bestämma om stolpen var eftergivlig eller inte, stolpens typ, islagsriktning på fordonet (angivet i klockslag, se Figur 1), stolpens deformation och hur förloppet för olyckan gått till. Såväl skriftliga beskrivningar som bilder från olycksplatsen och på fordonet studerades. Av dessa 26 rapporter bedömdes 23 vara relevanta för fortsatt analys.



Figur 1. Illustration av islagsriktning på fordonet angivet i klockslag.

2.2.3. Skademått

Vid analysen av skadade personer används skadedata med information från både polisrapporterade och sjukhusrapporterade olyckor. Därför används i rapporten främst en **sammanvägd skadegrad** som förutom död (omkommen inom 30 dagar till följd av trafikolyckan) omfattar följande kategorier för skadade rapporterade av sjukvården:

- Allvarligt skadad, AS (ISS 9-)
- Måttligt skadad, MS (ISS 4-8)
- Lindrigt skadad, LS (ISS 1-3).

För skadade rapporterade av enbart polisen klassas svårt skadad enligt polisen som måttlig skada enligt ovan och lindrigt skadad enligt polisen som lindrigt skadad enligt ovan.

ISS är ett mått som tas fram av sjukvården och baseras på den internationella AIS-klassningen (Abbreviated Injury Scale), där AIS speglar risken för död till följd av en skada. Varje enskild skada bedöms separat och får en egen AIS-gradering. AIS har en graderingsskala från 1=lätt skada till 6=maximal skada, (AAAM, 2008). För att bedöma effekten av multipla skador används AIS-graderingen som utgångspunkt för att beräkna ett ISS-värde. ISS står för "Injury Severity Score" och värdet kan sägas ange troligheten för överlevnad vid multipla skador. Om någon skada har AIS-grad 6 sätts ISS alltid till det högsta möjliga ISS-värdet, som är 75 (AAAM, 2008). Annars beräknas ISS på följande sätt:

1. Notera det högsta AIS-värdet i varje kroppsregion.
2. Kvadrera de tre högsta AIS-värdena som noterats i punkt 1.
3. Summera de kvadrerade AIS-värdena i punkt 2.

Även skademåttan *Allvarligt skadad enligt RPMI*⁹ och *Mycket allvarligt skadad enligt RPMI* studeras till viss del i rapporten och är definierade enligt nedan:

- Allvarligt skadad enligt RPMI (RPMI1). Som allvarligt skadad räknas den som i samband med en vägtrafikolycka fått en skada som ger minst 1 procents medicinsk invaliditet.
- Mycket allvarligt skadad enligt RPMI (RPMI10). Som mycket allvarligt skadad räknas den som i samband med en vägtrafikolycka fått en skada som ger minst 10 procents medicinsk invaliditet.

Måtten allvarligt skadad och mycket allvarligt skadad beräknas och ger endast en skattning av antalet personer som får en medicinsk invaliditet eftersom man vid olyckstillfället/tillfället då den skadade söker sjukvård inte kan förutse personens framtida men. Måtten beräknas i efterhand av Transportstyrelsen baserat på vilka kroppsdelar som skadats och vilken AIS-grad de fått (Berg m.fl., 2016). Måtten allvarligt skadad och mycket allvarligt skadad finns därmed endast beräknade för skadade personer som rapporterats i Strada av sjukvården.

2.2.4. Olyckstyper

Följande olyckstyper ingick i datauttaget:

- Motorfordon singel
- Motorfordon – motorfordon
- Motorfordon – cykel/moped
- Motorfordon – gående
- Cykel/gående/moped
- Övrigt

Huvuddelen av analysen fokuserar på olyckor med enbart motorfordonsolyckor inblandade, dvs de två första punkterna ovan.

2.3. Samhällsnytta

Efter att litteraturstudien och olycksstudien genomförts sammanställs resultaten för att synliggöra den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar. Detta redovisas i ett eget avsnitt.

⁹ Risk for Permanent Medical Impairment

3. Resultat från litteraturstudie

3.1. Begrepp och förståelse av stolpars funktion

I syfte att förstå de olika begrepp som används i litteraturen ger vi här en kort beskrivning. Vid översättning från engelska har vi också med det engelska uttrycket så att det blir tydligt vilken typ av stolpe som avses. Det är även ganska vanligt i Sverige att det engelska begreppet används. Den fackterminologi som används kommer från de båda provmetoderna/standarderna NCHRP 350 (USA) och EN12767 (Europa). Utöver det så kan olika vägmyndigheter ha skapat egna begrepp.

Det finns tre olika principiella funktionssätt hos belysningsstolpar (Nilsson & Wenäll, 1997; Finnra, 1998):

- **Oeftergivlig belysningsstolpe** (engelska: firm, rigid) är en vanlig rörstålsstolpe, en fackverksstolpe, trästolpe eller betongstolpe som saknar positiva krockegenskaper. Trafikverket (2015b) klassar allt som oeftergivligt som inte är eftergivligt enligt EN12767. En oeftergivlig belysningsstolpe kan också vara en stolpe som inte är krockprovad och där man ännu inte vet egenskaperna.
- **Eftergivlig avskjuvbar stolpe** eller **avskjuvbar stolpe** (engelska: slip-base, breakaway, detachable) är en stolpe som på ett kontrollerat sätt lossnar från marken eller fundamentet framför bilen. Det kan vara en vanlig rörstålsstolpe som görs någorlunda krockvänlig, genom att man sätter dit en slags avbrytbar led eller ett bultförband som lätt kan köras av. Stolproten sitter kvar i fundamentet och stolpen kastas upp och passerar över bilen. Vid relativt hög påkörningshastighet passerar bilen under stolpen, medan stolpen vid lägre farter faller på bilens tak. En eftergivlig avskjuvbar stolpe minskar inte hastigheten något nämnvärt hos den påkörande bilen. Det finns även eftergivliga avskjuvbara stolpar av fiberarmerad plast, trä samt av aluminium.
- **Eftergivlig deformierbar stolpe** eller **uppfångande stolpe** (engelska: yielding energy absorbing) kan också benämnas energiabsorberande. Stolpen deformeras framför och in under bilen och stolproten sitter kvar i fundamentet. På så sätt absorberas en del av fordonets rörelseenergi. Stolpen hjälper till att minska bilens hastighet eller till och med att stoppa den. I högre påkörningshastigheter deformeras stolpen typiskt helt in under bilens front, vid lägre hastigheter kan stolpen stanna kvar på bilen eller lägga sig i någon annan riktning när bilen stannar.

I litteraturen förekommer också andra begrepp som gäller belysningsstolpar, men som inte direkt går att hänvisa till någon av de ovan nämnda kategorierna utifrån standarder. Begreppen är non-aggressive, lightweight och passively safe och översätts i det följande som eftergivliga med det engelska begreppet i parentes.

EN12767 Passive safety of support structures for road equipment – Requirements, classification and test methods är en europeisk standard för att testa och godkänna eftergivlig vägutrustning (Stigre och Larsen, 2004). Standarden utarbetades av CEN/TC226/WG10 och ratificerades av CEN i februari år 2000. En ny version publicerades år 2007. I Sverige ges standarden ut av SIS, Swedish Standards Institute. Provningsen utförs vanligen hos en ackrediterad testutförare, men kan under viss övervakning även utföras av andra (Milne, 2012).

För belysningsstolpar gäller också att produkterna ska överensstämma med *EN40 Lighting Columns*¹⁰, som handlar om vilka vind- och snölaster som produkten ska vara dimensionerad för. I EN40 hänvisas vidare till *Eurocodes*: ENV 1991-2-4 Eurocode 1, ENV 1993-1-1 Eurocode 3 och ENV 1999-1-1 Eurocode 9 (Eurocode, 1991; 1993; 1999).

Inom provmetoden EN12767 testas stolparna i 50, 70 och/eller 100 km/tim. För varje stolpe krävs även ett krockprov i 35 km/tim för att säkerställa en tillfredsställande funktion i låg hastighet (se t.ex. Williams m.fl., 2008; Vejdirektoratet, 2008). Alla tester utförs med en personbil vägande 900 kg ± 40 kg.

Vid krockprovet klassificeras stolpen utifrån hur mycket rörelseenergi som absorberats av produkten i testet, eller med andra ord hur mycket fart som bilen har kvar när den lämnar stolpen (resthastighet). Om bilens resthastighet är hög klassificeras stolpen som icke-energiabsorberande NE (non-energy absorbing), om bilen har låg resthastighet klassificeras stolpen som energiabsorberande (energy absorbing), som också delas upp i klasserna HE (high energy absorbing) och LE (low energy absorbing). Graden av uppfångande eller energiabsorbering definieras i standarden EN12767 och beskrivs i litteraturen, bland annat i Pledge, Simpson & Sanders (2007) och Milne (2012).

Från krockproven erhålls graden av eftergivlighet för stolpen när en personbil kör in i stolpen med en avkörningsvinkel på 20°. Beroende på påkörningsscenariot i en verklig olycka är det inte säkert att en eftergivlig stolpe deformeras som tänkt, eftersom den initiala deformationen till stor del beror på kontaktytans storlek mellan bil och stolpe (Nilsson och Wenäll, 1997).

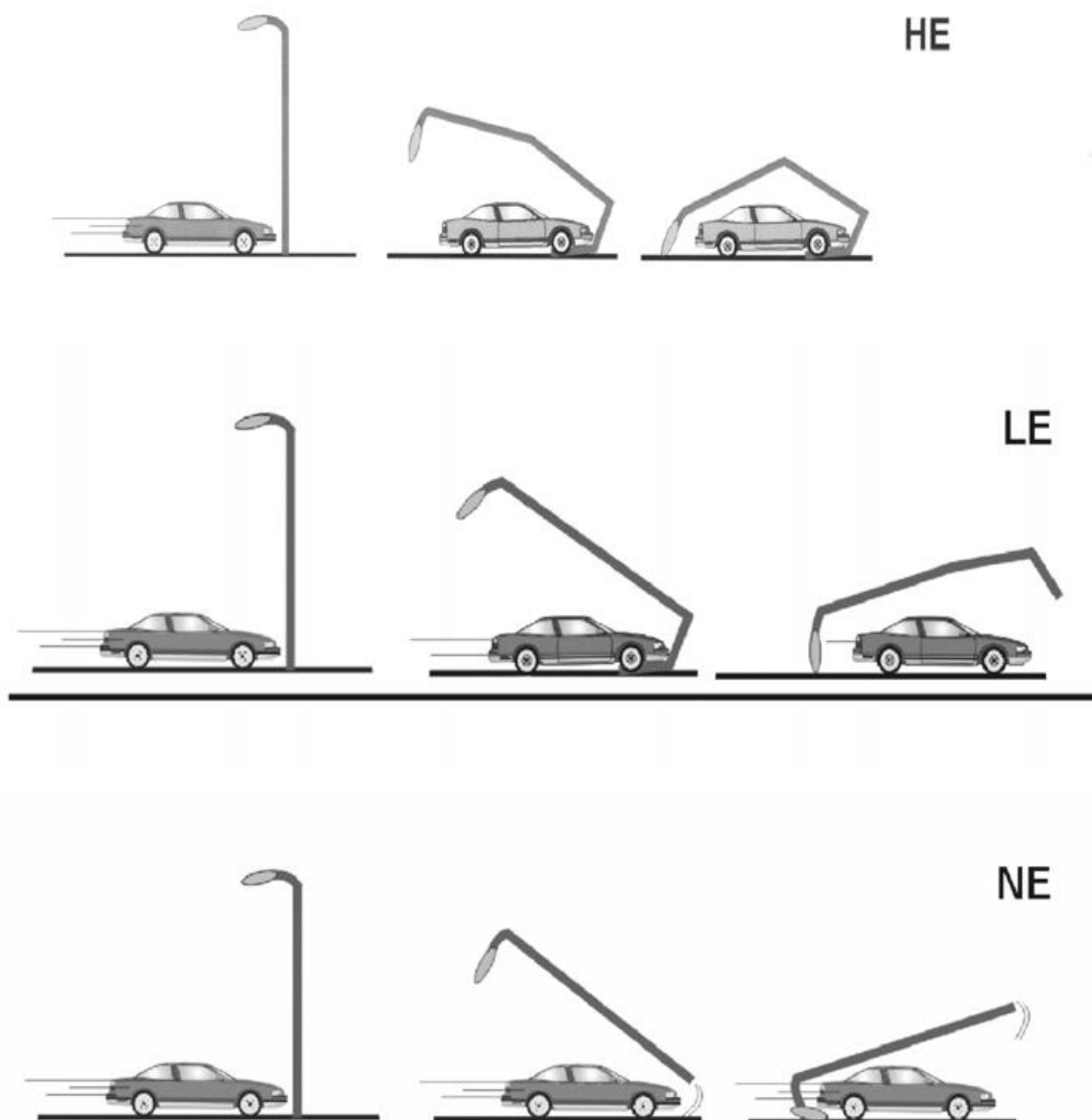
En **hög-energiabsorberande stolpe, HE** (high energy absorbing) saktar ner och stoppar fordonet med en kort men ändå gradvis retardation. En **låg-energiabsorberande stolpe, LE** (low energy absorbing) sänker fordonets hastighet men ger mindre skador än med hög energiabsorption. Det är mer sannolikt att stolpen skjuvas av (går av i en brottled vid stolpens fot) och kastas i luften än med en HE stolpe. En **icke-energiabsorberande stolpe, NE** (non-energy absorbing) bryts vanligen av från fundamentet (breakaway) eller deformeras lätt. Stolpen sänker inte fordonets hastighet något nämnvärt. Den avklippta stolpen förskjuts över fordonet och faller i närheten av fundamentet.

Av Tabell 2 framgår inom vilka intervall bilens hastighet efter krockprovet får ligga för att hamna i de olika klasserna av energiabsorption. Se även Figur 2 för teckningar av hur de olika energiabsorberande stolparna fungerar.

Tabell 2. Klassificering av energiabsorberande stolpar enligt EN12767 (se t.ex. Vejdirektoratet, 2008 och Statens vegvesen, 2014).

Provningshastighet (km/tim)	50	70	100
Bilens hastighet v efter prov (km/tim)			
HE-klass	$v = 0$	$0 \leq v \leq 5$	$0 \leq v \leq 50$
LE-klass	$0 < v \leq 5$	$5 < v \leq 30$	$50 < v \leq 70$
NE-klass	$5 < v \leq 50$	$30 < v \leq 70$	$70 < v \leq 100$

¹⁰ EN40-3-1:2000 och EN40-3-3:2003



Figur 2. Teckningar över belysningsstolpars funktion: HE-, LE- och NE-klass. Teckningarna är kopierade från VGU 2004, kapitel 3, Eftergivlig väg och gatuutrustning.

Eftergivliga belysningsstolpars funktion vid provning enligt standarden anges med hjälp av ett uttryck som ger information om hastighetsklass, funktionsklass (typ av energiabsorption) och skaderiskklass (se t.ex. Vägverket, 2004; Milne, 2012; Statens vegvesen, 2014). Exempelvis betyder uttrycket 100LE3 en stolpe som tillhör hastighetsklass 100, är av funktionsklass Low Energy absorbing och av skaderiskklass 3. En stolpe som uppfyller kraven i en hastighetsklass för en viss typ av energiabsorption, exempelvis 100NE, anses även uppfylla kraven för lägre hastighetsklasser med samma uppfångandefunktion, exempelvis 70NE.

Förarens/passagerarens säkerhetsnivå i krockproven baseras på **ASI** (Acceleration Severity Index) och **THIV** (Theoretical Head Impact Velocity) (Williams, Kennedy, Carroll och Beesley, 2008; Milne 2012). Beräkningssättet för dessa parametrar finns i EN1317-1¹¹. Syftet med ASI är att jämföra den

¹¹ Vägutrustning - Skyddsanordningar - Del 1: Terminologi och allmänna kriterier för provning

maximala accelerationsnivån som en passagerare är exponerad för under kollisionen (RISER, 2006). THIV är den beräknade kollisionshastigheten av en punktformad massa som simulerar huvudet på en fiktiv obältad person som rör sig fritt inne i fordonet och som slår i interiören av fordonet baserat på fordonets initiala hastighetsförändring (RISER, 2006). Syftet med THIV är att ange skaderiskmått för en obältad förare inne i fordonet.

Skaderiskklass 1, 2, 3 eller 4 kan uppnås från ASI och THIV, se Tabell 3. Klass 1, 2 och 3 visar på en ökande nivå av säkerhet (där 3 är säkrast) genom att kollisionens svårhetsgrad minskas. Skaderiskklass 4 består av mycket säkra konstruktioner, och små konstruktioner som förväntas orsaka bara mindre skador eller retardation från fordonet, t.ex. vägkantsstolpar. Det finns även en klass 0 som används till icke-testade stolpar eller stolpar som inte kan uppfylla kraven i skaderiskklasserna. (Vejdirektoratet, 2008). I Tabell 3 finns de ASI-värden och THIV-värden som leder till klassificering i olika skaderiskklasser (se t.ex. Statens vegvesen, 2014). För att placeras i en viss skaderiskklass ska testresultatet vara lägre än värdet i tabellen för den skaderiskklassen. Ju högre skaderiskklass och lägre värden på ASI eller THIV, desto lägre risk för personskada.

Tabell 3. Indelning av ASI-värdet och THIV-värden i skaderiskklasser enligt EN12767. Källa: Statens vegvesen, 2014.

Funktionsklass (energiabsorberande förmåga)	Skaderiskklass	Påkörningshastighet 35 km/tim		Påkörningshastighet 50, 70 eller 100 km/tim	
		ASI	THIV km/tim	ASI	THIV km/tim
HE	1	1,0	27	1,4	44
HE	2	1,0	27	1,2	33
HE	3	1,0	27	1,0	27
LE	1	1,0	27	1,4	44
LE	2	1,0	27	1,2	33
LE	3	1,0	27	1,0	27
NE	1	1,0	27	1,2	33
NE	2	1,0	27	1,0	27
NE	3	0,6	11	0,6	11
NE	4	Inget krav	Inget krav	Inget krav	3

I skrivande stund finns en reviderad EN12767 ute på remiss, med delvis nya gränser för de olika skaderiskklasserna. Därför kan man förvänta att ovanstående gränsvärden justeras under slutet av år 2018 eller tidigt 2019.

3.2. Användning i Sverige

En genomgång av svensk olycksstatistik för åren 1994–1995 visar att de högsta olycksriskerna när det gäller belysningsstolpar är på det kommunala vägnätet, eftersom 8–9 av 10 belysningsstolpar finns på detta vägnät (Nilsson och Wenäll, 1997; Svenska Kommunförbundet, 1997). Det konstateras också att ju högre hastighetsgränsen är desto allvarigare blir olyckorna vid påkörning av stolpar. Belysningsstolparna är oftast placerade inom ett par meter från vägkanten, men avståndet är inte avgörande för

trafiksäkerhetsproblemet utan hur stora stolparna är. Den säkraste placeringen för belysningsstolpar är i innerkurvor. Placering i ytterkurvor är rent krocktekniskt sämst, med ökad risk för såväl olyckor som svårare skadeföljd. Ibland är dock stolpplacering i ytterkurva att föredra rent belysningstekniskt. Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordon som passerat stolpen) och personskaadeolyckskvoten är dubbelt så hög för stolpar placerade i ytterkurva jämfört med raksträcka och innerkurva. I korsningar är olyckskvoten nästan lika hög men personskaadeolyckskvoten är låg. Belysningsstolpar som är placerade i vägens mittremsa eller på refuger i korsningar har lägre risk för personskada än belysningsstolpar placerade på sidan av vägen. Undersökningen visar också att fasta rörstolpar succesivt bör ersättas med eftergivliga och uppfångande stolpar, och sådana stolpar bör användas vid installering av ny vägbelysning.

Svenska Kommunförbundet (1997) ger med anledning av undersökningen en rad rekommendationer för att minska riskerna för påkörning eller minska skadorna om stolpen blir påkörd. Det handlar om att ta bort föremål, byta ut föremål mot mer krockvänliga, flytta föremål till ett mindre riskfyllt läge, placera ett energiabsorberande föremål framför det riskfyllda och/eller att sänka hastigheten på platsen.

Vägars och gators utformning från år 2015, VGU 2015 (Trafikverket, 2015a), innehåller ett avsnitt om eftergivlig väg- och gatuutrustning, avsnitt 1.4. När beteckningar avseende eftergivlighet används ska det vara enligt EN12767 "*Vägutrustning – Eftergivlighet hos bärare av vägutrustning – Krav, klassificering och provningsmetoder*". För kommunerna är VGU ett frivilligt och rådgivande dokument, men för Trafikverket är reglerna obligatoriska vid nybyggnad och större ombyggnadsåtgärder.

Rent allmänt i VGU 2015 (Trafikverket, 2015a) sägs att en stolpe som kan köras på från två motriktade håll ska vara eftergivlig i dessa riktningar och om en stolpe är placerad där påkörning kan ske från flera håll ska den vara eftergivlig oberoende av påkörningsriktningen. En stolpe som är placerad i slänt med lutning 1:3 eller brantare får inte vara av typen med avskjuvningsbar led (slip-base). Kravet avser vägar med VR70¹² eller högre samt korsningar. Belysningsstolpar, även eftergivliga, får inte placeras inom ett vägräckes arbetsbredd¹³ eftersom vägräckets funktion kan påverkas.

Enligt VGU 2015 (Trafikverket, 2015a) ska stolpar med hastighetsklass 100 användas på vägar med referenshastighet $VR \geq 80$ km/tim. På vägar med referenshastighet $VR \leq 70$ km/tim ska stolpar med hastighetsklass 70 eller 100 användas. När det gäller energiabsorption anges att uppfångande belysningsstolpar (HE och LE) inte får användas som ersättare för vägräcket, där dessa behövs enligt kriterierna för vägräckesanvändning. Avseende skaderiskklass ska stolpar minst uppfylla kraven för skaderiskklass 1.

VGU 2015 ersatte den 26 juni 2015 den tidigare versionen VGU 2012 som fanns i Vägverkets Publikation 2012:179. Dessförinnan gällde VGU 2004 (Vägverket, 2004) som utgavs i maj 2004 och gällde fram till 6 november 2012.

Av Vägverkets (numera Trafikverkets) författningssamling VVFS 2003:140 (Vägverket, 2003) framgår i avsnitt 6.4 att riksvägar ska ha sidoområden som är utformade så att personsador vid en avkörning begränsas. Vägar som inte är riksvägar, men har en referenshastighet av minst 70 km/tim ska ha sidoområden som är utformade så att trafiksäkerheten vid en avkörning särskilt beaktas. Notera att VVFS gäller alla vägar och gator, inte bara statliga vägar. I författningssamlingen rekommenderas att där oeftergivliga föremål eller andra faromoment måste finnas i säkerhetszonen¹⁴ bör räck

¹² Referenshastighet VR är ett sammanvägt funktionellt begrepp för att ange för vilken högsta hastighet en länk eller korsning ur hastighets- och säkerhetssynpunkt ska utformas, med andra ord, den hastighetsgräns en väg är planerad för.

¹³ Arbetsbredd innebär hur mycket vägräcket böjs ut vid en påkörning.

¹⁴ Zon närmast vägbanan utformad för att minska skadorna i avkörningsolyckor.

uppsättas. Val av sidoområdestyp samt bestämning av säkerhetszonens bredd bör göras enligt VU 94 (Vägverket, 1994).

Sveriges första mer heltäckande vägutformningsdokument kom 1994, Vägutformning 94 (Williams m.fl., 2008; Vägverket, 1994) och där Vägverket (nuvarande Trafikverket) införlivade internationella lagar och krav. I avsnitt 14.5.4. anges att de egenskaper som främst inverkar på en belysningsstolpes lämplighet är eftergivlighet, åldringsbeständighet och hållfasthet. Med hänsyn till egenskaperna vid påkörning kan belysningsstolpar indelas i:

- Oeftergivliga stolpar. Belysningsstolpe som kan utgöra ett i det närmaste fast hinder när den påkörs av en personbil.
- Eftergivliga stolpar. Belysningsstolpe som, när den påkörs av en personbil, på ett mjukt sätt bromsar upp fordonet helt eller tillåter en fortsatt rörelse hos fordonet, men med lägre hastighet. Eftergivliga stolpar ska endast orsaka begränsad skada på en påkörande personbil utan att personerna i den skadas allvarligt.

I Vägverket (1994) framgår också att eftergivliga stolpar ska användas på nationella och regionala vägar. Vidare sägs att fundament för eftergivlig stolpe invid väg och som inte står i skydd av vägräcke eller dylikt av trafiksäkerhetsskäl ska placeras så att inte någon del av fundamentet blir belägen högre än 10 cm över färdig markyta. Vid oeftergivliga belysningsstolpar kan vägräcke behövas.

Någon standard för godkännanden av eftergivliga belysningsstolpar fanns vid denna tidpunkt inte, så Vägverket krävde under en övergångsperiod att stolparna skulle vara testade, av VTI eller annat testinstitut med motsvarande kompetens, med avseende på säkerheten vid påkörning.

3.3. Användning i övriga Norden

I januari 1999 möttes representanter från nordiska vägmyndigheter och testlaboratorier och beslutade att bilda en nordisk kommitté (the Nordic Group) för samarbete i framtida arbete med testning och godkännande av energiabsorberande vägutrustning i enlighet med EN12767 (Heglund, 2008). Gruppen har enats om att rekommendera att eftergivliga (energy absorbing) belysningsstolpar används på alla viktiga vägar med mycket trafik och där hastighetsbegränsningen är 50 km/tim eller högre. Eftergivliga stolpar bör användas vid byggande av nya vägar, när nya stolpar uppförs längs existerande vägar, och när ett systematiskt förnyande görs av utrustningen längs existerande vägar. Dessa krav är inte relevanta om stolparna skyddas av vägräcken (förutom om de är inom räcketts arbetsbredd) eller om de på annat sätt är placerade så att de inte utgör någon fara.

Ett gemensamt dokument togs fram av vägmyndigheterna i Sverige, Norge, Danmark och Finland år 2004 i syfte att ge nordiska rekommendationer för testning och godkännande av eftergivliga stolpar i enlighet med EN12767 som kom år 2000 (Stigre och Larsen, 2004). Målgruppen för dokumentet är främst tillverkare av eftergivliga belysningsstolpar för att ge vägledning om vilka produkttyper som bör testas. Dokumentet utgör också en tolkning av EN12767. Om en stolpe har godkänts och fått tillåtelse att användas i ett nordiskt land gäller detta också i övriga nordiska länder såvida det inte finns några landspecifika krav när det gäller skaderiskklass, eller vind- och snölast.

Heglund (2008) jämför hur eftergivliga stolpar (passively safe masts) har använts olika i England och Norge. Han representerar ett företag som tillverkar gittermaster av aluminium och är engagerad i design, utveckling, testning och produktion av eftergivliga stolpar (passively safe traffic masts) sedan början av 1990-talet och menar att de skandinaviska länderna är föregångare inom passiv säkerhet. Han anser att energiabsorberande (lightweight energy absorbing) stolpar är lämpliga att användas i tätorter (urbana miljöer) oavsett dess klassificering. Även tunnväggiga rörstolpar i aluminium eller till och med rörstolpar i valsat stål har energiabsorberande kvaliteter enligt författaren. Användning av lättvikliga eftergivliga (passively safe) strukturer utan barriärer är enligt Heglund (2008) både säkrare och mer ekonomiskt samt snabbare att installera (och ersätta efter en olycka).

Enligt Heglund (2008) är det inte nödvändigt att använda eftergivlig utrustning (passively safe street furniture) där hastigheten är begränsad till 30 km/tim och efterlevs eftersom hastigheten förmodligen är tillräckligt låg för att undvika allvarlig skada. Vid hastigheter över 30 km/tim behövs eftergivliga stolpar (passively safe masts). Han menar att den viktigaste trafiksäkerhetsparametern för en stolpe i tätortsmiljö är låg vikt och förmågan att lätt deformeras och absorbera energi vid all inverkan. Det är lättare att få lägre retardationer och därmed lägre THIV om stolpen bryts av vid basen, som en NE-stolpe. Men om syftet inte bara är att minska risken i själva kollisionen utan också att sakta ner eller stoppa fordonet behövs stolpar av LE- eller HE-klass.

3.3.1. Norge

I Norge ska belysningsstolpar som är placerade i säkerhetszon utan vägräcke vara eftergivliga och testade enligt EN12767 (Statens vegvesen, 2016).

I Norge används 100NE-stolpar, oavsett skaderiskklass, på alla typer av vägar i tätorter och på landsbygden, fast det finns begränsningar när det gäller slip-base i tätortsmiljöer (Heglund, 2008). De flesta eftergivliga stolpar (passively safe masts) i Norge finns på vanliga vägar med ett körfält i varje riktning (single carriageway) i tätortsmiljöer med hastighetsgräns 80 km/tim eller lägre. Handbok 062 med nationella riktlinjer för användning av EN12767-stolpar, slår fast att eftergivliga stolpar (passively safe masts) alltid ska användas i en säkerhetszon bredvid körbanan oavsett typ av väg. Säkerhetszonen beror på hastighetsgränsen och är 3 meter vid 50 km/tim eller mindre, 4 meter vid 60 km/tim, 6 meter vid 70 och 80 km/tim, och 7 meter för hastighetsgränser högre än 80 km/tim. NE- och HE-klassade stolpar används till belysningsstolpar. Både traditionella stålstolpar med slip-base och moderna tunnväggade rörstolpar i valsat stål och tunnväggade rörstolpar i aluminium används.

Enligt Statens vegvesen (2014) fungerar inte eftergivliga belysningsstolpar (HE eller LE) som de ska om en skylt monteras på dem. Masten fungerar upp till den plats där skylten är monterad, sedan låser skyltens fästansordning stolpen så att den inte fortsätter att deformeras. Det ska därför inte monteras någon vägskylt på energiabsorberande belysningsstolpar.

Vid montering av belysningsstolpar med avskärningsled ska dessa monteras så att avskärningsleden monteras maximalt 10 cm över marken, vilket är viktigt för att fordonen inte ska träffa masten under denna avskärningsled (Statens vegvesen, 2014). Om avskärningsleden är monterad med en lutningsplatta ska plattan monteras parallellt med vägen enligt leverantörens anvisningar. En särskild omsorg gällande placering och typ av eftergivlig konstruktion måste beaktas vid placering i slänter brantare än 1:4.

I Oslo och andra tätortsområden i Skandinavien har mer än 1000 eftergivliga NE-stolpar (lightweight yielding) installerats utan några rapporter om primära eller sekundära dödsolyckor de senaste 10 åren (Heglund, 2008). Många av stolparna finns i centrala Oslo där antalet fotgängare är stort. I Norge är det Lattix-stolpar (lightweight yielding NE) som används, över 30 000 är installerade och omkring 20 procent är i tätortsmiljöer. Heglund (2008) anser att sekundära olyckor är sällsynta – ingen har rapporterats till företaget som tillverkar Lattix-produkter. En eftergivlig NE stolpe (lightweight deformable energy absorbing) faller nära islagspunkten så risken för en sekundär olycka är låg och eftersom stolpen är jämförelsevis lätt och deformierbar skulle en sådan olycka inte vara allvarlig för en trafikant i ett fordon. För en oskyddad trafikant skulle dock även en sådan stolpe kunna orsaka allvarliga skador. Heglund (2008) bedömer att det är rimligt att använda HE-stolpar som belysningsstolpar i bebyggda områden där hastighetsgränsen är 50 eller 60 km/tim och att använda LE- och NE-stolpar som belysningsstolpar utanför tätorter där hastigheten är 70 km/tim eller mer. Hans råd är att NE-klassade produkter delas i två kategorier: lättviktiga energiabsorberande produkter som bedöms lämpliga i tätortsområden och slipbase produkter som i Norge inte skulle användas i tätortsområden eller i sluttningar.

3.3.2. Danmark

I Danmark har Vejdirektoratet (2008) gett ut en handbok i hur man använder eftergivliga belysningsstolpar. Handboken har sin utgångspunkt i EN12767:2007. Stolpar (master) som är testade i 50 km/tim accepteras på vägar med hastighetsgräns 50 km/tim eller lägre. Stolpar som är testade i 70 km/tim accepteras på vägar med hastighetsgräns 80 km/tim eller lägre, och master som är testade i 100 km/tim accepteras vid alla hastighetsgränser. HE-stolpar finns i tre typer: 1 – gitterkonstruktion, 2 – tunn-väggig och flerkantig stolpe med eller utan dedikerad brottyta/bristning (revneanvisere), 3 – tunn-väggig rund eller oval konstruktion med eller utan dedikerad brottyta/bristning (revneanvisere). LE-stolpar finns i samma utformningar men är för korta eller svaga för att absorbera tillräckligt med energi och klassas som HE-stolpar. NE-stolpar kan vara begränsade för en viss påkörningsvinkel eller oberoende av påkörningsvinkel och finns både med och utan brytbar led (brud- eller afskaeringsled).

I Danmark ska eftergivliga stolpar användas som en passiv säkerhetsåtgärd för att minska skaderisken på personer och fordon (Vejdirektoratet, 2008). Vid nybyggnation av vägar på landsbygden får oefftergivliga stolpar inte finnas innanför säkerhetszonen, alternativt ska de avskärmas med vägräcken. Bredd av säkerhetszonen finns angiven för olika hastighetsgränser. Huvudregeln för att använda eftergivliga stolpar gäller: nyanläggning av väg, uppsättning av nya stolpar längs existerande väg, och systematiskt utbyte av stolpar längs existerande väg. Kraven gäller dock inte när stolparna är placerade bakom vägräcken (utanför vägräckets arbetsområde), utanför vägens säkerhetszon eller annars där de inte kan köras på. Av säkerhetsmässiga aspekter bör det alltid användas eftergivliga belysningsstolpar på vägar med stora trafikmängder och där hastighetsgränsen är högre än 50 km/tim.

Inom tätbebyggt område, där hastighetsgränsen normalt är 50 eller 60 km/tim rekommenderas HE-stolpar som belysningsstolpar (Vejdirektoratet, 2008). Den primära orsaken är att minska risken för att cyklister eller fotgängare ska träffas av bilar ur kurs eller fallande stolpar. Utanför tätbebyggt område, där hastighetsgränsen är 70 km/tim eller högre, och där det är få fotgängare och cyklister, rekommenderas generellt att använda HE- eller LE-stolpar som belysningsstolpar. Risken för att fotgängare och cyklister ska träffas av bilar ur kurs eller fallande stolpar anses som relativt liten. HE-stolpar bör alltid användas där det är särskilt viktigt att fånga in bilar ur kurs (vildfarne) så de inte fortsätter mot t.ex. träd, bropelare, bullerplank, liksom i stadsområden med mycket gång- och cykeltrafik och i refuger utan vägräcken som är tillräckligt breda så att en påkörd belysningsstolpe inte skjuter ut på körbanan och kan bli påkörd av andra fordon.

Eftergivliga stolpar ska användas inom säkerhetszonen (Vejdirektoratet, 2017). I områden där den tillåtna högsta hastigheten är 50 km/tim eller mindre ska inte eftergivliga stolpar användas. I Tabell 4 anges hur de eftergivliga stolparna ska användas inom olika typer av trafikmiljöer. Där tätort finns angivet beror det på att faciliteter för fotgängare och cyklister särskilt bör beaktas. Övriga områdestyper gäller generellt.

Tabell 4. Vilken energiabsorberingsklass som ska väljas inom olika typer av trafikmiljöer. Källa: Vejdirektoratet (2017).

Typ av område	Energiabsorberingsklass
Motorväg	NE, LE, HE
Motortrafikled	NE, LE, HE
Trafikled, tätort	LE, HE
Trafikled	NE, LE, HE
Signalreglerad korsning, tätort	NE*, LE, HE
Signalreglerad korsning	NE, LE, HE
Rondell, tätort	LE, HE
Rondell	NE, LE, HE
Gågata (Fodgængerfelt)	NE*, LE, HE
Plats för stopp (Stoppested)	NE*, LE, HE
Hastighetsdämpning (Hastighedsdæmper)	NE*, LE, HE
Bro	NE**, LE, HE

*) Det är inte önskvärt att stolparna välter vid mindre påkörningar. Därför bör det användas stolpar med deformationszon och efterföljande brott (stolpen bryts av) eller uppfångande stolpe.

Det framhålls att det är viktigt att inte sätta extra utrustning på eftergivliga stolpar av HE- och LE- eftersom det radikalt kan ändra stolparnas funktion vid en påkörning (Vejdirektoratet, 2008). Om stolparna är testade med påmonterad extrautrustning framgår det oftast av CE-märkningen.

I Danmark finns inga studier av effekten av att använda eftergivliga stolpar (Vejdirektoratet, 2008), utan effekterna värderas på bakgrund av undersökningar från andra länder. Man hänvisar till bland annat till Svenska Kommunförbundet (1997) och en norsk utgåva av Elvik m.fl. (2009).

Vid beräkning av ekonomiska konsekvenser anser Vejdirektoratet (2008) att hänsyn ska tas till inköpskostnader, drift- och underhåll samt samhällsekonomi. Eftergivliga stolpar är cirka 50–100 procent dyrare (2006 års prisnivå), men kostnaden beräknas sjunka. Det saknas jämförelser avseende drift- och underhållskostnader men användning av eftergivliga stolpar torde vara en ekonomisk vinst eftersom fundamenten nästan alltid kan återanvändas. Den viktigaste ekonomiska effekten gäller minskningen av antalet allvarliga olyckor och begränsningen av personella och materiella skador. I bästa fall kan en eftergivlig stolpe till ett merpris på 600–4500 DKK¹⁵ förebygga ett dödsfall och därmed spara 10 miljoner DKK (ett dödsfall beräknas till 10 460 000 DKK i 2003 års prisnivå). Ett räkneexempel ger, även om det är behäftat med stor osäkerhet, en stark indikation på att eftergivliga stolpar (med allt annat lika) alltid är en god investering. Den beräknade livstiden för en stolpe sattes till 20 år.

¹⁵ Danska kronor

3.3.3. Finland

I Finland anses eftergivliga (breakaway) belysningsstolpar vara kostnadseffektiva på vägar med ÅDT (årsmedeldygnstrafik) över 1000 fordon per dag (Finnra, 1991; 2005), när den faktiska hastigheten är omkring 60 km/tim (vilket den också kan vara när hastighetsgränsen är 50 km/tim) och när ÅDT är minst 700 fordon/dygn när hastigheten generellt är minst 80 km/tim (Finnra, 2005). Kallbergs (1994) viktigaste slutsatser gällande forskning om förbättring av sidoområden är att reparation av existerande stolpar till eftergivliga (breakaway) är mest kostnadseffektivt. Även utbyte av fungerande stolpar i innerkurvor till eftergivliga (breakaway) är kostnadseffektivt. I Finland är ca 80 procent av belysningsstolparna av trä.

Olyckskostnader beroende på krascher i belysningsstolpar beräknades i Finnra (1991) och har senare uppdaterats av Koskinen och Lehtonen (2014). Basen i studien utgörs av olycksstatistik från 1983-1986 då två dödades och 36 skadades i kollision med belysningsstolpe samt 29 olyckor gällande materiella skador. Med utgångspunkt i denna olycksstatistik, men omräknat till 2010 års olyckskostnader har kostnaden per belysningsstolpe beräknats. Som underlag finns att en dödsolycka i trafiken är satt till 1 919 000 €, en olycka med skadad är satt till 241 000 € och en olycka med enbart materiella skador är satt till 2 950 €. Kostnaden för en olycka i en belysningsstolpe blir då per stolpe per 30 år (avskrivningstid, 5 % ränta) totalt 9 596,43 € när detta beaktas, varav 3 454,20 € gäller kostnaden för en dödsolycka, 6 073,20 € gäller skadeolycka och 69,03 € gäller materiella skador. Med anledning av generella trafiksäkerhetsförbättringar som säkrare fordon, säkrare vägar och lägre hastighetsgränser sedan 1990, skulle antalet olyckor och dess skadegrad vara lägre idag, även om det enbart fanns oeftergivliga stolpar. Olycksskadekvoten (antal personskadeolyckor i förhållande till trafikarbetet) på huvudvägar har sänkts från 12,8 år 1990 till 8,1 år 2010. Koskinen och Lehtonen (2014) anger att inte mer än 20 procent av förbättringarna kan hänföras till eftergivliga belysningsstolpar (passive safety lighting columns). Med en korregeringsfaktor på 0,69 $((8,1/12,8)^{0,8})$ som beaktar detta blir olyckskostnaden 6 654 € / stolpe / 30 år. Beräkningar finns även av olyckskostnaden för olika ÅDT-klasser.

Enligt finsk standard får inte oeftergivliga stolpar sättas upp om ÅDT är högre än 3000 fordon per dag, men eftergivliga belysningsstolpar (breakaway lighting columns) kan användas även på vägar med mindre trafik (Finnra, 1998). Bakom vägräcke och på vägar med låg hastighet (50 km/tim) får oeftergivliga stolpar användas. Men om det till exempel finns en gångväg eller något riskfyllt, som en bergvägg, bakom stolpen rekommenderas eftergivliga stolpar (energy absorbing). Oeftergivliga stolpar som orsakar fara på vägar med mycket trafik ska vara modifierade till eftergivliga (breakaway) stolpar till år 2005. Detta är genomfört för alla trästolpar och har skett genom att man borrar i befintlig stolpe på plats och gör stolpen ihålig (kostnad ca 100 Euro/styck). Resultatet motsvarar nya eftergivliga trästolpar och har samma kapacitet mot vind. I Finland använder man hängkabel i trästolparna, dessa är tänkta att förhindra att stolpen faller på taket av bilen efter krocken. Bara en del av stålstolparna har modifierats och då har man monterat en avskärningsled i efterhand. Såväl arbetet som materialet är dyrare än för trästolpar. Stålstolparna står ofta längs vägar med låg hastighet eller bakom ett vägräcke där man då accepterar styva befintliga stolpar. Vid nybyggnation av vägar kräver man i Finland dock eftergivliga belysningsstolpar också bakom vägräcken och anser att man då kan montera stolpen närmare än räckets arbetsbredd. På vägar med gammal belysning och där det är kort mellanrum mellan stolparna ska utbyte ske till nya säkra belysningsstolpar. Man beräknar att utbyteskostnaderna betalat sig inom 4–6 år om ÅDT är större än 6000 fordon per dag, eftersom olycks- och energikostnader minskar. Eftergivliga stolpar (breakaway) beräknas minska olyckskostnaderna med 50–90 procent beroende på vilken typ av stolpe det är och situationen bakom stolpen. Det anses vara kostnadseffektivt att använda eftergivliga belysningsstolpar (non-aggressive) på alla vägar utom vägar med mycket låg trafik eller låg hastighet.

I Finnra (2005) anges att energi-absorberande stolpar av HE-klass ska föredras på större vägar där det finns en använd gångväg eller träd bakom ett smalt dike. På tätortsgator med hastighetsgräns 50–70

km/tim ska eftergivliga stolpar (yielding lightweight) av HE, LE eller NE klass som böjer sig under bilen användas, eftersom andra stolptyper ibland kan falla på taket vid kollisionen. Denna risk är högst vid låga hastigheter men även då ganska låg. I andra fall anses alla energiabsorberande klasser (HE, LE och NE) som lika. Från och med år 2005 installeras inte slip-base stolpar, eller andra utan en lång brytbar del, i sluttningar brantare än 1:4.

När belysningsstolpen är mellan 9 och 12,5 meter hög ska den energiupptagande stolpen vara 100HE2 eller 100HE3 (Lehtonen, 2017). När höjden är 12,5–15 meter ska stolpen vara 100HE1, 100HE2 eller 100HE3. Om stolpen inte behöver vara energiupptagande accepteras också 100LE2, 100LE3, 100NE2 och 100NE3 för 9–12,5 meter höga och 100LE1, 100LE2, 100LE3, 100NE1, 100NE2 och 100NE3 för höjden 12,5–15 meter. När hastighetsnivån är högst 70 km/tim accepteras också hastighetsklass 70. Stolpar kortare än 9 meter utefter en gång- och cykelbana behöver inte vara krocktestade om konstruktionen och material liknar krocktestade stolpar på 9 eller 10 meter och avståndet från vägen är minst 3 meter (Lehtonen, 2017). Stolpar högre än 15 meter utefter en väg behöver inte vara krocktestade om konstruktion och material liknar krocktestade stolpar på 12 eller 15 meter och avståndet från vägen är minst 5 meter.

Mer än 90 procent av nya belysningsstolpar som är installerade åt finska Trafikverket är eftergivliga (Finnra, 2005). Det är inte många slip-base stolpar, utan de flesta är trästolpar eller eftergivliga (yielding) stålkonstruktioner. Lehtonen (2012) anger att på landsvägar är ungefär hälften av belysningsstolparna modifierade trästolpar som är borrarade ihåliga (hollow, drilled). Fasta trästolpar finns på vägar med mycket lågt flöde. Därefter förekommer eftergivliga (yielding) metallstolpar, slip-base metallstolpar, oeftergivliga (rigid) metallstolpar, eller höga master gjorda av eftergivliga (yielding) komponenter. Under 2001–2009 reparerades ungefär 4500 belysningsstolpar med anledning av att ett fordon kolliderat med stolpen, de flesta var av typen passiva säkra. Av dessa kollisioner var 42 med dödlig utgång. Ungefär hälften av de dödliga olyckorna med passiva stolpar slutade i en krasch i ett träd eller en vältning i ett dike. Likaså var sidokollisioner mer vanliga än frontalkollisioner.

3.4. Användning i Europa, framför allt i Storbritannien

Kollisioner med fordon och oeftergivliga (unforgiving) sidoområdesobjekt beräknas enligt Smith (1999) svara för 18–42 procent av de vägtrafikdödade i EU-länder. Dessa singelolyckor innehåller ofta unga förare, överskridande av hastighetsgränsen eller olämplig hastighet, och påverkan av alkohol eller trötthet. ETSC, the European Transport Safety Council, anser att eftergivliga (breakaway) belysningsstolpar eller belysningsstolpar i aluminium kan förhindra 30 procent av skadorna i kollisioner mellan bil och stolpar. Det är de lokala myndigheterna som har den huvudsakliga uppgiften att skapa förlåtande sidoområden, även om man på nationell nivå måste öka medvetenheten bland väghållarna om problemet med föremål i sidoområdet.

3.4.1. Storbritannien

I Storbritannien uppfördes eftergivliga (lightweight breakaway) belysningsstolpar mellan 1965 och 1971 på fem vägsträckor omfattande närmare 450 stolpar (Walker, 1974). Olyckornas svårhetsgrad minskade avsevärt och i de flesta olyckor blev det enbart materiella skador. Kostnaden för en olycka med en eftergivlig stolpe beräknades vara en femtedel av en olycka med en konventionell oeftergivlig stolpe. Enligt Williams, Kennedy, Carroll & Beesley (2008) var detta en serie småskaliga offentliga försöksinstallationer av eftergivliga (breakaway) rörformiga stålstolpar.

Simpson (2000) anger att 25 procent av singelolyckorna mot belysningsstolpar i Storbritannien år 1997 skedde på vägar utanför tätort trots att bara cirka 5 procent av belysningsstolparna finns på sådana vägar. Han föreslår därför att det är på icke-tätortsvägar som utbytet mot eftergivlighet (passively safe lighting columns and traffic sign supports) ska börja. I ett räkneexempel visas på stora sänkningar av antalet skadeolyckor och olyckskostnader vid byte till eftergivlig utrustning (passive safety equipment).

Traditionellt har policyn i Storbritannien varit att genom stängsel och vägräcken skydda trafikanten från riskfyllda föremål som belysningsstolpar och vägskyltar (Morris, 2005). Utveckling i USA och Skandinavien har lett mot en användning av stolpar som kollapsar vid påkörning och ger minimal eller minskad retardation av fordonet och därmed minskade skador på fordon och förare/passagerare. Dessa system gällande passiv säkerhet omfattas av European Standard EN12767:2000 vilken implementerats i Storbritannien via TA89/04 (Morris, 2005). År 2005 kom TA 89/05 (Use of Passively Safe Signposts, Lighting Columns and Traffic Light Posts to EN12767) och utvidgade reglerna gällande passiv säkerhet till att också omfatta belysningsstolpar och trafiksignalsstolpar för användning på riksvägar (Milne, 2012).

The Highways Agency¹⁶ har antagit den europeiska standarden EN12767 men den har inte genomsyrat det praktiska arbetet i lokala myndigheter (Divall, 2006). Divall (2006) pekar på att det finns ett utbyte mellan energiupptagning och den teoretiska huvud-islaghastigheten (theoretical head impact velocity, THIV). En högenergiupptagande (HE) stolpe ger en mycket snabb hastighetsreduktion i fordonet, vilket ger en högre islagshastighet av huvudet och eventuellt allvarligare skador för föraren/passageraren. En stolpe utan energiupptagningsförmåga (NE) ger en mycket låg islagshastighet och god 'säkerhet'. Däremot är fordonets hastighet till stor del okontrollerad och det är troligt att fordonet fortsätter och träffar något annat. En stolpe som klassats som lågenergiabsorberande (LE), verkar, enligt Divall (2006) erbjuda ett bättre utbyte. När det gäller användning är en icke-energiupptagande stolpe inte lämplig på en vältrafikerad gata som delas av fordon och fotgängare eftersom en fordonskollision med en sådan stolpe inte stoppar fordonen utan troligen ger upphov till en andra kollision. Även en högabsorberande stolpe kan orsaka problem vid vissa omständigheter eftersom fordonet bromsas mycket kraftigt, eller får ett plötsligt stopp som kan öka förarens/passagerarens skador med anledning av ett mycket högre retardationsvärde.

Det första försöket med eftergivliga belysningsstolpar (passively safe lighting columns) på huvudvägnätet i Storbritannien installerades, enligt Pledge, Simpson och Sanders (2007), på en rikslandsväg nära Oxford år 2005. Det var fem oskyddade stålstolpar som ersattes av kompositstolpar. Därefter har flera hundra installerats. Eftersom dessa belysningsstolpar sänker olyckornas svårighetsgrad ger de en ekonomisk fördel, men författarna anser att mer arbete behövs för att grundlägga en metod som kvantifierar detta och tar med marginalkostnaden av de eftergivliga stolparna i beräkningen. Pledge, Simpson och Sanders (2007) framhåller att det utöver säkerhetsfördelarna även finns fördelar som längre livstid, reducerat underhåll, samt enklare återställande och återanvändning. Dessa fördelar bör också beaktas när man beräknar livskostnaderna.

Generellt bör, menar Pledge, Simpson och Sanders (2007), HE och LE stolpar användas på platser där det påkörande fordonets rörelse måste begränsas, till exempel där det finns en gångbana med mycket trafikanter bakom stolpen. Där det finns ett tillräckligt avåkningsområde bör klassificeringen vara NE. Därutöver bör de annalkande fordonens sannolika hastighet beaktas när det bestäms vilken energiabsorberande klassifikation som ska användas. Även Divall (2006) påpekar att vägens hastighetsgräns bör beaktas vid val av stolpar liksom att en mycket högre hastighet oftast föregår kollisionen. En väg med hastighetsgräns 50 km/tim kan behöva stolpar som är klassade för 70 km/tim.

Clarke (2006) framför olika aktörers åsikter i utvecklingen av förlåtande sidoområden i Storbritannien. Även om utvecklingen nu på olika sätt satt fart så ligger Skandinavien och USA 10–15 år före. Enligt Clarke (2006) är praktiker och leverantörer eniga om att den stora utmaningen i processen mot passiv säkerhet är bristen på data – både när det gäller information om var produkterna bäst ska användas och att bevisa dess positiva effekter. Det enda sättet att säkerställa och bevisa att de eftergivliga produkterna (passively safety products) får en påverkan är genom en massaktion säger Andy Pledge från Mott MacDonalds i Clarke (2006). Detta innebär att onödiga och farliga föremål i vägnas

¹⁶ Numera Highways England

sidoområden tas bort och att allt annat byts mot eftergivliga produkter. För att bestämma var de eftergivliga produkterna ska placeras behövs en mer detaljerad insamling av olycksdata, samt en bättre kommunikation mellan organisationer. EuroRAP¹⁷ gör ett gediget arbete, men Pledge anser att mer behöver göras. Howard Luther, VD i Post & Column Company, säger i Clarke (2006) att utmaningen är att producera något som sänker bilens hastighet en aning och inte bryts av så snabbt. Den ideala produkten absorberar bilens energi, håller passagerarna säkra och tillåter inte bilen att träffa någonting annat. Chris Micklin, VD på Traffic Management Products, anser i Clarke (2006) att kriterierna för att testa eftergivliga produkter behöver bli mer specifika så att användare får större tilltro till produkterna.

I januari 2008 offentliggjordes UK Annex till EN12767 och ersatte TA89, the Technical Advice and Guidance från Highways Agency, som startade revolutionen med passiv säkerhet (TEC, 2008). Skillnaden är att det i EN12767 inte görs någon åtskillnad mellan olika typer av vägar, utan den bygger bara på hastighetsgränser. Ingen nedre hastighetsgräns nämns utan alla vägar omfattas av rådgivningen. Det som ska hållas i åtanke när det gäller EN12767 är att den inte perfekt återskapar avkörningsolyckor utan klassar produkter i förhållande till varandra. Bilagan till EN12767 ger lokala myndigheter råd om vilken produkt som ska användas på vilken plats. När det gäller analys av kostnad–nytta, är det ofta så att passiv säkerhet medför färre skyltar och stolpar, men en analys visar inte på någon besparing när det är en massaktion som görs. Storbritanniens Annex till EN12767 har accepterat alla fyra säkerhetsnivåer enligt ASI och THIV (Milne, 2012).

Råden i UK Annex är att belysningsstolpar av kategori NE ska användas på landsbygdsvägar om det inte finns ett betydande antal icke-motoriserade trafikanter som kan riskera att träffas av föremål som faller på andra körbanor (Williams, Kennedy, Carroll och Beesley, 2008). I urbana områden rekommenderas att belysningsstolpar av kategori 70LE eller 70HE används.

Vid the 2009 ILE Conference in Bournemouth tog Pledge del av fördelar och nackdelar med eftergivliga belysningsstolpar (passively safe lighting columns). Han ger i Pledge (2010a) del av de fördelar han ser att dessa belysningsstolpar har. Data över singelolyckor från 2004–2007 där ett föremål blivit påkört visar att träd utgör den största andelen. Men belysningsstolpar, vägskyltar och vägräcken, det vill säga sådant som trafikingenjörerna har kontroll över, utgör tillsammans en lika stor andel. Det bästa sättet att förhindra dessa olyckor eller mildra skadan i dem, är att erbjuda mycket plats i sidoområdet eller att göra kraschen längre och långsammare. Därmed överförs en minskad mängd energi från fordonet till passageraren och kraschen blir mindre skadande. Pledge (2010a) presenterar en strategi i olika steg för hur förlåtande sidoområde kan etableras. Den omfattar borttagning av objektet, flytt till en säkrare plats, byte till eftergivlighet, skydd genom vägräcke, sänkt hastighetsgräns. Pledge (2010a) anser att kostnaden för eftergivlighet (passive support) inte ska jämföras med dess oeftergivliga motsvarighet utan med den skyddsåtgärd (exempelvis vägräcke) som krävs för att skydda en enskild stolpe, och då blir eftergivlighet mindre kostsamt. Sannolikheten för att bli skadad i en kollision med ett eftergivet föremål (passively safe item) är mycket mindre än i en kollision med ett oeftergivet föremål. Pledge (2010a) ser inte heller att risken för sekundära skador skulle vara större med eftergivliga stolpar än med traditionella.

Även oskyddade trafikanter, som motorcyklister, drar nytta av eftergivliga stolpar vilka lättare kan undvikas än ett längre skyddssystem utefter vägen, menar Pledge (2010a). Traditionella stolpar som skyddas av vägräcke anses utgöra en större risk för motorcyklisters säkerhet eftersom vägräckesstolparna är ett mycket farligt fortlöpande hinder för en glidande motorcyklist (Pledge, 2010b). Vägskyltar och belysningsstolpar utgör bara enstaka hinder och det är mer troligt att de missas. Det är också möjligt att skydda stolpar med vadderade krockkuddar. Statistik över olyckor med belysningsstolpar i Storbritannien 2001–2006 visar att fyra procent av olyckorna var med motorcyklister, liksom i trafikflödet (Williams m.fl., 2008). Skadorna blev dock allvarigare för

¹⁷ <http://www.eurorap.org/>

motorcyklisterna jämfört med bilförare/-passagerare. Av motorcyklisterna fick 18 procent dödliga skador, 50 procent fick allvarliga skador och 32 procent lindriga skador. Bland bilpassagerarna var motsvarande andelar 2 procent, 17 procent och 82 procent.

Vid beräkning av kostnad-nytta med eftergivliga (passively safe) belysningsstolpar antas att eftergivliga stolpar minskar skadornas svårighet ett steg, dvs. dödlig till svår, svår till lätt, och lätt skada till enbart materiella skador (Williams m.fl., 2008). En beräkning av olycksdata från åren 2001-2006 skulle med eftergivliga belysningsstolpar sänka de årliga kollisionkostnaderna från £185,5 miljoner till £22,8 miljoner.

I april 2010 kom rådgivande "Passive Safety UK Guidelines" (Pledge, 2010b) som gäller kommunala gator, till skillnad mot TA89/04 och TA89/05. Man har sett att eftergivliga belysningsstolpar (passively safe lighting columns) sparar liv på riksvägar. Vägar med lägre risk och där det knappast är troligt att eftergivlig utrustning (passively safe street furniture) behövs (om inte tidigare olyckor eller andra riskfaktorer indikerar något annat) är: vägar med hastighetsgräns 30 km/tim (20 mph); vägar som vanligtvis har parkering längs sidan; bostads- och industriområdesgator där det inte är troligt att hastigheten överskrider 40 km/tim (25 mph), samt landsvägar och vägar med lite trafik (om det inte finns en relevant olyckshistoria eller utrustning med en uppenbar risk). I riktlinjerna finns ett råd om att titta på filmer från krocktest enligt EN12767 för olika stolpar och se att de uppför sig säkert. Avskjutbara stolpar (slip-base) anses dras med flera problem och traditionella sådana slip-base stolpar har i Skandinavien och på Island förknippats med allvarliga olyckor och dödsolyckor. Dessa rekommenderas därför inte.

På riksvägar med hastighetsgräns 80 km/tim och över, används så gott som enbart eftergivliga (passively safe) belysningsstolpar när det är dags för nya, och om inte vägräcken behövs av annan anledning (Milne, 2012). För andra vägar och i städerna har utvecklingen varit långsammare. Det är svårare att bygga säkra stadsgator där också träd, stenmurar och diken är allmänt förekommande och utgör en fara. Milne (2012) anser att landsbygdsvägar (non-trunk rural A roads) med hastighetsgräns 80-100 km/tim (50 och 60 mph) bör prioriteras när det gäller eftergivliga belysningsstolpar eftersom så stor andel av olyckorna händer där. Fria zoner med minst 4,5 meters bredd bör skapas bredvid körbanan, rekommenderar Milne (2012). Vägskyltar och belysningsstolpar som används i detta område ska vara eftergivliga enligt EN12767.

I Storbritannien finns krav från Highways Agency på de som tillhandahåller vägtransportsystemet (Interim Requirements for Road Restraint Systems, IRRRS) att en riskhantering måste föregå allt arbete (Gallagher, 2006). Gällande belysningsstolpar ska de skyddas om trafikflödet (AADT) är över 25 000. Riskhanteringen kan medföra att om ny utrustning (t.ex. vägskyltar) sätts upp intill existerande utrustning (t.ex. oskyddade belysningsstolpar) bör dessa bytas ut, vilket bara medför lite ytterligare kostnader. Vidare anges att belysningsstolpar har en livslängd på 25 år. Den återstående livslängden och tillhörande kostnader för ett framtida byte bör beaktas när man jämför att göra bytet i det pågående arbetet samt beakta den förbättrade trafiksäkerheten. Gallagher (2006) anser att man allvarligt ska överväga de risker som finns med att lämna existerande faror orörda.

Bowie (2010) argumenterade vid the ILE Conference in Bournemouth i september 2008 för att ett allmänt införande av passiva säkerhetsåtgärder är både dyrt och onödigt. Han anser istället att en omsorgsfull design, exempelvis var belysningsstolpar ska placeras, kan minska riskerna vid vägkanten.

3.5. Användning i USA och Kanada

USA har använt eftergivliga system (slip-base breakaways systems) under 50 år (Dinitz, 2013; 2014). Det blev på 1960-talet tydligt att om inte föremålen (obstacle) kunde flyttas skulle de vara eftergivliga (breakaway) och om de inte kunde göras eftergivliga skulle de skyddas genom att använda omdirigerande anordningar (Dinitz, 2013). År 1967 kom AASHTO's rapport *Highway Design and*

Operational Practices Related to Highway Safety, som kom att kallas the “Yellow Book” (Powers, Hall, Hall och Turner, 1998). Det var det första officiella dokument som uppmärksammade farliga delar i vägdesignen och föreslog lämpliga åtgärder.

Sedan 1970-talet har det i många amerikanska stater blivit standard för belysningsstolpar med kopplingar som är eftergivliga i alla riktningar (omnidirectional breakaway couplings) (Dinitz, 2013). År 1978 installerades Break-Safe Omni-directional breakaway system som standard i Pennsylvania på markmonterade breakaway system. Tjugofem år senare finns inget dokumenterat dödsfall i samband med Break-Safe. Idag använder 37 stater Break-Safe eftergivliga system (omni-directional system) och i 9 stater används enbart detta system (Dinitz, 2014).

Belysningsstolpar med kopplingar som är eftergivliga i alla riktningar (omnidirectional breakaway couplings) har också börjat användas i Nya Zeeland, Australien och Kanada (Dinitz, 2013). I Europa har de eftergivliga stolpar (yield supports) som använts varit uppfångande (energy-absorbing). I amerikanska krocktester har man sett att sådana uppfångande stolpar i hög hastighet kan fånga fordonet och orsaka en gir som välter fordonet och leder till allvarliga kroppsskador. I USA finns *Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaires, and Traffic Signals* (utgiven av AASHTO) vars sektion 12 handlar om krav när det gäller struktur, eftergivlighet (breakaway) och hållbarhet för utrustning som kan köras på av ett fordon. De kopplingar som är eftergivliga i alla riktningar (omnidirectional) är tillräckligt starka för att hålla en 16 meters stolpe som väger 450 kg och stå emot vindar på 240 km/tim. Kopplingen bryts av på ett konsekvent och förutsägbart sätt oavsett fordonets vinkel vid kraschen.

Ricker, Banks, Brenner, Brown och Hall (1977) anger att en generell slutsats från flera informationskällor är att eftergivliga stolpar (yielding or breakaway supports) är en av flera kostnadseffektiva åtgärder. Genom kvantitativa analyser beräknades att eftergivliga vägskyltar och belysningsstolpar hade en nytto-kostnadskvot¹⁸ på 7,25. En enkät i flera stater visade att, på en skala mellan 1 och 5 där 5 betyder hög olycksreduktion, skattades eftergivliga stolpars (breakaway supports) reduktion av dödade till 3,47 och reduktion av olyckor till 2,64. Åtgärder som skattades ha störst bidrag till minskning av antalet dödade skattades ha mindre effekt i på samtliga olyckor (oavsett skadegrad).

Faller, Holloway, Post och Ataullah (1991) kan efter nytto-kostnads-analyser konstatera att ändring till eftergivliga belysningsstolpar (breakaway light poles) är en kostnadseffektiv åtgärd vid alla undersökta ÅDT (mellan 500 och 40 000). Även med högre kostnader och lägre minskning av svårhetsgraden är eftergivliga belysningsstolpar en lovande lösning. Både omplacering av belysningsstolpar och byte till eftergivliga (breakaway) system har visat sig vara kostnadseffektiva åtgärder som ger nytto-kostnads-kvoter högre än 1,0.

Kurucz (1984) har i en studie analyserat 51 olyckor mellan personbilar och belysningsstolpar i Florida. Tillgång fanns till detaljerade data om människan, fordonet och omgivningen. Fordonshastigheter vid kraschen har rekonstruerats. Förarens skador mättes genom Abbreviated Injury Scale (AIS). Det var 16 av olyckorna som gällde kollision med eftergivliga stolpar (breakaway standards) där alla hade brytbar bas (frangible mounting base). Av de 35 oeftergivliga stolparna (rigid standards) var 46 procent i betong, 34 procent i stål och 20 procent i aluminium. Av analyserna framgår att effekten av eftergivliga (breakaway) stolpar och bältesanvändning visade sig vara beroende av kollisionens svårhetsgrad. Ju svårare kollision, ju större relativ effektivitet i form av minskad sannolikhet för en måttlig eller större skada. Minskningen av skador är väsentlig för eftergivliga stolpar jämfört med oeftergivliga. Minskningen i skador med anledning av eftergivliga stolpar är större än minskningen av skador från att bälte används. Det var bara en av trettio förare i urvalet som vid kollision med en eftergivlig stolpe och/eller var bältad som skadades allvarligt (AIS ≥ 2). Ungefär 65 procent av obältade förare som kolliderar med en oeftergivlig (rigid) stolpe i 90 km/tim (55 mph) skulle få

¹⁸ Kvoten mellan totala nyttan och totala kostnaden.

allvarliga skador jämfört med ungefär 11 procent av obältade förare som kör in i en eftergivlig (breakaway) stolpe.

År 1988 kom AASHTO *Roadside Design Guide* (Powers m.fl., 1998). I manualen nämns att praktiskt taget alla stolpar i USA är eftergivliga (designed to yield on impact) och därmed förhindra plötsliga retardationer av fordonet och passagerarskador. Större stolpar har en kombination av slip-base och gångjärn. Förändringen av fordonets hastighet i kraschen ska inte vara större än 16 km/tim. Powers m.fl. (1998) uppmärksammar forskningsresultat som visar att fordon sladdar i sidled och att brytfunktionen (breakaway mechanism) då inte fungerar korrekt. Författarna framhäver att den designer som ska använda en eftergivlig anordning (breakaway device) måste vara medveten om den miljö där den ska installeras. Belysningsstolpar måste placeras där det är minst troligt att de blir påkörda, och där det är mest troligt att de fungerar korrekt om de blir påkörda.

I *Roadside Design Guide* (AASHTO, 1996) nämns att eftergivliga belysningsstolpar (breakaway luminaire supports) bör vara maximalt 17 meter höga och väga maximalt 450 kg. Man beräknar att brytningen ska ske när stötfångaren går i vid 500 mm. Mastens arm roterar vanligen så att stolpen inte går i körfälten, men man måste vara medveten om att fallande stolpar kan utgöra en fara för andra närvarande som fotgängare och cyklister. En bra design har högmastad belysning vilket kräver färre stolpar som kan vara placerade längre från körbanan.

Enligt AASTHO *Roadside Design Guide* (Powers m.fl., 1998) ska nya vägar designas för att vara så riskfria som praktiskt möjligt. Om inte riskerna kan elimineras genom design ska de vara eftergivliga (yield on impact) eller avskärmade med ett lämpligt skydd (traffic barrier or crash-cushion). På existerande vägar rekommenderas att ett förlåtande (rensat) sidoområde implementeras selektivt genom att använda en systematisk genomgång av olycksdata och andra faktorer. Ett säkerhetsprogram kan identifiera situationer och platser där ett förlåtande sidoområde blir ett kostnadseffektivt sätt att minska dödade och skadade.

I Kennedy (1997) finns resultat från en litteraturstudie och sex fullskaliga krockprov. Syftet var att se om belysningsstolpar har en negativ effekt på vägräckens prestanda när det gäller omdirigering av fordon. Litteratur visade att lättviktsfordon kunde fastna i systemet med vägräcke–stolpe under kraschen. I testerna fastnade dock inget fordon under kraschen på vägräcket eller stolpen, varken lättviktsfordon (ca 830–890 kg) eller tyngre fordon (ca 2050 kg), varken vid stolpens placering nära (1,2–2,2 m) eller längre (5,7 m) från vägräcket. I de fall där fordonet var tungt och stolpen placerats nära bröt sig stolpen loss.

Den 23 november 2004 föll en eftergivlig belysningsstolpe (breakaway light standard) i körbanan under hård vind och träffade ett fordon där två personer skadades (Kahl och Till, 2006). Incidenten föranledde en undersökning av eftergivliga belysningsstolpar på staten Michigans huvudvägnät (trunklines) och 2649 stolpar inspekterades. Av inspektionsrapporten framgår att 61 procent av Michigans eftergivliga belysningsstolpar var i gott skick och inte behövde någon korrigerande åtgärd. Det var 36 procent som behövde korrigeras och 3 procent som omedelbart behövde tas bort, inklusive 15 stolpar i skruvbara stålfundament. Fortsatt inspektion vart fjärde år, samt andra åtgärder (bl.a. förbud för skruvbara stålfundament), kommer att ge den säkerhetsmarginal som önskas av transportdepartementet samt försäkra allmänheten om att liknande incidenter inte kommer att inträffa. Med ett ordentligt underhåll ska en typisk eftergivlig belysningsstolpe (breakaway light standard) som är korrekt installerad i ett betongfundament vara i tjänst i minst 50 år.

Nelson, Sicking och Polivka (2002) har studerat om man kan sätta vägskyltar på belysningsstolpar i syfte att minska antalet föremål i sidoområdet. Med en vägskylt på 1,2*1,2 m av aluminium som väger 13 kg på en 5,2 meter hög eftergivlig (slip-base) belysningsstolpe av aluminium erhöles den maximala belastningen på anslutningen. Analyserna visar att en sådan vägskylt har en försumbar påverkan av säkerhetsnivån på mycket höga eftergivliga (breakaway) belysningsstolpar.

4. Resultat från olycksstudie

Resultaten som redovisas i följande avsnitt är främst baserade på sammanställningar av olycksdata från Strada avseende tidsperioden 2003 till april 2017 men även en mindre omfattande analys av material från Trafikverkets djupstudiedatabas under åren 2007 till april 2017.

I många av sammanställningarna redovisas resultaten uppdelat på väghållare, statlig och kommunal. Den främsta anledningen till detta är det skiljer sig mellan såväl krav som ansvar för de olika vägnäten. För statliga vägar är det Trafikverket som är ansvarig väghållare medan det på kommunala gator är kommunerna som har ansvaret. Det totala trafikarbetet i Sverige var år 2016 ca 83 000 miljoner fordonskilometer och ca 70 procent av detta trafikarbete utfördes på statliga vägar (Trafikanalys (2017) och Trafikverket (2016)). Det finns dock idag ingen information om hur de övriga 30 procenten fördelar sig mellan kommunalt och enskilt vägnät vilket gör att det inte har varit möjligt att relatera antal olyckor till relevant trafikarbete vid en jämförelse mellan statligt och kommunalt vägnät. Det finns inte heller heltäckande nationell information om var belysningsstolparna är placerade och av vilken typ de är (eftergivliga eller ej). Viss information om belysningsstolpar på det statliga vägnätet finns att hämta ur Maximo¹⁹. Informationen i Maximo ger i huvudsak placering (koordinater), stolphöjd, armaturlängd, fabrikat och monteringsår och är inte heltäckande över landet än, och det är inte alltid möjligt att identifiera om belysningsstolpen är eftergivlig eller inte. Sammantaget kan inga riskberäkningar som jämför risken mellan olika stolpar, situationer och vägnät genomföras och resultatredovisningen är därför en beskrivning av var och när det inträffar olyckor i kollision med belysningsstolpar och dess skadekonsekvenser.

4.1. Strada

4.1.1. Alla olyckor oavsett stolptyp

4.1.1.1. Övergripande sammanställning

Datauttaget från Strada avseende olyckor där en belysningsstolpe på något sett varit inblandad avseende tidsperioden 2003-01-01 till 2017-04-18 och alla skadegrader resulterade i totalt 2 231 personer som skadats i olyckor på statligt vägnät och 3 862 på kommunalt vägnät, se Tabell 5.

Tabell 5. Antal skadade personer oavsett skadegrad i olyckor med kollision med belysningsstolpe per väghållare. Tidsperiod 2003-01-01 till 2017-04-18.

	Antal	Statlig/Kommunal/Enskild/Okänd*
Antal skadade personer	7 403	2 231/ 3 862/ 233/ 1 077

*Om väghållare t.ex. angetts som statlig/ kommunal för en personskaderapport så blir väghållaren statlig.

Om enbart²⁰ skadade personer med sammanvägd skadegrad dödad (D), allvarligt skadad (AS), måttligt skadad (MS) och lindrigt skadad (LS) studeras, innehåller materialet 1 811 personer som skadats på det statliga vägnätet och 3 242 som skadats på det kommunala, se Tabell 6. Analyserna baseras fortsättningsvis på materialet redovisat i Tabell 6.

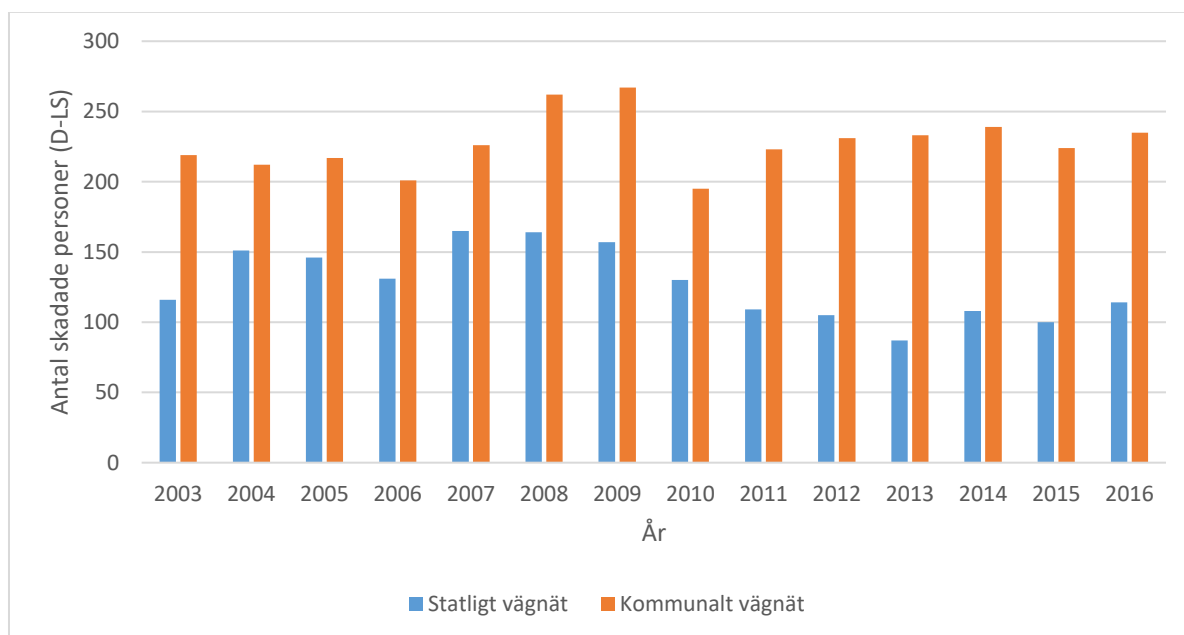
¹⁹ Maximo – Trafikverkets underhållsregister för belysningsstolpar.

²⁰ Död (ej officiell statistik), okänd skada, oskadad och osäker skada borttagna.

Tabell 6. Antal skadade personer uppdelat efter sammanvägd skadegrad och väghållare (statlig/kommunal). Tidsperiod 2003-01-01 till 2017-04-18.

Sammanvägd skadegrad	Statlig	Kommunal
Död (D)	40	32
Allvarlig skadad (AS)	62	100
Måttligt skadad (MS)	276	438
Lindrigt skadad (LS)	1 433	2 672
Totalt	1 811	3 242

I Figur 3 redovisas antal skadade personer per år med sammanvägd skadegrad D – LS uppdelat på statlig respektive kommunal väghållare. Resultaten från 2017 redovisas inte i figuren eftersom det inte är ett helt år. På det statliga vägnätet skadas sedan 2011 ca 100 personer per år i olyckor där man på något sätt kolliderat en belysningsstolpe. Mellan 2003 och 2010 var antalet per år något högre, ca 150 per år. På det kommunala vägnätet har det under hela tidsperioden skadats mellan 200 och 250 personer per år i olyckor med belysningsstolpe inblandad.



Figur 3. Antal skadade personer per år med sammanvägd skadegrad (D-LS) oavsett olyckstyp.

Hur de skadade personerna fördelar sig efter olyckstyp redovisas i Tabell 7. Den dominerande olyckstypen är singelolycka med motorfordon. På statligt vägnät är mer än 80 procent singelolyckor med motorfordon och på kommunalt vägnät är andelen drygt 70 procent.

Tabell 7. Antal skadade personer uppdelat på olyckstyp och väghållare. Data 2003-01-01 till 2017-04-18.

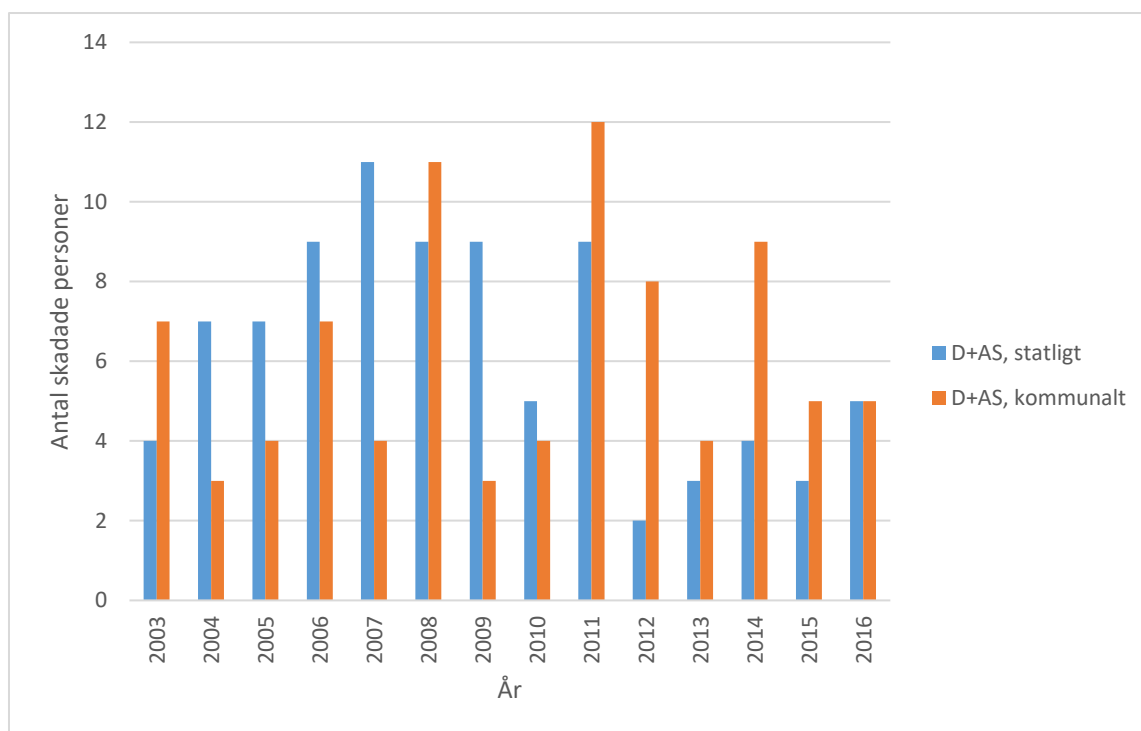
Olyckstyp	Statlig	Kommunal
Motorfordon - singel	1498	2330
Motorfordon - motorfordon	191	264
Motorfordon - cykel/moped	4	26
Motorfordon - gående	9	33
Cykel/gående/moped	60	484
Övrig	49	105
Totalt	1811	3242

Eftersom eftergivliga belysningsstolpar designas för att vara eftergivliga främst för motorfordon redovisas enbart **motorfordon singel** och **motorfordon – motorfordon** fortsättningsvis, dvs olyckor där enbart motorfordon varit inblandade. I Tabell 8 redovisas antalet skadade personer uppdelat efter fordonstyp och väghållare för dessa olyckstyper. I mer än 90 procent av fallen har de skadade personerna färdats i personbil, detta gäller såväl statligt som kommunalt vägnät.

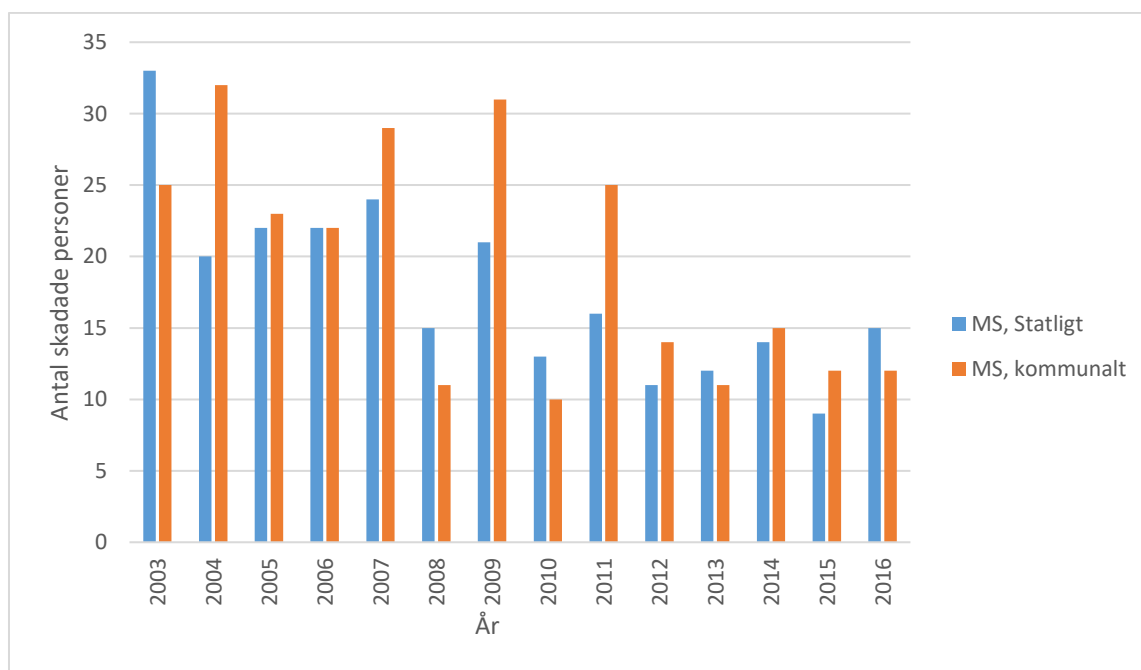
Tabell 8. Antalet skadade personer uppdelat efter fordonstyp och väghållare. Motorfordon singel och motorfordon-motorfordon. Data 2003-01-01 till 2017-04-18.

Fordonstyp	Statlig	Kommunal
Personbil	1551	2445
Lastbil	74	59
MC	47	59
Övrig	17	31
Total	1689	2594

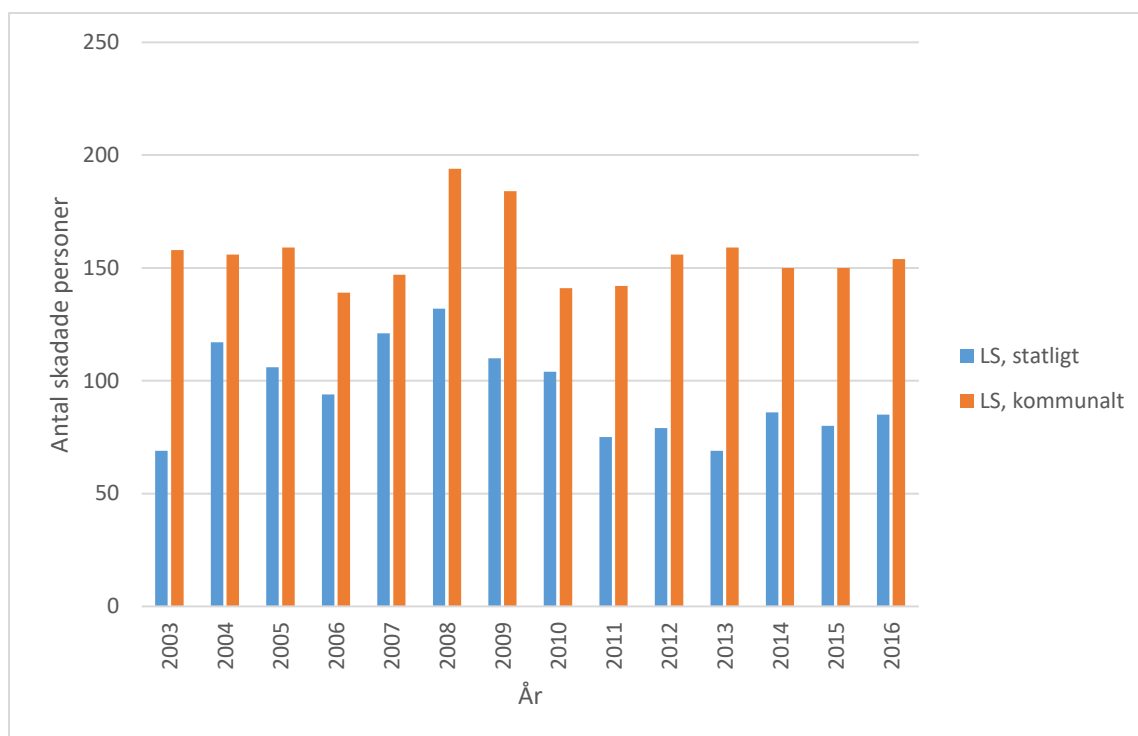
I Figur 4 redovisas antalet skadade personer per år med sammanvägd skadegrad död (D) eller allvarligt skadad (AS) uppdelat på statligt och kommunalt vägnät. I Figur 5 och Figur 6 redovisas motsvarande för måttligt skadade (MS) och lindrigt skadade (LS). Om man studerar utfallet de senaste fem åren ser man att efter 2012 är det mellan 2 och 5 personer per år som har skadats allvarligt (D eller AS) i kollision med belysningsstolpar på det statliga vägnätet. Motsvarande antal på det kommunala vägnätet var mellan 4 och 9 per år. Ser man till de måttligt skadade är det ca 10 – 15 per år på såväl det statliga som kommunala vägnätet och för de lindrigt skadade ca 75 per år på det statliga vägnätet och ca 150 på det kommunala vägnätet.



Figur 4. Antal skadade personer per år med sammanvägd skadegrad D (död) eller allvarligt skadad (AS). Motorfordon singel och motorfordon - motorfordon, uppdelat på statligt och kommunalt vägnät.



Figur 5. Antal skadade personer per år med sammanvägd skadegrad måttligt skadad (MS). Motorfordon singel och motorfordon - motorfordon, uppdelat på statligt och kommunalt vägnät.

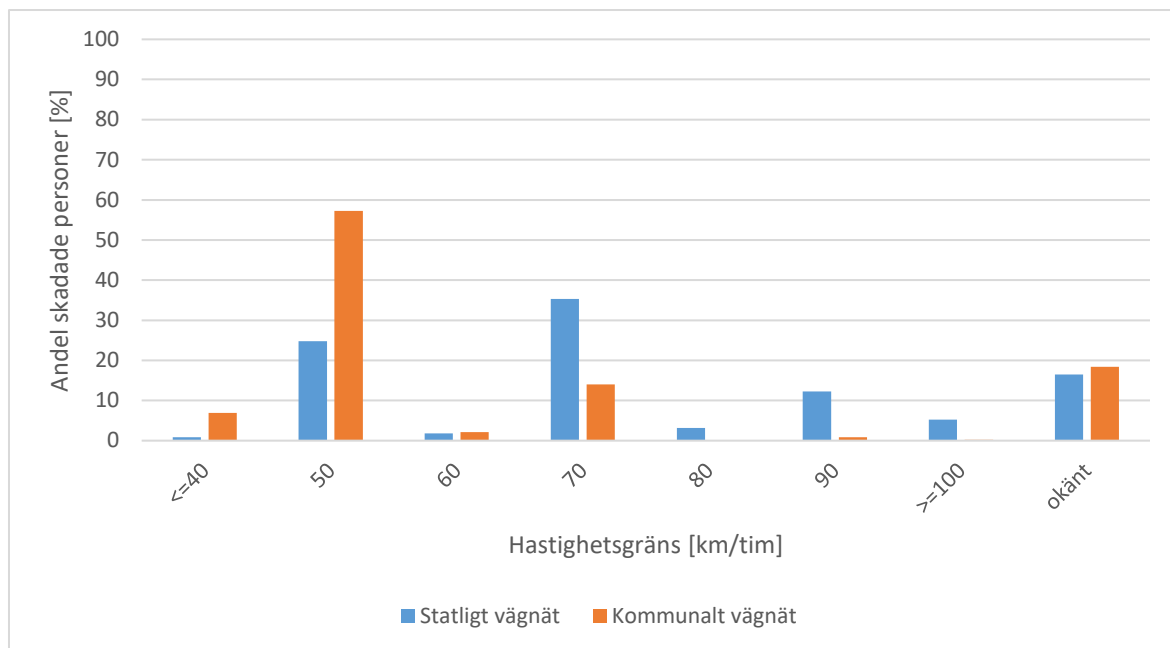


Figur 6. Antal skadade personer per år med sammanvägd skadegrad lindrigt skadad (LS). Motorfordon singel och motorfordon – motorfordon, uppdelat på statligt och kommunalt vägnät.

4.1.1.2. Hastighetsgräns

I Figur 7 redovisas hur de skadade personerna fördelar sig över hastighetsgräns på statligt respektive kommunalt vägnät för olyckstyperna motorfordon singel och motorfordon – motorfordon. På det statliga vägnätet sker det flest olyckor i kollision med belysningsstolpe på vägar med hastighetsbegränsning 70 km/tim (35 %), följt av 50 km/tim (25%). På det kommunala vägnätet sker det flest olyckor på gator med hastighetsbegränsning 50 km/tim (58%) följt av 70 km/tim (13%). Vid vilken hastighetsgräns olyckorna inträffat beror både på belysningsstolparnas fördelning över de olika hastighetsgränserna men också hur trafikarbetet fördelar sig på hastighetsgränserna, ett stort trafikarbete kan förväntas generera fler olyckor.

I Tabell 9 redovisas antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Totalt sett under den studerade tidsperioden omkom 10 personer på det statliga vägnätet i kollision med belysningsstolpe där hastighetsgränsen var 50 km/tim. Ingen omkom i kollision med belysningsstolpe på vägar där hastighetsgränsen var 30 eller 40 km/tim. På det kommunala vägnätet omkom 15 personer i en olycka där man kolliderat med belysningsstolpe där hastighetsgränsen var 50 km/tim och en person där hastighetsgränsen var 40 km/tim. Observera att vi inte känner till den faktiska hastigheten fordonet hade vid olyckan eller vilken betydelse belysningsstolpen haft för skadeutfallet. Motsvarande resultat för singelolyckor finns i Bilaga 2, Tabell 17.



Figur 7. Andel skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Alla skadegrader och olyckstypen motorfordon singel och motorfordon-motorfordon. $N_{statligt} = 1689$, $N_{kommunalt} = 2594$.

Tabell 9. Antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Alla skadegrader och olyckstypen motorfordon singel och motorfordon-motorfordon.

	Statligt vägnät					Kommunalt vägnät					
Hastighet	D	AS	MS	LS	Totalt	D	AS	MS	LS	Totalt	Total
30 km/tim	0	0	2	4	6	1	4	12	76	93	99
40 km/tim	0	0	2	7	9	0	0	3	84	87	96
50 km/tim	10	14	48	347	419	15	30	153	1288	1486	1905
60 km/tim	2	0	2	27	31	0	4	6	46	56	87
70 km/tim	15	20	95	466	596	8	9	47	299	363	959
80 km/tim	2	1	6	45	54	0	0	0	3	3	57
90 km/tim	3	3	52	149	207	0	2	2	19	23	230
100 km/tim	0	0	4	10	14	0	0	0	0	0	14
110 km/tim	1	7	11	54	73	0	0	2	4	6	79
120 km/tim	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2
Okänt	1	3	16	115	135	3	7	28	211	249	384
(tom)	0	6	11	126	143	0	4	20	204	228	371
Totalt	35	54	249	1351	1689	27	60	273	2234	2594	4283

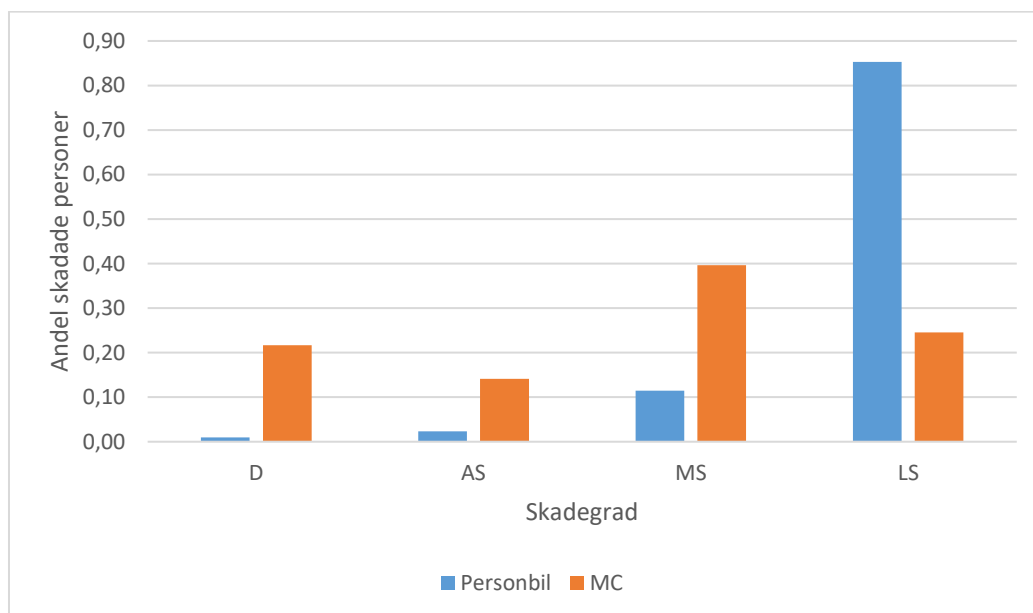
4.1.1.3. Fordonstyp

I Tabell 10 redovisas antal skadade personer avseende fordonstyp, sammanvägd skadegrad samt väghållare. Figur 8 redovisar skadefördelningen för motorcyklister och personbilister som kolliderat med en belysningsstolpe. Det finns en tydlig skillnad i skadefördelningen, motorcyklister har betydligt högre andel svårare skador än de som färdas i personbil.

Totalt under den studerade tidsperioden har 38 personer omkommit i olyckor där man kolliderat med en belysningsstolpe medan motsvarande antal motorcyklister är 23. Enligt Trafikanalys (2017) är trafikarbetet för motorcyklister ca 700 miljoner fordonskilometer och 67 000 miljoner fordonskilometer för personbil under 2016. Även om trafikarbetet förändrats under åren som studeras i detta avsnitt är förhållandena mellan personbilar och motorcyklister av liknande storleksordning mellan 2003 och 2016, dvs trafikarbetet för personbilar är i genomsnitt under tidsperioden ca 90 gånger större än för motorcyklar. Ser man då till risken att dödas eller skadas allvarligt i olyckor där man kolliderat med en belysningsstolpe blir den 26 gånger så hög för motorcyklister jämfört med om man färdas i personbil, medan risken att skadas måttligt är ca 8 gånger så stor.

Tabell 10. Antal skadade personer avseende fordonstyp, sammanvägd skadegrad samt väghållare. Motorfordon singel och motorfordon – motorfordon, 2003 – 2017 (april).

Fordonskategori	Statlig				Kommunal				Totalt
	D	AS	MS	LS	D	AS	MS	LS	
Personbil	24	43	219	1265	14	49	239	2143	3996
Lastbil	1	4	9	60	0	3	7	49	133
Motorcykel	10	7	19	11	13	8	23	15	106
Övrigt inkl. buss	0	0	2	15	0	0	4	27	48
Total	35	54	249	1351	27	60	273	2234	4283



Figur 8. Andel skadade personer per skadegrad för personbil och motorcykel, alla skadegrader, 2003 – 2017 (t.o.m. april).

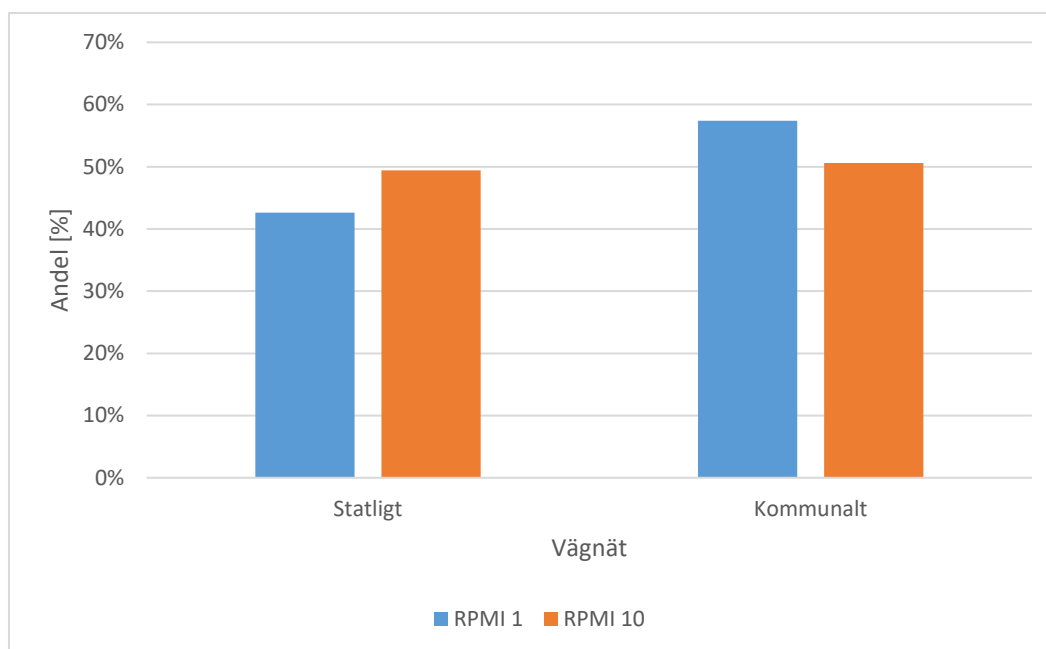
4.1.1.4. Allvarligt skadade enligt RPMI

I följande avsnitt redovisas hur antalet allvarligt och mycket allvarligt skadade med avseende på risk för permanent medicinsk invaliditet, RPMI (se avsnitt 2.2.3) fördelar sig inom de olika vägnäten för olyckor där enbart motorfordon är inblandade (motorfordon – motorfordon och motorfordon singel). Jämfört med tidigare analyser är tidsperioderna som studeras något kortare eftersom måttet allvarligt skadad enligt RPMI endast finns tillgängligt från år 2006. Antal personskaderapporter som ligger till grund för beräkningarna är totalt 1155 stycken varav 464 på statligt vägnät och 691 på kommunalt vägnät. Eftersom sjukvårdens bedömning av skador ligger till grund för framtagningen av måttet RPMI används enbart olyckor som registrerats av både polis och sjukvård. Notera att skadegrad ”Död” har inget RPMI mått och är därför exkluderade i följande analyser.

I Tabell 11 och Figur 9 redovisas hur antalet prognostiserat antal allvarligt skadade och mycket allvarligt skadade med avseende på risk för permanent medicinsk invaliditet, RPMI fördelar sig inom statligt respektive kommunalt vägnät. Det är ungefär lika många som skadas *mycket allvarligt* (RPMI 10) på det statliga som på det kommunala vägnätet medan det är fler som skadas *allvarligt* (RPMI 1) på det kommunala. Andel *mycket allvarligt skadade* i förhållande till antalet *allvarligt skadade* är ca 24 procent på det statliga vägnätet och 18 procent på det kommunala vägnätet, vilket innebär att det är högre skadegrad och högre relativ risk för mycket allvarlig skada på det statliga vägnätet. Detta kan bero på flera orsaker, men en möjlig orsak kan vara att det är högre hastighetsgränser och därmed högre hastigheter på det statliga vägnätet.

Tabell 11. Prognostiserat antal och andel allvarligt skadade enligt RPMI 1 och mycket allvarligt skadade enligt RPMI 10 inom statligt och kommunalt vägnät.

	Statligt vägnät		Kommunalt vägnät		
	Antal	Andel	Antal	Andel	Totalt antal
RPMI 1	79	0,43	107	0,57	186
RPMI 10	19	0,49	20	0,51	39



Figur 9. Beräknad andel allvarligt skadade (RPMI 1) och mycket allvarligt skadade (RPMI 10) fördelat på statligt respektive kommunalt vägnät. Alla skadade personer rapporterade av både polis och sjukvård för olyckstypen motorfordon singel och motorfordon – motorfordon under tidsperioden 2006-01-01 till 2017-04-18. $N_{RPMI\ 1} = 186$, $N_{RPMI\ 10} = 39$.

4.1.2. Resultat uppdelat på stolptyp

För att identifiera om en belysningsstolpe var eftergivlig eller inte gjordes en visuell analys av stolpar och olyckor som tidigare beskrivits i avsnitt 2.2.1. Detta innebar att foton i Google maps studerats för att bedöma om stolpen varit eftergivlig eller inte. Exempel på stolpar som identifierats finns i Bilaga 1. Studiens begränsade omfattning gjorde det inte möjligt att i detalj studera alla olyckorna då varje olycka kräver manuell hantering och därför har endast en begränsad del av olycksmaterialet studerats och tidsperioden har begränsats till 2012 och senare. Datamaterialet består olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) och alla skadegrader (D, AS, MS och LS). För de dödade, allvarligt och måttligt skadade har samtliga olyckor gått igenom och stolpen klassificerats som eftergivlig eller oeftergivlig. För de lindrigt skadade har ett slumpmässigt urval på 10 procent av olyckorna gått igenom och utifrån detta urval har därefter antalen räknats upp. Underlagsmaterialet beskrivs i Tabell 12, totalt 448 skadade personer på det statliga vägnätet och 799 på det kommunala (motorfordonsolyckor, 2012 – 2017 (t.o.m. april)).

Tabell 12. Antal skadade personer i olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) som inträffat under åren 2012–2017 (t.o.m. april), samt alla skadegrader (D, AS, MS och LS).

Sammanvägd skadegrad	Statlig	Kommunal
Död (D)	6	6
Allvarlig skadad (AS)	9	25
Måttligt skadad (MS)	58	60
Lindrigt skadad (LS)	375	708
Total	448	799

Av dessa 1247 skadade personer är 305 personskaderapporter utvärderade visuellt och stolptypen har bedömts vara eftergivlig eller oeftergivlig. Samtliga personer för död, allvarligt och måttligt skadade har gått igenom med endast 10 procent av de lindrigt skadade (OSU²¹). De stolpar som är av trä och har belysningsarmatur är kategoriserade som oeftergivlig, totalt 10 stycken. I de fall den visuella bedömningen varit "troligtvis eftergivlig" eller "troligtvis oeftergivlig" har stolpen hamnat i kategorin som bedömts som trolig. Detta rör 3 av 52 eftergivliga stolpar och 15 av 186 oeftergivliga stolpar. Resultaten från den visuella analysen redovisas i Tabell 13. Totalt har 51 belysningsstolpar identifierats som eftergivliga varav 34 på det statliga vägnätet och 186 som oeftergivliga. I 67 fall har det inte varit möjligt att bedöma stolptyp (*ej identifierbar* eller *ej relevant* i Tabell 13).

Tabell 13. Faktiskt antal utvärderade skadade personer i olyckor med belysningsstolpe inblandad. Olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april), samt alla skadegrader (D, AS, MS och LS).

Eftergivlig stolpe	Statlig	Kommunal	Totalsumma
Ja	34	18	52
Nej	61	125	186
Ej relevant	14	7	21
Ej identifierbar	15	31	46
Totalsumma	124	181	305

I Tabell 14 redovisas uppskattat antal skadade personer i olyckor med eftergivlig respektive oeftergivlig belysningsstolpe med enbart motorfordon inblandade. För de dödade, allvarligt och måttligt skadade har samtliga olyckor gått igenom och stolpen klassificerats som eftergivlig eller oeftergivlig. I de fall där stolptypen inte har kunnat identifierats har vi antagit att de fördelar sig på samma sätt på eftergivlig respektive oeftergivlig stolpe som de stolpar där stolptypen kunnat identifieras. För de lindrigt skadade har ett slumpmässigt urval på 10 procent av olyckorna gått igenom och utifrån detta urval har därefter antalen räknats upp enligt samma princip som ovan. Resultaten visar att det är 36 procent av olyckorna med belysningsstolpe på det statliga vägnätet som skett mot eftergivliga stolpar, medan motsvarande värde är 13 procent på det kommunala vägnätet. För att studera skillnader i skadefördelning mellan eftergivliga och oeftergivliga stolpar rekommenderas att ett större material gås igenom så att relevanta uppdelningar på t.ex. hastighetsgräns kan göras. I föreliggande material är det endast på hastighetsgränser ≤ 50 km/tim som materialet är tillräckligt stort för att studera skillnader i skadefördelning, se nedan.

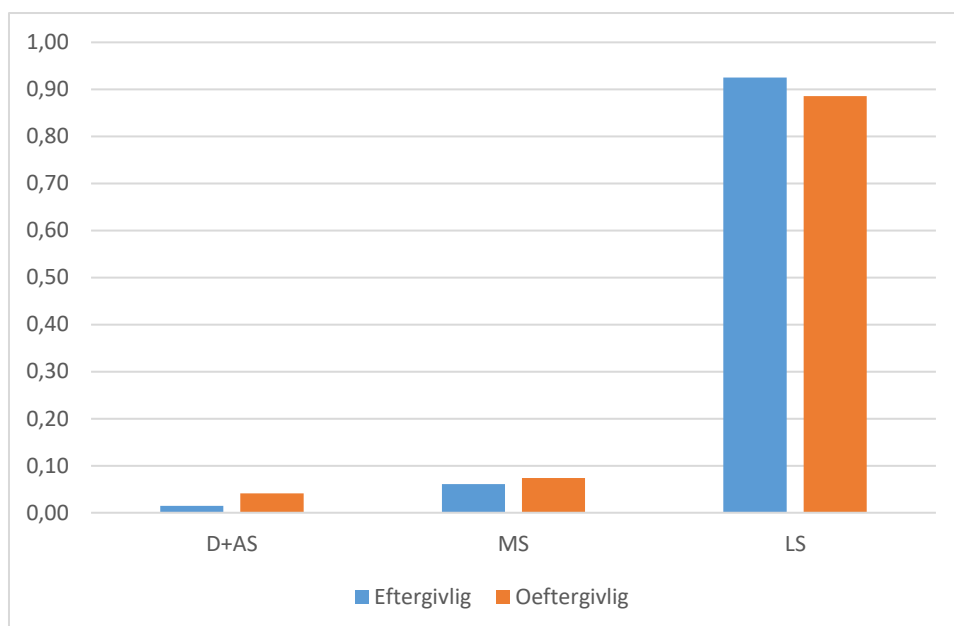
²¹ Oberoende slumpmässigt urval

Tabell 14. Skattat antal skadade personer i olyckor med eftergivlig respektive oeftergivlig belysningsstolpe med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april), alla skadegrader (D, AS, MS och LS). Lindrigt skadade är uppräknat.

Vägnät	Statlig		Kommunal		
Skadegrad	Eftergivlig	Oeftergivlig	Eftergivlig	Oeftergivlig	Totalt
Död (D)	2	3	0	6	11
Allvarlig skadad (AS)	3	4	4	20	31
Måttligt skadad (MS)	20	34	5	51	110
Lindrigt skadad * (LS)	99	216	104	584	1003
Totalt	124	257	112	662	1155

*Antalet har räknats upp till att motsvara samma tidsperiod och omfattning som de andra skadegraderna.

För att studera mer jämförbara situationer studeras skadefördelningen för olyckor som skett på vägar med hastighetsgräns ≤ 50 km/tim. Detta innebär framför allt tätortsvägar oavsett om olyckorna skett på kommunalt eller statligt vägnät. I Figur 10 redovisas fördelningen över olika skadegrader beroende på stolptyp, eftergivlig eller inte, för vägar med hastighetsbegränsning 50 km/tim eller lägre. Här ses en att skadefördelningen för de eftergivliga stolparna är något förskjuten mot de lindriga skadorna jämfört med fördelningen för de oeftergivliga stolparna. För vägar med hastighetsbegränsning 50 km/tim eller lägre är det ingen som har dödats i kollision med en eftergivlig stolpe och det är få som skadats allvarligt under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april). Notera att vi inte har någon möjlighet att i detta material studera i vilka olyckor skador helt undvikits till följd av att stolpen har varit eftergivlig.



Figur 10. Skattad andel skadade personer i olyckor med eftergivlig respektive oeftergivlig belysningsstolpe där hastighetsgränsen är ≤ 50 km/tim. Olyckor med enbart motorfordon inblandade under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april), alla skadegrader (D + AS, MS och LS).

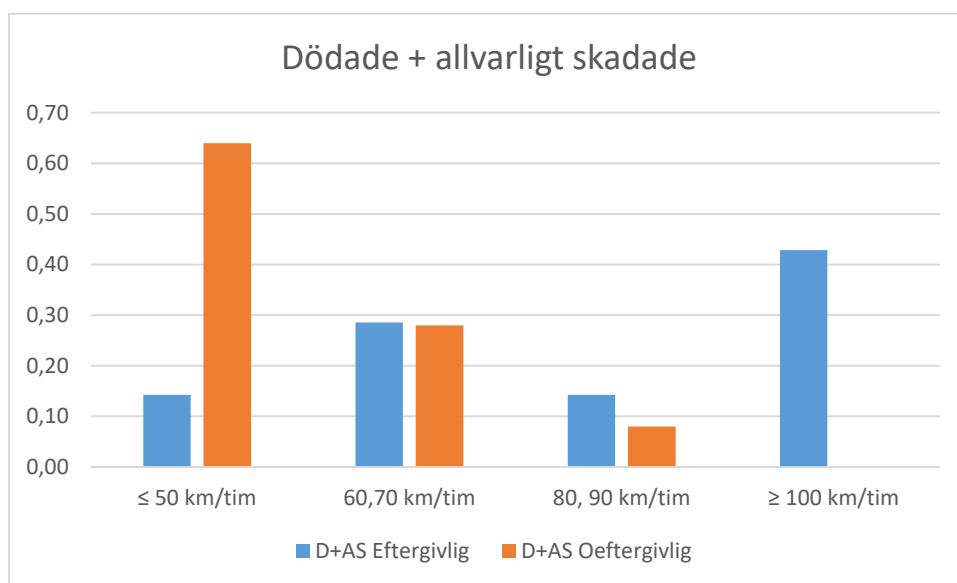
I Tabell 15 redovisas antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och skadegrad, oavsett väghållare. Antalen motsvarar de som utvärderats visuellt och som tidigare nämnts har samtliga olyckor gått igenom för de dödade, allvarligt och måttligt skadade, men för de lindrigt skadade har ett slumpmässigt urval på 10 procent av olyckorna gått igenom. Det bör därmed noteras att för LS (lindrigt skadade) motsvarar värdet i Tabell 15 endast 10 procent av det totala antalet. I Figur 11 – Figur 13 redovisas hur andelen skadade personer med sammanvägd skadegrad D (död) + AS (allvarligt skadad), MS (måttligt skadad) och LS (lindrigt skadade) fördelar sig på hastighetsgräns. Bland de dödade och svårt skadade som kolliderat med en eftergivlig belysningsstolpe är det relativt sett flest som skadats vid höga hastigheter (även om det är få totalt sett). De måttligt skadade som skadats i kollision med en eftergivlig belysningsstolpe fördelar sig relativt jämnt över de olika hastighetsgränserna medan de lindrigt skadade mot eftergivlig belysningsstolpe främst skadats på hastighetsgränser som är 50 km/tim eller under. Ser man till de som skadats i kollision med oeftergivliga belysningsstolpar fördelar sig de skadade på ungefär samma sätt över hastighetsgränserna oavsett skadegrad, det är flest som skadas vid låga hastighetsgränser.

Eftersom vi i dagsläget inte kan relatera olyckorna till exponering vare sig vad gäller trafikarbete eller hur vi nationellt sett placerar stolparna är det svårt att dra några långtgående slutsatser kring dessa resultat. Att de flesta kollisioner sker på vägar med hastighetsgräns under 50 km/tim har en tydlig koppling till att det är flest belysningsstolpar i tätorter där vägarna generellt har lägre hastighetsgränser. Mönstret mellan fördelning över hastighetsgräns och skadegrad skiljer sig mellan de olika stolptyperna och det är ingen som har dödats och få som har skadas allvarligt i kollision med en eftergivlig stolpe på vägar med hastighetsbegränsning 50 km/tim eller lägre under perioden 2012–2017 (t.o.m. april).

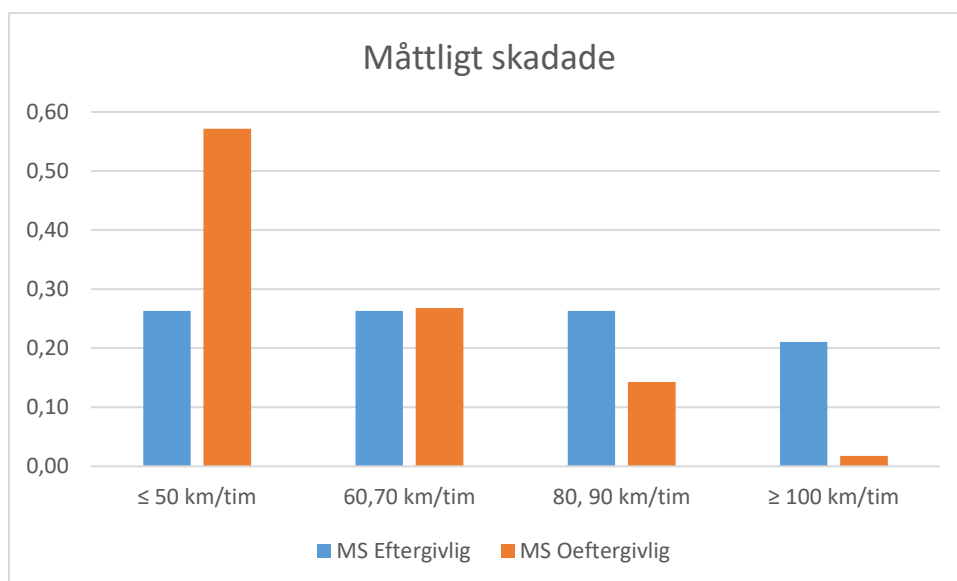
Tabell 15. Antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och skadegrad. Olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april).

Hastighetsgräns	D		AS		MS		LS* (endast 10 %)	
	Eftergivlig	Oeftergivlig	Eftergivlig	Oeftergivlig	Eftergivlig	Oeftergivlig	Eftergivlig	Oeftergivlig
≤ 50 km/tim	0	4	1	12	5	32	10	51
60,70 km/tim	0	2	2	5	5	15	7	16
80, 90 km/tim	0	2	1	0	5	8	1	3
≥ 100 km/tim	2	0	1	0	4	1	2	0
Okänt	0	1	1	3	3	15	2	16
Totalt	2	9	6	20	22	71	22	86

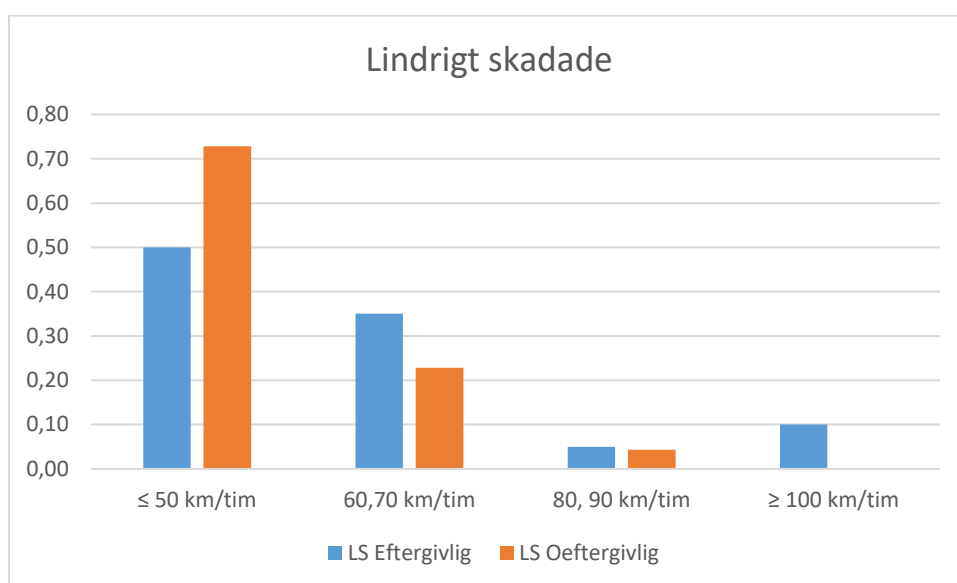
* Notera att för LS (lindrigt skadade) motsvarar värdet endast de utvärderade och därmed 10 % av det faktiska antalet.



Figur 11. Andel skadade personer med sammanvägd skadegrad D (död) eller AS (allvarligt skadad) uppdelat på hastighetsgräns. Olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april).



Figur 12. Andel skadade personer med sammanvägd skadegrad MS (måttligt skadad) uppdelat på hastighetsgräns. Olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april).



Figur 13. Andel skadade personer med sammanvägd skadegrad LS (lindrigt skadad) uppdelat på hastighetsgräns. Olyckor med enbart motorfordon inblandade (motorfordon singel och motorfordon – motorfordon) under tidsperioden 2012–2017 (t.o.m. april).

4.2. Djupstudier

Totalt studerades 27 olika skaderapporter i djupstudiedatabasen och av dessa bedömdes 22 vara relevanta för fortsatt analys. Fem av stolparna är klassificerade av djupstudieutredare som oeftergivliga, övriga stolpar är klassade med hjälp av foton från olycksplatsen i djupstudieklienten eller med hjälp av Google maps. Övervägande delen av stolparna involverade i dödsolyckorna har klassats som oeftergivliga.

Endast två eftergivliga stolpar har identifierats varav den ena ingår i en olycka med lastbil som lagt sig över mittbarriär i betong och sedan dragit med sig några stolpar på vägen.

Vid en sammanställning av de 22 personskaderapporterna finns 4 motorcyklar, 1 lastbil och 17 personbilar. Få av olyckorna är rena kollisioner med enbart en belysningsstolpe utan även många andra islagsföremål så som träd, vägräcken och stenar finns beskrivna i olycksförloppet samt andra olycksfaktorer ex så som att hastigheten varit över hastighetsbegränsningen i 15 av fallen och att i 8 fall finns information om att bilbälte inte använts. I Tabell 16 redovisas belysningsstolpens deformation beroende på islagsriktning hos personbilen. I endast ett fall har belysningsstolpen bedömts vara eftergivlig och i det fallet saknades information om belysningsstolpens deformation. Vad gäller islagsriktning för de 17 personskaderapporter med personbil var det:

- 3 islag vid front
- 7 islag i front/sida
- 4 islag i sida
- 1 islag bak
- 2 vet ej islag

Stolparnas deformation i dessa olyckor har vid/efter kollision varit

- 4 intakt
- 6 knäckts/gått av
- 5 vikt/böjd/lutande
- 2 obestämbar

Tabell 16. Belysningsstolpens deformation vid kollisionen beroende på islagsriktning hos personbilen.

		Stolpens deformation vid kollision			
Islag Fordon	Antal	Intakt	Knäckt/gått av	Vikt/böjd/lutande	Okänt
Front	3		1*	2	
Front/sida	7	3	3	1	
Sida	4		2	1	1
Bak	1	1			
Okänt	2			1	1**

*trästolpe, **eftergivlig stolpe.

11 av de 17 olyckorna har inträffat under helgen, dvs. mellan kl 18:00 på fredag och 8:00 måndag. I 12 av 17 fall har det varit mörker eller gryning/skymning. I 6 av fallen har vägbanan noterats som våt/fuktig eller lös snö/snömodd. I de 11 olyckor som inträffat under mörker så har vägbelysningen varit tänd medan under skymning/gryning så var belysningen släckt vid tiden för olyckan.

I de fall där stolpen har varit intakt så har fordonet slagit in med front/sida eller sida och hastigheten har av djupstudieutredare bedömts som över hastighetsgräns. Det har varit kraftiga deformationer av fordonen men en eftergivlig stolpe hade antagligen förmildrat olycksförloppen då inte så många andra objekt varit involverade i förloppen.

Alla olyckor där stolpen knäckts/gått av har inträffat under mörker eller gryning/skymning, islag i fordon har varit övervägande front/sida och sida. Olycksförloppen har varit komplicerade med flera islagspunkter, kollisionsobjekt och för större delen av olyckorna hastigheter bedömda som över hastighetsbegränsningen.

Bland de 5 olyckor där stolpen blivit vikt/böjd/lutande så har alla en kollision med stolpe men även kollision med andra objekt. Två av olyckorna har även kraftiga kollisioner mot träd.

14 av de 17 omkomna är män och 13 av dessa var förare i själva olyckan. Endast två personer över 65 år har omkommit och då i olyckor som bedömts ha lägre krockvåld än övriga olyckor.

Bland de 4 olyckorna med motorcykel har inte belysningsstolpen körts på i första hand utan föraren har kastats av och kolliderat med belysningsstolpen. I ett av fallen har föraren inte haft hjälm och i ett annat av fallen var föraren kraftigt berusad. Vid samtliga motorcykelolyckor utom en bedöms hastigheten ha varit över den tillåtna hastighetsgränsen som var 50 km/tim i samtliga fall.

5. Samhällsnytta

5.1. Förekomst av belysningsstolpar

I Sverige har Trafikverket för närvarande ca 200 000 ljuspunkter på det statliga vägnätet. Hos kommunerna finns det betydligt fler, bara i Stockholm finns ca 100 000 ljuspunkter, i Sundsvall ca 22 000 och i Västerås ca 23 000, men en nationell sammanställning över alla kommuner saknas. Det finns tyvärr inte heller någon nationell uppgift om hur många av belysningsstolparna som är eftergivliga. I kommunerna ovan är det endast några få procent av belysningsstolparna som är eftergivliga, men det pågår ett arbete med att öka antalet både på det kommunala och statliga vägnätet. Enligt uppgifter från Trafikverket, som gjort en grov uppskattning utifrån underhållsregistret Maximo, bedöms mellan 35 och 40 procent av de statliga belysningsstolparna vara eftergivliga. Cirka 5 – 15 procent (beroende på leverantör) av de belysningsstolpar som säljs idag bedöms vara eftergivliga enligt Trafikverket, vilket gör att andelen eftergivliga stolpar succesivt ökar.

Enligt uppgifter från Trafikverket (Joakim Frank) är antalet nerkörda belysningsstolpar på statliga vägar över hela landet under ett år (2010) knappt en stolpe per dag (336). Till detta tillkommer belysningsstolpar på kommunala vägar och gator.

5.2. Effekter på skador

Olycksstudien i kapitel 4 visar att sedan 2012 har det varit ca 260 personer som skadats per år i kollisioner med belysningsstolpar i olyckor med enbart motorfordon inblandade och av dessa är det ca 10 personer per år som skadats allvarligt (död eller sammanvägd skadegrad allvarligt skadad), ca 25 som fått måttliga skador och ca 225 som fått lindriga skador. En uppskattning visar att beroende på skadegrad har mellan 30 och 40 procent av dessa olyckor på det statliga vägnätet varit i kollision med en eftergivlig stolpe, vilket är i samma storleksordning som uppskattningen av andelen eftergivliga stolpar på det statliga vägnätet (enligt ovan). Motsvarande andel på det kommunala vägnätet är mellan 10 och 15 procent.

Olycksstudien i denna rapport har varit en inledande pilotstudie som främst syftat till att på ett övergripande sätt beskriva omfattningen av problemet att trafikanter skadas i kollisioner med belysningsstolpar, men också att undersöka värdet av att göra en mer omfattande olycksstudie. Ett annat syfte har också varit att se om det var möjligt att identifiera stolptyp (eftergivlig eller inte eftergivlig) utifrån koordinater i Google maps. Eftersom det inte finns tillgängliga nationella uppgifter om trafikarbetet på kommunala gator och inte heller nationellt heltäckande information om var belysningsstolparna är placerade och i vilken omfattning belysningsstolparna är eftergivliga (t.ex. på vilka gator och vid vilka hastighetsgränser) så har det i denna studie inte varit möjligt att göra beräkningar av trafiksäkerhetseffekten då man kolliderar med en eftergivlig stolpe istället för en oeftergivlig.

Krockprov enligt metoden EN12767 visar framför allt på stora skillnader i kupédeformation och därtill följande risk för personskador på bilpassagerarna. Vid provning enligt EN12767 ser man rätt tydligt att en eftergivlig stolpe enbart tenderar att skada fordonet exteriört. Särskilt tydligt kan en sidledes sladd in i en oeftergivlig stolpe ge betydande kupéinträngning och svåra personskador, även i måttliga farter. Stolpar provas, enligt EN12767, i farterna 100 km/h, 70 km/h eller 50 km/h. Man kan säga att proven avses representera en typisk olycka, en representant för majoriteten av de förväntade olyckorna. Det kan vara värt att notera att man därmed inte provar enligt den mest extrema olyckan eller något slags ”worst case” scenario.

Resultat från tidigare studier och flera olika länder visar att det är kostnadseffektivt att använda eftergivliga belysningsstolpar på vägar med trafikflöden över ca 500 fordon/dygn och vid hastigheter 50 km/tim eller högre. En stor anledning är att skadeutfallet i olyckorna minskar kraftigt. I Trafik-säkerhetshandboken (Elvik m. fl., 2009) uppskattas baserat på resultat från tre olika studier att

personskadeolyckorna minskar med 50 procent (K.I: -72, -25) om man crockar med en eftergivlig stolpe jämfört med en oeftergivlig.

I Storbritannien studerades fem vägsträckor som fått eftergivliga (lightweight breakaway) belyningsstolpar mellan 1965 och 1971, totalt omfattande ca 450 stolpar (Walker, 1974). Olyckornas svårhetsgrad minskade avsevärt och i de flesta olyckor blev det enbart materiella skador. Kostnaden för en olycka med en eftergivlig stolpe beräknades vara en femtedel av en olycka med en konventionell oeftergivlig stolpe. Simpson (2000) visar i ett hypotetiskt räkneexempel där han antar att svårhetsgraden minskar ett steg vid byte till eftergivlig stolpe (dvs död bli allvarligt skadad, allvarligt skadad blir lindrigt skadad och de lindrigt skadade blir oskadade) att olyckskostnaden kan minskas med en faktor 10 vid byte till eftergivliga stolpar. Även en nyare studie av Williams m.fl., (2008) har utgått från samma antagande och visar att man i Storbritannien skulle sänka de årliga kollisionskostnaderna från £185,5 miljoner till £22,8 miljoner om man införde enbart eftergivliga belyningsstolpar.

Nytto-kostnadsanalyser från Faller, Holloway, Post och Ataulah (1991) i USA visade att ändring till eftergivliga belyningsstolpar var en kostnadseffektiv åtgärd vid alla undersökta ÅDT²² (mellan 500 och 40 000).

I Danmark anser Vejdirektoratet (2008) att hänsyn ska tas till inköpskostnader, drift- och underhåll samt samhällsekonomiska kostnader för personskador och materiella skador då man ska bedöma nyttan av eftergivliga stolpar. Eftergivliga stolpar är cirka 50–100 procent dyrare vid inköp (2006 års prisnivå), men kostnaden beräknas sjunka. Det saknas jämförelser avseende drift- och underhållskostnader men man anser i Danmark att användning av eftergivliga stolpar torde vara en ekonomisk vinst eftersom fundamenten nästan alltid kan återanvändas. Den viktigaste ekonomiska effekten gäller minskningen av antalet allvarliga olyckor och begränsningen av personella och materiella skador. I bästa fall kan en eftergivlig stolpe till ett merpris på 600–4500 Dkr förebygga ett dödsfall och därmed spara 10 miljoner kronor (2003 års prisnivå). Ett räkneexempel där den beräknade livslängden för en stolpe sattes till 20 år ger, även om det är behäftat med stor osäkerhet, en tydlig indikation på att eftergivliga stolpar (med allt annat lika) alltid är en god investering.

I Finland anses eftergivliga belyningsstolpar vara kostnadseffektiva på vägar med ÅDT över 1000 fordon per dygn (Finnra, 1991; 2005), när den faktiska hastigheten är omkring 60 km/tim och när ÅDT är minst 700 fordon/dygn när hastigheten generellt är minst 80 km/tim (Finnra, 2005). Mer än 90 procent av nya belyningsstolpar som är installerade åt finska Trafikverket är eftergivliga (Finnra, 2005).

Pledge (2010a) anser att kostnaden för eftergivlighet inte ska jämföras med dess oeftergivliga motsvarighet utan med den skyddsåtgärd (exempelvis vägräcke) som krävs för att skydda en enskild stolpe, och då blir eftergivlighet mindre kostsamt. Sannolikheten för att bli skadad i en kollision med ett eftergivet föremål är mycket mindre än i en kollision med ett oeftergivet föremål.

5.3. Kostnader

En förfrågan bland tre leverantörer av stolpar i Sverige visar att kostnaden för en eftergivlig stolpe varierar mellan 3 000 – 26 000 kronor beroende på höjd (dyrare ju högre stolpe) och huruvida den har arm eller inte. Motsvarande kostnader för en oeftergivlig stolpe är i storleksordningen knappt hälften så stor. Ett exempel från en av leverantörerna visar att vid inköp av 100 stycken 10-meter höga stolpar med arm kostar en eftergivlig stolpe ca 7 500 kronor styck plus 2000 kr för fundament. Motsvarande oeftergivliga stolpe kostar ca 3000 kronor styck plus cirka 2000 kr för fundament. Dessutom tillkommer kostnader för armatur, kablar och montering i båda fallen. I detta exempel ger alltså en eftergivlig stolpe en merkostnad på ca 5000 kronor. Ser man till totala installationskostnaden för

²² ÅrsmedelDygnstTrafik

belysningsstolpen är det förstås stor variation beroende på bland annat var stolpen ska monteras och hur många stolpar som ska monteras samtidigt. Enligt uppgifter från Trafikverket kan den genomsnittliga totala installationskostnaden för en belysningsstolpe grovt skattas till ca 25 000 – 30 000 kronor.

I samband med samhällsekonomiska analyser används värderingar av hur mycket ett dödsfall eller en skada kostar samhället. I Asek 6.0²³ (2016) presenteras de kalkylvärden och den analysmetod som bör användas i transportsektorns samhällsekonomiska analyser. Ser man till hur vi i Sverige värderar kostnaden per skadad och dödad i vägtrafiken så är olycksvärderingen 25,4 miljoner för ett dödsfall, 4,7 miljoner för en svårt skadad person och 230 000 kronor för en lindrigt skadad person. Enbart egendomsskador värderas till 15 000 kronor, allt i 2014 års penningvärde.

Syftet i föreliggande studie har inte varit att göra samhällsekonomiska analyser avseende nyttan med eftergivliga belysningsstolpar. För att kunna göra detta behövs ett bättre nationellt underlag avseende såväl antal stolpar, vilka miljöer man har olika stolpar som vilken typ av stolpe, eftergivlig eller inte man använt. För att kunna ha realistiska effektsamband krävs även mer information om trafikanternas trafikarbete på olika vägnät. Eftersom vi inte kan relatera olyckorna till exponering vare sig vad gäller trafikarbete eller var stolparna placeras är det i dagsläget svårt att göra några realistiska beräkningar av effekterna. Om samma antagande görs som i studierna från Storbritannien (Walker, 1974, Williams m.fl., 2008) där man antagit att alla oeftergivliga stolpar byts ut mot eftergivliga och att de skadade förflyttas ett steg nedåt i skadegrad, dvs död blir allvarligt skadad, allvarligt skadad blir måttligt skadad osv. så visar det sig att man skulle minska olyckskostnaden från 177 miljoner kronor per år till 35 miljoner kronor per år, vilket är av likande storleksordning som de procentuella reduktioner som uppnåtts i Williams studie. Det finns dock en rad betänkligheter med en sådan analys och den mest uppenbara är realismen i antagandet om förändrad skadegrad. Eftersom vi inte heller har möjlighet att uppskatta hur många stolpar som skulle behöva bytas ut så har vi ingen möjlighet att relatera den uppskattade kostnadsminskningen till vilka extra kostnader det skulle innebära att byta ut alla stolpar.

²³ Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn.

6. Diskussion och slutsatser

Föreliggande studie avser att få en bättre förståelse för användningen av eftergivliga belysningsstolpar och därmed ett bättre underlag vid motivering och val av eftergivliga stolpar. Projektet innehåller en internationell litteraturstudie, en olycksstudie där kollisioner med belysningsstolpar studeras baserat på olycksstatistik från Strada och en mindre fördjupning kring synliggörande av den samhällsnytta som kan finnas genom användandet av eftergivliga stolpar.

6.1. Resultatdiskussion

Litteraturstudien har visat att i Sverige, övriga nordiska länder, Storbritannien och USA används eftergivliga belysningsstolpar som en passiv säkerhetsåtgärd för att minska skaderisken på personer och fordon. Exempelvis har konstaterats i litteraturen att bland obältade förare som kolliderar med en oeftergivlig (rigid) stolpe i 90 km/tim skulle ungefär 65 procent få allvarliga skador jämfört med ungefär 11 procent som kör in i en eftergivlig (breakaway) stolpe.

I första hand rekommenderas dock att ta bort onödiga och farliga föremål i vägarnas sidoområden, och sedan byta det som är kvar till eftergivlig utrustning. Resultaten visar att eftergivliga belysningsstolpar alltid bör användas på vägar med stora²⁴ trafikmängder och där hastighetsgränsen är 50 km/tim eller högre. Eftergivliga stolpar bör användas vid nyanläggning av väg, vid uppsättning av nya stolpar längs existerande väg, vid ett systematiskt utbyte av stolpar längs existerande väg och bör även vara ett förstahandsval när en oeftergivlig stolpe blivit påkörd och ska ersättas med en ny. När det gäller placering anges att belysningsstolpar ska placeras där det är minst troligt att de blir påkörda, och där det är mest troligt att de fungerar korrekt om de blir påkörda. Därför bör inga stolpar t.ex. placeras inom ett vägräckes arbetsbredd.

Det är dock inte säkert att eftergivliga belysningsstolpar alltid fungerar korrekt. Så kan till exempel vara fallet om det är en sidokollision som uppstår. Det kan handla om att bilen får en sladd med efterföljande sidokollision mot stolpe. Då förmår inte bilens stora kontaktyta att sätta igång stolpens deformation som vid en normal frontkollision, utan en relativt stor deformation erhålls i fordonet istället. Det bör också påpekas att både en eftergivlig avskjuvbar stolpe och en eftergivlig deformierbar stolpe kan vara mycket oeftergivliga för en motorcyklist som inte har en kaross som kan fanga upp krockvåldet.

Krockprov av belysningsstolpar enligt metoden EN12767 visar framför allt på stora skillnader i kupédeformation och därtill följande risk för personskador på bilpassagerarna. Vid provning enligt EN12767 ser man tydligt att en eftergivlig stolpe enbart tenderar att skada fordonet exteriört. Det bör dock påpekas att en sidledes sladd in i en eftergivlig stolpe kan ge betydande kupéinträngning och svåra personskador, även i måttliga hastigheter. Stolpar provas, enligt EN12767, i hastigheterna 100 km/h, 70 km/h eller 50 km/h. Man kan säga att proven avses representera en typisk olycka, en representant för majoriteten av de förväntade olyckorna. Det kan vara värt att notera att man därmed inte provar enligt den mest extrema olyckan eller något slags "worst case" scenario.

En studie (Nelson, Sicking, Polivka, 2002) visade att lätta vägskyltar om 1,2*1,2 m skulle ha en försumbar påverkan av säkerhetsnivån på mycket höga eftergivliga (breakaway) belysningsstolpar. Andra studier framhåller att det finns en stor risk att den deformerbara uppfångande funktionen hos belysningsstolpen försämras eller t.o.m. förstörs om skyltar monteras på stolpen och därmed bör inte skyltar monteras på eftergivliga belysningsstolpar. I samband med den visuella analysen av belysningsstolpar som gjorts i denna studie hittades vissa tveksamma monteringar där effekten av eftergivligheten möjligtvis kan ha försämrats eller uteblivit och därmed eventuellt påverkat olyckans

²⁴ ÅDT > 500 - 1000 fordon/dygn.

skadeutfall. Detta är inte specifikt undersökt i denna studie men det bör påpekas att monteringen (inkl ev utrustning på stolpen) kan påverka och försämra eftergivligheten, se Bilaga 3.

Olycksstudien visar att det finns en tydlig skillnad i skadefördelningen mellan motorcyklister och bilister, motorcyklisterna har en betydligt högre andel svårare skador än de som färdas i personbil. Totalt under den studerade tidsperioden (2003 t.o.m april 2017) har 38 personer i personbil omkommit i olyckor där man kolliderat med en belyningsstolpe medan motsvarande antal motorcyklister är 23. Ser man till risken att dödas eller skadas allvarligt i olyckor där man kolliderat med en belyningsstolpe blir den ca 26 gånger så hög för motorcyklister jämfört med om man färdas i personbil, medan risken att skadas måttligt är ca 8 gånger så stor. Liknande skillnader i skaderisk har tidigare visats i Forsman och Vadeby (2014). De beräknar att motorcykelförare, generellt sett oavsett olyckstyp, löper cirka 19 gånger så hög risk att dödas eller skadas svårt i trafiken jämfört med personbilsförare. Det bör noteras att studien inte använder exakt samma skadeklassificering. Forsman och Vadeby visar även att motorcyklister skadas i högre grad än personbilster inom tätbebyggt område, det gäller speciellt för dödade men även för svårt skadade. Detta är också miljöer där det förekommer många belyningsstolpar vilket innebär att man av naturliga skäl som trafikant exponeras för fler stolpar i tätortsmiljöer och vägar med lägre hastighetsgränser. Även i Storbritannien visar en studie där man studerat olyckor med belyningsstolpar under 2001 – 2006 att fyra procent av olyckorna var med motorcyklister, liksom i trafikflödet (Williams m.fl., 2008). Skadorna blev dock allvarligare för motorcyklisterna jämfört med bilförare/-passagerare. Av motorcyklisterna fick 18 procent dödliga skador, 50 procent fick allvarliga skador och 32 procent lindriga skador. Bland bilpassagerarna var motsvarande andelar 2 procent, 17 procent och 82 procent.

Belysningsstolpar med kopplingar som är eftergivliga i alla riktningar (omnidirectional breakaway couplings) har börjat användas i Nya Zeeland, Australien och Kanada (Dinitz, 2013). I Europa har de eftergivliga stolpar (yield supports) som använts varit uppfångande (energy-absorbing). I amerikanska krocktester har man sett att sådana uppfångande stolpar i hög hastighet kan fånga fordonet och orsaka en gir som välter fordonet och leder till allvarliga kroppsskador. En fördel med olika typer av energi-absorberande stolpar är att man minskar risken för sekundära olyckor i och med att man får ned farten på den påkörande bilen. Däremot kan krafterna på de som åker i bilen bli stora i samband med att man får ett plötsligt stopp och de får därmed en ökad skaderisk. Ser man enbart till vad som händer med den påkörande bilen och dess passagerare, så är NE-stolpar bättre, under förutsättning att bilen inte kör in i något ännu farligare därefter. Ett fordon som är på väg bort från körbanan utgör en allvarlig risk. Stolpar som ramlar omkull vid en påkörning kan också innebära en risk för andra trafikanter i närheten, även om detta inte framkommit som något stort problem i den litteratur som studerats. Pledge (2010a) ser inte heller att risken för sekundära skador skulle vara större med eftergivliga stolpar än med traditionella stolpar.

Beräkningar i flera länder visar att det är kostnadseffektivt att använda eftergivliga belyningsstolpar utom på vägar med mycket låg trafik eller låg hastighet. En stor anledning är att skadeutfallet i olyckorna minskar kraftigt. Nyttokostnadsanalyser från Faller, Holloway, Post och Ataulloh (1991) i USA visade att ändring till eftergivliga belyningsstolpar var en kostnadseffektiv åtgärd vid alla undersökta ÅDT (mellan 500 och 40 000). I Finland anses eftergivliga belyningsstolpar vara kostnadseffektiva på vägar med ÅDT över 1000 fordon per dag, när den faktiska hastigheten är omkring 60 km/tim (vilket den också kan vara när hastighetsgränsen är 50 km/tim) och när ÅDT är minst 700 fordon/dygn samtidigt som hastigheten är minst 80 km/tim (Finnra, 1991; 2005).

Olycksstudien visar att sedan 2012 är det mellan 2 och 5 personer per år som har skadats allvarligt eller dödat i kollision med belyningsstolpar på det statliga vägnätet. Motsvarande antal på det kommunala vägnätet är mellan 4 och 9 per år. Ser man till de måttligt skadade är det ca 10 – 15 per år på såväl det statliga som kommunala vägnätet och för de lindrigt skadade ca 75 per år på det statliga vägnätet och ca 150 på det kommunala vägnätet.

I VGU finns krav på eftergivliga stolpar om hastighetsgränsen är 50 km/tim eller högre. Resultaten från denna studie visar dock att det är många olyckor med belysningsstolpar som sker på vägar med låga hastighetsgränser, på det statliga vägnätet sker 25 procent av olyckorna på vägar med hastighetsbegränsning 50 km/tim och på det kommunala är det så många som 58 procent. Vid vilken hastighetsgräns olyckorna inträffat beror på var belysningsstolparna är placerade men också hur trafikarbetet fördelar sig på de olika hastighetsgränserna, ett stort trafikarbete kan förväntas generera fler olyckor.

Det är ca 36 procent av olyckorna med belysningsstolpe på det statliga vägnätet som skett mot eftergivliga stolpar, medan motsvarande andel är 13 procent på det kommunala vägnätet. På det statliga vägnätet är det samma storleksordning andelen eftergivliga belysningsstolpar (se avsnitt 5.1). Resultaten visar att skadefördelningen för de eftergivliga stolparna är något förskjuten mot de lindriga skadorna jämfört med fördelningen för de oaftergivliga stolparna för vägar med hastighetsbegränsning 50 km/tim eller lägre. På grund av olycksstudiens begränsade omfattning har det inte varit möjligt att studera detta för andra hastighetsgränser, men det är något som bör studeras i framtiden.

Det är ungefär lika många som skadas *mycket allvarligt* (RPMI 10) på det statliga som på det kommunala vägnätet medan det är fler som skadas *allvarligt* (RPMI 1) på det kommunala. Andel *mycket allvarligt skadade* i förhållande till antalet *allvarligt skadade* är ca 24 procent på det statliga vägnätet och 18 procent på det kommunala vägnätet, vilket innebär att det är högre skadegrad och högre relativ risk för mycket allvarlig skada på det statliga vägnätet. Detta kan bero på flera orsaker, men en möjlig orsak kan vara att det är högre hastighetsgränser och därmed högre hastigheter på det statliga vägnätet.

Sammanfattningsvis har tidigare studier visat att det är kostnadseffektivt att använda eftergivliga belysningsstolpar utom på vägar med mycket låg trafik eller låg hastighet. En stor anledning är att skadeutfallet i olyckorna minskar kraftigt. Olycksstudien visar att det i Sverige är vanligt att olyckor med belysningsstolpar sker på gator och vägar med hastighetsgräns 50 km/tim eller lägre vilket gör att det kan finnas anledning att studera vidare hur kraven ska vara i framtiden.

6.2. Diskussion kring val och placering av belysningsstolpar

Belysningsstolpar står i trafikmiljön där man har bedömt att nyttan överväger riskerna. Belysningsstolpar bör placeras där det är minst troligt att de blir påkörda, och där det är mest troligt att de fungerar korrekt om de blir påkörda.

Enligt VGU 2015²⁵ (Trafikverket, 2015a) ska stolpar med hastighetsklass 100 användas på vägar med referenshastighet $VR \geq 80$ km/tim. På vägar med referenshastighet $VR \leq 70$ km/tim ska stolpar med hastighetsklass 70 eller 100 användas. När det gäller energiabsorption anges att uppfångande belysningsstolpar (HE och LE) inte får användas som ersättare för vägräcken, där dessa behövs enligt kriterierna för räckes användning. Avseende skaderiskklass ska stolpar minst uppfylla kraven för skaderiskklass 1. Vidare sägs att en stolpe som kan köras på från två motriktade håll ska vara eftergivlig i dessa riktningar och om en stolpe är placerad där påkörning kan ske från flera håll ska den vara eftergivlig oberoende av påkörningsriktningen. En stolpe som är placerad i slänt med lutning 1:3 eller brantare får inte vara av typen med avskjuvningsbar led (slip-base). Kravet avser vägar med VR70 eller högre samt korsningar. Belysningsstolpar, även eftergivliga, får inte placeras inom ett vägräckes arbetsbredd eftersom räckets funktion kan påverkas.

Av Vägverkets (numera Trafikverkets) författningssamling VVFS 2003:140 (Vägverket, 2003) framgår att riksvägar ska ha sidoområden som är utformade så att personskador vid en avkörning begränsas. Vägar som inte är riksvägar, men har en referenshastighet av minst 70 km/tim ska ha

²⁵ Notera att VGU endast hanterar ny- och ombyggnad och inte underhållsåtgärder.

sidoområden som är utformade så att trafiksäkerheten vid en avkörning särskilt beaktas. VVFS gäller alla vägar och gator, inte bara statliga vägar. I författningssamlingen rekommenderas att där oeftergivliga föremål eller andra faromoment måste finnas i säkerhetszonen bör vägräcke uppsättas.

I Vägverket (1994) sägs att eftergivliga stolpar ska användas på nationella och regionala vägar samt att fundament för eftergivlig stolpe invid väg och som inte står i skydd av vägräcke eller dylikt av trafiksäkerhetsskäl ska placeras så att inte någon del av fundamentet blir belägen högre än 10 cm över färdig markyta. Vid oeftergivliga belysningsstolpar kan vägräcke behövas.

Om man kommit fram till att en belysningsstolpe behövs i trafikmiljön, så finns det olika stolpar att välja mellan. Eftergivliga belysningsstolpar klassas, som tidigare beskrivits, enligt sin energiupptagande förmåga i klasserna HE (high energy absorbing), LE (low energy absorbing) och NE (non-energy absorbing). I de fall det är viktigt att stolpen inte ramlar ned över vägen, så bör man i första hand skydda stolpen med ett EN1317-provat vägräcke av rätt kapacitetsklass. Stolpen ska då stå utanför vägräckets arbetsbredd för att garantera vägräckets funktion. För övriga installationer av belysningsstolpar, där man av andra anledningar inte väljer att montera vägräcken, så kan man välja på stolpar av HE, LE eller NE-typ.

Historiskt sett i Sverige så har övervägande delen av de eftergivligt deformerbare belysningsstolparna varit av HE-typ, stolpar som hjälper till att stoppa den påkörande bilen. Tanken har varit att minska risken för sekundärolyckor. HE-stolpar fångar in och stoppar en påkörande personbil helt. För att göra detta arbetar stolpen med en kontrollerad deformation utmed hela stolpens höjd/längd. Detta betyder att stolpen måste ha en viss höjd/längd för att kunna stoppa en bil, och därför blir inte korta stolpar klassade som HE-stolpar. Det är därför ovanligt med HE-stolpar i miljöer med 30 km/h, 40 km/h och 50 km/h eftersom man där ofta använder lägre stolpar. Fördelen med en HE-stolpe är att den fångar in bilen, reducerar fordonets hastighet och därmed minskar risken för sekundärolyckor. Samtidigt är stolpen något mera aggressiv mot de som åker i bilen än LE- och NE-stolpar. Vanligen stannar bil och stolpe inom ett område som kan anses vara lika stort som en cirkel med stolproten som mittpunkt och med en radie ungefär motsvarande stolpens initiala höjd. Man reducerar själva olyckan till ett mindre område och reducerar därmed risken för andra trafikanter i omgivningen. HE-stolpar bör därför väljas längs med trafikleder där hastigheten är 50 km/h eller högre och där det finns flacka fria avkörningsområden längs vägen minst motsvarande hela stolpens höjd, men där man väljer att inte montera vägräcke. Även i situationer i motsvarande trafikmiljö där man bedömer att det är viktigt att förhindra sekundärolyckor längre bort i avkörningsområdet, t.ex. om det finns bergskärning, dike, vattendrag eller gång-/cykelbana längre ifrån vägen än stolpens höjd är HE-stolpen ett bra val.

Vad gäller LE-stolpen så är det tveksamt om man aktivt ska välja stolpar i den klassen eftersom man antingen brukar vilja stoppa bilarna (klass HE) eller låta dem passera så smärtfritt som möjligt (klass NE). I situationer där man egentligen vill få stopp på bilarna med en HE-stolpe men inte kan eller bör sätta upp höga stolpar kan dock LE-stolpen vara lämplig. Det kan typiskt vara en skyltstolpe som bara är ett par meter hög, och därför bara hinner med att reducera farten något lite på en väg där man annars väljer just belysningsstolpar i klass HE.

Belysningstolpar i klass NE reducerar inte det påkörande fordonets fart. De är inte så vanliga i Sverige, men finns på vissa platser. Man kan i princip dela upp NE-stolpar i två olika typer, dels extremt tunga och bastanta slip-base-stolpar (stolpar som ska tåla stora vindkrafter men som ändå ska flytta på sig vid en påkörning), dels lättare tunnväggiga stålstolpar med slip-basefunktion. Nackdelen med de tunga NE-stolparna är att de har en stor egen massa och att de därmed kan vara aggressiva att köra in i. Fördelen med avskjuvbara slip-base-stolpar i klass NE är att bilen kapar av stolpen och passerar under densamma och att funktionen i en krock inte är beroende av vad som sitter uppe i stolpen på samma sätt som om stolpen hade varit av klass HE eller LE. Nackdelen är dock att bilen fortsätter i tämligen hög fart. En möjlig lösning skulle därmed kunna vara att man kan sätta upp en avskjuvbar NE-klassad stolpe några meter framför ett vägräcke, och ändå tro att bilen träffar vägräcket med förväntad skyddande funktion hos vägräcket. NE-klassad stolpe bör därför väljas för vägar där

man avser sätta stora eller tunga nyttolaster uppe i stolpen men där man kan acceptera eller på annat sätt (med vägräcke) hantera att fordon kör av vägen, även i hög fart.

6.3. Metoddiskussion

Litteraturstudien har varit begränsad till litteratur på svenska, norska, danska och engelska. Detta har medfört att det från Europa i stort sett enbart handlar om litteratur från Storbritannien och Norden, eftersom övriga länder inte har publicerat sig på engelska. Det är dock troligt att de länder som ligger i framkant när det gäller användning av eftergivliga belysningsstolpar finns med i studien.

Olycksstudien är en begränsad genomgång av olyckor rapporterade i Strada från åren 2003 – april 2017. En begränsning i analyserna är att vi inte har någon information om de personskadeolyckor som förhindrats/uteblivit till följd av bättre stolpar eftersom materialet i Strada enbart innehåller personskadeolyckor. Det finns inte heller heltäckande information om hur många stolpar det finns nationellt sett, vilken typ de är av och hur de är placerade. Detta tillsammans med att det saknas data om trafikarbetets fördelning på det kommunala vägnätet gör att det inte är möjligt att koppla resultaten till risker utan resultaten främst får ses som en beskrivning av omfattning och utbredning av olyckor där belysningsstolpar är inblandade.

För att identifiera vilken stolptyp (eftergivlig eller inte) det har varit i olyckan har en visuell analys genomförts av foton från Google maps. För de lindrigt skadade har endast ett slumpmässigt urval på 10 procent undersökts, därefter har antal olyckor räknats upp. Detta kan ha viss inverkan på resultaten.

6.4. Fortsatt forskning

Föreliggande studie har visat att det finns ett behov av fortsatt forskning och några förslag är:

- En utvidgad olycksstudie där någon eller några av följande delstudier kan ingå:
 - Fortsättning av den manuella genomgången av olyckorna för att identifiera stolptyp, eftergivlig eller oeftergivlig för en längre tidsperiod. Därefter föreslås att man studerar skadefördelningen uppdelat på hastighetsgräns, t.ex. 50 km/tim och 70 km/tim för att få en tydligare bild av skillnader i skadefördelningen för de olika stolptyperna.
 - Studera om det finns möjligheter att genomföra en olycksanalys som utnyttjar en metod med inducerad exponering. Metoden bygger på att man jämför olycksutfallet för två olika grupper (här kollisioner med eftergivliga respektive oeftergivliga stolpar). Vidare identifieras två olika typer av olyckor, dels olyckor som man tänker sig påverkas av stolptypen, dels olyckor där stolptypen inte är relevant för olycksutfallet. Metoden är utvecklad av Evans, se t.ex. (Evans, 1986) för en beskrivning. Innan en sådan studie görs bör dock klargöras vad som kan vara en referensolycka (olyckstyp där stolptypen inte är relevant för olycksutfallet).
 - Studera vilka möjligheter det finns på framför allt statligt vägnät att koppla olyckorna till exponering och därmed komma närmare riskanalyser. Exponering kan här avse såväl en ungefärlig skattning av stolparnas placering samt hur trafikarbetet fördelar sig på olika vägnät och hastighetsgränser. Här kan en koppling göras till den information som finns i Maximo såväl som NVDB. Kan även innehålla en fördjupning i hur stolparnas placering kan påverka antalet påkörningar och skadekonsekvenser.
- Studera tänkbara åtgärder för att mildra konsekvenserna för oskyddade trafikanter såsom motorcyklister, mopedister och cyklister.

- Studera om moderna LED-lampor innebär att man måste ställa belysningsstolpar tätare än tidigare, och i så fall vad detta kan tänkas innebära för trafiksäkerheten. (LED-ljusen lyser intensivt, men i ett rätt begränsat område, det tenderar att upplevas mörkare mellan belysningspunkterna).
- Studera kombinationen vägräcke och belysningsstolpe. Här saknas systematiskt redovisas kunskap och det finns ett behov av ytterligare kunskap för att komma fram till vad som fungerar och vad som inte fungerar. Målet bör i så fall vara att komma med riktlinjer för hur tänkbara fungerande lösningar ska se ut.

Referenser

AAAM (2008). <https://www.aaam.org/abbreviated-injury-scale-ais/>, 2017-11-21.

AASHTO. (1996) Roadside Design Guide. Chapter 4: Sign and luminaire supports and similar roadside features. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C. USA.

ASEK 6.0 (2016) Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0. Version 2016-04-01. Trafikverket, Borlänge, Sverige.

Berg, H-Y., Ifver, J., Hasselberg, M. (2016) Public health consequences of road traffic injuries – Estimation of seriously injured persons based on risk for medical impairment. Transportation Research Part F 38, s 1-6.

Beyer, F.R., Ker, K. (2010). Street lighting for preventing road traffic injuries. The Cochrane Library (9).

Bowie, D. (2010) Passive safety - the case against. Lighting Journal, April 2010, vol. 75, no. 2, p 38-40.

Clarke, E. (2006) The forgiving roadside from dream to reality. Traffic Engineering & Control, June 2006, vol. 47, no. 6, p. 209-212.

Dinitz, A. M. (2013) Best Practices and Strategies to Reduce Fatal or Serious Injury Crashes into Posts and Luminaire Supports: U.S. and International Experiences. Transportation Research Circular E-C172: Roadside Safety Designs and Devices, p. 113-115.

Dinitz, A. M. (2014) Safety Hardware and Materials for Safer, Forgiving Roadways. International Safer Roads Conference, Cheltenham, United Kingdom.

Divall, B. (2006) Lighting columns and passive safety: Unwrapping BS EN 12767:2000. The Lighting Journal, July/August 2006, vol. 71, no. 4, p. 33–36.

Elvik, R., Høje, A., Vaa, T. och Sørensen, M. (2009) The Handbook of Road Safety Measures. Institute of Transport Economics, Oslo, Norge. Utgiven av Emerald Group Publishing Limited, UK.

Eurocode (1991) ENV 1991-2-4 Eurocode 1: Basis of design and actions on structures – part 2-4: Wind action.

Eurocode (1993) ENV 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Eurocode (1999) ENV 1999-1-1 Eurocode 9: Design of aluminium structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings).

Evans (1986) Double pair comparison – a new method to determine how occupant characteristics affect fatality risk in traffic crashes Accident analysis and Prevention Vol 18 No 3.

Faller, R. K., Holloway, J. C., Post, E. R. och Ataulloh, S. (1991) Economic and safety considerations for establishing minimum lateral obstacle clearance policies for utility facilities in Nebraska urban and suburban areas. Transportation Report Number TRP-03-022-90. University of Nebraska, Lincoln, USA.

Finnra (1991) Collisions with Road Structures and Appurtenances. FinnRA Reports 29/1991. Finnish National Road Administration, Technical Development, Helsingfors.

Finnra (1998) Break-away lighting columns, current practice in Finland in 1998. FinnRa Engineering News No 6. Finnish National Road Administration, Traffic and Road Engineering.

- Finnra (2005) Break-away lighting columns in Finland, year 2005. Finnra Engineering News No 9E. Finnish Road Administration, Technical services, 27 January 2005.
- Fors, C. och Carlson, A. (2015) Revision of criteria for selection of road lighting class, A pre-study. VTI rapport 882A. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, Sverige.
- Forsman, Å., Vadeby, A. (2014) Skadade motorcyklister – En analys av var i vägnätet som motorcyklisterna skadas och skadornas svårhetsgrad. VTI. Linköping.
- Frank, J. och Asp, A. (2015) Inriktningsdokument belysning 2015–2024. Publikation 2015:230. Trafikverket, Borlänge, Sverige.
- Gallagher, J. (2006) Road restraint system provision. Highways, October 2006, vol. 75, no. 9, p. 8.
- Heglund, K.H. (2008) Ten years with passive safety: a manufacturer's view. Journal of the Australasian College of Road Safety, 2008/05, vol. 19, no. 2, p. 1–25. (Artikeln är också publicerad i UK i boken 'Safer Roadsides – A Handbook for Engineers', redaktör David Milne, publicerad av The Highway magazine TEC.)
- Kahl, S. och Till, R. (2006) Investigation of Breakaway Light Standards. Research Report R-1474. Michigan Department of Transportation, Lansing, Michigan, USA.
- Kallberg, V-P. (1994) Accident reducing potential of roadside improvements. Proceedings of Seminar K held at the PTRC European Transport Forum, University of Warwick, England, September 12-16, 1994, vol. P382, p. 261-267.
- Kennedy, J. C. (1997) Effect of Light Poles on Vehicle Impacts with Roadside Barriers. Transportation Research Record 1599, p. 32-39.
- Koskinen, V. och Lehtonen, K. (2014) Accident cost due to crashes into lighting columns. Updated calculation based on data published in report "Collisions with Road Structures and Appurtenances", FinnRA Reports 29/1991. Dokument erhållet från Kari Lehtonen, Liikennevirasto, i personlig kommunikation februari 2017.
- Kurucz, C. N. (1984) An analysis of the injury reduction capabilities of breakaway light standards and various guardrails. Accident Analysis and Prevention, vol. 16, No. 2, p 105–114.
- Lehtonen, K. (2012) Fatal car impacts on lighting columns in Finland on years 2001 to 2009. 1st February 2012. Dokument erhållet från Kari Lehtonen, Liikennevirasto, i personlig kommunikation februari 2017.
- Lehtonen, K. (2017) Sammanfattningar från anvisning: Belysning inom väg- och järnvägsområdet 2013-05-13 och publikation: Kvalitetskrav för vägens belysningsstolpar och fundament 2010-10-11 i personlig kommunikation februari 2017.
- Milne, D. (2012) How passively safe street future is creating safer roads. Traffic Engineering and Control, January 2012, vol. 53, no. 1, p. 17-21.
- Morris, K. (2005) The design and use of passively safe street furniture. The Structural Engineer, 3 May 2005, vol. 83, p. 17–18, 20, 23.
- Nelson, R. M., Sicking, D. L. och Polivka, K. A. (2002) Analysis of sign attachments to breakaway luminaire supports. MwRSF Research Report No. TRP-03-122-02. Midwest States Regional Pooled Fund Program, Nebraska, USA.
- Nilsson, G. och Wenäll, J. (1997) Påkörning av belysningsstolpar och andra hårda föremål i vägmiljön. VTI meddelande 825–1997. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, Sverige.
- Pledge, A., Simpson, D. och Sanders, A. (2007) Passive Safety Design in UK Street Lighting. The Lighting Journal, October 2007, vol. 72, no. 5, p. 41–47.

- Pledge, A. (2010a) Passive Safety - the Case in Favour. Lighting Journal, February 2010, vol. 75, no. 1, p 40-42.
- Pledge, A. (2010b) Passive Safety UK Guidelines for Specification and Use of Passively Safe Street Furniture on the UK Road Network. Passive Safety UK in association with Traffic Engineering & Control. April 2010.
- Powers, R. D., Hall, J. W., Hall, L. E. och Turner, D. S. (1998) The "Forgiving Roadside" Design of Roadside Elements. Transportation Research Board, 1998/01, E-C003, p. 13:1-7.
- Ricker, E. R., Banks, J. F., Brenner, R., Brown, D. B. och Hall, J. W. (1977) Evaluation of Highway Safety Program Standards Within the Purview of the Federal Highway Administration – Final Report. Report DOT-FH-11-9129. US Department of Transportation, Federal Highway Administration Washington, USA. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015075353949;view=1up;seq=1>
- RISER (2006) Roadside Infrastructure for Safer European Roads. D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads. Project funded by the European Community under the “Competitive and Sustainable Growth” Programme (1998-2002). Submitted by: Chalmers University of Technology.
- Simpson, D. (2000) EN 12767 - a new tool in accident reduction. Traffic Engineering & Control, July/August 2000, vol. 41, no. 7, p. 264-265.
- Smith, P. (1999) Learning to forgive. TSP EUROPE, issue no. 2, p 47-48.
- Statens vegvesen (2014) Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav. Håndbok R310. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. http://www.vegvesen.no/attachment/61425/binary/1062406?fast_title=H%C3%A5ndbok+R310+Trafikksikkerhetsutstyr.pdf
- Statens Vegvesen (2016) Vegrekkverk og andre trafikksikkerhetstiltak. Håndbok V160. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. <http://www.vegvesen.no/attachment/69920>
- Stigre, S. A. och Larsen, T. (2004) Nordisk samordning av testing og godkjenning av ettergivende master i samsvar med EN 12767. Publikation 2004:83, Vägverket Sverige.
- Svenska Kommunförbundet (1997) Farligt nära – Färre och lindrigare olyckor mot stolpar, träd och andra hårda föremål.
- TEC (2008) Passive safety passes an important watershed. Traffic Engineering and Control, February 2008, vol. 49, no. 2, p. 47-49.
- Trafikanalys (2017). <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/trafikarbete/trafikarbete-pa-svenska-vagar-1990-2016okt.pdf> (2017-11-21).
- Trafikverket (2012) TDOK 2012:1135. Belysning inriktning lågtrafikerade vägnätet, med annan huvudman. Trafikverket Borlänge
- Trafikverket (2015). TDOK 2014: 0286. Belysning av cykelnät utanför tätort. Trafikverket, Borlänge.
- Trafikverket (2015a) Krav för vägars och gators utformning. Publikationsnummer 2015:086. Trafikverket och Sveriges Kommuner och Landsting.
- Trafikverket (2015b) Vägars och gators utformning, version 2. Begrepp och grundvärden. Publikationsnummer 2015:090. Trafikverket och Sveriges Kommuner och Landsting.
- Trafikverket (2016) Trafikarbetet 2015. Trafikverket Publikation 2016:164. Trafikverket. Borlänge.
- Vejdirektoratet (2008) Vejdstyr: Håndbog i anvendelse af eftergivelige master. Vejreglerådet. Marts 2008. (Finns även på engelska)

<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=eftergivelige+master&docId=vd-20101203132130821-full>

Vejdirektoratet (2017) Udbudsbetingelser Rådgivning, Ydelsesbeskrivelse (prestandabeskrivning), kapitel 3.11. Erhållet i mejl av Charlotte Sejr, Vejdirektoratet 2017-03-10.

Vägverket (1994) Vägutformning 94 (VU 94). VV Publikation 1994:060.

Vägverket (2003) Vägverkets författningssamling 2003:140. Vägverkets föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande på vägar och gator (vägregler).

<http://webapp.trafikverket.se/TRVFS/pdf/2003nr140.pdf>

Vägverket (2004) Vägars och gators utformning 2004 (VGU2004). VV Publikation 2004:80.

http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Foretag/Bygga_och_underhalla/Vag/Vagutformning/Dokument_vag_och_gatuutformning/Vagar_och_gators_utformning/Vag_och_gatuutrustning/03_eftergivlig_vag_och_gatuutrustning.pdf

Walker, A. E. (1974) Field experience of breakaway lighting columns. TRRL Laboratory Report 660. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Williams, G. L., Kennedy, J. V., Carroll, J. A. och Beesley, R. (2008) The use of passively safe signposts and lighting columns. TRL Published Project Report PPR342, Transport Research Laboratory, TRL, United Kingdom.

https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjD5-6v_PDQAhUJ1SwKHTf_BAMQFggyMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.theilp.org.uk%2Fdocument%2Fcass-sl4-passive-safety%2Fcass-sl4-passive-safety.pdf&usg=AFQjCNEH9u8osoRL0T5qgXxzIHrbSW-jyw

Bilaga 1 Foton på belysningsstolpar

I Figur 14 redovisas några exempel på olika typer av belysningsstolpar som vi identifierat i Google maps. I samband med identifieringen zoomades stolpen in för att kunna identifiera vilken stolptyp det var: eftergivlig eller oeftergivlig.





Figur 14. Exempelbilder från Google maps på eftergivliga och oeftergivliga belysningsstolpar.

Bilaga 2 Singelolyckor

Tabell 17. Antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Alla skadegrader och olyckstypen motorfordon singel.

	Statligt vägnät				Kommunalt vägnät				
Hastighetsgräns	D	AS	MS	LS	D	AS	MS	LS	Total
30 km/h	0	0	1	4	1	2	9	68	85
40 km/h	0	0	2	7	0	0	3	75	87
50 km/h	8	10	48	303	14	26	143	1150	1702
60 km/h	2	0	1	21	0	2	4	39	69
70 km/h	13	19	88	413	8	9	42	270	862
80 km/h	2	1	5	41	0	0	0	2	51
90 km/h	3	3	43	119	0	2	2	17	189
100 km/h	0	0	4	9	0	0	0	0	13
110 km/h	1	7	11	50	0	0	2	4	75
120 km/h	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Okänt	1	2	14	106	3	5	25	196	352
(tom)	0	6	11	117	0	4	19	184	341
Totalt	31	48	228	1191	26	50	249	2005	3828

Tabell 18. Antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Alla skadegrader och olyckstypen **personbil singel**.

	Statligt vägnät				Kommunalt vägnät				Total
Hastighetsgräns	D	AS	MS	LS	D	AS	MS	LS	
30 km/h	0	0	1	3	1	1	7	66	79
40 km/h	0	0	1	6	0	0	2	69	78
50 km/h	5	7	44	286	5	20	127	1119	1613
60 km/h	2	0	1	20	0	1	3	38	65
70 km/h	7	13	70	388	6	9	38	247	778
80 km/h	2	1	5	40	0	0	0	2	50
90 km/h	3	3	41	109	0	2	2	17	177
100 km/h	0	0	4	7	0	0	0	0	11
110 km/h	0	7	10	47	0	0	2	4	70
120 km/h	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Okänt	1	2	14	102	1	3	19	188	330
(tom)	0	5	10	114	0	4	17	179	329
Totalsumma:	21	38	201	1123	13	40	217	1929	3582

Tabell 19. Antal skadade personer uppdelat på hastighetsgräns och statligt eller kommunalt vägnät. Alla skadegrader och olyckstypen **motorcykel singel**.

Hastighetsgräns	Statligt				Kommunal				Total
	D	AS	MS	LS	D	AS	MS	LS	
30 km/h	0	0	0	0	0	1	2	0	3
40 km/h	0	0	1	0	0	0	1	0	2
50 km/h	3	3	3	4	9	4	14	6	46
60 km/h	0	0	0	0	0	1	1	0	2
70 km/h	6	4	12	1	2	0	0	0	25
90 km/h	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Okänt	0	0	0	1	2	2	4	5	14
(tom)	0	0	1	2	0	0	1	2	6
Totalt	9	7	18	9	13	8	23	13	100

Bilaga 3 Felmonterade stolpar

Vid den visuella analysen av olycksinblandad stolpes eftergivlighet eller ej hittades bland annat tveksamma monteringar där effekten av eftergivligheten möjligtvis försämrats eller uteblivit och därmed eventuellt påverkat olyckans skadeutfall. Detta är inte specifikt undersökt i denna studie men det bör påpekas att monteringen kan försämma eftergivligheten. Ca 10 fall av tvivelaktig montering har hittats bland de visuellt undersökta stolparna som identifierats som eftergivliga. Både fall av monteringar av eftergivliga stolpar bakom vägräcken, på vägräcken samt monteringar med för höga stolpfundament som fordon riskerar att fasta på har identifierats i studien. Även fackverksstolpar som är mycket höga har dubbla armaturarmar och hängkablar riskerar att inte få rätt funktion vid eventuell påkörning. Exempel på montering som kan försämma eftergivligheten kan ses nedan i figurerna.



Eftergivlig stolpe med många skyltar som kan påverka dess funktion.



Eftergivlig stolpe på vägräcke, zonen för uppfångning hamnar på fel ställe.



Eftergivlig stolpe med högt fundament som fordon riskerar att fastna på.



Eftergivlig fackverksstolpe med staglinor och hängkablar som förhindrar stolpens tilltänkta funktion vid påkörning

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
Box 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
Box 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
Box 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Medicon Village AB
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

