



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Udfordringer i forbindelse med GPS-støttede spørgeskemaundersøgelser

Simonsen, Anders Kvist; Tradisaukas, Nerius; Harder, Henrik; Bro, Peter

Publication date:
2008

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Simonsen, A. K., Tradisaukas, N., Harder, H., & Bro, P. (2008). *Udfordringer i forbindelse med GPS-støttede spørgeskemaundersøgelser*. Paper præsenteret ved Kortdage, Kolding, Danmark.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Udfordringer i forbindelse med GPS-støttede spørgeskemaundersøgelser

Anders Kvist Simonsen, Nerius Tradisaukas, Henrik Harder, Peter Bro

Abstract

Forskningsprojektet Det Mangfoldige Byrum ved Aalborg Universitet handler om at undersøge menneskers bevægelser og aktiviteter vha. GPS-støttede spørgeskemaundersøgelser. I forbindelse med disse undersøgelser er forskningsprojektets forskere stødt på en række praktiske udfordringer. Paperet viser nogle eksempler på de praktiske problemer, der kan opstå, når man knytter GPS- data til data fra spørgeskema.

Introduktion

Det moderne byrum er genstand for en vedvarende forandring og udvikling. I takt med denne udvikling ændres den måde, hvorpå vi mennesker bruger byrummet. Såvel politikere som planlæggere og sociologer har stor interesse i at opnå en indsigt i, hvorledes vi mennesker benytter diverse byrum, men hidtil har det kun været muligt at indsamle data om antallet af mennesker på et givent sted på et givent tidspunkt, mens det har været vanskeligt at indsamle data om menneskers bevægelser imellem byrummene.

Med moderne GPS-udstyr er det nu muligt at følge menneskers bevægelser med stor præcision døgnet rundt. GPS er dermed et velegnet værktøj til undersøgelse af, hvorledes mennesker færdes i de offentlige rum, og teknologien kan i kombination med spørgeskemaundersøgelser anvendes til at besvare spørgsmål knyttet til menneskers aktiviteter og bevægelser i byrummet: Hvor tager skoleelever hen efter skole? Hvor tilbringer unge mennesker deres fritid? Hjemme eller i byen? Hvilke af byens parker benyttes af flest mennesker, og hvad benyttes parkerne til? Hvilke befolkningsgrupper benytter parkerne på de forskellige tider af døgnet?

Forskningsprojektet Det Mangfoldige Byrum / Diverse Urban Spaces ved Aalborg Universitet har til formål at undersøge omfanget og karakteren af menneskers aktiviteter i byrummet. Forskningsprojektets mål er at udvikle metoder, der kan anvendes til at udføre sådanne undersøgelser.

Grundlaget for hele forskningsprojektet er en stabil overførsel af pålidelige data fra de mobile GPS-enheder til forskningsprojektets database, og derfor er det vigtigt at gøre sig nogle overvejelser om, hvorledes man vil håndtere de praktiske problemer, der opstår i forbindelse med GPS-støttede spørgeskemaundersøgelser. Da teknologien stadig er forholdsvis ny, mangler der nogle metoder og systemer til at håndtere sådanne undersøgelser på en effektiv måde. Dette paper beskriver Det Mangfoldige Byrums teknologisetup, og er dermed ment som en inspirationskilde til andre, der måtte være interesserede i at udnytte GPS-teknologiens potentialer i lignende undersøgelser. Paperet beskriver desuden nogle af de praktiske problemer, der er opstået i forbindelse med Det Mangfoldige Byrums undersøgelser og der gives nogle bud på, hvorledes disse problemer kan løses.

Forskningsprojektets metoder

Forskningsprojektets nuværende dataindsamlingsmetode er opbygget således: Et antal respondenter udvalgt repræsentativt inden for en bestemt målgruppe får udleveret en GPS-enhed. Den enkelte respondent sørger for at bære GPS-enheden på sine daglige ture uden for hjemmet, og hver aften logger respondenterne ind på et internetbaseret spørgeskema og besvarer en række spørgsmål angående respondentens aktiviteter i løbet af dagen. Såvel data fra GPS-enheden som besvarelser af spørgeskemaet overføres automatisk til forskningsprojektets database. Herfra kan de indsamlede data siden joines, og der kan laves statistiske analyser og visualiseringer, der inddrager såvel GPS- som spørgeskemadata.

I forskningsprojektet arbejdes der for tiden med små GPS/GPRS-enheder af mærket Flextrack Lommy til indsamling af data. GPS-enhederne er udstyret med en højfølsom antenne, der gør det muligt at modtage satellitsignaler selv, når modtageren befinder sig i en bygning. Modtageevnen forringes dog væsentligt, når der er flere etager over modtageren. De anvendte GPS-enheder er programmeret til at sende data med femsekundersintervaller, hvilket er nær den maksimale frekvens enhederne kan sende data med, dvs. at den trådløse overførsel af data via GSM-netværket sætter en begrænsning for, hvor ofte GPS-enhederne kan sende data til databasen. Med den anvendte opsætning kan GPS-enhedernes batterier holde i 10-14 timer svarende til, at respondenterne kan tage enhederne ud af laderen, når de forlader deres hjem om morgenen, og sætte dem til opladning igen, når de kommer hjem om aftenen. Tests har dog vist, at der kan være store variationer i batterilevetiden for de enkelte enheder.

Data fra GPS-enhederne sendes kontinuerligt til forskningsprojektets database via GSM-netværket. Herfra kan projektadministrationen overvåge de aktive GPS-enheder og hurtigt gribe ind, hvis en enhed svigter. I praksis anvendes et sæt kml-filer, der henter det seneste døgn's data fra databasen og derefter viser disse i Google Earth. Projektadministrationen kan således følge GPS-enhedernes bevægelser, mens de er i brug, hvilket blandt andet har været en stor hjælp i forbindelse med eftersøgning af forsvundne enheder. Figur 1 viser et skærmbillede fra en af de anvendte kml-filer indlæst i Google Earth.

Udover GPS-undersøgelsen deltager respondenterne i en elektronisk spørgeskemaundersøgelse, hvor de enkelte respondenter dagligt udfylder et elektronisk spørgeskema angående deres aktiviteter og transport. Det elektroniske spørgeskema henter automatisk den pågældende respondents GPS-data fra databasen og kan derfor vise respondentens ture på et kort, mens respondenterne udfylder skemaet. Denne funktion hjælper respondenterne til bedre at huske, hvad de har foretaget sig i løbet af dagen, og det har desuden vist sig, at mange respondenter finder det underholdende og motiverende for deres deltagelse i undersøgelsen, at de om aftenen kan se på et kort, hvor de har været i løbet af dagen. Figur 2 viser et skærmbillede fra det elektroniske spørgeskema.

Såvel GPS-data som besvarelser opbevares i en relationel MySQL-database. Det er herfra muligt at lave ``joins'' og udtræk af data til brug ved videregående analyser. Figur 3 viser databasens konceptuelle opbygning.

Størstedelen af forskningsprojektets rumlige analyser og visualiseringer er hidtil udført ved hjælp af programpakken ArcGIS fra ESRI. ArcGIS giver nem adgang til en lang række komplicerede

analyseredskaber, men det er en tidskrævende opgave, at udarbejde alle visualiseringer "manuelt". Som alternativ anvendes kml-filer til visualisering i Google Earth, og der arbejdes i øjeblikket på andre metoder til automatisk databehandling og visualisering.

Erfaringer

GPS-enhedernes præcision og batterilevetid

En vigtig del af forberedelserne til undersøgelsen er en test af GPS-udstyrets præcision og batterilevetid, da disse parametre har stor betydning for datakvaliteten og -fuldstændigheden. Udstyret er testet således: En GPS-enhed efterlades i forskellige bymiljøer i 30 minutter, hvorefter der udføres nogle statistiske beregninger på de data, den har sendt. De forskellige byrums indflydelse på datakvaliteten kan derefter sammenlignes. Figur 4 viser nogle af testens resultater.¹

GPS har desuden nogle systematiske begrænsninger, der kan medføre manglende eller fejlbehæftede data. GPS-modtagerne er afhængige af, at de kan modtage signaler fra satellitterne, og dette kan være et problem i større bygninger. Det udstyr, der anvendes i forbindelse med Det Mangfoldige Byrum kan som regel modtage signaler, hvis modtageren befinder sig på øverste etage i en bygning, mens enhederne har svært ved at modtage signaler, når de f.eks. befinder sig i en kælder under en bygning. En anden kilde til fejlbehæftede data er, at selvom en GPS-modtager kan bestemme en position med signaler fra tre satellitter, så er denne position ofte så unøjagtig, at den ikke er pålidelig. For at få en pålidelig position, skal en GPS-enhed kunne modtage signaler fra mindst fire satellitter svarende til at den beregner et punkt i et firedimensionalt rum - længdegrad, breddegrad, højde og tidspunkt. Nøjagtigheden af denne positionsbestemmelse afhænger desuden af satellitternes indbyrdes geometri. Alle disse faktorer indflydelse bevirker, at det er nødvendigt at rense de indsamlede data for fejl for at opnå et pålideligt datasæt. En fremgangsmåde for en sådan rensning er beskrevet i [Stopher m.fl. 2008].

GPS-udstyrets brugergrænseflade

Det Mangfoldige Byrum har tidligere anvendt mobiltelefoner med indbygget GPS til indsamling af data om respondenternes bevægelser. Planen var, at mobiltelefonerne både skulle fungere som GPS-registreringsenheder og som platform for forskningsprojektets spørgeskemaer. Det viste sig dog, at mange respondenter havde svært ved at håndtere det komplicerede udstyr, og derfor er telefonerne i dag udskiftet med GPS-enheder, der har en væsentligt simplere brugergrænseflade. Respondenterne skal således bare sørge for, at batteriet i deres GPS-enhed er opladet, resten kører automatisk.

For brugerne handler det om at have en enkelt brugergrænseflade til GPS og spørgeskema mm. og lang batterilevetid. Kort sagt, at de skal bruge et minimum af tid.

For forskere handler det om at få så nøjagtige data som muligt, og det koster i batteritid og respondenttid. Disse krav skal afvejes mod hinanden i en pragmatisk løsning.

Kommunikation med respondenter

En svaghed ved det anvendte GPS-udstyr er muligheden for, at respondenterne glemmer at oplade GPS-enhedens batteri. For at undgå dette udsendes en række påmindelser til

¹ Se i øvrigt [Simonsen m.fl. 2007].

respondenterne via SMS. SMS er et velegnet medie, eftersom målgruppen i forvejen er vant til at kommunikere via SMS. For at mindske projektadministrationens arbejdsbyrde i forbindelse med afviklingen af en undersøgelse, er der udviklet et stykke software, der via et GSM-modem tilkoblet en computer automatisk udsender en påmindelse til respondenterne om at huske at tage GPS-enheden med om morgenen og en påmindelse om at sætte GPS-enheden til opladning om aftenen samt at udfylde forskningsprojektets elektroniske spørgeskema. Erfaringen har vist, at mange respondenter udnytter denne kontakt til at gøre projektadministrationen opmærksom på problemer med enten GPS-udstyr eller spørgeskema. Det er derfor nødvendigt at computeren er i stand til at videresende disse uopfordrede beskeder til projektadministratoren, der så kan yde den nødvendige support. GPS-enhederne kan desuden programmeres til selv at sende en besked til respondenterne, når de er ved at løbe tør for strøm.

Programmering af GPS-udstyr

De anvendte GPS-enheder kan programmeres på to måder, enten ved at forbinde dem med en computer via et mini-USB-kabel eller ved at sende systemkommandoer via SMS. Selve konfigurationen består af en tekstfil, der indeholder GPS-enhedernes parameternavne og -værdier. Fordelen ved den første metode er, at man kan lave en masterkonfiguration, som derefter lægges ned på hver enkelt GPS-enhed. Ulempen er, at man skal sidde med hver enkelt GPS-enhed i hånden, hvilket både er tidskrævende og upraktisk, mens undersøgelsen kører.

Den anden metode, programmering via SMS, giver mulighed for at fjernprogrammere GPS-enheden, hvilket er praktisk, hvis man vil ændre en enkelt parameter, mens undersøgelsen kører, da man ikke behøver at indsamle GPS-enheden. Desuden åbner teknologien mulighed for, at programmeringen kan foregå automatisk vha. en computer tilkoblet et GSM-modem. Det vil således fra computeren være muligt at styre alle GPS-enheder centralt. Det vil desuden være muligt, at udvikle en mere brugervenlig brugergrænseflade til GPS-enhederne, så en ny bruger hurtigt kan opsætte et antal GPS-enheder til en undersøgelse uden at være tvunget til at læse de tekniske specifikationer.

Eksempel på indsamlede GPS-data

I løbet af sommeren 2007 udførte forskere ved Det Mangfoldige Byrum en række undersøgelser af brugen af de offentlige parker i Aalborg. Disse undersøgelser blev udført ved at udlevere GPS-modtagere til alle interesserede ved parkernes indgange. Når respondenterne forlod parken igen udfyldte de et spørgeskema angående deres brug af parken. Parkundersøgelserne er mundet ud i en serie rapporter, der har hjulpet Aalborg Kommunes planlæggere til at opnå en bedre forståelse for, hvorledes kommunens borgere benytter byens parker.²

Figur 5 er et eksempel på, hvorledes data fra mange respondenter kan visualiseres for at skabe overblik over den samlede opholdstid på forskellige steder i én af Aalborgs offentlige parker.

² [Rendtlew Horst m.fl. 2007a]

[Rendtlew Horst m.fl. 2007b]

[Rendtlew Horst m.fl. 2007c]

[Rendtlew Horst m.fl. 2007d]

Figur 6 er et eksempel på, hvorledes data fra en enkelt respondent kan visualiseres med det formål at studere den enkelte respondents bevægelsesmønstre i detaljer.

Afrunding

GPS er et velegnet redskab til indsamling af data om menneskers bevægelsesmønstre, og der er rige muligheder for at anvende GPS-data i forbindelse med rumlige analyser og visualiseringer. Der er dog en række praktiske problemer, der skal løses, før metoden kan anvendes i større skala. Især er der behov for softwareredskaber, der kan håndtere hele processen med at indsamle, behandle, opbevare og formidle GPS-data. Manglen på sådanne redskaber skyldes, at der endnu er tale om en forholdsvis ny teknologi, hvis mulige anvendelser ikke helt er afdækkede.

GPS-hardware findes efterhånden i en sådan kvalitet og til en sådan pris, at de fleste kan være med til at skabe GPS-datasamlinger til analyser af menneskers bevægelser. Det kan være arkitekter og kommunale planlæggere, der ønsker at vide mere om, hvordan borgerne benytter forskellige byrum eller det kan være sociologer, der kan anvende GPS-data i forbindelse med større samfundsanalyser. Dog sætter manglen på softwaresystemer, der kan håndtere en større GPS-undersøgelse med mange respondenter på en effektiv måde, en grænse for, hvilke personer, der kan udføre sådanne analyser. Ideelt set bør et sådant softwaresystem designes, så enhver kan bruge det. Det skal være nemt at registrere såvel GPS-enheder som respondenter i systemet og derefter bør det hele kunne køre af sig selv.

Referencer

- [Harder m.fl. 2007] Harder, H., Nielsen, T.S., Bro, P., Tradisauskas, N. 2007: *Experiences from GPS tracking of visitors in Public Parks in Denmark based on GPS technologies*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.
Tilgængelig på
[http://vbn.aau.dk/research/experiences_from_gps_tracking_of_visitors_in_public_parks_in_denmark_based_on_gps_technologies\(13211632\)/](http://vbn.aau.dk/research/experiences_from_gps_tracking_of_visitors_in_public_parks_in_denmark_based_on_gps_technologies(13211632)/)
- [Nielsen m.fl. 2008] Nielsen, T.S., Harder, H., Bro, P., Simonsen, A.K. 2008: *Brugerundersøgelser med GPS - Eksempler fra park undersøgelser i Aalborg*. Endnu ikke udgivet artikel i Geoforum Perspektiv.
- [Rendtlew Horst m.fl. 2007a] Rendtlew Horst, N., Knørr Lyseen, A., Skov, H., Harder, H., Bro, P. 2007: *HelPark - Dus: Borgerundersøgelse - Kildeparken, august 2007*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.
Tilgængelig på
[http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_kildeparken_august_2007\(12831504\)/](http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_kildeparken_august_2007(12831504)/)
- [Rendtlew Horst m.fl. 2007b] Rendtlew Horst, N., Knørr Lyseen, A., Skov, H., Harder, H., Bro, P. 2007: *HelPark - Dus: Borgerundersøgelse - Mølleparken, august 2007*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.

Tilgængelig på

[http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_moelleparken_august_2007\(12832363\)/](http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_moelleparken_august_2007(12832363)/)

[Rendtlew Horst m.fl. 2007c] Rendtlew Horst, N., Knørr Lyseen, A., Skov, H., Harder, H., Bro, P. 2007: *HelPark - Dus: Borgerundersøgelse - Skanseparken, august 2007*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.

Tilgængelig på

[http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_skanseparken_august_2007\(12832501\)/](http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_skanseparken_august_2007(12832501)/)

[Rendtlew Horst m.fl. 2007d] Rendtlew Horst, N., Knørr Lyseen, A., Skov, H., Harder, H., Bro, P. 2007: *HelPark - Dus: Borgerundersøgelse - Søheltens Have, august 2007*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.

Tilgængelig på

[http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_soeheltens_have_august_2007\(12832518\)/](http://vbn.aau.dk/research/borgerundersogelse_soeheltens_have_august_2007(12832518)/)

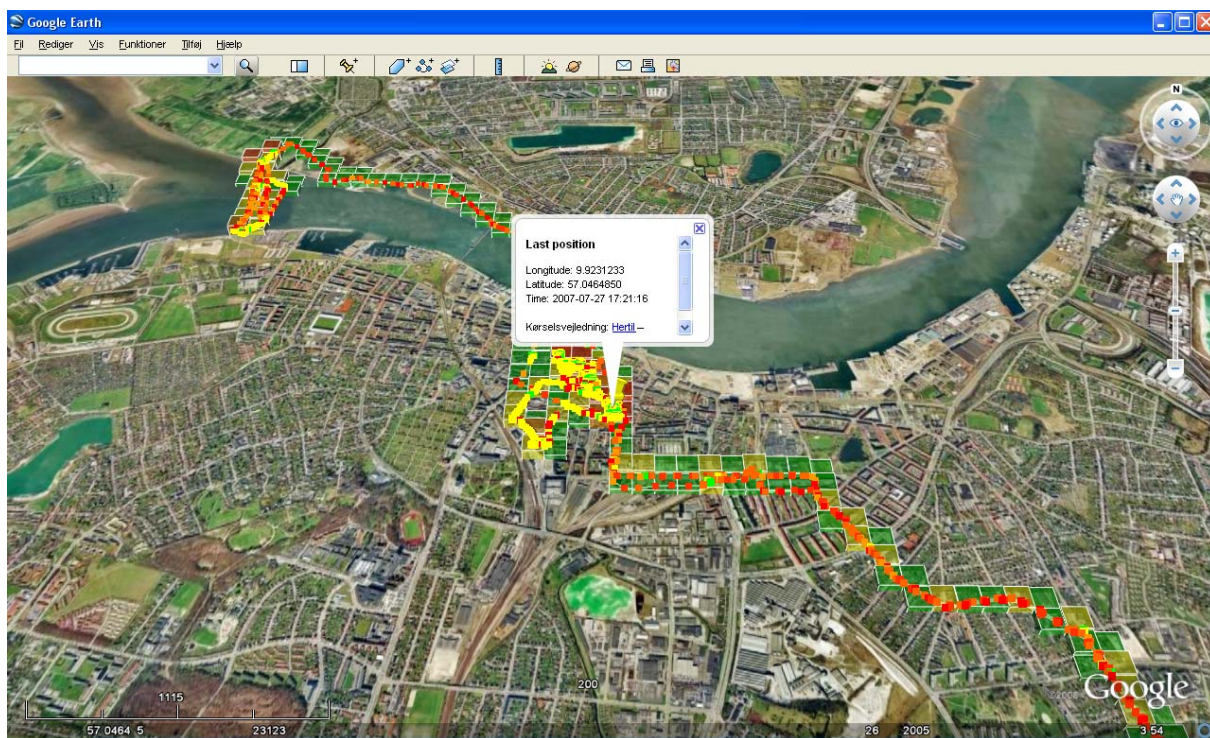
[Simonsen m.fl. 2008] Simonsen, A.K., Bro, P., Harder, H. 2008: *The precision of the Lommy Phoenix - Tests in various urban environments*. Institut for Arkitektur og Design, Aalborg Universitet.

Tilgængelig på

[http://vbn.aau.dk/research/the_precision_of_the_lommy_phoenix\(13313742\)/](http://vbn.aau.dk/research/the_precision_of_the_lommy_phoenix(13313742)/)

[Stopher m.fl. 2008] Stopher, P., FitzGerald, C., Zhang, J. 2008: *Search for a global positioning system device to measure person travel*. Institute of Transport and Logistics Studies, University of Sydney.

Tilgængelig på <http://www.sciencedirect.com>



Figur 1

Forskere ved Det Mangfoldige Byrum anvender kml-filer og Google Earth til at danne sig et overblik over, hvor de aktive GPS-enheder befinder sig. Disse kml-filer opdaterer sig selv jævnligt, så det er muligt at følge GPS-enhederne i "real time".

Unges mobilitet - en undersøgelse af unges brug af byen - Windows Internet Explorer

http://www.detmangfoldigebyrum.dk/aalborg/byrum/tb3.php

Google

Unges mobilitet - en undersøgelse af unges brug af b...

Side Funktionen

Det mangfoldige byrum

Tur nr. 2, den 21/8 Send en e-mail til dus@aod.aau.dk hvis der er problemer med GPS'en eller spørgeskemaet i dag (bemærk at GPS punkterne kan godt springe lidt)

1. Hvornår begyndte turen? Skriv time: 9 Skriv minut: 0 Hvis du i løbet af dagen har glemt din gps eller slukket din gps, skal du udfylde spørgeskemaet alligevel.

2. Hvornår sluttede turen? 10 15 Husk at afpasse tiden for turstart og turafslutning med kortet.

Næste dag

3. Hvilket transportmiddel benyttede du til størstedelen af turen? Vælg

4. Hvem foretog du turen sammen med? Vælg hvem

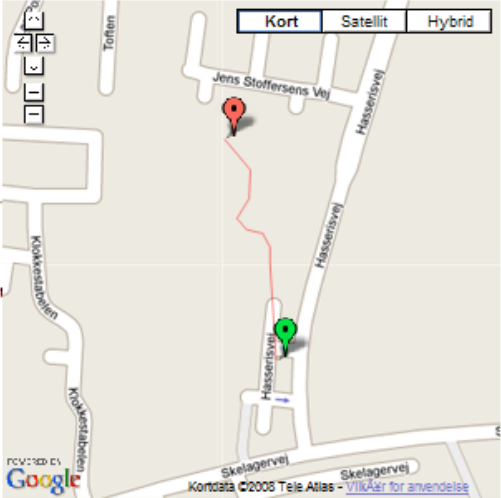
5. Hvad kostede denne tur for dig (Udregn hvis du har abonnement)? Vælg

6. Hvilken aktivitet foretog du på dit bestemmelsessted? Vælg

7. Brugte du internet på dette bestemmelsessted (angiv min. du aktivt brugte tiden)? Vælg

8. Hvornår besluttede du at foretage aktiviteten? Vælg

9. Hvilken udgift var forbundet med aktiviteten (Udregn hvis du har abonnement)? Vælg



Klik her hvis turen/aktiviteten falder udenfor ovenstående svarmuligheder (f.eks. var hjemme hele dagen)

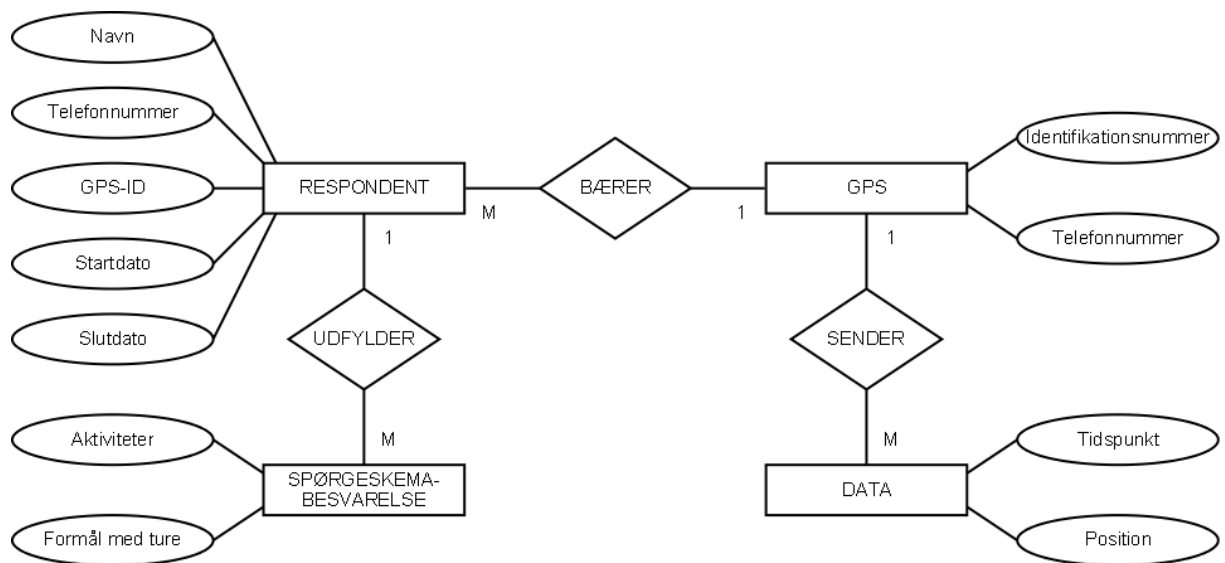
<< Tilbage Næste tur >> Gem tur og afslut turdagbog

Slet	Ret	Tur nr.	Transportmiddel til aktivitet	Rejsetid til aktivitet	Aktivitet	Varighed af aktivitet		Beskrivelse	Sammen med:		Udgift
						fra kl.	til kl.		Antal	Hvem	
		1		30 min	Udannelsessted	9:45	10:15	Rek tilbagevendende aktivitet	Ingen, jeg var alene	Andre	Inet, den var gratis

Internet 75%

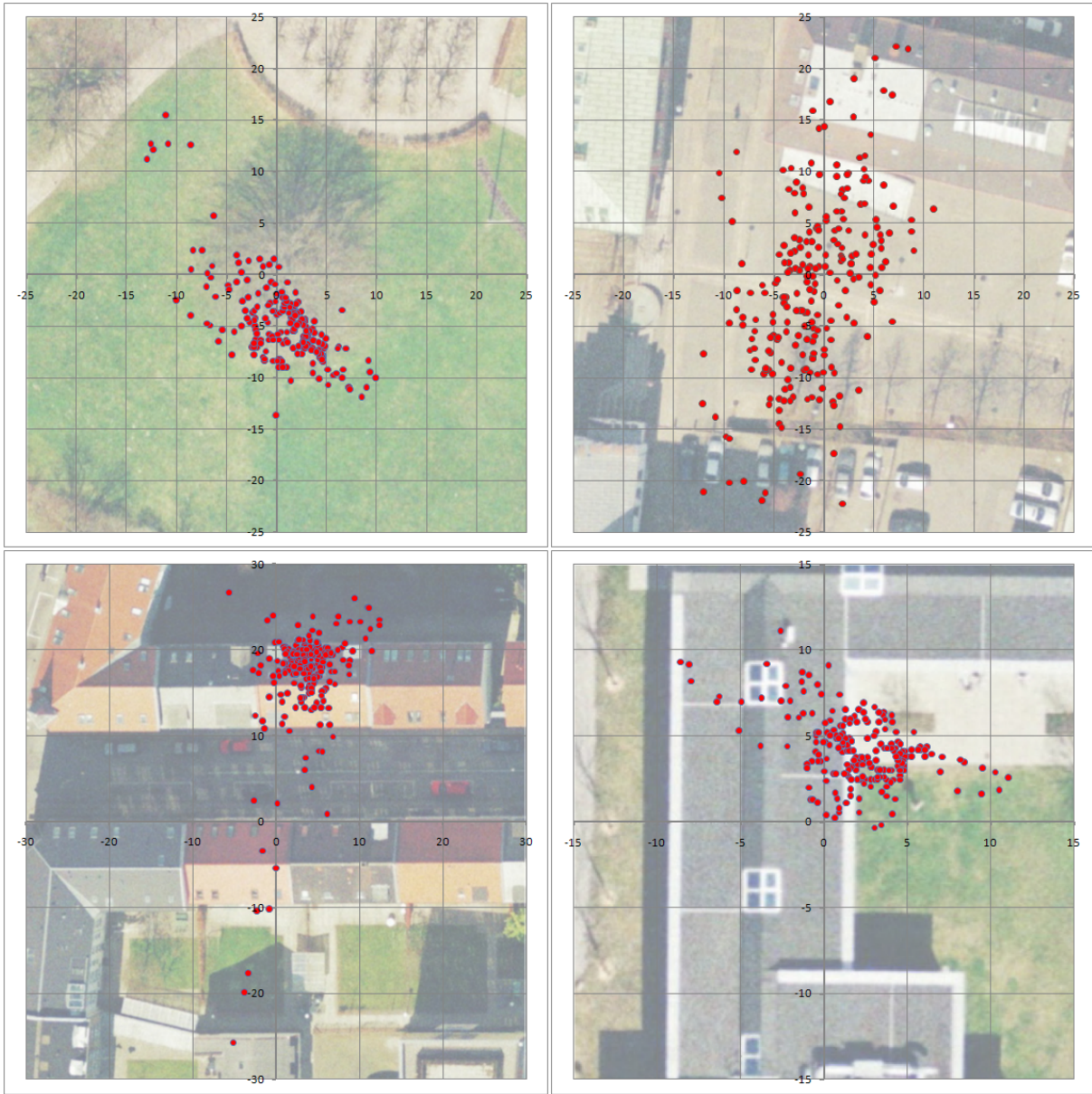
Figur 2

Skærmbillede fra det elektroniske spørgeskema. Databasen har registreret en tur fra kl. 9.00 til kl. 10.15.



Figur 3

ER-diagram over databasens opbygning. Såvel respondenter som GPS-enheder er repræsenteret i særskilte tabeller ligesom respondenternes besvarelser af spørgeskemaet og de indsamlede GPS-data er det. For hver respondent registreres identifikationsnummeret på den GPS-enhed, som respondenter har båret, og dette nummer anvendes til at forbinde de indsamlede GPS-positioner med respondentens spørgeskemabesvarelser.



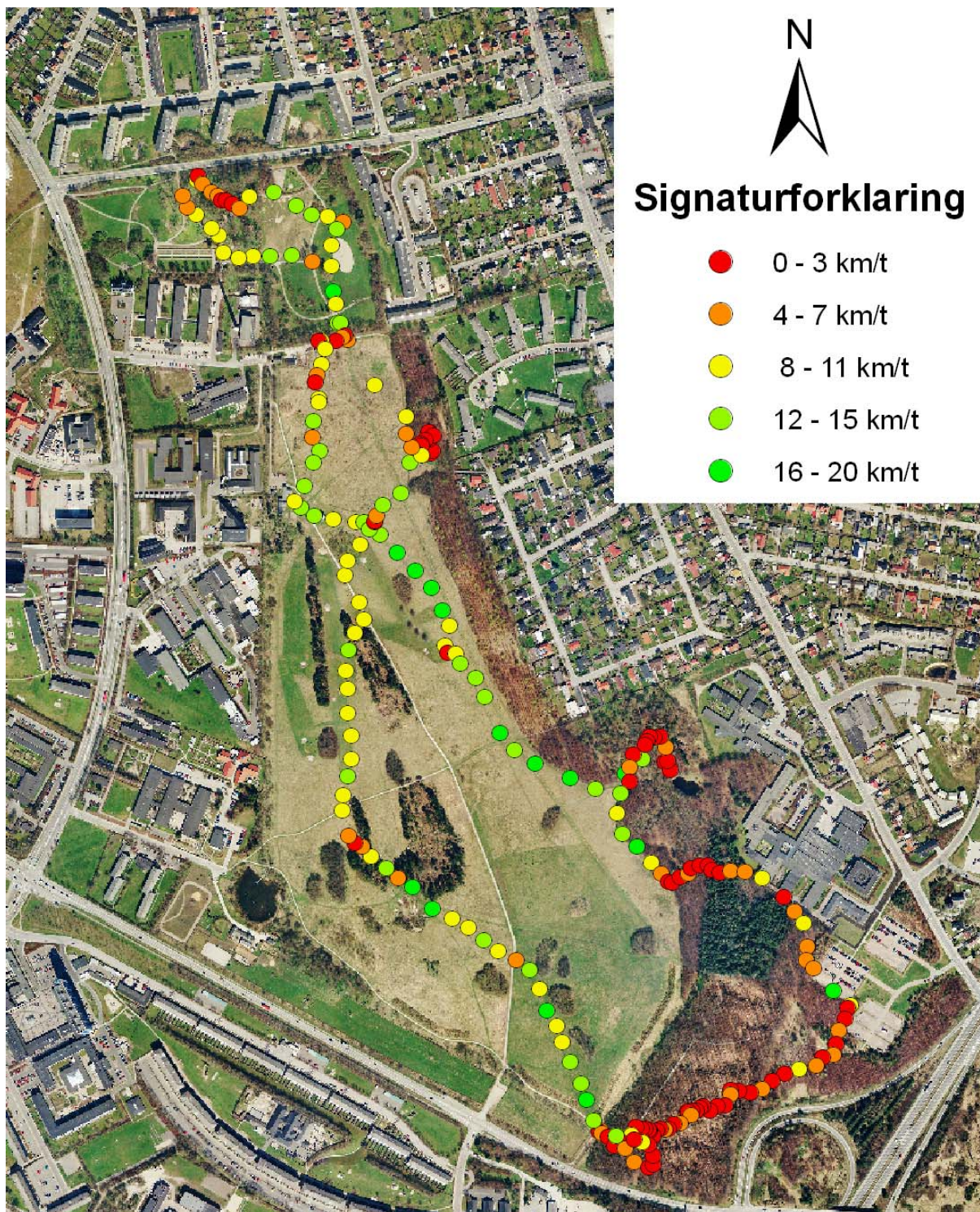
Figur 4

Scatterdiagrammer af data indsamlet på forskellige steder i Aalborg. GPS-modtageren befinder sig i midten af hvert diagram.



Figur 5

Visualisering af data indsamlet i Skanseparken i Aalborg i forbindelse med Det Mangfoldige Byrums parkundersøgelser i 2007. Højden og farven af hver søjle angiver respondenternes samlede opholdstid inden for en celle på 5 gange 5 meter. Visualiseringen er præsenteret i Google Earth ved hjælp af kml.



Figur 6

Visualisering af en respondents løbetur i parken omkring Uraniaobservatoriet i Aalborg. Punkternes farve angiver den hastighed, som respondenteren har bevæget sig med.