

FÖR- OCH NACKDELAR MED BILDBEHANDLING FÖR ANALYS AV EFFEKTEN AV EN TRAFIKSÄKERHETSÅTGÄRD

Kristin Nilsson*, Mikko Räsänen**, Lars Leden***

*FB Engineering AB, Box 12076, SE 402 41 Göteborg, Sverige
Tel: 031-775 14 04, Fax: 031-775 11 22, E-post: kni@fbe.se

** VTT Bygg och transport, P.O. Box 1800, FIN 02044 VTT, Finland
Tel: +358-9-456 4585, Fax: +358-9-464 850, E-post: Mikko.Rasanen@vtt.fi

*** VTT Bygg och transport, P.O. Box 1800, FIN 02044 VTT, Finland
Tel: +358-9-456 4298, Fax: +358-9-464 850, E-post: Lars.Leden@vtt.fi
och Avdelningen för trafikteknik, Luleå tekniska universitet, SE 971 87 Luleå, Sverige

Keywords: traffic safety, evaluation methods, image processing

Abstract

The fact that there are no crashes during every three-year period on every spot of a road network does not mean that the long-term safety level is exactly zero crashes. However, what the lack of recorded crashes does mean is that we need less blunt instruments than crash data for evaluating, for example, the effectiveness of a reconstruction. A new tool, image processing, is presented. It includes reliability tests of an automatic feature for speed measurements and of more detailed semi-automatic features to study the interaction between vulnerable road users and motor vehicle drivers. A case studie from Sweden and Germany is also presented.

Inledning

För att analysera trafiksäkerheten i ett vägnät används ofta polisrapporterade olyckor insamlade under en treårsperiod, eller ibland en femårsperiod om trafikmiljö och insamlingsrutiner varit oförändrade, som underlag. År 2003 infördes i Sverige ett nytt informationssystem (STRADA) om skadade och olyckor i vägtransportsystemet. I och med att STRADA tagits i bruk kommer även viktig tilläggsinformation i form av sjukhusrapporterade olyckor att kunna användas. På flertalet vägavsnitt kvarstår dock faktum att det inte sker några kollisioner under varje treårsperiod. Detta innebär dock inte att det i ett långsiktigt perspektiv inte kommer inträffa några kollisioner där, utan att det behövs mindre trubbiga metoder än analys av kollisionsdata för att utvärdera till exempel effekten av en trafiksäkerhetsåtgärd. En enkel metod är radarmätningar av motorfordonens hastighet före och efter åtgärd. Ofta har även den svenska trafikkonfliktstudietekniken använts, the Swedish Traffic Conflicts Technique (Hydén, 1987). Nyligen har dock även bildbehandlingsverktyg utvecklats för ändamålet, se Nilsson & Leden (2003).

Radarmätningar

För att mäta hastigheten är den enda utrustning som behövs en radarpistol, ett 12-voltsbatteri och en person som gör mätningarna och registrerar de uppmätta hastigheterna. Utrustningen är väldigt lätt att handha. Det är dock viktigt att rikta radarstrålen mot fordonen med ungefär samma vinkel varje gång, eftersom mätfelet är vinkelberoende. En vinkel på 5 grader ger en underskattning av hastigheten med 0,4% och en 10 graders vinkel ger ett mätfel på 1,5%. Båda mätfelet är mer eller mindre försumbara. Däremot ger en ökning av vinkeln från 15 grader till 20 grader att mätfelet växer från 3,4% till 6,0%.

För att mäta ett objekts hastighet skickar radarpistolen ut ett antal strålar som reflekteras mot föremålets yta. Hastigheten beräknas därefter utifrån den tid det tog för strålarna att komma tillbaka till radarpistolen. Radarmätningar har ofta ett mycket litet mätfelsspann, ± 1 km/h. Beroende på om det finns ett flertal metalliska objekt eller låga fordons hastigheter kan en laserpistol vara nödvändig för att urskilja vilket objekts hastighet som mäts, eftersom en laserpistol markerar objekten med en liten röd prick.

Konfliktstudier enligt den svenska trafikkonfliktstudietekniken

Det är mycket viktigt att personen som studerar trafiken har förmåga och kunskap att korrekt uppskatta och registrera ett fordon's hastighet och dess avstånd till en given punkt. En person som skall bli en tränad observatör enligt den svenska trafikkonfliktstudietekniken måste träna på att urskilja en konfliktsituation, uppskatta hastigheten på ett fordon som är i rörelse samt uppskatta avståndet mellan det observerade fordonet och den uppskattade kollisionpunkten i det ögonblick då en undanmanöver görs. På grund av den stora variationen i sätt att göra sådana uppskattningar är det att föredra att man övar både i fält och med videofilmer. Enligt handboken från Vägverket (Mattson, 1983) får inte mer än 1/3 av observatörens skattningar avvika mer än 30% från mätningar gjorda med t.ex. radarpistoler.

Bildbehandling

I Tyskland har ett videobaserat halvautomatiskt dataprogram utvecklats som ett verktyg för bildbehandling. Det utvecklades av en grupp dataspecialister och trafikingenjörer från transportavdelningen på universitetet i Kaiserslautern och tillhandahålls av GVA (Gesellschaft für VerkehrsAnalyse) mbH. Programmet särskiljer två olika metoder: en *automatisk mätmetod* (Automatic Survey, ASU) samt en *interaktiv halvautomatisk mätmetod*. Programmet kan göra automatiska observationer genom att automatiskt spåra trafikanter i videosekvenser och samla in relevanta data såsom antal fordon, medelhastighet och projicerad tvådimensionell längd på fordonen. Den automatiska spårningen görs genom att en bakgrundsbild jämförs med den aktuella bilden på en mätlinje (och normalt även på två parallella linjer). Reflexer och skuggor på körbanan försvårar möjligheten att urskilja fordonen. För att få bästa möjliga resultat bör programmet kalibreras för lokala förhållanden. För att utforska hur stor betydelse denna kalibrering har utfördes ett antal tester.

Den interaktiva halvautomatiska metoden inkluderar mätning av trafikelementens:

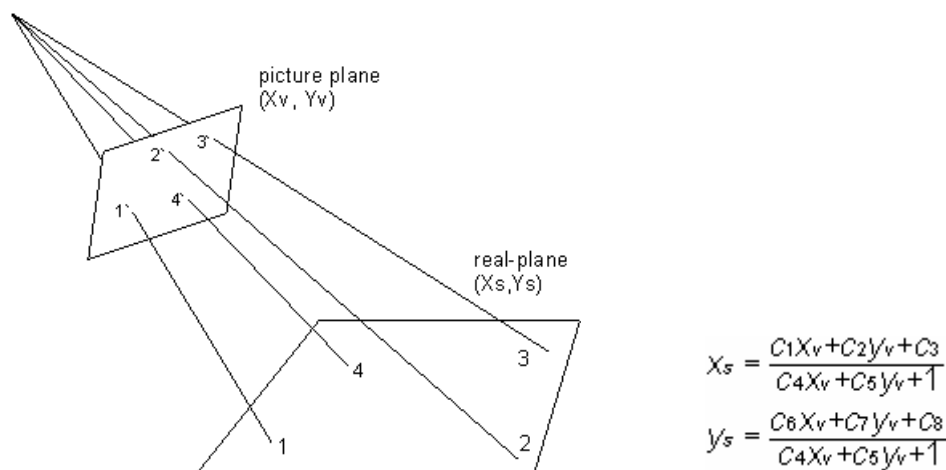
- Avstånd
- Hastighet
- Acceleration/retardation
- Rörelselinjer

Programmet är utvecklat för landsbygdsförhållanden. Vår uppgift var att studera och utvärdera tillämpligheten av den interaktiva metoden i mer komplexa urbana förhållanden. I denna analys har rörelselinjeverktyget använts. Detta verktyg gör det möjligt att spåra alla rörelser hos trafikanter i en bildsekvens och sätta dem i relation till varandra. För att testa om programmet kan användas i mer komplexa urbana miljöer jämförs resultatet från interaktiva mätningar med ViVAtraffic med konfliktstudieresultat från tre tränade observatörer.

Förutsättningar för bildbehandling

Då underlaget för att bedöma trafiksäkerheten med bildbehandling består av videofilmer måste den aktuella platsen filmas med en eller flera videokameror. Sonys Hi8-system, SVHS-kameror eller digitala videokameror kan användas. För att få bästa möjliga resultat är bildupplösningen av största vikt. Det vanliga VHS-systemet kan inte uppbringa tillräckligt god bildkvalitet, varför detta system alltså inte bör användas. När man filmar trafiksituationer är det mycket viktigt att videokamerorna inte upptäcks alltför lätt av trafikanterna, vilka i så fall kan bli påverkade i sitt beteende. Därför är en bra placering av kamerorna på lyktstolpar eller husväggar, där trafikanterna, såväl bilister som cyklister och fotgängare, förhoppningsvis inte upptäcker dem så lätt.

Kvaliteten på resultaten beror mycket på med vilken vinkel platsen filmas. En flack kameravinkel kommer att resultera i en stark förvrängning av perspektivet, vilket bör undvikas. Realplanet (verkligheten) och bildplanet (inspelningen) är satta i ett matematiskt samband för att göra det möjligt för programmet att utföra mätningar. Varje punkt i realplanet motsvaras av en punkt i bildplanet, figur 1.



Figur 1. Sambandet mellan realplanet och bildplanet uttryckt såväl grafiskt som matematiskt. (<http://transport.arubi.uni-kl.de>, 1999)

Reliabilitetstest av den automatiska mätmetoden (Automatic Survey, ASU)

Reliabilitetstesten gjordes genom att jämföra ViVAtraffic's uppskattning av enskilda fordons hastighet med radarmätningar av samma fordons hastighet. Både radarmätningar och filmning gjordes från bron över Porsövägen vid universitetet i Luleå. Eftersom det var en solig dag kastade omgivande träd skuggor över körbanan. Ett antal testkörningar gjordes för att

testa inverkan av om skuggdetektorn var kopplad eller ej samt olika indata för minimalt avstånd mellan fordon, antal mätlinjer och avstånd mellan dem. Samtliga tre tester visade en tendens att ViVAtraffic skattade hastigheterna systematiskt något för högt, vilket troligen berodde på att kalibreringen inte var optimal. Medelfelet mellan ViVAtraffics registreringar och radarns var i alla tre tester under 2 km/h, se tabell 1. En reliabilitetstest av ViVAtraffics registreringar med samma kalibrering, gav ett medelfel på 0,2 km/h och en skattning av medelfelet standardavvikelse på 0,1 km/h. En utförlig beskrivning av testen ges av Räsänen (2004).

Tabell 1. Medelfel (km/h) och medelfelet standardavvikelse (S.E.Mean) samt antal mätningar n.

Test	Medelfel	S.E.Mean	n
Skillnad vid olika kalibrering			
6	1,6	0,4	50
7	1,7	0,3	52
8	1,1	0,3	52
Skillnad vid samma kalibrering	0,2	0,1	129

Reliabilitetstest av den interaktiva halvautomatiska metoden

Två reliabilitetstest gjordes. Det första testet, nedan kallat reliabilitetstest 1, grundades på de interaktioner som urskiljts med hjälp av ViVAtraffic (ovan en viss nivå i svårighetshierarkin i figur 3). Det andra testet, reliabilitetstest 2, grundades på de interaktioner som urskiljts av observatörerna ur 60 givna filmsekvenser.

Reliabilitetstest 1 är baserad på 1 timmes videofilmning i Malmö den 26 oktober 1998. På den filmen fanns 19 användbara konfliktsituationer¹. Alla tre observatörer skattade trafikanternas hastighet samt tiden till olycka för dessa situationer. Resultaten för detta test redovisas nedan i tabell 2. Som synes är avvikelserna mellan observatörerna förhållandevis stora. Medelvärdet för tid till olycka var 1,75 sekunder med en standardavvikelse på 0,52 sekunder, vilket är väl mycket.

Tabell 2. Resultat från reliabilitetstest 1. Medelvärden på skattade värden på fotgängares, cyklisters och motorfordons hastigheter (km/h) och tid till olycka (s) samt medelvärden på differenser mellan de tre tränade observatörerna. Standardavvikelsen anges inom parentes (n=19).

Hastighet	Alla observatörer	Observatör 1 - Observatör 2	Observatör 1 - Observatör 3	Observatör 2 - Observatör 3
för fotgängaren (km/h)	2,6 (1,0)	-1,0 (0,9)	-1,7 (1,1)	-0,7 (0,6)
för cyklisten (km/h)	8,4 (3,1)	1,3 (1,3)	-3,3 (1,7)	-4,5 (2,9)
för motorfordonet (km/h)	41,0 (9,2)	-2,0 (6,1)	-5,2 (5,0)	-3,1 (4,9)
Tid till Olycka (s)	1,75 (0,52)	-0,20 (0,64)	0,32 (0,49)	0,52 (0,53)

¹ I Nilsson (2000) redovisas endast 17 konfliktsituationer.

Det andra reliabilitetstestet baserades på en timmes videoinspelning i Malmö i mars 1999. De tre observatörerna fick 60 korta filmsekvenser att studera och urskilja olika konfliktsituationer. Totalt 133 situationer kunde urskiljas, men endast 20 stycken var jämförbara, eftersom dessa 20 situationer var de situationer där alla tre observatörerna hade upptäckt samma inblandade trafikanter, samma undanmanöver på ungefär samma tid samt ett skattat värde på tid till olycka. ViVAtraffic kunde dock endast beräkna tid till olycka på fyra av dessa 20 situationer, eftersom trafikelementen i övriga situationer inte var på kollisionskurs enligt programmet. Dessa fyra var alla bland de mest allvarliga situationerna. För de flesta av de övriga 15 situationerna angav ViVAtraffic ett PET-värde. I tabell 3 nedan redovisas resultaten av jämförelsen av de tre observatörernas skattningar.

Det andra reabilitetstestet gav liknande resultat som det första vad gäller skattningen av trafikanternas hastighet, men överensstämmelsen mellan skattningarna av tid till olycka är bättre, trots att spridningen i skattningarna ökat en aning.

Tabell 3. Resultat från reliabilitetstest 2. Medelvärden (km/h) på skattade värden på fotgängares, cyklisters och motorfordons hastigheter (km/h) och tid till olycka (s) samt medelvärden på differenser mellan de tre tränade observatörerna. Standardavvikelsen anges inom parantes (n=20).

Hastighet	Alla observatörer	Observatör 1 - Observatör 2	Observatör 1 - Observatör 3	Observatör 2 - Observatör 3
för fotgängaren (km/h)	2,6 (0,9)	1,5 (0,8)	0,5 (0,4)	-1,0 (0,7)
för cyklisten (km/h)	9,3 (3,1)	2,1 (4,3)	4,0 (2,6)	1,9 (5,0)
för motorfordonet (km/h)	40,9 (9,2)	4,2 (6,1)	1,2 (6,5)	-3,7 (5,6)
Tid till Olycka (s)	1,79 (0,55)	-0,05 (0,61)	-0,03 (1,14)	0,02 (1,11)

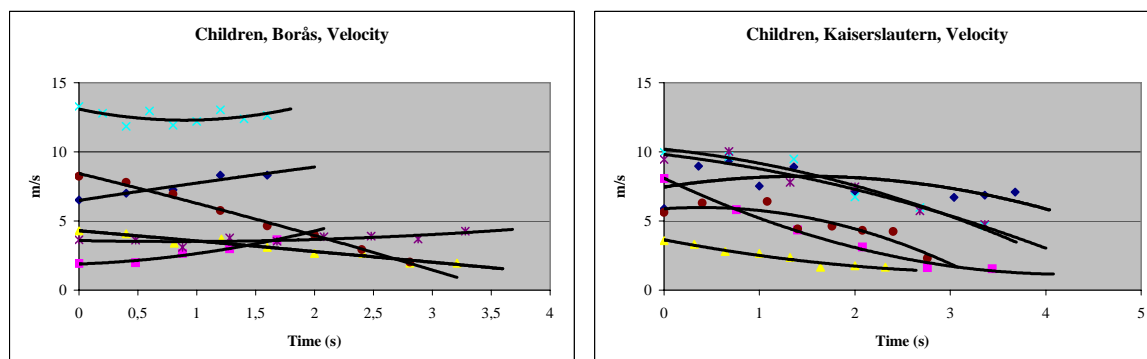
I tabell 4 visas de tre observatörernas skattningar och ViVAtraffic's skattning av tid till olycka. Observatörernas skattningar var mycket lägre (0,83 s) än ViVAtraffic's, men spridningen i observatörernas skattning var stor utom för situation 4. Resultatet tyder på en relativt god överensstämmelse i de fall där ViVAtraffic bedömde att inblandade trafikelement hade kollisionskurs. Detta var dock ofta inte fallet, förmodligen beroende på att de undersökta situationerna i allmänhet hade en låg allvarlighetsgrad. Vidare forskning behövs för att mera säkra slutsatser skall kunna dras.

Tabell 4. Resultat från reliabilitetstest 2. De enskilda observatörernas och ViVAtraffic's skattningar av tid till olycka (s) (n=4).

n	TO obs. 1	TO obs. 2	TO obs. 3	TO ViVAtraffic	Medelvärde observatörer	Medelvärde observatörer - ViVAtraffic
1	1,1	2	2,5	1,9	1,9	0,0
2	1	1,9	1,2	3,3	1,4	-1,9
3	1	-	2	2,2	1,5	-0,7
4	1,1	0,7	1	1,6	0,9	-0,7
Medelvärde	1,05	1,53	1,68	2,25	1,42	-0,83
Standard-avvikelse	0,06	0,72	0,70	0,74	0,39	0,79

Ett exempel på beteendestudier med den interaktiva metoden

Nedan följer ett litet exempel på hur man samlat in hastighetsdata över en sträcka med hjälp av ViVAtraffic. Hastigheten på fordon som närmar sig ett markerat övergångsställe då ett barn just skall korsa vägen har samlats in från videoupptagningar från 1999 på två liknande platser i Borås och Kaiserslautern och resultatet presenteras i figur 2.



Figur 2. Hastigheten på motorfordon som närmar sig ett markerat övergångsställe när ett barn just skall korsa vägen i Borås (n= 6) respektive Kaiserslautern (n= 6). Övergångsstället är lokaliserat vid en punkt motsvarande tiden 4 respektive 4,5 sekunder.

I Borås varierade hastigheterna fyra sekunder före övergångsstället mellan 2 och 13 m/s, vilket motsvarar 7 till 45 km/h. Hälften av fordonens hastighet *ökade* ju närmare de kommer övergångsstället. I Kaiserslautern var beteendet mer likartat. Ingångshastigheterna låg i intervallet 3,5-10 m/s. För alla fordonen i Kaiserslautern gällde att hastigheten minskade ju närmare de kom övergångsstället. En majoritet låg mellan 0 och 5 m/s vid övergångsstället. Exemplet visar att de svenska bilisterna hade ett mer aggressivt körsätt mot oskyddade trafikanter och barn än de tyska, se vidare Nilsson (2000). Studien utfördes innan den svenska lagen förändrades i maj 2000 med syftet att få fler bilister att stanna för fotgängare vid övergångsställen.

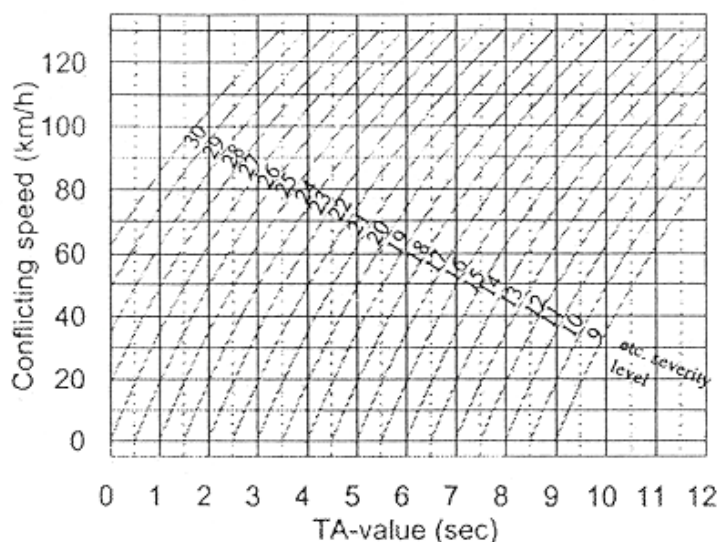
För- och nackdelar med metoderna

När man arbetar med detta specifika dataprogram kan hastighet, acceleration, avstånd, tid till olycka (TO), tid till kollision (TTC), post encroachment time (PET) och inbromsning till säkerhet (DST) enkelt samlas in över tiden (eller avstånd). En viktig faktor att ta hänsyn till är tidsåtgången för analysen i relation till hur värdefulla de uppnådda resultaten är.

Jämfört med till exempel radarmätningar, som endast mäter hastigheten vid ett exakt tillfälle, har programmet alltså en tydlig fördel. Radarpistoler och även laserpistoler kan dock, se t.ex. Várhelyi (1998) och Karlgren (2001), kopplas till en bärbar dator så att hastighetsdata över en sträcka kan lagras direkt, vilket gör det till ett kostnadseffektivt tillvägagångssätt för datainsamling.

En fördel med att arbeta med en bildbehandlingsmetod är att man alltid kan gå tillbaka och verifiera indata, såsom speciella förutsättningar och viktiga detaljer, vilka annars kan vara lätta att missa eller glömma bort. Det kan dock vara svårare att upptäcka en riskabel situation när man tittar på en tv eller dataskärm utan några fältupplevelser jämfört med att vara ute på plats. Några andra problem som har upptäckts under arbetet med ett dataprogram är diverse mjukvaruproblem och problem orsakade av för dålig upplösning och kvalitet på videoupptagningarna. Om upplösningen, och därmed kvaliteten på bilderna, är för dålig får man problem med kalibreringen mellan real- och bildplanet och det blir mycket svårt att klicka den exakta positionen på trafikanten. Dessutom tar arbetet mycket längre tid än då kvaliteten är god. Man kan även få problem med att hitta en bra position för videokamerorna. Den optimala placeringen är 10-25 meter upp i luften ovanför den aktuella platsen.

En viktig fördel med att arbeta med bildbehandling är att konfliktsituationer med två eller fler trafikanter kan studeras i detalj. Dessa situationer då minst en av de inblandade trafikanterna gör en undanmanöver för att undvika en kollision eller en situation med litet PET-värde är oftast mindre allvarliga än allvarliga konflikter, och även om två trafikanter inte håller kollisionskurs kan några händelser räknas som en konfliktsituation. Säkerhetsmarginalen kan ju ändå vara oacceptabel. Definitionen av de olika nivåerna illustreras nedan i figur 3 där gränsen mellan svår och mindre allvarlig konflikt bedöms ligga mellan nivå 24 och 25. Denna gräns kan dock variera beroende på de inblandade trafikanterna. Den kan t.ex. sänkas om ett barn är inblandat, då de inte har samma kapacitet att bedöma olika situationer som en vuxen som kan interagera med andra trafikanter med en lägre tids- och säkerhetsmarginal.



Figur 3. Definitionen av de olika nivåerna i allvarighetshierarkin illustreras här med en hastighet/tid till olycka-graf. Nivå 1 korsar X-axeln vid 13 sekunder. (Svensson, 1998)

Begrepp

Tid till kollision (Time To Collision), TTC

Resterande tid till kollision mellan två trafikanter om de bibehåller hastighet och riktning.

Tid till Olycka (Time to Accident), TO

Den resterande tiden till en kollision mellan två trafikanter vid den exakta tidpunkten då den första trafikanten gör en undanmanöver tills en kollision hade inträffat om ingen manöver gjorts, d.v.s. om trafikanterna hade bibehållit såväl hastighet som riktning.

Post Encroachment Time, PET

Tiden mellan det ögonblick då den första trafikanten lämnar den potentiella kollisionspunkten till det ögonblick då den andra trafikanten når samma punkt.

Inbromsning till säkerhet, Deceleration to Safety Time, DST

Den nödvändiga inbromsningen (retardationen) för att nå ett sista PET-värde ≥ 0 .

Konfliktsituationer (High Severity Situations)

Interaktioner då minst en av trafikanterna gör en undanmanöver för att undvika en kollision eller en händelse med ett litet PET-värde. Kollisionskurs är *ej* ett krav.

Konflikt

Interaktioner då minst en av trafikanterna gör en undanmanöver för att undvika en kollision eller en händelse med ett litet PET-värde. Kollisionskurs är ett krav. Enligt den ursprungliga definitionen var konflikten allvarlig om TO-värdet var 1,5 s eller mindre, men enligt den

nuvarande definitionen är konflikten allvarlig om nivån i allvarlighetshierarkin enligt figur 3 är 26 eller högre.

Sammanfattning

Det faktum att det inte sker några trafikolyckor under varje treårsperiod på ett vägnät betyder inte att det i ett långsiktigt perspektiv inte kommer att inträffa några kollisioner där. Däremot visar det att det behövs mindre trubbiga instrument än olycksdata för att utvärdera exempelvis effekten av en ombyggnad. Fram till idag har fokus i sådana fall legat på att arbeta med tränade observatörer för att studera konflikter och trafikantbeteenden. Oftast har den svenska trafikkonfliktstudietekniken använts, men nyligen har även bildbehandlingsverktyg utvecklats för ändamålet. Ett av dessa verktyg är ett halvautomatiskt videobaserat dataprogram från Tyskland, ViVAtraffic. Programmet särskiljer två olika mätmetoder: en automatisk mätmetod som spårar trafikanter i videosekvenser och samlar in data i form av antal fordon, deras medelhastigheter och projicerade längd samt en interaktiv halvautomatisk mätmetod för bestämning av trafikelementens hastighet, acceleration (retardation), avstånd samt rörelselinjer. Programmet är utvecklat för landsbygdsförhållanden och vår uppgift har varit att studera och utvärdera tillämpligheten av mätmetoderna i mer komplexa urbana förhållanden.

Fördelar med att arbeta med en bildbehandlingsmetod är att man i efterhand kan verifiera indata och att konflikter och konfliktliknande situationer kan studeras i detalj. En nackdel med metoden är att det kan vara svårare att upptäcka konflikterna när man tittar på en tv eller dataskärm utan några fältupplevelser. Man kan även ha problem med att hitta en bra position för videokamerorna, vilket är mycket viktigt då mätfelen är vinkelberoende och positionen påverkar kvaliteten på videoupptagningen. Den automatiska mätmetoden kräver en särskilt hög placering och helt fri sikt mot trafikanterna. Vid vår test var kameran placerad på en bro ovanför körbanan.

Utvärderingen av den automatiska registreringen av hastigheter, där ViVAtraffic's registreringar jämfördes med radarmätningar i två färdriktningar, visade en god överensstämmelse mellan de två metoderna. Alla tre testerna visade dock en tendens att ViVAtraffic skattade hastigheterna systematiskt något för högt, vilket troligen berodde på att kalibreringen inte var optimal. Medelfelet mellan ViVAtraffic's registreringar och radarns var i alla tre tester under 2 km/h. En reliabilitetstest av ViVAtraffic's registreringar med samma kalibrering, gav ett medelfel på 0,2 km/h och en skattning av medelfelet standardavvikelse på 0,1 km/h.

Resultatet av två reliabilitetstester gällande konflikters allvarlighetsgrad, baserade på en jämförelse av bedömningar enligt ViVAtraffic's interaktiva rörelselinjeverktyg med tre tränade observatörer, var svårtolkat beroende på att ViVAtraffic endast i ett fåtal fall bedömde att de inblandade trafikelementen hade kollisionkurs, vilket observatörerna vanligen gjorde. Det är ganska troligt att observatörer vid fältobservationer anger att kollisionkurs förelåg även om så inte var fallet om kraftiga avvärjande manövrar togs och trafikanterna hade passerat varandra med bara någon tiondels sekunds marginal i fall de inte avvärjt. Vidare forskning behövs för att mera säkra slutsatser skall kunna dras.

Som fallstudie av den interaktiva metodens tillämpbarhet för beteendestudier studerades trafikantbeteenden och konflikter mellan gående barn och motorfordon på två övergångsställen med liknande utformning och trafikmiljö, det ena vid en skola i Borås, Sverige och det andra i Kaiserslautern, Tyskland. Fallstudien, visade att de svenska bilisterna hade ett mera aggressivt körsätt mot gående barn än de tyska. Studien genomfördes före lagändringen i Sverige i maj 2000, då fordonsförarnas skyldighet att lämna företräde för gående på övergångsställe i Sverige skärptes.

Efterord

Arbetet med artikeln har finansierats av Vägverket. Kontaktpersoner har varit Jan Ifver och Thomas Lekander. Tack även till våra observatörer Charlotta Johansson och Ola Wilhelmsson vid Luleå tekniska universitet för deltagande i reabilitetstesten av den interaktiva metoden. Ytterligare tack till Charlotta Johansson och Peter Rosander vid Luleå tekniska universitet för filmning och radarmätningar från Porsöbron som låg till grund för reabilitetstesten av den automatiska metoden.

Litteratur

Karlgren, J. (2001) Bilars hastighet längs gator med gupp. Metod för framställning av hastighetsprofiler och analys av hastighetsförlopp. Göteborg, Chalmers, Sektionen för Arkitektur.

Mattsson, M-O. (1983) Utbildningsmanual i konfliktstudier. Borlänge, Vägverket. Utvecklingssektionen. Meddelande TU 1983:1.

Nilsson, K. (2000) Application of ViVAtraffic to study the interaction between vulnerable road users and motor vehicle drivers - case studies in Sweden and Germany. Luleå, Luleå tekniska universitet, institutionen för samhällsbyggnadsteknik, avdelningen för trafikteknik, 2000:116 CIV.

Nilsson, K., Leden, L. (2003) Image processing for analysis of the effectiveness of a reconstruction. Linköping, Nordic Road & Transport Research No 2, 2003.

Räsänen, M. (2004) Test of Automatic Survey of ViVAtraffic. Espoo, VTT Building and Transport. Research report RTE602/04.

Svensson, Å. (1998) A method for analysing the traffic process in a safety perspective. Lund. Lund University, Department of traffic planning and Engineering. Bulletin 166.