


# Tema Cykel


## Utrustning för mätning av cykeltrafik

### En litteraturstudie

Anne Bolling



<b>Utgivare:</b>   581 95 Linköping	<b>Publikation:</b> <b>VTI rapport 663</b>		
	<b>Utgivningsår:</b> 2009	<b>Projektnummer:</b> 12851	<b>Dnr:</b> 2007/0497-28
	<b>Projektnamn:</b> Tema Cykel		
<b>Författare:</b> Anne Bolling	<b>Uppdragsgivare:</b> VTI		
<b>Titel:</b> Tema Cykel – Utrustning för mätning av cykeltrafik. En litteraturstudie.			
<b>Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord:</b> <p>Syftet med denna studie är att finna nya metoder och ny teknik för att på ett bättre, säkrare och enklare sätt kunna mäta cykeltrafik.</p> <p>Resultatredovisningen är uppdelad på utrustningar som detekterar cykeltrafik för att styra trafiksignaler och utrustningar som räknar cykelflöde. Ett avsnitt handlar om jämförelser mellan olika mätutrustningar och det finns även med ett avsnitt om hur ny teknik kan användas till annan nytta för cyklister.</p> <p>Mätnoggrannheten, som är ett problem, varierar med olika utrustningar, mätplatser, parameterinställning, trafik, väder och mycket annat. Noggrannheten har olika betydelse beroende på syftet med mätningen och därför bör mätutrustning väljas utifrån vad resultatet av mätningen ska användas till.</p> <p>Några av undersökningarna som refererats har fokuserats på hur utrustningen ska användas och ställas in för att ge bästa mätresultat och i dagsläget verkar detta vara mycket angeläget för fortsatt forskning.</p> <p>Inför framtiden kan man hoppas på att cykel, cykeldator eller möjligen cykelhjälm kunde utrustas med ny teknik så att flera positiva effekter kan uppnås. Det skulle möjliggöra inte bara mätning av cykel-flöden och styrning av trafiksignaler utan även vara informationslänk till och från cyklisten och varför inte även kunna göra det möjligt att spåra en stulen cykel.</p>			
<b>Nyckelord:</b> Litteraturstudie, cykeltrafik, mätutrustning, ny teknik			
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Språk:</b> Svenska	<b>Antal sidor:</b> 23	

<b>Publisher:</b>   SE-581 95 Linköping Sweden	<b>Publication:</b> <b>VTI rapport 663</b>		
	<b>Published:</b> 2009	<b>Project code:</b> 12851	<b>Dnr:</b> 2007/0497-28
	<b>Project:</b> Tema Cykel		
<b>Author:</b> Anne Bolling	<b>Sponsor:</b> VTI		
<b>Title:</b> Equipment detecting cycles. A literature study.			
<b>Abstract (background, aim, method, result) max 200 words:</b> <p>The purpose of this study was to find new methods and technologies which could help develop better, safer and easier ways to measure cycling data.</p> <p>The result of this literature study is divided into equipment detecting cycles in order to control traffic signals, and equipment used to measure cycle flow. There is also a section that focuses on comparisons between different measurement equipment and another on how new technologies can be used for other benefits for cyclists.</p> <p>Some of the studies referred to, have focused on how the equipment should be used and adjusted to provide the best measurement results. This problem seems to be very important for further research.</p> <p>For the future one can hope that the cycle, the cycle computer, or possibly even the cycle helmet will be equipped with new technology. Technology would not only allow measurement of the cycle flows and control of traffic signals, but would also provide an information link to and from the cyclists. It may also even make it possible to trace a stolen cycle.</p>			
<b>Keywords:</b> Literature study, bicycle measurement, new technology			
<b>ISSN:</b> 0347-6030	<b>Language:</b> Swedish	<b>No. of pages:</b> 23	

## Förord

Denna litteraturstudie är en del av Tema Cykel, som VTI driver med syfte att skapa ett forum inom institutet för att jobba enhetsövergripande med cykeltrafikfrågor.

Jag vill tacka alla som bidragit till denna rapport. Ett speciellt tack vill jag rikta till Mats Wiklund och Anna Niska. Mats Wiklund var lektor vid granskningsseminariet och kom där med många bra synpunkter och förslag och Anna Niska har bidragit med många värdefulla synpunkter på rapporten.

Linköping november 2009

*Anne Bolling*

## Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 2009-05-07 där Mats Wiklund, VTI, var lektor. Anne Bolling har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Projektledarens närmaste chef Anita Ihs, VTI, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2009-11-16.

## Quality review

Review seminar was carried out on 7 May 2009 where Mats Wiklund, VTI, reviewed and commented on the report. Anne Bolling has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Anita Ihs, VTI, examined and approved the report for publication on 16 November 2009.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	5
Summary .....	7
1 Inledning .....	9
2 Litteratursökning .....	10
3 Resultat.....	11
3.1 Detektering av cyklar för styrning av signaler .....	11
3.2 Mätning av cykelflöde .....	12
3.3 Tester av och jämförelse mellan olika mätsystem .....	14
3.4 Övrigt .....	19
4 Diskussion .....	21
Referenser.....	22



## **Tema Cykel – utrustning för mätning av cykeltrafik. En litteraturstudie**

av Anne Bolling  
VTI  
581 95 Linköping

### **Sammanfattning**

De i dag vanligaste metoderna för att räkna cykeltrafik är att med hjälp av antingen induktiva slingor eller luftslangor få signal eller pulser från förbipasserande cyklar och sedan med hjälp av datorprogram analysera signalerna och beräkna antalet cyklar som passerat. Även manuell cykelräkning används i stor utsträckning. För att få en mera övergripande bild av cykeltrafiken används ofta resvaneundersökningar.

De olika metoderna har sina för- och nackdelar. Induktiva slingor som är nerfrästa i körbanan, är en bra metod att använda när cykeltrafik ska mätas kontinuerligt under lång tid. Lösa luftslangar lämpar sig bättre för tillfälliga mätningar. Manuella räkningar är bra för korta mätperioder där cykeltrafiken har många möjliga körspår.

Syftet med denna studie är att söka nya metoder och ny teknik för att på ett bättre, säkrare och enklare sätt kunna mäta cykeltrafik.

Resultatredovisningen är uppdelad på utrustningar som mäter cykeltrafik för att styra trafiksignaler och utrustningar som räknar cykelflöde. Ett avsnitt handlar om jämförelser mellan olika mätutrustningar och det finns även med ett avsnitt om hur ny teknik kan användas till annan nytta för cyklister.

Det pågår utveckling och försök att med hjälp av ny teknik mäta cykelflöden på fler håll i världen. Mätnoggrannheten, som är ett problem, varierar med olika utrustningar, mätplatser, parameterinställning, trafik, väder och mycket annat. Detta har olika betydelse beroende på syftet med mätningen, men mätutrustning bör väljas utifrån vad resultatet av mätningen ska användas till. Beroende på ändamålet med mätningen kan olika mätutrustningar passa bättre än andra. För att styra signaler är det viktigast att det är få missar men det har inte så stor betydelse om det förekommer falska detekteringar. För cykelflödesmätningar kan man ofta acceptera både missar och falska detekteringar så länge de är ungefär lika stora.

De flesta har problem med inställning av utrustningen för att få den att fungera på bästa sätt. Detta gäller framför allt när utrustningen ska mäta både fotgängare och cyklister och vid rena cykelmätningar där andra trafikanter (fotgängare, motorfordon) förekommer på mätplatsen. Några av undersökningarna som refererats har fokuserats på hur utrustningen ska användas och ställas in för att ge bästa mätresultat och i dagsläget verkar detta vara mycket angeläget för fortsatt forskning.

Inför framtiden kan man hoppas på att cykel, cykeldator eller möjligen cykelhjälmen kunde utrustas med ny teknik så att flera positiva effekter kan uppnås. Det skulle möjliggöra, inte bara mätning av cykelflöden och styrning av trafiksignaler, utan även vara informationslänk till och från cyklisten, och varför inte, även kunna göra det möjligt att spåra en stulen cykel.



## **Equipment detecting cycles. A literature study**

by Anne Bolling

VTI (Swedish National Road & Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

### **Summary**

The purpose of this study was to find new methods and technologies which could help develop better, safer and easier ways to measure cycling data.

Currently, the preferred methods for counting cycle traffic are to use either inductive loops or air tubes. Signals or pulses are created from passing cycles. A computer program then analyses the signals or pulses and calculates the number of passing cycles. Manual counting is also widely used for measuring cycle traffic. In addition, travel habit surveys are often used to give a more comprehensive picture of the cycle traffic data.

The various methods have their pros and cons. The use of inductive loops, which are placed under the road surface, is a good method when cycling data is measured continuously for a long period of time. The air tube method is more suitable for temporary measurements. Manual counts are good for short periods where the cycle traffic has many possible route options.

The result of this literature study is divided into equipment detecting cycles in order to control traffic signals, and equipment used to measure cycle flow. There is also a section that focuses on comparisons between different measurement equipment and another on how new technologies can be used for other benefits for cyclists.

There are ongoing developments and attempts to use new technologies to measure cycle flows in several parts of the world. One problem is measuring accurately. Accuracy varies between different equipment, measuring points, parameter settings, traffic levels, weather conditions and much more. The accuracy importance depends on the purpose of the measurement. The measuring equipment should be chosen based on the purpose. Depending on the purpose of the measurement, some measuring devices fit better than others. To control signals, it is important that there are few misses. Extra detection causes no problem. For bicycle flow measurements, both misses and extra detections can be accepted as long as the numbers are roughly the same.

Many users have problems setting up the equipment to achieve high performance. This is especially true when the equipment is used where there is a mix of different road users (cyclists, pedestrians, motor vehicles). Some of the studies referred to have focused on how the equipment should be used and adjusted to provide the best measurement results. This problem seems to be very important for further research.

For the future one can hope that the cycle, the cycle computer, or possibly even the cycle helmet will be equipped with new technology. Technology would not only allow measurement of the cycle flows and control of traffic signals, but would also provide an information link to and from the cyclists. It may also even make it possible to trace a stolen cycle.



## 1 Inledning

Det finns flera olika skäl till att man vill mäta cykeltrafik. Det kan t.ex. vara för att uppskatta det totala cykelflödet, trender i cykeltrafiken, flödesmätningar före och efter åtgärd eller för att styra trafiken.

De vanligaste metoderna idag för att räkna cykeltrafik, är att med hjälp av antingen induktiva slingor eller luftslangor få signal eller pulser från förbipasserande cyklar och sedan med hjälp av datorprogram analysera signalerna och beräkna antalet cyklar som passerat. Även manuell cykelräkning används i stor utsträckning. För att få en mera övergripande bild av cykeltrafiken används ofta resvaneundersökningar.

Denna litteraturgenomgång begränsas till fysiska mätningar av cykeltrafik som mäts i fält och omfattar därför inte resvaneundersökningar.

De olika metoderna har sina för- och nackdelar. Induktiva slingorna som är nerfrästa i körbanan, är en bra metod att använda när cykeltrafik ska mätas kontinuerligt under lång tid. Lösa luftslangor lämpar sig bättre för tillfälliga mätningar. Manuella räkningar är bra för korta mätperioder där cykeltrafiken har många möjliga körspår.

Problemet med att mäta trafik med cyklar är att dessa dels varierar sin körväg mer än t.ex. biltrafik, dels att det är vanligt att flera cyklar körs i bredd med samma hastighet. Detta gör att mätutrustning kan ha svårt att detektera alla cyklar som passerar på en mätplats. På vissa platser och vissa tider blir det bortfall i mätningarna och det förekommer också falska detekteringar i varierande grad.

För att uppskatta den totala cykeltrafiken och trender i cykeltrafiken görs olika typer av mätningar som sedan används som underlag till beräkning av den totala cykeltrafiken. Det är stora variationer på både mätningar och modeller för olika länder. Schollaert m.fl. har gett ut en sammanställning av beräknat cykelväg från olika länder (Schollaert et al., 1997) där de tar upp problemet med olika kvalitet på materialet och att det medför ganska stor osäkerhet i jämförelserna mellan de olika länderna.

Det finns två typer av fel relaterade till mätningar av cykeltrafik i snitt. Det ena är att mätutrustningen/-metoden missar att detektera en passerande cykel och det andra är detektion av en spökcykel eller m.a.o. en falsk detektering, ofta en dubbelräkning.

Några begrepp som är användbara i detta sammanhang är *Sensivitet* som är andel rätt detekterade cyklar av totalt antal passerande och *relevans* som är andel verkliga cyklar av totalt antal detekterade. Relevansen är trafikberoende. Kvoten mellan sensitivitet och relevans är då kvoten mellan totalt antal detekterade och totalt antal passerande cyklar och benämns *detekteringsgraden*.

Syftet med denna studie är att söka nya metoder och ny teknik för att på ett bättre, säkrare och enklare sätt kunna mäta cykeltrafik.

## 2 Litteratursökning

Vid ett seminarium på VTI 1995 (Bolling, 1995) redovisades förekommande mått och mätmetoder för gång- och cykeltrafik. I samband med seminariet genomfördes även en mindre litteraturstudie som var inriktad på mätning av fotgängare, cyklister eller mopedister. De flesta referenser handlade då om manuella trafikflödesmätningar och manuell bildbehandling. Automatiska bildbehandlingsmetoder behövde fortfarande vidareutvecklas men halvautomatiska metoder kunde till viss del användas.

Vid seminariet redovisades några metoder för att mäta cykeltrafik. Induktiva slingor användes men det fanns problem med bl.a. placering av slingorna. Att använda vanlig trafikmätslang för mätning av luftpulser fungerar inte så bra för cykeltrafik, men med en mjukare slang och en känsligare sensor kunde samma trafikräkneutrustning som användes för biltrafik användas även för att, med gott resultat, räkna cykeltrafik.

I denna litteratursökning som nu gjorts har artiklar, konferensbidrag samt rapporter sedan 1995 sökts i databaserna TRIS, ITRD och TRAX. Sökord har varit: Cykeltrafik, mätmetoder. Sökningen i TRAX gav 142 träffar och i TRIS och ITRD 92 träffar.

Ur den bruttolista som sökningen gav har sedan ett urval av relevanta referenser gjorts där publikationer som behandlar nya mätmetoder eller jämförelser mellan olika mätmetoder valts.

Kvar blev då 52 publikationer, 22 från TRAX och 30 från TRIS och ITRD. Av dessa finns 20 refererade i denna rapport.

### 3 Resultat

Resultatredovisningen är uppdelad på utrustningar som mäter cykeltrafik för att styra trafiksignaler och utrustningar som räknar cykelflöde. Ett avsnitt handlar om jämförelser mellan olika mätutrustningar och det finns även med ett avsnitt om hur ny teknik kan användas till annan nytta för cyklister.

Övervägande delen av de referenser som bedömdes vara relevanta för denna studie var från USA. Förmodligen finns det fler undersökningar och utvecklingsarbete från länder som har mer cykeltrafik än USA, som kanske inte är publicerat och därför inte kommer med i den här typen av undersökningar.

#### 3.1 Detektering av cyklar för styrning av signaler

I England har en ny typ av cykeldetektorer testats (Hemming information services, 2007). Utrustningen kallas CATS, Cycle Activated Traffic Sign, och består av cykeldetektorer som tänds varningsskyltar för biltrafiken. När cyklisten passerar en detektor i vägbanan, X-Flo pad, samtidigt som en radar detekterar bilar inom ett visst avstånd från den korsande cyklisten, tänds en skylt som varnar bilisterna. Varningen tänds utan att cyklisten ser detta. Meningen är att cyklisten ska vara lika försiktig med systemet som utan.

Resultat från tester visar att bilarnas medelhastighet har sänkts med 10 % när utrustningen aktiverats. Utrustningen passar bra att använda vid vägar med höga hastigheter.

I USA i södra delen av San Francisco har man testat hur induktiva slingor kan underlätta för cyklister att passera högrafikerade expressvägar (Akbarzadeh, Prasad, Chung, Pham, 2007). Cyklar har detekterats med hjälp av induktiva slingor.



*Figur 1 Korsning med separat cykelbana där induktiva slingor har installerats (Akbarzadeh, Prasad, Chung, Pham, 2007).*

När cyklister detekteras övergår trafiksignaler till en signaltid som är bättre anpassad till cyklister. Författarnas slutsatser är att nerfrästa induktiva slingor liknande de som finns för motorfordon fungerar bra även för cyklister under förutsättning att det finns separat cykelbana eller minst 5 meter brett delat körfält.

I Kina har induktiva slingor tillsammans med signalbehandling testats under 4 år i en fyrvägs korsning med gott resultat (Guizhu, Zongfa, Ligan, 1995). Detekteringsgraden för cyklar är minst 85 %. Systemet används för styrning av trafikljus.

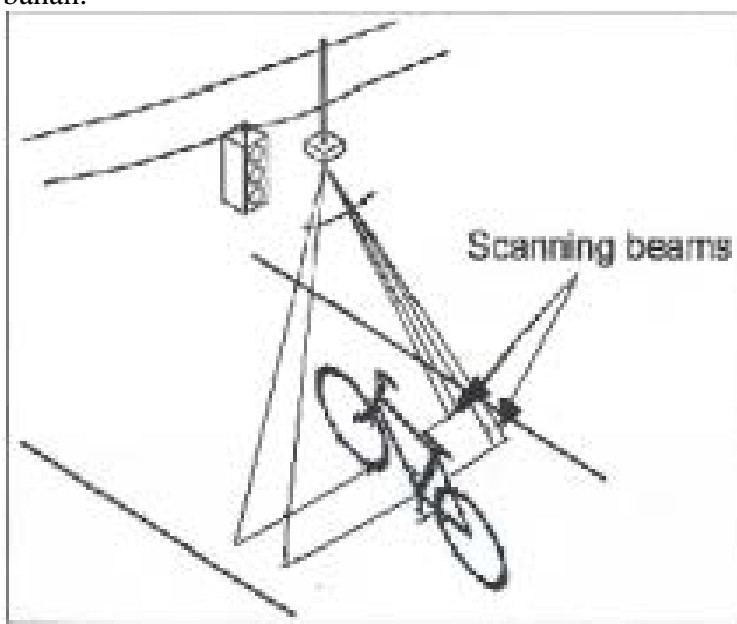
## 3.2 Mätning av cykelflöde

Detta avsnitt är uppdelat utifrån vilken teknik som används vid mätning: Aktiv infraröd sändare, Ultraljud, Videoteknik eller Induktiva slingor.

### 3.2.1 Aktiv infraröd sändare

Aktivt infraröda sensorer, Autosense II Active Infrared Imaging Sensor som använts för att detektera motorfordon finns sedan tidigare men de har förut inte kunnat detektera fotgängare och cyklister. En forskargrupp på universitetet i Wisconsin-Madison i USA har utvecklat algoritmer för att även kunna utnyttja infraröda sensorer för att detektera fotgängare och cyklister (Noyce, Dharmaraju, 2002).

För att testa utrustningen monterades den på 7 m höjd ovanför en cykelbana. Två strålar med aktivt infrarött ljus sändes med 10 graders vinkel mellan strålarna ner mot cykelbanan.



Figur 2 Riktning av strålar med infrarött ljus (Noyce, Dharmaraju, 2002).

Testresultaten gav 92 % korrekta detekteringar av både fotgängare och cyklister. Då utrustningen inte klarade av att detektera fotgängare och cyklister rätt berodde detta på att flera fotgängare och cyklister befann sig samtidigt under sensorerna.

Fördelarna med systemet är, enligt författarna, flera. Det är en enkel installation och utrustningen är flyttbar och kompatibel med andra datorsystem. Utrustningen påverkas heller inte av olika ljus, temperatur eller väderförhållanden.

### 3.2.2 Ultraljud

Ultraljudspulsdetektorer har testats för att mäta cykelflöde i Kina (Ushio, Lu, Suzuki, 1999). Utrustningen är testad i en fyrvägskorsning som utrustats med fyra ultraljudsdetektorer. Samtidigt som cykelflödet mättes med ultraljud har korsningen videofilmats så att flödet har kunnat räknas från filmen. I ultraljudsdetektorn finns en processor som direkt behandlar signalerna. Riktning på trafiken har inte mätts eftersom detta kräver att

flera detektorer samordnas. Resultaten visar på problem att skilja grupper av cyklar, trehjuliga cyklar och cykelkärror från motorfordon. Kvaliteten på resultaten varierar.

### 3.2.3 Videoteknik

Det pågår flera försök att från videofilm detektera cyklar. En forskargrupp i USA (Liu, Cao, Yin, Yao, 2002) testar att i bilden urskilja pixlar med hudfärg. Vid jämförelse mellan närliggande pixlar avgörs sedan om det är ett ansikte på bilden. Det finns fortfarande problem att lösa med hur hudfärgsmodellen fungerar vid olika ljusförhållanden.



Fig. 5 One frame of the video

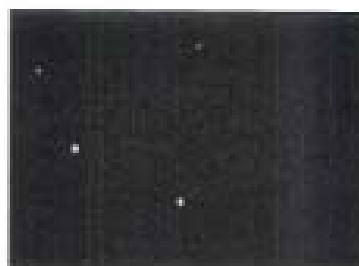


Fig. 6 Result of skin color detection

*Detection Area*

*Figur 3 Videobild och resultat från huddetektering av samma bild (Liu, Cao, Yin, Yao, 2002).*

Algoritmen för hur antalet ansikten beräknas kan också förbättras. Tester av systemet har gjorts där en fast kamera filmar en cykelväg och resultaten är lovande. Vid höga trafikflöden visar mätningar på nästan 10 % falska detekteringar men få missade. Vid låga trafikflöden ger utrustningen få falska och få missade detekteringar.

En annan forskargrupp från University of Minnesota i USA (Roger, Papanikolopoulos, 2000) testar ett system som identifierar cirklar i bilden. Cykelflödet videofilmas från sidan. Bilderna behandlas sedan i PC Matrox Genesis imaging board. I bilden identifierades cirklar och om storlek och avstånd mellan cirkelarna är inom uppsatta gränser kodades en cykel.



*Figur 4 Exempel på hur cyklar detekteras ur en bild (Roger, Papanikolopoulos, 2000).*

Tester har genomförts med lovande resultat men det finns fortfarande problem med falska detekteringar och med missade. I genomsnitt detekteras 70 % av cykeltrafiken rätt. En del av felen förmodas kunna avhjälpas genom att kameran placeras på ett längre avstånd från cykeltrafiken. Arbetet fortsätter med att göra systemet robustare så att kameravinkeln kan vara snett uppifrån och att systemet även ska kunna fungera i dåligt ljus.

Forskare från Universitetet i Peking har genomfört tester med ett grå-histogrambaserat bildbehandlingssystem för att detektera både motorfordon, cyklister och fotgängare (Geng, Yao, Zhang, Teng, 2002). Genom att prediktera objektets rörelse och sedan matcha objekten på videofilmen med hjälp av grå-histogramteknik kan trafikanterna detekteras och följas. Resultaten visar att systemet kan urskilja små och stora motorfordon, cyklar och fotgängare. Många problem återstår dock innan systemet kan användas i verklig trafik.

En metodik har utvecklats av forskare från Universitetet i Colorado i USA för att ur en videofilm beräkna cyklisters hastighet och acceleration (Khan, Raksuntorn, 2001). Medelfelet i beräkningarna ligger under 0,3 m/s respektive 0,3 m/s<sup>2</sup>. Modellen kommer att användas vid utveckling av en cykelflödesmodell för tätort.

Vid Universitetet i Oulu i Finland har en metod utvecklats för att ur videofilm automatiskt detektera cyklister (Heikkila, Silven, 1999). Huvudmodulen i systemet är en CCD-kamera som filmar trafikflödet. Ur filmen följs sedan de enskilda trafikanterna med hjälp av jämförelser mellan varje bild på pixelnivå. Data analyseras och trafikanterna klassificeras sedan. Tester på cykelbanor visar på goda resultat med under 10 % felräkning. Vid en av mätplatserna var felet dock större, detta tros bero på stark vind vid mättillfället. När utrustningen testades i blandtrafik blev resultatet sämre. Systemet är lovande men kan fortfarande utvecklas främst för att hitta objekten och att klassificera dem. Det skulle dock medföra ett behov av ökad datorkraft. Skuggor utgör också ett problem som gör att systemet misslyckas med detekteringen.

### 3.2.4 Induktiva slingor

En forskargrupp från Purdue University i USA har studerat hur induktiva slingor ska placeras och kopplas för att nå ett gott resultat även för cykeldetektion (Bullock, Pande, Kidarsa, Vanjari, Krogmeier, 2006). De har kommit fram till att runda slingor ger i stort sett samma resultat som åttkantiga. För att nå bästa resultat med slingor under vägbeläggningen bör loopen närmast stopplinjen inte seriekopplas med övriga looper utan kopplas till en egen detektor.

Larsson från El & Trafikteknik AB i Göteborg beskriver också hur induktiva slingor bör placeras och justeras bäst för cykeltrafik (Larsson, 1996). Han har kommit fram till att detektorslingan endast bör täcka ett körfält och också läggas i många varv, fler än 3. Slingan bör inte ligga för djupt i körbanan och varje slinga bör anslutas till en egen förstärkare. Detektorförstärkaren bör också ha så hög känslighet som möjligt.

## 3.3 Tester av och jämförelse mellan olika mätsystem

Här redovisas några av de studier som gör jämförelser mellan olika system för att mäta cykeltrafik.

En grupp forskare i Minnesota, USA har genomfört test av sex olika mätsystem (SRF Consulting Group, 2002). Två av systemen använde magnetiska slingor, 3M Microloop

och Induktiv Loop Detector. Ett system använde mikrovågor MS Sedco smartWalk 1400, ett byggde på videoteknik ISS/TCC Autoscope Solo, ett på infrarött ljus Diamond bTTC-4420 och ett på passivt infrarött ljus och ultraljud ASIM DT 272.

Utrustningarna monterades upp på en cykelväg och testpersoner körde sedan förbi mätplatserna. Totalt genomfördes 100 passager med vanliga metallcyklar och 50 passager med aluminiumcyklar. Två av utrustningarna testades inte med aluminiumcyklar.

Mätssystem	Resultat	Missad detektering i % av totala antalet passager	
		Metall	Aluminium
ASIM DT 272	Infraljus/ultraljud	1	0
Diamond bTTC-4420	Infraljus	4	–
MS Sedco smartWalk 1400	Mikrovåg	4	2
ISS/TCC Autoscope Solo	Videoteknik	1	0
3M Microloop	Magnetisk slinga	2	–
Induktiv Loop Detector	Magnetisk slinga	0	0

De slutsatser författarna drar är att sensorer ska väljas utifrån vilken plats som ska mätas. Hänsyn ska tas till risk för vandalism. Infrarött ljus kan placeras långt från mätplatsen vilket gör den flexibel. Flera faktorer ska beaktas när kostnaden för sensorerna ska beräknas såsom vilken expertis som krävs för att installera och kalibrera sensorerna.

Noyce och Dharmaraju i USA har gjort en genomgång av existerande utrustningar för att mäta cykel- och fotgängarflöden (Noyce, Dharmaraju, 2002). För varje typ av utrustning har för- och nackdelar listats. Slutsatsen som författarna drar är att ingen av utrustningarna klarar av att uppfylla kraven på att detektera, räkna och klassificera både fotgängare och cyklister. Utvärderingen av aktivt infraröd utrustning visar att den klarar att detektera och klassificera cyklister ganska bra men den är sämre på fotgängare.

En valideringsstudie med induktiva slingor har gjorts av en grupp forskare från TRL i England (Emmerson, Pedler, Davis, 1999). Resultatet blev mycket varierande. Resultaten från de olika mätutrustningarna jämfördes med manuella räkningar av cykelflödet. Skillnaderna varierade mellan +103 % och -49 %. Det förekom även stora variationer vid mätning på samma plats vid olika tidsintervall. Det visade sig vara problem att mäta cykeltrafik på blandtrafikgator, på separata cykelvägar fick man ett bättre resultat. Störningar från elektronik och radiovågor tros vara en av felkällorna.

På en gång- och cykelväg i Luleå, Sverige testades olika typer av trafikräknare (Wikström, 1999). Fyra utrustningar med slang och en med slingor testades. Vid jämförelse med videofilm varierade utrustningarna med mellan 0,6 och 7,2 % felräkning. Delades resultatet upp per riktning var variationen något större, från 0 till 9,2 %. Den utrustning som hade sämst resultat var utrustningen som var kopplad till slingor. Efter som slingorna inte täckte riktigt hela cykelbanan är det den troligaste orsaken till bortfallet på den utrustningen.

I Nya Zeeland har en litteraturgenomgång av tillgänglig utrustning för cykeltrafikräkning genomförts. Syftet var att välja ut och testa de mest lovande utrustningarna (Macbeth, 2002). Utifrån genomgången valdes två utrustningar för test, Golden River

Marksman 410 och Metro Count 5600 som båda användes med pneumatiska slangar. Resultatet från testet visar att båda utrustningarna klarade att räkna cyklar 90–100 % korrekt, den lägre siffran troligen orsakad av för lång slang. En slutsats som författarna drar är att det är viktigt att rätt typ av slang används och att den inte är längre än 10 m.

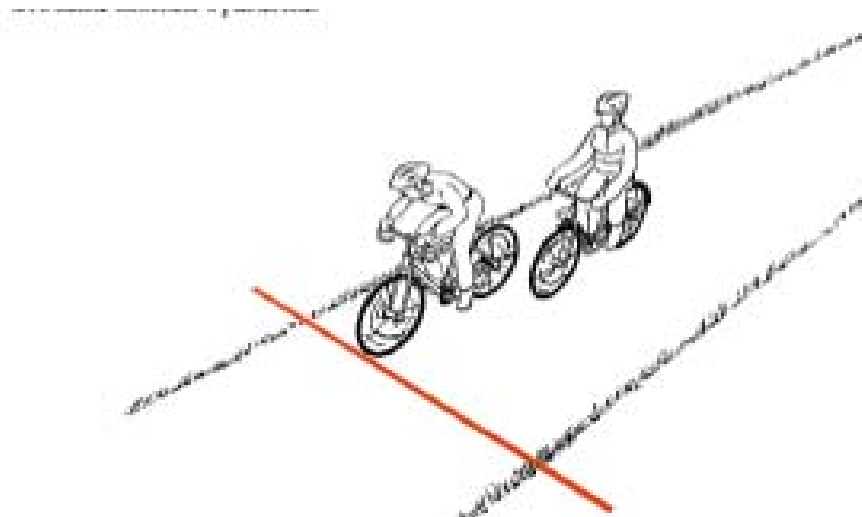
Vägverket och Stockholms Stad har för att kunna kartlägga cykeltrafiken gjort en jämförelse mellan olika mätsystem (Vägverket, 2007). Tre olika typer av utrustning valdes för test:

- Fiberoptiska kablar
- Pneumatiska slangar
- Induktiva slingor.

Jämförande mätningar genomfördes i november 2005 och september 2006. Mätningarna videofilmades under hela mätperioden. Vid mätningarna 2005 användes testcyklister som passerade mätplatsen efter givna scenarier (enstaka cyklister, två cyklister i bredd, två cyklister möts, sned passage över mätplatsen och snabb passage). Vid mätningarna 2006 mättes ordinarie cykeltrafik och de system som då användes var fiberoptiska kablar och induktiva slingor. De olika testscenarierna illustreras nedan.

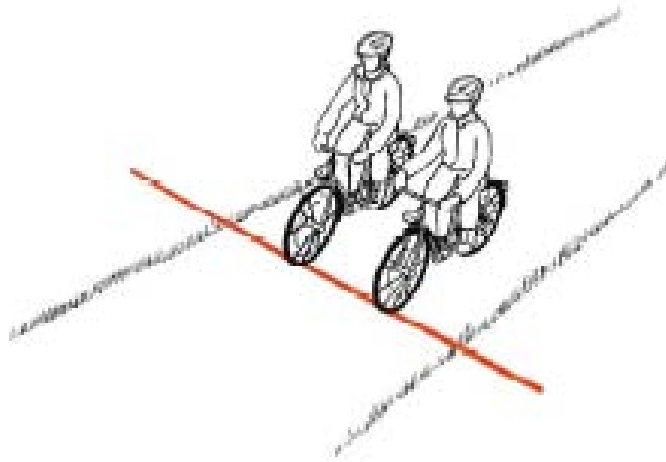
### Scenario 1

Passeringar med en cyklist åt gången för att testa lågtrafik och se om det uppstår några problem redan under relativt enkla förhållanden. Varierande avstånd mellan cyklarna.



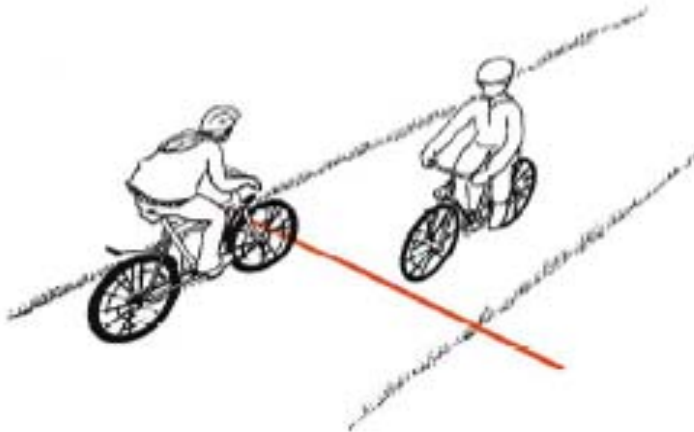
### Scenario 2

Passeringar i led med två i bredd för att se hur detekteringssystemen klarar av passage av två fordon i samma riktning.



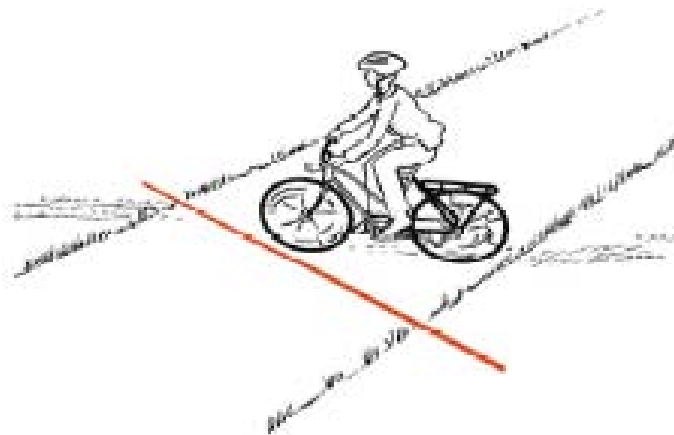
### Scenario 3

Passeringar två led med möte över sensorerna för att se hur sensorerna klarar dubbelriktad trafik.



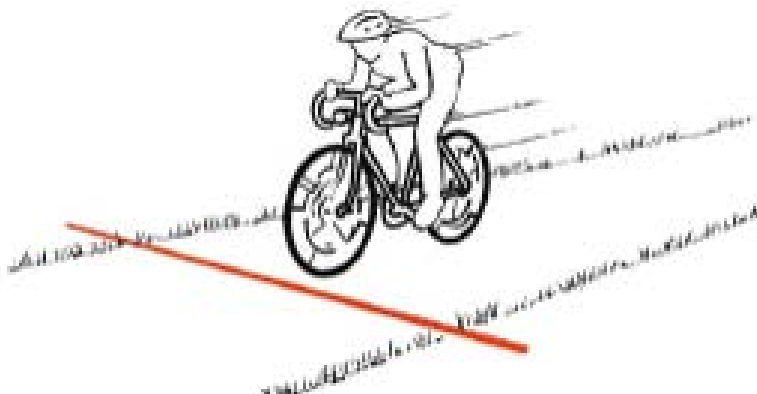
#### Scenario 4

Passeringar som sker snett över slangarna.



#### Scenario 5

Passeringar med förhållandevis snabba cykeltrafikanter.



#### Scenario 6

Gång- och cykelbana med verklig trafik.



Resultaten från mätningarna 2005:

#### *Fiberoptiska kablar*

Missar relativt många passager när flera cyklar kommer samtidigt över mätplatsen, 81 % missar när cyklarna kommer i samma riktning (scenario 2) och 60 % missar när cyklisterna möts över mätplatsen (scenario 3). För övriga scenarier uppmättes inga missar och ingen dubbelräkning mättes vid något scenario.

#### *Pneumatiska slangar*

Dubbelräkning vid alla scenarion var mellan 28 och 60 %. Missar 10 % vid enstaka passager (scenario 1) och 35 % vid två i bredd i samma riktning (scenario 2).

#### *Induktiva slingor*

Dubbelräkning i samtliga scenarier var mellan 14 och 36 %. Missar 50 % vid sneda passager (scenario 4) och även en del missar vid enstaka passager 4 % (scenario 1) och vid möte över mätplatsen 12 % (scenario 3).

	Sensivitet	Relevans
<i>Fiberoptiska kablar</i>	76 (68;83) %	100 (96;100) %
<i>Pneumatiska slangar</i>	95 (90;98) %	74 (66;81) %
<i>Induktiva slingor</i>	88 (82;93) %	76 (68;83) %

Vid mätningarna i riktig trafik 2006, var detekteringsgraden för de induktiva slingorna endast ca 50 %. Detekteringsgraden för de optiska kablarna var vid låg trafik 97 % och vid hög trafik 87 %. Det bör dock påpekas att variationen var stor i jämförelse med verklig trafik, det finns både dubbeldetekteringar och missar.

Författarna påpekar att det är av stor betydelse att parameterinställningar är korrekt gjorda. Leverantörerna av utrustningarna justerade parameterinställningen under mätningarna, men trots detta lyckades man inte få mätningen med de induktiva slingorna att fungera tillfredställande.

### 3.4 Övrigt

Vid litteratursökning påträffades även litteratur som inte direkt har koppling till mätning av cykeltrafikflöde, men som har ett nytänkande vad gäller användning av ny teknik i samband med cykling. Nedan refereras ett par av dessa rapporter.

Inom ramen för EU-projektet ENTRANCE genomfördes försök med instrumenterade låncyklar (TRL, 1999). Det ställdes ut 100 cyklar i 3 olika modeller för lån, cyklarna var märkta så att de kunde identifieras och följas elektroniskt. Projektet riktade sig främst till personal och studenter vid universitetet i Portsmouth och syftade till att minska de korta resorna med bil. Resultatet blev att endast en begränsad del av biltrafiken flyttades till cykel, ca 0,5 % av den dagliga medelbiltrafiken. De övriga, den större delen, som använde låncyklarna hade tidigare promenerat eller åkt kollektivt.

Intressanta funktioner som skulle kunna integreras i cykelhjälmens redovisas i ett projekt från Vägverket (Vägverket, 1998). Projektet syftar till att visa om ”intelligent” teknik i cykelhjälmens kan utnyttjas för att öka säkerheten.

I rapporten ges exempel på funktioner som kan byggas in i cykelhjälmens:

- **Interna funktioner** – radio, cykeltrafikinformation, röststyrd telefon, man i dikesknapp (larm), positioneringssystem, hastighetsmätare, elektronisk karta, minne (röststyrt)
- **Cyklist-miljö** – signalförhandlare vid korsningar, förlängd gröntid i korsningar, information om väjningsregler, funktion som tänds belysning i korsning, varning till bilister om att cykel finns på gata, information om bilar detekteras i t.ex. korsning, automatisk cykelräkning
- **Mellan cyklister** – kommunikationsradio mellan cyklister, varningar vid risk för kollision mellan cyklister
- **Cyklist-bil** – varning till bil och cykel
- **Cykel-trafikcentral** – varningar för t.ex. vägarbete, hinder, halka, underhållsstatus, olyckor, annan information.

Analysen i rapporten visar på att väldigt många intelligenta funktioner i hjälmen är tänkbara för att direkt eller indirekt öka trafiksäkerheten.

## 4 Diskussion

Det pågår utveckling och försök att med hjälp av ny teknik mäta cykelflöden på flera håll i världen. Mätnoggrannheten, som är ett problem, varierar med olika utrustningar, mätplatser, parameterinställning, trafik, väder och mycket annat. Detta har olika betydelse beroende på syftet med mätningen, men mätutrustning bör väljas utifrån vad resultatet av mätningen ska användas till. Beroende på ändamålet med mätningen kan olika mätutrustningar passa bättre än andra. För att styra signaler är det viktigast att det är få missar men det har inte så stor betydelse om det förekommer falska detekteringar. För cykelflödesmätningar kan man ofta acceptera både missar och falska detekteringar så länge de är ungefär lika stora.

De flesta har problem med inställning av utrustning för att få den att fungera på bästa sätt. Detta gäller framför allt när utrustningen ska mäta både fotgängare och cyklister och vid rena cykelmätningar där andra trafikanter (fotgängare, motorfordon) förekommer på mätplatsen. Några av undersökningarna som refererats har fokuserat på hur utrustningen ska användas och ställas in för att ge bästa mätresultat och i dagsläget verkar detta vara mycket angeläget för fortsatt forskning.

Inför framtiden kan man hoppas på att cykel, cykeldator eller möjligen cykelhjälmen kunde utrustas med ny teknik så att flera positiva effekter kan uppnås. Det skulle möjliggöra inte bara mätning av cykelflöden och styrning av trafiksignaler utan även vara informationslänk till och från cyklisten och varför inte, även kunna göra det möjligt att spåra en stulen cykel.

## Referenser

- Akbarzadeh Masoud, Prasad Ananth, Chung Nora, Pham Thien Tich (2007). *Adaptive Signal Timing for Bicycles*. Transportation Research Board, Report Number: 07-2263.
- Bolling Anne (1995). *GCM-trafikmätningar*. VTI Meddelande 761. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Bullock Darcy M, Pande Tarkesh, Kidarsa Richard, Vanjari Sr.inivas, Krogmeier James, (2006). *Design Considerations for Detecting Bicycles with Inductive Loop Detectors*. Transportation Research Board, 2006.
- Emmerson, P., Pedler, A. & Davis, D.G. (1999). *Research on monitoring cycle use*. Transport Research Laboratory. TRL report 396.
- Geng Kai, Yao Danya, Zhang Yi, Teng Renjie (2002). *A Grey-Histogram Based Tracking System for Traffic Detection*. ITS Congress 2002.
- Guizhu Wang, Zongfa Chen, Lingan Xu (1995). *Induction loop detection of bicycles flow based on pattern recognition (pr) techniques*. Published by: Pergamon, Oxford, 1995.
- Heikkila. J. & Silven, O. (1999). *A real-time system for monitoring of cyclists and pedestrians*. IEEE Workshop on Visual Surveillance (2nd: 1999: Fort Collins Colo.). Proceedings. 1999.
- Hemming information services (2007). *LCC install the first CATS sign*. Hemming information services, ISSN: 0041-0683.
- Khan, S.I. & Raksuntorn, W. (2001). *Accuracy of numerical rectification of video images to analyze bicycle traffic scenes*. Transportation Research Record. 2001.
- Larsson Torgil (1996) *Bättre cykeldetektorer: underlag för elteknisk projektering*. Svenska kommunförbundet, Stockholm, 1996, 30 s.
- Liu, J., Cao, L., Yin, Z. & Yao, D. (2002). *Skin color used for person counting in ITS*. ITS Congress 2002.
- Macbeth, A.G. (2002). *Automatic bicycle counting*. Transportation conference, 2002, rotorua, New Zealand.
- Noyce, D.A. & Dharmaraju, R. (2002). *An evaluation of technologies for automated detection and classification of pedestrians and bicyclists*. University of Massachusetts UMTC-02-01.
- Rogers Scott & Papanikolopoulos Nikoloas-P. (2000). *Counting bicycles using computer vision*. IEEE intelligent transportation systems proceedings. 2000. pp33–38.
- Schollaert Ulric et al. (1997). Transport demand of modes not covered in *international transport statistics. Annex 5: ECF report on cycling*. UITP. European Cyclists' Federation, ECF.
- SRF Consulting Group (2002). *Bicycle and pedestrian detection*. Minnesota Department of Transportation.
- TRL (1999). *Monitoring and evaluation of the Bikeabout scheme in Portsmouth*. Transport Research Laboratory. TRL report 412.

Ushio, N., Lu, H. & Suzuki, M. (1999) *A guideline for vehicle detector implementation in countries of motorization: field test of ultrasonic vehicle detector in Beijing*. Proceedings of 6th world congress on intelligent transport systems (ITS), Canada, November 8–12, 1999.

Vägverket (2007). *Detektering av cykeltrafik: tillförlitliga cykeltrafikmätningar*. Vägverket. Region Stockholm. Publikation 2007:2.

Vägverket (1998). *Hjämburen ITS – HITS*. Vägverket 1998:72.

Wikström Per-Erik (1999) *Analys av trafikräknarens användbarhet som cykelräknare*. Luleå tekniska universitet. Arbetsrapport 1999:2.





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-transportssystem 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.

vti