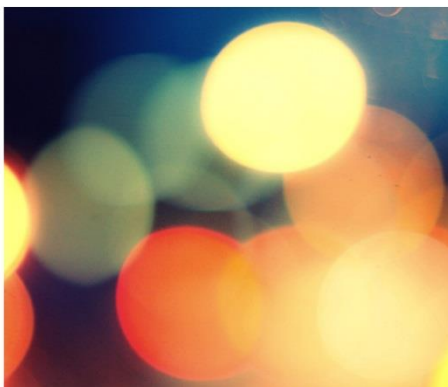
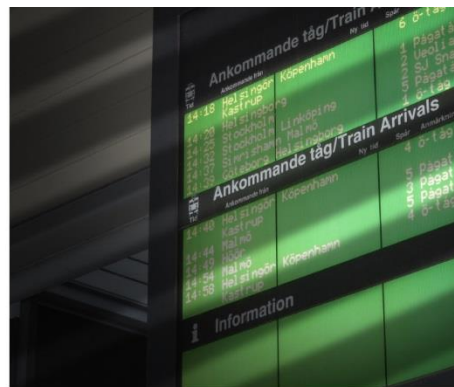
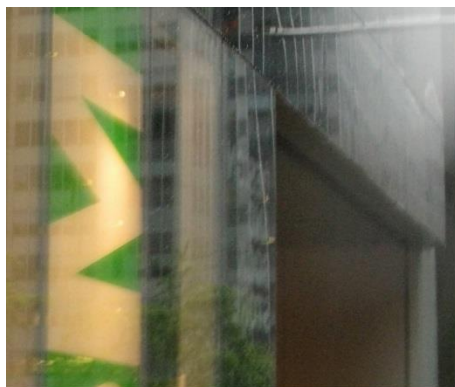


Detaljerad kartläggning av verktyg och applikationer för resvaneundersökningar



Dokumentinformation

Titel:	Detaljerad kartläggning av verktyg och applikationer för resvaneundersökningar
Serie nr:	2017:32
Projektnr:	17046
Författare:	Anna Clark Emeli Adell Annika Nilsson Lovisa Indebetou
Medverkande:	Erik Stigell, Lennart Persson, Luke Hobbs, Thaddäus Tiedje, Johan Kerttu, Astrid Michelsen
Kvalitetsgranskning:	Annika Nilsson
Beställare:	Trafikanalys Kontaktperson: Eva Lindborg, 010-4144244, 072-5202460, Eva.Lindborg@trafa.se

Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
1.2	2017-08-23	Mindre kompletteringar	Beställare
1.1	2017-07-13	Mindre justeringar	Beställare
1.0	2017-07-07	Slutrapport	Beställare
0.9	2017-05-31	Utkast till slutrapport	Beställare
0.8	2017-04-13	Prel version	Beställare

Förord

Inom samverkansprogrammet *Nästa generations resor och transporter* har det identifierats ett behov av att finna och utveckla nya lösningar för resvaneundersökningar (RVU). I januari 2017 skickades en projektplan med avseende på nya metoder för RVUer till Näringsdepartementet där Trafikanalys var huvudansvarig. Projektplanen delades in i fem arbetspaket: koordinering (1), Intressent- och behovsanalys (2), detaljerad kartläggning av verktyg och applikationer (3), test och analys av verktyg och applikationer (4) och slutligen utvecklingspotential och rekommendationer (5). Denna rapport avser arbetspaket 3. Utförare har varit Trivector. Parallellt med detta arbete pågick även arbetspaket 2 där VTI, Sweco och Trivector varit utförare.

Vid Trivector har Lovisa Indebetou varit projektledare och Annika Nilsson har svarat för kvalitetsgranskning av rapport. Emeli Adell och Anna Clark har haft huvudansvaret för kartläggning, analys och rapportskrivning, med stöd av ett flertal ytterligare personer; Erik Stigell, Lennart Persson, Luke Hobbs, Thaddäus Tiedje, Johan Kerttu och Astrid Michelsen.

För att säkra projektets kvalitet och praktiska tillämpning har en referensgrupp varit knuten till projektet. Förutom beställarrepresentanterna Per-Åke Wikman, Eva Lindborg, Mats Wiklund och Andreas Holmström från Trafikanalys har Abouboud Ado ingått i referensgruppen. Övriga medverkande i referensgruppen framgår av kapitel 7.

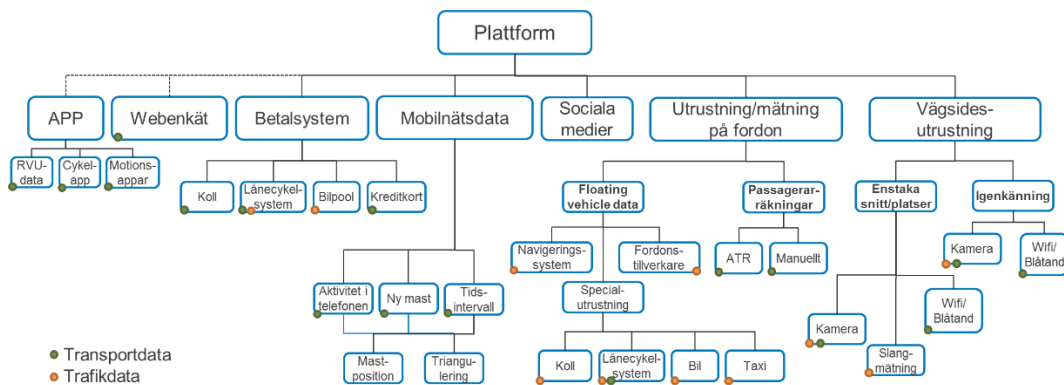
Lund, augusti 2017

Sammanfattning

Inom samverkansprogrammet *Nästa generations resor och transporter* har det identifierats ett behov av att finna och utveckla nya lösningar för resvaneundersökningar. Detta har lett fram till ett projekt om *Nya lösningar för framtidens resvaneundersökningar*. Denna rapport avser ett arbetspaket inom detta projekt: *detaljerad kartläggning av verktyg och applikationer*.

Det övergripande syftet är att undersöka nya tekniska lösningar för datainsamling och hur dessa skulle kunna användas, enskilt eller i kombination, i framtida resvaneundersökningar, som underlag till offentlig statistik. Målet med arbetspaketet är att inventera den nationella och internationella arenan inom området samt att kartlägga och karaktärisera teknisk mognad hos applikationer och verktyg som har utvecklats eller håller på att utvecklas för att samla in data om resvanor.

Kartläggningen av nya tekniska lösningar för datainsamling har skett genom dokumentanalys, litteraturstudie samt kontakter med experter/utvecklare och en referensgrupp. Kartläggningen har resulterat i en översikt av olika typer av trafik- och resandemätningar (datakällor/datainsamlingsmetoder) och en kategorisering av verktyg och applikationer för att samla in data för resvaneundersökningar – både *big* och *small data*, passiv och aktiv insamling.



Datakällorna/metoderna mäter olika storheter, i huvudsak förflyttningar av fordon (trafik) eller förflyttningar av personer (transport). De mäter också olika delmängder (t ex alla färd sätt eller enskilda fordonsslag) samt innebär olika urval (totalundersökning och/eller urval av personer eller urval i tid och rum). Mätmetoderna är också behäftade med olika mätfel och bortfall.

De datakällor/datainsamlingsmetoder som ensamma svarar på flest, för RVU:er viktiga, frågeställningar är de som utformats för att göra en RVU, det vill säga: den traditionella RVU:n, app designad för insamling av RVU-data och webenkät för insamling av RVU-data. För att statistiskt kunna besvara olika frågeställningar krävs dock olika stora datamängder och olika datakvalitet, vilket innebär

att dessa källor i praktiken inte ensamma kan användas för att besvara alla frågeställningar. Flera källor kan användas samtidigt för att få en utvidgad bild av resmönstren som helhet.

Den vetenskapliga litteraturen ger exempel på hur data från olika källor kombineras för att få en bättre bild av transporter eller trafik i sin helhet. Den visar att alla datakällor lider av skevhet och urvalsproblematik, men att det finns lite kunskap som berör just urvalsproblematiken och representativitet.

I kartläggningen identifierades åtta svenska verktyg och applikationer som kan samla in relevant data för RVUer: en plattform som samnyttjar data från olika datakällor, tre appar samt fyra vägsidesutrustningar. Vägsidesutrustningar har kommit längst i utvecklingen tillsammans med insamling av FVD-data (Floating Vehicle Data) och för dessa finns flera kommersiella verktyg i Sverige, medan plattformar som samlar olika datakällor (och specifikt mobilnätsdata) fortfarande är i ett utvecklingsskede. Ingen av de svenska lösningarna erbjuder idag en helhetslösning eller ger en helhetsbild av persontransporter p g a skevhet i urval eller att de endast ger möjlighet att räkna vissa typer av fordon/trafikanter. Prisbilden är oklar; passiva datainsamlingsmetoder är billigare men erbjuder inte data som är kopplade till individer, medan aktiva datainsamlingsmetoder erbjuder rikare data men behöver mer insats för framförallt rekrytering av deltagare.

I kartläggningen identifierades ett 50-tal internationella verktyg och applikationer som kan samla in RVU-relevant data. Dessa omfattade plattformar, RVU-appar, andra typer av appar, mobilnätsdata, FVD data (Floating Vehicle Data) eller vägsidesutrustning. P g a sökorden som användes är kartläggningen mera heltäckande för RVU-appar än för övriga typer av verktyg och applikationer.

De internationella metoderna speglar nya lösningar och pågående forskningsprojekt som finns i Sverige. Genomgången visar att företag, som utvecklar verktyg som samlar in data, även äger (och ibland säljer) data som redan samlats in i annat syfte, men som kan användas för att svara på RVU-relevanta frågor. Det är dock svårt att säkerställa kvaliteten på insamlade data med de nya verktygen, då algoritmer för datatvätt och bearbetning av data inte brukar publiceras. Kostnaden är också oklar.

De juridiska förutsättningarna för att samla in och använda/sälja personliga data skiljer sig mellan olika länder. Spelreglerna ändras också när EUs nya lag kring datasäkerhet (GDPR) träder i kraft 25 maj 2018. Detta kan påverka vilka verktyg som kan användas i vilka länder, och vilka juridiska anpassningar som behöver göras.

Det finns internationellt flera liknande produkter (t ex RVU-appar, vägsidesutrustningar etc) som de svenska. Det är inte möjligt att peka ut vilka som är bäst, då för- och nackdelar beror på tillämpningarna. Sverige har på ett par områden produkter som väl kan mäta sig med vad som händer i resten av världen. Vi har också en aktiv mobilnäts- och fordonsindustri som kan vara bärare av nya lösningar. Gemensamt för alla verktyg och metoder är att mer kunskap behövs kring rekrytering, urval och bortfall.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Syfte och mål	3
1.3	Definitionslista	4
1.4	Läshänvisning	6
2.	Metod och avgränsning	7
2.1	Kartläggningsprocess och avgränsning	7
2.2	Metod för litteratursökningen	7
2.3	Analys och syntes	8
3.	Utgångspunkter för kartläggningen	9
3.1	Olika typer av trafik- och resandemätningar	9
3.2	Kunskapsläget enligt den vetenskapliga litteraturen	17
3.3	Viktiga frågeställningar för resvaneundersökningar	24
3.4	Kvalitetsaspekter	28
3.5	Nya insamlingsmetoders möjligheter att överkomma dagens brister	32
4.	Resultat om nationella verktyg och applikationer	36
4.1	Svenska exempel – en överblick	36
4.2	Plattformer	39
4.3	Appar	41
4.4	Vägsidesutrustningar	42
4.5	Sammanfattning och slutsatser	43
5.	Resultat om internationella verktyg och applikationer	45
5.1	Internationella exempel – en överblick	45
5.2	Plattformer	46
5.3	Appar	48
5.4	Mobilnätsdata	55
5.5	FVD	55
5.6	Vägsidesutrustningar	57
5.7	Sammanfattning och slutsatser	58
6.	Slutsatser och rekommendationer	59
6.1	Sammanfattning och diskussion	59
6.2	Slutsatser	60
6.3	Förslag på vidare studier	61
6.4	Rekommendationer inför piloter	62
7.	Referenser	64

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Inom samverkansprogrammet *Nästa generations resor och transporter* har man identifierat ett behov av att finna och utveckla nya lösningar för resvaneundersökningar.

För att kunna utforma ett framtida transportsystem som på ett hållbart sätt kan möta befintliga och kommande samhällsutmaningar, behövs utvecklad förståelse av hur människor reser och varför människor reser som de gör. Dagens metoder för resvaneundersökningar (RVU) har i vissa avseenden problem med täckning, kostnader och uppgiftslämnarbörd. Här kan digitaliseringstrenden bidra, och nya metoder för insamling av data för resvaneundersökningar användas.

Teknikutveckling, framförallt den digitala, ger ökade och breddade möjligheter att samla in data för att beskriva resvanor och mobilitetsmönster (mobilitetsdata). Samtidigt har de datainsamlingsmetoder som hittills använts för resvaneundersökningar stött på svårigheter, framförallt med att få kontakt med tilltänkta uppgiftslämnare. De nya datainsamlingsmetoderna kan erbjuda mer data, oftast till mindre kostnad jämfört med dagens metoder.

Nya lösningar för insamling av mobilitetsdata kommer att vara inriktade mot att beskriva olika perspektiv av personers mobilitet, t.ex. hur personer förflyttar sig i ett transportnätverk alternativt vad det är för ärenden eller aktiviteter som ger upphov till resor. Det kommer även i framtiden vara nödvändigt att samla in uppgifter från enskilda personer. Om det då finns flera möjligheter, i form av tekniska lösningar, som kan användas för datainsamling, då kommer olika alternativ att fungera olika väl för olika personer, och även i olika geografier (t ex landsbygd och stad).

Det finns därför ett behov av att utveckla metoder eller processer för hur olika lösningar för datainsamling kan kombineras och integreras. Samtidigt är det viktigt att metoder och processer utformas så att personers integritet skyddas. Vidare behöver metoder för att bestämma uppräkningsvikter för insamlade data utvecklas, så att de speglar den population man avser att beskriva.

1.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med denna utredning är att undersöka nya tekniska lösningar för datainsamling, samt att undersöka hur olika datainsamlingsmetoder skulle kunna användas, enskilt eller i kombination, i framtida resvaneundersökningar, som underlag till offentlig statistik.

Målet är att inventera den nationella och internationella arenan inom området samt att kartlägga och karaktärisera teknisk mognad hos applikationer och verk-

tyg som har utvecklats eller håller på att utvecklas för att samla in data om resvanor eller mer generellt kring personers mobilitet. Målet är också att kartläggningen ska kunna ligga till grund för metodvalet i pilotprojekt som är planerade att genomföras under hösten 2017.

1.3 Definitionslista

Nedan redovisas definitioner och förkortningar som används i rapporten.

Application Programming Interface (API) – Applikationsprogrammeringsgränssnitt, specificerar hur olika applikationsprogram kan använda och kommunicera med en programvara. Det kan specificera t ex format på data som tillhandahållas via en webbtjänst.

Automatisk trafikanträkning (ATR) / Automatic Passenger Count (APC) – är elektronisk utrustning som installeras ombord på fordon i kollektivtrafiken och som registrerar påstigande och avstigande.

Basplatser – är vanliga platser där individer brukar vara, t ex hemma, på arbete eller studier.

Beacon – Blåtand beacons är små sändare, oftast batteridrivna, som bygger på Bluetooth Low Energy-tekniken och som skickar ut information om en specifik plats (PoI – Points of Interest) som passivt kan plockas upp av en smartphone eller surfplatta som är inom räckhåll.

Biljett- och betaltjänster (BoB) eller Biljett och betalsystem – är tjänster för att betala för saker (t ex kreditkort) och/eller lösa biljett.

Bortfall – Bortfall är de element av urvalet som inte kom med i undersökningen av olika orsaker. Det är även en källa till fel i en statistisk undersökning kallad bortfallsfel.

Call Data Record (CDR) – (ibland även *Call Detail Record*) datatrafik som innehåller information om telefonsamtal och annan användning av mobiltelefonen, det vill säga vem som blir uppringd eller skickar SMS av vem och när.

Cooperative Systems – uppkopplade och samverkande system. Området hantlar system som samverkar med andra system där uppkopplade fordon med fordonsburen teknik får information genom tekniska lösningar.

Data mining – Datautvinning betecknar verktyg för att söka efter mönster, samband och trender i stora datamängder med hjälp av statistiska beräkningsmetoder och beräkningseffektiva algoritmer för datorinlärning och mönsterigenkänning. Syftet med data mining är att underlätta sökandet efter strukturer bland ett stort antal variabler och få fram begriplig och användbar information ur rådata.

Fleet management – Planering, övervakning, styrning och utvärdering av en fordonsflottas rörelser och aktiviteter, förarna inkluderat.

FVD – Floating vehicle data – är data som samlas in av enheter på fordon som är uppkopplade. Oftast sker detta i form av Floating Car Data (FCD) som inkluderar lokaliseringsdata, hastighet, färdriktning och tidsinformation om fordonet, men det kan även vara andra fordon.

General Data Protection Regulation (GDPR) – Allmänna dataskyddsförordningen har till syfte att stärka skyddet för fysiska personer vid behandling av personuppgifter inom EU. Förordningen kommer börja gälla 25 maj 2018 och ersätter då Dataskyddsdirektivet. Förordningen kommer börja gälla direkt i alla medlemsstater och ersätter då tidigare nationella bestämmelser. I Sverige kommer dataskyddsförordningen att ersätta Personuppgiftslagen (PUL).

Global Positioning System (GPS) – Ett system för satellitnavigering. 27 satelliter (2015) ger möjlighet för alla med en GPS-mottagare att bestämma sin position (longitud, latitud och altitud) var som helst på jorden.

Interoperabilitet – Förmåga hos olika system, ofta i datorsammanhang, att fungera tillsammans och kunna kommunicera med varandra. Från engelskans: interoperability.

Intelligenta transportsystem, Intelligenta transportsystem och tjänster (ITS) – Användning av informations- och kommunikationssystem och tjänster inom transporter och transportinfrastruktur

MaaS (Mobility as a Service), Transport som tjänst – Tjänst som kopplar samman olika transporttjänster till enkelt tillgängliga och heltäckande mobilitetslösningar, som erbjuder ett konkurrenskraftigt alternativ till den privata bilen.

Media Access Control address (MAC-adresser) – Är en unik identifierare för varje nätverkskort. Adressen består av sex bytes, som var och en har åtta bitar. Dessa i sin tur har två möjliga positioner, vilket gör att det finns mer än 10^{12} möjliga MAC-adresser. De används typiskt i LAN eller WLAN vid kommunikation inom nätverket.

Mobilnätsdata – data från användning av mobiltelefoner.

Origin-Destination (OD) – Resmatris eller trafikmatris, antalet fordon eller individer som förflyttar sig mellan områden (från startpunkt (origin) till destination)

Point of Interest (POI) – intressanta platser för besök.

POS (Point of Sale) data – datauppgifter från försäljning vid en viss plats där man via betalkort kan få ut uppgifter om individen som t ex kön och ålder

Population – En grupp individer som finns inom ett visst område vid en viss tid. I resvanesammanhang är det den totala gruppen av individer som man önskar kartlägga resmönster för.

Personuppgiftslagen (PUL) – Lagen syftar till att skydda människor mot att deras personliga integritet kränks genom behandling av personuppgifter. Lagen

reglerar hur juridiska och fysiska personer (myndigheter, företag, enskilda, m.fl.) får hantera personuppgifter och tar framförallt sikte på databehandling.

Rfid (Radio-frequency identification) – en teknik för att läsa information, till exempel identifikation, på avstånd från transpondrar och minnen som kallas för taggar.

Sakernas Internet, ”Internet of Things” (IoT) – Sakernas Internet är fordon men även vardagsföremål, maskiner och byggnader som kan sammankopplas fysiskt eller via trådlöst nätverk och därefter utbyta data genom att de har inbyggda sensorer, datorer och internetuppkoppling.

TMS (Traffic Management System), trafikledning – Hantering av trafikflöden (människor, fordon och gods) genom efterfrågestyrning, trafikinformation, trafikstyrning och andra åtgärder. Även RTMS real-time traffic management, real-tidstrafikledning.

Täckningsgrad – Angivelse av datainsamlingens utbredning i tid och rum.

Urval – En delmängd av den totala populationen som valts ut för undersökning. Formellt kan det ses som en delmängd av alla element. Andra ord som betyder samma sak är stickprov och sampel.

Wifi - en teknik för trådlösa nätverk (WLAN).

Öppen data – Öppen data är information som finns tillgänglig för vem som helst att använda, återanvända och distribuera utan andra förbehåll än källangivelse och vidarelicensiering.

1.4 Lëshänvisning

I kapitel 2 redovisas metoder för kartläggningen. I kapitel 3 redovisas utgångspunkter för den detaljerade kartläggningen, och här redovisas olika typer av verktyg på en övergripande nivå och hur väl de kan besvara olika frågeställningar och uppfylla kvalitetsaspekter. I kapitel 4 respektive kapitel 5 beskrivs mer detaljerat nationella respektive internationella verktyg och applikationer som kan användas för att samla in resvaneundersökningsdata. I kapitel 6 redovisas slutsatser och rekommendationer för det fortsatta arbetet inom projektet.

2. Metod och avgränsning

2.1 Kartläggningsprocess och avgränsning

Kartläggningen av nya tekniska lösningar för datainsamling har skett genom dokumentanalys och litteraturstudie. Därefter har bilden kompletterats genom intervjuer och kontakter med experter/utvecklare för att få en fylligare bild av t.ex. i vilket skede av utveckling verktyget är. Referensgruppen har även bidragit med sin kunskap.

En avgränsning har gjorts så att det bara är nya datainsamlingsverktyg eller nya metoder för att nyttiggöra äldre teknik som studerats.

Exempel på typer av verktyg och applikationer som identifierats som potentiellt intressanta är:

- ▶ Mobilapplikationer för resvanor,
- ▶ Nya former av enkäter för resvanor,
- ▶ Data från kollektivtrafiken,
- ▶ Mobilnätsdata,
- ▶ Trängselskattsdata,
- ▶ Flödesdata,
- ▶ Data från reseplanerare

2.2 Metod för litteratursökningen

En systematisk litteraturstudie genomfördes i syfte att kartlägga vetenskapliga artiklar som berör nya verktyg och applikationer för resvaneundersökningar. Sökningen genomfördes den 16 mars 2017 i de tre databaserna Web of Science, Scopus och LubSearch. De söktermer som inkluderades i sökningen var:

- ▶ "travel survey" future "data collection"
- ▶ "travel survey" new "data collection"
- ▶ "big data" "travel survey"
- ▶ "big data" AND (travel AND (behaviour OR behavior))
- ▶ "data mining" AND (travel AND (behaviour OR behavior))
- ▶ "data mining" "travel survey"
- ▶ "mobility patterns" "data collection"
- ▶ "mobility patterns" "big data"
- ▶ "mobility patterns" "data mining"

Totalt renderade sökningen i 1142 träffar. Tidsavgränsning gjordes mellan åren 2012–2017 på grund av fokus i detta projekt på nya metoder och applikationer. Baserat på titel valdes sedan 204 artiklar ut för vidare granskning. Utöver detta genomfördes sökningar med samma söktermer i Google (på engelska), också översatt till svenska, nederländska och franska. Litteraturen kompletterades även med andra rapporter av intresse via kontakt- och intervjupersoner.

2.3 Analys och syntes

Med syfte att undersöka hur olika nya datainsamlingsmetoder skulle kunna användas, enskilt eller i kombination, i framtida resvaneundersökningar, som underlag till offentlig statistik, har därefter en analys och tolkning av den insamlade informationen skett för att svara på följande frågeställningar och ämnesområden:

- ▶ Vilken data som är väsentlig för att verktyget ska fungera. Hur känsligt verktyget är för bortfall av data.
- ▶ Hur datainsamling sker. Kan representativitet säkerställas?
- ▶ Vilken typ av frågeställningar som verktyget kan vara med och besvara.
- ▶ Teknisk mognad bedöms.
- ▶ Eventuella problem och risker kopplade till datasäkerhet och personlig integritet.
- ▶ Konsekvenser av vem som äger datamaterialet.
- ▶ Effektivitet/prisbild.

Efter analys och tolkning av insamlad information har resultaten kategoriserats och systematiserats. De olika verktygen och applikationerna som identifierats och beskrivits, har kategoriserats med hänsyn till relevanta aspekter, med framförallt med fokus på vilken typ av dataunderlag de erbjuder. Även andra aspekter belyses, såsom:

- ▶ Möjlighet att svara på olika typer av frågeställningar
- ▶ Användbarhet för resvaneundersökningar baserade på statistiska urval
- ▶ Statistiska kvalitetskriterier
- ▶ Resurseffektivitet
- ▶ Juridiska förutsättningar

Utifrån analyserna och kategoriseringen har sedan en syntes gjorts av styrkor och svagheter m m för de olika verktygen och applikationerna och slutsatser har sammanfattats. Utifrån svagheter och frågetecken, och även underlag från den vetenskapliga litteraturen, ges också förslag på vidare studier som skulle kunna ge mer klarhet i på vilket sätt och i vilken utsträckning de mest relevanta verktygen kan användas för framtidens resvaneundersökningar.

3. Utgångspunkter för kartläggningen

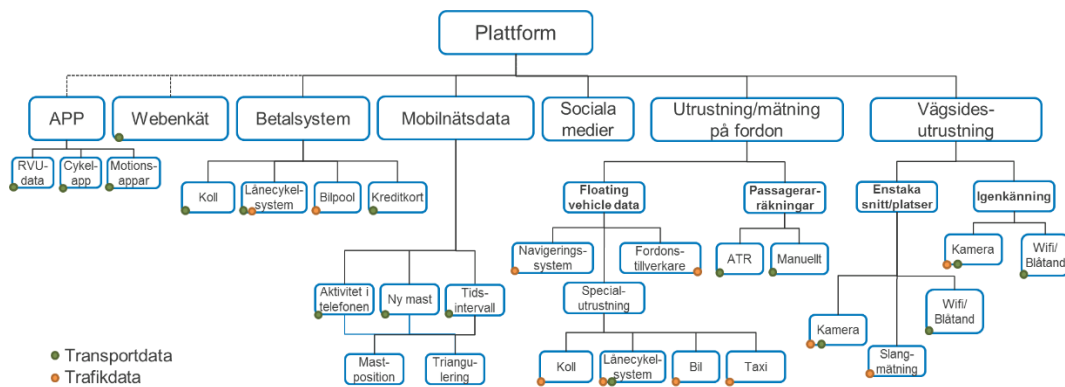
Dagens nationella resvaneundersökning är ett värdefullt verktyg för att förstå hur transportsystemet används i en mängd olika sammanhang. Genom ett stort och slumpmässigt urval och väl beprövade frågeställningar och insamlingsmetoder har den gett en representativ bild av hur befolkningen i Sverige reser över decennier. Utan denna information blir det betydligt svårare att planera, styra, följa upp, utveckla och underhålla transportsystemet. Kort sagt, de nationella resvaneundersökningarna är viktiga för ett välfungerande transportsystem och för Sveriges möjligheter att nå miljömålen.

Dagens insamlingsmetoder innebär dock en hög uppgiftslämnarvärda, med höga kostnader och ofta många år mellan mätningarna. Utöver detta finns det också brister i det insamlade datamaterialet, dels när det gäller kvaliteten på skattningar av reslängder och restider (människor har svårt att bedöma detta med någon större noggrannhet), dels när det gäller vägval, som idag inte inkluderas i resvaneundersökningen. Under senare år har det också uppstått vissa frågetecken kring resvaneundersökningar. Ett av de största problemen är en misstanke om bristande representativitet. Detta är ett allvarligt problem och minskar resvaneundersökningens användbarhet. Detta är brister som nya metoder potentiellt skulle kunna ändra på.

3.1 Olika typer av trafik- och resandemätningar

Vid genomgång och sammanställning av olika typer av verktyg/metoder för att samla in data, som kan hjälpa till att förstå resmönster, har ett antal olika huvudtyper utkristalliserats, se Figur 3-1.

I detta avsnitt går vi igenom de olika typerna och vilken typ av data de kan samla in. I resvaneundersökningar är man intresserad av att förstå hur människor rör sig, det vill säga *transportdata*. En del datakällor ger dock information om hur fordon rör sig, det vill säga *trafikdata*. Hur transport- och trafikdata relaterar till varandra är olika, trafikdata för cykel kan i det närmaste sägas vara det samma som transportdata, medan det för personbil och kollektivtrafik är stora skillnader.



Figur 3-1 Sammanställning av olika typer av datakällor som kan hjälpa till att förstå resmönster.

Ett sätt att kategorisera de olika datakällorna är om de innehåller ”big data” eller ”small data” (Chen et al. 2016). Med ”big data” menas stora och komplexa dataset som inte kan hanteras med traditionella analysmetoder. Ofta är denna data insamlad primärt för andra syften än resvaneundersökningar, och utan användarens inblandning. Ett exempel på ”big data” är mobilnätdata där uppgifter om var en mobiltelefon befinner sig finns lagrad. Det finns enorma mängder data på hur mobiltelefoner rör sig, men de är insamlade för helt andra syften än att kartlägga resmönster. ”Small data” betyder i motsats att datamängden tenderar att vara relativt begränsad, ofta beror detta på att datainsamlingen kräver en aktiv medverkan från dem som lämnar data. ”Small data” har sällan större mängder geografisk information. Den traditionella resvaneundersökningen är ett typiskt exempel på ”small data”.

Nedan finns en genomgång av olika kategorier av verktyg och applikationer för att samla in data för resvaneundersökningar – både ”big” och ”small data”.

Kategorier av intressanta verktyg och applikationer

Appar som samlar resdata

Vi har hittat tre olika sorters appar för mobiltelefoner som samlar in resdata: 1) appar som är designade för att samla in resvanedata, 2) appar som är designade för att samla in cykeldata och 3) appar med syfte att mäta och ge feedback till användaren kring fysisk aktivitet. Samtliga dessa appar samlar in transportdata, det vill säga personkilometer på en nivå så att man kan följa enskilda individer.

Appar designade för insamling av RVU-data

Den här typen av appar använder olika sensorer i mobiltelefonen för att fånga hur telefonen rör sig, vilket tolkas som personens rörelsemönster. De ger information om resor¹ och ärenden,² men oftast även information om individen³ som har telefonen. Olika appar kräver olika mycket engagemang från användaren. Det finns appar som automatiskt försöker detektera både information om resor och om ärenden och det finns appar som endast automatiskt försöker detektera

¹ På reselementsnivå identifieras färdmedel, startpunkt, slutpunkt, reslängd, vägval, starttid, sluttid och varaktighet. Ofta kan också vänta-/bytestider identifieras.

² Uppgifter som samlas in kring ärenden: typ av ärende, geografisk punkt, starttid, sluttid, varaktighet.

³ Vilka uppgifter som samlas in om individen skiljer sig mycket mellan olika appar och kan också i hög utsträckning utformas efter en undersöknings önskemål.

resor. Det finns också appar som vill att användaren sätter på och stänger avloggning för att resdata ska samlas in (dock mest i forskningsvärlden). De flesta appar vill att användaren kontrollerar (och eventuellt korigerar) data, medan vissa forskare utvecklar appar med helt automatisk identifiering av färdstätt och ärende (så att resultatet blir ”tillräckligt bra” även om inte perfekt för vissa syften). Korrigering av data kan ske antingen i appen eller i ett webgränssnitt. Uppgifter om användaren samlas vanligen in genom enkät i appen eller i webgränssnittet.

Det finns även appar som har inbyggda påverkansmekanismer (tävlingar m m) för att få användaren att resa mer hållbart.

Appar som samlar in cykeldata

Dessa appar koncentrerar sig på att fånga data om cykelresor. Det skulle kunna finnas liknande appar för andra färdstätt, men vi har inte kunnat hitta några.

Även här tolkas telefonens rörelse som personens rörelse. Ofta är dessa appar något enklare i sin design (jämfört med de som samlar data för alla färdstätt) och kräver oftast att användaren sätter på och stänger avloggning för att data om cykelresan ska samlas in. Appen ger information om resor⁴ och ibland ärenden⁵ och ibland även om individen⁶ som har telefonen. Oftast krävs att användaren granskar resan och ”skickar in” data aktivt. Data som samlas in från cykelappar är oftast kopplade till andra tjänster som uppmuntrar cykling eller cyklister (till exempel cykelreseplanerare, rapportering av problem i cykelbanan). Detta kan påverka beteendet, vilket kan vara problematiskt i RVU-sammanhang.

Appar som mäter fysisk aktivitet

Dessa appar koncentrerar sig på att fånga fysisk aktivitet. Det spelar mindre roll om det är en resa (dvs med ett ärende i slutpunkten) eller ett motionspass. Huvudsyftet är att ge feedback till användaren om hur den egna fysiska aktiviteten ser ut.

Även här tolkas telefonens rörelse som personens rörelse, men det finns möjlighet att även samla in data via olika klockor och armband som kopplas till appen. Dessa appar detekterar oftast automatiskt när man går, springer och cyklar, medan andra rörelser buntas ihop som ”transport”. Ofta finns inte heller ärende med i datainsamlingen. Det finns en del uppgifter om den som använder appen, men oftast endast information kring hälsorelaterade aspekter (ålder, kön, vikt etc.). Information om inkomst, utbildning, antal bilar i hushållet samlas inte in. Dessa appar kräver oftast inte att användaren aktivt godkänner rörelsemönstret, men det kan finnas möjlighet att korrigera om man ser att något är fel.

Webenkät som samlar resedata

Webenkäter som insamlingsmetod för resvanedata är inte något nytt, men med digitaliseringens frammarsch har de utvecklats. Det är numer möjligt att inkludera en betydligt högre detaljeringsnivå i webenkäter än det varit tidigare. Bland annat kan respondenter idag även ange på karta var de rest, och har möjlighet att

⁴ För sträckan där loggningen är aktiv samlas startpunkt, slutpunkt, reslängd, vägval, starttid, sluttid och varaktighet. Färdmedlet förutsätts vara cykel.

⁵ Uppgifter som samlas in kring ärenden: typ av ärende, geografisk punkt, starttid, sluttid, varaktighet.

⁶ Vilka uppgifter som samlas in om individen skiljer sig mycket mellan olika appar och kan också i hög utsträckning utformas efter en undersöknings önskemål.

fylla i enkäter i olika enheter (dator, läsplatta, smartphone). Det finns med digitaliseringen nya möjligheter till att skapa ”smartare” enkäter som anpassar sig efter respondenten och inte tvärtom. Eftersom undersökningen är digital kan rekrytering till exempel göras via olika sorters sociala medier. Webenkäter samlar in transportdata och gör det möjligt att följa enskilda individers resor, inklusive ärende, färdstätt och information om individen som reser.

Biljett- och betalsystem

Det finns ett antal olika biljett- och betalsystem (BoB) där information finns om var man befunnit sig och ibland även uppgifter kring hur man rest. Idag finns denna typ av data inom kollektivtrafiken, låncykelsystem, bilpooler och till viss del också genom kreditkortsanvändning. I framtiden kan man också tänka sig att MaaS-system (mobility as a service) har denna typ av information.

Kollektivtrafik

Beroende på hur biljettkontroller går till inom kollektivtrafiksystemet (olika i olika regioner) kan man få olika mycket information ur systemet. Vanligtvis skannar man en biljett (enkelbiljett eller periodkort) när man stiger på ett fordon, går ner till perrong etc. Det ger information om var och när en kollektivtrafikresa börjar. I vissa system skannar man samma biljett när man kliver av fordonet, vilket i de fallen även kan ge uppgifter om när och var kollektivtrafikresan slutar. I kombination med kunskap om hur kollektivtrafiksystemet ser ut (linjeläggning och tidtabeller) kan antaganden göras om hur man färdats i systemet. I de flesta fall görs dock ingen scanning av biljett när man kliver av fordonet. Det är också stort bortfall på scanningen vid avstigning, speciellt när inte priset påverkas.

Data från biljett- och betalsystem inom kollektivtrafiken kan endast ge information om kollektivtrafikresor, oftast finns inga uppgifter om användaren. Ibland finns lite uppgifter om vem som köpt/abonnerar på periodkortet, men då det är vanligt att man delar periodkort inom ett hushåll, arbetsplats mm är det tveksamt hur relevant denna data är.

Låncykelsystem

Låncykelsystemen som finns i flera svenska städer kan ge information om hur dessa cyklar färdas i trafiksystemet. Eftersom det mycket sällan är mer än en person på dessa cyklar kan transport- och trafikarbete i detta fall jämföras, och båda kan samlas in. I de allra flesta fall bygger låncykelsystemet på medlemskap, vilket gör det möjligt att samla in data om personen som cyklar. Det är också möjligt att få data om engångsanvändare via kreditkortsdata, men det är mer sällan. Genom biljettsystemet kan man också knyta ett visst medlemskap till var man hämtar och lämnar en cykel. Ofta är tiden man får låna en cykel begränsad och om denna tid är kort, exempelvis 30 minuter, används cyklarna för en resa och lämnas därefter tillbaka, vilket ger uppgift om resans start- och målpunkt. Är den tillåtna tiden för lånet längre kan låntagare med eget lås använda cykeln för flera olika resor och då fås endast uppgift om var den första resan startar och den sista slutar. Den exakta start- och målpunkten för resan är heller inte alltid densamma som där låncykelställ finns, vilket gör noggrannheten för start- och målpunkt lägre. Normalt sett är det också svårt att få ärende för resan, användaren fyller inte i uppgifter kring varje enskild resa, utan medlemskortet används för att kvittera ut en cykel och för debitering.

I en del system är cyklarna utrustade med GPS, vilket gör det möjligt att följa var i systemet cyklarna rör sig (vägval). De resor som görs i ett låncykelsystem är sannolikt inte representativa för alla cykelresor i området eftersom det sannolikt är en viss typ av personer som använder låncykelsystemet och det för en viss sorts resor. Även placeringen av låncykelstationer påverkar vilka resor som finns i låncykelsystemet. Dock är dessa resor en delmängd av alla cykelresor som görs.

Bilpool

Bilpoolssystem bygger också på medlemskap och kan då också ge information om personen (och eventuellt hushållet) som är medlem i bilpoolen. Det går också att få ut data om var och när bilen hämtas och lämnas samt hur många kilometer den gått. Det är dock svårare att veta tider för resor eftersom det är vanligt att man lånar en bil över en längre tid än vad själva resan är (till exempel för att åka till en bekant, vara där och sedan köra hem). Även ärenden för resan/resorna är svårt att fånga i dessa data.

All data som samlas in är trafikdata, det vill säga antal kilometer som bilen rör sig. Det är svårt att få information om hur många som är med på resan. Det trafikarbete som görs i ett bilpoolssystem är sannolikt inte representativt för alla bilresor i området eftersom det sannolikt är en viss typ av personer som använder bilpool och att dessa bilar används för en viss typ av resor. Dock är dessa resor en delmängd av alla bilresor som görs.

Kreditkort

Via kreditkort samlas uppgifter in om var man är när man använder sitt kreditkort, både betalningsmottagare och plats. Eftersom kreditkort sällan (men ibland) lånas ut är det möjligt att veta var en person befinner sig vid vissa tidpunkter. Om denna information ska kunna användas behöver kreditkortsföretagen lämna ut personuppgifter om sina kunder (vilket framstår som osannolikt att de vill/har möjlighet att göra).

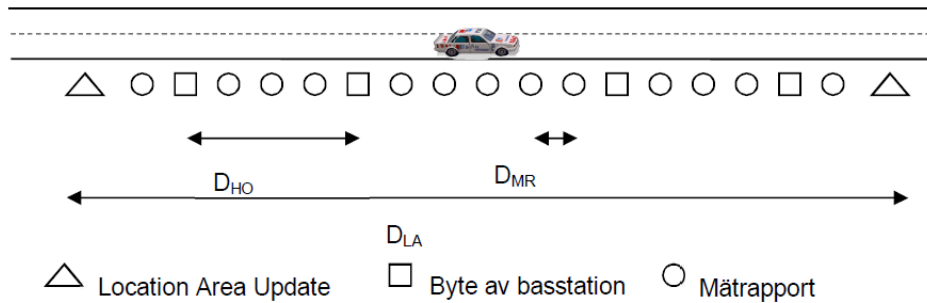
Information från kreditkort ger inte några uppgifter kring hur man tagit sig till platsen där man handlar (om man inte använt kreditkortet för att betala resan) eller hur länge man stannar. Ingen information finns om resor till platser där man inte använt sitt kreditkort.

Mobilnätsdata

Det finns tre olika sätt man kan samla in positionsinformation genom mobilnätsdata: 1) när användaren använder telefonen (sms, surf, samtal m m), 2) när telefonen kommer i kontakt med en annan mast och 3) vid bestämda tidsintervall, och de olika sätten ger olika noggrannhetsnivåer.

Den mest detaljerade positioneringsinformationen, både med hänsyn till tid och till rum, genereras när telefonen används aktivt. Positionering med hjälp av denna data har en precision från flera meter upp till fler hundra meter. Telefoner som inte används aktivt kan positioneras när de byter Location Area (ett större geografiskt område bestående av ett antal basstationer/celler) vilket ger en lägre noggrannhetsnivå, mellan flera hundra meter och flera kilometer (flera tiotals kilometer på landsbygden). Utöver detta skickar telefonen (även när den inte används aktivt) med jämna tidsintervaller signaleringsinformation. Tidsintervallet

spänner normalt över flera timmar och ger en noggrannhet i positionering på mellan flera kilometer till flera tiotals kilometer, se Figur 3-2.



Figur 7. Avstånd mellan mätrapporter med lokaliseringsinformation i GSM. D_{LA} är avståndet mellan uppdateringar för LA, storlek från flera kilometer upp till flera tiotals kilometer. D_{HO} är avståndet mellan byte av basstation, storleksordning från flera hundra meter upp till flera kilometer (flera tiotals km på landsbygden). D_{MR} är avståndet mellan mätrapporter, storleksordning från flera meter upp till flera hundra meter.

Figur 3-2 Avstånd mellan mätrapporter med lokaliseringsinformation i GSM. (Källa: Nya indatakällor för trafikprognoser (Sweco, 2013))

Beroende på informationen som mobiltelefonen skickar kan man antingen använda mastpositionen som skattning för var telefonen befinner sig, eller så kan man göra en triangulering för att bestämma en mer verklig position för telefonen. En annan mer avancerad metod, så kallad Timing Advance räknar på round trip time i kommunikationen med mobilen och de tre kopplade cellerna för att göra en mer exakt lokalisering. På landsbygd finns oftast inte tillräckligt mycket information för att skatta mobiltelefonens läge.

Mobilnätdata kan ge information om hur telefoner rör sig, det vill säga en approximation för transportdata. Insamlade data kan ge information om huvudresor och basplatser (det vill säga platser man stannar länge på, till exempel hemmet och arbetet). Tiderna när resor börjar/slutar är ungefärliga och beroende av vilken sorts data som finns tillgänglig. Det kan även finnas data mellan de olika start-/stopplatserna men positionering är inte noggrann.

Det är svårt (dock inte omöjligt om man kombinerar med andra data) att med mobilnätdata nå en geografisk detaljeringsgrad som gör det möjligt att följa detaljerade vägval i en stad. Däremot kan det vara möjligt att vid längre resor identifiera principiell färdväg. Genom färdväg kan det vara möjligt att dra vissa slutsatser kring färdväg, till exempel om positionspunkterna följer en väg eller järnväg. Det är dock svårare att få information om resan utmed en väg görs med bil eller buss.

Information om ärende (syfte med resan) och uppgifter om individen är svårt att få tag på, eftersom ingen interaktion sker med den som lämnar data. Om man vill få information om användaren behöver man anta att den som använder telefonen är den som är registrerad som användare, och teleoperatören behöver lämna ut personuppgifter om sina kunder. Även om detta skulle gå, så används en stor andel telefoner av någon annan än den som är registrerad på abonnemanget (till

exempel företagstelefoner), vilket inte ger någon, eller missvisande, information om användaren.

Sociala medier

Via sociala medier samlas det framförallt in data genom ”data mining”, det vill säga med hjälp av algoritmer kan stora datamängder analyseras för att besvara olika frågeställningar. Inlägg i flera datakällor (sociala mediekkanaler) har geografisk position, ibland GPS-koordinater, ibland på stadsnivå. Data kan användas till att förstå resmönster på aggregerad nivå, för att förstå kvalitativa upplevelser i trafiken (t ex klagomål på kollektivtrafik, eller ”likes” på cykel eller i bil), för att förstå resor till och från stora evenemang etc. Data kan vara detaljerad, men den är skev, det vill säga inte representativ, och beror på vilka som använder en viss plattform eller vilka som använder sociala medier över huvud taget.

Utrustning/mätning på fordon

För att samla in information om fordon som rör sig i transportsystemet kan man utrusta fordon med sensorer och/eller annan mätutrustning. Vi har hittat två olika typer av datainsamling på fordon, dels ”floating vehicle data” (FVD) där fordons rörelser följs och dels passagerarräkningar, där man mäter antalet passagerare ombord på fordonet.

Floating vehicle data (FVD)

Floating vehicle data (FVD) bygger på att man samlar in data från fordon som rör sig i transportsystemet. Man kan också använda V2I (Vehicle-to-Infrastructure) eller V2X (Vehicle to something) för att beskriva interaktionen mellan fordon och infrastruktur eller mellan fordon och andra enheter. Om behov finns för välja rutt för fordon, övervakning av tomgångskörning, ecodrivning etc kopplas utrustning till fordonet, föraren kan få en egen skärm och man är uppkopplad i realtid mot en ledningscentral. Det finns också utrustning som placeras i fordon såsom GPS:er i bilar, bussar eller på cyklar etc som på samma sätt kan leverera data till mottagare. Fordonet kan också ombord ha wifi- eller RFID- utrustning och på detta sätt ge sig till känna till infrastrukturen. Beroende på vad informationen ska användas till kan man också välja om behovet är realtidsdata eller statistiska data. Är tillämpningen ett restidssystem eller fleet management (ledning av fordonsflotta) efterfrågas realtidsdata. Gällande RVU-data behövs enbart statistiska data vilket innebär att man kan ladda upp data via exempelvis wifi när resan är över.

Denna typ av data kan ge information om hur fordonet rör sig i trafiksystemet samt när och var fordonets resa börjar/slutar, tider, eventuellt antal passagerare utifrån hur många bilbälten som används m m. Detta är inte nödvändigtvis samma som individens resa, utan kan vara ett reselement i en reskedja. Floating vehicle data ger inte heller någon information om ärende. Det man kan göra är att försöka skatta ärende baserat på kända platser – POI. Möjligtvis skulle man kunna få mer data om det är ett navigeringssystem där man också samlar in vilken destination man väljer att åka till.

Det finns inte heller så mycket information om individerna i/på fordonen. Möjligtvis skulle data kunna kopplas till olika register (fordonsregister, lånecykel-medlemskap, försäkringstagare) för att kunna göra antaganden om vem som är i

fordonet – om det går att göra blir det dock mycket osäkra skattningar eftersom det till exempel inte alltid är den som äger en bil som kör den.

Passagerarräkningar

Passagerarräkningar inom kollektivtrafiken görs antingen manuellt eller automatiskt (ATR/APC). Manuella räkningar ger normalt information om hur många passagerare som kliver på fordonet. Syftet är ofta att förstå beläggningen på kollektivtrafikfordon och/eller vilka tider personer väljer att åka på linjen. Det skapas liten förståelse hur individens resa ser ut, då det inte finns information om när/var man kliver av och inte heller uppgifter om personen (ålder, kön etc).

Automatiska räkningar kan göras på samma sätt som manuella – det vill säga att man räknar antalet påstigande. Det finns system där nya sensorer installeras, och system som använder befintliga övervakningskameror är på väg. Systemet kan också kompletteras med att räkna hur många som kliver av fordonet. Det är även på gång kamerasystem som detekterar när en individ går på/av vilket gör att man kan få en bättre uppfattning om individens resa (även om det är begränsat till reselementet med kollektivtrafik). I framtiden kan det finnas möjligheter att samla in skattad ålder och kön på individerna som kamerorna läser av, men det finns inte implementerat i dagsläget.

Vägsidesutrustning

Genom att placera mätutrustning vid vägsidan kan data samlas in kring vilka som passerar. Detta kan göras utan koppling mellan olika platser (enstaka snitt/platser) eller genom att koppla ihop data från flera platser (igenkänning).

Traditionellt mäts motorfordonsflöden med slangmätningar, som ger uppgifter om trafikmängder, tidpunkter, typ av fordon och ibland också hastighet. Eftersom det är fordonen man mäter finns ingen information om hur många som är i fordonet eller någon information om individen som reser. På senare år har det kommit nya sätt att göra detta genom kamerasystem (bildanalys) och identifiering av mobiltelefonen.

Kamerasystem

En del *kamerasystem* läser av registreringsnumret, vilket genom att kompletteras med fordonsregistret ger god information om fordonet och också vem som äger det (inte nödvändigtvis samma som kör det). Andra kamerasystem kan detektera olika trafikslag och kan genom bildanalys känna igen fotgängare, cyklister, lätt motorfordon och tungt motorfordon. I dessa mer avancerade bildanalyser kan man också följa objekt i bilden och därmed få kunskap om hur trafikanter rör sig i till exempel en korsning.

Med dessa system går det däremot inte att få reda på hur man reser innan och efter man passerat aktuell plats, ärendet med resan eller information om individen som reser. Data som samlas in är på fordonsnivå (det vill säga trafikdata), vilket för fotgängare och cyklister oftast är det samma som transportdata.

Det finns kamerasystem som kan känna igen bilder när de dyker upp i en annan kamera placerad på en annan plats. Främst gäller detta kameror som automatiskt läser av registreringsnummer på motorfordon. Genom att känna igen registreringsnumret på ett annat ställe i trafiksystemet kan man få information om hur

motorfordon rör sig i trafiksystemet. För hög noggrannhet och större områden krävs dock många kameror.

Wifi/blåtand

System som mäter hur många *mobiltelefoner som passerar* en plats kan också användas istället för traditionella slangmätningar. Här fångas mobiltelefonens wifi- och/eller blåtandssignaler upp och antalet mobiltelefoner som passerar kan räknas. Detta gör att även icke motorfordonstrafik kan mätas, men endast personer med mobiltelefoner där wifi och/eller blåtand är aktivt kan mätas.

Det finns också system som sätter upp öppna wifi-nät (wifi-basstationer) i önskad miljö, vilket gör att man kan följa hur telefoner rör sig, det vill säga fånga resmönster (plats och tid). Det verkar då också som att man kan identifiera trafikantgrupper (fotgängare, cykel, bil med flera), men det är oklart hur det görs. Information om ärende kan man få på aggregerad nivå genom att man analyserar var de insamlade flödena har gått. Information om individen saknas men insamlade data kan kopplats till demografiska data med hjälp av andra källor. Alla telefoner inom ett område mäts, vilket kan ge både över- och underskattning av resor. Bortfallet (individer utan mobil) är dock inte skevt och skattningarna blir då relativt bra.

3.2 Kunskapsläget enligt den vetenskapliga litteraturen

Digitaliseringen möjliggör nya datainsamlingsmetoder och genom IoT (sakernas internet, den så kallade fjärde vågen av digitalisering) finns det många nya sätt att förstå rörelsemönster och resvanor och hur transportsystemet används (Davidsson et al, 2017). De allra flesta datakällor baseras på data kopplade till mobiltelefoner (Wang et al 2017), men det finns också nya datakällor såsom från biljett- och betalningssystem (t ex via betalsystem för kollektivtrafik (Poonawala et al 2016) eller kreditkortsdata (Sobolevsky et al 2014)), data från sociala medier (t ex Rashidi et al 2017) eller från specialutrustning i fordon eller hos individer (framförallt GPS (t ex Bliemer et al 2010)).

Nedan gör vi en genomgång av de olika datainsamlingsmetoderna och ger exempel från den vetenskapliga litteraturen. Metoden för att identifiera relevant forskningslitteratur beskrivs ovan i avsnitt 2.2. Fyra kategorier av datakällor framgår av litteraturen:

1. Data kopplade till mobiltelefoner
 - a. Aktiv mobiltelefondata: via sensorer (accelerometer, GPS, gyroskop etc) i mobiltelefoner
 - b. Passiv mobiltelefondata: via radiofrekvensdata (Blåtand, mobilnät-data, wifi etc)
2. Data kopplade till betal- och biljettjänster (BoB)
3. Data från ”data mining” av sociala medier
4. Data från specialutrustning i fordon eller hos individer

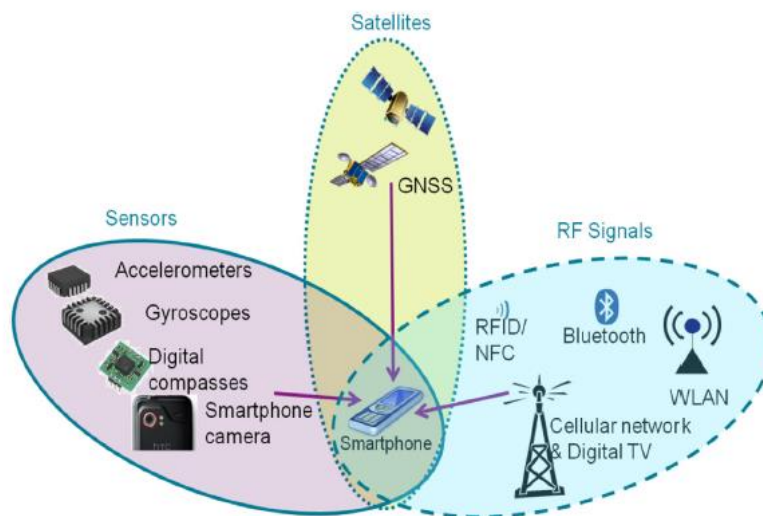
Alla datainsamlingsmetoder använder sig av uppkopplade enheter, IoT. En kort sammanfattning av de olika datainsamlingsmetoderna finns i Tabell 3-1. Litteraturen rörande de olika datakällorna beskrivs i mer detalj nedan.

Tabell 3-1 Sammanfattning av nya datainsamlingsmetoder som använder IoT enligt den vetenskapliga litteraturen

Typ av data	Kort beskrivning	Urvalsstorlek	Del av befolkning	Användningsområde
Aktiv mobiltelefons-data	App-baserad datainsamling som använder sensorer i mobiltelefoner (GPS, accelerometer, gyroskop)	Liten	Människor som laddar ner och använder appen (och har med sig den när de reser)	Förstå individens resmönster (längd, tid, färdväg, start/målpunkter, färdväg (om GPS används))
Passiv mobiltelefons-data	Data om hur mobiltelefoner rör sig genom mobilnätets-data, wifi, blåtand	Stor – "Big data"	Följer mobiltelefoner som är kopplade till nätverk (mobilnät eller har wifi/blåtand på)	Framförallt förstå mellan vilka punkter individer reser: skatta OD-matriser
BoB	Betal- och biljett-data från kollektivtrafik- eller kreditkort	Stor – "Big data"	Individer som använder kort	Framförallt förstå målpunkter för individers kollektivtrafikresor: skatta OD-matriser
Sociala medier	Data mining av sociala medier för att förstå resmönster	Stor – "Big data"	Användare av sociala Medier	Framförallt förstå målpunkter för individers resor: skatta OD-matriser. Kan också ge kvalitativa data om resor
Special-utrustning	Fordon eller individ är utrustade med enhet som följer rörelse (framförallt genom GPS)	Liten	Människor eller fordon som är utrustade med enhet	Förstå individens eller fordons resmönster (längd, tid, start/stop-punkter, färdväg (om GPS används))

Data kopplade till mobiltelefoner

En stor mängd av de nya datakällorna för att förstå resmönster är kopplade till data från dagens mobiltelefoner: antingen genom data från sensorer i mobiltelefoner, genom uppkoppling till satelliter eller genom radiofrekvens data (Blåtand, mobilnätetsdata, wifi etc) (Figur 3-3). Även data från sociala medier och betal- och biljettsystem är ofta kopplade till mobiltelefoner, men dessa behandlas separat, då de inte alltid är kopplade till mobiltelefoner.



Figur 3-3 Datainsamlingsmetoder via mobiltelefoner. Källa: Pei et al 2013, i Wang et al 2017.

Sensorer i mobiltelefoner – aktiv datainsamling

Sensorer i mobiltelefoner inkluderar GPS, accelerometer, gyroskop och kompass. Data från dessa sensorer möjliggör identifiering av resor och aktiviteter för individer som bär med sig sin mobiltelefon. För att ta del av data från sensorer kan appar installeras på telefonerna. Det finns appar som samlar resedata i mobiltelefoner på två olika sätt: dels helt passiva, där användaren inte behöver involveras (mer än att installera appen), dels semi-aktiva, där användaren rättar data som finns i mobilen; antingen i ett webgränssnitt eller direkt i appen.

Det finns få exempel av verkliga tester av fungerande appar i den vetenskapliga litteraturen. De flesta artiklar koncentrerar sig på tekniska möjligheter och detaljer i algoritmer för korrekt identifiering av färdstätt och/eller aktiviteter/ärende. Ett exempel på ett verkligt test är en nyligen publicerad artikel från Australien (Safi et al, 2017): här jämfördes ATLAS II-appen med tre andra tekniker: webbenkät, enkel GPS-enhet och GPS-insamling från mobiltelefon utan aktiv input. ATLAS II-appen använder algoritmer för att automatiskt identifiera färdstätt och start- och målpunkter i en resa genom användning av GPS och accelerometer i mobilen. Användaren rättar data som föreslås av appen direkt i appen. Resultatet av datainsamlingen är en detaljerad resedagbok med GPS-spår. ATLAS II-appen gav bäst svarsfrekvens bland alla insamlingstekniker, men det är värt att påpeka att äldre respondenter föredrog webbenkät över app-baserade metoder, medan yngre föredrog app-baserade metoder och att svarsfrekvensen på appar var högst bland högutbildade. Här var det totalt 267 respondenter, lägst antal i ATLAS II (n=73) och högst i webbenkät (n=185). Rekryteringen av respondenterna var genom panel och personer som tidigare hade deltagit i RVUer. Forskningsgruppen som utvecklade ATLAS beskriver utvecklingen av appen även i Safi et al (2013) och Safi et al (2015).

Även Petrunoff et al (2013) jämför data insamlad med accelerometer med webbenkät och pappersenkät och visar att det finns få skillnader mellan dessa datainsamlingsmetoder i identifiering av färdstätt och start- och målpunkter för resor. Studien fokuserade på aktiv mobilitet, det vill säga fysisk aktivitet i resor.

GPS har använts i många år för att förstå resmönster. Data från GPS – först med särskild GPS-utrustning, och sedan i mobiltelefoner – har utforskats av många i många olika delar av världen. Några exempel inkluderar i Japan (Asakura et al, 2014), Singapore (Kim et al, 2014) och Skottland (SilaNowicka et al 2016)).

GPS via mobiltelefoner har även använts som ett sätt att korrigera data från traditionella insamlingstekniker (Wolf et al 2013), och Inbakaran (2014) anser att GPS via mobiltelefon kan vara ett komplement till traditionella datainsamlings-tekniker då flera insamlingsmetoder – ”mixed methods” – kan ge en bättre svarsfrekvens från olika grupper av respondenter.

Ibland kombineras GPS-data från mobiltelefoner med data från andra sensorer (framförallt accelerometer) för att automatiskt avgöra färdstätt (Shen & Stopher, 2013; Assemi et al, 2016; Shafique & Hato 2016; Berger & Platzer, 2015); och även automatiskt avgöra aktiviteter (Kim et al, 2014, Cottrill et al, 2013). Träffsäkerheten för att hitta rätt färdstätt brukar ligga på runt 80 %. Det finns några exempel på högre träffsäkerhet, men de baseras på ett litet antal människor/resor (Lee et al 2016). Träffsäkerheten beror mycket på färdstätt, där det är lättare att

t ex identifiera gångresor än att urskilja buss- och cykelresor i stadsmiljö. Det är svårare att automatisk avgöra aktiviteter förutom dem vid basplatser (hemma, arbete) p g a hög blandning av verksamheter i geografisk närhet i vissa områden.

Utöver användning av sensorer i mobiltelefoner för att förstå resmönster, kan mobiltelefoner användas för datainsamling genom att skapa ny direkt kontakt genom t ex SMS (Gould 2013).

För att kunna samla in data via appar behöver appen laddas ner av en person. Det finns tyvärr dock endast lite kunskap om vilka rekryteringsmetoder som kan användas för att nå olika respondenter och få dem att ladda ner och (om så behövs) interagera med appen/webgränssnittet.

En rapport från 2017 redovisar erfarenheter från Finland (Pastinen et al 2017). I samband med den senaste finska resvaneundersökningen år 2016 gjordes en pilotstudie där respondenten fick samla in resdata med app till mobiltelefonen eller GPS. Ett stickprovsbaserat urval om 1000 personer kontaktades via telefon och av dessa rekryterades 171 personer till pilotstudien, medan 195 personer vägrade att delta. Huvuddelen av urvalet lyckades man inte att nå via telefon. Av de 171 rekryterade personerna använde 45 personer appen eller GPSen på rätt mättdag. Erfarenheterna av pilotstudien var att GPSen fungerade bäst, då det var tekniska problem med appen (en tidig beta-version för iOS respektive att Androidanvändare hade svårigheter att använda appen eller ville inte använda den). GPSen måste i sin tur vara lätt och enkel att använda utan fler knappar än på/av. Erfarenheterna visade att det ännu inte är realistiskt att erhålla tillförlitliga data som speglar den finska befolkningens resvanor med appar eller GPS. En annan slutsats var att mycket få personer var villiga att ställa upp med app till mobiltelefonen utan incitament om minst ca 50 euro även om tekniska problem skulle lösas. Övriga erfarenheter var att det krävdes mycket arbete (utveckling av algoritmer) för att få tillförlitliga data om färdmedel och ärenden som den nationella resvaneundersökningen kräver. Slutsatsen var att app eller GPS för närvarande kan användas som en kompletterande metod för vissa undergrupper i populationen och för vissa undersökningssyften, t ex att uppskatta omfattningen av promenader eller kontrollera deltagarnas förmåga att uppskatta reslängd, tidpunkter eller antal resor. För att få basuppgifter om färd sätt och antal resor förordades tills vidare traditionella metoder såsom web-/mobilenkät, telefonintervju eller resdagbok i pappersform. I rapporten nämndes också att fel kan uppstå om appen eller GPSen inte varit igång (t ex för att appen inte satts på, att operativsystemet stängts av eller om batteriet laddas ur). Det betonades att det är viktigt för datakvaliteten att algoritmer för bearbetning av rådatan är öppen källkod.

Mobilnätdata – passiv datainsamling

Det finns många möjligheter att dra nytta av data från mobiltelefoner genom passiva datainsamlingstekniker. Lee et al (2016) undersöker hur mobilnätdata, GPS, appar i mobiltelefoner och Blåtand kan användas som ett sätt att skatta RVU-data. Slutsatser från deras artikel är att det finns många möjligheter, men att skevhet i data kan vara ett problem, samtidigt som sociodemografiska variabler måste kopplas till data på något sätt. Det är, enligt deras mening, viktigt att framförallt representativitet av data undersöks i framtida projekt, att standardisering av metoder för datatvätt införs och att flera praktiska applikationer under-

söks. Det nämns också att en barriär till användning av nya datorkällor är kunskapsbrist. Frågan om kunskapsbrist och behov av samarbete mellan trafik- och transportexperter och datavetenskapsexperter tas även upp i en artikel från 2017 (Anda et al 2017). Här påpekas det också att representativiteten är en nyckelfråga som behöver utforskas och författarna påpekar hur viktiga traditionella datakällor ("gammaldags" RVU) är, framförallt för utveckling av metoder och konceptuella ramverk.

För att få en förståelse för mobilitetsmönster i Singapore har Jiang (2016) använt mobilnätdata tillsammans med wifi-data, hushållsdata och traditionella RVU-data. Traditionella RVU-data har även kombinerats med mobilnätdata i Boston (Diao et al 2016) och andra städer i USA (Alexander et al 2015). Även i Kina har mobilnätdata använts för att förstå resmönster i två stora städer (Yang et al 2016) samt i Elfenbenskusten för att förstå användning av kollektivtrafik (Di Lorenzo et al, 2016). I USA har AT&T labs använt Call Data Record (CDR)-data i tre stora städer för att förstå resmönster och ta fram "Carbon footprints" för städerna (Becker et al 2013), och data från Ford har använts tillsammans med mobilnätdata för att få en förståelse av resmönster i Boston (Mearian, 2016). Mobilpositionering kan även kombineras med GPS-data i telefoner och minska behovet av kontinuerlig insamling av GPS-punkter: detta kan möjliggöra utveckling av appar med lägre energiförbrukning (vilket är ett problem för appar som samlar in GPS-data) (Wang et al 2012).

Det finns färre exempel av användning av mobilnätdata i Europa i den vetenskapliga litteraturen, kanske på grund av ett striktare regelverk kring personlig integritet. Ett exempel är från Italien i ett projekt med data från Vodafone Italy (Tosi et al 2016). Fokus i projektet var identifiering av resor runt tunnelbanestationer och andra POI (point of interest) och ett sätt att skatta OD-matriser.

Liksom aktiva insamlingsmetoder som använder sensorer från mobiltelefoner, finns det problem med representativitet av mobilnätdata. Detta beror på att mobilnätdata erbjuder information om resmönster av *mobiltelefoner anslutna till nätverk från ett visst företag* och inte från *personer*. Flera av studierna ovan använder flera datakällor i kombination och flera använder befintlig RVU-data som komplement till mobilnätdata för att försöka skatta en helhetsbild av resvanor. Enligt en studie från Kina underskattar mobilnätdata det riktiga antalet resor (Lu et al 2017). Enligt Bricka et al (2014) behöver passiva datainsamlingsmetoder kombineras med aktiva och traditionella datainsamlingstekniker. Teknologisk skevhet ("technology bias"), det vill säga att olika tekniker lockar till sig olika typer av människor, måste studeras närmare.

Mobilnätdata används framförallt i applikationer för att skatta OD-matriser. Här finns det problem med att det är svårt att skatta färd sätt från mobilnätdata, och då brukar RVU-data med färd sätts fördelning användas. Mobilnätdata ger stora datamängder, medan app-insamlade data ger betydligt mindre datamängder. Data från mobiltelefonens sensorer (appar) används framförallt för att följa individens resor och skatta olika färd sätts, medan mobilnätdata kan ge en aggregerad bild av rörelser i ett område. En sammanfattning av några exempel finns i Figur 3-4.

Selected studies applying different sources of mobile phone data for various research purposes.

Data source	Data collection techniques	Dataset description	Research applications	Research methods	References
Cellular network-based data	Triangulation positioning	7989 individuals	Identify activity and types of locations visited	Clustering method, logistic regression model, behaviour-based algorithms	Chen et al. (2014)
Cellular network-based data	Cell-ID positioning	2.87 million users over a month	Develop OD matrices	Frequency method, Scaling method	Iqbal et al. (2014)
Cellular network-based data	Triangulation positioning	No details provided	Identify the temporal and spatial attributes of citizens' trips.	Clustering method	Li et al. (2016)
Cellular network-based data	Cell-ID positioning	4 million samples for 12 days	Develop OD matrix	Frequency method, clustering method	Patrick et al. (2015)
Cellular network-based data	Rio de Janeiro: Cell-ID positioning Boston: Triangulation positioning	Boston: 2 million users for 2 months Rio de Janeiro: 2.8 million users for 5 months	Perform a four-step model, generate OD matrices and identify trip purposes	Rule-based classification algorithm	Çolak et al. (2015)
Sensor-based data	Positioning: GPS and WiFi; Motion: accelerometers, gyroscope, magnetometers	560 samples for verifying the positioning accuracy, 1200 samples for motion recognition	Capture human movements, including positioning, motion recognition, and human behaviour modelling	Bayesian theorem, Histogram maximum likelihood algorithm, Sequential forward selection algorithm, LS-SVM classification algorithms, LoMoCo model	Pei et al. (2013)
Sensor-based data	GPS positioning	658 trips and 457,945 points	Explore methods to improve travel modes inference performance.	Classification models: Naive Bayes K-Nearest Neighbour; Discriminate analysis, PCA	Nour et al. (2016)
Sensor-based data	Sensor fusion: preprocessed data from the social platform of sports tracking app.	36,757 workouts by 2424 users for 31 months.	Derive privacy-preserving heat maps of cycling workouts.	Privacy-preserving kernel density estimation and user count calculation, k-Anonymity model	Oksanen et al. (2015)
Sensor-based data	Positioning: GPS, WiFi, GSM, Bluetooth; Motion: accelerometers	Over 18,000 trips of 600 participants for 2 weeks	Conduct a smartphone-based panel survey to automatically identify trip details.	Bayesian probability statistics	Geurs et al. (2015)
Sensor-based data, cellular network-based data	Positioning: GPS, triangulation positioning; Motion: accelerometers, magnetic sensors	15 volunteers for 2 months	Propose a classification technique to automatically detect travel modes.	Randomized ensemble of classifiers with a Hidden Markov Model	Widhalm et al. (2012)
Sensor-based data, cellular network-based data	Positioning: GPS, cellular network-based positioning; Motion: accelerometers, magnetic sensors	15 volunteers for 2 months	Detect trip legs and concerned 8 types of travel modes	Probabilistic classifiers, discrete hidden Markov model	Nitsche et al. (2014)

Figur 3-4 Några exempel av hur data kopplade till mobiltelefonen används för att förstå resmönster. Källa: Wang et al, 2016.

Biljett- och betaldata (BoB)

Det finns även möjlighet att använda betal- och biljettdata såsom betalkort för kollektivtrafik ("smartcards"), data från biljettköp eller data från kreditkortsköp. Även här är det vanligt att data kombinerats med andra datakällor för att förstå hur människor resor. Kollektivtrafikdata har använts för att skatta OD-matriser, och validerats med hjälp av traditionell RVU-data (Nassir et al 2015). Data från kollektivtrafikkort (smartcard) har använts tillsammans med mobilnätdata (från StarHub) för att skatta antalet kollektivtrafikresor och OD matriser för kollektivtrafik i Singapore (Poonawala et al 2016; Holleczeck et al 2013). Data från kollektivtrafikkort tillsammans med AVL (automatic vehicle location) har studerats för att få en bättre förståelse av *var* människor resor, information som normalt inte finns med i traditionella datainsamlingstekniker (Shin & Lin 2013). Data från kollektivtrafikbetalkort kan även användas som ett sätt att förstå trafikalstring från olika målpunkter (Hasan et al 2013). Kreditkortsdata representerar en annan källa för data som kan ge förståelse av resmönster (Sobolevsky et al 2014).

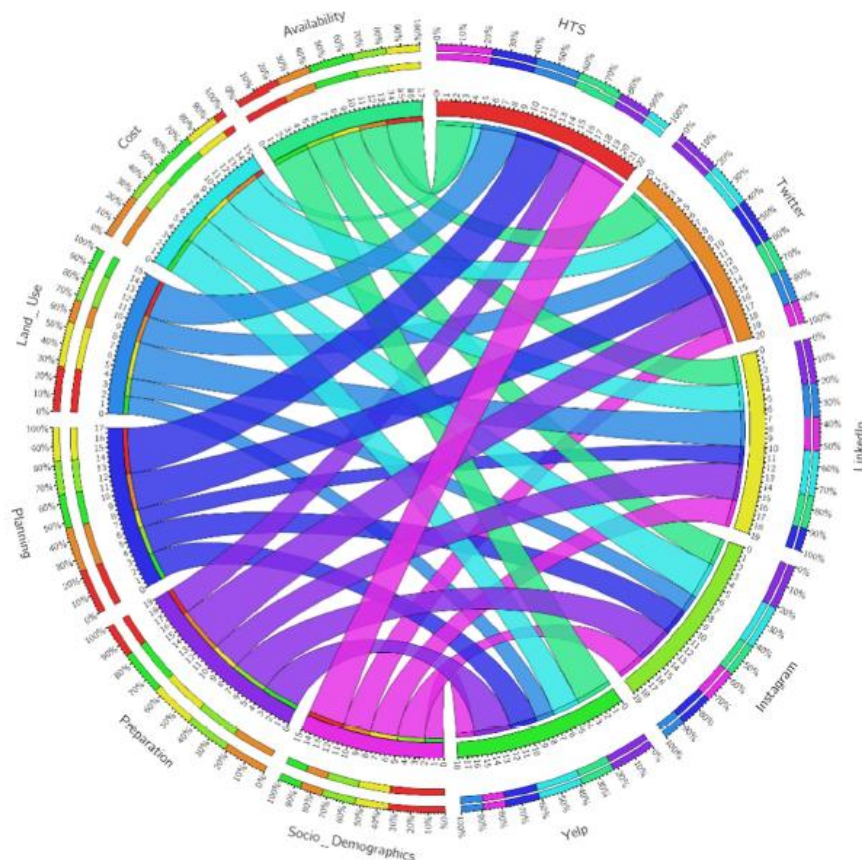
Sociala medier

Data från sociala medier kan spela en roll för förståelse av aktiviteter och kan kombineras med andra datakällor för att skapa en förståelse av resmönster på en aggregerad nivå (Abbasi et al 2015, Chua et al 2016, Chiang et al, 2014; Salas-Omeda et al 2016; Wang et al 2014). Det har även utvecklats ett verktyg i USA som integrerar Twitter-data med GIS-lager (Soltani et al 2016). Här har även språket studerats i sociala medier för att förstå rörelsemönster för olika kulturella grupper (Wu et al 2016). Data från sociala medier har även studerats tillsammans

med mobilnätdata för att förstå resmönster och förändring av resmönster över tid (Chen 2017).

Data från sociala medier har också använts för att förstå resmönster kopplade till stora evenemang (Cesario et al 2016, Wang et al 2016), detta kan även kompletteras med GPS-data (Vlassenroot et al 2015).

Många forskare tror på möjligheten att använda data från sociala medier för att förstå resvanor i framtiden, såsom förståelse av ärende, tider, problem i transportsystemet, färdstätt och även socio-demografiska variabler (se Figur 3-5). Fördelar med att använda sociala medier är att data är billig och lättillgänglig, dock finns det problem med representativitet och även om data är billig, behövs det en del bearbetning av data för att den ska kunna användas i planeringssyfte. Bearbetning kräver specialkompetenser, vilket kan vara dyrt (Rashidi et al 2017).



Figur 3-5 Olika användningsområde (till vänster) för data från sociala medier (till höger). Källa: Rashidi et al 2017.

Specialutrustning på fordon / hos individen

Fordon eller individer kan vara utrustade (eller bära med sig) specialutrustning som samlar data. Innan mobiltelefoner med GPS fanns allmänt tillgängliga var detta ett vanligt sätt att samla in positionsdata och det finns många exempel i den vetenskapliga litteraturen. Försök med detta pågår fortfarande, men det kan dock vara svårt att få respondenter till den här typen av datainsamling – svarsfrekvensen i ett försök i 2015 i Skottland var mindre än 4 % (SilaNowicka et al 2015).

Det är mer vanligt att fordon är utrustade med datorer som samlar in data. Utöver data från fordonstillverkare, finns det också exempel på eftermonterad utrustning för att samla in GPS-data, t ex i samarbete med försäkringsbolag i Italien (De Gennaro et al 2016) och inom ett försök att få folk att köra utanför rusningstid i Nederländerna ("Spitsmijden" – Bliemer et al 2010).

Såsom med andra datainsamlingsmetoder, brukar denna typ av data kombineras med olika datakällor för att få en helhetsbild. Data från identifiering av fordon ("AVL-automatic vehicle location") har till exempel använts tillsammans med data från en resvaneapp och kollektivtrafiktidtabell för att förstå hur många resenärer som finns i olika delar av kollektivtrafiken och hur välanpassad tidtabellerna är (Carrel et al 2015).

Sammanfattning

Inom den vetenskapliga litteraturen finns det många olika exempel av hur IoT-data har använts för att ge förståelse av resvanor. Oftast kombineras data från olika källor för att få en bättre bild av transporter eller trafik i sin helhet, och alla datakällor lider av skevhet och urvalsproblematik. Det finns dock endast lite kunskap som berör just urvalsproblematiken och representativitet.

De flesta artiklar belyser forskning som inte resulterar i utveckling av verktyg, utan som berör generella metoder för hur data kan samlas in och användas av olika aktörer. Detta beror delvis på att litteraturgenomgången fokuserade på den vetenskapliga litteraturen där syftet oftast inte är utveckling av användbara verktyg, men också delvis på grund av att dessa datainsamlingsmetoder är relativt nya och forskningsrapporteringsprocessen är långsam, vilket gör att det finns anledning att tro att resultat ännu inte hunnit komma i tryck.

3.3 Viktiga frågeställningar för resvaneundersökningar

Detta avsnitt tar upp användningsområden för data från RVU. Avsnittet baseras på resultat från det parallella arbetspaketet *Intressent- och behovsanalys för resvaneundersökningar* som leds av VTI (Eriksson, J. et al, 2017).

Baserat på både intervjuer, enkäter och sammanställning av egna erfarenheter framkom behov och önskemål kring följande typer av uppgifter:

- ▶ Färdsättsval
- ▶ Ärende
- ▶ Tidpunkt för resan (start- och sluttid)
- ▶ Restid (varaktighet)
- ▶ Geografisk plats (start- och slutpunkt)
- ▶ Reslängder
- ▶ Vem som reser (kön, ålder, inkomst, sysselsättning, körkort mm.)

Utöver detta fanns det också intresse att veta mer om:

- ▶ Typ av fordon (t ex elfordon)
- ▶ Vägval
- ▶ Reskedjor – att förstå hela resan inte bara reselement och delresor
- ▶ Förändringar över tid (behandlas i kapitel 3.5)

Det är viktigt att påpeka att de användningsområden som kommit fram färgas av vilken data som idag finns tillgänglig. Till exempel har traditionella undersökningsmetoder lite information om var människor reser (vägval), vilket användare har anpassat sina frågeställningar till. Därför är det viktigt att tänka relativt brett när det gäller användningsområden och fokusera på huvudsyftet med RVUer, så att även möjligheter som nya typer av data ger kan tillvaratas.

Hur olika datainsamlingsmetoder har möjlighet att svara på de olika frågorna ovan finns sammanfattat i Tabell 3-2.

Tabellen innehåller information om hur varje enskild datainsamlingsmetod svarar på de olika frågorna. Det bör dock betonas att för att statistiskt kunna besvara olika frågeställningar krävs olika stora datamängder och olika kvaliteter på data. Det gör att frågeställningar kan vara olika lätta/svårt att besvara, även om de är möjliga att besvara med datainsamlingsmetoden.

Det bör också betonas att flera källor kan användas samtidigt för att få en utvidgad bild av resmönstren som helhet. Ett exempel är att vägsidesutrustning som ger en bra bild av antalet fordon eller individer som passerar ett snitt kan användas tillsammans med data från floating vehicle (FVD) som ger information om färdvägar och start- och slutpunkter för resor, dvs olika källor som täcker olika delar av trafiksystemet kan användas tillsammans. Om en rad i tabellen är mest röd, betyder det inte nödvändigtvis att data inte kan användas i RVU-syfte, men data behöver kompletteras med data från andra källor. Exakt hur olika datakällor kan användas tillsammans är dock svårt att veta utan praktisk erfarenhet.

Bedömning av färgerna i tabellen

RVU Sverige och webenkät

RVU Sverige och webenkät erbjuder all information som efterfrågas, förutom att RVU Sverige inte inkluderar geografisk resväg. Idag finns det inga frågor om fordonstyp, men en fråga skulle kunna ställas i enkäten.

Appar

Appar erbjuder data som svarar på alla frågeställningar. En skillnad mellan cykel- och motionsappar jämfört med RVU-appar är att cykel- och motionsappar erbjuder data koncentrerat framförallt till cykel och/eller gångresor, och inkluderar inte hela perspektivet för transporter. Vanligtvis finns det inte data om vem som har rest eller om ärende i cykel- och motionsappar.

BoB

Ärende för dessa färdmedlen kan kopplas till data om POI för att skapa en förståelse av ärende. Det är möjligt att ha en förståelse av vart man reser i kollektivtrafiken, men bara om man ”blippar” ut kortet vid slutet av resan (som man vanligtvis inte gör i Sverige). Data från bilpoolsbil BoB visar bara när man hämtar och lämnar bilen, då data om reselement/ärende inte kan tas fram. Dock brukar information om hur långt man rest med bilen inkluderas då fakturering oftast utgår från både reslängd och restid – till skillnad från kollektivtrafik och cykel där endast tidsåtgång avgör debiteringen. Tiden för resan kan då tas fram för lånecyklar och kollektivtrafik. För bilpoolsbilen kan oftast endast den totala

reslängden och restiden för en kedja av resor fås eftersom man ofta behåller bilen under den tid man uträttar ett ärende. Data om vem som reser kan tas fram, men vanligtvis är det möjligt att ett kort kan lånas ut, vilket då ger missvisande information. Information om resekedjor finns inte med.

Mobilnätsdata

Det finns mycket osäkerhet kring mobilnätsdata – vad som är möjligt och inte möjligt. De flesta frågorna som mobilnätsdata kan svara på är blåmarkerade, då det är osäkert vart forskningen kommer att leda i dessa frågor. Data kommer för det mesta att vara ganska grov – med detaljer om basplatser (d v s hemma och arbetet), och detaljer om långväga resor. Det kan också finnas data om individer, men det är osäkert om dessa data är tillgängliga för analys (i Europa).

Floating Vehicle Data

Floating vehicle data erbjuder bra data om vilket fordon som används, och även geografisk och tidsrelaterad data om en resa. Då FVD erbjuder trafikdata och inte transportdata, finns det lite information om vem som reser, och ärendet för resor. För låncykelsystem är trafik- och transportdata densamma, då bara en person cyklar. Då är det möjligt att få lite information om vem som cyklar om data finns kopplat till ett medlemskort. För taxi, bil och låncykelsystem, kan det även finnas data om ärende, med hjälp av POI data. Däremot följer FVD för kollektivtrafik fordonet, och inte enskilda passagerare, så det finns ingen data om ärende i detta fall.

Passagerarräkning

För system som känner igen samma individer, kan det finnas data om kollektivtrafikresor, men bara på reseelementsnivå. Det finns ingen data om vem som har rest, ärende eller resekedjor.

Vägsidesutrustning

Vägsidesutrustning kan leverera data om färd sätt och fordonsinformation (om nummerskylt är kopplad till fordonsdatabas). Det är dock osäkert om rätt färdmedel kan identifieras i de flesta fall, och viss godstrafik inkluderas i mätningar. Snittmätningar som använder sensorer i mobiltelefoner har också svårt att skilja mellan olika färd sätt.

1 = vanligtvis inte, men är möjligt att göra om det efterfrågas
2 = bara på reselementsnivå
3 = men kan lånas ut
4 = med hjälp av POI
5 = långväga resor
6 = basplats (platser man stannar länge på oftast hemma och arbete)
7 = fågelvägen grovt
8 = generella mönster
9 = koppling till medlem (ej nödvändigtvis den som använder)
10 = det finns system som känner igen personer och identifierar start/slut
11 = även viss godstrafik inkluderas
12= om registreringsnummer identifieras och körs i fordonregister
13= vissa uppgifter finns om abonnemang, oklart om man vill använda detta.

[illegible]

Generellt kan konstateras att de källor som ensamma svarar på flest frågeställningar är de som utformats för att göra en RVU, det vill säga den traditionella RVUn, app designad för insamling av RVU-data och webenkät för insamling av RVU-data. Det är till exempel endast dessa källor som kan ge en bild av reskedjor.

Betal- och biljettsystem kan ge information om enskilda reselement, för en mer övergripande bild behöver de kombineras med annan data.

Mobilnätsdata kan ge information om hur individer rör sig på en mer övergripande nivå och lämpar sig väl för redovisning av resor på en aggregerad nivå – där koppling till individegenskaper och hög platsnoggrannhet inte är lika viktigt. Något som behöver utredas mer är i vilken utsträckning denna typ av data kan fånga kortare stopp, till exempel för inköp, att hämta/lämna anhöriga m m.

Floating vehicle data ger detaljerad information om själva resan men behöver kompletteras med information om vem som gör resan och varför den görs (ärende). Denna typ av data ger också bara information om aktuellt färd sätt och aktuell användargrupp och behöver kompletteras med ytterligare färd sätt/användargrupper för att ge en mer heltäckande bild.

Passagerarräkningar kan bidra med information om beläggningar på kollektivtrafikfordon och därmed vara en länk mellan trafik- och transportdata för kollektivtrafiken. Automatiska system kan också komma att ge information om reselement med kollektivtrafik.

Vägsidesutrustning kan bidra med förståelse av totaltmängder och vara en del i en uppskalning av andra data. Om ett större antal wifi-basstationer sätts ut kan man skapa data som liknar mobilnätsdata men som har större noggrannhet.

3.4 Kvalitetsaspekter

Kvalitetsbegreppet för offentlig statistik omfattar följande fem huvudkomponenter enligt Statistiska centralbyråns föreskrifter (SCB-FS 2016:17), se SCB, (2016):

- ▶ Relevans
- ▶ Tillförlitlighet
- ▶ Aktualitet och punktlighet
- ▶ Tillgänglighet och tydlighet
- ▶ Jämförbarhet och sam anv ändbarhet

Relevansen avser ändamål och informationsbehov samt statistikens innehåll, vilket togs upp under föregående kapitel 3.3.

Tillförlitligheten avser noggrannhet eller hur väl ett statistikvärde skattar sin målstorhet, det vill säga det man vill mäta. Tillförlitligheten påverkas av ett flertal osäkerhetskällor, däribland urval, mätning, bortfall och bearbetning.

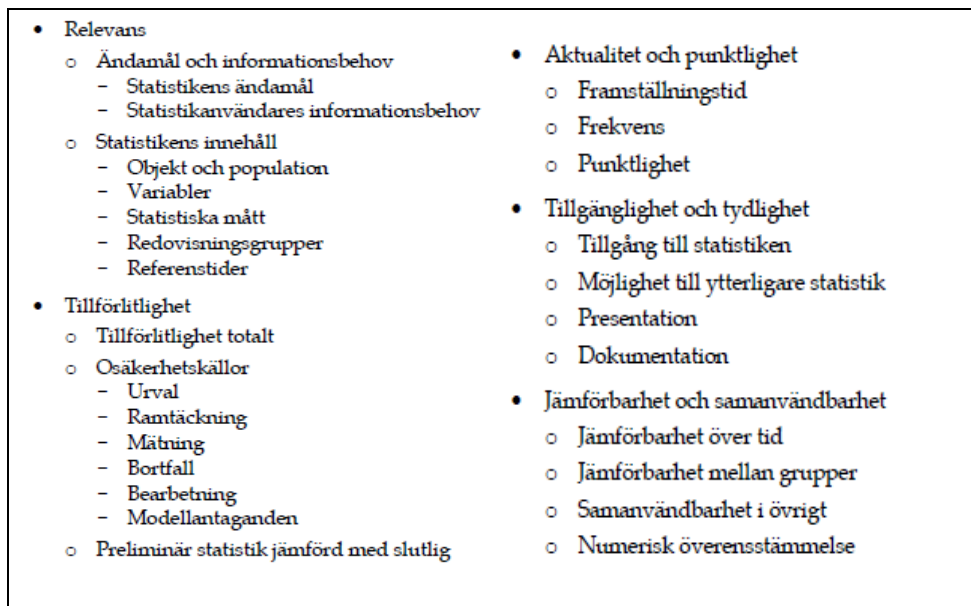
Aktualitet och punktlighet handlar om hur ofta återkommande statistik behöver komma för att senast tillgängliga statistik ska bedömas vara aktuell.

Tillgänglighet avser var, och på vilket sätt, statistiken redovisas.

Jämförbarhet handlar om möjligheterna att göra jämförelser mellan olika tider eller grupper, medan sammanvändbarhet handlar om möjligheterna att kombinera och analysera olika statistikvärden från samma eller olika undersökningar. Likheter i definitioner av målstorheterna och undersökningsmetoder är avgörande för om detta är möjligt.

Kvalitetsaspekterna ställs i relation till restriktioner som uppgiftslämnarbörda, kostnad, statistiksekretess och personuppgiftshantering.

I Figur 3-6 visas huvudkomponenter och delaspekter i kvalitetsbegreppet:



Figur 3-6 Huvudkomponenter och delaspekter i kvalitetsbegreppet. Källa: Statistiska centralbyrån. 2016. Kvalitet för den officiella statistiken – en handbok.

Kvalitetshandboken är huvudsakligen framtagen för undersökningar baserade på statistiska urval av individer, men tillämpas nedan i Tabell 3-3 för att bedöma *tillförlitligheten* för de olika typerna av verktyg/metoder som vi kartlagt. Här bedöms hur (väl) de olika typerna (oftast) fungerar idag, medan vi i kommande kapitel (kapitel 4 och 5) beskriver enskilda verktyg och metoder, hur långt de kommit och vad de har för utvecklingspotential. Källor för bedömningen är den vetenskapliga internationella litteraturen i kapitel 3.2 och vår genomgång i kapitel 3.1 samt 3.3 ovan som baseras på vår kartläggning (kapitel 4 och 5) samt nationell litteratur såsom exempelvis (Sweco, 2013).

Tabell 3-3 För- och nackdelar avseende tillförlitlighet för olika datainsamlingsmetoder

Datainsamlingsmetod		Fördelar avseende tillförlitlighet	Nackdelar avseende tillförlitlighet
RVU Sverige		Tydlig målpopulation, statistiskt urval, mäter befolkningens resor (6-84 år), telefonintervju ger möjlighet att kontrollera svar och minskar risk för bortglömda resor	Låg svarsfrekvens/skev svarsgrupp, osäkra uppgifter om reslängd och restid
App	App- RVU-data	GPS-spår innebär god mätning av antal resor, reslängd och restid. Rättning kan medges.	Endast de med smartphone/datortillgång ingår i populationen, rekrytering olika, bortfall ofta okänt och svarsgrupp skev, partiellt bortfall då batteri och uppkoppling saknas.
	App-cykelresor	GPS-spår innebär god mätning av antal cykelresor, deras reslängd och restid mm.	Endast cyklister med smartphone ingår i populationen, oftast crowdsourcing, dvs bortfallet okänt, partiellt bortfall om man måste men glömmar slå på/av appen och då batteri/mobil/uppkoppling saknas.
	App-motion	GPS-spår innebär god mätning av "motionsresor", deras reslängd och restid mm.	Endast motionärer med smartphone ingår i populationen, oftast crowdsourcing, dvs bortfallet okänt, partiellt bortfall om man måste men glömmar slå på/av appen och då batteri/mobil/uppkoppling saknas.
Webbenkät		Möjliggör statistiskt urval bland de med postadress, mäter befolkningens resor, finns möjlighet att ha resdagbok med karta för att få start- och slutadress	Endast de med datortillgång/internet ingår, låg svarsfrekvens/skev svarsgrupp, osäkra uppgifter om reslängd och restid, risk för partiellt bortfall om det är en lång webbenkät
BoB	Kollektivtrafik	Fångar kollektivtrafikanvändare i aktuellt system, Big data - ger absoluta siffror på kollektivtrafikresandet, litet bortfall/mätfel	Stort partiellt bortfall på sluttid om kortet inte används vid avstigning
	Låncykel	Fångar låncyklister i aktuellt system, Big data - ger absoluta siffror på cykelresorna, litet bortfall/mätfel	Fångar en skev delmängd av alla cykelresor
	Bilpool	Fångar bilpoolsanvändare i aktuellt system, Big data - ger absoluta siffror på resorna, litet bortfall/mätfel	Fångar en skev delmängd av alla bilresor, mäter fordon och inte personer
	Kreditkort	Fångar kreditkortsanvändare i aktuellt system, Big data	Endast kreditkortsanvändare ingår/skev grupp, bortfall då man betalar kontant eller köper något
Mobilnätdata	Aktivitet	Big data, dvs ger absoluta tal på förflyttningar	Endast personer med mobiler för aktuell operatör ingår, bortfall/mätfel för dem med flera mobiler eller som saknar batteri eller uppkoppling, färdlängd mäts som fågelväg (eventuellt med mellanliggande punkter)
	Byte av mast		
	Tidsintervall		
Floating vehicle	Navigationssystem	Litet mätfel/bortfall, big data	Fordon med aktuellt system är troligtvis få och inte representativa för alla fordon vad gäller start/mål, mäter fordon och inte personer
	Fordonstillverkare	Litet mätfel/bortfall, big data	Fordon (bil och koll) med aktuellt system är troligtvis få och inte representativa för alla fordon vad gäller start/mål, mäter fordon och inte personer
	Specialutrustning	koll	Fordon (koll) med aktuellt system är troligtvis få och inte representativa för alla fordon vad gäller start/mål, mäter fordon och inte personer
		taxi	Fordon med aktuellt system är troligtvis få och inte representativa för alla taxifordon, mäter fordon och inte personer
		Låncykel-system	Cyklar inom aktuellt system är inte representativa för cykelresor generellt
		bil	Utrustningen syftar till att uppmuntra ett visst beteende, de som använder den är inte representativa och deras beteende blir också påverkat

Tabell 3-3 För- och nackdelar avseende tillförlitlighet för olika datainsamlingsmetoder (forts)

Datainsamlingsmetod		Fördelar avseende tillförlitlighet	Nackdelar avseende tillförlitlighet	
Passagerar-räkning	ATR	Avser kollektivtrafikresenärer i aktuella fordon, urval görs av kollektivtrafikoperatören, litet mätfel/bortfall	Mäter inte alla kollektivtrafikresenärer, kan finnas skevheter i urvalet av fordon som använder ATR	
	manuellt	Som ovan, förutsatt att man har tillräckliga resurser för räkning	Mäter inte alla kollektivtrafikresenärer, kan finnas skevheter i urvalet av fordon som använder ATR	
Vägsidesutrustning	Snitt/plats	kamera	Mäter samtliga fordon eller trafikanter på aktuell plats, urval av plats görs av vägghållaren, litet mätfel/bortfall	Urval av platser avgörande för ev uppräkning, reg.nr missas till ca 10%
		slang	Som ovan, dock enklare system utan reg.nr, mätning av cyklister kräver rätt utrustning	Urval av platser avgörande för ev uppräkning
		wifi/Blått-and	Mäter samtliga smartphones på aktuell plats, urval av plats görs av vägghållaren, kollektivtrafikoperatör eller handelsförening, litet mätfel/bortfall	Urval av platser avgörande för ev uppräkning, bortfall/mätfel för dem med flera mobiler eller som saknar mobil, batteri eller uppkoppling
	Igenkänning – kamera/wifi		Avser mätning över valda sträckor med igenkänning, som ovan, se respektive kategori	Stort bortfall pga av brister i återigenkänning

Nedan jämförs olika datakällor avseende övriga kvalitetskomponenter.

Aktualitet och punktlighet:

Hur ofta data samlas och när den är tillgänglig beror på vilken datainsamlingsmetod som redovisas. Det finns i stort tre olika varianter: automatisk insamling som ger kontinuerlig tillförsel av data (t ex mobilnätsdata); aktiva insamlingsmetoder (t ex RVU app) som samlar data mer periodisk såsom – men vanligtvis oftare än – traditionell insamling; snittmätningar som behöver installation av vägsidesutrustning och kan ta tid att installera (t ex om övervakningstillstånd behövs). Jämfört med pappersenkäter och telefonintervjuer, ger de nya datainsamlingsmetoderna som bearbetar data automatiskt snabba resultat när mätningar pågår.

Tillgänglighet och tydlighet:

Datainsamling med de nya metoderna sker hos privata aktörer. Det är i nuläget inte möjligt att granska detaljer om hur data är insamlad, vilka algoritmer som används för datatvätt och bearbetning av data till användbara siffror. Om data ska användas till offentliga statistik borde den vara öppen. Öppen data är data som offentliggörs för att kunna användas av andra partner för deras olika ändamål. En viktig princip för öppen data är interoperabilitet så att en datakälla kan användas tillsammans med andra för att skapa värde (för samhälle, eller för vinstdrivande syfte). Bakom interoperabilitet ligger standarder. Ett exempel är DATEX II standard som används för realtidsdata i ITS-tjänster, och i Sverige tillhandahållas via APIer i Trafiklab⁷. Något liknande tänk kan krävas i framtida arbete med RVUer om data används från olika källor. Även krav på dokumentation av t ex datatvätt och bearbetningsalgoritmer kan vara viktigt för att kunna säkerställa kvaliteten.

⁷ Trafiklab erbjuder öppen trafikdata och en plattform där fristående utvecklare kostnadsfritt kan ta del av all den information som kollektivtrafiken dagligen genererar (www.trafiklab.se/)

Det är också viktigt att data finns tillgängliga så att de analyser som är statistiskt och sekretessmässigt lämpliga att göra på materialet är möjliga att genomföra. Detta betyder till exempel att datamaterial behöver vara tillgängligt för användare så att de kan göra de nedbrytningar de önskar och inte är hänvisade till förproducerade tabeller. Detta kan säkerställas antingen genom öppen data eller genom avtalsskrivning mot privat aktör. Vad som ska vara möjligt att göra med datamaterialet beror till stor del på vilket datamaterial som samlats in samt vilken möjlighet man har att använda datamaterialet för RVU-syften.

Jämförbarhet och sammanvändbarhet:

Det finns idag lite kunskap om hur de nya datainsamlingsmetoderna presterar jämfört med befintliga metoder. Fler studier där man parallellt samlar in data med nya och gamla datainsamlingsverktyg för att kunna jämföra dem behövs. Som nämnts ovan är interoperabilitet mellan data insamlad med olika metoder viktigt. För att data insamlad via olika källor ska vara jämförbar behöver standarder tas fram. Detta försvåras av att olika metoder samlar in data från olika rampopulationer på grund av snedrekrytering och teknisk bias. Vidare arbete behövs på detta område.

3.5 Nya insamlingsmetoders möjligheter att överkomma dagens brister

Dagens resvaneundersökningar dras med vissa brister / problem som nämndes ovan:

- ▶ misstanke om bristande representativitet,
- ▶ brister i datakvalitet när det gäller reslängder och restider,
- ▶ brister i uppgifter om vägval,
- ▶ hög uppgiftslämnarbörda,
- ▶ långa mellanrum mellan mätningarna, och
- ▶ höga kostnader.

I Tabell 3-4 presenteras en skattning över hur nya datainsamlingsmetoder skulle kunna överbrygga de brister som finns i dagens metod. Det är svårt att göra en heltäckande bedömning eftersom de nya metoderna i många fall fortfarande är under utveckling. I vissa fall har osäkerheten varit så stor att vi valt inte göra en bedömning – mer forskning krävs i detta fall.

Tabell 3-4 Sammanställning över hur nya insamlingsmetoder kan överkomma brister i dagens resvaneundersökning. Ljus grön betyder något bättre. Mörkt grön betyder betydligt bättre. Gul betyder något sämre. Röd betyder betydligt sämre. Blå betyder att kunskap saknas. Grå betyder att det inte är någon större skillnad mot dagens resvaneundersökning. Andra anteckningar:

* = representativiteten bedöms utifrån verktygets målpopulation

1 = beror på om systemet inkluderar mäter både på- och avstigning eller inte.

2 = beror på andel av operatörer/fordon som inkluderas

3 = mäter fordonsrörelser, inte personrörelser

4 = beror på om systemet kan identifiera var en individ går på respektive av.

5 = i kombination med tidtabeller

6 = totalundersökning under en viss tid vid en viss plats/platser, dock svårt att få en övergripande bild, men kan vara till stor hjälp vid uppräknig mm.

7 = kontinuerlig datainsamling.

Datainsamlingsmetod		Representativitet	Datakvalitet i reslängd/restid	Vägval	Hög uppgifts- lämnarbörda	Glesa tidsserier	Hög kostnad
App	App- RVUdata					(7)	
	App-cykelresor	*				7	
	App-motion	*				7	
Webbenkät							
BoB	Kollektivtrafik		1	1		7	
	Lånecykel					7	
	Bilpool					7	
	Kreditkort					7	
Mobilnätdata	Mastposition-aktivitet	2				7	
	Mastposition-Byte av mast	2				7	
	Mastposition-Tidsintervall	2				7	
	Triangulering-aktivitet	2				7	
	Triangulering-Byte av mast	2				7	
	Triangulering-Tidsintervall	2				7	
Floating vehicle	Navigationssystem	*2, 3				7	
	Fordonstillverkare	*2, 3				7	
	Specialutrustning - koll	*2, 3				7	
	Specialutrustning - taxi	*2, 3				7	
	Specialutrustning – lånecykelsystem	*2				7	
	Specialutrustning - bil	3				7	
Passagerar- räkning	Passagerarräkning - ATR	*2	4, 5	4, 5		7	
	Passagerarräkning – Manuellt	*2					
Vägsides- utrustning	Snitt/plats - kamera	3, 6					
	Snitt/plats - slang	3, 6					
	Snitt/plats – wifi/blåtand	6					
	Igenkänning - kamera	3, 6					
	Igenkänning – wifi/blåtand	6					

De nya metoderna har stor potential att minska uppgiftslämnarbördan, kostnaden och öka möjligheten att mer oftare/mer kontinuerligt samla in data. Vissa metoder har också potential att öka kvaliteten på den data som samlas in. Däremot kvarstår många frågetecken kring representativiteten för de nya metoderna. Här behövs mer forskning för att klargöra hur ett representativt datamaterial ska kunna samlas in. Detta är också en nyckelfråga, om inte representativitet kan skapas blir det svårt att använda datamaterialet, även om det har högre kvalitet och är enklare och billigare att samla in.

Bedömning av färgerna i tabellen

Appar

För det mesta, erbjuder appar ”bättre” data enligt de brister som finns i nuvarande RVU. Representativitet kvarstår som en obesvarad fråga, och forskning behövs för att studera detta. Data kan samlas kontinuerligt – eller åtminstone över längre perioder jämfört med dagens RVU.

Webbenkät

Webbenkät erbjuder en aning bättre data i de flesta avseenden jämfört med traditionell RVU då kontakt med mejl eller via länk i sociala medier kan ge större möjligheter att hitta respondenterna, kostnaden är mindre och datakvalité kan vara högre om riktiga resor kan inkluderas i en kartfunktion. Dock finns det inga förbättringar vad gäller glesa tidsserier.

BoB

Data från BoB har sämre kvalité vad gäller reslängd och vägval då det är osäkert när resor börjar och slutar, även om man vet att någon har rest. För låncykel finns det bättre data när det gäller reslängd/restid, då dessa data kopplas direkt till betalssystemet (detsamma gäller även kollektivtrafik, men bara om man ”blippar” ut kortet vid slutet av resan). Alla dessa data är passiva, så uppgiftslämnarbörda och kostnader är mindre – dock är det osäkerhet hur lätt det är att få tillgång till data. Det är också osäkert hur representativa data är.

Mobilnätsdata

Det finns flera frågor som är obesvarade för mobilnätsdata. Det är osäkert om mobilnätsdata är representativ för Sveriges befolkning, och denna fråga återstår som forskningsfråga. Representativitet beror också på vilka marknadsandelar mobiloperatörer har, och om data från flera mobiloperatörer sammanfogas. Det är även osäkert om data om reslängd, restid och vägval är bättre eller sämre än data från dagens RVU på grund av att noggrannhet i data som lämnas ut ofta är grov, men enligt forskare är det möjligt att ha noggrannare data. Även detta står som forskningsfrågan. Då mobilnätsdata är insamlade på ett passivt sätt, är uppgiftslämnarbördan liten, kostnaden är liten och data (kan) samlas kontinuerligt.

Floating vehicle data

FVD mäter fordon och individer – representativitet kan vara bättre än dagens RVU i det avseende att det representerar det fordon som används. Detta gäller för alla typer FVD förutom specialutrustning på bil, då det i de flesta fall inte

finns tillräckligt många utrustningar för att spegla ”befolkning” av alla bilar i Sverige. FVD erbjuder dock billig passiv, och kontinuerligt insamlade data.

Passagerarräkning

Automatiska passagerarräkningsdata är av högre kvalité när det gäller reslängd, restid och geo-resväg än traditionella RVUer, men bara om systemet känner igen människor som stiger av. Datainsamlingen är passiv och billigare än traditionella RVUer. Vi anser att det är svårt med igenkänning av människor som stiger av kollektivtrafik med manuella passagerarräkningar, och manuella passagerarräkningar är sämre i datakvalitet men billigare och kan göras oftare än traditionella RVUer.

Vägsidesutrustning

Vägsidesutrustning erbjuder data som är bra att kombinera med andra datakällor, men har svårt att ge en övergripande bild av trafik eller transporter. Datainsamlingen är passiv, så uppgiftslämnarbördan är mindre, men kvalitén jämfört med vanlig RVUer är sämre. Representativiteten är bra, men bara för en viss tid och plats. Den mäter fordonsrörelser och inte personrörelser. Kostnaden för igenkänningsverktyg är oklara då dessa verktyg ännu inte är lika mogna som snitt-/platsmätningar. Kostnaderna kommer förmodligen att minska, men det är oklart och står kvar som forskningsfråga.

4. Resultat om nationella verktyg och applikationer

Detta kapitel beskriver de svenska verktygen och applikationer som kan användas för att samla in resvaneundersökningsdata. Verktygen och applikationer utgår från beskrivningen ovan i kapitel 3.

4.1 Svenska exempel – en överblick

Intervjuer och dokumentanalys/litteraturstudier har pekat ut flera nya nationella verktyg och applikationer som är intressanta för framtida resvaneundersökningar.

Vi har identifierat åtta svenska verktyg och applikationer som kan samla in RVU-relevant data. Det finns mycket data som är intressant ur RVU-perspektiv och det finns flera applikationer och verktyg som kan samla in data, men i detta projekt har vi koncentrerat oss på identifiering av *nya sätt* samla in data som är tillräckligt utvecklade för att kunna samla in data senare under 2017 och i nära framtid. Bland de identifierade verktygen finns en plattform som samnyttjar data från olika datakällor (både ”nya” och ”gamla”). Vi inkluderar inte beskrivning av ”gamla” datakällor här (t ex slangmätningar och liknande, nummerskyltigenkänning som redan har använts i många år, kameror som har använts i många år, radar etc). Fokus i sökningar har varit datakällor eller verktyg som erbjuder RVU-relevant data, och då har vi koncentrerat oss på förståelse av resor. Vi har därför inte koncentrerat oss specifikt på flödesmättningsverktyg i sökningar, och tror att det kan saknas exempel av nya sätt att samla in flödesmätningar (som kan vara intressant i kombination med andra datakällor) som vi inte har hittat.

I Tabell 4-1 finns en kort beskrivning av de olika verktygen och applikationer som vi har hittat. Vi diskuterar verktygen mer i detalj nedan samt diskuterar svagheter och styrkor med de olika lösningarna. Observera att vi bara har inkluderat svensk-ägda lösningar. Det finns även andra internationella företag som är verk-samma i Sverige.

Utöver dessa verktyg och applikationer, pågår det flera forskningsprojekt och försök av relevans i Sverige. Dessa projekt har ännu inga färdiga resultat eller konkreta verktyg som kan användas idag, men är av intresse att följa:

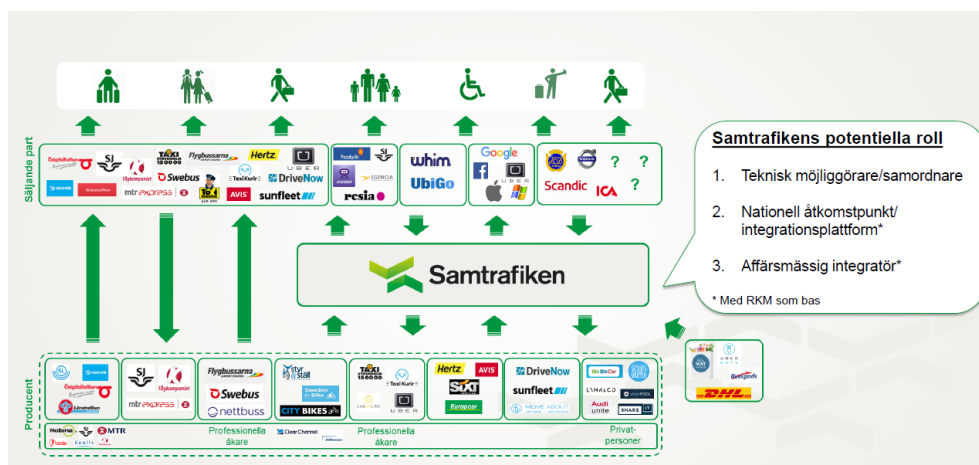
► **MOFT projektet**

Mobilnätdata i framtidens transportsystem (MOFT) är ett projekt som bedriver forskning kring hur transportefterfrågan kan skattas med underlag från mobilnätverk. Inom projektet finns ett WP som ska utveckla analysverktyg. Linköpings universitet koordinerar och Sweco, Tele2, Ericsson, SICS (Swedish Institute of Computer Science, RISE), Trafikverket, Stockholm stad, Nobina, SJ, och Samtrafiken deltar. Det är ett fyraårigt projekt som startades i början av 2017.

► Swedish Mobility Project

Samtrafiken driver ett program mot Visionen: ”Vi möjliggör framväxten av enkla, hållbara och lönsamma Kombinerade Mobilitetstjänster”. Ett arbetsspår och projekt inom programmet benämns SMP – Etablering Väst och syftar till att underlätta och främja kombinerade mobilitetstjänster i stor skala och tredjepartsförsäljning generellt genom att tillgängliggöra producenters utbud via en nationell åtkomstpunkt och säkerställa ett gemensamt regelverk i tillämpliga delar.

Via den nationella åtkomstpunkten kommer olika aktörer som marknadsför, paketerar och säljer MaaS-tjänster kunna komma åt både öppen datakällor (såsom trafikdata, realtidsinformation, fordonsinformation) och ges möjlighet att kunna vara återförsäljare av olika producenters utbud. Utgångspunkten är Länstrafikens utbud men även andra trafiktjänster med delade resurser kan komma att vara tillgängliga, ex. bilpool, taxi och lånecyklar. Vissa av datakällorna kommer eventuellt ligga centralt, men utgångspunkten i de flesta fall är att integrationsplattformen snarare hämtar data från olika lokala databaser, och kan i den meningen mer betecknas som en ”växel”. Tjänsten, regelverket och den tekniska lösningen är under utveckling i tät dialog med potentiella aktörer och potentiella leverantörer av teknisk plattform. Arbetet är en vidareutveckling av ett projekt som kallades ”Vitt Papper” som också drevs av Samtrafiken. En schematisk bild över Samtrafikens målsättning finns i Figur 4-1.



Figur 4-1 Målsättningen med den plattform som Samtrafiken och samarbetspartners vill bygga upp

► Realtidssystem i Göteborg

Trafikverket och Trafikkontoret mäter sedan 2006 restider på ett antal större vägar i och omkring Göteborg för att kunna beskriva hur tillgängligheten med bil förändras över tid och för att kunna följa effekterna av åtgärder som genomförts. Restider och trängselmått behövs för trafik- och samhällsplanering samt för Trafikverkets trafikledning och de stora städernas kommunala vägghållare. Underlaget till restiderna kommer från fordon (FVD-data). Med nuvarande upplösning bedöms systemet inte kunna möta behoven som en RVU ställer men ett befintligt avtal möjliggör mer detaljerad insamling vid behov.

► **Mer avancerade webenkäter med kartfunktion**

Andra verktyg för att kartlägga var man har rest finns även för webenkät, till exempel pointSurvey, utvecklat av Entergate. I PASTA, ett fyraårigt forskningsprojekt om aktiv mobilitet, samlades data in på olika sätt, men framförallt genom en webenkät som inkluderade en kartfunktion där användaren kunde klicka var de hade rest. Data samlades även in via mobilapp och accelerometer under projektet, och mycket av rekryteringen gjordes via sociala medier.

► **Automatisk passagerarräkning med beacons**

Skånetrafiken har medverkat i ett par Vinnova-finansierade projekt (tillsammans med flera andra aktörer) som innehöll metodutveckling av automatisk passagerarräkning:

- MVD-projektet (minimum viable device) som undersökte möjligheten att använda Beacons för att få en mobilapp att registrera när en resenär gick på eller av ett fordon.
- ”Points of Interest” som delvis gick ut på att guida resenären till rätt hållplatsläge och upplysa resenär när hen var framme vid rätt läge, men även innehöll en del där man studerade olika tekniker som skulle kunna fungera tillsammans med mobiltelefonen för att automatregistrera en resa.

Grundtanken är att på sikt skapa en helautomatiserad lösning. Resultatet av projekten visar att det sannolikt finns en möjlighet att finna en lösning, men att det krävs kompletterande funktioner till en beaconlösning för att uppnå tillräckligt hög sannolikhet i detektionen.

Det är viktigt att påpeka att det även finns andra datakällor som kan vara intressant för RVU-data och som skulle kunna inkluderas i någon plattform som samlar olika datakällor. Detta inkluderar data från olika företag som utvecklar fordonsdata i kollektivtrafik och bilar och även ”gammaldags” flödesmätningar. Även inom dessa datainsamlingsmetoder pågår en ständig utveckling, men då de redan används i stor utsträckning idag, har de inte inkluderats i denna rapport. Traditionella datainsamlingsmetoder som kan vara aktuella i RVU-sammanhang finns bland annat beskrivna i Sweco (2013). Det kan även finnas andra lösningar i Sverige som kan erbjuda RVU-relevant data, men då våra sökningar varit koncentrerade på sätt att samla in RVU-relevant data, har vi möjligen inte hittat alla lösningar som kan mäta trafikflöden.

Tabell 4-1 Beskrivning av de identifierade svenska verktygen och applikationerna med kort beskrivning.

Verktygets/ appens namn	Företag	Typ	Kort beskrivning
Plattform – Ericsson	Ericsson	Plattform	Plattform som samlar olika datakällor (utvecklingskede). Rådata delas inte ut för att skydda personlig integritet, men frågor kan ställas till databasen. Plattformen ska utformas för att ta emot data från flera källor: fordon, mobilnätdata, vägsides-ITS, m m. Ericsson bygger och driftar den gemensamma infrastrukturen i Drive Sweden, där det också pågår flera pilotprojekt.
TRavelVU	Trivector Traffic AB	App	App som semi-automatiskt samlar resdata (även färd-sätt och ärende). Även data om användaren är möjligt att få via en enkät i appen.
MEILI	KTH men är Open Source		App som automatiskt samlar resdata (även färd-sätt och ärende). Möjligt att korrigera via webgränssnitt. Även data om användarens profil är möjlig att få via en enkät i webbtjänst tillgänglig via appen.
Cykelstaden – Göteborg	Trafikkontoret Göteborg stad		App där man kan hitta all service som ingår i Trafikkontorets cykelnätverk, så som Styr & Ställ (ett system för uthyrning av cyklar), pumpstationer samt cykelparkeringar. Man kan även anmäla defekter som upptäckts på cykelbanan samt lämna förslag på förbättringar. I appen finns bl a en funktion där man kan logga sin resa för att se restid och distans. Själva resvägen sparas även men är endast tillgänglig för trafik-kontoret. För att logga en resa behöver användaren sätta på och stänga av loggningen manuellt.
Bumbee labs	Bumbee labs		Flödesmätningar av mobiltelefoner genom att använda wifi signaler. Detta görs både inom- och utomhus och erbjuder flödesmätningar för bland annat fotgängare och cyklister.
Meltspot	Meltspot AB	Vägsidesutrustning	Mätningar av mobiltelefoner genom att använda wifi-sig-naler. Detta erbjuder mätningar av besöksantal men kan anpassas för flödesmätning av fotgängare på vald plats samt deras rörelsemönster där det finns ett nät av mätpunkter.
Facilitylabs	Facility Labs AB		Verktyget består av olika mätningssystem (bilregistreringsnummer och laserbaserade) och en centralenhet som samlar information om alla förbikörande fordon vid ett visst ställe. Man får ut information om trafik-flöde, egenskaper av alla fordon och även ägarens postnummer som kan användas tillsammans med be-folkningsstatistik.
OTUS3D	Viscando		Flöden (och beteende och samspel) med fotgängare, cyklister och fordon detekteras med bildanalys som samlas via dubbla videokameror. Man får ut antal, hastigheter och riktningar trafikanter (valfritt, fotgängare cyklister och/eller motorfordon) på vald plats.

4.2 Plattformer

Typ av dataunderlag

Plattformen som utvecklas av Ericsson är tänkt att samla in data från olika källor och användas som en central datahub. Här utvecklas olika sätt att hantera data.

Ett sätt är under utveckling i MOFT-projektet. Inom MOFT-projektet heter lösningen ”collaborative platform” där koden tas till data istället för att ta data till koden. Genom den processen kan dataleverantören se till att de som jobbar med data följer regler och policys som gäller för data (t ex för att skydda personuppgifter). RVU-relevant data kan inte hämtas direkt från plattformen, men frågor kan ställas till plattformen, som levererar svar. Till exempel om man vill veta hur färdsetsfördelning ser ut i Göteborg för olika grupper, kan frågan ställas till plattformen och man får svaret, men man får inte tillgång till rådata. Detta är en lösning som möjliggör utnyttjande av personliga data (t ex från mobiloperatörer) utan att lämna ut rådata. I ett första skede kommer mobilnätsdata inkluderas i plattformen.

Utöver detta, utvecklar Ericsson en plattform inom Drive Sweden. Plattformen är en molntjänst som kan tillhandahålla data från flera olika källor: fordonsdata, mobilnätsdata, data från trafiksignaler etc. Inom Drive Swedens projekt är användning av plattformen framförallt ett sätt att på sikt få automatisering av transportsystemet. Tanken är att olika sorters data ska kunna inkluderas i framtiden och här finns det även möjlighet att använda data i RVU-syften.

Med ”collaborative platform” möjliggörs användning av data från mobiloperatörer utan att råka ut för problem med personlig integritet. Personliga data lämnas aldrig ut, vilket är en fördel jämfört med andra metoder. Om flera olika datakällor kan inkluderas möjliggör detta en användning av data för olika ändamål samt också eventuellt möjlighet att jämföra olika datakällor mot varandra för att validera dem.

Utveckling av plattformen är i startgroparna och det återstår många frågor kring hur den ska användas i praktiken. Detta inkluderar hur kvalitetssäkring görs, hur representativitet säkerställs och hur mycket det ska kosta för att använda plattformen. En diskussion av dessa viktiga frågor tas upp nedan.

Möjlighet att svara på olika typer av frågeställningar

Vilka frågor som plattformen kan svara på beror på vilken data som finns med. I ett första skede kommer ”collaborative platform” bara innehålla mobilnätsdata och då kan plattformen svara på de frågor som mobilnätsdata kan svara på (se avsnitt 3.3). Styrkan är att stora datamängder (”big data”) kan bearbetas, och genom detta ge en bild av flöden i transportsystemet. Mobilnätsdata kan användas framförallt för att förstå resvanor på en grov nivå: OD-rörelser, och kanske olika färdstätt i regionala förflyttningar. För att svara på fler av RVUers frågeställningar behöver mobilnätsdata användas tillsammans med data från olika källor – och det är tanken med plattformen i framtiden. Molntjänsten som utvecklas inom Drive Sweden innehåller flera datakällor, med fokus i nuläget framförallt på realtidsdata för fordonstrafik som ett sätt att förbereda för automatisering. Dock finns möjlighet att inkludera flera färdstätt, vilket kanske görs i framtida utveckling.

Användbarhet för resvaneundersökningar baserade på statistiska urval

Representativitet är ett problem med alla datainsamlingsmetoder. Om plattformen bara innehåller mobilnätsdata är urvalet skevt. Skevhet kommer delvis från

det faktum att mobilnätdata ger data om rörelser av mobiltelefoner anknutna till specifika nätverk. Även om alla nätverk är med i plattformen, återstår problemet att människor kanske bär med sig flera mobiltelefoner, eller inga alls: vem dessa är och hur man korregerar data är en osäkerhet i dagsläget. Om plattformen innehåller flera datakällor, kan flera olika datakällor användas tillsammans för att validera varandra. Plattformen ska inte lämna ut rådata av personliga integritetsskäl, men då är det svårt att förstå hur representativitet säkerställs och hur data kvalitetssäkras.

Statistiska kvalitetskriterier

Då utveckling av plattformen är i startgroparna, finns det inga uppgifter om kvalitetssäkring av data idag. Det är dock värt att påpeka att plattformen (av integritetsskäl) kommer att fungera som en svart låda, vilket innebär att kvalitetssäkring inte kan göras av en kund som köper tjänster från plattformen.

Resurseffektivitet

Det finns inga uppgifter om kostnader i dagsläget.

Juridiska förutsättningar

Genom att utveckla en plattform som tillhandahåller data från olika källor (t ex olika mobiloperatörer), ger plattformen möjlighet att utnyttja personliga data, utan att bryta mot lagstiftning om hantering av personliga data. Plattformen möjliggör även användning av data från flera konkurrerande företag (t ex mobiloperatörer) utan att bryta mot konkurrenslagstiftning.

4.3 Appar

Typ av dataunderlag

Här beskrivs tre olika appar: Cykelstad, MEILI och TRavelVU. Den första appen samlar in cykelresor från frivilliga respondenter i Göteborgs stad. Appen är en del av en satsning för cykling i staden och den innehåller även andra applikationer som stödjer cykling, t ex reseplanerare. Cykelstad samlar in GPS-spår för enskilda cykelresor. Ingen bakgrundsinformation samlas in om respondenten (t ex ålder, kön).

MEILI och TRavelVU är appar som samlar in RVU-data. Båda apparna avgör automatiskt färdväg och stopp. MEILI avgör även automatiskt vilka aktiviteter man gör. Apparna laddas ner av respondenterna och respondenten svarar på en bakgrundsenkät som ger information om användaren. Användaren granskar hur hen rest och korregerar när det behövs antingen direkt i appen (med TRavelVU) eller i ett webgränssnitt (med MEILI). Båda apparna erbjuder geografiskt kodad RVU-data och även bakgrundsinformation om respondenten.

Möjlighet att svara på olika typer av frågeställningar

Data från Cykelstaden kan användas för att få en förståelse av vägval för cyklister i staden och även längd, tider och hastigheter inklusive fördröjningar för dessa cykelresor. MEILI och TRavelVU ger rika data som kan svara på alla relevanta frågor som ställs på RVU-data (se avsnitt 3.3).

Användbarhet för resvaneundersökningar baserade på statistiska urval

Det finns ingen data om vem som använder Cykelstaden, så utan koppling till en annan enkät, är det svårt att veta vem som är med i urvalet, och det kan antas att urvalet är skevt.

Respondenter för MEILI och TRavelVU bör också representera ett skevt urval, dock har inga studier genomförts som studerat detta närmare. Då apparna samlar in bakgrundsdata om respondenterna, borde det vara möjligt att förstå skevheten, och vikta data.

Statistiska kvalitetskriterier

Det finns inga kvalitetsmått på data lämnad från Cykelstaden. I TRavelVU och MEILI, måste respondenten granska och godkänna data innan den ska användas i analyser. Orimligheter i data tvättas bort i TRavelVU och MEILI.

Resurseffektivitet

Cykelstaden är gratis, kostnader för undersökningar med TRavelVU motsvarar ungefär kostnader för webbenkäter. MEILI är inte en kommersiell produkt och kan inte köpas. Intresserade parter kan däremot använda koden från appen och analystjänster som är Open Source.

Juridiska förutsättningar

Det finns svårigheter med hantering av personliga data från appar. Det är inte fallet med Cykelstaden, men MEILI och TRavelVU hanterar personliga data. Datakommunikation är krypterad, och användarna skriver på ett avtal i appen och godkänner användandet av data enligt PUL. Förberedelser för GDPR pågår med TRavelVU.

4.4 Vägsidesutrustningar

Typ av dataunderlag

Dessa vägsidesutrustningsverktyg erbjuder nya sätt att göra flödesmätningar. Här redogörs för fyra olika verktyg som finns:

- ▶ Bumble Labs gör flödesmätningar av mobiltelefoner genom att använda wifi-signaler. Detta görs både inom- och utomhus, och erbjuder flödesmätningar för bland annat fotgängare och cyklister.
- ▶ Meltspot mäter mobiltelefoner genom att använda wifi-signaler. Detta erbjuder flödesmätningar av främst fotgängare på vald plats samt deras rörelsemönster där det finns ett nät av mätpunkter.
- ▶ Facility Labs gör flödesmätningar av fordon genom registreringsnummeravläsning och lasermätningar. Registreringsnumret jämförs med fordonsregister och kan på så vis ge uppgifter om ägaren.
- ▶ Viscando använder kameror för att göra flödesräkningar av fordon, fotgängare och cyklister på specifika platser. Även data om beteende och samspel kan samlas in.

Alla ovan nämnda metoder erbjuder flödesmätningar, det vill säga antalet (enheter) som passerar en viss punkt/punkter.

Möjlighet att svara på olika typer av frågeställningar

Dessa datakällor erbjuder framförallt mätning av antalet enheter som passerar en viss punkt, och av ett specifikt färdssätt. Data kan användas framförallt i kombination med annan data, framförallt i valideringssyfte i t ex modellering, eller andra syften där punktmätningar är relevanta.

Användbarhet för resvaneundersökningar baserade på statistiska urval wifi

Bumbee Labs mäter mobiltelefoner med wifi-sändaren på (dock behöver mobiltelefonen inte kopplas upp till ett specifikt wifi-nät). Enligt deras skattning, fångar de upp ungefär 85 % av befolkningen. Meltspot har i genomsnitt en täckningsgrad på 83 % av antalet besökare med en precision ner på 0,5 kvadratmeter. Facility Labs mäter antalet motorfordon som passerar en viss punkt, medan Viscando mäter antalet fordon, cyklister och fotgängare som passerar en viss punkt.

Statistiska kvalitetskriterier

Alla metoderna jämför resultat med andra mätningssyften, för Meltspot och Viscando manuella räkningar, men ingen information finns om vilka metoder för datatvätt, analyser mm som används av Bumbee Labs och Facility Labs. Viscando och Bumbee Labs erbjuder data med konfidensintervall.

Resurseffektivitet

Alla lösningar behöver installera vägsidesutrustning, där kameror är de dyraste av utrustningarna. Ju mer av staden som ska utrustas med mätpunkter, ju dyrare blir det. Alla lösningar bearbetar data automatiskt och levererar ett ”svar” som inte behöver ytterligare behandling.

Juridiska förutsättningar

Alla verktyg samlar in data som följer gällande regler. Bumbee Labs sparade först MAC-adresser för att kunna följa rörelser av mobiltelefoner via olika mätpunkter, men de fick ändra tjänsten efter granskning av datainspektionen, och får inte längre samla in MAC-adresser, vilket de nu har löst. Meltspot har anpassat sitt system efter den nya europeiska dataskyddsförordningen (EU 2016:679). Facility Labs har även detaljerade data om fordon med koppling till fordonsregister, men inga personuppgifter.

4.5 Sammanfattning och slutsatser

Det finns åtta svenska verktyg som har identifierats och studerats lite mer i detalj i detta projekt. Dessa verktyg erbjuder nya sätt att samla in relevant RVU-data, och de kan kompletteras med flera pågående initiativ och forskningsprojekt som tittar på nya sätt att samla in data.

Mognadsgraden av de studerade verktygen är olika. Vägsidesutrustningar har kommit längst tillsammans med insamling av FCD-data och för dessa finns flera kommersiella verktyg som har använts i Sverige. Utvecklingen av appar har kommit relativt långt, de finns också i bruk i Sverige idag. Plattformar som samlar olika datakällor (och specifikt mobilnärtsdata) är fortfarande i ett utvecklingskede.

Ingen av de lösningar som redovisas här erbjuder en helhetslösning eller en helhetsbild av persontransporter. Detta beror delvis på skevhet i urval, eller på grund av att de endast ger möjlighet att räkna vissa typer av enheter. Prisbilden varierar också och det är svårt att få en uppskattning av prisbilden för vissa lösningar. Det kan dock konstateras att passiva datainsamlingsmetoder är billigare men erbjuder inte data som är kopplade till individer, medan aktiva datainsamlingsmetoder erbjuder mer information men behöver mer insats för framförallt rekrytering av deltagare.

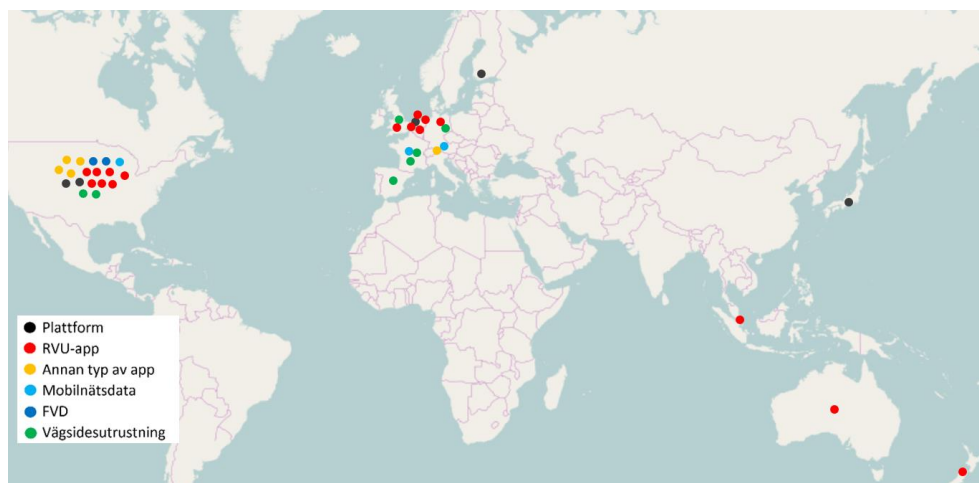
5. Resultat om internationella verktyg och applikationer

Detta kapitel beskriver de internationella verktygen och applikationer som kan användas för att samla in resvaneundersökningsdata. Verktygen och applikationerna utgår från beskrivningen i kapitel 3.

5.1 Internationella exempel – en överblick

Intervjuer och dokumentanalys/litteraturstudier har pekat ut flera nya internationella verktyg och applikationer som är intressanta för framtida resvaneundersökningar.

Inom ramen för detta uppdrag har ett 50-tal verktyg och applikationer identifierats som kan samla in RVU-relevant data. Dock är listan inte helt komplett, och vi vet att det kan finnas flera applikationer utanför Sverige, framförallt i länder med vilka vi har en språkbarriär (t ex Asien). Sammanställningen är gjord utifrån diskussioner med experter runtom i världen och en internationell litteratursökning, vilket ger ett bra underlag för vilka typer av verktyg som finns, även om listan inte nödvändigtvis är helt komplett. Det finns mycket data som är intressant ur RVU-perspektiv och det finns flera applikationer och verktyg som kan samla in data, men i detta projekt har fokus varit på identifiering av *nya sätt* att samla in data. Gamla sätt att samla data inkluderar slangmätning och liknande flödesmättningsverktyg som har använts i flera år. De olika verktygen kommer från olika delar av världen och de som har identifierats visas i Figur 5-1, uppdelade på vilken typ av verktyg de är: plattform, RVU-app, annan typ av app, mobilnätdata, FVD eller vägsidesutrustning.



Figur 5-1 Var de olika identifierade internationella verktygen kommer ifrån (notera att något verktyg utvecklats i två länder gemensamt och har då markerats i två länder (Källa grundkarta: OpenStreetMap)

Denna bild visar inte en fullständig bild av all utveckling, men visar de verktygen som vi har hittat, som koncentrerar sig främst i Europa, USA och delvis i Ostasien och Australien. Vi beskriver verktygen mer i detalj nedan samt diskuterar svagheter och styrkor med de olika lösningarna.

Utöver dessa verktyg och applikationer pågår det flera forskningsprojekt och försök av relevans. Ett exempel på ett relevant forskningsprojekt är TTS 2.0⁸ i Toronto, Kanada. Här pågår det ett treårigt forskningsprojekt för att hitta nya lösningar för att samla in RVU-relevant data i Kanada, bland annat med studier om appar, mobilnätdata och andra datakällor. Under hösten 2017 kommer det att pågå ett försök med RVU-appar för att förstå vilken effekt olika rekryteringsstrategier kan ha för att samla in RVU-data via app.

Relevant forskning som redan har publicerat resultat har tagits upp i avsnitt 3.2 – kunskapsläget enligt den vetenskapliga litteraturen. Intresserade läsare hänvisas till referenser för fler detaljer.

5.2 Plattformer

Plattformarna som har identifierats är av olika slag: vissa är byggda för att samla in data för ett visst syfte (t ex INRIX som samlar in data för att använda i TMS i realtid (traffic management systems) och RingRing som är en plattform för att samla in cykeldata), medan andra samlar in mycket data för olika syften, som kan användas för att skapa förståelse för resvanor (t ex Google Timeline, Sonys Lifelog).

Det pågår även mycket forskning inom detta område och många olika plattformar utvecklas i olika projekt runtom i världen. Detta görs till exempel inom många ITS-projekt och produkter som utvecklar ITS-tjänster t ex inom samverkande och uppkopplade system (Cooperative Systems), MaaS-tjänster (Mobility as a Service), autonoma fordon etc. Alla dessa behöver data som följer standarder och kan samlas i samma plattform från vilken data kan plockas eller frågor kan ställas.

De flesta plattformar tillhandahåller data från motorfordon och har därmed lite information om cyklister och fotgängare.

Nedan listas fem olika verktyg som visar bredden för plattformar som finns:

INRIX plattform (inrix.com/products/traffic), globalt, huvudkontor USA

INRIX är ett internationellt företag som erbjuder flera ITS-tjänster och säljer data om användning av vägnätet. Data är både historisk och i realtid, beroende på vad som är intressant för kunden som köper data. Data inkluderar restider, OD-matriser, realtidsflöden, t o m på stadsnivå. Data som erbjuds till kunder skiljer sig åt i olika länder/städer beroende på tillgång till data. INRIX köper data från flera källor, integrerar dem i en plattform, och säljer data vidare i aggregerad form t ex till städer som använder data i trafikledningssystemet.

⁸ <http://tts2.ca/>

Google Timeline ([support.google.com/maps~](https://support.google.com/maps/)), USA

Google Timeline samlar information om alla gjorda resor och ärende/platser man har besökt på individnivå. Det sker via data från flera olika källor, men alla kopplade till Google-tjänster och som inkluderar Google-sökningar, användning av Android telefoner, G-mail och G-maps. Detta skapar en bild av hur man reser, men för att individen ska kunna se sin timeline, måste vederbörande sätta på Location History. Det är mycket möjligt att Google sparar data även om användaren inte vill se sina egna data.

Lifelog (app.lifelog.sonymobile.com), Japan

Sonys Lifelog samlar in tiden när man har varit aktiv (gått, cyklat m m) och transporterat sig på ett eller annat sätt: data kommer från mobiltelefonen och rörelsedetektorer (armband och liknande). Även tid när man har sovit och varit passiv samlas in för att kunna räkna ut förbrända kalorier. GPS-spår för alla resor samlas också in, men i dagsläget finns det inga aggregerade data tillgänglig kring gjorda resor.

Ring Ring (ring-ring.nu), Nederländerna

Ring Ring är en plattform från Nederländerna som samlar in cykeldata. Cyklister får ladda ner en app som registrerar cykelresorna och de tjänar poäng med insamlade data som kan användas i olika butiker eller verksamheter. Plattformen är uppbyggd inom ett samverkansprojekt med staden Amsterdam, olika stadsdelar och cykel- och hållbarhetsorganisationer. Plattformen erbjuder cykeldata i realtid som kan användas av staden, men även andra städer kan betala för att få tillgång till data. Plattformen är verksam i Nederländerna, men registrerar även cykelresor utanför landet.

UrbanFlow (helsinki.urbanflow.io), Finland

Urban Flow var ett projekt inför designhuvudstadsåret i Helsingfors 2012 som handlade om att skapa en plattform och ett nätverk för att koppla samman smartphones och utplacerade informationsskärmar runt om i staden. Skärmarna syftade framförallt till att kunna förse besökare med information, men även till att ge dem möjlighet att bidra med information till systemet (om otrygga korsningar, underhållsbehov etc).

Sammanfattning – plattformar

Plattformar byggs för ett syfte, t ex att underlätta MaaS-tjänster, att erbjuda bättre tjänster till sina kunder, att samla in cykeldata etc. Många av plattformarna har utvecklats av privata aktörer som säljer tjänster och som ibland även säljer data. Data kan svara på olika typer av frågeställningar beroende på vilken data som finns i plattformen, men det är viktigt att påpeka att data ofta kan saknas för olika grupper då data från vissa grupper kan vara svårt att få tillgång till. Fordonstrafik är t ex enklare att samla data för, medan fotgängare och cyklister är svårare. Plattformar är ofta svarta lådor. Fokus är hittills big data som är insamlad på ett passivt sätt. Då data inte är godkänd av användaren, kan det vara problem med fel i data, bortfall och att individdata saknas. Om ett företag har individdata (t ex Google), kan det vara svårt av integritets- / juridiska skäl att kunna använda/köpa detaljerad information.

Det är oklart hur kvalitén på data ser ut idag. De flesta exempel erbjuder grov data, som inte detaljerat kan beskriva resmönster i urbana miljöer. Dock är detta område utforskat, och data av bättre kvalitet borde kunna tas fram. Data är också passiv, och billig. Det är möjligt att dessa data kan spela en roll i framtida resva-neundersökningar, men mer forskning behövs för att förstå potentialen i Sverige.

5.3 Appar

Det finns många olika appar utanför Sverige som samlar in RVU-relevant data. Här nedan finns en beskrivning av apparna uppdelade i tre olika kategorier: RVU-appar, cykel-appar och motions-appar. De allra flesta appar som identifierats inom ramen för detta uppdrag är RVU-appar, vilket beror på de sökord som använts i sökningar. Syftet med sökningen var att hitta exempel på verktyg som kan användas i RVU-syfte. Andra appar kanske inte har använts i samband med insamling av för RVUer relevant data, även om de skulle kunna göra det i framtiden.

RVU-appar

Det finns två olika typer av grupper som har utvecklat RVU-appar internationellt: den första är forskningsinstitut och universitet, medan den andra är företag som arbetar med trafik- och stadsplanering. De flesta universitet som arbetar med trafik och transporter har utvecklat appar eller studerat hur GPS-data insamlad via smartphones kan användas för att bättre förstå trafik och transporter. I USA har dessa universitet oftare gått ett steg längre och utvecklar appar som kan användas kommersiellt (men inte alltid). I andra delar av världen stannar utvecklingen ofta vid ett projekt som utvecklar appen, utan vidare ”försäljning”.

Däremot, när företag utvecklar appar, brukar de gå ett steg längre och utveckla en app som kan säljas (oftast av företag som har erfarenhet av RVU i ”traditionellt format”), med mer fokus på praktisk användning, handhavandet och personlig integritet hos respondenterna.

Nedan finns åtta exempel av RVU-appar som har som syfte att samla in RVU-data, följt av tre appar som samlar in RVU-data men har ett MM-syfte – det vill säga inte enbart samlar in data, utan också försöker påverka resandet. Apparna visas i alfabetisk ordning.

ATLAS II (Australien / Nya Zeeland)

Appen som University of Queensland i Australien ligger bakom, är ett resultat från flera forskningsprojekt i Australien, och den samlar in resinformation med GPS-spår. Resenären granskar färdstätt som appen föreslår utifrån det automatiskt insamlade uppgifterna. Användaren fyller i ett formulär med socioekonomiska uppgifter efter att man skapat ett konto på appen. Uppgifter som samlas in är ålder, kön, boendesituation, sysselsättning och resbeteende.

Commute Warrior (gatech.edu/commutewarrior), USA

Det är en app som utvecklas i forskningssyfte av Georgia Institute of Technology (USA) och är en ganska enkel variant som i dagsläget inte går att ändra resor i, även om det går att se resor i en karta. Appen identifierar automatiskt av färdstätt och start och stopp. Det är oklart om det går att köpa eller använda appen och

den finns i nuläget bara tillgänglig för Android-användare, även om en iOS-variant är under utveckling.

DailyTravel (dailytravelapp.com), USA

En app som utvecklades av ett företag i USA (Westat) som har erfarenhet av RVUer genom traditionella metoder. Appen har utvecklats av företaget, men har än så länge bara använts i en mindre studie (<100 deltagare) och förväntas användas av staden Chicago senare under 2017. Appen utgår från att den är ett komplement till andra datainsamlingsmetoder för RVU-data (t ex web- eller pappersenkäter). Identifiering av resor sker automatiskt, men det är viktigt att deltagarna kan ändra och rätta resorna, och deltagarna fyller i bakgrundsenkät på webben. I USA är det mer vanligt med RVUer på hushållsnivå istället för individnivå, så appen ger möjlighet att koppla hela hushåll, inte enbart en individ. Integritetsfrågor adresseras i varje enskilt fall, dock skriver användaren på ett avtal (klickar i ruta) när de laddar ner appen och accepterar att data kan användas i forsknings syfte.

FM Sensing / Mobile Market Monitor (www.mobilemarketmonitor.com), Singapore / USA

Mobile Market Monitor är namnet på företaget som använder en app som heter FM Sensing, dock används också namnet Mobile Market Monitor som namnet för tjänsten (användning av appen). Appen utvecklades av MITs (Massachusetts Institute of Technology), Singaporefilial, och företaget finns för närvarande i både Singapore och USA. Appen har utvecklats av forskare, i första hand i forskningssyfte. Referenser är idag framförallt akademiska och det står att data bara kommer att användas i forskningssyfte. Appen detekterar automatiskt färdssätt samt start/stopp och användaren kan rätta data. Det finns problem med användbarhet och handhavande i nuvarande version, men utveckling pågår (dock framförallt i maskininlärning, så att användaren behöver rätta mindre). Användare fyller i en enkät i webläsaren (inte i appen).

Modalyzer (www.modalyzer.com), Tyskland

Modalyzer är en app som har utvecklats av tyska företaget InnoZ. Appen avgör automatiskt färdssätt och start/mål som användaren sedan ska rätta. Rättade data används sedan för att bättre avgöra framtida resor. Användaren kan även flagga för fel till företaget så de kan förbättra sina algoritmer. Appen har använts i flera studier i Tyskland, och det pågår en undersökning i Ukraina i fyra städer parallellt. Appen finns i dagsläget på fyra olika språk (engelska, tyska, ukrainska och spanska). Appen erbjuder även möjligheten för användaren att ladda ner sina egna resor. Appen har godkänts av tyska datainspektionen för insamling av personuppgifter.

rMove (rmove.rsginc.com), USA

rMove är en enklare variant av app som samlar in RVU-data. Appen koncentrerar sig på att identifiera start-/målpunkter för en resa och ber sedan användaren att fylla i färdssätt och vad de hade för ärende. Det finns ingen automatisk färdssätts-identifiering eller identifiering av aktiviteter/ärenden. Appen ger dock en geografisk visualisering av hur man har rest samt start-/sluttider och lokalisering för att användaren ska få bättre möjlighet att komma ihåg hur de har rest. Det finns

även bakgrundsenkät i appen. Appen är utvecklad av företaget RSG, ett konsultföretag med flera kontor i USA.

RouteScout (nustats.com/webandmobileapps), USA

RouteScout är ett av fyra verktyg som erbjuds av det amerikanska företaget Nustats som samlar RVU-relevant data. RouteScout är en app som loggar GPS och identifierar färdväg och start-/målplatser automatiskt som sedan ska rättas av användaren. Företaget har även utvecklat ett avancerat verktyg för att samla in RVU-data via webben, som använder sig av detaljerade kartfunktioner (NuTripX) och dessa verktyg kompletterar varandra beroende på syftet med studien.

Sense.DAT (www.dat.nl/en/products/sensedat), Nederländerna

Appen Sense.Dat mäter, analyserar och lagrar resmönster och resupplevelser. Appen känner automatiskt av färdväg baserat på rörelsemönstret och mäter var och när man reser. Resorna kan rättas i efterhand av användaren. När man startar appen kan man svara på bakgrundsfrågor som är olika beroende på vilken studie man deltar i.

Norska TÖI har bl.a. använt verktyget för att kartlägga skillnader i hastighet mellan vanliga cyklister och elcyklister samt skillnader i hastigheter baserat på kön och ålder respektive vägens lutning. Verktyget har också använts för att ta fram kartor över cyklisternas rörelsemönster i Oslo. Algoritmerna i appen ligger dessutom bakom flera MM-appar (se nedan) i Nederländerna och Belgien.

SmartTrAC (smartrac.umn.edu), USA

Appen SmartTrAC har utvecklats på Universitetet i Minnesota med stöd av amerikanska transportdepartementet (United States Department of Transportation, USDOT). Appen samlar in uppgifter om resan och ärenden. Den upptäcker och klassificerar automatiskt dagliga aktiviteter och resor med hjälp av telefonens GPS och accelerometerdata. Den låter användare se och korrigera den automatiskt identifierade och klassificerade informationen samt sammanställer uppgifterna till aggregerad nivå.

SmartSurvey (www.ait.ac.at/~capturing-travel-demand)

Appen SmartTrAC har utvecklats på Austrian Institute of Technology. Appen samlar in uppgifter om resan och ärenden, och identifierar automatiskt 8 färdmedel. Den låter användare se och korrigera den automatiskt identifierade och klassificerade informationen i ett webgränssnitt samt sammanställer uppgifterna till aggregerad nivå.

TRAC-IT (~/projects/trac-it), USA

Appen använder telefonens GPS-data för att samla in resdata genom flera databehandlingsmoduler och producerar information om POI (Point of interest), transportsätt och resans syfte (via geografiska informationssystem). TRAC-IT interagerar också som personlig rese-coach för att hjälpa användaren att spara tid och pengar genom att effektivisera sitt resebeteende. I senare steg utvecklades en applikation för att påverka resebeteendet oberoende av transportsätt. Utvecklingen

av appen verkar dock inte ha varit aktiv på många år. Detta verkar ha varit ett av de tidigaste försöken med RVU-appar.

Sammanfattning – RVU-appar

Det pågår en del utveckling av RVU-appar runt om i världen, många av de mest intressanta apparna är utvecklade i USA. De flesta av dessa appar bygger på samma koncept: automatisk detektering av start/stop och färdstätt, möjlighet att rätta när algoritmerna inte är rätt samt en enkel bakgrundsenkät. Skillnaderna handlar mest om användbarhet, om man rättar och fyller i enkät i appen eller på webben. En del intressanta finesser som finns hos vissa appar är insamling på hushållsnivå, möjlighet att flagga för fel och tillgänglighet på flera språk.

Det finns knapphändig information kring hur mycket användarna behöver stänga av/sätta på respektive app samt vilken information om gjorda resor som finns tillgänglig för användaren (till exempel sammanställningar över veckans resor). Många av apparna kan man själv inte prova utan att vara med i en undersökning. I många fall är det också oklart om apparna används i större skala, vilket kan vara ett tecken på att många än så länge inte har testats i verkligheten i någon större utsträckning.

Mobility Management (MM) RVU-appar

Utöver rena RVU-appar, finns det också appar som använder samma typ av grundläggande algoritmer och presenterar individens resor, men som har som syfte att påverka resande. Dessa Mobility Management (MM) RVU-appar inkluderar:

Positive Drive (positivedriveapp.com), Nederländerna

Appen har utvecklats av holländska företaget Ijsberg Holdings. Appen identifierar automatiskt vilket färdstätt man reser med och ger positiv feedback genom smileys:

Positive Drive is the first gamification tracking app that only rewards positive behaviour in traffic. With precision nudges we aim to solve the problems of the future: the increasing CO2 levels and traffic safety. (från web-sidan: 2017-05-17)

Detta görs till exempel för att meddela bilister att de kör för snabbt eller för att uppmuntra cykling och gående. Genom appen får man även en bild av resandet, men användaren bekräftar inte sina resor.

BetterPoints (www.betterpoints.uk), UK

Med appen BetterPoints loggas gång-, cykel- och kollektivtrafikresor och man får poäng för dessa för att uppmuntra till mer hållbara färdstättssval både med avseende på hälsa och miljö. Man kan även få poäng för samåkning och volontärarbete. Det insamlade datamaterialet kan användas för att till exempel förstå vilka parker som är mest populära, vilka delar av staden många cyklar i och vilka busslinjer som behöver förbättras.

RouteCoach (www.routecoach.be), Belgien

Appen är utvecklad i Belgien, av företaget Mobiel21, kopplat till staden Leuven. Den samlar in resvanedata och ger anpassade tips till användare för hur de kan resa mer hållbart. Användaren rättar/bekräftas inte sina resor.

SMART / Sesamo, Nederländerna

Mobidot har utvecklat en RVU app, Sesamo, som automatiskt samlar in resedata där man bland annat får start-/målpunkter, rutter, ärende och färdstätt. Information om respondenten samlas in med inledande frågor in i appen. Mobidot säljer förutom appen också teknologin bakom appen till kunder som vill utveckla sin egen RVU-app vilken i så fall kan anpassas enligt kundens önskemål. Mobidots teknologi står därför bakom mobility-appar så som t ex SMART, en MM-app som bland annat testas/har testats i Göteborg.

Sammanfattning – MM-appar

MM-apparna liknar RVU-apparna mycket (utöver att de också har delar som syftar till beteendepåverkan) och är vanligare i Europa, där arbetet med omställning till ett hållbart transportsystem kommit längre än i USA. Det verkar dock som att MM-appar i lägre utsträckning vill att användaren korrigerar/godkänner resorna. Det förekommer att samma ”motor” används för både RVU-app och MM-app.

Cykel-appar

Det finns flera appar som samlar in cykeltrafikdata. På europeiska cykelförbundets (European Cyclist Federation – ECF) websida⁹, finns det en särskild sida om vilka appar som finns och varför de kan vara viktiga för förståelsen av cykeltrafik. Utöver det finns det även ytterligare exempel, några av vilka belyses i mer detalj här. Det är intressant att utvecklare av dessa appar brukar ha som syfte att öka cyklande, och de utvecklas av cykelentusiaster eller till och med offentliga organisationer för att hjälpa till med att främja cykling. Det saknas idag data om cyklister och deras resor (framförallt vägval), och det är framförallt detta som är den drivande faktorn i utveckling av dessa appar.

Bike Citizens (www.bikecitizens.net), Österrike

Cykelappen Bike Citizens säljs av företaget BikeCityGuide Apps GmbH i Österrike. Företaget startades av två cykelkurirer och är speciellt utformad för cyklisters behov i städer. Den finns nu tillgänglig i mer än 350 städer i Europa, Australien och USA. Appen är ett navigeringsverktyg för cyklister där användaren hittar vägen, hittar en plats (den pekar ut PoI medan man cyklar), guidning via ljud och registrerar resan. Med aktivitetsfunktionen kan resan registreras avseende färdväg och hastighet. Med en internetanslutning visas alla spår som personlig heatmap för användaren. Företaget har även utvecklat ett billigt och enkelt verktyg med vilket man kan fästa smartphonen på cykelstyret (se Figur 5-2).

⁹ <https://ecf.com/what-we-do/urban-mobility/cycling-data-collection>



Figur 5-2 Bike Citizens verktyg som möjliggör att sätta fast en smartphone på cykelstyret

GPS-data för registrerade resor från cyklister tillhandahålls till partnerstäder. Analysen och visualiseringen av dessa data kan ge inblick i cykelmönster i staden.

CycleTracks ([~/cycletracks-iphone-and-android](#)), USA

Appen kartlägger cykelresorna i San Francisco och har utvecklats av transportmyndigheten i San Francisco (USA) för att förstå cyklisternas behov, för att effektivare prioritera cykelinfrastrukturinvesteringar. CycleTracks använder mobilens GPS för att registrera användarnas cykelresor och tider och visar kartor över resorna. I slutet av varje resa skickas data som representerar resans syfte, rutt, datum och tid till databasen hos transportmyndigheten i San Francisco. Alla personligt identifierbara data hålls konfidentiella. CycleTracks har använts i flera forskningsprojekt, framförallt i USA.

Sammanfattning – cykelappar

Det finns en hel del cykel-appar. De flesta är utvecklade för att göra cykling mer attraktivt, och inte primärt för att samla in resvanedata. Detta avspeglas främst i att användarna ofta aktivt måste starta/stoppa loggningen och det faktum att till exempel navigeringssystem oftare används för obekanta resor, än för resor man gör varje dag.

Motions-appar

Det finns många motionsappar och här visas några:

Moves (www.moves-app.com), USA

Appen utvecklades av ProtoGeo Oy, som nu ägs av Facebook. Appen laddas ner till mobiltelefoner och använder pedometer och GPS för att kartlägga resor till fots (promenad eller löpning) och med cykel. Ingen insamling av data sker mer än för användares eget bruk och här samlas heller inte några bakgrundsuppgifter

in. Kopplingen till Facebook skulle kunna ge möjlighet för storskalig datainsamling.

Runkeeper (runkeeper.com), USA

Via appen Runkeeper samlas GPS-data in från mobilen som används för att räkna ut färdlängd och rutt. Huvudsyftet med appen är att man som motionär ska få data på sin träning. Användaren ska sätta på och stänga av appen. Dock samarbetar Mapbox med Runkeeper för att analysera resor och heat maps med flöden av cyklister och gående på olika länkar kan levereras.

Endomondo (www.endomondo.com), USA

Endomondo är uppköpt av ett amerikanskt företag med namnet Under Armour. Tidigare var det danskt. Företaget har även köpt upp MapMyFitness som är en liknande app. Endomondo är utformad för att spåra användarens träningspass, ge ljudåterkoppling längs vägen och ge vägledning för att nå uppsatta mål. Appen synkroniseras med Endomondo.com, där användaren kan få tillgång till en träningsdagbok och analysera träningsaktiviteterna.

Sammanfattning – motionsappar

Det finns många olika motionsappar. Gemensamt för dem är att de är utvecklade primärt för att samla in träningsdata till användaren. Det finns dock exempel där denna data aggregeras och analyseras för att försöka ge en mer övergripande bild av hur främst gående och cyklister rör sig. Det skiljer sig mellan apparna om användarna aktivt behöver sätta på och stänga av loggningen eller inte.

Sammanfattning – appar

Det finns varierade appar runtom i världen som samlar in RVU-relevant data. Appar som har som syfte att samla in RVU data skulle kunna användas i Sverige, dock är det oklart om alla appar uppfyller kraven för hantering av personuppgifter, då regler för hantering av personuppgifter skiljer sig åt i olika länder. Appar som utvecklas i EU ska från och med nästa år uppfylla kraven inom EU lagstiftningen för hantering av personuppgifter (GDPR). Det är också oklart om det går att köpa data från tjänster såsom Endomondo och Runkeeper.

Alla appar lider av problem med representativitet då datainsamling bygger på att individer måste ladda ner appen och därmed vara aktiva i datainsamlingen. RVU-appar kan kompletteras med riktad rekrytering och förståelse av vilka grupper som har deltagit i undersökningar, men inga av de tjänster vi har hittat har utforskat problemet med representativitet i större utsträckning, även om det idag pågår flera forskningsförsök för att utreda problemet.

Appar publicerar sällan exakta beskrivningar av hur datatvätt och identifiering av färd sätt går till. Även om individer godkänner data, måste orimligheter i data tvättas bort.

I många länder tror man på appar för att samla in data i framtiden, men problemen med jämförbarhet med tidigare studier, och jämförbarhet mellan länder har inte heller tagits upp.

5.4 Mobilnätdata

Det finns flera forskningsprojekt inom mobilnätdata runtom i världen, utöver några företag som erbjuder tjänster i samarbete med mobiloperatörer. Forskningsprojekten utvecklar olika samarbetsformer och identifierar vilka data som kan produceras (t ex South Pole Group in Nuremburg, Tyskland i samarbete med mobiloperatör Telfónica, och Teralytics; NTNU, SINTEF och Telenor i Norge). Utöver detta är det även värt att påpeka att det här finns en möjlighet att använda mobilnätdata i länder som har liten eller ingen kunskap om resandet, men som har stor användning av mobiltelefoner (t ex i delar av Afrika, och Asien).

AirSage (www.airsage.com), USA

Det amerikanska företaget AirSage säljer olika typer av OD-matriser estimerade utifrån mobilnätdata. Uppgifterna samlas in från alla mobiltelefoner som befinner sig inom ett visst område. Uppgifter inkluderar även köns- och åldersfördelningar, men det är oklart hur dessa tas fram. Fokus är framförallt på vägtrafik.

Invenium Data Insights (www.invenium.io), Österrike

Det österrikiska företaget Invenium Data Insights samlar in ”händelser” från alla mobiltelefoner som har abonnemang tillsammans med den största mobiloperatör i Österrike. De får för varje händelse ut en tid- och platsinformation och kan på det sättet spåra rörelser. Verktöget kan räkna ut färdstättfördelning för bil-, tåg- och tunnelbanetrafik och även ärenden för varje gjord resa.

MediaMobile (www.mediamobile.com), europeisk, huvudkontor i Frankrike

MediaMobile använder sig av mobilnätdata från operatören Orange i Frankrike vid estimeringar av rådande trafikläge. Man får ut trafikflöde och val av bästa rutt. Fokus ligger på vägtrafik och det görs ingen uppdelning på färdstätt.

Sammanfattning – mobilnätdata

För att kunna erbjuda mobilnätdata för att förstå trafikflöden, behövs det samarbete med mobiloperatörer. Det finns få företag som erbjuder tjänster, det är framförallt AirSage i USA som erbjuder tjänster för just detta, medan andra tjänster vi har hittat är en mindre del i en större verksamhet.

Det är oklart om data från privata aktörer kan köpas och användas av andra organisationer. Rutiner för datatvätt brukar inte publiceras, och det är oklart hur algoritmer fungerar för att aggregera och/eller sammanställa data.

Mobilnätdata är passivdata, som är skevt i urval. AirSage i USA har kanske störst framgång idag då lagstiftningen för hantering av personliga uppgifter inte är lika sträng jämfört med i Sverige och andra länder i Europa.

5.5 FVD

FVD (Floating Vehicle Data) är det många företag som erbjuder, inklusive biltillverkare. Här ges ett par exempel:

Octo Telematics (www.octotelematics.com), Världen (USA, Europa)

På uppdrag av stora försäkringsbolag har Octo Telematics låtit förse många fordon med utrustning på GPS-enheter. Utrustningen samlar in data om förarbeteenden i olika trafiksituationer och uppgifterna används för att ta fram modeller och algoritmer för att beräkna risker, bl a som underlag för försäkringsbolags prissättningar. Företaget arbetar dessutom inom ITS-branschen generellt och mycket med samverkande och uppkopplade trafiksystem (på engelska: Cooperative Systems) som tillhandahåller olika slags FVD.

Strava Metro (metro.strava.com), USA

Strava vänder sig i första hand mot användare (löpare, cyklister etc) för att samla GPS-spår för motionssyfte, men Strava inkluderar också Strava Metro; en tjänst som säljer data från Strava-användarna och erbjuder kartor med gång- och cykelflöden (och även data). De har sålt tjänsten i bl a ett flertal städer i USA och Australien.

Tom Tom (www.tomtom.com), NL samt Waze (www.waze.com), USA

Tom Tom är uppköpt av Google och erbjuder GPS-information, både historisk och realtidsdata genom navigeringssystem i privata fordon. På så sätt kan man t ex förvarna om platser med trafikstockningar, genomsnittliga hastigheter o s v.

Google har nu också köpt upp Waze mobile. Användarna laddar ner en app och med hjälp av GPS kan Waze få ut realtidshastigheterna för användarnas fordon. Dessa hastigheter jämförs sedan med medelhastigheten på vägsträckan. Man kan då se på en karta och få realtidsinformation kring trafikläget och trafikstockningar. Alla gjorda resor samlas och används av Waze på ett aggregerat och anonymt sätt för att göra olika typer av flödesanalyser.

Allt detta görs som ett sätt för Google att förbättra sina tjänster för användare: reseplanerare med realtidsskattningar, information om förseningar i nätverk etc.

Sammanfattning – FVD

Data om hur fordon eller individer reser är intressant för olika syften och exemplen av FVD utanför Sverige är flera. Här har vi bara belyst ett fåtal exempel. Denna typ av data brukar vara intressant bara om den samlas in i stor skala: de aggregerade FVD-data kan köpas och användas för att förstå resandet.

Det är oklart om data från privata aktörer kan köpas och användas av andra organisationer. Rutiner för datatvätt brukar inte publiceras, och det är oklart hur algoritmer fungerar för att aggregera och/eller sammanställa data.

Då användaren brukar skriva på ett avtal i samband av användning av en tjänst (t ex ruttplanering, återkoppling om cykelresor), brukar användning av personliga data inte vara ett problem. Beroende på hur dessa avtal är utformade kan de dock göra det svårt att använda datamaterialet för resvaneundersökningssyften.

5.6 Vägsidesutrustningar

Det finns många exempel på olika tekniker för att göra flödesmätningar genom vägsidesutrustningar. Här nämns några exempel:

Clearview Intelligence (www.clearview-intelligence.com), UK

Clearview Intelligence har bland annat utvecklat ett system för trådlös fordonsdetektering för att kunna mäta trafikflöden (både motorfordon och cyklar). De använder magnetiska sensorer i marken.

Dilax (www.dilax.com), huvudkontor Tyskland

Dilax har utvecklat olika mätapparater för att mäta besöksflöden inom- och utomhus, data kring antal besökare samt passagerarflöden i kollektivtrafiken. De arbetar med automatiserade flödesmätningar, automatiserade passagerarberäkningar, ”Dynamic seat management” i kollektivtrafik, spårning av smarta mobiltelefoner och erbjuder också verktyg för dataanalys.

Teknologin bygger på kameror och 3D-sensorer. Förutom beräkning av antal besökare och resenärer kan följande information fås:

- ▶ Detektering och analys av besökare som t ex kön och ålder
- ▶ Igenkänning av registreringsskyltar
- ▶ Wifi-spårning
- ▶ POS (point of sale) data, d v s datauppgifter från försäljning vid en viss plats där man via betalkort kan få ut uppgifter om individen som t ex kön och ålder
- ▶ Automatisk stämpelklocka på arbetsplatser

Econolite (www.econolite.com), USA

Econolite i USA tillverkar kameror, radarutrustning och trådlösa markdetektorer för trafikmätning. De erbjuder också system för sammanställning och övervakning av trafikflöden i realtid, för styrning av exempelvis trafiksignaler för att optimera trafiken.

Eco-counter / Amparo solutions (www.eco-compteur.com), Frankrike

Eco-counter erbjuder olika utrustning för mätningar av GC-flöde. Dessa utrustningar liknar slangmätningar. Såväl flöde som riktning kan mätas. Det finns också varianter som har realtidsskylt med antalet förbipasserade cyklister/fotgängare, som kan användas i MM-syfte.

Flir (www.flir.com), huvudkontor USA

Flir verkar inom ITS-området och tillverkar olika typer av kameror och mätsystem. Flir har utvecklat olika typer av produkter för ITS, bland annat ”all round”-sensorn TafiOne som med hjälp av termisk bildbehandling och wifi-spårning kan fånga data från alla trafikslag (fordon samt gång- och cykeltrafik). Underlaget kan då bl a användas för att mäta trafikflöden och trafikköer samt användas vid analyser av trafiksäkerhet. Wifi-spårning innebär att man kan få ut restid och flödesdata vid vägsegmentet där utrustningen finns.

Quantaflow (www.quantaflow.com), Frankrike

Quantaflow mäter besöksflöden inomhus (köpcentrum m m). De har olika mätutrustningar och olika inomhussensorer: laser, scanner och 3D-kameror. Den senaste apparaten som har utvecklats är en 3D-kamera som t ex anläggs på taket vid entrén för önskade butiker och som på sätt kan räkna antal besökare.

Urbiotica (www.urbiotica.com), Spanien

Urbiotica erbjuder trådlösa sensorer för guidning inom parkeringsytor för att använda ytor i städer på mer effektivt sätt genom att använda Big Data-teknologi.

Sammanfattning – vägsidesutrustning

Idag finns det många nya metoder för att göra flödesmätningar för olika grupper av trafikanter. Dessa verktyg används redan idag i flera länder, både för inomhus- och utomhusbruk. Alla verktyg är passiva och behöver ingen aktiv medverkan av trafikanter. De har alla felmarginaler i identifiering av antalet trafikanter, men har vanligtvis metoder för att kvantifiera fel eller jämföra med andra metoder.

Prisbilden varierar för de olika metoderna, samtidigt som pris varierar beroende på hur många mätpunkter som finns, datakvaliten och vilken data som levereras (vilka färdstätt, endast flödesmätningar eller också igenkänning).

5.7 Sammanfattning och slutsatser

Runtom i världen finns det många nya metoder som samlar trafik- och transport-data. De nya metoderna speglar de nya lösningar och pågående forskningsprojekt som finns i Sverige.

Fram till ganska nyligen var det framförallt offentliga organisationer som samlade in data och publicerade offentlig statistik. Läget har ändrats och genomgången av internationella verktyg visar att företag utvecklar inte enbart verktyg som samlar in data, men även äger (och ibland säljer) data som redan samlats in i annat syfte, och som kan användas till att svara på RVU-relevanta frågor. Data är en ny produkt på marknaden och flera företag börjar redan att se nyttan med detta.

Det är svårt att säkerställa kvaliteten på insamlade data med de nya verktygen, då algoritmer för datatvätt och bearbetning av data inte brukar publiceras. Det är också svårt att skatta kostnader för de flesta verktygen, då prisbilden saknas i de flesta fall.

Juridiska förutsättningar är olika i olika länder, och hantering av personliga data skiljer sig åt. I vissa länder är det enklare att samla in och använda/sälja personliga data. Sverige (och EU) har strängare regler än många andra länder, vilket kan påverka vilka verktyg som kan användas i vilka länder, och vilka juridiska anpassningar som behöver göras.

Det finns flera verktyg som erbjuder liknande produkter (t ex många RVU-appar, många vägsidesutrustningar etc). Det är inte möjligt att peka ut vilka som är ”bättre” än andra, då för- och nackdelar beror på tillämpningar.

6. Slutsatser och rekommendationer

6.1 Sammanfattning och diskussion

Problemen med traditionella metoder för att samla in resvaneundersökningsdata upplevs på många håll runt om i Europa och i resten av världen. Dessutom är det många som ser potentialer i nya sätt att samla in data. Detta gör att det pågår en del hel utveckling inom området både i Sverige och i resten av världen.

Målet med detta projekt var att inventera den nationella och internationella arenan inom området samt att kartlägga och karaktärisera teknisk mognad hos applikationer och verktyg som har utvecklats eller håller på att utvecklas för att samla in data om resvanor eller mer generellt kring personers mobilitet. Målet var också att kartläggningen ska kunna ligga till grund för metodvalet i pilotprojekt som är planerade att genomföras under hösten 2017.

Det finns olika typer av verktyg/metoder under utveckling för att samla in RVU-data, dels verktyg som utformas just med syftet att samla in denna typ av data, till exempel mer avancerade webenkäter och appar, och dels metoder för att använda data som är insamlad i annat syfte än att användas i RVU-sammanhang, till exempel mobilnätdata. I denna rapport har vi scannat av vad som pågår just nu och försökt sammanfatta det mest centrala. Det finns dock en risk att använda sökord och sökmotorer inte lyckats hitta allt som är relevant, till exempel på grund av språkbarriärer. Utgångspunkten har varit att fokusera på nya sätt för datainsamling och/eller nya sätt att använda traditionella data. Detta gör att framförallt antalet verktyg som beskrivs inom olika områden är olika omfattande, det ska inte tolkas som att det är en värdering av hur viktigt området i sig är.

För att frågeställningar kring förståelse av mobilitetsval ska kunna besvaras krävs i många fall att datamaterialet innehåller information om individen och om ärende. Denna typ av data är svår att samla in med många av de verktyg/metoder som utformats för andra syften än RVU, så som mobilnätdata, biljett- och betalsystem, mätning på fordon samt vägsidesutrustning och behöver därför oftast samlas in genom traditionella metoder, webenkäter och/eller appar designade för RVU-data. Däremot är dessa individfokuserade verktyg/metoder svåra att genomföra kontinuerligt och i tillräckligt stor skala för att kunna klara av alla de nedbrytningar som vissa frågeställningar kräver. Om man kan lyckas kombinera dessa typer av datakällor, så att intervjuer/webenkäter/appar kan stå för förståelse på en individnivå och andra, större data, kan stå för totala resandemängder och aggregerade mönster skulle en mycket användbar RVU-databas kunna skapas.

Generellt sett kan konstateras att det verkar finnas en trade-off mellan stora datamängder och information om individen och resans ärende. Frågeställningarna är avgörande för var denna gräns går.

Data bör i framtiden kombineras på olika sätt för att spegla en helhetsbild av trafik och transporter, och för att svara på de olika frågeställningar som finns.

Text kan individdata ge en djup förståelse av hur olika grupper reser, och detta kan kombineras med kontinuerlig och passiv datainsamling som ger en bild av hur trafik och transporter förändras över tid. Snitt- eller platsmätningar på cykelstråk skulle kunna kombineras med data från låncykelsystem för att skapa en förståelse av resväg för cyklister, etc. Det finns många möjligheter, och de bör utgå ifrån de frågeställningar som finns att besvara.

Den data som samlas in med de nya metoderna finns oftast hos privata aktörer. För att en offentlig myndighet ska kunna använda sig av dessa data, måste det finnas kvalitetssäkring för de olika datakällorna. Text för individdata genom bekräftelse från användaren, och för passiva data genom jämförelse med andra datakällor, eller med stickprov etc.

Mognaden i verktygen varierar mycket, från forskningsprojekt där koncept utvecklas till färdiga verktyg som kan användas för att samla in data redan idag. Det finns också skillnad i vilka verktyg som finns att använda i olika länder, dock speglar utvecklingen i Sverige utvecklingen i andra länder. Det finns också datakällor som diskuteras mycket, till exempel reseplanerare, men där det inte går att hitta verktyg/metoder där detta faktiskt används. Gemensamt för alla verktyg och metoder är att mer kunskap behövs kring rekrytering, urval och bortfall. Fokus har än så länge varit den tekniska utvecklingen. Få undersökningar studerar skillnaden i urval, bortfall och resultat mellan traditionella insamlingsmetoder och dessa nya verktyg och metoder. Det finns också en del återstående arbete när det gäller hur rådata ska bearbetas för att ge relevant information. Resan från att det är tekniskt möjligt att göra något till att det är en ”off-the-shelf”-lösning är kvar att göra för många av verktygen.

Juridiska aspekter behöver i de flesta fall också studeras närmre. För data som samlas in med andra syften än för RVU kan det behövas medgivande/informering av de som lämnar data för att datamaterialet juridiskt sett ska kunna användas. Spelreglerna ändras också något när EUs nya lag kring datasäkerhet (GDPR) träder i kraft 25 maj 2018. Integritetsskyddet för individen stärks, men det skapar också enhetliga regler inom hela EU, vilket kan underlätta både import och export av verktyg/metoder inom EU. Det är dock oklart vad som gäller vid import av verktyg från utomeuropeiska länder, då juridiska aspekter behandlas på olika sätt i olika länder.

Sverige har på något område produkter som väl kan mäta sig med vad som händer i resten av världen. Vi har också en aktiv mobilnäs- och fordonsindustri som kan vara bärare av nya lösningar.

Man kan konstatera att mycket av forskningen och utvecklingen kring nya verktyg/metoder görs i vissa länder i Asien. Detta beror sannolikt på att lagstiftningen kring integritetsskydd ser annorlunda ut i dessa länder jämfört med i Sverige och Europa. Det är också värt att ta i beaktande om man vill importera verktyg från dessa länder. Europa verkar ha en av de strängaste integritetslagstiftningarna, strängare än både Asien och Nordamerika.

6.2 Slutsatser

I stora drag gör vi följande slutsatser efter genomgången av verktyg/metoder och litteratur för att samla in RVU-data:

- ▶ **Framtidens RVU består sannolikt av olika datakällor som integreras i en plattform** där olika typer av data kan integreras.
- ▶ Totalt sett (alla datakällor tillsammans) behövs uppgifter om **resan** (geografisk start- och slutpunkt, gärna också vägval; tid för start- och slutpunkt samt varaktighet av resan; färd sätt för resan), om **ärendet** (varför man reser) och **individen** (vem som reser och karaktäristika för denne).
- ▶ **Olika typer av datamaterial kan svara på olika frågeställningar**, det är inte nödvändigt att ställa samma höga krav på information och noggrannhet i alla fall.
- ▶ En relativt **djup information om individen** och om ärendet kommer även i fortsättningen vara en central del i RVUer, detta kräver en aktiv inblandning av den som lämnar data.
- ▶ Data som inte innehåller individ- och ärendeinformation kan **komplettera data** som har den informationen men det finns även användningsområden där denna typ av information inte alltid behövs, till exempel för framtagande av OD-matriser.
- ▶ GPS-spår av resor kan ge **ännu bättre förståelse av resvanor** än vad traditionella undersökningar kunnat ge, och kan bredda användningsområdet för RVU-data.
- ▶ För att få en förståelse för resbeslut är det viktigt att data för **alla (huvud)färd sätt** samlas in, det blir lätt ett fokus på biltrafik.
- ▶ Även om tekniken i flera fall finns på plats är de flesta verktyg/metoder inte mogna när det gäller **representativitet, jämförbarhet** med traditionella RVUer och **juridiska** aspekter. Här behöver man ta ett kliv framåt för att verktygen/metoderna ska bli användbara i RVU-sammanhang.

6.3 Förslag på vidare studier

Generella frågeställningar som behöver studeras vidare:

- ▶ **Representativitet**, rekrytering, urval, bortfall och skevhet behöver studeras för alla typer av nya verktyg/metoder. Det är även viktigt att förstå om rampopulationen är den man önskar i RVU-sammanhang. Kunskap inom detta område kan ge verktyg för att hantera de skevheter som finns hos de olika verktygen/metoderna.
- ▶ **Datakvalitet**. Många av de verktyg/metoder som vi studerat har inte några uppgifter kring träffsäkerhet och datakvalitet, detta beror delvis på att verktygen/metoderna är i utvecklingsfas och/eller nya, men också på att det i vissa fall är svårt att hitta ett "sant" värde att jämföra emot.
- ▶ **Jämförbarheten med traditionella RVUer**. För att behålla en jämförbarhet med tidigare RVUer behöver detta studeras närmre. Allra bäst vore det att samla in data parallellt med olika metoder för att kunna analysera eventuella skillnader.
- ▶ **Interoperabiliteten** mellan data insamlad genom olika typer av verktyg/metoder behöver studeras vidare. Här bör också befintliga register inkluderas.
- ▶ **Juridiska** möjligheter och begränsningar för enskilda verktyg/metoder men också för plattformar som inkluderar data från flera olika verktyg/metoder.

Utöver detta behöver den tekniska utvecklingen av verktygen/metoderna fortsätta.

6.4 Rekommendationer inför piloter

Under hösten 2017 planerar projektet (där arbetet som beskrivs i denna rapport är ett arbetspaket) att genomföra pilottester för att få bättre kunskap om hur framtida RVUer kan utformas. Nedan finns en kort sammanfattning av de piloter vi utifrån resultaten i detta arbete ser är relevanta. Valet av piloterna behöver dock ta hänsyn till fler aspekter än resultaten i denna rapport, och förslagen nedan är att se som inspel i diskussionen av val av pilot snarare än färdiga förslag till piloter.

Generellt sett är det en fördel om alla piloter kan göras på samma plats. Det skapar bättre förutsättningar att kontrollera och jämföra resultaten men också ett mer meningsfullt arbete inom plattformen. Förhoppningsvis kan även platsen där piloterna görs dra nytta av den data som samlas in. Vi föreslår att piloterna förläggs till Göteborg (om det är möjligt). Dels är Göteborgs stad en aktiv part i projektet och har visat stort intresse för dessa frågor och dels planerar Göteborgs stad att göra genomföra resvaneundersökning under hösten 2017 som skulle kunna fungera som en utgångspunkt för piloterna.

Pilot 1 – Verktyg som ger individdata

Individdata kommer även i framtiden att vara central information i en RVU. Det finns relativt få verktyg/metoder som samlar in denna typ av data och kunskapen om datakvalitet, jämförbarhet och representativitet vid olika rekryteringsmetoder skulle behöva förbättras. Vi föreslår två delprojekt inom detta tema:

Pilot 1a – RVU-app: jämförbarhet, datakvalitet och representativitet

I denna pilot skulle en RVU-app testas vad gäller jämförbarhet, datakvalitet och representativitet. Datainsamling skulle ske parallellt med datainsamling för en traditionell RVU-insamling med ett par olika rekryteringsmetoder för RVU-appen (till exempel slumpmässigt urval av postadresser och crowd sourcing). Följande typer av analyser föreslås:

- 1) Jämförande analyser mellan resdata som är godkänd av användaren och resultat från den traditionella insamlingen (jämförbarhet).
- 2) Jämförelse av individdata mellan de olika rekryteringssätten för RVU-appen och den traditionella insamlingen (representativitet).
- 3) Djupare analyser av jämförelser mellan det som appen automatiskt detekterar och det som användaren godkänner görs, även uppdelning på olika färd sätt (datakvalitet).

Pilot 1b – Webenkät: jämförbarhet och representativitet

I denna pilot skulle olika utformningar av webenkät testas vad gäller jämförbarhet och representativitet. Datainsamling skulle ske parallellt med datainsamling för en traditionell RVU-insamling med ett par olika utformningar på webenkät (till exempel en enklare kortare variant, en längre och mer detaljerad variant och en mer avancerad ”smart” variant). Följande typer av analyser föreslås:

- 1) Jämförande analyser mellan resdata insamlad med de olika webenkäterna och resultat från den traditionella insamlingen (jämförbarhet).

- 2) Jämförelse av svarsfrekvens, bortfall och individdata mellan de olika webenkäterna och den traditionella insamlingen (representativitet).

Pilot 2 – Plattform för integrering av olika typer av data

För att kunna dra nytta av olika typer av datakällor behöver de integreras. Detta kommer sannolikt vara en viktig del av framtidens RVU. I en sådan plattform kan både traditionella datainsamlingsmetoder (till exempel slangmätningar) och data från nya verktyg/metoder inkluderas. Hur denna plattform ska konstrueras behöver studeras och utvecklas vidare. Pilotprojektet syftar till att inkludera data från olika typer av datakällor och undersöka vilka möjligheter, svårigheter och tekniker som behövs för att möjliggöra användning av datamaterialet. Även juridiska aspekter bör ingå.

Användare av plattformen bör också kunna förstå vilka data som finns tillgängliga och för att plattformen ska kunna svara mot frågeställningar som ställs i en RVU behöver datamaterialet *tillsammans* täcka alla (huvud)färdsätt och ge svar på när, var, hur och vem som reser. Pilottestet behöver inte inkludera alla typer av datakällor, utan det finns utrymme för intresserade aktörer att vara med och påverkar datainnehållet i plattformen. Intressanta typer av data kan vara: mobilnätsdata, floating car data och data från vägsidesutrustning. Resultat från pilot 1 bör också ingå i plattformen.

Pilot 3 – Mobilnätsdata för OD-matriser och långväga resor

Det är inte alla typer av analyser som har höga detaljeringskrav på individinformation. Ett intressant exempel är om mobilnätsdata kan användas för att skapa OD-matriser. I pilot 3 skulle tester kunna göras av detta inom olika områden i Sverige, till exempel storstad, tätort och glesbygd. Piloten skulle undersöka vilka möjligheter finns att ta fram OD-matriser utifrån mobilnätsdata och vilken noggrannhet dessa matriser kan konstrueras med.

I en annan del skulle samma data kunna analyseras för att identifiera långväga resor. När resor är längre skulle det potentiellt vara lättare att avgöra färdväg från mobilnätsdata. Pilottesten skulle undersöka huruvida detta är möjligt och vilken typ av uppgifter man kan på ut detta sätt. Även möjligheten att få information om individen bör undersökas.

7. Referenser

Lista på verktyg och appar

Verktygets/ appens namn	Företag	Typ av verktyg	Land
Plattform – Ericsson	Ericsson	Plattform	SE
TRavelVU	Trivector Traffic AB	App	SE
MEILI	KTH men är Open Source	App	SE
Cykelstaden – Göteborg	Trafikkontoret Göteborg stad	App	SE
Bumbee labs	Bumbee labs	Vägsidesutrustning	SE
Meltspot	Meltspot AB	Vägsidesutrustning	SE
Facilitylabs	Facility Labs AB	Vägsidesutrustning	SE
OTUS3D	Viscando	Vägsidesutrustning	SE
INRIX plattform	INRIX	Plattform	USA
Google Timeline	Google	Plattform	USA
Lifelog	Sony	Plattform	Japan
Ring Ring	Ring Ring	Plattform	NL
UrbanFlow	Nordcap/UrbanScale	Plattform	FI
Atlas II	University of Queensland	App	AUS/NZ
Commute Warrior	Georgia Institute of Technology	App	USA
DailyTravel	Westat	App	USA
FM Sensing	Mobile Market Monitor	App	SPG/USA
Modalyzer	InnoZ	App	DE
rMove	RSG	App	USA
RouteScout	Nustats	App	USA
Sense.DAT	DAT	App	NL
SmarTrAC	Universitetet i Minnesota	App	USA
TRAC-IT	University of South Florida	App	USA
Positive Drive	Ijsberg Holdings	App	NL
BetterPoints	BetterPoints	App	UK
RouteCoach	Mobiel21	App	BE
SMART/Sesamo	Mobidot	App	NL

Bike Citizens	BikeCityGuide Apps Gmbh	App	AUT
CycleTracks	Transportmyndigheten i San Fransisco	App	USA
Moves	Facebook	App	USA
Runkeeper	Runkeeper	App	USA
Endomondo	Under Armour	App	USA
AirSage	AirSage	Mobilnätsdata	USA
Invenium Data Insights	Invenium Data Insights	Mobilnätsdata	AUT
MediaMobile	MediaMobile	Mobilnätsdata	FR
Octo Telematics	Octo Telematics	FVD	Globalt
Strava Metro	Strava	FVD	USA
Tom Tom/Waze	Google	FVD	USA
Clearview Intelligence	Clearview Intelligence	Vägsidesutrustning	UK
Dilax	Dilax	Vägsidesutrustning	DE
Econolite	Econolite	Vägsidesutrustning	USA
Amparo solutions	Eco-counter	Vägsidesutrustning	FR
TrafiOne	Flir	Vägsidesutrustning	USA
Quantaflow	Quantaflow	Vägsidesutrustning	FR
Urbiotica	Urbiotica	Vägsidesutrustning	ES

Uppgiftslämnare via intervju, telefon eller e-post

Nedan visas de personer som bidragit med uppgifter eller kunskap, vilket företag de arbetar på och vilket verktyg de lämnat uppgifter om. I vissa fall har personen kontaktats för att få en allmän bild om vad som finns inom området eller tips på verktyg inom ett visst område. I dessa fall anges ”Omvärldsbevakning” istället för verktygets namn. Listan är ordnad i bokstavsordning efter efternamnet.

- ▶ Behrang Assemi, The University of Queensland (Australia) - ATLAS II
- ▶ Oliver Bermhagen, Meltspot
- ▶ Hjalmar Christiansen, Danmarks Tekniske Universitet, www.transport.dtu.dk - Omvärldsbevakning
- ▶ Michael Cik, Invenium Data Insights GmbH, <http://www.invenium.io/en/> - Invenium Data Insights
- ▶ Brett Davis, NuStats, <http://www.nustats.com/> - RouteScout, NuTripX m m.
- ▶ Ulf Eriksson, EU project PASTA (physical activity through sustainable transport approaches), <http://www.pastaproject.eu/home/> - Pasta Online Survey
- ▶ Martin Fellendorf, Graz University of Technology, <https://www.tugraz.at/home/> - Omvärldsbevakning Enrico Howe, Innoz, <https://www.innoz.de/> - Modalyzer

- ▶ Kees den Hollander, Technolution www.technolution.eu – omvärldsbevakning
- ▶ Adam Laurell, Samtrafiken – Samtrafikens plattform för Maas-tjänster
- ▶ Staffan Liljestränd, Bumble labs, <https://www.bumbeelabs.com/sv> - Bumble labs
- ▶ Magnus Lindhe, Skånetrafiken, projektet ”Point of Interest”
- ▶ Simon Moritz, Ericsson, www.ericsson.com – Ericsson plattform, mobilnätdata
- ▶ Frank Ophuis, Mobidot, www.mobidot.nl – Mobidot/Sesamo/Smart
- ▶ Lee Peters, Strava, <https://www.strava.com/> - Strava Metro
- ▶ Markus Ray, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, <https://www.ait.ac.at/> - AIT Smart Survey
- ▶ Mårten Rignell, Skånetrafiken, MVD-projektet
- ▶ Angelika Schulz, Institute of Transport Research (Germany), <http://www.dlr.de/vf/> - Omvärldsbevakning
- ▶ Ivana Semanjski, UGent (Ghent University), www.ugent.be, RouteCoach/M-App
- ▶ Marcelo Simas, WeStat, <https://www.westat.com/> - DailyTravel
- ▶ Amritpal Singh, Viscando, www.viscando.com - OTUS3D
- ▶ Remko Smit, Ministry of infrastructure and the Environment (Nederländerna) <https://www.rijkswaterstaat.nl/> - Omvärldsbevakning
- ▶ Yusak Susilo, KTH - om forskning kring framtidens RVUer samt verktyget MEILI
- ▶ Clas Rydergren, Linköpings Universitet, www.liu.se – Omvärldsbevakning
- ▶ Fredrik Vastad, Facilitylabs, <http://facilitylabs.com/> - Facilitylabs

Referensgrupp:

- ▶ Abboud Ado, Trafikanalys
- ▶ Karin Björklind, Göteborgs stad
- ▶ Leonid Engelsson, Trafikverket/KTH
- ▶ Per Eriksson, Trafikverket
- ▶ Jenny Eriksson, VTI
- ▶ Andreas Holmström, Trafikanalys
- ▶ Eva Lindborg, Trafikanalys
- ▶ Simon Moritz, Ericsson
- ▶ Gunnar Ohlin, Västra Götalandsregionen/Lindholmen
- ▶ Sara Rogerson, VTI
- ▶ Ary Silvano, VTI
- ▶ Kimiko Sörensen, Samtrafiken
- ▶ Martin Ullberg, Sweco
- ▶ Charlotte Wahl, Sweco
- ▶ Per-Åke Vikman, Trafikanalys
- ▶ Mats Wiklund, Trafikanalys

Referenslista

Abbasi, A., Rashidi, T.H., Maghrebi, M., Waller, S.T. Utilising location based social media in travel survey methods: Bringing twitter data into the play (2015).

Alexander, L., Jiang, S., Murga, M., González, M.C. Origin-destination trips by purpose and time of day inferred from mobile phone data (2015)

Anda, C., Erath, A., Fourie, P.J. Transport modelling in the age of big data (2017). Article in Press.

Asakura, Y (Asakura, Yasuo); Hato, E (Hato, Eiji); Maruyama, T (Maruyama, Takuya). Behavioural Data Collection Using Mobile Phones. In: Rasouli, S; Timmermans, H Origin-Destination Data Collection Technology. In Mobile Technologies for Activity Travel Data Collection and Analysis. Advances in Data Mining and Database Management (ADMDM) Book Series

Assemi, B., Safi, H., Mesbah, M., Ferreira, L. Developing and Validating a Statistical Model for Travel Mode Identification on Smartphones (2016).

Berger, M and platzer M (2015). Field evaluation of the smartphone-based travel behaviour data collection app “SmartMo”. Transportation Research Procedia 11 (2015) 263 – 279

Bliemer, M. C.J., van Amelsfort, D. H. (2010) Rewarding instead of charging road users: a model case study investigating effects on traffic conditions, European Transport \ Trasporti Europei, 44, pp. 23-40.

Bricka, SG (Bricka, Stacey G.); Simek, CL (Simek, Christopher L.); Baker, R (Baker, Richard Trey); Wood, N (Wood, Nicholas) (2014). In: Rasouli, S; Timmermans, H Origin-Destination Data Collection Technology. In Mobile Technologies for Activity Travel Data Collection and Analysis. Advances in Data Mining and Database Management (ADMDM) Book Series

Carrel, A; Lau, PSC; Mishalani, RG; Sengupta, R; Walker, JL (2015). Quantifying transit travel experiences from the users' perspective with high-resolution smartphone and vehicle location data: Methodologies, validation, and example analyses. TRANSPORTATION RESEARCH PART C: EMERGING TECHNOLOGIES; SEP, 2015, 58

Cesario, E., Iannazzo, A.R., Marozzo, F., Morello, F., Riotta, G., Spada, A., Talia, D., Trunfio, P. Analyzing social media data to discover mobility patterns at EXPO 2015: Methodology and results (2016)

Chen N C (2017). Urban data mining : social media data analysis as a complementary tool for urban design. MIT Thesis (Department of Architecture).

Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., Wang, M. The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis (2016)

Chiang, MF (Chiang, MengFen); Chen, CC (Chen, ChienCheng); Peng, WC (Peng, WenChih); Yu, PS (Yu, Philip S.) (2014). Mining Mobility Evolution

from Check-in Datasets. IEEE International Conference on Mobile Data Management 2014.

Chua, A (Chua, Alvin); Servillo, L (Servillo, Loris); Marcheggiani, E (Marcheggiani, Ernesto); Moere, AV (Moere, Andrew Vande) (2016). Mapping Cilento: Using geotagged social media data to characterize tourist flows in southern Italy. *Tourism Management* 57.

Cottrill, CD (Cottrill, Caitlin D.); Pereira, FC (Pereira, Francisco Camara); Zhao, F (Zhao, Fang); Dias, IF (Dias, Ines Ferreira); Lim, HB (Lim, Hock Beng); BenAkiva, ME (BenAkiva, Moshe E.); Zegras, PC (Zegras, P. Christopher) (2013). Future Mobility Survey Experience in Developing a Smartphone-Based Travel Survey in Singapore. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD* 2354

Davidsson P, Hajinasab B, Holmgren J, Jevinger Å, Persson J A (2017). The Fourth Wave of Digitalization and Public Transport: Opportunities and Challenges. *Sustainability* 2016, 8, 1248; doi:10.3390/su8121248

De Gennaro, M (De Gennaro, Michele); Paffumi, E (Paffumi, Elena); Martini, G (Martini, Giorgi). Big Data for Supporting LowCarbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities. *BIG DATA RESEARCH* 6

Di Lorenzo, G., Sbodio, M., Calabrese, F., Berlingiero, M., Pinelli, F., Nair, R. AllAboard: Visual exploration of cellphone mobility data to optimise public transport (2016) .

Diao, M., Zhu, Y., Ferreira, J., Jr., Ratti, C. Inferring individual daily activities from mobile phone traces: A Boston example (2016).

Eriksson, J., Rogerson, S., Henriksson, P., Silvano, A.P., Sörensen, G., Nilsson, A., Wahl, C., Ullberg, M. & Adell, E. (2017). Intressent- och behovsanalys för resvaneundersökningar. Resultat från intervjuer och enkätundersökning. VTI-rapport 939-2017 (delrapport från AP 2 i Trafikanalys projekt kring att utveckla nya lösningar för resvaneundersökningar).

Gould, J (2013). Cell Phone Enabled Travel Surveys: The Medium Moves the Message. In Zmud, J (Zmud, J); LeeGosselin, M (LeeGosselin, M); Munizaga, M (Munizaga, M); Carrasco, JA (Carrasco, JA) (2013): transport survey methods: best practice for decision making.

Hasan S, Gonzalez M (2013). Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility. *Journal of Statistical Physics* 151(1-2).

Holleczeck, Thomas; Yu, Liang; Lee, Joseph K.; Senn, Oliver; Kloeckl, Kristian; Ratti, Carlo; Jaillet, Patrick (2013). Digital breadcrumbs: Detecting urban mobility patterns and transport mode choices from cellphone networks. Working paper

Inbakaran, C., Kroen, A. Travel surveys Review of international survey methods (2014).

Jiang S (2016). Mining big data for sustainable urban future. MIT PhD thesis.

Kim, Y (Kim, Youngsung); Pereira, FC (Pereira, Francisco C.); Zhao, F (Zhao, Fang); Ghorpade, A (Ghorpade, Ajinkya); Zegras, PC (Zegras, P. Christopher); BenAkiva, M (BenAkiva, Moshe) (2014). Activity recognition for a Smartphone based travel survey based on cross-user history data. 2014 22ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION (ICPR)

Lu, S., Fang, Z., Zhang, X., Shaw, S.L., Yin, L., Zhao, Z., Yang, X. Understanding the representativeness of mobile phone location data in characterizing human mobility indicators (2017).

Lu, SW (Lu, Shiwei); Fang, ZX (Fang, Zhixiang); Zhang, XR (Zhang, Xirui); Shaw, SL (Shaw, ShihLung); Yin, L (Yin, Ling); Zhao, ZY (Zhao, Zhiyuan); Yang, XP (Yang, Xiping) (2017). Understanding the Representativeness of Mobile Phone Location Data in Characterizing Human Mobility Indicators. ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOINFORMATION 6(1).

Mearian, L (2016). Ford, MIT use Bostonians' cellphone location data for traffic planning. MIT

Nassir N, Hickman M, Ma ZL (2015). Activity detection and transfer identification for public transit fare card data. TRANSPORTATION; JUL, 2015, 42(4).

Nassir, N; Hickman, M; Ma, ZL (2015). Activity detection and transfer identification for public transit fare card data. TRANSPORTATION; JUL, 2015, 42 4

Pastinen, V., Keskiikonen, H, Vallenius, J., Kivari, M. & Lehto, H: Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta. Liikennevirasto, liikenne ja maankäyttöosasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2017. (Positioneringsmetoder som en del av persontrafikundersökningar. Trafikverket, land och markanvändning. Helsingfors 2017. Trafikverkets undersökningar och utredningar 18/2017. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-381-1.

Petrunoff NA; Xu H, Rissel C, Wen LM, van der Ploeg HP (2013). Measuring workplace travel behaviour: validity and reliability of survey questions. Journal Of Environmental And Public Health [J Environ Public Health] 2013; Vol. 2013

Poonawala, H., Kolar, V., Blandin, S., Wynter, L., Sahu, S. Singapore in motion: Insights on public transport service level through farecard and mobile data analytics (2016) .

Rashidi, Taha H.; Abbasi, Alireza ; Maghrebi, Mojtaba ; Hasan, Samiul; Waller, Travis S. Exploring the capacity of social media data for modelling travel behaviour: Opportunities and challenges. Transportation Research: Part C. Feb2017, Vol. 75

Richard A. Beckery Ramón Cáceresy Karrie J. Hansony Sibren Isaacman_Ji Meng Lohy Margaret Martonosi_ James Rowlandy Simon Urbaneky Alexander Varshavskyy Chris Volinsky (2013). Human Mobility Characterization from Cellular Network Data. Communications of the ACM. Jan2013, Vol. 56 Issue 1,

Richard J. Lee; Ipek N. Serner; James A. Mullins (2016). An evaluation of emerging data collection technologies for travel demand modeling: from research to practice. *Transportation Letters* 8(4).

Safi H, Assemi B, Mesbeh M, Ferreira L (2017). An empirical comparison of four technology-mediated travel survey methods. *Journal of traffic and transportation engineering*. Article in press

Safi, H., Assemi, B., Mesbah, M., Ferreira, L., Hickman, M. Design and implementation of a smartphone based travel survey (2015).

Safi, H., Mesbah, M., Ferreira, L. ATLAS project Developing a mobile-based travel survey (2013).

SalasOlmedo, María Henar; Quezada, Carolina Rojas (2016). Mapping mobility patterns to public spaces in a mediumsized city using geolocated tweets. Working paper

Shafique, M.A., Hato, E. Travel mode detection with varying smartphone data collection frequencies (2016)

Shen, Li, Stopher, Peter R. (2013). A process for trip purpose imputation from Global Positioning System data. *Transportation Research Part C* November 2013(36)

Shi X, Lin H (2014). The analysis of bus commuters' travel characteristics using smart card data: the case of Shenzhen, China. *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*

SilaNowicka, K (SilaNowicka, Katarzyna); Vandrol, J (Vandrol, Jan); Oshan, T (Oshan, Taylor); Long, JA (Long, Jed A.); Demsar, U (Demsar, Urska); Fotheringham, AS (Fotheringham, A. Stewart) (2015). Analysis of human mobility patterns from GPS trajectories and contextual information. *International Journal of Geographic Information Science* 30(5).

SilaNowicka, K; Vandrol, J; Oshan, T; Long, J A; Demšar, U; Fotheringham, A S (2016). Analysis of human mobility patterns from GPS trajectories and contextual information. *International Journal of Geographical Information Science*. May2016, Vol. 30 Issue 5

Sobolevsky, S., Sitko, I., Des Combes, R.T., Hawelka, B., Arias, J.M., Ratti, C. Money on the move: Big data of bank card transactions as the new proxy for human mobility patterns and regional delineation. The case of residents and foreign visitors in Spain (2014).

Soltani, K., Soliman, A., Padmanabhan, A., Wang, S. UrbanFlow: Largescale framework to integrate social media and authoritative landuse maps (2016) .

Statistiska centralbyrån. 2016. Kvalitet för den officiella statistiken – en handbok.

SWECO, 2013. Nya indatakällor för trafikprognoser

Tosi D, Marzorati S (2016). Big Data from Cellular Networks: Real Mobility Scenarios for future Smart Cities. PROCEEDINGS 2016 IEEE second international conference on big data computing service and applications

Wang Z, He S, Leung Y (2016). Applying mobile phone data to travel behaviour research: A literature review. Travel Behaviour and Society Jul 2016 (HKSTS).

Wang, Q., Taylor, J.E. Massive online geosocial networking platforms and urban human mobility patterns: A process map for data collection (2014).

Wang, Q., Taylor, J.E. Process Map for Urban-Human Mobility and Civil Infrastructure Data Collection Using Geosocial Networking Platforms (2016).

Wang, X., Wong, A.K.S., Kong, Y. Mobility tracking using GPS, Wifi and Cell ID (2012)

Wenjie Wu ;Jianghao Wang; Tianshi Dai (2016). The Geography of Cultural Ties and Human Mobility: Big Data in Urban Contexts. Annals of the American Association of Geographers. 2016, Vol. 106 Issue 3

Vlassenroot, S., Gillis, D., Bellens, R., Gautama, S. The use of smartphone applications in the collection of travel behaviour data (2015)

Wolf, J (Wolf, Jean); Wilhelm, J (Wilhelm, Jeremy); Casas, J (Casas, Jesse); Sen, S (Sen, Sudeshna) (2013). A Case Study: Multiple Data Collection Methods and the NY/NJ/CT Regional Travel Survey. In Zmud, J et al: transport survey methods: best practice for decision making.

Yang Xu, Shih-Lung Shaw, Ziliang Zhao, Ling Yin, Feng Lu, Jie Chen, Zhixiang Fang, and Qingquan Li (2016). Another Tale of Two Cities: Understanding Human Activity Space Using Actively Tracked Cellphone Location Data. Annals of the American Association of Geographers Vol. 106, Iss. 2, 2016