

# Brug af GPS data i trafikplanlægning

Af:

Jan Holm

Civilingeniør, Ph.D., Vejdirektoratet Niels Juels gade 13, 1059 København K, Danmark, tlf. 7244 3458, email [hol@vd.dk](mailto:hol@vd.dk)

## Manchet

GPS data indsamlet fra kørende biler vil radikalt ændre transportplanlægning. Vejdirektionerne vil løbende kunne få opdaterede data om situationen med rejsehastigheder på alle overordnede veje. Og kunne foretage langt bedre analyser, idet det reelle tidsforbrug på vejene bliver målt.

## Data for fremkommelighed indtil nu

Indtil nu har vejadministrationen baseret meget af deres viden omkring fremkommelighed på

- trafikanters indberetninger
- trafiktællinger af antal køretøjer kombineret med teoretiske beregninger af kapacitetsudnyttelsen eller
- gennem trafikmodellers "detektering" af flaskehalsstrækninger.

Systematisk trafikantinformation om trængsel har været begrænset til de steder, hvor man har haft monteret systemer med spoler, nummerpladeaflysninger eller overvågningskameraer. Alt-i-alt på kun en brøkdel af de strækninger, hvor det daglig kunne være relevant. Og både trafikmodeller og vejsidebaseret udstyr har været dyre i anskaffelse og i den daglige drift.

## Nye muligheder med GPS

Med GPS i kørende biler måler man kun en brøkdel af trafikken et givet sted, men får til gengæld en meget stor geografisk dækning med selv få målede køretøjer. Data giver en "kontinueret" beskrivelse af kørehastighederne i stedet for den punktmæssige som spoler eller radarer i snit giver. Specielt i bymæssige områder giver GPS helt nye muligheder for at måle rejsehastighederne på strækninger med mange (lysregulerede) kryds, hvor der nødvendigvis er biler med hastighed nul. Det bliver således muligt på strækningsniveau at se, hvor de største forsinkelser ligger i kryds. Det gør det muligt at få en indikation af, hvilke kryds der skal justeres for at sikre et bedre flow.

På den planlægningsmæssige side giver GPS-hastighederne mulighed for at udpege flaskehalse på en langt mere systematisk måde end i dag. Trængslen målt som rejsehastigheden i en spidstid relativ til en periode med få biler kan kvantificeres. Strækninger med trængsel kan udpeges og rangordnes baseret på GPS-stikprøven. Derefter ville de mest belastede strækninger kunne udtages til videre undersøgelse.

## Fuldskalaforsøg og dataleverandører

Vejdirektoratet har siden 2005 kørt et projekt med det formål at undersøge, hvorledes GPS-data kunne udnyttes til trafikplanlægning og trafikinformation.

Et væsentligt koncept i projektet har været at udnytte eksisterende datakilder for at opnå en omkostningseffektiv dataindsamling. Brugere af flådestyringssystemer (fx pakkeleveringsfirmaer) anvender i forvejen GPS i deres daglige arbejde og indsamler on-line data med en vis frekvens. Disse firmaer er blevet kontaktet og mange har indvilget i at levere deres historiske data under forudsætning om fuld anonymitet både med hensyn til firmaets navn og med hensyn til køretøjets identitet.

## Data kvalitet

Flåderne leverer data af forskellig kvalitet. Af vigtighed for os er at:

- indsamlingsintervallet for GPS punkterne maksimalt er på 15 sekunder for at kunne detektere ærinder
- retningen af køretøjet i hvert punkt er målt korrekt for at mapmatche til det korrekte vejsegment
- præcisionen af hvert punkt er bedre end ca. 10 meter for at mapmatche korrekt i et finmasket net

- udstyret har en høj stabilitet for at sikre en jævn strøm af data, så reelle trafikale stop identificeres
  - køretøjshastigheden er målt korrekt inden for nogle km/t.
- Alle fem punkter har stort set kunnet opfyldes af de kommercielle systemer, der er blevet analyseret.

### Beregningstrin

De rå GPS-punkter er xy-koordinater, der ikke er relateret til vejnettet. GPS-positionerne skal derfor forbindes til vejnettet ved processen "map-matching". Når antallet af GPS-punkter bliver meget stort, kræves en effektiv databasestruktur og effektive algoritmer, for at processen kan lykkes indenfor overskuelig tid. Et digitalt vejnet er nødvendigt. Det er valgt at bruge NavTeq's digitale vejnet som grundlag for mapmatchingen.

En midling af de mapmatchedede hastigheder på et segment vil give et forkert mål for rejsehastigheden. Det er først og fremmest vigtigt at sikre, at såkaldte "ærinder" undervejs (f.eks. en levering) bliver opdaget. Tiden fra stoppet skal ikke indgå i de beregnede hastigheder på vejsegmenterne. Derfor er udviklet et specielt "ærinde-detekterings-værktøj". Alle punkter mellem to ærinder gives efterfølgende et unikt tur-nummer, som benyttes, når middelhastigheden skal beregnes for vejsegmentet. Segmenthastigheden findes derefter ved en ikke-triviell midling, der korrigerer for, at lave hastigheder normalt er overrepræsenteret i rådata (fig. 1).

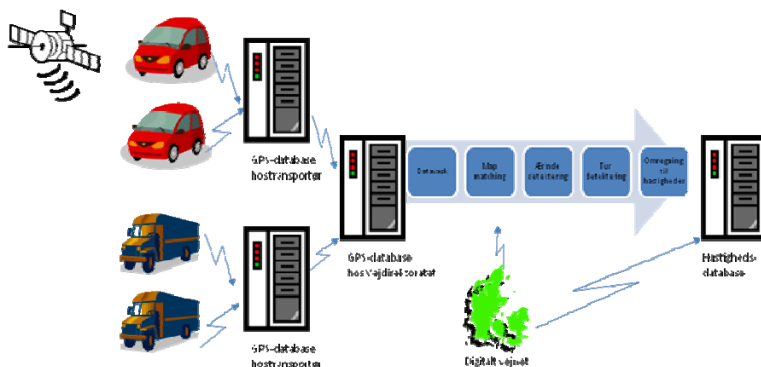


Fig. 1. System for omformning af GPS-målinger til rejsehastighedsdatabase.

Når segmenthastigheden skal beregnes, opdeles døgnet i specifikke tidsperioder, for eksempel perioden mellem kl. 8.00 og kl. 8.30 på en hverdag. Derfor opbygges en database, der samler rejsehastigheden på hvert segment i det digitale Navteq kort, opdelt på halvtimes tidsperioder på typiske hverdage. (En "typisk" hverdag er en hverdag uden for ferieperioder og uden for "skæve" helligdage som fx dage mellem jul og nytår.)

Data for hastighed og position fra én dataleverandør leveres eksempelvis hvert 15. sekund. Sandsynligheden for at indsamle en observation på et vejsegment afhænger af køretøjets hastighed. Derfor sker der en sammenvejning af hastigheder logget under gennemkørsel af den givne delstrækning. Der tages udgangspunkt i den gængse formel for beregning af strækningsmiddelshastighed, det vil sige, at der midles vægtet over rejsetiderne. Men disse vægte er kalibreret således, at rejsetiden over segmentet er i overensstemmelse med den virkelige rejsetid. Proceduren inkluderer også en metode til at behandle hastighedsdata med 0 km/t i rejsetidsberegningen.

Slutresultatet er, at man har en database over rejsetiderne (-hastighederne) på delsegementer opdelt i ½-times intervaller for typiske hverdage på det overordnede vejnet. Disse rejsetider er i gennemsnit også korrekte, og inkluderer tiden fra køddannelser og køretøjernes stop ved lysregulerede kryds.

### Verifikation af rejsetiderne

De resulterende rejsetider, snithastigheder og rejsehastigheder er blevet sammenlignet med andre dataindsamlingsmetoder i Vejdirektoratet. Vejdirektoratets tællesystem Mastra registrerer fx hastigheder i snit fortrinsvis ved spolemålinger. Udover dette har man også sammenlignet med rejsetiderne fundet ved kamerasystemer med nummerplade-genkendelse. Derudover er der foretaget kørebilmålinger for at finde rejsetiderne i myndretidstrafik.

Alle verifikationer har konkluderet, at de GPS-baserede rejsehastigheder giver et tilfredsstillende mål for rejsehastigheden, såfremt der er et tilpas antal målinger i det betragtede tidsinterval på den pågældende vejstrækning.

### Anvendelser

Rejsehastighedsdatabasen på basis af GPS data er i et samarbejde med *Rejseplanlæggeren A/S* blevet brugt til en mere pålidelig, trængselsafhængig bestemmelse af bilisters rejsetid i myldretimerne. Se fx <http://www.trafikken.dk> eller <http://www.rejseplanen.dk>. Den muliggør at en trafikant for en given ønsket tur kan vælge direkte mellem bil (i et trængselsbelastet vejnet) eller den analoge tur med kollektiv trafik og se konsekvenserne af disse alternativer.

Desuden er der primo 2010 færdiggjort et *brugervenligt I/F*, der muliggør, at vejadministrationerne til brug for deres planlægning kan udtrække data med trængselsafhængige rejsehastigheder på store dele af det overordnede vejnet i Danmark. Systemet:

- har simple valgmuligheder i brugerinterface
- giver resultater både som tabeller og som kort
- muliggør at brugerne kan arbejde videre med de fundne hastighedsdata
- har en decentral adgang, således at medarbejdere lokalt via webinterface kan betjene systemet
- har en sammenhæng med vejadministrationernes vejnr- og kilometreringssystem.

Det har resulteret i to brugerorienterede indgange til denne hastighedsdatabase:

Èt system, der dækker motorvejene med tabeller som det primære resultat og èt system, der dækker alle overordnede veje med kort som det primære resultat.

### Brugersystem for motorvejene

I brugersystemet for motorvejene vælges primært motorvejens navn samt hvorfra og hvortil man på denne vil se oplysningerne. Resultaterne leveres som excel-ark, der muliggør efterfølgende behandling af brugeren.

I fig. 2 er vist et tid-sted diagram for Holbækmotorvejen. Y-aksen har ½-times intervaller øverst fra kl. 6:00 til nederst kl 18:00 (aften og nat er derudover samlet i fælles perioder). X-aksen har et felt for hver delstrækning på ruten på Holbækmotorvejen. Hvert lille felt i dette diagram har fået en rejsehastighed estimeret ved metoden ovenfor som udtryk for den "gennemsnitlige" rejsehastighed på et typisk hverdagsdøgn på dette segment og tidsinterval. Figuren viser fx kødannelserne i morgenmyldretiden omkring Roskilde. Det er også muligt at arbejde videre med tallene. Det markerede felt viser uddrag af det excel ark, brugeren får til rådighed. Netop da hele strækningen er vist "kontinuert", kan man ofte også se de problemer, der er specifikke steder, fx ved rampers tilslutning. Man får i andre excel ark information om hvor mange målinger, der ligger til grund for gennemsnitshastighederne og usikkerheden på de enkelte målinger.

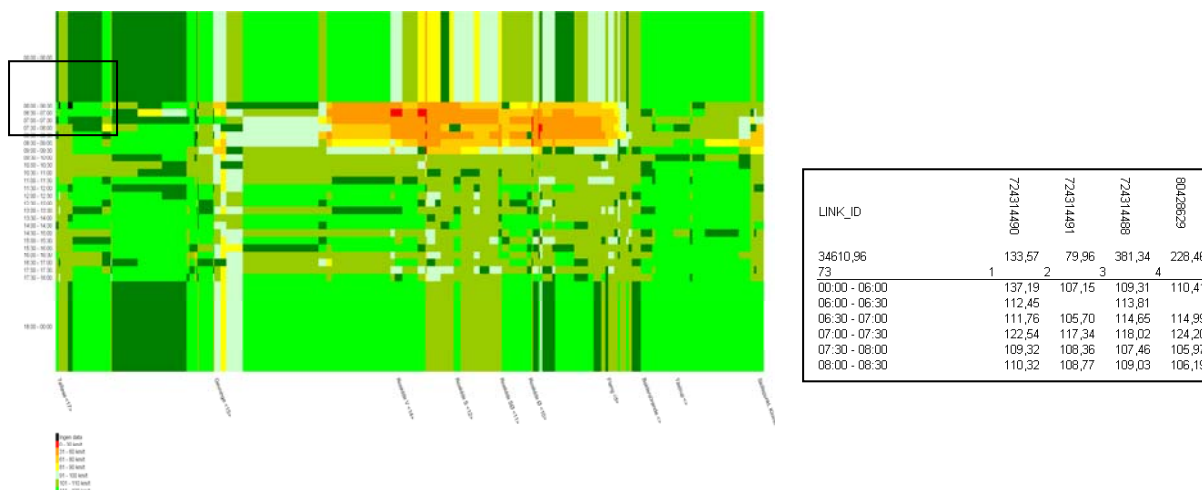


Fig. 2. Udtræk for Holbækmotorvejen med gennemsnitlige rejsehastigheder på hvert segment af denne hen over døgnets timer.

### Kortvisning for overordnede veje

Det er også muligt af få GPS-data ud på et kort. Dette kort omfatter alle overordnede veje. For Holbæk motorvejen omkring Roskilde ses en visualisering for perioden 7.30-8.00 tilligemed andre overordnede veje i området (fig. 3). Man bemærker de lave hastigheder, der er omkring regulerede kryds. Visualiseringen kan bruges til screeningsmæssigt at undersøge, hvor der er trafikale problemer i et område. Kortet dækker ca. 20.000 km overordnede veje i hele landet, dog med forskellig dækningsgrad afhængig af om der er blevet målt på strækningerne. Ved at ændre på periodevalget i halvtimes intervaller kan man få vist udviklingen over døgnet på en typisk hverdag i perioden 2007-8.

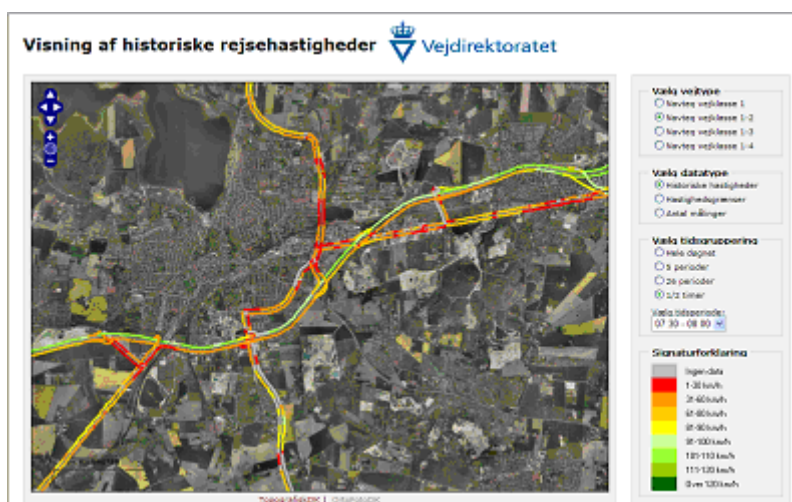


Fig. 3. GPS hastigheder omkring Roskilde på en typisk hverdag kl 7.30-8.00 på de overordnede veje i perioden 2007-8

### Trængselskort

Ved at danne kort, der viser målte hastigheder i spidsbelastningsperioder i forhold til målte hastigheder i svagt belastede perioder, kan opnås et indblik i, hvor på vejnettet trafikbelastningen i spidsperioder er skyld i dårlig fremkommelighed (se fig. 4). Ved at gennemgå sådanne kort kan man derfor få værdifuld information om strækninger og kryds med fremkommelighedsproblemer. Nogle af de viste steder med fremkommelighedsproblemer vil være kendt på forhånd, men herved underbygges disses eksistens. Muligvis vil der dukke flaskehalse op, som vejmyndigheden ikke har været opmærksom på før. Der opnås ligeledes et første tegn på, hvor meget lavere trafikens hastighed er i spidsperioder i forhold til andre tidspunkter. Tillige, hvor stor udstrækning trængslen har, og dermed det ene bidrag til

vurdering af flaskehalsens alvorlighed. Det andet bidrag i form af mængden af forsinket trafik må indhentes på traditionel vis ud fra trafiktællinger.

GPS-data kan hermed indgå i registreringen af vejnettets flaskehalse, som er grundlaget for udpegning, prioritering og planlægning af større eller mindre anlægsmæssige forbedringer af vejnettet.

Ved GPS-data forventes det, at man over tid kan følge en udvikling i fremkommelighed på landsplan og i korridorer. Dette kan danne grundlag for en overordnet planlægning af vejnettet.

Ved GPS-data rådes over direkte målte rejsehastigheder, og disse kan underbygge de hidtidige beregninger ud fra aggregerede trafikdata og kapacitetsmodeller over trafikbelastningen på strækninger.

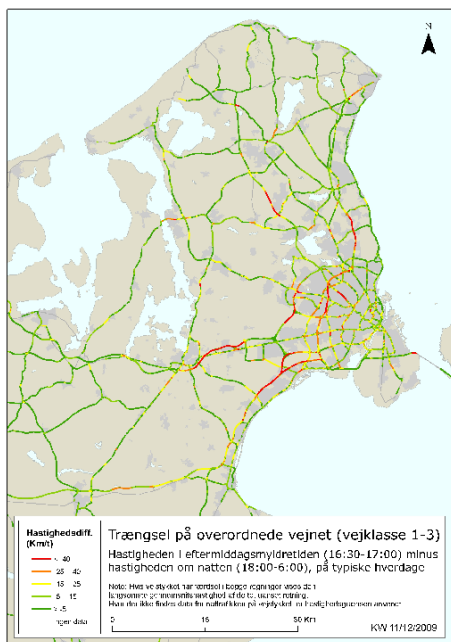


Fig. 4. Trængsel på overordnede veje i hovedstadsområdet opgjort som forskellen i km/t mellem rejsehastigheden i en myldretidsperiode 16.30-17.00 og den lovlige, frie operationshastighed.

### Videre planer

I 2010 er antallet af køretøjer, der leverer data til systemet. For ovennævnte systemer med historiske data betyder det, at dækningen øges markant både geografisk og tidsmæssigt, hvilket forbedrer mulighederne for at benytte GPS-data som grundlag i transportplanlægning.