



Metoder för uppskattning och kartläggning av oskyddade trafikanters resmönster

En litteraturstudie

Methods for estimating and mapping pedestrian and cyclist travel behaviour

Jonatan Bengtsson

Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap

Högskoleingenjörsprogrammet i lantmäteriteknik och geografisk IT

Examensarbete 22,5 hp

Handledare: Jan Haas

Examinator: Jan-Olov Andersson

Datum: 2019-08-23

Sammanfattning

I Sverige pågår ett ständigt arbete med att öka trafiksäkerheten. Sverige har som mål att ha noll dödsolyckor i trafiken, den så kallade nollvisionen. Det är känt att oskyddade trafikanter utsätts för större risker i trafiken och för att uppnå visionen behöver säkerheten för oskyddade trafikanter ökas. Det är i dagsläget svårt att bedöma effekterna av säkerhetsåtgärder som genomförs. För att få fram bättre lösningar i trafiksäkerheten och dra slutsatser om de åtgärder som redan görs behövs insikt om oskyddade trafikanters resmönster.

Det här arbetet syftade till att undersöka vilka metoder för uppskattning av oskyddade trafikanters resmönster som finns tillgängliga och kan användas i svenska städer genom att utföra en litteraturstudie. Litteraturstudien utfördes på engelska och svenska texter med sökmotorerna Google Scholar, Web of Science och Scopus.

Litteraturgranskningen visade att de vanligaste metoderna som används i Sverige är flödesmätningar och resvaneundersökningar. Internationellt har flera studier utförts med flera andra metoder som kan vara intressanta även för Sverige. Främst bland dem är analyser på data från låncyklar och GPS-data från crowdsourcing med mobilapplikationer.

Slutsatsen som dras från studien är att ingen metod är tillräckligt utvecklad så att den redan idag kan appliceras i svenska städer utan modifikationer. Crowdsourcing med appar som nyttjar mobilens GPS ger mycket bra data att utföra analyser på men ett problem som återfinns i alla studier med crowdsourcing är mängden användare eller användargruppens homogenitet.

Abstract

The transport authority (trafikverket) in Sweden has the goal of reaching zero traffic related deaths, the so called zero vision (nollvisionen). It is a well-known fact that pedestrian and bicyclists are exposed to greater risks in traffic and to reach the vision the safety of pedestrian and bicyclists needs to be increased. Currently it is hard to determine the effects of safety interventions. To reach new solutions and determine the effects of safety interventions that are already in use increased knowledge about the movement and travel behaviour of cyclist and pedestrians is needed.

The purpose of this work was to examine what methods for estimation and mapping pedestrian and cyclist behaviour are available and may be used in Swedish cities through literature review. The literature that was examined were Swedish and English texts. The search for articles was done with the search engines Google Scholar, Web of Science and Scopus.

The literature review showed that the most common methods used in Sweden is traffic counting and travel surveys. Internationally multiple studies have been done with methods that could be interesting for Sweden. Especially analysis of data from bicycle sharing systems and GPS-data from crowdsourcing.

The conclusion from the review is that no method is proven enough to be used in Swedish cities without modification and testing. Crowdsourcing with mobile apps gives GPS-data which are very good for analysis but a problem found in all studies of crowdsourcing is the amount and lack of diversity among the users.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställning.....	2
1.4 Avgränsningar	2
2 Teori.....	3
2.1 Skillnader mellan fordon, gång och cykeltrafik.....	3
2.2 Resvaneundersökningar	4
2.2.1 Sketchplanering.....	4
2.3 Flödesmätningar.....	4
2.4 Bluetooth.....	6
2.5 Lånecyklar.....	6
2.6 Crowdsourcing.....	6
2.7 Aggregerad efterfrågan	6
2.8 Generering av resor.....	7
3 Metod	8
4 Resultat	9
4.1 Flödesmätningar.....	9
4.2 Resvaneundersökningar	9
4.3.1 Sketchplanering.....	9
4.3 Bluetooth.....	10
4.4 Lånecyklar.....	10
4.5 Crowdsourcing.....	10
4.5.1 Crowdsourcing för datainsamling.....	10
4.5.2 Crowdsourcing för feedback.....	11
4.6 Aggregerad efterfrågan	11
4.7 Generering av resor.....	12
5 Diskussion.....	13
5.1 Flödesmätningar.....	13
5.2 Resvaneundersökningar	13
5.2.1 Sketchplanering.....	13
5.3 Bluetooth.....	13
5.4 Lånecyklar	13
5.5 Crowdsourcing	14

5.6 Aggregerad efterfrågan	14
6 Slutsats	15
Referenser	16

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Många kommuner och städer har idag som målsättning att öka andelen cykel och gångtrafik. Anledningen till detta är att minska miljöpåverkan från fordonstrafik samt den positiva effekten på folkhälsan. Det finns dock dokumenterade risker för oskyddade trafikanter, cyklister har åtta gånger högre och fotgängare fyra gånger högre risk att komma till skada i trafiken än bilister (Thulin 1998, Öberg 2011) hävdar att fotgängare och cyklister är 35–40 gånger vanligare att skadas med sjukhusvård som följd per personkilometer än bilister.

I Sverige har man som mål att ingen ska allvarligt skadas eller dödas i trafiken, den så kallade nollvisionen. Nollvisionen antogs av Sveriges riksdag 1997 och sedan dess har antalet omkomna i trafiken minskat med 50 %. De senaste åren har dock utvecklingen planat ut. Enligt Trafikverket (2018) behövs ökad fokus på oskyddade trafikanter för att uppnå visionen.

För att öka säkerheten för fotgängare kan vissa säkerhetsökande åtgärder göras. Dessa åtgärder finns i olika varianter, en variant är trafikplanering så som fler cykelvägar, större åtskiljning mellan fordonstrafik och cykel- och gångtrafik, farthinder och olika trottoartyper. Ett annat slag av åtgärder är utbildningsåtgärder och informationskampanjer. Verkan av dessa åtgärder är dock svårt att bedöma utan att göra detaljundersökningar platserna där de införs (Thakuriah et al. 2010).

Enligt Schepers et al. (2014) saknas ofta data över riskexponering för oskyddade trafikanter i vetenskaplig litteratur. Jonsson et al. (2011) påstår även att ”ett problem med nuvarande åtgärder som genomförs är att det är svårt att beräkna effekterna av olika trafiksäkerhetsåtgärder för oskyddade trafikanter. Det som finns framtaget är ofta grova schabloner, vilket gör att beräkningarna blir approximativa och de förväntade effekterna uppskattade”.

1.2 Syfte

Det finns väletablerade metoder för kvantifiering av resmönster för biltrafiken som kan användas dels för att mäta resvanor, men även för kvantifiering av riskexponering i vägtrafik. Detsamma gäller ej för mätning av resmönster och riskexponering för oskyddade trafikanter (cyklister, fotgängare, m.fl.). En snabb sökning i Google Scholar visar hur mycket mer forskning som utförts inom biltrafiken jämfört hos cyklister och fotgängare. Tabell 1 visar en jämförelse mellan antal träffar på sökord.

Tabell 1: Antal träffar i Google Scholar.

	Vehicle	Bicycle	Pedestrian
<i>Counting</i>	875 000	78 600	73 100
<i>Mapping</i>	2 180 000	85 000	106 000
<i>Risks</i>	3 370 000	353 000	270 000
<i>Accidents</i>	1 440 000	107 000	193 000
<i>Travel Behaviour</i>	1 150 000	97 700	111 000

Utveckling av valida metoder för uppskattning av oskyddade trafikanter skulle kunna möjliggöra bättre skattningar av riskfaktorer och särskilt farliga platser i svenska städer. I dagsläget finns ingen överblick för vilka metoder som skulle vara användbara och konstandseffektiva för att uppskatta och kartlägga fotgängare och cyklisters resmönster i Sverige.

Syftet med arbetet är att undersöka och sammanställa de metoder som används i Sverige och även undersöka intressanta metoder som prövats internationellt för uppskattning av resmönster hos oskyddade trafikanter.

1.3 Frågeställning

Vilka väletablerade metoder för uppskattning av oskyddade trafikanters resmönster i städer är i bruk? Vad är för och nackdelarna med respektive metoder? Vilka metoder är lämpliga för att användas i svenska städer ur kostnad- och effektivitetssynpunkt.

1.4 Avgränsningar

I litteraturstudien studerades bara texter på engelska och svenska. Arbetet har främst inriktats mot olika datainsamlingsmetoder och mindre fokus har lagts på modeller och analyser av data. I diskussionen och utvärdering av metoder så har inte det tagits hänsyn till diverse lagar, mest relevant är den så kallade GDPR (General Data Protection Regulation) eller dataskyddsförordningen vilket kan medför problem med att implementera vissa metoder.

2 Teori

2.1 Skillnader mellan fordon, gång och cykeltrafik

Det finns mycket forskning kring uppskattning av resmönster i fordonstrafiken men all kunskap går inte att applicera på cykel- och gångtrafik. Det finns flera viktiga skillnader mellan fordon, gång och cykeltrafik att ta hänsyn till. En sådan aspekt är väder. Vädret påverkar gång- och cykeltrafik i större utsträckning än fordonstrafik (Aultman-Hall et al. 2009, Brandenburg 2007, Niemeier 1996). Flera studier har även visat terrängen har stor betydelse, folk vill inte cykla i branta uppförsbackar (Charlton et al. 2011, Menghini et al. 2009, Schneider et al. 2012).

En annan viktig skillnad är att oskyddade trafikanter är svårare att upptäcka med konventionella metoder eftersom de är friare att och röra sig utanför vägnätet. Fotgängare och cyklister kan röra sig i större grupper vilket gör mätningar mer problematiskt. (Ryus et al. 2014).

De metoder som brukas idag för att uppskatta resandet hos oskyddade trafikanter i Sverige är resvaneundersökningar och flödesmätningar (Niska et al. 2010). Niska et al (2010) beskriver antal och sätt av mätningarna i 15 av Sveriges större kommuner (se tabell 2). Mätningar av fotgängare är fortfarande ovanligt i Sverige.

Tabell 2: Cykelräkningar i svenska kommuner (Niska et al. 2010).

Kommun	Antal	Mätmetod	Tid
Stockholm	32	Optisk fiber	Kontinuerligt
	32	Manuell 6 h	Maj/juni + aug/sep
Göteborg	15-18	Manuell	
	3	Induktiv slinga	
Malmö		Manuell	Höst och vår
	2	Induktiv slinga	Kontinuerligt
Linköping		Induktiv slinga	Sporadiskt
Västerås	12	Manuell 2 h	
	1	Induktiv slinga	Kontinuerligt
Örebro	13-18	Induktiv slinga	Kontinuerligt
Helsingborg		Induktiv slinga	
Jönköping	4	Induktiv slinga	Kontinuerligt
	25	Pneumatisk slang	2 v /år
Umeå	25-30	Pneumatisk slang	2 v /år
	2	Induktiv slinga	Kontinuerligt
Lund	70-140	Manuell 4*15 min	
Gävle	4	Induktiv slinga	Kontinuerligt
		Radar	Vid behov
		Manuell	
Halmstad	5+1	Radar	
Karlstad	6	Induktiv slinga	1 v vår och höst
Växjö	24	Pneumatisk slang	2 v / år
Kristianstad	6	Induktiv slinga	3 v / höst

2.2 Resvaneundersökningar

En metod som redan tillämpas i Sverige är resvaneundersökningar. Det finns en rad olika undersökningsmetoder som kan användas till exempel telefonintervjuer, enkäter eller webbenkäter. Det genomförs regionala, lokala och nationella undersökningar i Sverige. Resvaneundersökningar undersöker hur stor andel av befolkningen i området som cyklar eller går samt av vilket syfte resandet har snarare än det totala antalet (Niska et al. 2010).

Den senaste nationella resvaneundersökningen ”RVU Sverige” genomfördes av trafikanalys åren 2011–2016. Undersökningen genomfördes med telefonintervjuer (Trafikanalys 2017).

2.2.1 Sketchplanering

En modell som använder sig av resvaneundersökningar är så kallad sketchplanering. Modellen bygger på att kombinera befolkningsstatistik med andelen som cyklar (Barnes & Krizek 2005).

2.3 Flödesmätningar

Flödesmätningar är mätning av antal fordon eller trafikanter på utvalda platser. Mätningarna kan utföras antingen manuellt eller med teknik. Vissa städer i Sverige utför redan idag flödesmätningar av cyklister, dock är mätning av fotgängare fortfarande relativt sällsynt. (Niska et al. 2010).

Flödesmätningar har en väldokumenterad användning inom fordonstrafiken, exempelvis använder trafikverket flödesmätningar för framtagande av årsdygnstrafik (ÅDT) som används bland annat som grund för planering och dimensionering av drift och underhållsinsatser på vägnätet (Trafikverket 2015).

Eftersom flödesmätningar bara sker på utvalda platser och det inte är genomförbart att mäta flödet på varje individuellt vägsegment så måste någon typ av modell för att estimeras flödet på övriga vägar användas. En vanlig metod som tillämpas är stickprovsmodeller, alla vägsegment grupperas efter attribut så som vägtyp, geografiskt läge eller närhet till kollektivtrafik. Stickprovsmätningar utförs i varje grupp och vägsegment med samma attribut tilldelas samma värden. (Davis & Wicklats 2001, Dowds & Sullivan 2012, Nordback & Sellinger 2014, 2017).

Det finns ett antal tekniker som tillämpas vid flödesmätningar. Vilken teknik som är att föredra beror på syftet med mätningen. Det är viktigt att skilja på långsiktiga eller kortsiktiga mätningar. Vissa tekniker har komplicerade eller dyra installationer och lämpar sig därför endast för långsiktiga mätningar. Ryus et al. (2014) beskriver 14 metoder för räkning av fotgängare och cyklister. De mest väletablerade metoderna beskrivs i underkapitlen nedan.

Manuell räkning

Den mest grundläggande räkningen är manuell räkning. En eller flera personer räknar cyklister och/eller fotgängare för hand på en plats under en begränsad tid.

Pneumatisk slang

Teknologin baseras på att gummislangar ligger över vägen och när slangen körs över registreras den luftpuls som skapas. Det finns två olika typer av slangar som kan användas, speciellt utformade slangar med tunnare väggar som endast kan räkna cyklister och slangar utformade för

att räkna både cyklister och motortrafik (Hyde-Wright et al. 2014). Studier har visat att speciellt utformade slangar med tunnare väggar för att lättare registrera cyklar ger ett bättre resultat jämfört med mätningar utförda med slangar för generellt bruk (Hyde-Wright et al. 2014, Hjelkrem & Giæver 2009).

Induktions slinga

Metoden fungerar genom att en slinga läggs under eller ovanpå trottoaren. Slingan är kopplad till en växelströmskälla vilket skapar ett magnetfält. Sensorn känner av förändringar av magnetfältet som sker då en cykel (specifikt metallen i cykeln) passerar ovanför slingan (Kidarsa et al. 2006). Cykelbarometrar som kan hittas i diverse städer i Sverige mäter ofta med en induktiv slinga, i figur 1 kan en cykelbarometer i Karlstad ses.



Figur 1: Cykelbarometer i Karlstad (Karlstad 2019).

Infraröda sensorer

Det finns två typer av infraröda sensorer som kan användas vid flödesmätningar; passiva och aktiva. Den aktiva typen fungerar genom att en sändare placeras jämt emot en mottagare, när strålen mellan sändaren och mottagaren bryts så registreras en passering. Den passiva sensorn känner av fotgängare och cyklister genom att jämföra bakgrundsstrålning med strålning från objekt som passerar framför sensorn (Bu et al. 2007).

Fiberoptisk kabel

Vägverket (2008) rekommenderade fiberoptisk kabel för långtidsmätningar. Metoden fungerar genom att sensorn känner av skillnader i ljuset i kabeln från trycket på den.

Videoövervakning

Cykel och gångtrafik kan räknas från film ifrån övervakningskameror. Det kan ske antingen manuellt genom att någon ser på filmerna och räknar manuellt eller automatisk med speciella dataprogram som kan utskilja cyklister och fotgängare genom bildanalys och räkna dem. Genom att analysera storleken och hastigheten på objekten som rör sig framför kameran kan också fotgängare och cyklister skiljas och räknas separat (Niska et al. 2010).

Övriga metoder

Övriga metoder som finns beskrivna av Ryus et al. (2014) är piezoelektriska, radio, värme, laser och magnetiska sensorer.

2.4 Bluetooth

All elektronisk utrustning som kan kommunicera med bluetooth har en individuellt unik 48-bit Media Access Control (MAC) adress. Sensorer som känner av denna adress kan därför gå steget längre än att endast räkna antal. Om sensorer sätts upp på olika platser kan till exempel vägval och restider utvinnas (Malinovskiy et al. 2012).

2.5 Lånecyklar

Idag finns det i flera städer tillgång till lånecyklar. Ett exempel på detta är styr och ställ i Göteborg eller elsparkcyklarna som numera finns tillgängliga i flera svenska städer. Eftersom stationerna där man lånar och ställer ner cyklarna lagrar cyklarnas unika ID, tider och andra data så kan de användas för att få ut information om resmönster i städerna (Griffin et al. 2014).

2.6 Crowdsourcing

Crowdsourcing har fått många olika definitioner i både akademisk och populär litteratur. Saxton et al. (2011) föreslår definitionen

“Crowdsourcing is a sourcing model in which organizations use predominantly advanced Internet technologies to harness the efforts of a virtual crowd to perform specific organizational tasks”

En nära besläktad term till crowdsourcing är Volunteered Geographic Information (VGI). Goodchild (2007) myntade termen och definierade den som

“the widespread engagement of large numbers of private citizens, often with little in the way of formal qualifications, in the creation of geographic information”

Misra et al. (2014) undersökte en rad olika crowdsourcing-system inom transport och identifierade två typer av användning av crowdsourcing inom området; Datainsamling eller feedback. Crowdsourcing för feedback är system som bygger på att användaren rapporterar in specifika data. Misra et al. (2014) anger bland annat appar där man kan registrera väggropar som exempel på feedbacksystem. Den vanligaste typen av datainsamling är cykelrutter genom diverse appar som använder sig av GPS i mobiltelefoner.

2.7 Aggregerad efterfrågan

En metod som har använts för att uppskatta oskyddade trafikanters resande är så kallade aggregerad efterfrågan modeller. Modellerna bygger på att resandet uppskattas genom

regionala förhållanden som är förknippat med mängden gång och cykelresor som exempelvis populationsdensitet, inkomst och klimat.

2.8 Generering av resor

Det finns ett antal metoder för att uppskatta resande genom att generera resor. Modellerna bygger på att uppskatta resandet utefter markanvändning och behov för att utföra gång och cykelresor. En viktig skillnad mellan dessa typer av modeller och traditionella data-insamlingsmetoder är att generering av resor förutspå framtida behov och inte nuvarande resmönster (Ryus et al. 2014).

3 Metod

Examensarbetet består av en litteraturgranskning. Litteraturstudien har undersökt engelska och svenska texter. De sökmotorer som använts är Google Scholar, Scopus och Web of Science. De sökfraser som använts är:

- Mapping cyclist and pedestrian
- Resvanor
- Pedestrian and cyclist counting
- Bicyclist and pedestrian travel behaviour
- Crowdsourcing
- Bicyclist and pedestrian risk
- Bicyclist and pedestrian data collection
- Bikesharing behaviour

Tabell 3 visar antal träffar på de olika sökorden i sökmotorerna.

Tabell 3: Antal sökträffar i olika motorer.

	Google Scholar	Scopus	Web of Science
<i>Mapping cyclist and pedestrian</i>	20 800	15	44
<i>Resvanor</i>	1 700	0	0
<i>Pedestrian and cyclist counting</i>	19 900	15	51
<i>Bicyclist and pedestrian travel behaviour</i>	18 500	23	25
<i>Bicycle and pedestrian risk</i>	43 800	328	242
<i>Bicyclist and pedestrian data collection</i>	19 800	25	17
<i>Bikesharing behaviour</i>	8 740	22	23
<i>Crowdsourcing</i>	206 000	12 162	6 985

4 Resultat

4.1 Flödesmätningar

Det finns expertis och erfarenhet med flödesmätningar på grund av dess vida användning för trafikplanering och undersökningar inom fordonstrafiken. Dowds & Sullivan (2012) applicerade en metod som används för framtagning av VMT (Vehicle Miles Traveled) på cykel och fotgängare för att uppskatta BPMT (Bicycle and Pedestrian Miles Traveled). Beräkningarna baserades på flödesmätningar utförda mellan 2007 och 2011 på 29 olika platser. Mätningarna utfördes med infraröda sensorer och videokamera. Författarna påpekar vikten av att ha både långvariga och kortvariga mätningar för att kunna ta fram korrektionsfaktorer för väder, årstid och tid. De drar dock slutsatsen att ”även i områden som har en lång historia av att räkna cyklister och fotgängare som Chittenden County, så kan data vara otillräcklig för att uppskatta BPMT”.

Nordback & Sellinger (2017) undersökte tre olika metoder för att uppskatta BPMT i Washington State. Två av metoderna baseras på flödesmätningar i form av manuella tvåtimmars flödesmätningar och kortvariga mätningar med pneumatisk slang. En permanent räknestation för cyklar vid Seattle Fremont Bridge användes för att få korrektionsfaktorer. Metoderna som undersöktes var en stickprovsmetod, en aggregerad efterfrågan modell och en analys av resvaneundersökningar. Författarna tror att stickprovsmetoden är bäst för att uppskatta BMT. Men att en resvaneundersökning lämpar sig bättre för PMT eftersom svårigheter med att kvantifiera ett vägnät för fotgängare gör det problematiskt att fånga resor med flödesmätningar. De påpekar dock att ingen av metoderna har tillräckligt noggrannhet för att uppskatta BMPT.

4.2 Resvaneundersökningar

Niska et al. (2010) analyserade genomförda lokala, regionala och nationella resvaneundersökningar och flödesmätningar i Sverige. Författarna menar att flödesmätningar och resvaneundersökningar mäter olika saker. Flödesmätningar mäter antal och resvaneundersökningar mäter andel. Därför kan till exempel flödesmätningar visa att cyklandet ökar och resvaneundersökningar visa att cykelandel minskar och båda slutsatserna kan vara korrekta.

Analysen visade att ett problem med resvaneundersökningar i Sverige är de metod och kvalitetsskillnader som existerar mellan de olika undersökningarna. Dessa skillnader medför svårigheter att jämföra resultat mellan olika platser och undersökningar.

4.3.1 Sketchplanering

Barnes & Krizek (2005) utvecklade en modell för att uppskatta det totala cyklandet i ett givet geografiskt område. Målet är att modellen ska vara enkel och använda sig av lättåtkomliga data. Modellen använder resvane-data från NHTS (National Household Travel Survey) som är en nationell resvaneundersökning i USA och MSA (Metropolitan Statistical Area) vilket är befolkningsstatistik för områden i och kring större städer.

Thakuriak et al. (2010) använde en sketchplaneringsmetod baserad på vissa ekologiska faktorerers samband mellan med olyckor hos oskyddade trafikanter. I studien genomfördes en fallstudie på Chicago Metropolitan Area. De använde sig av olycksstatistik, resvaneundersökningar, befolkningsstatistik och en rad spatiala faktorer för att ta fram högriskzoner.

4.3 Bluetooth

Malinovskiy et al. (2012) genomförde en studie för att studera fotgängares resmönster med bluetooth-sensorer. Studien använde en sensor som kan känna av bluetooth-enheter på en radie av 50m. Sensorn testades på två platser, Montreal centrum och Seattle campus. Författarna visar att sensorn registrerade ett lågt antal fotgängare jämfört med det verkliga antalet (5 % i Montreal och 2,25 % i Seattle). Slutsatsen som dras är att metoden kan användas för att undersöka generella trender och ur data kan restider och vistelsetider utvinnas men detta kräver platser med ett högt antal fotgängare eftersom detekteringsgraden är så låg.

4.4 Lånecyklar

Austwick et al. (2013) beskriver metoder för att utföra nätverks och spatiala analyser på dataset ifrån lånecykelsystem. Data från fem olika städer (London, Boston, Denver, Minneapolis och Washington) undersöktes. Den data som utvinns ifrån de olika lånecykel-systemen innehåller information om start- och stoppunkt samt start- och sluttid för de olika cyklarna men ingen information om resvägen. För att kunna visualisera data så använde forskarna "Routino" för att skapa teoretiska cykelrutter. Vid själva analysen av data användes dock inte de teoretiska rutternas eftersom de ansågs ha för många antaganden. Data användes för att utföra diverse nätverksanalyser. Analyserna visade vissa intressanta likheter och skillnader mellan de olika städerna, en intressant observation var att tiden och sträckan som cyklas är mycket lika emellan de olika städerna.

En studie i Chicago undersökte spatiotemporala mönster från lånecykeldata (Zhou 2015). Studien använde data från lånecyklarna "Divvy", vid tiden för studien hade systemet 300 stationer och 3000 cyklar. Eftersom man måste registrera sig för att använda cyklarna så fanns utöver data om tid och plats även data om användaren (kön och ålder). Målet med studien var att se hur cykelflödet varierar mellan tid, veckodag och användargrupper samt granska den spatiotemporala distributionen och behovet av cyklar och stationer. I studien dras slutsatsen att den föreslagna metoden kan användas för att undersöka cykelbeteenden och rörelsemönster även i andra städer.

4.5 Crowdsourcing

4.5.1 Crowdsourcing för datainsamling

Transportmyndigheten i San Francisco (USA) har utvecklat en app "CycleTracks". Användaren lagrar en cykeltur genom att trycka start och stop. Appen lagrar GPS-data under resans gång, när resan är slutförd så skickas rutt, resans syfte, datum och tid till transportmyndigheten. Utöver GPS-data har användare även möjligheten att ange ålder, kön, cykelfrekvens och hemadress (Charlton et al. 2011). Appen utvecklades för att ta fram en ruttvalsmodell för San Francisco genom att matcha GPS-rutternas till ett vägnät (Hood et al.

2011). Projektets framgång har sedermera lett till att appen använts i flera andra amerikanska städer (San Francisco County Transportation Authority 2019).

En fallstudie med CycleTracks genomfördes i Austin, Texas (Hudson et al. 2012). Det främsta syftet med projektet var att visa nyttan med GPS-data från appen. I projektet utvecklades metoder för att bearbeta data från CycleTracks med ArcGIS. I projektet analyserades bland annat vilka vägunderlag som föredras, vilka järnvägs korsningar som föredras, skillnader i cykelbeteende mellan män, kvinnor, pendlare och ålder. Författarna påstår att även om arbetet med att städa data, nätverkskomplettering och kartmatchning var större än förväntat så är mängden information från CycleTracks betydligt mer omfattande än vad som kan åstadkommas med andra datainsamlingsmetoder.

Ett liknande projekt har nyligen genomförts i Lund (Trana 2019). Appen "TRavelVU" har använts för att samla data om cykelisters ruttval. Just nu pågår arbetet med att visualisera och analysera data från projektet. TRavelVU lagrar information om tid, färdmedel/aktivitet, sträcka, hastighet och resväg (Trivector 2019).

Jesticoa et al. (2016) använde sig av en annan insamlingsmetod av crowdsourced data. I projektet hämtades GPS-data från träningsappen "Strava" för att uppskatta cyklisters resmönster i staden Victoria (Kanada). I studien jämfördes crowdsourced data med manuella flödesmätningar och ett linjärt samband existerade mellan dem. Studien visade att cyklisterna som använder träningsappen Strava i Victoria har ett liknande resmönster till de som pendlar, dock kan resmönstret skilja sig något i landsbygds miljöer.

4.5.2 Crowdsourcing för feedback

Ett antal feedbacksystem brukas i USA. Ett exempel är opensource programmet shareabouts som är ett kartprogram utvecklat för crowdsourcing. Shareabouts används bland annat i North Carolina Alternative Bike Route Plan genom att användare röstar på rutter och markerar segment som bör undvikas. I Boston används Street Bump, en app som använder telefonens accelerometer för att upptäcka väggropar och andra hinder. Data från appen hjälper staden att hitta och reparera vägsador (Misra et al. 2014).

I projektet i Lund fanns även möjligheten att trycka på en knapp i appen när man kände sig otrygg i trafiken (Trana 2019). Ett exempel på användbarheten av denna funktion är att när flera anmälningar om otrygghet kom in vid ett ställe i norra Lund så kunde förvaltningen upptäcka ett trasigt trafikljus där.

4.6 Aggregerad efterfrågan

Schneider et al. (2009) tog fram en aggregerad efterfrågan modell över flödet av fotgängare. Modellen är baserad på data från manuella flödesmätningar i 50 olika korsningar i Alameda County, CA (USA). Samband mellan mängden fotgängare undersöktes mot 50 olika variabler. Den rekommenderade slutgiltiga modellen bygger på fyra variabler; total population inom 805 m radie, total sysselsättning inom 161 m radie, antal kommersiella fastigheter inom 402 m radie och antal järnvägsstationer inom 161 m radie.

Samma metod användes av Schneider et al. (2012) för att ta fram en modell i San Fransisco, CA (USA). Modellen visade att även i San Francisco finns ett starkt samband mellan mängden fotgängare och total population och sysselsättning. Till skillnad från Alameda fann studien samband med betalparkeringar, områden med mindre höjdskillnader, närhet till universitetscampus och vid korsningar med trafiklysen.

4.7 Generering av resor

NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) har tagit fram en guide över metoder för att uppskatta resandet genom diverse modeller som genererar resor (Kuzmyak et al. 2014). I guiden finns sex olika metoder beskrivna. Forskningsgruppen har utvärderat tre existerande metoder och utvecklad tre nya metoder.

5 Diskussion

5.1 Flödesmätningar

Det finns en mängd tekniker att genomföra flödesmätningar på oskyddade trafikanter. Tekniskt sett är det genomförbart att applicera stickprovsmodeller på liknande vis vad som görs i vägnätet för fordonstrafik. En bra uppskattning för resmönstret hos trafikanterna kräver dock många mätningar, detta medför kostnader i form av både utrustning och arbetstid. I nuläget sker förmodligen för få flödesmätningar i de flesta svenska städer, speciellt mätningar av gångtrafikanter för att kunna applicera en sådan metod med ett acceptabelt resultat.

Flödesmätningar kan dock användas i kombination med andra metoder för att bekräfta deras resultat. Flödesmätningar är förmodligen den effektivaste metoden för att kontrollera resmönster på små geografiska områden, som exempelvis vid järnvägs korsningar eller liknande.

5.2 Resvaneundersökningar

Resvaneundersökningar genomförs omgående på olika geografiska nivåer. Skillnader i genomförande och kvalitet mellan olika undersökningar gör jämförelser svåra. Flera studier har dessutom visat att resvaneundersökningar underskattar mängden cyklister och fotgängare. Data från dessa undersökningar kan dock användas för att göra enkla uppskattningar med sketchplaneringsmodeller. Enkla att genomföra men noggrannheten är ifrågasättbar.

Resvaneundersökningar är ett bra alternativ för att undersöka generella trender över tid, exempel hur mycket resandet med cykel förändrats de senaste tio åren. Dock saknas noggrannhet och det är svårt att kartlägga resandet i en stad endast baserat på resvaneundersökningar.

5.2.1 Sketchplanering

Genom att kombinera data från resvaneundersökningar med befolkningsstatistik kan enkla sketchplaneringar genomföras. Ofta görs dessa modeller med enkla och lättåtkomliga data vilket gör att metoderna är lätta att genomföra och billiga.

5.3 Bluetooth

Eftersom detekteringsgraden är så låg och problemet med att skilja bluetooth-enheter hos bilister, cyklister och fotgängare åt så lämpar sig metoden endast för vissa specifika platser. Metoden har ytterligare problem med partisk selektion, vissa personer kan ha flera bluetooth-enheter medan andra inte har någon. Man kan tänka sig att det är vanligare att yngre personer har enheter på sig än äldre och därför ger metoden kanske inte ett opartiskt resultat.

5.4 Lånecyklar

Gemensamt för de studier som granskats i litteraturstudien är att de hanterat data från lånecyklar som saknar GPS utan data består endast av start och stoppunkt, det finns nyare system till exempel vissa elsparkcyklar som har en inbyggd GPS och kanske i framtiden kan användas för att göra studier med bättre data.

Ett problem med data från låncyklar är att de inte fångar hela cykelpopulationen utan bara de som använder låncyklar och det är inte givet att de representerar resmönstret hos alla cyklister. Låncyklar finns bara tillgängligt i vissa svenska städer och därför kan inte tekniken appliceras universellt i svenska städer.

5.5 Crowdsourcing

I studierna med CycleTracks i San Fransisco och Texas hade man 952 respektive 300 användare, detta trots omfattande rekryteringsmetoder som aviseringar i tidningar, intervjuer på radio, facebook och twitterpost. (Hood et al. 2011, Hudson et al. 2012). TRavelVU reklamkampanj inkluderade information på sociala medier, flyers, affischer, hemsida, tidningar. Antalet som samlade data med TRavelVU var 415 (Trana 2019). De låga antalen användare gör att man bör vara försiktig med att dra stora slutsatser från dessa och liknande studier. Detta medför även att metoden kan vara helt oanvändbar i mindre städer då dataunderlaget blir för litet. En stor utmaning med crowdsourcing är just att få tillräckligt med användare.

Jesticoa et al. (2016) visade ett annat alternativ för att samla in data. Strava är en mycket populär applikation och det laddas upp ca 2,5 miljoner rutter per vecka. I projektet erhöles 74 679 resor från 3650 cyklister i Victoria, detta ger ett betydligt större dataunderlag än CycleTracks eller TRavelVU. Författarna påpekar två tydliga nackdelar med denna metod. Den första är att Strava tar betalt för sin data. Den andra är att Strava är en träningsapp som används främst av atleter och data från appen representerar därför en viss typ av cyklist och kanske inte är representativt för cyklandet som helhet. En intressant slutsats som dras i studien är att ett linjärt samband kunde dras mellan crowdsourcing-data och flödesmätningar. Vid en kombination av dessa metoder kanske en bra uppskattning för det totala cyklandet i städer göras.

5.6 Aggregerad efterfrågan

En aggregerad efterfrågan modell kan vara en lösning för att få en överblick över efterfrågan på cykelvägar eller dylikt utan att behöva göra massa mätningar. Dock är modellerna inte så noggranna då alla faktorer som påverkar cyklandet och gåendet inte kan användas i analysen, vissa faktorer kan vara svåra att mäta och andra kanske är helt okända. Exempel på svårsmätta faktorer är kulturella skillnader och områdets historia.

Skillnaderna mellan vilka variabler som påverkar gåendet mellan studierna i Alameda (Schneider et al. 2009) och San Fransisco (Schneider et al. 2012) indikerar att dessa modeller är områdesspecifika. Detta betyder att en ny modell bör tas fram för varje stad för att få optimalt resultat.

6 Slutsats

De traditionella metoderna som används flitigt för att uppskatta fordonstrafiken med flödesmätningar har visats sig vara problematiska för uppskattningar av oskyddade trafikanters resmönster. Det finns bra teknik tillgänglig som kan utföra mätningar på såväl fotgängare som cyklister men de används i allt för liten utsträckning för att idag ge ett bra dataunderlag för uppskattningar med stickprovsmodeller. Fotgängares resmönster kan även vara svåra att beskriva med stickprovsmodeller då det är svårt att definiera vägnätet.

Flera studier har genomförts på data från låncyklar som tyder på att det kan vara en användbar metod för att samla data och undersöka resmönster i städer. Det är dock endast ett fåtal städer i Sverige som har tillgång till låncyklar, dessutom kan metoden vara partisk då den inte fångar hela cykelpopulationen. Metoden har även det problemet att den givetvis inte kan tillämpas på fotgängare.

Modeller av typen aggregerad efterfrågan är relativt lätta att genomföra, problemet är att de tenderar att vara områdesspecifika vilket innebär att färdigutvecklade modeller inte kan användas med optimalt resultat. Varje stad skulle behöva ta fram sina egna specifika variabler och även där är osäkerheten i resultatet stor på grund av omätbara faktorer.

Crowdsourcing framstår som bra och billigt framtidialternativ, projektet i Lund är en intressant startpunkt. Det krävs undersökningar på den crowdsourcing-data för att få svar på hur de som bidrar med data representerar cykelpopulationen som helhet, här kan möjligtvis flödesmätningar vara ett bra verktyg. De stora problemen med de studier som examinerats i litteraturstudien är brist på användare, för att få ett bra resultat krävs ett system med många användare från olika användargrupper. Trots problematiken med crowdsourcing så ger det mycket bra GPS-data som inte går att få med andra metoder för att utföra analyser på.

För att uppskatta resmönstret hos oskyddade trafikanter är idag flödesmätningar den mest välanvända metoden i Sverige. Nackdelen med metoden är att många mätningar måste genomföras för att få ett godkänt resultat, detta kan medföra kostnader i form av teknik och arbetstid som vissa städer inte är villiga att ta. Dessutom har det visat sig vara problematiskt att mäta fotgängare. Crowdsourcing-appar så som TravelVU kan bli ett effektivt framtidialternativ men fler studier inom området krävs. Om data från crowdsourcing eller låncyklar kan valideras i framtida studier med till exempel flödesmätningar kan metoderna på allvar tänkas som alternativ.

Flertalet av metoder som påträffats under arbetet intresserar sig endast av cyklister. Det verkar inte som forskning om metoder att uppskatta fotgängares rörelsemönster utförts i samma utsträckning. Metoder som låncyklar är inte applicerbara på fotgängare. Inga studier har hittats i arbetet som försökt att använda crowdsourcing med fotgängare på samma sätt som cykelrutter. Flödesmätningar genomförs i betydligt mindre utsträckning på fotgängare jämfört med cyklister och de är mer utmaningar med att genomföra lyckade mätningar av fotgängare. Framtida studier och forskning som inriktas just på fotgängares rörelsemönster krävs för att få en bra lösning på problemet.

Referenser

Aultman-Hall, L., Lane, D., Lember, R.R. (2009). Assessing Impact of Weather and Season on Pedestrian Traffic Volumes. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2140.

Austwick, M.Z., O'Brien, O., Strano, E., Viana, M. (2013) The Structure of Spatial Networks and Communities in Bicycle Sharing Systems. *PLOS ONE*, 8, 9.

Barnes, G & Krizek, K. (2005) Estimating Bicycle Demand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1939.

Brandenburg, C., Matzarakis, A., Arnberger, A. (2007). Weather and cycling – a first approach to the effects of weather conditions on cycling. *Meteorological Applications*, 14, 61-67. doi: 10.1002/met.6..

Bu, F., Greene-Roesel, R., Diogenes, M.C. & Ragland, D.R. (2007). *Estimating Pedestrian Accident Exposure: Automated Pedestrian Counting Devices Report*. Safe Transportation Research and Education Center. Berkeley, CA, USA.

Charlton, B., Sall, E., Schwartz, M. & Hood., J. (2011). Bicycle Route Choice Data Collection using GPS-Enabled Smartphones. *Transport Research Board 90th Annual Meeting*. Washington, DC, USA, Januari 23-27, 2011.

Davis, G & Wicklatz, T. (2001). *Sample based estimation of bicycle miles of travel (BMT)*. Minnesota: Minnesota Department of Transportation.

Dowds, J & Sullivan, J. (2012). Applying a Vehicle-miles of Travel Calculation Methodology to a County-wide Calculation of Bicycle and Pedestrian Miles of Travel. *Transport Research Board 91st Annual Meeting*. Washington, DC, USA, Januari 22-26, 2012.

Goodchild, M. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69, 211-221

Griffin, G., Nordback, K., Götschi, T., Stolz, E & Kothuri, S. (2014). Monitoring bicyclist and pedestrian travel and behavior, current research and practice. *Transportation Research Circular Number E-C183*.

Hjelkrem, O.A & Giæver, T. (2009). A Comparative Study of Bicycle Detection Methods and Equipment. *16th ITS World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services*. Stockholm, Sverige, 21-25 September 2009.

Hood, J., Sall, E., Charlton, B. (2011). A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California. *Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research*, 3, 63-75.

- Hudson, J., Duthie, J., Rathod, Y., Larsen, K. & Meyer, J. (2012). *Using Smartphones to Collect Bicycle Travel Data in Texas*. Texas: Texas Transportation Institute.
- Hyde-Wright, A., Graham, B. & Nordback, K. (2014). Counting Bicyclist with Pneumatic Tube Counters on Shared Roadways. *ITE Journal*, Feb 2014, 32-37.
- Jestico, B., Nelson, T. & Winters, M. (2016). Mapping ridership using crowdsourced cycling data. *Journal of Transport Geography*, 52, 90-97.
- Karlstad (2019). *Varje cyklist räknas*. <https://karlstad.se/Trafik-och-infrastruktur/Trafik-och-gator/Cykling-och-cykelvagar/Cykelbarometer/> [2019-09-08]
- Kidarsa, R., Pande, T., Vanjari, S.V., Krogmeier, J.V. & Bullock, M.D. (2006). Design Considerations for Detecting Bicycles with Inductive Loop Detectors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2190.
- Kuzmyak, J.R., Walters, J., Bradley, M. & Kockelman, K.M. (2014). *Estimating Bicycle and Walking for Planning and Project Development: A Guidebook*. Washington (DC): National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 770.
- Malinovskiy, Y., Saunier, N. & Wang, Y. (2012). Analysis of Pedestrian Travel with Static Bluetooth Sensors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2299.
- Meghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N. & Axhausen, K.W. (2010) Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9).
- Misra, A., Gooze, A., Wakins, K., Asad, M. & Le Dantec, A. C. (2014). Crowdsourcing and Its Application to Transportation Data Collection and Management. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2414.
- Niemer, D. (1996). Longitudinal Analysis of Bicycle Count Variability: Results and Modeling Implications. *Journal of Transportation Engineering*, 122(3). doi: 10.1061/(ASCE)0733-947X(1996)122:3(200).
- Niska, A., Nilsson, A., Wiklund, M., Ahlström, P., Björketun, U., Söderström, L. & Robertson, K. (2010). *Metoder för skattning av gång- och cykeltrafik: Kartläggning och kvalitetsbedömning*. Linköping: VTI.
- Nordback, K. & Sellinger, M. (2014). *Methods for Estimating Bicycling and Walking in Washington State*. Seattle, WA: Washington State Department of Transportation.
- Nordback, K. & Sellinger, M. (2017). *Estimating Walking and Bicycling at the State Level*. Portland, Oregon: Transportation Research and Education Center.
- Jonsson, T., Koglin T., Lindelöw D. & Nilsson A. (2011). Effektsamband för gående och cyklisters säkerhet - litteraturstudie. (Bulletin 260 / 3000; Vol. Bulletin 260). Lund University Faculty of Engineering, Technology and Society, Traffic and Roads, Lund, Sweden.

- Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K.M., Schneider, R.J., Proulx, F.R., Hull, T. & Miranda-Moreno, L. (2014). *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection*. Washington (DC): National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 797.
- San Francisco County Transportation Authority (2019). *Cycletracks for iPhone and Android* [2019-05-08].
- Saxton, G., Onook, O. & Kishore, R. (2011). Rules of Crowdsourcing: Models, Issues, and Systems of Control. *Information Systems Management*, 30, 1-13.
- Schneider, R., Henry, T., Mitman, F, M., Stonehill, L. & Koehler, J. (2012) Development and Application of a Pedestrian Volume Model in San Francisco, California. *Transportation Research Record*, 2299.
- Schneider, R., Arnold, L. & Ragland, D. (2009). Pilot Model for Estimating Pedestrian Intersection Crossing Volumes. *Transportation Research Record*, 2140, 13-26.
- Schepers, P., Hagenzieker M., Methorst R., van Wee B. & Wegman F. (2014). A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety. *Accident Analysis and Prevention* 62:331-340.
- Thakuriah, P., Cottrill, C., Thomas., N & Vaughn, S. (2010). A Sketch planning methodology for determining interventions for bicycle and pedestrian crashes: an ecological approach. *Transportation Research Board Annual Conference*. Washington, DC, USA, Januari 2010.
- Thulin, H. (1998). *Resvanor och risker i Blekinge*. VTI meddelande 837.
- Trana, A. (2019). Smart cykeldata ger helt ny kunskap för trafikplanerare. *Kart och Bildteknik*. 2019:1.
- Trafikanalys (2017). *Resvanor*. [2019-03-14]
- Trafikverket (2015). *Vägtrafik- och Hastighetsdata*.
<https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/> [2019-04-08]
- Trafikverket (2018) *Det här är Nollvisionen*. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/Trafiksakerhet/det-har-ar-nollvisionen/> [2019-05-07]
- Trivector (2019). *TRavelVU – appen som detekterar resor* <https://www.trivector.se/it-system/programvaror/travelvu/> [2019-07-30]
- Vägverket (2008). Vägverkets metodbeskrivning för mätning av cykelflöden. Publikation 2008:48, Vägverket, Borlänge.
- Zhou, X. (2015). Understanding Spatiotemporal Patterns of Biking Behavior by Analyzing Massive Bike Sharing Data in Chicago. *PLOS ONE*, 10, 10.

Öberg, G. (2011). *Skadade fotgängare: Fokus på drift och underhåll vid analys av sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA*. Linköping: VTI rapport 705