

---

# Nyttan av vägmarkeringar

en litteraturstudiebaserad diskussion av  
långsgående vägmarkeringars säkerhetseffekt

Karin Brundell-Frej  
1999



---

Lunds Tekniska Högskola  
Institutionen för Teknik och samhälle  
Avdelning Trafikteknik

Karin Brundell-Frej

## Nyttan av vägmarkeringar

en litteraturstudiebaserad diskussion av  
långsgående vägmarkeringars säkerhetseffekt

### **Referat**

Projektet Nyttan av vägmarkeringar initierades av det svenska vägverket under 1998. Projektet har syftat till att öka förståelsen kring de forskningsresultat som presenteras i litteraturen. Arbetet har innefattat en genomgång, och framförallt syntetiserande analys, av tillgänglig litteratur. Det sammanfattande intrycket av studien är att eftersom trafiksäkerhetseffekter av olika skäl (slumpmässig variation, icke-experimentella förhållanden) är mycket svåridentifierade, behövs det mycket stora studier för att med statistisk säkerhet kunna konstatera att och i så fall hur trafiksäkerheten förbättrats. Innan Nyttan av Vägmarkeringar på ett relevant sätt kan utvärderas i samhällsekonomiska termer för enskilda projekt behövs förståelse för hur väglinjer och andra omständigheter samverkar till beteendet; stora utvärderingar av själva säkerhetseffekten för de olika typer av vägmiljöer som därvid identifieras samt uppskattning av vägmarkeringarnas komforteffekt, och trafikanternas betalningsvilja för den.

**Med stöd från:**



Institutionen för Teknik och samhälle  
Lunds Tekniska Högskola  
Avdelning Trafikteknik  
Box 118, 221 00 LUND, Sverige

Department of Technology and Society  
Lund Institute of Technology  
Traffic Engineering  
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

# *Innehållsförteckning*

<b>INLEDNING</b> .....	<b>2</b>
1.1 Bakgrund .....	2
1.2 Syfte.....	3
1.3 Material, metod och avgränsningar .....	3
<b>2 PROBLEMBESKRIVNING</b> .....	<b>5</b>
<b>3 OLIKA TYPER AV STUDIER – STYRKA OCH SVAGHETER</b> .....	<b>7</b>
3.1 Direkta trafiksäkerhetsstudier .....	7
3.1.1 Att beräkna den uppnådda trafiksäkerhetseffekten .....	8
3.1.2 Att generalisera utifrån den uppnådda trafiksäkerhetseffekten .....	13
3.2 Indirekta trafiksäkerhetsstudier .....	15
3.2.1 Olyckspotentialer .....	15
3.2.2 Beteendestudier .....	16
3.2.3 Perceptionsstudier .....	16
3.3 Kunskapsöversikter och meta-analyser .....	17
<b>4 GENOMFÖRDA STUDIER – EN ÖVERSIKT</b> .....	<b>18</b>
4.1 Direkta trafiksäkerhetsstudier - metaanalys.....	18
4.2 Indirekta trafiksäkerhetsstudier .....	19
4.2.1 Hastighetsmätningar .....	19
4.2.2 Andra relevanta indirekta studier .....	20
<b>5 ANDRA MARKERINGAR – NÅGRA KOMMENTARER</b> .....	<b>21</b>
<b>6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b> .....	<b>22</b>

## *Inledning*

### *1.1 Bakgrund*

Få torde kunna tänka sig våra vägbanor utan markeringar. Men varför?

Litteraturen, broschyrer och fackfolk hänvisar oftast till trafiksäkerhetskrav.

.....It is not always easy to determine the best time to replace the retroreflective pavement markings. If replaced too soon, maintenance costs are increased. If replaced too late, **safety** and driving comfort are compromised....

***Ur motiveringen till ett projekt - TE-29 - finansierat av FHWA, USA.  
Projektet studerar hur retroreflektiviteten avtar med tiden***

...the brightness a road surface marking must have to provide safe and effective guidance has remained undefined...

***Jacobs et al (1995)  
Rapporten handlar om hur retroreflektiviteten påverkar synbarheten***

Dessa hänvisningar sker ofta helt utan vidare referenser.

Frånvaron av vetenskapliga referenser i dessa sammanhang betyder emellertid inte att trafiksäkerhetseffekter av vägmarkeringar är dåligt undersökta. Tvärtom, i den stora norska "Trafiksikkerhetshåndboken" (Elvik 1997, s.47) listas vägmarkeringar, i motsats till många andra trafiksäkerhetsåtgärder, bland de åtgärder om vilka kunskapsnivån är "god".

Ändå visar det sig att ansvariga myndigheter och tjänstemän i flera länder känner att deras kunskap angående vägmarkeringars säkerhetseffekter inte är tillräckliga för att de skall kunna avgöra vilka satsningar inom vägmarkeringsområdet som kan vara samhällsekonomiskt effektiva. Detta har lett till ytterligare forskningsinsatser. T ex avslutas just nu (december 1998) ett stort europeiskt projekt, inom ramen för COST samarbetet, om vägmarkeringars säkerhetseffekt.

Problemet tycks alltså inte primärt vara att området "Vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekt" är lite beforskat, utan att den myckna forskningen ändå inte förmår svara på de frågor som den praktiska verksamheten ställer. Det kan antingen bero på att forskningen fokuserats på fel frågor, eller på att den praktiska verksamheten ställer orimliga krav.

I fallet med forskningen om vägmarkeringars säkerhetseffekt förefaller det ha varit frågan om en kombination av dessa brister.

## 1.2 Syfte

Det projekt som rapporteras i föreliggande rapport initierades av det svenska vägverket under 1998.

Projektet har syftat till att öka förståelsen kring de forskningsresultat som presenteras i litteraturen, snarare än att sammanfatta dem. Projektets och rapportens syfte är alltså i hög grad pedagogiskt – det gäller att ge *läsaren* en struktur för hur presenterade forskningsresultat kan tolkas och kvalitetsbedömas, snarare än att i projektet tolka och kvalitetsbedöma vad som hittills presenterats (även om också sådant arbete naturligtvis varit nödvändigt).

Det finns flera skäl till den valda uppläggningsen. För det första omfattar t. ex. den ovan nämnda "Trafiksikkerhetskådboken" (Elvik et al, 1997) en mycket professionell litteraturgenomgång inom området, liksom en metodologiskt oantastlig skattning av vad som är det för tillfället bästa svaret på frågan "hur stor genomsnittlig trafiksåkerhetseffekt har olika typer av vägmarkeringar".

För det andra, har en struktur för tolkning längre livslångd än en ren litteraturgenomgång, eftersom nya forskningsrön inom detta område med all säkerhet kommer att fortsätta att presenteras också i framtiden.

Under arbetet har det framkommit att ett av de problem som man upplever i den praktiska verksamheten är att olika internationella undersökningar ger till synes motsågelsefulla resultat. Detta har förstärkt känslan av att kunskapen är bristfällig, och lett till känslan att "det behövs fler undersökningar", alternativt att "vi behöver ta reda på vilka felkällor som kan ha lett till de motsågelsefulla resultaten". Ett av syftena med projektet har därför varit att öka förståelsen för varför olika studier kan ge olika resultat, och hur den kunskapen kan utnyttjas i stället för att förvirra.

Slutligen presenteras ett förslag till inriktning för framtida forskningsinsatser som på sikt skulle kunna öka den våghållningsmotiverade kunskapen kring vägmarkeringars trafiksåkerhetseffekter.

## 1.3 Material, metod och avgrånsningar

Projektet har innefattat en genomgång, och framförallt syntetiserande analys, av tillgänglig litteratur. Litteraturlistan har erhållits som ett resultat av en sökning på de internationellt erkända **transportdatabaserna** IRRD, Transdoc och TRISS. Dessa omfattar såväl böcker som tidskriftsartiklar, tryckta konferensbidrag och projektbeskrivningar. Material äldre än det som finns inlagt i databaserna (-1988) ingår endast i den mån det refereras i annan litteratur (framför allt Elvik et al (1997)). Dessa databassökningar gav till resultat drygt 600 relevanta referenser, som i abstract eller titel innehöll någöt av uttrycken

- *road marking*
  - *street marking*
  - *pavement marking*
- tillsammans med någöt av orden
- *safety*
  - *accident*

Det stora antalet referenser beror på att så gott som alla studier eller annat skriftligt material som berör vägmarkeringar åtminstone i förbigående nämner att vägmarkeringarna "har stor betydelse för trafiksåkerheten". Ett långt mindre antal, endast 39 av de 600, innehåller faktiskt någon

explicit uppskattning av en trafiksäkerhetseffekt<sup>1</sup>. Dessa 39 referenser presenteras i en separat del av referenslistan i slutet av denna rapport.

Projektet har i princip begränsats till att avse **långsgående markeringar**, även om andra typer av markeringar diskuterats i viss utsträckning i kapitel 5. Av de 39 studerade referenserna behandlar 26 långsgående markeringar.

Av skäl som redovisas i kapitel 2 och 3 väger resultat som baseras på "**direkta**" trafiksäkerhetsmått (olyckor) betydligt tyngre än de flesta indirekta undersökningar. Resultatbeskrivningen baseras därför i huvudsak på direkta undersökningar, även om vissa beteendestudier, framförallt vad det gäller hastigheter, kompletterar bilden.

Vissa basala krav på studiernas kvalitet behöver också vara uppfyllda för att de skall kunna anses bidra till kunskapen inom området på ett kvalificerat sätt. Sådana krav är t ex (se kapitel 3 för vidare diskussion)

- att den s.k. regressionseffekten (se avsnitt 3.1.1) beaktats (gäller enbart före-efter studier)
- att eventuella skillnader i trafikmängder hanterats på ett rimligt sätt. Särskilt uppstår problemet vid jämförelse mellan observationsplatser, men även s.k. före-efter studier berörs.

I databaserna fanns 21 referenser som

- svarade mot sökkriterierna ovan
- behandlade långsgående markeringar
- innehöll en uppskattning av trafiksäkerhetseffekten baserad på direkta mätningar
- baserades på studier där de metodologiska grundkraven ovan uppfyllts inom rimliga gränser.

---

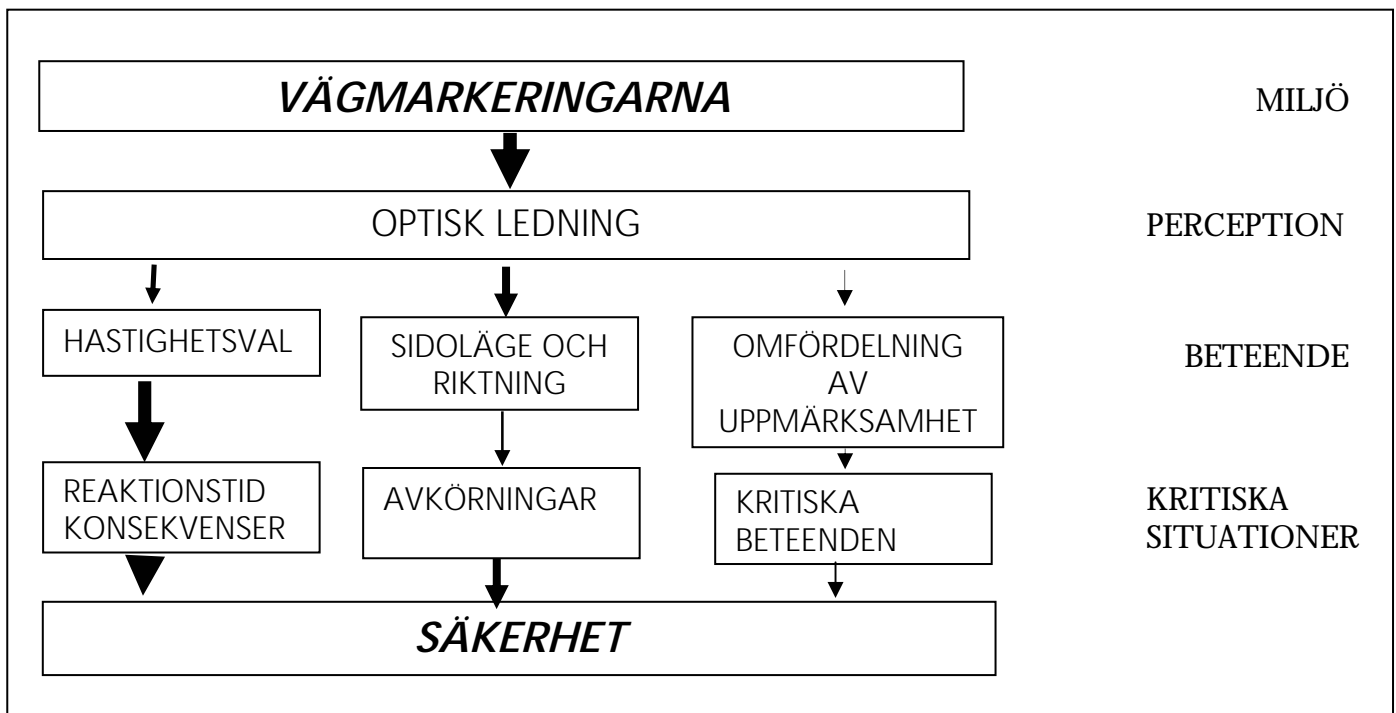
<sup>1</sup> Denna bedömning har naturligtvis inte gjorts genom att alla de 600 referenserna beställts och studerats, utan baseras i huvudsak på det som gått att läsa ut från databaserna och annan (huvudsakligen Internetbaserad) information om projekten.

## 2 Problembeskrivning

Mycket tidigt i projektarbetet stod det klart att det fanns en stor skillnad mellan hur mycket kunskap om vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekt som respektive **myndighetspersoner, forskare** och **branschföreträdare**, ansåg fastställd.

När man upplever kunskapsbilden olika, beror det ofta på att man ser problemet olika. För att man skall kunna diskutera skillnaderna i slutsatser krävs det att man kan strukturera problemet, och identifiera vilka delar som ger upphov till oenigheten. Observera att en sådan diskussion inte nödvändigtvis behöver leda till att man avgör vem som "har rätt", och därmed uppnår enighet. Syftet är istället att öka möjligheten till förståelse av **varför** man kommer till olika slutsatser.

Inledningsvis i projektet utarbetades därför nedanstående principiella bild över hur olika delkomponenter kan tänkas samverka i det system där vägmarkeringarna och trafiksäkerheten ingår. Modellen är en fri bearbetning av den principiella trafiksäkerhetsmodell som finns presenterad i Pettersson et al (1992), och de principer som diskuteras i ett holländskt arbete om visuell perception och trafiksäkerhet (Noordzij et al, 1993).



*Figur 1 Principdiagram över sambandet mellan vägmarkeringar och trafiksäkerhet.*

Modellen i **Figur 1** är i huvudsak intuitiv, och ska tolkas så att om det finns en trafiksäkerhetseffekt av vägmarkeringar så beror det på en **kedja av orsakssammanhang**, representerade av olika linjer som förbinder den översta boxen med den nedre. Hur stor denna trafiksäkerhetseffekt i så fall är beror på hur starka sambanden är. Att förstå och uppskatta trafiksäkerhetseffekterna, är att förstå och uppskatta dessa orsakssammanhang.

I figuren har författarens tolkning av det nuvarande kunskapsläget markerats med hjälp av pilar av varierande tjocklek. De samband som till styrka och karaktär anses väl belysta motsvaras av tjocka linjer, medan relationer som förefaller mer outforskade motsvaras av tunnare linjer.

Figuren pekar på tre huvudmekanismer genom vilka vägmarkeringar **skulle kunna** påverka trafiksäkerheten:

- Hastigheten
- "Avkörningarna" (till höger respektive vänster). Här ingår alltså även korsande av mittlinjen, medvetet (som vid omkörning) eller omedvetet.
- Omfördelning av förarens uppmärksamhet mellan vägbana respektive andra trafikanter

Troligt är att alla dessa tre mekanismer samtidigt ger bidrag till vägmarkeringarnas trafiksäkerhetseffekt.

Varje studie som hanterar delar av principdiagrammet ovan ger pusselbitar som i bästa fall avsevärt kan förbättra kunskapen. De ger dock inte underlag för att uppskatta "den totala effekten" så länge inte samtliga länkar i orsakskedjan belysts.

Däremot kan sådana studier användas som "negativa indikatorer": om studier visar att beteendet inte påverkas, eller påverkas mycket litet, är det osannolikt att stora säkerhetseffekter skulle kunna uppnås – beteendeförändringar är ett nödvändigt, men inte ett tillräckligt, villkor för säkerhetseffekter.

Detta innebär t ex att ytterligare studier av hur den optiska ledningen förändras av förbättrade vägmarkeringar för närvarande **inte** ger underlag till bättre uppskattningar av trafiksäkerhetseffekterna. Detta eftersom vi fortfarande inte vet hur den optiska ledningen påverkar olycksfrekvensen – det är den svagaste länken i beviskedjan.

Som framgår av figuren är sambanden bäst undersökta då det gäller hastighetsmekanismen. Detta betyder att hastighetsmätningars värde som säkerhetsindikatorer är betydligt större än värdet av andra typer av beteendestudier. Mer om detta i avsnitt 3.2.2 nedan.



## 3 Olika typer av studier – styrka och svagheter

---

### 3.1 Direkta trafiksäkerhetsstudier

Av de många osäkra sammanhangen (tunna strecken) i **Figur 1** är det lätt att dra slutsatsen att det är bara genom att verkligen "observera" trafiksäkerhet (dvs räkna trafikolyckor) vid olika utformning som vi kan säga något om markeringarnas trafiksäkerhetseffekt.

Olyckligtvis visar sig emellertid också uppskattningar baserade på sådana direkta studier vara behäftade med ett flertal allvarliga svårigheter, som diskuteras nedan. Dessa svårigheter går i huvudsak att föra tillbaka på två huvudproblem:

- att vi normalt är hänvisade till **observationsstudier** i stället för experimentella studier
- att vi egentligen inte är intresserade av det antal trafikolyckor som hittills "räkat" inträffa, utan det antal som troligen **kommer att** inträffa ("i långa loppet")

Med att vi är hänvisade till observationsstudier menar vi att vi inte, som i ett laboratorium, kontrollerar och styr olika viktiga variabelers värden, utan att vi – i större eller mindre utsträckning – hänvisas till de variabelvärden (flöden, väderförhållanden, förare, väggeometri...) som vi erbjuds.

Problemet kan ändå till en början förefalla enkelt: Det gäller att registrera trafiksäkerheten vid olika utformning på vägmarkeringarna, och så långt möjligt kontrollera att andra faktorer hålls konstanta. Ett sätt att erhålla sådana observationer är att samla in olycksdata från **en och samma** plats före respektive efter en förändring av vägmarkeringarna. Denna principiella uppläggning kallas en **före-efterstudie**.

Ett annat sätt att samla in sådana data är att utnyttja olika (men i övrigt likartade) platser där markeringarna utformats på olika sätt. Studier med sådan uppläggning kallas **tvärsnittstudier**.

Vissa forskare (Hauer, 1991) har hävdat att tvärsnittstudier är betydligt mindre pålitliga då det gäller att identifiera trafiksäkerhetseffekter, än före-efterstudier. Ändå har tvärsnittstudier, särskilt i Sverige, utnyttjats i stor omfattning då det gäller att belysa trafiksäkerhetseffekter av varierande utformning av trafiksystemet (M-Houseini (1990), Brude och Larsson (1992)).

Den genomförda litteratursökningen fann dock inga exempel där vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekt belysts på detta sätt. Här tycks undantagslöst före-efter studier ha använts. Framställningen i fortsättningen av detta avsnitt refererar därför de problem som kan uppstå vid före-efterstudier, även om problemen vid tvärsnittsstudier i mångt och mycket är likartade.

Utvärdering av före-efterstudier innehåller en hel del fallgropar. Hauer (1997) ger en omfattande och pedagogisk beskrivning av vilka problem som kan uppstå, och hur de kan hanteras. Framställningen nedan bygger i hög grad på den presentationen.

Den första uppgiften i analysen av en före-efterstudie, blir att fastställa vilken trafiksäkerhetseffekt som uppstått på provsträckan som en följd av vägmarkeringsförändringen<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Notera att detta bara är ett första steg i beräkningarna, ett mellanresultat, och inte det "slutliga svaret". Detta kan till en början verka förvånande, men vi återkommer till detta i avsnitt 3.1.2.

Trafiksäkerhetseffekten beskrivs ofta relativt, med hjälp av en av två kvoter:

**Relativ olycksnivå efter åtgärd:**

Den relativa olycksnivån beräknas som det förväntade antalet olyckor efter åtgärd, i förhållande till det förväntade antalet olyckor utan åtgärd. En relativ olycksnivå  $< 1$ , betyder alltså en förbättring av trafiksäkerhetsläget.

**Relativ trafiksäkerhetseffekt:**

Den relativa trafiksäkerhetseffekten beräknas som den förväntade förändringen av antalet olyckor, i förhållande till det förväntade antalet olyckor utan åtgärd. En relativ trafiksäkerhetseffekt som är negativ, betyder alltså en förbättring av trafiksäkerhetsläget.

### 3.1.1 Att beräkna den uppnådda trafiksäkerhetseffekten

#### *Den "slumpmässiga variationen"*

Hur många olyckor som inträffar på en viss plats under en period av viss längd, varierar kraftigt, även om de yttre förhållandena är till synes konstanta. Detta kan beskrivas som att olyckorna är "slumpmässiga" i så måtto att de orsakas av förhållanden utanför vår kontroll.

"Slumpmässigheten" gäller dock bara i det lilla, vad gäller enskilda olyckor. Den **genomsnittliga** olycksfrekvensen under lång tid, kan ändå vara förutsägbar i princip. En parallell med tärningsspel kan illustrera detta: Vi kan om en viss tärning veta att "den har en tendens att slå mycket sexor", till och med att den "slår sexa i ett kast av tre", utan att vi för den skull kan förutse resultatet av ett enskilt tärningskast.

Såväl teoretiska som empiriska arbeten (Hauer, 1997, Nicholson, A och Wong, Y.D, 1993) har visat att variationen i olycksutfall mellan olika tidsperioder följer en s.k. Poissonfördelning. Detta betyder att **variationen mellan** olika tidsperioder på ett lagbundet sätt beror av den genomsnittliga olycksfrekvensen:

**Variationen mellan olika tidsperioder:**

Betrakta antalet olyckor som inträffar på en viss vägsträcka under på varandra följande tidsperioder, under konstanta yttre betingelser.

Poissonfördelningen ger att standardavvikelsen i denna talserie är roten ur den genomsnittliga frekvensen

Ett approximativt 95% konfidensintervall för det sanna medelvärdet sträcker sig 1,96 standardavvikelse på var sida om den frekvens som uppmätts under en tidsperiod.

Det ovanstående betyder att om det under en före-period inträffat 100 olyckor, så blir ett 95% konfidensintervall för "den verkliga olycksfrekvensen"  $100 \pm 20$  olyckor. Det blir härmed tydligt att det krävs mycket stora datamaterial, eller mycket stora effekter av den vidtagna åtgärden, för att de skall märkas i bruset av den naturliga, slumpmässiga, variationen mellan olika tidsperioder.

**Tabell 1** visar hur stora datamaterial som behövs för att man regelmässigt skall kunna påvisa att olycksnivåerna påverkats. Särskilt stora blir kraven om man, som vanligt är i vetenskapliga sammanhang, kräver att effekten skall vara signifikant, d.v.s. statistiskt säkerställd. Som framgår av tabellen rör det sig – vid rimliga nivåer på trafiksäkerhetseffekten - om flera hundra olyckor.

**Tabell 1** *Hur stor måste före-efterstudien vara för att "lyckas"?*  
 Det antal olyckor som krävs i en förestudie, för att man skall vara nästan säker på att studien kan "statistiskt säkerställa" respektive "indikera" en positiv säkerhetseffekt (vid olika nivåer på den faktiska effekten)

Relativ Trafiksäkerhetseffekt	Minsta antal "före-olyckor" för att	
	<i>"Statistiskt säkerställa" positiv trafiksäkerhetseffekt i 8 studier av 10</i>	<i>Registrera färre olyckor efter än före i 9 studier av 10</i>
-10%	710	315
-20%	198	75
-30%	82	32

### *Relevans för studier om vägmarkeringar*

Mot bakgrunden ovan är det inte förvånande att de studier som framgångsrikt studerat vägmarkeringars säkerhetseffekt genomförts i USA i form av stora, federala, (i något fall dock delstatliga) utvärderingsprogram.

Gissningsvis är det i princip omöjligt att i Sverige genomföra före-efterstudier baserade på provsträckor, där olycksdata av tillräcklig omfattning kan samlas in. Likväl har vissa försök gjorts (t. ex. Lundqvist et al (1992)). Själva olycksdataanalysen var visserligen bara en mycket begränsad del av det projektet. Mot bakgrund av Tabell 1 förefaller det dock närmast som resursslöseri att ens försöka göra en sådan analys på en enskild vägsträcka.

Den stora slumpmässiga variationen är naturligtvis en avgörande svårighet då det gäller att kunna uppskatta trafiksäkerhetseffekten med tillräcklig noggrannhet. Det finns emellertid också flera andra komplikationer.

### *Regressionseffekt*

Ett särskilt problem vid före-efterstudier är den s.k. regressionseffekten. På engelska kallas det "regression-to-the-mean", eller, allmännare, "bias-by-selection". Regressionseffekten vid trafiksäkerhetsstudier har fått stor internationell uppmärksamhet, och också ägnats en hel del svensk forskning, sedan det först presenterades i början på 80-talet. Fortfarande rapporteras dock trafiksäkerhetsanalyser baserade på före-efter studier, där regressionseffekten varken diskuteras eller behandlas.

Regressionseffekten är ett resultat av att vi i trafiksäkerhetssammanhang gör observationsstudier, och inte experimentella studier. Vilka platser/vägsträckor som skall åtgärdas avgörs inte genom "slumpmässig dragning". I stället är urvalet ett resultat av att sträckorna, i olika avseenden, bedömts "lämpliga".

Ett av de kriterier som används, explicit eller implicit, för att välja ut försöksplatser är hur många olyckor som inträffat där. Ingen klok beslutsfattare vill nämligen satsa pengar på trafiksäkerhetsåtgärder på redan trafiksäkra platser. Av diskussionen i föregående avsnitt framgår att det antal olyckor som inträffat på en viss plats bara delvis är ett uttryck för trafiksäkerhetsläget (det förväntade antalet olyckor) där. Delvis är det också ett utslag av tillfällig, slumpmässig, variation.

### ***Regressionseffekten – till synes "farliga" sträckor blir normalt "säkrare" med tiden***

En tärning som slagit ett högt värde – 5 eller 6 – vid ett kast, slår oftast lägre nästa gång. Likaledes: På platser som av slumpmässiga skäl haft många olyckor under en period, inträffar det normalt färre olyckor nästa period.

Om vi systematiskt väljer ut platser där många olyckor inträffat, har dessa i genomsnitt haft högre olyckstal än "normalt". Vi bör därför förvänta oss att olyckstalen sjunker nästa period. Vid före- efterstudier finns denna effekt "inbakad" i de förändringar vi observerar.

Den slumpmässiga (Poisson)variationen av olycksantal är betydande, också i jämförelse med den "verkliga" variationen i trafiksäkerhetsläge (dvs förväntade olyckstal) **mellan olika platser**, liksom i jämförelse med de **trafiksäkerhetseffekter** man kan förvänta sig av vägmarkeringsåtgärder.

Därför är den här effekten avsevärd.

### ***Relevans för studier om vägmarkeringar***

De studier av vägmarkerings trafiksäkerhetseffekt som publicerats vetenskapligt efter 1985 har normalt beaktat regressionseffekten. Äldre studier diskuterar den emellertid inte, helt enkelt därför att den internationella forskningen på den tiden ännu inte uppmärksammats på effektens betydelse.

I vissa fall kan dock även äldre studier ha kringgått problemet genom att man använt s.k "kontrollplatser" (se nedan), som utvalts på samma kriterier som de studerade sträckorna, och därför också de har ovanligt höga olyckstal. Därmed uppmäts en fiktiv trafiksäkerhetsförbättring också på kontrollplatserna, och den uppskattade effekten av själva åtgärden minskas.

Dessutom är vägmarkeringar också en vanlig, och relativt billig åtgärd, som genomförts och studerats på relativt långa och många vägsträckor. Koncentrationen mot höga olyckstal kan därför ha varit mindre än för studier av mera exklusiva trafiksäkerhetsåtgärder.

I en studie av åtgärder vidtagna i svenska landsbygdskorsningar (Brüde och Larsson, 1985) konstaterar man emellertid, angående åtgärden "målning av vänstersvängsfält" att

- 32 sådana åtgärder genomförts under perioden 1978-1981
- vägförvaltningarna själva angav att olycksanalys föregått åtgärden i endast ett fåtal fall men att
- den fiktiva trafiksäkerhetseffekten (regressionseffekten) ändå syntes vara så stor som -30% för 3-vägs korsningar och -17% för 4-vägs korsningar

Den uppskattade trafiksäkerhetseffekten sjönk avsevärt då man tog hänsyn till dessa regressionseffekter - från -24% till -9% (4-vägs korsningar) respektive från -58% till -39% (3-vägs korsningar).

Att trafikolycksnivån inte **medvetet** utgjort underlag för urval av åtgärdsplatser, är alltså långt ifrån någon garanti för att man klarat sig undan regressionseffektens verkningar.

Sammanfattningsvis bör resultat från före- efter- studier som inte hanterar regressionseffekt tolkas med försiktighet. Genomgående bör man anta att den "verkliga trafiksäkerhetseffekten" är betydligt mindre än vad studien uppskattar.

### *Även andra variabler än markeringen varierar*

Trafiksäkerhet är resultatet av ett komplicerat samspel av många faktorer. Så fort någon av dessa faktorer ändrar sig, har man anledning att förvänta sig en förändring av antalet olyckor.

I praktisk verksamhet kan man misstänka att vägmarkeringsförändringar ofta görs i samband med andra åtgärder på vägen – t ex förnyad beläggning, upprensning av växtlighet utanför vägbanan, etc. Uppskattningen av själva markeringens trafiksäkerhetseffekten skulle därmed försvåras. I de studier som rapporteras vetenskapligt synes emellertid detta varit ett mindre problem – antagligen på grund av att felkällan varit så uppenbar att sådana kombinerade åtgärder inte blivit föremål för officiella studier.

Eftersom datainsamlingen för före-efter studier normalt sträcker sig över lång tid, förblir emellertid sällan alla yttre faktorer konstanta under hela studieperioden, även om de inte förändras just i samband med den studerade åtgärden. För att kunna göra en korrekt uppskattning av själva vägmarkeringens säkerhetseffekt, måste man därför först göra en uppskattning av vad trafiksäkerhetsläget skulle ha blivit under efter-perioden, om enbart de andra faktorerna, och inte vägmarkeringen, förändrats.

### *Trafikmängder*

Ett särskilt problem är effekten av förändrade trafikmängder. Sådana förändringar sker kontinuerligt och är ofta betydande. Hur skall man kunna beräkna vad trafiksäkerhetsläget skulle ha blivit om bara trafikmängderna, och inte vägmarkeringen, förändrats?

I många sammanhang använder man standardmässigt beräkning av "olyckskvoter" för att komma runt detta problem. Detta bygger på ett oftast grovt felaktigt antagande:

#### ***Olyckskvoter som standardiserare***

Olyckskvoten,  $R$ , beräknas vanligen som antalet olyckor per fordonskilometer:

$$R_1 = \frac{O_1}{Q_1}; \quad R_2 = \frac{O_2}{Q_2}$$

Ofta använder man sådana olyckskvoter för att jämföra trafiksäkerheten hos platser eller tidpunkter med olika trafikmängder. (Om trafikmängderna vore lika skulle ju själva olyckstalen kunna användas för jämförelsen). För att olyckskvoter skall kunna standardisera trafiksäkerheten på detta sätt krävs emellertid att antalet olyckor normalt, utan åtgärder i vägsystemet, växer linjärt med antalet fordonskilometer (Brundell-Frejij och Ekman, 1990). Många studier visar att istället att antalet olyckor per fordonskilometer - alltså olyckskvoterna - normalt sjunker då trafikarbetet ökar.

Detta betyder att man bör förvänta sig en minskning av olyckskvoterna om trafikmängderna ökar från före- till efter- studie.

En nyare svensk studie (Winslott, 1998) visar t ex att en 20% trafikökning tycks leda till en 10% minskning av olyckskvoterna på svenska vägar med hastighetsgräns 90 km/h eller högre. (resultaten är presenterade på annat sätt i Winslotts arbete, men relationen kan beräknas ur hennes resultat).

I Winslotts studie är korsningsolyckor exkluderade, men andra studier ger liknande resultat också för hur antalet korsningsolyckor beror av trafikarbetet.

Dessa resultat betyder att man i många fall gör ett lika stort fel genom att beräkna trafiksäkerhetseffekten med hjälp av olyckskvoter, som genom att inte ta hänsyn till trafikarbetsförändringen alls! Detta framgår av exemplet i tabell 1, som bygger på en fiktiv studie där följande resultat erhållits:

Trafikarbetet ökar med 10% från före- till efter-period, samtidigt som antalet olyckor sjunker med 5%. Olyckskvoten minskar därför med 14%.

Trafikarbetsförändringen ensam skulle, enligt Winslott, ge upphov till en ökning av olyckorna med 4%. (Olyckskvoten skulle därmed minskat med 6%). Själva åtgärden tycks alltså ha åstadkommit en olycksminskning om 9%  $((0,95-1,04)/1,04)$

*Tabell 2 Olika sätt att uppskatta åtgärdseffekt då trafikmängderna förändrats*

**Resultat av ett beräkningsexempel**

	Trafiksäkerhet efter/före med åtgärd	Trafiksäkerhet efter/före utan åtgärd	Skattad effekt: med/utan åtgärd	Fel
<b>Korrekt</b>	0,95 Olyckor	1,04 Beräknat från flödesförändring	<b>-0,09</b>	-
<b>"Naiv"</b>	0,95 Olyckor	1 Ingen hänsyn till flödesförändring	<b>-0,05</b>	+0,04
<b>"Olyckskvot"</b>	0,86 Olyckskvot	1 Antages opåverkat av flödesförändring	<b>-0,14</b>	-0,05

Tabell 2 visar att en jämförelse baserad på olyckskvoter **överskattar** trafiksäkerhetseffekten minst lika mycket, som en naiv jämförelse av olyckstalen direkt (utan någon hänsyn till trafikmängdsförändringen) **underskattar** den. Ändå skulle de flesta acceptera den första studien som vederhäftig, men förkasta den andra som aningslös.

Det exakta utfallet av beräkningsexemplet är naturligtvis ett resultat av de detaljerade antagandena. Eftersom trafikmängder normalt ökar med tiden, och trafiksäkerhetseffekten av vägmarkeringsåtgärder oftast tycks vara tämligen små, är dock den principiella effekten systematisk: före-efterstudier som baseras på olyckskvoter överskattar i allmänhet de uppnådda trafiksäkerhetseffekterna avsevärt.

*Relevans för studier om vägmarkeringar*

De flesta studier om vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekt som rapporteras bygger på före-efterstudier, där hänsyn till trafikmängdens förändring bara tagits genom användning av olyckskvoter.

Vi har därför anledning att tro att de verkliga effekterna varit mindre än de rapporterade. Med hjälp av stora datamaterial (många provsträckor) har man dock kunnat hålla undersökningsperioden måttligt lång, och därmed begränsa effekten .

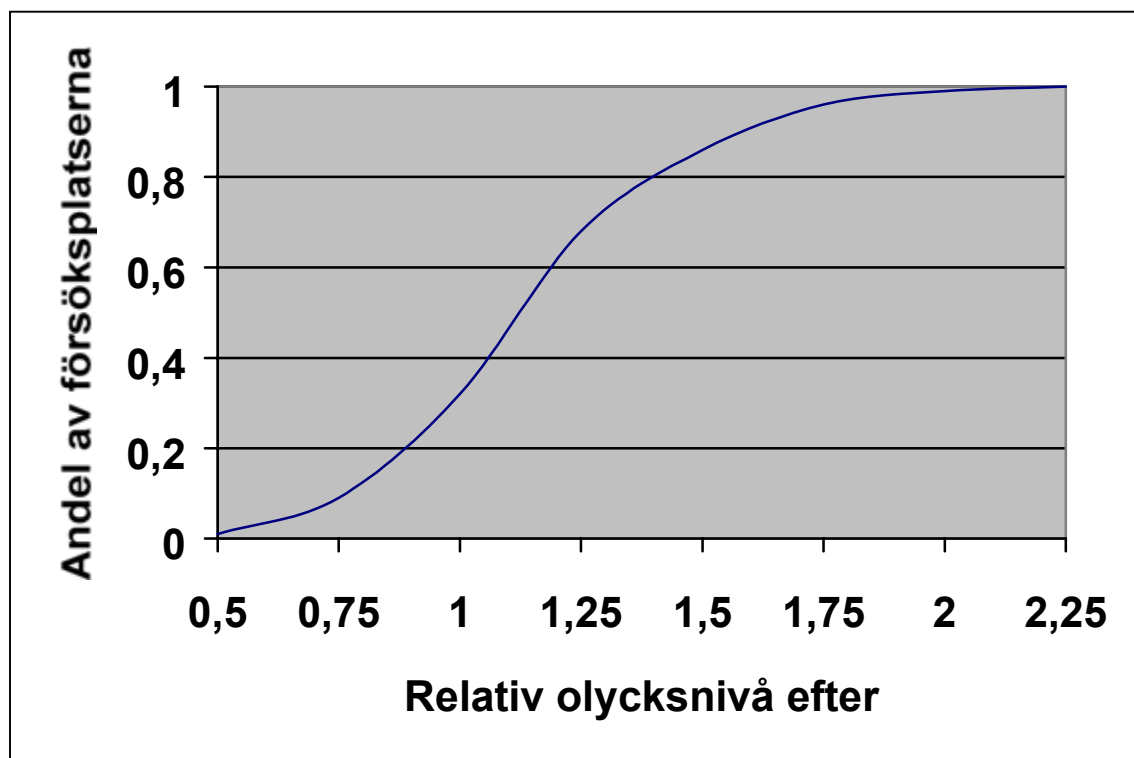
En metodinriktad studie (Pendleton (1996)) gjorde om analyserna av en tidigare publicerad studie av trafiksäkerhetseffekten av körbane reflektorer i Michigan. Sedan hon tagit hänsyn till ett icke-linjärt samband mellan antalet olyckor och trafikarbete, kunde man inte längre säkerställa någon trafiksäkerhetseffekt av de installerade reflektorerna där.

### 3.1.2 Att generalisera utifrån den uppnådda trafiksäkerhetseffekten

Trots de svårigheter som beskrivs under avsnitt 3.1.1 ovan, finns det inte så få studier som med hjälp av stora datamaterial relativt noggrant kunnat uppskatta den uppnådda säkerhetseffekten.

Ett exempel på en sådan studie är Griffin (1990) som undersökte trafiksäkerhetseffekten av upphöjda vägbanereflektorer som installerats på ett 80-tal provsträckor i USA. Hans studie gav vid handen att den genomsnittliga trafiksäkerhetseffekten varit **negativ**. Trafikolyckorna under mörker hade, sedan man tagit hänsyn till förändrade trafikmängder och allmän olycksutveckling, **ökat** med i genomsnitt 17% som en följd av den nya markeringen.

Spridningen mellan det resultat som uppnåtts på olika delsträckor var emellertid stor. Den var till och med större än vad som kunde förklaras av den slumpmässiga, Poissonfördelade, variationen av olyckstal. Hauer (1997, s. **161**) arbetade vidare med Griffins datamaterial, och kunde då producera **Figur 2**.



Figur 2 *Kumulativ fördelning av verklig trafiksäkerhetseffekt över de studerade platserna i Griffin (1990). Efter Hauer (1997).*

Figur 2 visar den fördelning av trafiksäkerhetseffekt över de olika studerade delsträckorna, som Griffins data material implicerar. Observera alltså att fördelningen av effekter i **Figur 2** inte på något sätt är en förvillelse, resulterande från olyckstalens slumpmässiga variation. Det är i stället frågan om en variation mellan de **verkliga** effekter som skulle uppstå i **långa loppet**, då vägbanereflektorerna installeras på olika platser.

Vi ser av Figur 2 att på mer än 30% av provsträckorna har reflektorerna en positiv trafiksäkerhetseffekt, dvs de minskar antalet olyckor. Detta trots att de i genomsnitt, sett över alla studerade platser, ökar antalet olyckor med 17%.

Med bakgrund i den stora variationen i Figur 2 måste det vara angeläget att, för framtida introduktion av vägbanereflektorer, försöka **identifiera** de platser där trafiksäkerhetseffekten skulle ha blivit positiv. Detta måste vara en minst lika angelägen uppgift för forskningen, som att fastställa en ännu bättre skattning av den "genomsnittliga" trafiksäkerhetseffekten.

Men kan vi då inte helt enkelt identifiera de platser där vi fått en positiv utveckling, där olyckorna minskat? Nej, så enkelt är det inte. Trots att studien totalt sett var mycket omfattande, har det på var och en av provsträckorna bara inträffat ett 20-tal olyckor i genomsnitt under föreperioden. Det beyder (se t ex tabell 1) att vad som hänt med olyckstalen på enstaka provsträckor endast ger mycket svaga indikationer på hur trafiksäkerheten förändrats där. Vi vet alltså, genom att titta på det totala utfallet och den totala variationen, att det finns platser där vägmarkeringarna haft positiv trafiksäkerhetseffekt. Men vi kan inte använda datamaterialet för att identifiera dessa platser.

Ännu mycket mindre kan vi då naturligtvis, med utgångspunkt i olycksdatamaterialet förstå vilka **egenskaper** som är utmärkande för de platser där effekten varit positiv. Ändå är det sådan kunskap vi behöver för att kunna ge kloka rekommendationer för var körbanereflektorer bör installeras.

Det är naturligtvis mycket otillfredsställande att som resultat av en stor, dyr, vetenskapligt oantastlig, studie tvingas konstatera: "Visserligen vet vi nu att vi skulle kunna uppnå betydande trafiksäkerhetsvinster genom att installera körbanereflektorer på 30% av vägnätet. Tyvärr måste vi ändå avråda från installation överallt, eftersom vi inte vet var de i så fall skulle installeras."

Har vi då egentligen någon anledning att bli förvånad över resultaten i Figur 2? Nej, knappast.

### *Varierande omständigheter*

En viktig förklaring till att trafiksäkerhetseffekten av vägmarkering varierar, är givetvis att sträckorna har olika karakteristika.

En indikation på sådan variation tycker man sig t ex observera i en finsk studie av kantstolpars trafiksäkerhetseffekt (Kallberg 1993). Här **ökade** olyckorna kraftigt, +40%, på en kurvig väg med hastighetsgränsen 80 km/h där kantstolpar installerades, medan en väg med högre standard inte gav motsvarande effekter.

Som framgått ovan är det dock sällan vi kan hoppas på så tydliga indikationer direkt av våra olycksdatamaterial. I kombination med beteendestudier kan man dock hoppas att lägga indiciepussel som så småningom kan leda fram till intressanta resultat med stor relevans för normskrivning och vägplanering. Mer om detta i avsnitt 3.2.2. nedan



### *Relativ förändring – i förhållande till vad?*

Ett annat skäl till att trafiksäkerhetseffekten kan förväntas variera mellan olika vägsträckor är sättet den definieras på – i relation till antalet olyckor utan åtgärd.

Beroende på hur olyckspanoramata ser ut före åtgärd har naturligtvis vägmarkeringarna olika potential att förbättra situationen. På platser där det t ex sker en stor mängd viltolyckor, eller många typiska halkolyckor, blir den **relativa** effekten av vägmarkeringåtgärden mindre, även om den **absoluta** minskningen av olyckstalen kan vara lika stor.

För att minska dessa problem försöker man i många studier definiera en delmängd av trafikolyckorna som "målolyckor", "target accidents", och beräkna trafiksäkerhetseffekten enbart i relation till dem. Vid studier av vägmarkeringar är det oftast aktuellt att betrakta mörkerolyckorna ensamma som "target accidents".

Sådan reduktion till "målolyckor" rekommenderas också av ledande metodologisk expertis, t ex i Hauer (1997). Den är emellertid inte okomplicerad och okontroversiell.

För att definitionen av "målolyckor" skall vara relevant krävs väl underbyggda hypoteser om de mekanismer som verkar. Längsgående vägmarkeringar avses ju allmänt ge en bättre vägledning, och ger troligen sådan också under dagtid. Om hastigheten påverkas, även om påverkan är mycket liten, kan man förvänta sig effekter på trafiksäkerheten också under dagtid.

## **3.2 Indirekta trafiksäkerhetsstudier**

### **3.2.1 Olyckspotentialer**

Vissa studier har baserat en uppskattning av vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekt på en uppskattning av den totala potentialen - det antal olyckor för vilka åtgärden kan tänkas ha effekt över huvud taget.

Att definiera en sådan olyckspotential stöter på samma typ av svårigheter som definitionen av "målolyckor" som diskuterades i föregående avsnitt. Olyckspotentialen är ju just de tänkta "målolyckorna".

Ett särskilt problem utgör s.k. kompositionseffekter. En stor del av trafiksäkerhetsforskningen handlar numera om sådana. Teorier kring kompositionseffekter, och inledande bevis, presenterades först (i en extrem form) av Wilde (1982), senare i t ex Wilde (1994). Andra forskare (t ex Evans (1991)) har nyanserat teorin och gjort den mer trovärdig. Numera är de flesta trafiksäkerhetsforskare överens om att trafiksäkerhetseffekter som påtagligt förbättrar den subjektivt upplevda trafiksäkerheten, också påverkar trafikanternas beteende på ett sådant sätt att trafiksäkerheten minskar från den uppnådda nivån.

Huvuddelen av denna påverkan tycks ske genom hastighetsvalet – ökad subjektiv trafiksäkerhet leder till ökade hastigheter. Beräknade potentialer för trafiksäkerhetsförbättringar kan därför normalt inte realiserar – inte ens i fall då definitionen av målolyckor är entydig, och åtgärden har en hundra procentig effekt på målolyckorna. Istället ökar hastigheterna, och andra olyckor ökar till antal och försvåras till konsekvens.

Vad gäller vägmarkeringar är definitionen av målolyckor svårare, och effekten långtifrån 100%: Markeringen **förhindrar** ju inga olyckor. Beteendekompensation är därför bara en del av svagheten i metoder som bygger på uppskattade olyckspotentialer i detta sammanhang.

I vissa fall kan dock en analys av olyckspotentialen ge en klagörande uppskattning av den övre gränsen för åtgärdens trafiksäkerhetseffekt – om antalet avkörningsolyckor bara utgör 10% av alla olyckor, lär en förbättrad markering av sidolinjen knappast ge en högre trafiksäkerhetseffekt än så.

Studier av olyckspotentialer bedöms dock av så litet värde att de sorterats ut direkt vid litteraturgenomgången på vilken denna rapport baseras.

### **3.2.2 Beteendestudier**

Som framgick av figur 1 är indicievärdet av beteendestudier då det gäller att uppskatta en trafiksäkerhetseffekt av vägmarkeringar i allmänhet svagt. Det beror på att kunskapen om hur beteendeförändringar påverkar olycksrisken är mycket begränsad i de flesta fall.

Ett undantag gäller dock hastighetsmätningar. Vår samlade kunskap om sambandet mellan hastighetförändringar och trafiksäkerhetsförändringar får idag anses tämligen god.

Hastighetsökningar leder till försämrad trafiksäkerhet. Dels ökar risken för alla typer av olyckor, därför att säkerhetsmarginalerna minskar, och handlingsutrymmet begränsas vid kritiska situationer. Dessutom försvaras konsekvenserna eftersom de högre hastigheterna leder till ökat kollisionsvåld. Effekten är därför störst för de allvarligaste olyckorna – dödsolyckorna – men påtaglig också för andra typer av olyckor. Carlsson (1980) uppskattar att en ökning av hastigheten med 6 km/h på landsbygdsvägar ökar antalet personskadeolyckor med 15%.

Hastighetsmätningar kan därför utgöra användbart underlag för kvantifiering av trafiksäkerhetseffekter, och andra typer av beteendestudier får ett avsevärt ökat värde om de kan kompletteras med hastighetsmätningar som stöder indikationerna.

Man skall dock inte förledas att tro att trafiksäkerhetsförbättringar bara kan uppnås om hastigheterna sjunker. Då vägbelysning införs eller förbättras visar t ex Elvik et al (1997) att trafiksäkerheten avsevärt förbättras, trots att hastigheterna normalt ökar!

Kan man påräkna en sådan potential till samtidig framkomlighets- och säkerhets- vinst också av vägmarkering? Effekten av vägbelysningen beror rimligen till stor del på att trafikanternas förmåga att upptäcka varandra förbättras, och därmed deras förmåga till interaktion. Någon motsvarande konsekvens kan ej uppstå av vägmarkering. Däremot förbättrar vägmarkering, på samma sätt som vägbelysning, trafikanternas förstäelse av själva vägmiljön, vilket både kan öka säkerheten direkt (avkörning!!), och lyfta av kognitiv belastning och därmed öka den uppmärksamhet trafikanterna kan ägna varandra. Det är därför **inte omöjligt** att också förbättrad vägmarkering skulle kunna innebära säkerhetsvinster, även i fall då hastigheten ökar.

### **3.2.3 Perceptionsstudier**

En stor del av arbetet med vägmarkeringar har syftat till att klarlägga sambandet mellan markeringens fysikaliska egenskaper (t ex retroreflektion) och dess synbarhet. Av figur 1 framgår att sådana studier har mycket begränsat värde då det gäller att uppskatta vilken effekt vägmarkeringen får för trafiksäkerheten – detta eftersom andra delar av orsakskedjan ännu är oklara.

Perceptionsstudiernas – liksom beteendestudiernas - främsta roll i detta sammanhang torde i stället vara att generera hypoteser om vilka egenskaper hos vägsträckor som kan vara avgörande för åtgärdernas varierande effekt. Detta är ett angeläget forskningsområde som diskuterades i avsnitt 3.1.2, och till vilket jag återkommer i kapitel 5.

### 3.3 *Kunskapsöversikter och meta-analyser*

Vägmarkeringars trafiksäkerhetseffekter är alltså långtifrån ett obeforskat område. Tvärtom har en mängd forskare i flera länder, med delvis olika metoder och olika datamaterial, försökt uppskatta sådana effekter.

Då kunskapsmängden växer på detta sätt, uppstår en ny forskningsuppgift: att sammanställa kunskapen. Sådant arbete är denna rapport inte alls det enda exemplet på, se t ex Nordzjij och Hagenzieker (1996).

Ett systematiskt sätt att sammanställa likartad information från flera olika undersökningar är s.k. metaanalys, baserad på Baysiansk statistisk teknik. Ett fullödigt och prisbelönt exempel på sådan sammanställning, som redan flera gånger refereats ovan, är Elvik et al (1997).

Med Metaanalys väger man samman olika undersökningars resultat, baserat på deras relativa tillförlitlighet. Stora studier med tydliga resultat väger tungt, små studier med otydliga resultat lättare. Slutresultatet blir en s.k. Likelihoodfunktion för den sökta effekten. Likelihoodfunktionen blir koncentrerad om studierna gemensamt pekar på ett tydligt resultat, men utspridd om studierna inte ger så klara besked. Likelihoodfördelningens ”medelvärde” utgör vår för närvarande bästa skattning av den sökta trafiksäkerhetseffekten. Baserat på Likelihoodfunktionen kan vi sedan, som för ”vanliga” studier, göra ett konfidensintervall för denna skattning.

Om den slutliga sammanvägningen ger ett otydligt resultat – konfidensintervallet blir brett – kan det alltså bero på två saker. Antingen är kunskapsläget ännu oklart därför att **studierna för små** och till och med tillsammans ger ett otydligt resultat. Eller så visar olika studier **sinsemellan** på olika resultat – de drar i likelihoodfunktionen åt olika håll. I båda fallen är vi genuint osäkra på vad effekten skulle bli vid en ny tillämpning, och det är den osäkerheten som avspeglar sig i konfidensintervallets bredd.

Mer forskning ger normalt allt bättre värde av den ”bästa skattningen” av den genomsnittliga effekten. Men om orsaken till det breda konfidensintervallet tycks vara vad som kallas substantiell, kontextuell variation är naturligtvis värdet av en kvalificerad sådan uppskattning mer begränsat.

## 4 Genomförda studier – en översikt

### 4.1 Direkta trafiksäkerhetsstudier - metaanalys

Som framgått av kapitel 1, ingår i analysen i Elvik et al (1997) i princip alla de relevanta studier som publicerats fram till 1996. Metaanalysen där utgör alltså en mycket god och kraftfull sammanfattning av denna forskning (sammanlagt 36 oberoende studier).

Observera dock att flera av de studier som ingår i Elviks sammanställning, trots att de är vetenskapligt "acceptabla", inte på ett korrekt sätt behandlar regressionseffekt och trafikflödesvariationer (se avsnitt 3.1.1) . Detta innebär att studierna i genomsnitt torde ha **överskattat** de uppnådda trafiksäkerhetseffekterna.

Några av Elviks resultat presenteras i Tabell 3

*Tabell 3 Bästa skattning av olika vägmarkeringsåtgärders trafiksäkerhetseffekt*

<b>Åtgärd</b>	<b>Bästa skattning av effekt på antalet personskadeolyckor [konfidensintervall]</b>	
Vanlig kantlinje	-3%	[-7% +1%]
Bred kantlinje	+5 %	[-4 % +14%]
Profilerad kantlinje	+2%	[-17% +26%]
Mittlinje	-1%	[-8% +6%]
Kombination av kantlinje och mittlinje	-24%	[-35% -11%]
Vänstersvängsfält	-5%	[-9% 0]
Körbanereflektorer (mörkerolyckor)	-8%	[-21% +11%]

En närmare studie av de bakomliggande studierna styrker intrycket från Griffins studie om körbanereflektorer: En betydande del av variationen i tabell 3 – konfidensintervallens bredd - är "substantiell och kontextuell". Det betyder att **samma åtgärd** på olika platser ger **olika effekt**.

Man kan ju t ex konstatera att Elviks sammanvägning visar att körbanereflektorer sammantaget över alla studier tycks ha en positiv trafiksäkerhetseffekt. Det resultatet hade ju Griffin också kunnat få (istället för den olycksökning om +17% han uppskattade) med en bara något annorlunda sammansättning av sina provsträckor. Också han hade ju många provsträckor där effekten **var** positiv.

Den kontextuella variationen är rimligen också orsaken till den förvirrande bilden av effekten av kantlinje och mittlinje tillsammans, då den jämförs med motsvarande effekter var för sig. Den kombinerade åtgärden har bara studerats i en enstaka studie – då uppmättes helt andra effekter än vid de studier som observerats vid flera studier av en markeringstyp i taget. Om detta verkligen är ett resultat av att kombinationen har en osedvanligt stark effekt, eller helt enkelt är ett uttryck för den "kontextuella" variationen, kan vi inte veta med ledning av dessa studier.

Trots dessa svagheter är det sammantagna intrycket av tabell 2 rätt klart: När man väger samman alla de vetenskapligt acceptabla studier som gjorts i världen av långsgående vägmarkerings

trafiksäkerhetseffekt, **tycks** den genomsnittliga effekten vara att trafiksäkerheten förbättras, men att effekterna är rätt små, mindre än 10%.

Vid enstaka studier kan man mycket väl ha uppnått betydligt större effekter än så. Det är emellertid svårt, för att inte säga omöjligt, att avgöra vilka särskilda förhållanden som kan göra att målningen ger stora positiva effekter på trafiksäkerheten

Trots all utförd forskning är det också enbart ett fåtal åtgärder (vänstersvängsfält och, möjligen, också kombination av mittlinje och kantlinje) om vilka vi med **statistisk säkerhet** kan säga att åtgärden ger en genomsnittlig förbättring av trafiksäkerheten.

## 4.2 *Indirekta trafiksäkerhetsstudier*

### 4.2.1 *Hastighetsmätningar*

Hastighetsmätningar är alltså i allmänhet viktiga indikatorer på säkerhetsförändringar, eftersom hastighetsökningar, allt annat lika, ger negativa säkerhetskONSEKVENSER. Dessutom är det rimligt att anta att trafikanterna, om de känner en bristande optisk ledning, anpassar sin fart nedåt, och att en förbättrad optisk ledning därmed borde leda till hastighetsökningar.

Relativt många studier av vägmarkeringars säkerhetseffekt har också undersökt eventuella förändringar av hastigheterna. Det sammantagna intrycket av sådana mätningar är, enligt Elvik et al (1997), att hastigheterna ökar något (men relativt lite) vid långsgående uppmärkning, men att denna effekt försvinner gradvis. En succesivt avklingande effekt är rimlig, eftersom linjernas synbarhet också minskar succesivt genom slitage och nedsmutsning. En sådant avklingande mönster bör man alltså förvänta sig för alla beteendeförändringar, och därmed säkerhetseffekter, positiva som negativa.

De hastighetshöjningar som uppmätts i de studier Elvik refererar är relativt små. Två nyare studier som enbart behandlar beteendeförändringar ger intressanta, kompletterande, resultat.

Van der Horst et al (1997) studerade effekten av profilerade långsgående, heldragna kantlinjer på motorväg. De profilerade kantlinjerna ger något bättre synbarhet än vanliga kantlinjer på våt vägbanor, medan de syns i ungefär samma utsträckning som vanliga kantlinjer under andra förhållanden. Den huvudsakliga effekten är dock den varning i form av vibrationer och buller som linjen ger då den passeras av fordonet.

Här uppmättes en hastighetsökning (av den profilerade linjen) på 3-4 km/h hos personbilar på våta vägbanor. Ungefär hälften av denna effekt tycks kunna hänföras till den förbättrade optiska ledningen, eftersom hastighetsökningen på torr vägbanor är 1-2 km/h.

Den aktuella rapporten från COST331 (Mäkinen et al, 1999) mäter också hastigheter i en omfattande experimentell design med såväl kontrollsträckor som olika linjeutformning, och parallella experiment i olika länder inblandade. Den sammanfattande konklusionen härifrån blir att **vissa** typer av utformning på **vissa** platser leder till en hastighetsökning av 1-3 km/h. Framförallt gäller detta heldragna linjer med god retroreflektivitet – alltså de som har bäst synbarhet. Observeras bör, att den hastighetsökning som observerats, trots att den kan synas liten, är tillräckligt stor för att isolerad innebära en riskökning om uppemot 10% enligt Carlsson(1980). Detta innebär alltså att vägmarkeringsåtgärder utan samtidiga hastighetshöjningar (t ex med hjälp av stöd i form av automatisk hastighetsövervakning) har en betydligt större potential till säkerhetseffekt, än de effekter som uppnås enligt tabell 3 ovan

Å andra sidan finns det vissa experimentella situationer (framförallt i kurvor på de finländska provsträckorna) där hastigheten tycks sjunka något då målningen introduceras.

Sammanfattningsvis blir slutsatserna då det gäller målningens påverkan på hastigheten den samma som då det gällde säkerhetseffekterna: Effekten

- finns (i genomsnitt troligen en hastighetsökning)
- är relativt liten (1-3 km/h, motsvarande en olycksökning om ca 10%)
- varierar påtagligt mellan olika vägmiljöer och utformning på markeringarna

Om de faktorer som styr hur och hur mycket, hastigheten påverkas i en viss miljö, vet vi ännu mycket litet.

#### 4.2.2 *Andra relevanta indirekta studier*

De relevanta studier som genomförts i övrigt har ofta mätt och analyserat sidolägesinformation. Detta har man gjort för att, i enighet med tankarna bakom figur 1, sidoläget – t ex antalet kantlinjepassager – anses vara en indikation på hur antalet avkörningsolyckor kan komma att förändras.

Båda de nyare studier som refererades om hastighetsbeteende ovan, studerar också hur sidolägena förändras:

I van der Horst (1997), som behandlar sågtandade, ”vibrationsvarnande”, heldragana markeringar, visade det sig att **antalet** sidolinjesöverträdelser inte förändrades nämnvärt av markeringen. Däremot förkortade överträdelsernas **varaktighet**, så att man snabbare återgick till vägbanan igen efter en överträdelse.

I Mäkinen et. al. (1999) förefaller förbättrad vägmarkering förskjuta sidoläget - tämligen svagt - mot vägens mitt på raksträckor och i vänsterkurvor. För de bredaste sidolinjerna på raksträckor förefaller påverkan tämligen homogen över olika länder, medan smalare (10cm) sidolinjer, och kurviga vägar, ger mera varierande effekt.

En nyligen publicerad studie: McKnight et al (1998) studerar hur väglinjers synbarhet påverkar beteendet då det gäller olika mått på körriktning (sidoläge, vinkelfel, linjepassage och avkörning). Detta var en simulatorstudie, och en intressant egenskap är att man också undersökt ”verkliga” avkörningar, det vill säga tillfällen då det simulerade fordonet helt lämnat den simulerade vägen. Resultaten visar stor enhetlighet mellan olika mått på beteendevikelser. Detta skulle kunna vara en indikation på att studier av sidolägen i verklig trafik skulle vara en tämligen god indikator på verkliga avkörningar på samma vägar.

Den intressantaste slutsatsen från McKnight et al är dock, att kontrasten mellan linje och vägbanan bara påverkade beteendet om den var **mycket** dålig (luminanskvoter under 1.03). Författarna konkluderar att ”the degradation in lane delineation that occurs through normal wear is not likely to have an effect on the ability of drivers to remain within lane boundaries”

Inte heller beteendeskilnader mellan olika väglinjebredder förekom utom då väglinjerna hade extremt dålig kontrast mot vägbanan.

Följaktligen måste vi, också angående olika typer av effekter på sidolägena, konstatera att de är långt ifrån enhetliga och tydliga, och att många andra faktorer än själva linjens tydlighet påverkar mönstret.

## 5 *Andra markeringar – några kommentarer*

---

Denna rapport koncentreras på långsgående vägmarkeringar, med huvudsakligt syfte att förbättra den optiska ledningen för trafikanterna.

Men målning kan användas också för att på andra sätt uppnå trafiksäkerhetsvinster. Sedan hastighetsproblematiken uppmärksammats på 80-talet har vägmarkeringar använts också för att uppnå sådana effekter.

Ett sätt att använda vägmarkeringar i detta syfte är att med hjälp av långsgående markeringar minska körfältsbredden. Wennike (1994) visar här goda resultat för en tätortsmiljö, där medelhastigheten minskade med 3 km/h, och sänkningen blev särskilt stor för de allra högsta hastigheterna.

Då 13 metersvägar i Sverige förändrades så att körfältsbredden **ökades** på bekostnad av vägrenen (och gränsen dem emellan markerades tydligare) sänktes, paradoxalt nog, också hastigheterna (Lunqvist et. al, 1992). Långsgående markeringar kan alltså, då förutsättningarna är de rätta, sänka hastigheterna och därmed ge trafiksäkerhetsförbättringar.

Mer tydligt är emellertid både syfte och resultat då det gäller s.k. bar markings, eller rumble strips. Det är **tvärgående** markeringar som har till syfte att sänka hastigheten och öka trafikanternas uppmärksamhet på t. ex att man närmar sig en korsning. Sådan "målning" har periodvis varit mycket populär, och tycks sänka hastigheten mycket effektivt. Man uppnår trafiksäkerhetsvinster på i genomsnitt 35% enligt Elviks et. al (1997) sammanställning, vilket får anses mycket bra.

Även om säkerhetseffekten av långsgående markeringar enligt tidigare kapitel förefaller tämligen beskedlig, och mycket varierande, kan alltså vägmarkering användas mycket effektivt på andra sätt i trafiksäkerhetshöjande syfte.

## 6 *Slutsatser och rekommendationer*

---

Det sammanfattande intrycket av studien blir alltså att trafiksäkerhetseffekterna av långsgående markeringar av olika typ uppmäts till i genomsnitt mindre än 10%. I de fall man kan identifiera vetenskapliga svagheter i studierna är det oftast frågan om att man bortsett från s.k. regressionseffekt, eller att man tagit hänsyn till trafikutvecklingen enbart genom att beräkna s.k. olyckskvoter. I båda dessa fall överskattas säkerhetseffekten.

Eftersom trafiksäkerhetseffekter av olika skäl (slumpmässig variation, icke-experimentella förhållanden) är mycket svåridentifierade, behövs det mycket stora studier för att ens, med statistisk säkerhet, i enskilda studier, kunna konstatera att trafiksäkerheten förbättrats. Ännu mycket svårare är det naturligtvis att konstatera **hur stor** trafiksäkerhetseffekten är i ett visst enskilt fall. De skillnader mellan trafiksäkerhetseffekten av olika utföranden etc som kan observeras i enskilda studier kan därmed mycket väl vara resultatet av andra, okända variabelers variation. En metodologiskt avancerad analys av säkerhetseffekten av förhöjda vägbanereflektorers säkerhetseffekt på olika provsträckor, visar t ex på en mycket betydande variation mellan olika provsträckor. En variation som inte direkt kan hänföras till några kända egenskaper hos vägsträckorna.

Också beteendestudier (som belastas av mindre mätproblem) visar på oförklarliga variationer mellan olika provsträckor. Ett exempel är den aktuella rapporten från COST331, som ger olika beteendeeffekter i de tre olika deltagande länderna, trots att man ansträngt sig för att uppnå likartade förhållanden.

Med denna bakgrund förefaller det närmast meningslöst att fortsätta att systematiskt försöka mäta direkta säkerhetseffekter av olika försök. På det sättet kan vi visserligen få allt bättre uppskattning av någon sorts "genomsnittlig effekt" för olika utföranden, och därmed också en bättre uppfattning om den genomsnittliga effekten av valet **mellan olika utföranden**. Men en sådan uppskattning är ändå av begränsat värde, om resultatet vid tillämpning på en viss vägsträcka kan bli helt annat.

Det angelägnaste forskningsområdet just nu, då det gäller vägmarkeringarnas säkerhetseffekt, tycks därför vara att via systematiserade beteendestudier försöka förstå vilka olika karakteristika som påverkar vägmarkeringens roll för beteendet. Simulatorstudier, med de unika möjligheter de ger till systematisk experimentell design, skulle kunna vara till stor hjälp här.

Först sedan man förstått mer om vilken samverkan som sker mellan vägmiljön och linjemarkeringen då det gäller beteendepåverkan, kan det vara meningsfullt att via stora, troligen internationella studier, mera direkt försöka uppskatta de generella säkerhetseffekterna med bättre noggrannhet än vad som redan redovisas. Men den nytta trafikanterna har av vägmarkeringarna – och därmed de kostnader samhället kan bära för dem – har också andra komponenter än trafiksäkerheten.

I den mån vägmarkeringarna påverkar hastigheterna uppåt – och en sådan genomsnittlig effekt tycks finnas – ger de också framkomlighetsvinster som bör kvantifieras och värderas. Viktigare är dock troligen den ökade komfort som trafikanterna upplever vid en bättre optisk ledning. Denna effekt är säkert stor, och kan möjligen då det gäller betalningsvilja väl mäta sig med själva trafiksäkerhetseffekterna. Med modern teknik för att uppskatta trafikantvärderingar (t.ex så kallade Stated Preference undersökningar) bör det vara fullt möjligt att få ganska detaljerade uppskattningar av sådana värderingar. Försök i den riktningen bedrivs för närvarande till exempel



inom ett Vägverksfinansierat doktorandprojekt vid KTH – Vägtrafikanter betalningsvilja för drift- och underhållsåtgärder.

Innan ***"Nytta av Vägmarkeringar"*** på ett relevant sätt kan utvärderas i samhällsekonomiska termer för enskilda projekt behövs alltså:

- Förståelse för hur väglinjer och andra omständigheter samverkar till beteendet
- Stora utvärderingar av själva säkerhetseffekten för de olika typer av vägmiljöer som därvid identifieras
- Uppskattning av vägmarkeringarnas komforteffekt, och trafikanternas betalningsvilja för den