


# Korsningsutformning

## En kunskapsöversikt

Anna Vadeby  
Ulf Brüde



<b>Utgivare:</b>   581 95 Linköping	<b>Publikation:</b> <b>VTI rapport 554</b>	
	<b>Utgivningsår:</b> 2006	<b>Projektnummer:</b> 50550
	<b>Projektnamn:</b> Litteraturstudie avseende korsningar	
<b>Författare:</b> Anna Vadeby och Ulf Brüde	<b>Uppdragsgivare:</b> Vägverket	
<b>Titel:</b> Korsningsutformning – En kunskapsöversikt		
<b>Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord:</b>  <p>VTI har på uppdrag av Vägverket genomfört en litteraturstudie med syfte att uppdatera kunskapsläget vad gäller korsningars utformning ur trafiksäkerhetssynpunkt. Främst har ABC-korsningar samt cirkulationsplatser studerats och effekter vad gäller biltrafik.</p> <p>Den åtgärd som har varit dominerande under de senaste åren är att bygga om korsningar till cirkulationsplatser. Många studier pekar på att det är en kostnadseffektiv åtgärd som reducerar både olycksrisken, skaderisken och olyckskostnaden. För fotgängare verkar cirkulationsplatser vara lika säkert som andra typer av korsningar, medan säkerheten för cyklister i cirkulationsplatser kan vara såväl lika stor som sämre jämfört med andra typer av korsningar.</p> <p>Vidare framgår att en reduktion av den faktiska hastigheten påverkar såväl olycks- som skaderisk positivt.</p> <p>Vad gäller avsvängningsfält så bekräftar flera av studierna tidigare resultat, nämligen att vänstersvängficka är en åtgärd som förbättrar trafiksäkerheten i korsningar. Positiva trafiksäkerhetseffekter har påvisats även för högersvängfält, en åtgärd som tidigare inte betraktats som en trafiksäkerhetsåtgärd.</p> <p>Flera studier pekar på att vinkeln mellan primär- och sekundärväg bör ligga så nära 90 grader som möjligt, eftersom andra vinklar ofta medför t.ex. siktproblem och längre svängradier. Här förekommer dock motstridiga uppgifter. Vidare bekräftas att två förskjutna 3-vägs-korsningar är att föredra framför en 4-vägs-korsning.</p>		
<b>Nyckelord:</b> Trafiksäkerhet, korsningar, ABC-korsningar, cirkulationsplatser, utformning.		
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Språk:</b> Svenska	<b>Antal sidor:</b> 28 + 2 bilagor

<b>Publisher:</b>   SE-581 95 Linköping Sweden	<b>Publication:</b> <b>VTI rapport 554</b>	
	<b>Published:</b> 2006	<b>Project code:</b> 50550
	<b>Project:</b> A literature review regarding junctions	
<b>Author:</b> Anna Vadeby and Ulf Brüde		<b>Sponsor:</b> Swedish Road Administration
<b>Title:</b> Junction design – a review		
<b>Abstract (background, aim, method, result) max 200 words:</b>  <p>By commission of the Swedish Road Administration, VTI has carried out a study of the literature in order to bring up to date the knowledge concerning the design of road junctions from the standpoint of traffic safety. Mainly junctions of less advanced design and roundabouts have been studied. The measure that has predominated in recent years is to convert junctions into roundabouts. Many studies point out that this is a cost effective measure which reduces both accident risk, injury risk and accident cost. For pedestrians, roundabouts appear to be as safe as other types of junctions, while for cyclists the safety may be either as good as, or worse.</p> <p>It is also shown that reduction of speed has a positive effect on both crash and injury risk. As regards turning lanes, several of the studies confirm earlier results that a left–turn lane is a measure that enhances traffic safety in junctions. New results also points at that even right-turn lanes can reduce both the total number of accidents and the number of injury accidents.</p> <p>Several studies indicate that the angle between the primary and secondary road should be as near 90° as possible, the data in this respect are however contradictory. It is further confirmed that two staggered three-way junctions are preferable to one four-way junction.</p>		
<b>Keywords:</b> Traffic safety, junctions, intersections, roundabouts, design.		
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Language:</b> Swedish	<b>No. of pages:</b> 28 + 2 Appendices

## Förord

På uppdrag av Vägverket har VTI genomfört en litteraturstudie. Syftet har varit att uppdatera kunskapsläget vad gäller trafiksäkerhet i korsningar, främst enklare korsningar, så kallade ABC-korsningar och cirkulationsplatser och effekter avseende biltrafik. Signalreglerade korsningar och korsningar med järnväg studeras inte. Fokus har varit på de senaste årens litteratur och framför allt nordisk litteratur.

Studien har genomförts av Anna Vadeby, VTI, och Ulf Brüde, VTI. Ulf Hammarström, VTI, har bidragit med kapitlet som rör miljöeffekter. Kollegor från de nordiska länderna har bidragit med information om forskning som genomförts i Norden de senaste åren. Svante Berg har varit kontaktman på Vägverket i Borlänge.

Linköping juli 2006

*Anna Vadeby*

## Kvalitetsgranskning/Quality review

Granskningsseminarium genomfört 17 maj 2006, där Arne Carlsson, VTI, var lektor. Förste författaren Anna Vadeby har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus (2006-06-29). Projektledarens närmaste chef Pontus Matstoms har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering (2006-07-01).

Review seminar was carried out on May 17<sup>th</sup> 2006 where Arne Carlsson, VTI, reviewed and commented on the report. First author Anna Vadeby has made alterations to the final manuscript of the report on June 29<sup>th</sup> 2006. The research director of the project manager, Pontus Matstoms, examined and approved the report for publication on July 1<sup>st</sup> 2006.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	5
Summary .....	7
1 Bakgrund och syfte .....	9
1.1 Grundläggande begrepp .....	9
2 Metod och material .....	10
3 Utgångspunkt.....	11
4 Resultat.....	13
4.1 Generella slutsatser .....	13
4.2 3- och 4-vägs korsningar .....	14
4.3 Vänster- och högersvängsfält .....	15
4.4 Öglor .....	16
4.5 Cirkulationsplatser .....	17
4.6 Företrädesreglering .....	20
4.7 Belysning .....	21
4.8 Varningssignaler .....	21
4.9 Räfflor/Reducering av hastighet.....	21
4.10 Oskyddade trafikanter.....	22
4.11 Miljöeffekter .....	23
5 Diskussion, identifiering av kunskapsluckor.....	25
Referenser.....	26

### Bilagor:

Bilaga 1 PM – Fysiska åtgärder för biltrafik i korsningar

Bilaga 2 PM – Trafikregleringsåtgärder för biltrafik



## Korsningsutformning – En kunskapsöversikt

av Anna Vadeby och Ulf Brüde

VTI

581 95 Linköping

### Sammanfattning

VTI har på uppdrag av Vägverket genomfört en litteraturstudie med syfte att uppdatera kunskapsläget vad gäller korsningars utformning ur trafiksäkerhetssynpunkt. Främst har enklare korsningar (så kallade ABC-korsningar) samt cirkulationsplatser studerats och effekter vad gäller biltrafik, men även miljöeffekter berörs. Studien har i första hand fokuserat på vad som är gjort i Norden och länder i dess närhet, men även en del andra intressanta resultat har tagits med.

Litteraturstudien inleddes med att kontakter togs med ledande trafiksäkerhetsforskare i Norden för att höra deras åsikt om vad som hänt i Norden de senaste 5–10 åren.

Därefter genomfördes en litteratursökning med hjälp av VTI:s Bibliotek och Informationscenter (BIC) och då i första hand databasen TRAX (bibliotekskatalogen på VTI) och även ITRD (International Transport Research Documentation).

Under 1980- och 1990-talet har VTI genomfört en rad studier som behandlat trafiksäkerhet i korsningar. Resultaten som framkommit i den här studien har i mångt och mycket bekräftat VTI:s tidigare resultat.

Den åtgärd som har varit dominerande under de senaste åren är att bygga om korsningar till cirkulationsplatser. Många studier pekar på att det är en kostnadseffektiv åtgärd som reducerar både olycksrisken, skaderisken och olyckskostnaden. Beroende på hur olycksdrabbad korsningen som byggts om har varit tidigare, så kan den positiva effekten variera, men flera studier pekar på reducering av antalet olyckor med personskador på mellan 70–80 %, samt minskning av olyckskostnaden på upp till 90 %. Med rätt utformning och reglering så är säkerheten till och med högre än i planskilda korsningar. För fotgängare verkar cirkulationsplatser vara lika säkert som andra typer av korsningar, medan säkerheten för cyklister i cirkulationsplatser kan vara såväl lika stor som sämre jämfört med andra typer av korsningar.

Vad gäller avsvängningsfält så bekräftar flera av studierna resultat som tidigare tagits fram av VTI, nämligen att vänstersvängsficka är en åtgärd som förbättrar trafiksäkerheten i korsningar. Högersvängsfält har tidigare inte betraktats som en trafiksäkerhetsåtgärd, men här har det framkommit resultat som visar på att även högersvängsfält kan reducera både totala antalet olyckor och antalet olyckor med personskador.

Flera studier pekar på att vinkeln mellan primär- och sekundärväg bör ligga så nära 90° som möjligt, eftersom andra vinklar ofta medför till exempel siktproblem och längre svängradier. Här förekommer dock motstridiga uppgifter. Vad gäller belysning så bekräftas tidigare resultat på reduktion av antalet mörkerolyckor med ca 30 % samt minskning av totala antalet olyckor med ca 10 %. Vidare bekräftas att två förskjutna 3-vägs korsningar är att föredra framför en 4-vägs korsning. Flera studier pekar på att för landsbygds korsningar är stoppliktbetydligt säkrare än väjningsplikt samt att korsningar på statligt vägnät, som ej är skyltat huvudled, borde företrädesregleras i större omfattning.

Fortsatt forskning som rekommenderas i första hand gäller utformning av cirkulationsplatser ur cyklisters perspektiv, huruvida högersvängsfält är att betrakta som en trafik-säkerhetsåtgärd som minskar antalet olyckor, vilka tekniska eller andra lösningar som kan användas för att anpassa och minska hastigheten i korsningar samt optimal vinkel mellan primär- och sekundärväg.

## **Junction design – A review**

by Anna Vadeby and Ulf Brüde

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

### **Summary**

By commission of the Swedish Road Administration, VTI has carried out a study of the literature in order to bring up to date the knowledge concerning the design of road junctions from the standpoint of traffic safety. It was mainly ABC junctions (junctions of less advanced design) and roundabouts, and their effects on vehicular traffic, that have been studied, but environmental effects have also been touched upon. The study has primarily focused on what is done in the Nordic countries and in countries nearby, but some other results of interest have also been included.

The study was commenced by getting in touch with leading traffic safety researchers in the Nordic countries in order to hear their views on what has occurred in the Nordic region in the past 5–10 years. A search of the literature was then made with the help of the VTI Library and Information Centre (BIC), by using mainly the database TRAX (library catalogue at VTI) and also ITRD (International Transport Research Documentation).

In the 80s and 90s, VTI carried out a number of studies which dealt with traffic safety at junctions. The results obtained in this study have in many respects confirmed VTI's previous results.

The measure that has predominated in recent years is to convert junctions into roundabouts. Many studies point out that this is a cost effective measure which reduces accident risk, injury risk and accident cost. Depending on how accident prone the junction had been prior to reconstruction, the positive effect can vary, but several studies show that the number of injury accidents has been reduced by 70–80%, and accident costs by up to 90%. With the correct design and regulation, safety is even higher than in grade separated intersections. For pedestrians, roundabouts appear to be as safe as other types of junctions, while safety for cyclists at roundabouts may be either as good as, or worse, as in other types of junctions.

As regards turning lanes, several of the studies confirm the results previously arrived at by VTI, that a left–turn lane is a measure that enhances traffic safety in junctions. Right–turn lanes have not been regarded previously as a traffic safety measure, but we have obtained results which show that right–turn lanes also can reduce both the total number of accidents and the number of injury accidents.

Several studies indicate that the angle between the primary and secondary road should be as near 90° as possible, since other angles have often given rise to visibility problems and longer turning radii. The data in this respect are however contradictory. As regards lighting, there is confirmation of earlier results that the number of night-time accidents is reduced by about 30% and the total number of accidents by about 10%. It is further confirmed that two staggered three-way junctions are preferable to one four-way junction. Several studies indicate that, for junctions in rural areas, a stop sign is much safer than a give way sign, and that at junctions on the state-maintained road network,

where the major road is not signposted as such, the priority ought to be regulated to a greater extent.

Further research that is recommended concerns mainly the design of roundabouts from the perspective of cyclists, whether right-turn lanes are to be regarded as a traffic safety measure that reduces the number of accidents, what engineering or other solutions can be used to modify and reduce speeds at junctions, and the optimum angle between the primary and secondary road.

## 1 Bakgrund och syfte

En stor andel av trafikolyckorna som inträffar på det svenska väg- och gatunätet sker i korsningar. På landsbygd återfinns drygt 20 % av samtliga skadade inklusive dödade i korsningar. För enbart dödade är andelen 15–20 %. Motsvarande värden för tätort är ca 60 % respektive 45–50 %. Såväl bilister, cyklister som gående har stora olycks- och skaderisker i korsningar.

Litteraturstudiens syfte har varit att uppdatera kunskapsläget vad gäller trafiksäkerhet i korsningar, med fokus på de senaste årens litteratur och framför allt nordisk litteratur. Framst har trafiksäkerhetseffekter för biltrafik i ABC-korsningar och cirkulationsplatser studerats, men i viss mån har även t.ex. miljöeffekter studerats. Signalreglerade korsningar och korsningar med järnväg studeras inte.

### 1.1 Grundläggande begrepp

I Vägar och Gators utformning, kap. 7 (Vägverket, 2004) beskrivs olika korsningstyper:

- Korsningstyp A saknar trafiköar och har normalt ett körfält i varje tillfart, i tätort kan fyrfältig primärgata förekomma
- Korsningstyp B är kanaliserad med trafikö, normalt med refug. På landsbygd används refug endast på sekundärväg i syfte att öka synbarheten och att styra trafikströmmarna, men i tätort används refug ibland även på primärväg för att underlätta för gående att korsa vägen. Korsningstyp B har normalt ett körfält i varje tillfart, i tätort kan fyrfältig primärgata förekomma
- Korsningstyp C har vänstersvängskörfält på primärvägen kanaliserat med trafikö för att minska riskerna för påkörning bakifrån och för att öka framkomligheten på primärvägen. Refug kan förekomma för att underlätta för gående att korsa. Korsningstyp C har normalt inga extra körfält
- Korsningstyp D är cirkulationsplats
- Korsningstyp E är signalreglerad korsning
- Korsningstyp F är delvis eller helt planskild korsning.

## 2 Metod och material

Genom personlig kontakt med trafiksäkerhetsforskare i Norden har en uppdatering av vad som är gjort i Danmark, Norge och Finland vad gäller trafiksäkerhet i korsningar genomförts. Svar erhöles från följande personer: Risto Kulmala från VTT i Finland och Päivi Nuutinen och Pauli Velhonoja från Vägförvaltningen i Finland. Från Norge har svar inkommit från Rune Elvik, TØI och Tor Jakob Smedby från Statens Vegvesen. Samtliga kontakter som svarade menar att det inte har hänt så mycket i Norden de 5–10 senaste åren, endast ett fåtal nyare studier av mindre storlek redovisades.

Litteratur om tidigare trafiksäkerhetsforskning som genomförts på VTI under framför allt 1980- och 1990-talet vad gäller korsningar och cirkulationsplatser gicks översiktligt igenom. Dessutom studerades Vägars och gators utformningar, VGU (Vägverket, 2004) och de nuvarande utformningsråden som finns från Vägverket.

En litteratursökning har genomförts med hjälp av VTI:s Bibliotek och Informationscenter (BIC) och då i första hand databasen TRAX (bibliotekskatalogen på VTI) och även ITRD (International Transport Research Documentation).

### 3 Utgångspunkt

VTI har tillsammans med Vägverket genomfört ett flertal korsningsstudier med syfte att studera trafiksäkerhetseffekter av olika åtgärder. Huvudsakliga referenser från VTI är Brüde (1975), (1993), Brüde and Larsson, (1982), (1984), (1986), (1988), (1992), (1993a, b). En uppsummering av resultat framkomna t.o.m. år 2000 redovisas i bilaga 1 och 2.

Mycket av forskningen som genomförts på VTI används i dagsläget som underlag till Effektsamband 2000 (Vägverket, 2001) och Excel programmet "Lill-Eva" (tidigare programvaran DOK 2). "Lill-Eva" är ett Excel-program som är utvecklat av VTI och Vägverket. Programmet kan användas för att beräkna trafiksäkerhetseffekter av olika åtgärder i korsningar med varierande trafikflöde och av olika typ.

Enligt skattningar som är gjorda 1997 fanns det:

- På det **statliga vägnätet** (som finns både på landsbygd och i tätort) finns totalt ca 20 000–25 000 korsningar, varav 2 000–3 000 är 4-vägs korsningar. Flertalet av korsningarna är relativt små och har enkel utformning
- För **tätorter** (både statliga och kommunala vägar) uppskattas antalet till ca 170 000 korsningar, varav
  - ca 125 000 3-vägs korsningar
  - ca 45 000 4-vägs korsningar
- Ungefär 60 000 korsningar i tätort kan bedömas tillhöra huvudnätet. Uppskattningsvis gäller att av dessa är
  - ca 15 000 av vägs korsningarna av enklare typ, det vill säga utan signaler och inte cirkulationsplats, av dessa enklare korsningar bedöms ungefär 2 000 ha stopplik.

Antalet cirkulationsplatser har ökat från ca 150 stycken år 1980 till ca 1 000 år 2000. Enligt kommunförbundets senaste inventering var antalet 1 200, men en ny inventering skall göras och idag ligger antalet troligtvis på uppemot 1 500 cirkulationsplatser. Som jämförelse kan nämnas att år 2005 uppskattades antalet signalreglerade korsningar till 2 500.

I bilaga 1 beskrivs bland annat att de faktorer som främst påverkar olycks- och skadetotal är:

- Storleken på trafiken och fördelning efter primär och sekundärväg
- Antal ben (3 eller 4)
- Hastighet och bebyggelse typ
- Korsningstyp.

Även faktorer som typ av kanalisering, belysning och GC-separering har påvisbar effekt.

Några exempel på storleken av effekter om man åtgärdar en korsning är att:

- Belysning reducerar antalet olyckor med 10 %, samt antalet mörkerolyckor med ca 30 %
- Cirkulationsplats ger reduktion av olyckorna med 60–75 %

- Målad vänstersvängsficka i 4-vägs korsning reducerar olyckorna med ca 10 % (effekten i 3-vägs korsning på landsbygd är något större, 10–20 %)
- Högersvängsfält inte har någon påvisbar trafiksäkerhetseffekt.

Mer resultat finns i den första tabellen i bilaga 1.

## 4 Resultat

De rapporter eller motsvarande som granskats i litteraturstudien har delvis olika karaktär. Flertalet artiklar behandlar ett specifikt område såsom cirkulationsplatser, öglor, medan andra artiklar och böcker är av mer övergripande karaktär, såsom tidigare litteraturstudier, metaanalyser av flera tidigare genomförda studier eller handböcker.

Vad gäller de personliga kontakterna i Norden så menar de flesta att det inte har förekommit så mycket ny forskning de senaste 5–10 åren. Risto Kulmala påpekar att i Finland har ett antal 3- och 4-vägs korsningar byggts om till cirkulationsplatser, men däremot så saknar han större utvärderingar vad gäller olyckor i cirkulationsplatser. Rune Elvik menar att ingen eller lite forskning har genomförts angående trafiksäkerhet i korsningar de senaste åren. Elvik menar vidare att kunskaperna håller på att bli för gamla och att bland annat effektsambanden kanske borde ses över. Ett fåtal nyare studier har dock framkommit, främst från Finland och Norge.

### 4.1 Generella slutsatser

På en konferens: 3rd International Symposium on Highway Geometric Design (Arndt and Troutbeck, 2005) presenterades bland annat resultat från en litteraturstudie där Arndt och Troutbeck studerat inverkan av korsningsutformningen på olycksutfallet. Inledningsvis studerades icke-signalreglerade korsningar i en litteraturstudie. I litteraturstudien ingick så kallade multi-faktor-studier som samtidigt studerade effekten av många olika faktorer, med-utan-studier där man använder två olika grupper av korsningar med likartade förutsättningar så när som på variabeln man studerar eller förefter-studier där man använder två grupper där varje korsning är med dels innan åtgärden, dels efter. Generella slutsatser som framkommer i flertalet av studierna som ingick i litteraturstudien är att det är flödet som är den variabel som påverkar olycksutfallet mest, studierna pekar dessutom på att sekundärvägsflödet påverkar olyckskvoten mer än primärvägsflödet. Ytterligare resultat som var konsistenta i två eller flera studier var att:

- 3-vägs korsningar är säkrare än 4-vägs korsningar
- Korsningar med belysning har lägre olyckskvot än korsningar utan belysning
- Större stoppskyltar på sekundärvägen resulterar i lägre olyckskvot.

En utförligare beskrivning av litteraturstudien finns i Arndt och Troutbeck (2001)

I en australiensisk litteraturstudie (Oxley et al., 2004) som genomförts vid Monash universitet på uppdrag av Vägverket har man kommit fram till att de mest strategiska åtgärderna i korsningar är:

- **Planskilda korsningar** där man har separerat alla konflikterande trafikströmmar har en potential att vara 100 % effektiva. I termer av kostnadseffektivitet så är dock den lösningen mera tveksam eftersom anläggningskostnaderna är höga
- **Cirkulationsplatser**, kan reducera olycksrisken med mellan 70 och 80 % och olyckskostnaden med ca 90 %. Cirkulationsplatser har även visat sig vara kostnadseffektiva när man bygger om en korsning med höga olycksrisker
- **Reducering av faktisk hastighet**, är en faktor som påverkar både olycksrisk och skaderisk positivt. Detta gäller generellt och inte bara i korsningar.

National Agenda for Intersection Safety (DoT, 2002) togs fram som ett resultat av National Intersection Safety Workshop som hölls i Milwaukee, Washington State 2001. Det är tänkt att vara ett levande dokument som kan modifieras allt eftersom. I dokumentet identifieras bland annat att man har för lite kunskap om gåendes, cyklisters och funktionshindrades situation i korsningar. Man slår även fast att man bör sträva efter nationella riktlinjer vad gäller bland annat korsningsutformning.

I Road Safety Manual från PIARC, World Road Association (PIARC, 2005) tar man upp att korsningar på landsbygd svarar för ca 20 % av olyckorna, motsvarande värden för tätort är ca 50 %, andelar som är mycket högre än den fysiska andelen av själva vägnätet. Andelarna stämmer bra överens med resultat som gäller för Sverige och redovisas i bilaga 1. Man menar vidare att valet av korsningstyp beror på flera olika faktorer, främst trafiksäkerhet, vägtyp, antal ben i korsningen, trafikvolym och hastighet. Cirkulationsplatser lyfts fram som det bästa alternativet för korsningar med relativt höga flöden på primärvägen (> 10 000–35 000 fordon per dag) och flöden mellan 3 000 och 12 000 fordon per dag på sekundärvägen.

Handboken Safer roads – A guide to road safety engineering (Ogden, 1996) baseras på resultat från 1980- och 1990-talet och visar på liknande resultat som framkommit i VTI:s tidigare studier som beskrivs i kapitel 3 samt bilaga 1 och 2.

## 4.2 3- och 4-vägs korsningar

I EU-projektet SAFESTAR (Brüde et al., 1998), som i första hand berör tätortskorsningar, kommer man fram till att vanliga 3- och 4-vägs korsningar generellt är ett sämre alternativ än cirkulationsplats och signalreglering vid relativt stora trafikflöden. Man konstaterar också att 3-vägs korsningar är säkrare än 4-vägs korsningar, huvudsakligen beroende på att trafiksituationen är mindre komplex. Man rekommenderar inte användandet av 4-vägs korsningar med stopp eller väjningsplikt om inte trafikflödet är väldigt lågt, utan man bör istället införa två förskjutna 3-vägs korsningar.

Arndt och Troutbeck (2004) har studerat samband mellan utformning av ABC-korsningar och olyckskvoter. I studien ingår 143 stycken 3-vägs korsningar och 63 stycken 4-vägs korsningar. Genom att använda metoder som tagits fram i en doktorsavhandling av Arndt och som bygger på bland annat Poisson-regressions-modeller kommer de fram till att en trafiksäker korsning är en korsning där man minimerar den relativa hastigheten mellan fordonen på primär och sekundärväg, minskar antalet trafikströmmar som ska överblickas av förarna. Med trafikström menas trafik med samma rörelseriktning. Man konstaterar vidare att en trafiksäker korsning bör vara tydligt markerad och ha god synbarhet.

Bared och Kaiser (2001) har studerat effekten av att ha två förskjutna 3-vägs korsningar istället för en 4-vägs korsning. De finner att totala antalet olyckor reduceras med 20–30 % samt att antalet olyckor med personskada minskar med ca 40 % om man studerar korsande landsvägar med ett körfält i vardera riktningen. Detta beror till stor del på att antal konfliktpunkter minskar från 32 till 22.

Tidigare svenska resultat från 2-fältiga landsbygdsvägar (bilaga 1) pekar på effekter mellan 0 och 40 %, ju högre andel sekundärvägstrafik, desto större effekt. Vidare rekommenderas vänster-höger-förskjutning för landsbygdsförhållanden för att undvika vänstersväng från primärväg för raktframkörande fordon från sekundärväg till sekundärväg. Med en vänster-höger-förskjutning kommer ett fordon som ska köra rakt fram på sekundärvägen först svänga vänster från sekundärvägen och därefter göra en höger-

sväng från primärvägen. För tätortsförhållanden rekommenderas höger-vänster-förskjutning där man vill undvika vänstersväng från sekundärväg för fordon i sekundärvägsled.

SAFESTAR (Brüde et al., 1998) rekommenderar att man alltid bör kritiskt granska om det är nödvändigt att öka antalet körfält, eftersom ett extra körfält ökar komplexiteten i korsningen och ofta leder till att hastigheten ökar. Sekundärvägar bör endast ha ett körfält i korsningen.

#### 4.2.1 Korsningsvinkel

I Monash-studien (Oxley et al., 2004) kommer man fram till att många studier samstämmigt pekar på att vinkeln mellan vägar i en korsning bör vara 90° samt att korsningar med annan vinkel ofta medför problem för förarna. Problem som kan uppstå vid asymmetriska korsningar är t.ex. att avståndet då man korsar vägen kan bli längre vilket gör att det krävs en större korsningsyta så att framförallt större fordon får tillräckligt med svängradie. Det finns risk för att man får sämre sikt åt ett håll, framförallt kan förare med fysiska begränsningar vad gäller nacke och rygg få problem med sikten då det krävs en större vridning av huvudet åt ena hållet. I en litteraturstudie (Helmers et al., 2004) tas upp att speciellt äldre förare får problem i korsningar med anslutningsvinklar skilda från 90°.

Även EU-projektet SAFESTAR, (Brüde et al., 1998) drar slutsatsen att vinkeln mellan korsande vägar bör vara 90° eller åtminstone nästan 90° för att minimera olycksrisken. Man konstaterar också att korsningar bör byggas där sikten är god, helst på raka sträckor som inte är kuperade. Även avståndet mellan korsningar bör beaktas, förarna bör hinna få möjlighet att "återhämta" sig efter att ha passerat en korsning innan de måste skärpa sin uppmärksamhet för att passera en ny korsning.

Något motstridiga resultat presenteras i Trafiksäkerhetshandboken, TØI (Elvik et al., 1997). Där redovisar man resultat som pekar på att vinklar som är såväl större som mindre än 90° är att föredra ur säkerhetssynpunkt. Resultaten är dock mycket osäkra. Tidigare VTI-studier lyfter fram att det i regel är svårt att inse hur man i en viss undersökning har definierat anslutningsvinkel. Detta kan eventuellt förklara avvikelserna.

### 4.3 Vänster- och högersvängsfält

I en studie av Harwood et al. (2003) har man studerat effekten av såväl vänster- som högersvängsfält på primärvägen. Harwood et al. studerar 280 ombyggda korsningar och 300 liknande korsningar där man inte genomfört någon åtgärd. En så kallad före-efter studie där man använt bland annat Empirical Bayes-metoden genomfördes för att utvärdera effekterna. Resultaten visar att såväl vänster- som högersvängsfält förbättrar säkerheten både i signalreglerade och icke-signalreglerade korsningar såväl i tätort som på landsbygd. Resultat för 4-vägskorsningar återfinns i tabell 1, där man kan se att effekten för högersvängsfält är mindre än för vänstersvängsfält, men dock signifikanta. Högersvängsfält i 4-vägskorsning på landsbygd reducerar totala antalet olyckor med  $14 \pm 5 \%$ , medan motsvarande värden för vänstersvängsfält på landsbygd är  $28 \pm 2,6 \%$ .

Tabell 1 Resultat från studien Harwood (2003).

<b>Vänstersvängsfält i 4-vägs korsning utan signalreglering</b>		
	Alla olyckor [%]	Personskadeolyckor [%]
Landsbygd	-28 ± 2,6	-35 ± 7,4
Tätort	-35 ± 7,6	-29 ± 4,0
<b>Högersvängsfält i 4-vägs korsning utan signalreglering</b>		
Landsbygd	-14 ± 5,2	-23 ± 6,6
Tätort	-40 ± 10,1	-

SAFESTAR-projektet (Brüde et al., 1998) kommer fram till att för att minimera antalet farliga manövrer i 3- och 4-vägs korsningar kan vänstersvängsfält användas om trafikflödet är högt. Vad gäller högersvängsfält så är man mer tveksam till att använda dessa då man menar att de främst bidrar till att öka komplexiteten, vilket snarare ökar olycksrisken. Användandet av högersvängsfält kan medföra siktproblem eftersom ett högersvängande fordon kan dölja raktframkörande fordon på primärvägen för fordon från sekundärvägen.

VTI-resultat (bilaga 1) pekar inte på några trafiksäkerhetseffekter av högersvängsfält, man menar att effekten ibland t.o.m. kan vara negativ. Vänstersvängsfält däremot reducerar totala antalet olyckor med ca 10 %. I bilaga 1 diskuteras dessutom att det ofta innebär stora metodproblem att skatta åtgärdseffekter och att effekterna kan variera mycket beroende på bland annat studiens storlek. Man belyser även att det är ett långsiktigt FoU-arbete som kan leda fram till någorlunda korrekta skattningar.

I PIARC-handboken (PIARC, 2005) beskrivs att man i vissa fall kan använda "högersvängskil" för att underlätta för högersvängande trafik. På landsbygd rekommenderas detta om hastighetsgränsen är maximalt 60 km/h. I tätort rekommenderas en sådan kil endast om andelen högersvängande trafik överskrider 10–20 % av totala trafikvolymen eftersom det innebär ökade svårigheter för fotgängare och cyklister som ska korsa vägen.

#### 4.4 Öglor

I en finsk studie av Finska vägförvaltningen 2002 (Tiehallinto, 2002a) har man studerat hur s.k. öglor påverkar trafiksäkerheten. Med en ögla menas att det vid vänstersväng finns en väg åt höger som man svänger av på för att sedan korsa primärvägen med rät vinkel. I Finland är öglor ett ovanligt fenomen, det finns endast 10 stycken. Vid utvärderingen av dessa 10 öglor gjorde man bland annat en enkätundersökning där trafikingenjörer och väghållningspersonal tillfrågades om sina erfarenheter av öglor. I studien fann man både positiva och negativa egenskaper. Positivt var att inga olyckor hade inträffat så här långt. Det största problemet verkar vara att bilförarna/väganvändarna ofta ignorerar öglan, det tror man kan bero på dels ouppmärksamhet, dvs. att man inte hinner uppfatta att det finns en ögla eller nonchalans så att man helt enkelt struntar i att använda öglan. Här pekar man på vikten av att skylta tydligt och i så god tid innan öglan att förarna verkligen hinner uppfatta att de ska svänga av till höger trots att de är på väg åt vänster. Ett annat problem som belyses i rapporten är att det ofta är olika väghållare som ansvarar för skötseln och t.ex. plogning av primärvägen och öglan.

Primärvägen tillhör oftast det statliga vägnätet medan själva öglan faller under en privat väghållare. Här har man sett exempel på att plogning av öglan var eftersatt och att det därmed uppstod farliga situationer. Att plogningen av öglan inte sköttes som den borde berodde troligen på okunskap om ansvar hos den privata väghållaren, här pekar man på att bör man satsa mer på upplysning om väghållningsansvaret.

Bedömningar gjorda av VTI (bilaga 1) pekar på 5–10 % trafiksäkerhetseffekt av öglor. I och med ombyggnad av landsbygdsvägar till nya vägtyper såsom 2+1- och 1+1-vägar så kanske behovet av öglor ökar på svenska vägar.

## 4.5 Cirkulationsplatser

### 4.5.1 Motorfordon

Det mest intressanta som framkommit vad gäller motorfordon i cirkulationsplatser i flertalet nyare studier, (Persaud et al., 2000), (PIARC, 2005) och (Brüde och Larsson, 1999a) är att såväl antalet polisrapporterade olyckor som antalet personskadeolyckor minskar om en korsning ersätts med cirkulationsplats.

I Monash-studien (Oxley et al., 2004) har man funnit att den mest effektiva korsningsåtgärden i tätort är att bygga en cirkulationsplats. Genom att ersätta en tidigare korsning med en cirkulationsplats så reduceras dels antalet olyckor med 73 %, dels minskar olyckskostnaden (speglar minskning av skadegraden) med ca 90 %. Det framgår inte om man tagit hänsyn till regressionseffekter i analysen. Man pekar även på att det kan vara lyckosamt att ersätta signalreglerade korsningar med cirkulationsplatser.

Genom att använda en ”Empirical Bayes” ansats studerar Persaud et al. (2000) trafiksäkerhetseffekterna då 24 signalreglerade korsningar ersätts med cirkulationsplatser. Genom en före-efter studie där regressionseffekter beaktas med hjälp av Empirical Bayes ansatsen visar de på mycket positiva resultat för cirkulationsplatserna. De påvisar 39 % minskning av antalet olyckor om man ser till alla olyckor och 76 % minskning av antalet olyckor med personskador. Tittar man på minskningen av antalet olyckor med döda eller svårt skadade så skattas den till hela 90 %. En nackdel med cirkulationsplatser som Persaud et al. pekar på är att det inte alltid passar att anlägga en cirkulationsplats eftersom den kräver relativt mycket utrymme, typiska värden för ytterdiametern på enfältig cirkulationsplats är ca 30 meter.

I PIARC-manualen beskrivs att cirkulationsplatser ger såväl färre som lindrigare olyckor. Resultat som stämmer väl överens med både t.ex. Monash-rapporten och studier genomförda på VTI.

I Brouwer, Herland och van der Horst (2000) gör man en översiktlig genomgång av cirkulationsplatser i Nederländerna och Sverige, mot bakgrund av konceptet ”Sustainable Safety” respektive ”Nollvisionen”. Studien visar att cirkulationsplatser är säkrare än korsningar i genomsnitt, men man påpekar att det finns många olika typer av cirkulationsplatser och att det behövs mer forskning kring cirkulationsplatser. Översynen med inriktning på Nederländerna visar att det saknas kunskap om vilka olika utformningar som påverkar trafikanterna (såväl bilister, cyklister som gående) och framförallt om hur utformningen påverkar trafikanterna. Brouwer et al. tror att detta beror på att man hittills har nöjt sig med att konstatera att cirkulationsplatsen är säkrare än andra typer av korsningar. I ljuset av begreppet ”den självförklarande vägen” (SER) rekommenderar författarna att man startar forskning relaterad till hur man kan kategorisera cirkulationsplatser med olika utformning. Forskningen bör svara på åtminstone följande frågor:

- Hur många olika kategorier av cirkulationsplatser behövs i trafiksystemet?
- Hur kan cirkulationsplatserna variera inom en kategori och ändå bedömas tillhöra samma kategori?
- Vilka olika utformningar påverkar trafiksäkerheten och trafikantbeteendet?
- Vilka utformningskriterier är generella för alla rondeller och vilka är specifika för en viss kategori?

Idén med så kallade självförklarande vägar (SER = Self Explaining Roads) är att trafikanterna ska känna igen en viss utformning och automatiskt veta vilket förarbeteende en viss utformning kräver. I Brouwer et al. hänvisas till Theeuwes och Godthelp (1992) för en beskrivning av begreppet SER.

Avslutningsvis menar Brouwer et al. att om man lyckas besvara frågorna beskrivna ovan så kommer cirkulationsplatser att bli ett ännu säkrare alternativ än vad de är idag.

Herland och Helmers (2002) har studerat svenska och utländska rekommendationer och utformningsregler vad gäller cirkulationsplatser. Studien visar att bäst trafiksäkerhets-effekter uppnås för cirkulationsplatser med ett körfält och låg hastighet i cirkulationsplatsen. Genom förnuftig utformning, t.ex. genom att använda vänsteravböjda tillfarter, kan man få effektiv kontroll över den faktiska hastigheten.

SAFESTAR-projektet pekar på liknande resultat, här rekommenderar man att cirkulationsplatser bör designas med ett körfält för att öka trafiksäkerheten.

I en studie av Strömgren (1997) har man studerat trafiksäkerheten i 36 cirkulationsplatser i höghastighetsmiljö. Cirkulationsplatser i höghastighetsmiljö definierades som cirkulationsplatser med ett eller flera anslutande men med hastighetsbegränsningen 90 eller 110 km/h på en längre sträcka före cirkulationsplatsen. Säkerhetsmässigt kan Strömgren inte påvisa att vare sig olyckskvot eller skadeföljd är högre i cirkulationsplatser i höghastighetsmiljö jämfört med andra cirkulationsplatser. Studien pekar på att cirkulationsplatser med ett körfält är det säkraste alternativet på landsbygd, medan antalet körfält i tätort spelar mindre roll för både olyckskvot och skadeföljd.

I en senare studie av Brüde och Larsson (1999a) där man studerat 182 cirkulationsplatser, lyfter man dock fram att den faktor, förutom trafikens storlek, som påverkar olycksantalet mest är hastighetsbegränsningen i cirkulationsplatsen. Både den lokala hastighetsbegränsningen i cirkulationsplatsen och hastighetsbegränsningen på de anslutande vägarna påverkar såväl:

- olyckskvot (antal polisrapporterade olyckor per miljon inkommande motorfordon)
- skadeföljd (antal skadade inklusive dödade per olycka)
- skadekvot (antal skadade inklusive dödade personer per miljon inkommande motorfordon).

Ökad faktisk hastighet leder till ökade olycks- och skaderisker. Resultaten från Brüde och Larssons studie pekar även på att cirkulationsplatser med ett körfält är att föredra framför tvåfältiga. Rondellradier på 10–25 meter verkar vara optimalt. Brüde och Larssons jämförelser visar vidare att cirkulationsplatser t.o.m. är något säkrare än planskild korsning om hastighetsbegränsningen är maximalt 50 km/h. I begreppet planskild korsning ingår här även anslutningarna, till skillnad från i de resultat som redovisas från (Oxley et al., 2004).

Anvisningar i VGU (Vägverket, 2004) ger riktlinjer om att hastighetsbegränsningen på anslutande vägars tillfarter inte bör vara högre än 70 km/h. I VGU tas hänsyn till såväl framkomlighet som trafiksäkerhet. Ur ett trafiksäkerhetsperspektiv pekar Brüde och Larssons studier på att hastighetsbegränsningen i cirkulationsplatsen aldrig bör vara högre än 50 km/h.

Odberg (Odberg, 2000) har studerat trafiksäkerhetseffekter då man bygger om korsningar till cirkulationsplatser i Vestfold region i Norge. Odberg har bland annat kommit fram till, genom att göra en före-efter studie på 22 cirkulationsplatser, att antalet olyckor som resulterade i personskada har minskat med 34,5 %, medelolyckskvoten minskade från 0,25 till 0,12 samt att svårhetsgraden hos olyckorna reducerades.

Genom att göra en metaanalys av studier gjorda utanför USA har Rune Elvik (Elvik, 2003) studerat trafiksäkerhetseffekter då man bygger om korsningar till cirkulationsplatser. Elvik har granskat 28 olika studier gjorda mellan 1977 och 1997, vilket innebär att många resultat han använder är relativt gamla och kanske visar på något lägre effekt eftersom de delvis berör cirkulationsplatser med gammal och dålig utformning. Resultatet av analysen är att cirkulationsplatser gör att antalet olyckor reduceras med mellan 30 %–50 % samt att antalet dödsolyckor minskar med 50 %–70 %. Vad gäller storleken på rondellen är resultaten något motstridiga, men majoriteten av studierna pekar ändå på att små cirkulationsplatser med liten rondellradie är att föredra jämfört med cirkulationsplatser med stor rondellradie.

Cirkulationsplatser i Schweiz har studerats av Spacek (Spacek, 2004). Han undersöker sambandet mellan olycksförekomst, flöde och utformning av cirkulationsplatser. Spacek lyckas inte visa något samband mellan trafikvolym och olycksfrekvens, men konstaterar att man i Schweiz inte alltid har lyckats bra säkerhetsmässigt med alla cirkulationsplatser och att det är viktigt att utformningen av cirkulationsplatsen leder till lämplig hastighet. Spacek identifierar följande kunskapsluckor: tvåfältiga cirkulationsplatser, riktlinjer för utformning med tanke på motorcyklister och mopedister samt olyckor nattetid.

Tvåfältiga cirkulationsplatser har studerats av Brilon och Bäumer (2004) och i en finsk studie (Tiehallinto, 2002b). Brilon och Bäumer studerar en relativt ny typ av cirkulationsplatser i Tyskland, så kallade kompakta 2-fältiga cirkulationsplatser med en ytterdiameter mellan 40 och 60 meter. De finner att dessa cirkulationsplatser är både säkra och effektiva, med en genomsnittlig säkerhetsnivå som ligger högre än nivåerna för trafiksignaler och ungefär lika med mindre enfältiga cirkulationsplatser. Brilon och Bäumer påpekar dock att körfältsbyte innan och i cirkulationsplatsen är en orsak till konflikter, något även den finska studien lyfter fram. Den finska studien (Tiehallinto, 2002b), som beaktar förarbeteende i tre olika cirkulationsplatser, kommer fram till att man bör utforma cirkulationsplatsen så att man minimerar antalet körfältsbyten i anslutning till cirkulationsplatsen samt att man bör anstränga sig för att göra vägskyltar och vägmarkeringar tydliga och lättförståeliga.

#### 4.5.2 Cyklister och fotgängare

I en studie från 1996 (Brüde och Larsson, 1996) jämförs säkerheten för cyklister i cirkulationsplatser med säkerheten i andra typer av korsningar. Genom att använda de på VTI framtagna prediktionsmodellerna (Lill-EVA) har man jämfört det faktiska olycksutfallet i cirkulationsplatserna med predikterat antal. Man studerade cirkulationsplatser i Nederländerna, Danmark och Sverige och jämförde tre typer av utformning:

1. Cirkulationsplats med separat cykelbana och vanlig cykelöverfart
2. Ingen särskild anpassning i cirkulationsplatsen för cyklisten
3. Ett särskilt cykelfält i cirkulationsplatsen.

Resultaten visar att säkerheten för cyklister kan variera mellan att vara samma som för andra typer av korsningar till att vara extremt dålig. Cirkulationsplatser med ett körfält och relativt liten radie är att föredra ur säkerhetsperspektiv. Studien visar också att alternativ 1 ovan är den lösning som är fördelaktigast ur ett säkerhetsperspektiv för cyklisten, medan alternativ 3 är den lösning som är sämst.

Litteraturstudien från Monash (Oxley et al., 2004) beskriver vikten av att tänka på eventuell ökad risk för cyklister och fotgängare i cirkulationsplatser. I rapporten lyfts det fram att ett viktigt kriterium då man jämför cirkulationsplatser med andra typer av korsningar är skadornas svårhetsgrad. Skadornas svårhetsgrad hos cyklister och fotgängare kan vara lägre vid olyckor i cirkulationsplatser, främst beroende på att bilarnas hastighet är lägre.

I Safer roads (Ogden, 1996) lyfts det fram att det största säkerhetsproblemet med cirkulationsplatser är cyklister, flertalet studier pekar på att olycksrisken är 2–3 gånger större än vid signalreglerade korsningar. För fotgängare gäller däremot att cirkulationsplatser är lika säkra som andra korsningar. Även Brüde och Larsson (1999b) finner att för fotgängare är cirkulationsplatser en relativt säker korsningstyp. De studerar drygt 70 cirkulationsplatser (utan GC-tunnel) för att analysera situationen för cyklister och fotgängare och finner bland annat att det inträffar fler olyckor i tvåfältiga cirkulationsplatser än enfältiga. Jämförelse med VTIs prediktionsmodeller gav att för fotgängare så var de observerade värdena lägre än predicerat, medan de för cyklister stämde väl överens i enfältiga cirkulationsplatser men var dubbelt så stora som predicerat i tvåfältiga.

Odbergs studie (2000) finner tendenser att antalet cykelolyckor ökar, medan antalet olyckor med fotgängare minskar jämfört med innan man hade byggt cirkulationsplatsen.

Dijkstra (2004) studerar bland annat företrädesregler för cyklister i cirkulationsplatser och finner att om cyklisterna har företräde i cirkulationsplatsen så ökar olycksrisken.

På Institutionen för Teknik och Samhälle, Avdelningen för Trafikteknik på Lunds Tekniska Högskola har nyligen ett nytt doktorandprojekt startats där cyklisters situation i cirkulationsplatser skall studeras.

## 4.6 Företrädesreglering

I 3- och 4-vägs korsningar på landsbygd används i huvudsak tre olika regleringsformer: stopplikt, väjningsplikt eller enbart högerregeln. När en väg klassas som huvudled följer automatiskt att korsningarna ska vara företrädesreglerade medan för icke-huvudled gäller normalt högerregeln. I en VTI-studie (Nilsson et al., 2005) studerar man huvudled och regleringar i korsningar. Där beskrivs bland annat hur situationen ser ut i andra länder. I Danmark och Finland har man väjnings- eller stopplikt i samtliga landsbygds-korsningar. I USA använder man inte huvudledsskyltning, men normen för vår mot-svarighet till statliga vägar är att vanligen så ska alla sidovägar ha stopplikt. Rekommendationer från studien är att man hellre bör skylta stopp eller väjning än att utöka antal korsningar med huvudledsreglering. Trafiksäkerhetsmässigt är stopplikt att föredra framför väjningsplikt i korsningar på det statliga vägnätet. I studien påpekas dock att skyltning med stopp medför viss ökad restid jämfört med väjningsplikt.

I Trafiksäkerhetshandboken från TØI (Elvik et al., 1997) beskrivs att om man inför väjningsplikt så reduceras antalet personskadeolyckor med 3 % medan införandet av stopplikt reducerar antalet personskadeolyckor med 30 %.

Resultat från en tidigare VTI-studie (Brüde, 1993) pekar på att genomsnittligt ökar antal skadade med 10–20 % om man i landsbygdkorsningar ersätter stopplikt med väjningsplikt.

#### 4.7 Belysning

I SAFESTAR-rapporten (Brüde et al., 1998) tas upp att många studier visar att antalet mörkerolyckor i korsningar utan belysning kan minskas med 20–40 % om man inför gatubelysning. Både antalet olyckor och dödsolyckor med oskyddade trafikanter reduceras vanligen mer än motsvarande för bilister. Man bör dock tänka igenom själva placeringen av lyktstolpen eftersom kollisioner med fasta objekt är både farliga och relativt vanliga.

Även resultaten från Arndt och Troutbeck (2005) pekar på att belysningen är en åtgärd som reducerar antalet olyckor.

I rapporten från Monash pekar man på flera studier som har kommit fram till att belysning i korsningar ger positiva effekter på såväl antalet inträffade olyckor som på skadornas svårighetsgrad. Till exempel så kommer Preston och Schenecker (1999) fram till att införandet av belysning i korsningar på landsbygden är en både billig och effektiv åtgärd för att reducera antalet olyckor. Deras studie pekar på hög kostnadseffektivitet.

VTI-resultat som presenteras i bilaga 1 visar att belysning reducerar totala antalet olyckor med 10 % och antalet mörkerolyckor med 30 %.

I en nyligen utgiven litteraturstudie från VTI (Nygårdhs, 2006) studeras generella effekter av belysning. Även här pekar framkomna resultat på att antalet olyckor reduceras vid belysning.

#### 4.8 Varningssignaler

Radalj (2003) har studerat effekten av så kallade ”Advanced Warning Flashing Lights” (AWFL) i Perth, Australien. Genom en före-efter-studie där han jämfört korsningar med respektive utan AWFL har han funnit att antalet olyckor med svåra personskador har minskat signifikant, medan antalet olyckor med lindrig skada har ökat. Totalt ledde installerandet av AWFL till en ökning på 3 % av totala antalet olyckor.

Pant et al. (1999) har jämfört korsningar med stopplikt med och utan så kallade beacons (varningsljus). De visar att beacons är effektiva för att minska hastigheten på primärvägen, speciellt i korsningar med dålig sikt. Däremot verkar varningsljusen inte vara effektiva på att reducera antalet olyckor i korsningarna.

#### 4.9 Räfflor/Reducering av hastighet

Att hastigheten är en faktor som påverkar såväl olycks- som skaderisk är ett välkänt fenomen. För att uppskatta effekten på antalet olyckor vid en ändring av medelhastigheten, kan den så kallade Potensmodellen användas. I Potensmodellen (Nilsson, 2004) beskrivs sambandet mellan hastighet och säkerhet. Genom att sänka medelhastigheten kan antalet olyckor reduceras. I Potensmodellen beskrivs hur den relativa hastighets-

ändringen påverkar antalet olyckor, totala antalet olyckor ändras som kvadraten på den relativa hastighetsändringen. Låt  $y_{\text{efter}}$  = antalet personskadeolyckor efter hastighetsändringen,  $y_{\text{före}}$  = antal personskadeolyckor innan hastighetsändringen,  $v_{\text{före}}$  och  $v_{\text{efter}}$  = hastigheten före respektive efter förändringen. Då ger Potensmodellen att:

$$y_{\text{efter}} = y_{\text{före}} \left( \frac{v_{\text{efter}}}{v_{\text{före}}} \right)^2$$

För antalet allvarliga personskadeolyckor gäller tredjepotensen och för antal dödsolyckor gäller fjärdepotensen.

Under förutsättning att man kan mäta hastigheten i en korsning på ett meningsfullt sätt (man kan t.ex. använda sig av reshastighet) så kan potensmodellen användas även där för att uppskatta effekten på antalet olyckor vid en ändring av medelhastigheten.

För att minska hastigheten i korsningar så har man på flera håll studerat bland annat räfflors påverkan i samband med korsningar. Mason (1999) har studerat användandet av räfflor innan stoppskylt i New Brunswick, Canada. Räfflorna är tänkta att varna för en korsning både med ljud och vibrationer så att en ouppmärksam förare ska bli medveten om att det kommer en korsning. I New Brunswick har man installerat räfflor i 7 stycken 4-vägs korsningar med stopplikt. På grund av relativt lågt trafikflöde har man inte gjort en statistisk utvärdering, utan man har istället studerat de inträffade olyckorna i detalj samt intervjuat både polis och personal som arbetar på vägen, Mason ser räfflor som en effektiv åtgärd för att minska antalet kollisioner i 4-vägs korsningar. De påpekar dock att räfflorna behöver ses över ca två år efter installationen.

I litteraturstudien från Monash har man studerat effekten av enklare åtgärder på vägen såsom t.ex. räfflor innan korsning. Preliminära resultat pekar på att hastigheten kan reduceras med 5 %. En hastighetsreduktion med 5 % har, trots att minskningen verkar liten, positiv effekt på både antalet olyckor och olyckornas svårhetsgrad. Man föreslår även användandet av räfflor som en åtgärd för att minska antalet olyckor i korsningar.

Jämför man med några tidiga studier från VTI (Pettersson, 1976a, Pettersson, 1976b, Pettersson, 1981) vars resultat pekar på att användandet av räfflor innan en korsning tenderar att minska hastigheten med ca 5–10 %, medan man däremot inte har kunnat påvisa positiva effekter på olycksfrekvensen eftersom det föreligger stora regressions-effekter.

Andra åtgärder som kan tänkas minska hastigheten i korsningar är t.ex. ATK-kameror. Införandet av nya kameror kommer att ske under 2006 och kommande utvärderingar kommer att visa vilken hastighetsreducerande effekt dessa har i korsningar. Tidigare utvärderingar (Andersson och Larsson, 2005, Larsson och Gustafsson, 2005) tyder på att hastigheten reduceras såväl i korsningar som på sträcka.

Ytterligare en annan åtgärd för att minska hastigheterna, antalet olyckor och antalet skadade i korsningar är vanlig lokal hastighetsbegränsning, se bilaga 2.

#### 4.10 Oskyddade trafikanter

(Gårder et al., 1998) har studerat effekten av att göra cykelbanorna upphöjda i korsningar. Man har studerat totalt 44 korsningar i Göteborg genom att jämföra resultaten före och efter upphöjning av cykelbanorna. Studien visar att olycksrisken minskar för

cyklister, men däremot så ökar antalet olyckor främst beroende på att antalet cyklister ökar i de aktuella korsningarna.

I en studie från VTI (Brüde och Larsson, 1992) indikerar resultaten att avståndet från cykelbana till parallell körbanekant bör ligga mellan 2–5 meter för att erhålla god säkerhet för cyklisterna. Med avstånd till parallell körbanekant menas avstånd mellan cykelbanan och den korsande vägen. Detta gäller för såväl icke-signalreglerade som signalreglerade korsningar.

I en litteraturstudie som studerar trafikmiljö för äldre bilförare (Helmers et al., 2004), har man funnit rekommendationer från Staplin et al. (2001) angående utformningen av cirkulationsplatser. Där rekommenderar man bland annat att övergångsställen bör anläggas på ett avstånd av minst 7,5 m räknat från väjningslinjen.

I VGU, kap. 7.4.6 (Vägverket, 2004) rekommenderas att avståndet mellan cykelbana och parallell körbanekant antingen ska vara högst 1 meter eller mer än 6 meter.

#### 4.11 Miljöeffekter

Möjligheterna att beskriva avgasutsläpp från fordon som passerar korsningar baseras huvudsakligen på två typer av underlag:

- Körförlopp
- Avgasbildning som funktion av körförlopp.

Inom svensk vägplanering har hittills huvudsakligen de emissionsfaktorer som ingår i den s.k. EVA-modellen använts för miljöbeskrivning av olika korsningsutformningar och regleringar. Emissionerna har beräknats med VETO-modellen, Hammarström och Karlsson (1994).

VETO är en s.k. kvasistationär modell i vilken beräkning av bränsleförbrukning och avgasemissioner utnyttjar stationärt uppmätta motormappar. I en kvasistationär modell används underlag, motormappar, uppmätta under stationära förhållanden för beskrivning av vad som händer under transienta förhållanden, det vill säga då  $dv/dt(v)$  är skild från 0. Detta är en förenkling som kan medföra fel. För bränsleförbrukning ger detta en god beskrivning medan felet kan bli betydande för olika ämnen i avgaserna. Felet avseende avgaser är mindre för dieseldrift medan det är större för bensindrivna motorer med katalysator. Denna beräkningsmetod är allmänt accepterad generellt för bränsleförbrukning/ $CO_2$ , för avgasemissioner från dieselmotorer och avgaser från bensinmotorer utan katalysator. Beträffande dieselmotorer finns det behov av transientkorrekationer för CO och PM.

Dessa emissionsfaktorer uttrycker avgasemissioner för att retardera från viss hastighet ner till viss lägre hastighet och sedan åter upp till starthastigheten. Retardation och acceleration som funktion av hastighet betecknas  $dv/dt(v)$ . I VETO beräkningar används olika retardationsnivåer i olika hastighetsintervall. Vad som avses med emissionsfaktorer i korsning är skillnaden i utsläpp mellan det beskrivna förloppet och att köra samma sträcka med en konstant hastighet lika med start- eller sluthastigheten.

Brister i de befintliga emissionsfaktorerna i EVA bedöms vara:

- Att inte tomgångseffekter ingår
- Att  $dv/dt(v)$  inte påverkas av korsnings- och trafikmiljö

- Att kvasistationära modeller som VETO kan ge stora fel vid beskrivning av emissionsfaktorer för katalysatorbilar
- Att transienteffekter inte beaktats för dieseldrivna fordon vilket kan förväntas ha resulterat i en underskattning av partikelutsläppen
- Att de motordata som använts både för lätta och tunga fordon har varit mycket begränsade vilket kan ha påverkat representativiteten.

Vägverket arbetar för närvarande med att implementera den s.k. ARTEMIS-modellen för beskrivning av vägtrafikens avgasutsläpp. ARTEMIS är ett EU-projekt som nu är avslutat, slutdokumentationen är dock inte publicerad än. INFAS, ett schweiziskt företag, ansvarar för själva datorprogrammet. Denna modell skall användas från länk- upp till regional eller nationell nivå. En nackdel med ARTEMIS-modellen är att den inte direkt kan användas för beskrivning av avgasutsläpp i korsning. ARTEMIS ger emissionsfaktorer för olika typer av ”korridorer”, vilka då utgörs av system av länkar och korsningar.

Skillnaden i avgasutsläpp mellan att i en korsning ha oregrerat resp. väjnings- eller stopplikt har utvärderats i en studie av Nilsson et al. (2005). Slutsatser från studien är att om man vill minimera avgasemissionerna så verkar väjningsplikt vara fördelaktigast. Beräkningar har utförts med VETO-modellen.

Möjligheterna till representativa beräkningar med VETO har kraftigt förbättrats ifråga om tunga fordon som följd av resultat framtagna inom COST346. Underlaget utgörs av motormappar för mer än 100 dieselmotorer. Även ifråga om bensinmotorer har tillgången på motormappar förbättrats. Till underlagen för VETO-beräkningar hör också Bilregistret.

## 5 Diskussion, identifiering av kunskapsluckor

Syftet med studien har varit att uppdatera kunskapsläget vad gäller trafiksäkerhet i korsningar. VTI:s egna bedömningar på förhand var att inte särskilt mycket nytt framkommit under senare år. Samma mening delades av framstående experter i Norge och Finland.

Den dominerande åtgärden de senaste decennierna har varit cirkulationsplats som visat sig reducera både olyckor och skadekonsekvens och som dessutom varit kostnads-effektiv. Samtidigt kan konstateras att variation förelegat i hur väl man lyckats förbättra trafiksäkerheten i olika cirkulationsplatser. Osäkerhet råder också om hur säkerheten för cyklister påverkas. Ett ytterligare frågetecken handlar om hur rondellutformning, rondellutsmyckning och siktförhållanden i cirkulationsplatser påverkar säkerheten.

Det befintliga kunskapsläget i Sverige, och övriga nordiska länder, baserar sig i hög grad på studier genomförda under 1980- och 1990-talet. Inget har framkommit som ifrågasätter tidigare skattade effekter av fysiska åtgärder eller vidtagna hastighets-åtgärder. Den s.k. potensmodellen har blivit alltmera verifierad och allmänt vedertagen. Däremot föreligger osäkerhet om huruvida tidigare absoluta nivåer för antal olyckor och skadade fortfarande gäller.

Högersvängskörfält har inte tidigare betraktats som någon trafiksäkerhetsåtgärd. I dagsläget har det tillkommit nya vägtyper som 2+1-väg och 1+1-väg är på gång. Emellanåt efterfrågas högersvängskörfält på sådana vägar och det kan inte uteslutas att viss trafik-säkerhetseffekt kan föreligga.

Andra åtgärder som kan behöva utvärderas framöver är olika tekniska lösningar för att minska och reglera hastigheten i korsningar. Här är nya ATK-projektet (Automatisk Trafiksäkerhets Kontroll) en spännande lösning som startar under 2006.

Sammanfattningsvis är de främsta kunskapsluckorna vad gäller trafiksäkerhet i korsningar:

- Cyklisters situation i cirkulationsplatser
- Rondellutformning, rondellutsmyckning och sikt i cirkulationsplats
- Avstånd mellan korsning och GC-överfart
- Effekt av olika hastighetsreducerande åtgärder i korsningar, såsom ATK kontra lokala hastighetsbegränsningar
- Effekt av högersvängsfält
- Optimal vinkel mellan korsande vägar.

En del av de forskningsresultat som framkommit i studien skiljer sig något från anvisningarna i VGU. Dessa skillnader kan troligen till viss del förklaras av att man i anvisningarna i VGU tar hänsyn till såväl trafiksäkerhetsaspekter som andra transport-politiska mål såsom framkomlighet och miljö, medan forskningsresultaten som studerats här främst har ett trafiksäkerhetsperspektiv. Skillnader finns bland annat vad gäller högsta tillåten hastighet i cirkulationsplatser, avstånd mellan korsning och GC-överfart samt företrädesreglering i korsningar på landsbygd. Skillnaderna bör dock utredas vidare för att se om ändringar i VGU är motiverade.

## Referenser

- Andersson, G. & Larsson, J. (2005) Automatic speed cameras in Sweden 2002–2003. *VTI notat 10A-2004*. Linköping, Sweden.
- Arndt, O. & Troutbeck, R. (2001) Relationship between unsignalised intersection geometry and accident rates - a literature review. *Road and transport research* 10, 49–65.
- Arndt, O. & Troutbeck, R. (2004) Relationship between unsignalised intersection geometry and accident rates: final results. *Road system and engineering technology forum*. Brisbane, Australia.
- Arndt, O. & Troutbeck, R. (2005) Relationship Between Unsignalised Intersection Geometry and Accident Rates. *3rd International Symposium on Highway Geometric Design*.
- Bared, J. & Kaiser, E. (2001) Advantages of offset T-intersections with guidelines. *Traffic Safety on three continents*. Moscow, Russia.
- Brilon, W. & Bäumer, H. (2004) Kompakte zweistreifig befahrbare Kreisverkehre/ Compact two-lane roundabouts. *Strassenverkehrstechnik*, 48, 333–340.
- Brouwer, R., Herland, L. & Van-der-Horst, A. (2000) Sustainably safety of roundabouts. *TNO-report TM-00-D002*. TNO Human Factors Research Institute.
- Brüde, U. (1975) Litteratursökning-Studie avseende trafikolyckor i icke signalreglerade plankorsningar på tvåfältsvägar utanför tätort. *VTI Internrapport 20*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. (1993) Val av företrädesreglering i korsningar. Stopp- eller väjningsplikt. *VTI notat 20*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U., Hedman, K-O., Larsson, J. & Thuresson, L. (1998) Design of Major Urban Junctions Comprehensive Report. *VTI EC Research 2*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1982) Vägkorsningar på landsbygd inom huvudnätet. Olycksanalys. *VTI Rapport 233*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1984) Korsningsinventering 1983. Insamlingen av data avseende utformning, reglering och trafik. *VTI meddelande 400*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1986) Trafiksäkerhetseffekter av korsningsåtgärder. *VTI Rapport 310*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1988) Trafiksäkerhetseffekt av LHOVRA-signaler. Analysmetoder och resultat. *VTI meddelande 575*. Linköping, Sweden
- Brüde, U. & Larsson, J. (1992) Trafiksäkerhet i tätortskorsningar. *VTI meddelande 685*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1993a) Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit? *Accident Analysis and Prevention*, 35, 499–509.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1993b) Nordiskt samarbete avseende trafiksäkerhet i korsningar. Tillståndsbeskrivning av kunskapsläget och förslag till FoU. *VTI meddelande 655*. Linköping, Sweden.

- Brüde, U. & Larsson, J. (1996) The safety of cyclists at roundabouts, A comparison between Swedish, Danish and Dutch results. *VTI Meddelande 810 A*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1999a) Trafiksäkerhet i cirkulationsplatser avseende motorfordon. *VTI meddelande 865*. Linköping, Sweden.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1999b) Trafiksäkerhet i cirkulationsplatser för cyklister och fotgängare. *VTI meddelande 864*. Linköping, Sweden.
- Dijkstra, I.A. (2004) Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers. *R-2004-14*. SWOW, Nederländerna.
- DoT (2002) National Agenda for Intersection Safety. *U.S. Department of Transportation*.
- Elvik, R. (2003) Effects on Road Safety of Converting Intersections to Roundabouts Review of Evidence from Non-U.S Studies. *Journal of the Transportation Research Board*, No.1887, 1–10.
- Elvik, R., Borger Mysen, A. & Vaa, T. (1997) Trafikksikkerheshåndbok. *TØI*.
- Gårder, P., Leden, L. & Pulkkinen, U. (1998) Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology. *Transportation Research Record*, 1360, 64–70.
- Hammarström, U. & Karlsson, B. (1994) Fordonskostnader och avgasemissioner för vägplanering. *VTI notat T150-1994*. Linköping, Sweden.
- Harwood, D., Bauer, K., Potts, I., Torbic, D., Richard, K., Rabbani, E.R.K., Hauer, E., Elefteriadou, L. & Griffith, M. (2003) Safety Effectiveness of Intersection Left- and Right-Turn Lanes. *Journal of the Transportation Research Board*, 1840, 131–139.
- Helmers, G., Henriksson, P. & Haakimes-Blomqvist, L. (2004) Trafikmiljö för äldre bilförare. *VTI Rapport 493*. Linköping, Sweden.
- Herland, L. & Helmers, G. (2002) Cirkulationsplatser - utformning och funktion. *VTI Meddelande 895*. Linköping, Sweden.
- Larsson, J. & Gustafsson, S. (2005) Kompletterande utvärdering av hastighetsdata från några ATK-sträckor. *PM-2005-05-18*. Linköping, Sweden.
- Mason, D. (1999) An examination of the use and effectiveness of intersection rumble strips in New Brunswick. *Annual Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada*. Saint John, New Brunswick, Canada.
- Nilsson, G. (2004) Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety. *Department of Technology and Society, Traffic Engineering*. Lund Institute of Technology.
- Nilsson, G., Brüde, U. & Hammarström, U. (2005) Huvudled och regleringar i korsningar. *VTI-notat 23-2005*. Linköping, Sweden.
- Nygårdhs, S. (2006) Vägbelysning: en litteraturstudie. *VTI Rapport 535*. Linköping, Sweden.
- Odberg, T.A. (2000) Experiences with Roundabouts in the Vestfold Region. Accidents Traffic Behaviour and Geometric Design. *VTI konferens*. Linköping.

- Ogden, K.W. (1996) *Safer Roads. A Guide to Road Safety Engineering*, Avebury Technical.
- Oxley, J., Corben, B., Koppel, S., Fildes, B., Jacques, N., Symmons, M. & Johnston, I. (2004) Cost-effective infrastructure measures on rural roads. *Report No. 217*. Monash University Accident Research Centre.
- Pant, P., Park, Y., Neti, S. & Hossain, A. (1999) Comparative Study of Rural Stop-Controlled and Beacon Controlled Intersections. *Journal of the Transportation Research Board*, 1692, 164–172.
- Persaud, B., Retting, R., Gårder, P. & Lord, D. (2000) Crash Reductions Following Installation of Roundabouts in the United States. *Insurance Institute for Highway Safety*. Arlington.
- Pettersson, H.E. (1976a) Hastighetssänkande anordningar i vägbanan. *VTI Meddelande 19*. Linköping, Sweden.
- Pettersson, H.E. (1976b) Rumble Strips. Geometrisk utformning och beteendeffekter. *VTI Rapport 80*. Linköping, Sweden.
- Pettersson, H.E. (1981) Bullerremсор. Effektmätningar vid två anläggningar. *VTI Rapport 213*. Linköping, Sweden.
- PIARC (2005) *Road safety manual. Recommendations from the World Road Association (PIARC)*, Route market.
- Preston, H. & Schenecker, T. (1999) Potential safety effects of dynamic signing at rural horizontal curves. *Report MN/RC-2000-14*. St Paul, Minnesota, Minnesota Department of Transportation.
- Radalj, T. (2003) Traffic Safety Effects of Advanced Warning Flashing Lights at Intersections on High-Speed Roads, Perth Metropolitan Area. *Road Safety Research, Policing and Education Conference*. Sydney, Australia.
- Spacek, P. (2004) Basis of the Swiss Design Standard for Roundabouts. *Journal of the Transportation Research Board*, No. 1881, 27–35.
- Staplin, L., Lococo, K., Byington, S. & Harkey, D. (2001) *Highway design handbook for older drivers and pedestrians. Final report*, Department of Transportation. Federal Highway Administration McLean, VA.
- Strömberg, P. (1997) TS-effekter i cirkulationsplatser i höghastighetsmiljö. *Vägverket, Publikation 1997:70*.
- Theeuwes, J. & Godthelp, J. (1992) Begrijpelijkheid van de weg. *Report IZF 1992 C-8*. Soesterberg, The Netherlands, TNO Institute for Perception.
- Tiehallinto (2002a) Improvement solutions for main roads: Right hand diverging lane loops for left turns-functionality, safety and maintenance. *Finnra Internal Publications 2/2002*.
- Tiehallinto (2002b) Monitoring driving in two-lane roundabouts - Vaajakoski, Roytta and Suutarila roundabouts. *Finnra reports 38/2002*.
- Vägverket (2001) Effektsamband 2000. Nybyggnad och förbättring - effektkatalog. *Publikation 2001.78*. Borlänge, Sweden.
- Vägverket (2004) Vägar och gators utformning (VGU). Korsningar. *2004:80*. Borlänge, Sweden.

2000-03-22

**VTI**Trafiksystem, Trafiksäkerhetsanalys  
Ulf Brüde, Jörgen Larsson***EMV, TS-Effektkatalogen*****3.7.2 Fysiska åtgärder för biltrafik i korsningar****Trafiksäkerhetsproblemet**

På landsbygd återfinns drygt 20% av samtliga skadade inklusive dödade i korsningar. För enbart dödade är andelen 15-20%. För tätort är motsvarande värden ca 60% respektive 45-50% (VTI 1998). Korsningar utgör därmed s.k. black-spots i väg- och gatunätet. Såväl bilister, cyklister som gående har stora olycks- och skaderisker i korsningar. Vad gäller plankorsning med järnväg – se särskilt avsnitt nedan.

**Nya EVA-modellen**

Den nu föreslagna EVA-modellen för korsningar beaktar dels sammantaget och dels var för sig

- Olyckor med enbart motorfordon inblandade (exklusive viltolyckor)
- Olyckor med cyklister (inkl. mopeder)
- Olyckor med fotgängare

I samtliga fall avses polisrapporterade olyckor.

Modellen för motorfordonsolyckor tar hänsyn till

- Risk, d.v.s. olyckskvoten (O/T) antal olyckor per miljon inkommande bilar (axelpar).
- Konsekvens, som dels anges med skadeföljd (S/O) d.v.s. antal skadade inklusive dödade per olycka och dels procentuella skadesammansättningen för S efter LS, SS och D. Antal SS och D redovisas dock endast sammantaget som SSD.
- Andel egendomsskadeolyckor.
- Värdering (olyckskostnad) som görs via ett skattat funktionssamband mellan olyckskostnad och allvarlighetsföljd (SSD/O) d.v.s. antal svårt skadade eller dödade per olycka.

(Modellen för olyckor med GC-trafikanter inblandade är uppbyggd på likartat sätt.)

Modellen för korsningar finns tillgänglig i dels det stora egentliga EVA-programmet och dels i ett enkelt EXCEL-program kallat "Lill-Eva" (i dagsläget endast en prototyp). Lill-Eva kan sägas vara en ersättare till det tidigare PC-programmet DOK2.

**Grundläggande effektsamband**

Föreliggande effektsamband i EVA avseende olyckor, skadeföljd och skadesammansättning grundar sig i stor utsträckning på resultat framtagna under 1980-talet (VTI Brüde, Larsson och VV Johansson, Bergh). Under 1990-talet har vissa nya resultat tagits fram på VTI (studier av cirkulationsplatser, K95 och SAFESTAR). Bland nyare utländska resultat skall i första hand nämnas Kulmalas doktorsavhandling avseende trafiksäkerhet i landsbygdkorsningar (VTT Finland 1995) samt TØIs senaste version av Trafikksikkerhetshåndbok (Elvik 1997).

De faktorer som primärt påverkar olycks- och skadeantal för biltrafiken är:

- Trafikens storlek och fördelning efter primär- och sekundärväg.

- Antal ben (3-vägs- eller 4-vägs korsning)
- Miljö (hastighet och bebyggelse typ)

Dessutom påverkas förstås olycks- och skadetalen av:

- Korsningstyp (stor inverkan)
- Typ av kanalisering
- Belysning
- GC-separering

Dessutom finns det förstås ytterligare faktorer (företrädesreglering m.m.) som har betydelse men som inte direkt ingår i EVA-modellen.

Antalet motorfordonsolyckor ökar dels med ökad trafik och dels med ökad andel sekundärvägstrafik. Olyckskvoten ökar i första hand med ökad andel sekundärvägstrafik.

Olyckskvoten är genomsnittligt 1,5-2 gånger större för 4-vägs korsningar än för 3-vägs korsningar vid jämförbara trafikförhållanden. Dessutom är skadeföljden uppemot 1,5 gånger större för 4-vägs korsningar än för 3-vägs korsningar. 4-vägs korsningar utgör därmed ofta ett stort trafiksäkerhetsproblem och som fordrar att särskilda åtgärder vidtages.

Olyckskvot och speciellt skadekonsekvenserna ökar med ökad högsta tillåten hastighet. Vid given högsta tillåten hastighet påverkas nämnda mått även av bebyggelse typ eftersom faktiska hastigheterna blir högre ju lantligare miljö.

Olyckskvotens samband med andel sekundärvägstrafik är större för 4-vägs korsningar än för 3-vägs korsningar och dessutom större för vanliga korsningar än för signalkorsningar. För cirkulationsplatser har inget samband mellan olyckskvot och andel sekundärvägstrafik påvisats.

(Antalet olyckor med cyklister och fotgängare ökar med såväl antalet bilar som cyklister/fotgängare. Även riskerna ökar med ökat antal bilar, men minskar däremot med ökat antal cyklister/fotgängare. Samma olycksmodell används oberoende av korsningstyp och hastighetsgräns. Hänsyn kan dock tas till grad av separering. Skadeföljd och skadesammansättning är differentierad efter hastighetsmiljö. Se för övrigt GC-kapitlet.)

### **Farliga trafikrörelser**

Vänstersväng och korsande från sekundärväg till sekundärväg är de farligaste trafikrörelserna i trafiken. På landsbygd är vänstersväng från primärväg farligast. I tätort är däremot normalt vänstersväng från sekundärväg farligast.

### **Effekt av korsningstyp och kanalisering**

Effekten på olyckor och skadade av nämnda åtgärder kan egentligen inte anges med enkla sammanfattande procenttal. Detta är ändå vanligt förekommande - och kommer att ske även i den följande redovisningen. Effekten av flertalet korsningsåtgärder varierar beroende på om det är en 3-vägs- eller 4-vägs korsning och inte minst på hur stor trafik och hur stor andelen sekundärvägstrafik är. Störst effekter erhålls normalt i 4-vägs korsningar och i korsningar med mycket trafik på både primär- och sekundärväg. En och samma åtgärd kan ha alltifrån nära nog nolleffekt till ca 50% reduktionseffekt av olyckor och skadade.

## Bilaga 1

Sid 3 (7)

En ytterligare komplikation i sammanhanget är att många åtgärder primärt kan ha effekt på viss typ av olyckor men att det istället uppstår negativa bieffekter för andra typer.

Att skatta åtgärdseffekter innebär stora metodproblem (regressionseffekter, kompensations-effekter, migrationseffekter o.s.v.). Endast ett långsiktigt FoU-arbete kan leda fram till någotsånär korrekta skattningar och i vissa fall mer eller mindre subjektiva bedömningar. Även om det i många fall är svårt att statistiskt korrekt skatta effekter av skilda åtgärder finns det ofta goda möjligheter att göra rimliga bedömningar. Effekten kan variera alltifrån storleksordningen 75 % för stora åtgärder typ planskildhet och cirkulationsplats till ca 50% för moderna trafiksignaler, ca 10-30% för mindre åtgärder typ förskjutna 3-vägs korsningar och kanalisering samt ca 0% för högeravsvängskörfält.

I nedanstående tabell ges en översiktlig beskrivning över hur skilda korsningsåtgärder sammantaget påverkar totala antalet olyckor, skadade och dödade. Mot bakgrund av vad som nämnts tidigare handlar det närmast om ungefärliga riktvärden och under normala förutsättningar. Effekterna är i första hand giltiga för statligt vägnät och större leder i tätort. För att erhålla bättre skattningar vid varierande trafikförhållanden och för olika miljöer rekommenderas att använda t.ex. Lill-Eva.

Belysning, som inte finns beaktat i tabellen, reducerar totala antalet olyckor med ytterligare ca 10% och antalet mörkerolyckor med ca 30%.

**Tabell** "Bästa" skattad genomsnittlig effekt på totalt antal olyckor, skadade och dödade.

Åtgärd	Effekt	Kommentar:
Sekundärvägsrefug i 3-vägs korsning	0%	
Sekundärvägsrefug i 4-vägs korsning	5-10%	I vissa fall något större
Vänstersvängsficka kantsten 3-vägs korsning	0-10%	
Vänstersvängsficka målning 3-vägs korsning	10-20%	
Vänstersvängsficka kantsten 4-vägs korsning	10%	
Vänstersvängsficka målning 4-vägs korsning	10%	
Fattigmanslösning	0-5%	
Ögla	5-10%	
Högeravsvängskörfält	0%	Effekten kan vara negativ
Förskjutna 3-vägs korsningar	0-40%	Ökar med ökad andel sek.vägstrafik
Cirkulationsplats	60-75%	
Signalreglering	30-50%	
Trafikplats	75%	Störst effekt i 4-vägs korsning
Åtgärder i plankorsning med järnväg,	Se nedan	

Anm: Kompletterande belysning har en effekt på ca 10%.0

## **1 Sekundärvägsrefug**

Sekundärvägskanalisering förstärker korsningens synbarhet. Refug underlättar också passage för eventuella fotgängare.

Svenska och utländska resultat (TØI) är tämligen samstämmiga. Generellt medför refug i sekundärväg ingen minskning av varken antal olyckor eller skadade i 3-vägs korsningar. För 4-vägs korsningar finns däremot en viss generell effekt, ca 5-10% enligt svenska resultat. I vissa fall där primärvägens existens särskilt behöver förtydligas för sekundärvägstrafikanten kan effekten vara större.

## **2 Vänstersvängskörfält**

Olyckor i samband med vänstersväng från primärväg svarar för en stor olycksandel i landsbygdkorsningar utan vänstersvängskanalisering. Störst är andelen för 3-vägs korsningar (30-50%). För 4-vägs korsningar är storleksordningen 25-40%. Ca 80% av nämnda vänstersvängsolyckor är av typen konflikt med bakomvarande. Olyckorna av typ konflikt med från motsatt håll kommande fordon är dock ca två gånger så allvarliga.

För mera tätortsbetonade korsningar är det istället olyckor i samband med vänstersväng från sekundärväg som svarar för störst olycksandel.

Vänstersvängskörfält kan utformas på olika sätt: målad körfältsindelning, vänstersvängsfickor med enbart målade spärrfält eller vänstersvängsfickor med kantstensrefug.

Vänstersvängskörfält reducerar i första hand olyckor av typen vänstersväng konflikt med bakomvarande. Om man jämför vänstersvängsfickor utformade med målning respektive kantsten har de förstnämnda visat sig vara bättre i 3-vägs korsningar på landsbygd. Det är viktigt att de målade vänstersvängsfickorna har god synbarhet.

En nackdel med att anlägga vänstersvängskanalisering, särskilt kantsten, kan vara att korsningen därmed blir mycket bred och att risken för andra typer av olyckor ökar. Risk föreligger också för påkörning av refugerna i mörker och snöförhållanden.

I 4-vägs korsningar med vänstersvängsfickor från båda håll är det dessutom viktigt att försöka undvika att fordon i motstående fickor skymmer varandra för från motsatt håll raktframkörande trafik.

## **Högersvängskörfält**

Det finns inga resultat som påvisar någon positiv trafiksäkerhetseffekt av att införa högeravsvängskörfält. Antalet olyckor i samband med högersväng är dessutom litet. Det bör särskilt uppmärksammas att vid olämplig utformning (högersvängande fordon på primärväg skymmer sikten för fordon på sekundärväg som skall svänga vänster) kan åtgärden ha en negativ effekt.

## **3 Fattigmanslösning**

S.k. ”finne” eller ”fattigmanslösning” kan vara ett billigare alternativ för att lösa problem vid vänstersväng från primärväg. Denna kanalisering innebär att man gör en lokal breddökning med eller utan markering av extra körfält för att därmed möjliggöra passage till höger om vänstersvängande fordon. Åtgärden torde i första hand användas för att öka framkomligheten.

Det föreligger motstridiga resultat. TØI redovisar positiva resultat i en norsk studie. Kulmala (doktorsavhandlingen) å andra sidan har i en före-efter-studie avseende ett 30-tal 3-vägs korsningar på landsbygd erhållit ökat antal personskadeolyckor efter åtgärd.

#### **4 Ögla**

Vänstersväng från primärväg är den farligaste trafikrörelsen i korsning på landsbygd. S.k. ”ögla” torde vara ett alternativ för att minska nämnda risk. Åtgärden innebär att man istället för att direkt göra vänstersväng istället först svänger av till höger och därefter åker rakt över inpå den anslutande sekundärvägen. Det finns dock inga studier där man undersökt effekten. Ögla torde i första hand vara lämplig för korsningar eller anslutningar med liten och gärna lokalt betonad sekundärvägstrafik.

#### **5 Förskjutna 4-vägs korsning**

Som framgått ovan är 4-vägs korsningar såväl mycket olycks- som skadedrabbade. Normalt skall man försöka undvika 4-vägs korsningar - såvida det inte handlar om antingen så stora flöden att det är aktuellt med cirkulationsplats, signalreglering eller planskilt – eller mycket små flöden. Ett alternativ till nämnda dyrare lösningar, speciellt vid medelstora flöden är att istället för en 4-vägs korsning anlägga två förskjutna 3-vägs korsningar.

Enligt svenska studier reduceras antalet olyckor med 0-40%. Reduktionen ökar med ökad andel sekundärvägstrafik. Liknande resultat redovisas av TØI.

För landsbygdsförhållanden rekommenderas vänster-höger-förskjutning (för att undvika vänstersväng från primärväg) medan höger-vänster-förskjutning rekommenderas i tätort där man vill undvika vänstersväng från sekundärväg.

#### **6 Cirkulationsplats**

Cirkulationsplats har blivit allt vanligare i flera länder. Speciellt för bilisterna ger denna korsningstyp större säkerhet inte bara jämfört med vanliga korsningar utan även jämfört med signalkorsningar (TØI). Enligt senaste svenska studier kan cirkulationsplats t.o.m. vara säkrare än planskild korsning, givet att man skyltar ned till 50 km/h.

Enligt TØI reducerar cirkulationsplats även antalet cykelolyckor (dock inte lika mycket som för bilolyckorna) och antalet fotgängarolyckor (lika mycket som för bilolyckorna).

Den senaste svenska studien tyder på ännu större reduktioner av antalet bilolyckor (uppemot ca 75%) jämfört med tidigare studier. Störst effekt erhålls på antal dödade och svårt skadade. Vad gäller en genomsnittlig svensk cirkulationsplats i 50-miljö med ca 10000 inkommande fordon per dygn och 30% andel sekundärvägstrafik kan man förvänta sig en polisrapporterad olycka på ca 2 år, en skadad på ca 10 år, en svårt skadad på ca 50 år och ”nära nog aldrig” någon dödad.

De svenska resultaten pekar också på att det förväntas ungefär lika många cykelolyckor i en cirkulationsplats (enfältiga till- och frånfarter samt särskilda cykelöverfarer) och kanske t.o.m. färre fotgängarolyckor som i andra korsningstyper.

Det allra viktigaste är att utforma cirkulationsplatsen så att hastigheterna in, i och ut blir så låga som möjligt. Skyltad hastighetsgräns 50 km/h ger lägre olycks- och skaderisk. Så långt möjligt skall det bara finnas ett körfält in, i och ut ur cirkulationen. Möjligen är den optimala rondellradien 10-25 m.

## **7 Signalreglering**

Signalreglering har under många år nyttjats för att öka säkerheten i korsningar. Under årens lopp har också signaltekniken förbättrats väsentligt. I dagsläget kan signalsystemet med hjälp av detektorer i vägbanan känna av och i stort hålla reda på varje inkommande fordon. Trafiken kan också prioriteras på önskat sätt. Vad man ännu inte lyckats helt bra med är att göra signalerna acceptabelt synbara i svåra ljuslägen som t.ex. lågt stående sol.

Tidigare skiljde man mellan ”gamla” (tidsstyrda) och ”moderna” signaler (LHOVRA, separat fas för vänstersvängande). Efter den senaste ändrade signalväxlingen torde det idag i stort sett bara finnas moderna signaler i bruk.

Signaler reducerar i första hand korsandekursolyckor och olyckor typ vänstersväng konflikt med mötande fordon. Upphinnandelyckor ökar däremot. LHOVRA skall så långt möjligt minska antalet rödkörnings- och upphinnandelyckor.

Effekten av signalreglering är större för 4-vägs korsningar än för 3-vägs korsningar och effekten ökar med ökad trafik på primär- och sekundärväg. Effekten är större i 50-miljöer än i 70-miljöer. Enligt tidigare studier ökar inte LHOVRA-signalers säkerheten i ren landsbygdsmiljö (i princip 90-miljö men lokalt 70 km/h).

Frisläppt högersväng i signalreglerade korsningar synes medföra en ökning av antalet olyckor typ högersvängande från sekundärväg i konflikt med från vänster på primärvägen raktframkörande fordon. Det handlar dock om ett litet antal olyckor.

Någon effekt på antal olyckor av signalsamordning har inte kunnat konstateras.

Den kanske största nackdelen med signaler är att misstag (medvetna eller omedvetna rödljuskörningar) kan få mycket allvarliga konsekvenser.

Vad gäller bilisters säkerhet kan man (enligt ovan angivna VTI-studier) grovt säga att signalreglering erbjuder ungefär hälften så god trafiksäkerhet som cirkulationsplatser. Ju allvarigare olyckor desto mera fördelaktig blir cirkulationsplatsen.

## **8 Ombyggnad till trafikplats**

Trafikplats eller planfri korsning utgör den mest avancerade men även den i särklass dyraste korsningstypen. Trafikplats kan utformas på flera olika sätt, se t.ex. TØI.

De resultat som redovisas i TØI är genomgående av gammalt datum. Redovisade effekter är väsentligt större för 4-vägs korsningar än för 3-vägs korsningar (mycket liten effekt). Angivna effekter är något större än för cirkulationsplats som annars anges vara den säkraste typen av korsning i plan.

Även enligt nuvarande EVA-modell erhålls störst effekt för trafikplats i 4-vägs korsningar. Givet viss miljö och hastighet är olycks- och skadetalen mestadels något lägre för planskilda korsningar än för cirkulationsplatser men om högsta tillåtna hastighet alltid begränsas till 50 km/h blir i regel cirkulationsplatsen i vissa fall kanske t.o.m. ännu säkrare.

### 9 Plankorsning med järnväg

År 1998 inträffade enligt Banverket 25 olyckor i plankorsning, varvid 7 personer dödades. Perioden 1994-1998 var såväl antalet olyckor som antal dödade personer 10 % lägre än under föregående femårsperiod. Även om antalet olyckor är lågt kan de orsaka mycket svåra skador, oftast avseende vägtrafikanterna. Det förhållandevis lilla olycksmaterialet kombinerat med avsaknad av ett analysregister över det stora antalet plankorsningar har hittills inte gett möjlighet till en övergripande studie av trafiksäkerheten i svenska plankorsningar.

TØI-handboken har sammanfattat effekter funna via litteraturinventering. OBS att de stora studierna härrör från USA. Plankorsningdelegationen uttryckte på sin tid (Rapport nr 3, 1986-02) tveksamheter mot att kunna överföra resultat från USA till Sverige p.g.a. stora skillnader i trafikregler, trafikantbeteenden och filosofi för skyddsanordningar vid plankorsningar. Några åtgärdseffekter anges dock i nedanstående tabell.

*Tabell ... Några åtgärdseffekter på antalet olyckor i plankorsningar.  
Källa: TØI Trafikksikkerheshåndbok, 1997.*

Åtgärd	Effekt, bästa punktskattning	Effekt, intervall
Kryssmärke införs där skyddsanordning saknas	-25 %	-45, -5 %
Ljus- och ljudsignal där bara skylt funnits	-50 %	-55, -45 %
Bom införs där ljus- och ljudsignal finns	-45 %	-55, -35 %
Bom införs där bara skylt funnits	-67 %	-75, -55 %
Förbättring av siktförhållanden	-44 %	-68, -5 %

I en svensk avhandling (CTH Rapport 19-1993) som behandlar plankorsningsolyckor i västra Sverige 1985-1989 noteras att en komplettering med halvbommar kan göra en plankorsning nästan 10-falt säkrare än om bara ljus- och ljudsignaler finns. Vidare påpekas faran med att bilvägen och järnvägen löper parallellt innan själva plankorsningen, vilket bl.a. försvårar bilistens chans att uppmärksamma ljussignalen.

En på VTI genomförd litteraturgranskning (VTI-notat J05, 1991) noterar att det visat sig svårt att entydigt påvisa långsiktiga effekter av uppmärksamhetshöjande åtgärder i plankorsningar.

I Sverige har ett begränsat antal försök med särskilda åtgärder vid plankorsningar genomförts. T.ex. har under främst 1980-talet provats:

- skakränder (rumble strips) i vägbanan framför plankorsningen
- portaler med förstärkt ljussignal ovanför plankorsningen.

Något genomslag vid förbättringsåtgärder i plankorsningar synes dock dessa åtgärder icke ha fått. Den stora satsningen har under 1990-talet varit att vid snabbtågsanpassning ersätta så många plankorsningar som möjligt med planskildheter.



2000-03-22

**VTI**

Trafiksystem, Trafiksäkerhetsanalys  
Ulf Brüde

**EMV****TS-Effektkatalogen****3.7.3 Trafikregleringsåtgärder för biltrafik****Inledning**

Utöver rena fysiska vägbyggnadsåtgärder vidtas även vissa trafikregleringsåtgärder för att öka trafiksäkerheten. De åtgärder som här behandlas framgår av nedanstående tabell.

**Tabell** "Bästa" skattad genomsnittlig effekt på totalt antal olyckor, skadade och dödade.

Åtgärd	Effekt %	Kommentar:
Förbättrad vägvisning	?	Inga kända studier men sannolikt viss positiv effekt
Lokal hastighetsgräns	Enligt potenssambanden	Störst effekt på allvarligt skadade
Stopplikt, landsbygd	10-15	
Stopplikt, tätort	0-5	Större i vissa fall
Omkörningsförbud	?	Inga kända studier men sannolikt viss positiv effekt i enstaka fall

**1 Förbättrad vägvisning**

Det finns inga kända studier över hur vägvisning påverkar trafiksäkerheten. Det torde ändå kunna betraktas som säkert att en klar och entydig vägvisning har positiv effekt. Dels för att undvika osäkerhet och stress hos förarna och dels för att undvika felkörningar med ökad exponering som följd. Under mörkerförhållanden ställs förstas speciella krav på att vägvisningsskyltar skall ha god synbarhet.

**2 Lokal hastighetsgräns**

Lokal hastighetsgräns är vanligt förekommande i anslutning till korsningar eller andra in- och utfarter. Effekter av lokal hastighetsbegränsning behandlas inte explicit i TØIs Trafiksäkerhetshandbok. Däremot redovisas förstas många studier som mera allmänt visar effekt av ändrad hastighetsgräns.

Faktiska hastigheter har större inverkan ju allvarligare olyckor det handlar om. Många studier stödjer de s.k. potenssambanden, enligt vilka antalet olyckor eller skadade ökar/minskar i samma förhållande som

$$V_{ny}^X / V_{gammal}^X = (V_{ny} / V_{gammal})^X$$

då en tidigare "gammal" hastighet ändras till "ny".

- Potensen X är förhållandevis liten (0 – 1) vad gäller samtliga polisrapporterade olyckor.
- Ca 2 för totala antalet skadade inklusive dödade (S).
- Ca 3 för SSD.
- Ca 4 för D.

Grovt kan man räkna med att en sänkning av hastighetsgränsen med 20 km/h sänker faktiska hastigheterna med knappa 10 km/h.

I tidigare VTI-studier fann man att skadeföljden (antal skadade inklusive dödade per polisrapporterad olycka) för korsningsolyckor är ungefär direkt proportionell mot den rörelseenergi som kan antas för de i olyckorna påkörande fordonen, vilket är väl överensstämmande med ovan angivet. Erhållna resultat visade också att skadeföljden är 1,5-2 gånger så stor vid tillåten hastighet 70 km/h som vid tillåten hastighet 50 km/h, ca 15% större vid 90 km/h än vid 70 km/h och ca 25% större vid 110 km/h än vid 90 km/h.

Med antaganden om faktiska hastigheter enligt nedan skulle enligt potenssambanden t.ex. följande effekter gälla.

#### Tabell

Hastighetsgräns	Antagen faktisk hastighet	Effekt på S (%) vid sänkt tillåten hastighet	Effekt på D (%) vid sänkt tillåten hastighet
50	$V_{50} = 60$	$[1 - (V_{50}/V_{70})^2] \times 100 = 44$	$[1 - (V_{50}/V_{70})^4] \times 100 = 68$
70	$V_{70} = 80$	$[1 - (V_{70}/V_{90})^2] \times 100 = 21$	$[1 - (V_{70}/V_{90})^4] \times 100 = 38$
90	$V_{90} = 90$	$[1 - (V_{90}/V_{110})^2] \times 100 = 19$	$[1 - (V_{90}/V_{110})^4] \times 100 = 34$
110	$V_{110} = 100$		

### 3 Stopp/väjning i korsning

Stopplikten innebär har ändrats över åren. Sedan juli 1979 måste varje fordon på anslutande väg göra stopp innan fortsatt färd in på den överordnade vägen. Tidigare hade det utvecklats en praxis, enligt vilken två till tre fordon som gjort stopp samtidigt kunde köra förutsatt att sikt och trafikförhållande så tillät. Regeländringen fick som följd att man i många landsbygdskorsningar har ändrat till väjningsplikt för att få en smidigare trafik.

1993 genomförde VTI ett projekt med syfte att ta fram ett beslutsunderlag som Vägverket kan använda för att ange riktlinjer vid val av företrädesreglering. I första hand inriktades frågeställningen på trafiksäkerhetseffekten av stopp- kontra väjningsplikt i korsningar på landsbygdens huvudvägnät. Redovisningen baserade sig på redan genomförda studier. För svenska förhållanden kan man räkna med att genomsnittligt minskar antalet olyckor och skadade med ca 10-15% då man i landsbygdskorsningar ersätter väjningsplikt med stopplikt. Detta sett över samtliga olyckstyper. Reduktionen berör främst s.k. korsandekursolyckor. Slutsatsen av studien blev också att landsbygdskorsningar på huvudvägnätet så långt möjligt bör ha stopplikt.

Fördelen med stopp är att man bättre hinner gestalta korsningen och dess trafik. Detta gäller även vid goda siktförhållanden. Effekten av stopplikt bör vara som störst vid högre hastigheter på primärväg.

För mera tätortsnära korsningar, med lägre hastigheter, har slutsats dragits att det i normalfallet är tillräckligt med väjningsplikt, dock med undantag för korsningar som har så mycket trafik eller olyckor att de egentligen skulle behöva byggas om till cirkulationsplats

eller signalkorsning. För övrigt har bedömning gjorts att effekt av stopplikt är mindre i tätort än på landsbygd.

De effekter som redovisas av TØI förefaller alltför optimistiska i den meningen att de är t.o.m. större än effekten av signalreglering vilket inte förefaller rimligt. Det torde vara helt klart att många olycksuppföljningar angående införande av stopplikt är behäftade med fel p.g.a. s.k. regressionseffekt.

#### **4 Omkörningsförbud**

Frontalkollisioner i samband med omkörning eller möte är de i särklass mest allvarliga olyckorna. Samtidigt kan dock konstateras att det inte är omkörningsolyckor som leder till flest allvarliga skador. Det är istället mötesolyckor och singelolyckor med personbil som vardera har ca fem gånger fler dödade och svårt skadade än omkörningsolyckorna.

Det föreligger inga kända studier som belyser effekten av skyltat omkörningsförbud.

Det kan inte uteslutas att omkörningsförbud kan ha positiv effekt i vissa fall. Exempelvis vid dolda svackor eller dåligt synbara korsningar eller andra ställen där det inträffat flera omkörningsolyckor.

Att mera generellt skylta omkörningsförbud (utöver markerad spärrlinje i körbanan) på alla ställen där det p.g.a. dålig sikt eller linjeföring är olämpligt att göra omkörning kan inte rekommenderas.





VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportsystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovingsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 6056

SE-171 06 SOLNA

TEL +46 (0)8 555 77 020

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00