

INFATI

**Test af GPS-nøjagtighed og
digitale kort med hastighedsgrænser**

Intelligent farfttilpasning



INFATI.dk

Notat 4

Martin Brandi
Ole Runge Madsen
Nikolaj Møller Nielsen
Jesper Runge Madsen

TRG

Trafikforskningsgruppen
AALBORG UNIVERSITET

INFATI

***Test af GPS-nøjagtighed og
digitale kort med
hastighedsgrænser***

**Aalborg Universitet
Trafikforskningsgruppen
Oktober 2001**

Udgiver/bestilles hos

Trafikforskningsgruppen
Institut for Samfundsudvikling og Planlægning
Aalborg Universitet
Fibigerstræde 11
9220 Aalborg Øst
Tlf. 96 35 83 75
Fax. 98 15 35 37
www.i4.auc.dk/TRG

Titel

INFATI – Test af GPS-nøjagtighed og
digitale kort med hastighedsgrænser

Tekst af

Martin Brandi
Ole Runge Madsen
Nikolaj Møller Nielsen,
Aalborg Universitet

samt

Jesper Runge Madsen,
Sven Allan Jensens Tegnestue a/s

Tryk

Uniprint

ISP skriftserie

269

ISSN

1397-3169

ISBN

87-90893-22-0



Forord

Dette notat er en del af afrapporteringen af forskningsprojektet Intelligent Farttilpasning. En liste over øvrige rapporter og notater fra forskningsprojektet findes bagerst i notatet. Forskningsprojektet Intelligent Farttilpasning tager sit udgangspunkt i udvikling af trafikinformatik med sigte på at bidrage til et bæredygtigt transportsystem og med særlig henblik på en forbedring af trafikikkerheden. I projektet er udviklet en bilcomputer til hastighedsstøtte og OBU'en er installeret og afprøvet hos 20 privatbilister i Aalborg.

Projektet er gennemført som et samarbejde mellem:
Aalborg Universitet, Trafikforskningsgruppen
Aalborg Universitet, Laboriet for Geoinformatik
Elektronikfirmaet M-tec i Hune
Konsulentfirmaet Sven Allan Jensen A/S

Projektet er finansieret af Aalborg Universitet og Mål 2 midler fra Erhvervsfremmestyrelsen. Projektets kortgrundlag er DAV, som er stillet til rådighed af Kampsax Geoplan.

Projektet er gennemført af følgende gruppe:
Lektor Harry Lahrmann, Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet,
(projektleder)
Lektor Jens Juhl, Laboriet for Geoinformatik, Aalborg Universitet
Adjunkt Peter Cederholm, Laboriet for Geoinformatik, Aalborg Universitet
Forskningsassistent Teresa Boroch, Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet
Forskningsassistent Malene Kofod Nielsen, Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet
Sekretær Lilli Glad, Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet
Stud. Geom. Ole Runge Madsen, Aalborg Universitet
Stud. Geom. Martin Brandi, Aalborg Universitet
Stud. Geom. Nikolaj Møller Nielsen, Aalborg Universitet
Civilingeniør Poul Heide, M-tec
Civilingeniør Jesper Runge Madsen, Sven Allan Jensen A/S
Civilingeniør Jørgen Raguse, Sven Allan Jensen A/S



Herudover har lektorerne Erik Kjems, Lars Bodum og Anker Lohmann-Hansen – alle Aalborg Universitet - ydet værdifulde bidrag til projektet.

Projektet har været fulgt af en gruppe med følgende medlemmer:

Lars Klit Hansen - Danmarks Transport Forskning - indtil ultimo 2000, herefter Hans Lund

Michael Grouleff Jensen - Teknologisk Institut

Jan Kildebogaard - Center for Trafik og Transport, Danmarks Tekniske Universitet

Claus Just Madsen - Færdselsstyrelsen

Ole Thomsen - Nordjyllands Amt

Wulf D. Wätjen - Carl Bro

Grete Helledi - COWI

Bent Alsted - Aalborg Kommune

Poul Greibe - Vejdirektoratet - indtil medio 2000, herefter Henrik Værøe

Harry Lahrmann, oktober 2001



FORORD	2
1 TEST AF GPS NØJAGTIGHED	6
1.1 GPS-modtageren	6
Nøjagtigheden af modtager	6
GPS i forhold til DAV	7
GPS kan ikke stå alene	12
2 KORTGRUNDLAG	14
2.1 Kravspecifikation for kort	14
2.2 Kortværk i Danmark	16
2.3 Vurdering af kortværk.....	18
Sammenfatning	19
2.4 Kortproduktion	20
Grundkort.....	20
Attributter.....	20
Overvejelser og problemer ved tilvejebringelse af hastighedskortet.....	21
Mapmatching	22
Konverteringen i praksis	23
3 ETABLERING OG AJOURFØRING AF ET KORTVÆRK ..	24
3.1 Aktørerne bag hastighedskortet.....	24
Amter	25
Kommuner	25
Metoder til etablering af et hastighedskort.....	26
Vejtemaet	28
3.2 Organisation bag hastighedskort	28
Registrering i "marken".....	28
Tilvejebringelse, vedligehold og brug.....	30
Kommunikation i hastighedssystemet.....	33
Hastighedskortet kan etableres.....	35



4 PROTOTYPE TIL HASTIGHEDSKORT	37
4.1 Programmoduler	37
MobilRegistreringsEnhed (1).....	41
ZoneGenerator (2).....	42
VejKlip (3).....	44
Vurdering af VejKlip (VK).....	46
ZoneTjek (4)	46
HastighedsTildeler (5).....	49
Samlet vurdering af prototype.....	50
4.2 Praktisk eksempel.....	50
Udarbejdelse af et hastighedskort	50
Præsentation af resultatet	53
4.3 Samlet vurdering af kortproduktion	53
Tidsforbrug	53
Hastighedskortet i forhold til kravspecifikationen	54
KILDER.....	56



1 Test af GPS nøjagtighed

I det følgende testes nøjagtigheden af en standard GPS-modtager. Dette er gjort med henblik på at vurdere, om GPS-teknologien kan tilfredsstille de krav, som et system som INFATI vil stille til realtidspositionering. Nøjagtigheden er bestemt både i forhold til en kendt stationært punkt og kørende i forhold til et kortværk, i dette tilfælde ”Dansk Adresse- og Vejdatabase – DAV”.

1.1 GPS-modtageren

GPS-modtageren er blevet undersøgt i forbindelse med INFATI for at få et overblik over, hvor godt GPS-positioner og kort passer sammen, samt for at få bekræftet eller afkræftet, om GPS kan stå alene i positioneringen af bilen. Desuden er det blevet undersøgt, om præcisionen af GPS uden differentiell korrektion er tilstrækkeligt. Undersøgelsen er delt i to, hvor den ene er i varieret terræn i Aalborg og omegn, og den anden er i tæt by i København centrum. Indledningsvist skal det pointeres, at den modtager, navigationsdelen af INFATI anvender, ikke er den samme, som blev anvendt i testfasen. Den anvendte modtager er en Trimble NavGuide+, som også er optimeret til mobil navigation. Det vurderes, at de to modtagere ikke adskiller sig væsentligt fra hinanden, bl.a. fordi begge modtagere er kommercielle modtagere, der er optimeret til brug i køretøjer.

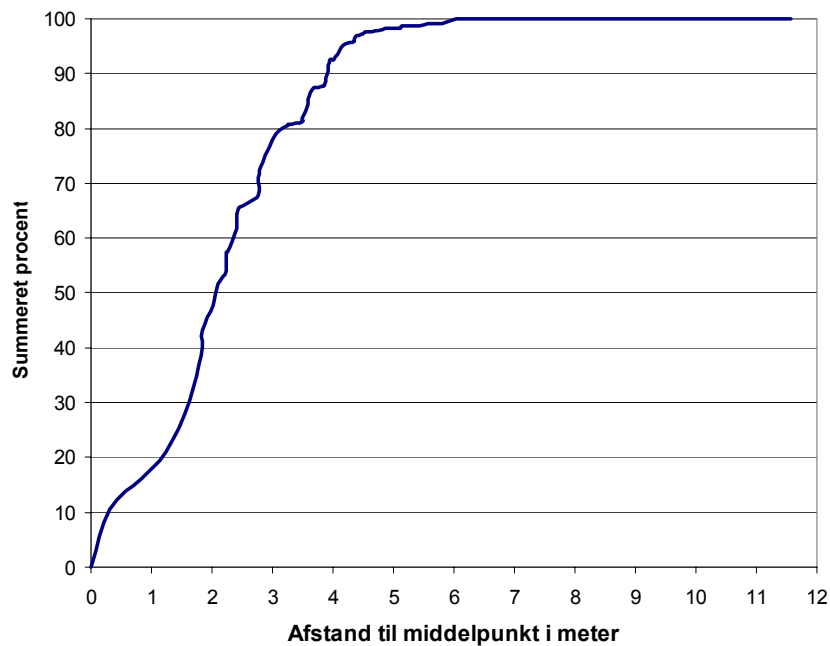
Nøjagtigheden af modtager

Første undersøgelse blev foretaget på taget af en af AAU's bygninger, Fibigerstræde 11, hvor der er et referencepunkt, som er stedbestemt i forhold til UTM-systemet. Da modtageren var placeret på et tag med frit udsyn hele horisonten rundt, var modtageforholdene gode under hele forsøget. Modtageren stod dog stille, hvilket den ikke er optimeret til, da den har filtre til at fremskrive positionen.

Nedenstående graf 3.1 er resultatet af en undersøgelse, hvor der i løbet af 24 timer blev registreret 90.217 positioner.. Præcisionen vurderes i forhold til middelkoordinaterne, der kan beregnes ud fra de 90.217 målte punkter. 99,7% var under 6 meter fra middel, og af de 90.217 målinger var 20 over 8 meter fra middel, heraf en måling på 11,6 meter. Spredningen på middelværdien er beregnet efter nedenstående formel til 2,6 meter.



$$\sigma_{GPS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \hat{x} - x_i}{m-1}} = 2,6m$$

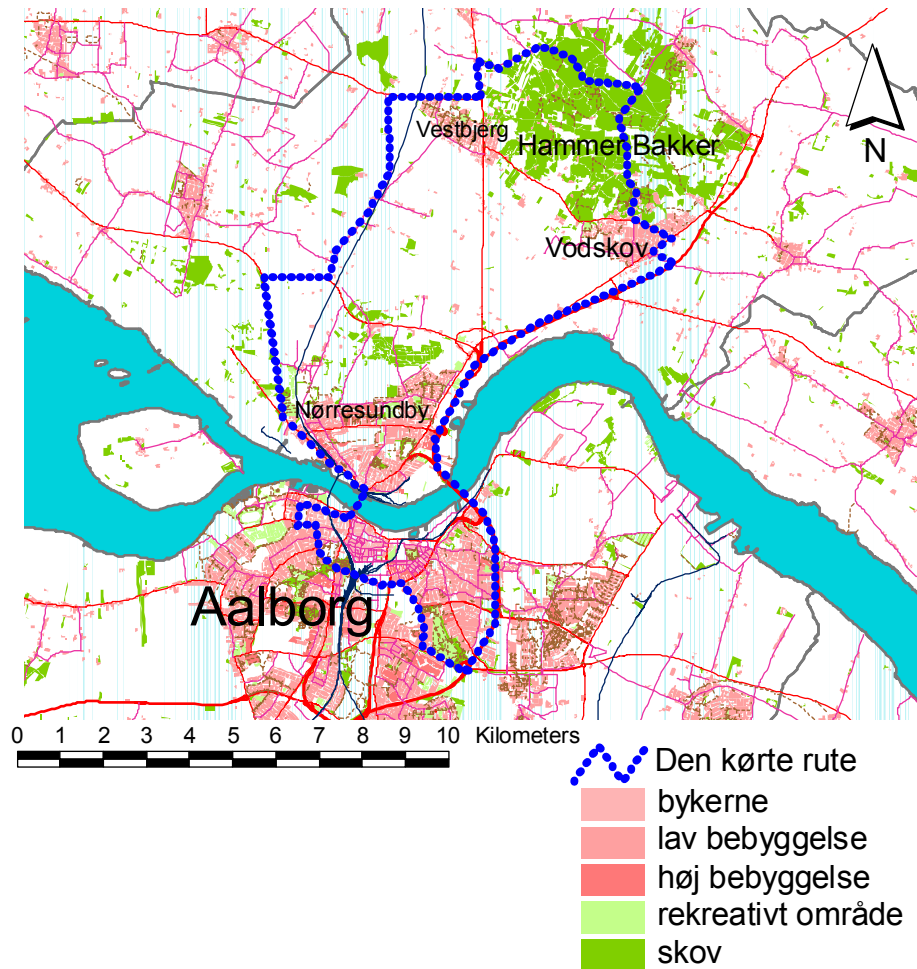


Figur 1 Summeret frekvenskurve på basis af 90.217 målinger

Den næste undersøgelse behandler nøjagtigheden af GPS-positionerne med det valgte kortværk (DAV) i forskelligt terræn.

GPS i forhold til DAV

Nøjagtigheden af GPS-positionerne i forhold til det valgte kort blev, som tidligere beskrevet, undersøgt i Aalborg og omegn og i København centrum. I Aalborg og omegn blev der kørt 9 ture jævnt fordelt over 12 timer ad en rute, der skulle gøre modtageforholdene for GPS-modtageren så vanskelig som muligt. Den valgte rute fremgår af figur 2.



Figur 2 Kort over den kørte tur omkring Aalborg

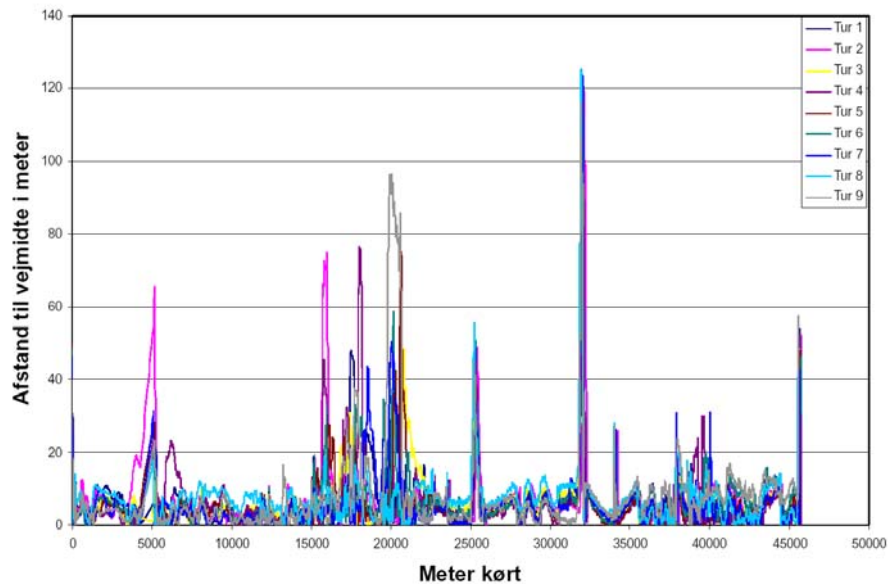
Copyright, Kort & Matrikelstyrelsen G 24-98

Ruten går ad motorvej via Limfjordstunnelen gennem Hammer Bakker og tilbage gennem Nørresundby og Aalborg. Ruten går derved gennem varieret dansk terræn i form af åbent land, tæt skov og by. For at vurdere afstanden fra GPS-position til DAV er ruten, der køres ad, "klippet" ud af DAV, og efterfølgende er positionerne fra GPS'en projiceret ind på DAV's vejmidter. Resultat af undersøgelsen i Aalborg fremgår af figur 3.

På grafen vises den tilbagelagte afstand på x-aksen og afstanden fra GPS positionen til vejmidten på y-aksen. Sammenlignes resultatet (graf 1.2) med den fysiske position, kan de store afvigelser forklares med mangler i DAV samt fysiske forhold som brede veje og dårlige modtageforhold.

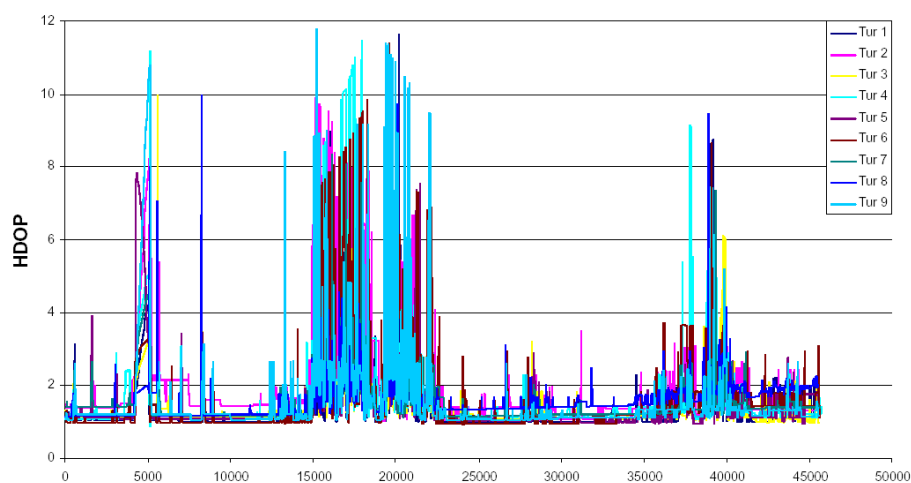
I fem områder er der store afvigelser, som ikke umiddelbart kan tilskrives unøjagtigheder ved kortet, positioneringen eller det faktum, at bilen ikke

kører på vejmidten. Afvigelserne i de fem områder forklares af nedenstående.



Figur 3 Afstanden fra GPS-positionen til vejmidten i DAV

1. Ved 5000 meter, efter Limfjordstunnelen, er der mange spor, dvs. stor afstand fra yderspor til vejmidten. Derudover har modtageren ikke haft kontakt til satellitterne gennem tunnelen, og skal derfor finde dem igen, hvilket resulterer i en høj HDOP.
2. 15.000 –20.000 meter er turen gennem Hammerbakker, her er modtagerforholdene ikke de bedste grundet blade på træerne, hvilket ses tydeligt i de indsamlede data, da HDOP'en stiger gennem skoven, jf. graf 1.3. Det kan desuden tænkes, at grusvejene i skoven ikke har samme nøjagtighed som de resterende veje i det åbne land, på grund af den fotogrammetriske kortlægning,
3. Toppen ved 25.000 meter fremkommer, da der her er ved at blive anlagt en tilkørsel til Hirtshals-motorvejen i form af to rundkørsler, som endnu ikke er med i kortet.
4. Toppen omkring 32.000 meter fremkommer, da der er anlagt en ny stor rundkørsel på Thistedsvvej, som heller ikke er med i DAV.
5. De små toppe fra ca. 38.000 til 40.000 er turen gennem Nørresundby og Aalborg, og fremkommer som en konsekvens af svingbaner, brede veje og lignende samt dårligere modtageforhold, som ses i form af højere HDOP.

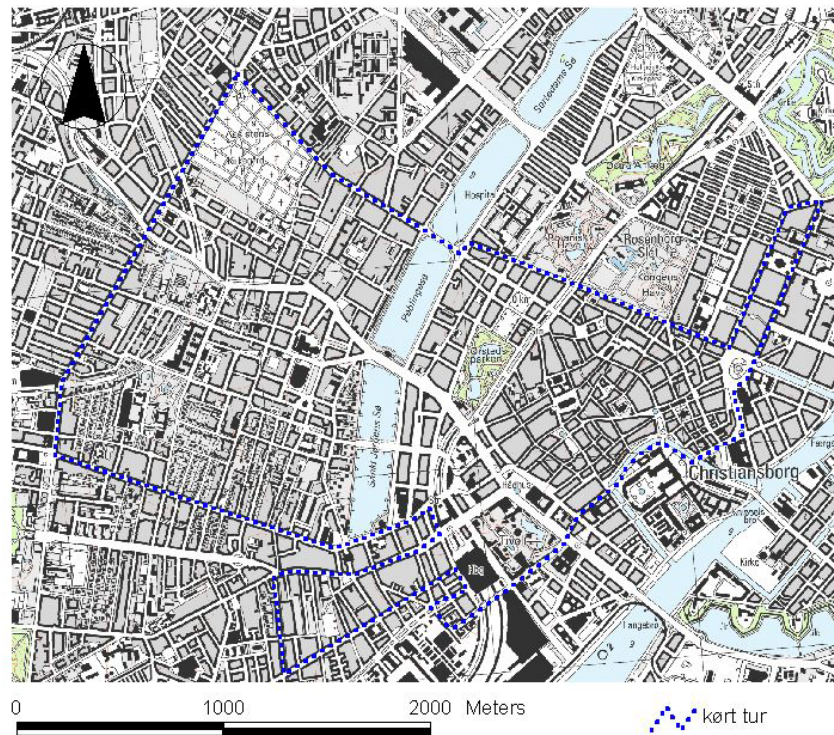


Figur 4 HDOP som funktion af afstanden

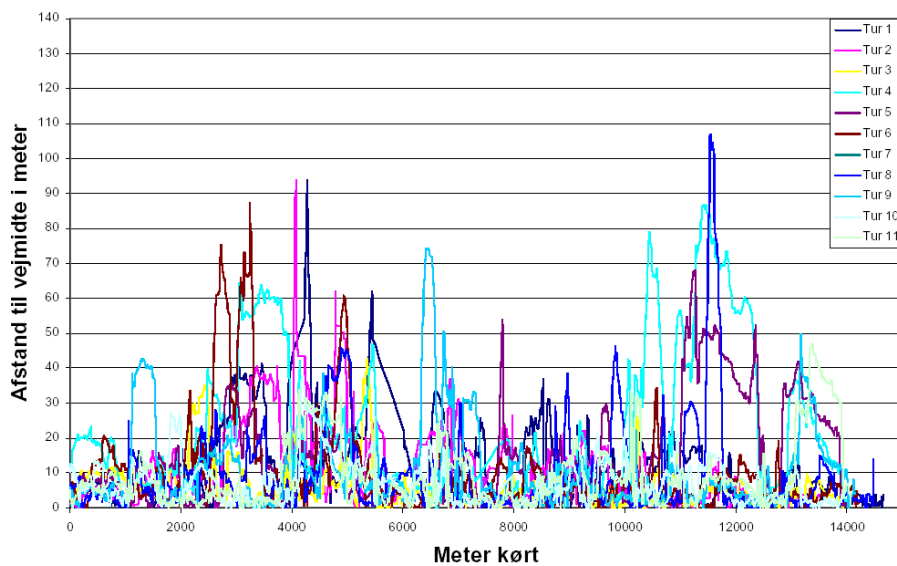
Af ovenstående kan det konkluderes, at de store afstande fra GPS-positionen til vejmidten i DAV hovedsagligt skyldes manglende veje i DAV. "Nøjagtigheden" bliver dog dårligere gennem Hammer Bakker, hvilket skyldes dårlige modtagerforhold. Dette er også gældende i dele af Nørresundby og Aalborg, hvor det ses, at HDOP'en for de enkelte positioner stiger. Stigningen af HDOP'en disse to steder sker dog ikke overraskende på grund af de fysiske forhold. At positioneringen gennem skovområder er lidt dårligere, vurderes ikke til være et problem, da vejene her ikke ligger tæt.

En dårligere positionering i byområder kan imidlertid være årsag til problemer, da vejene ligger tættere i byen. Derfor er GPS-positionernes "nøjagtighed" i forhold til DAV blevet undersøgt i København.

Turene i København blev foretaget på samme måde som turene i Aalborg. Der blev foretaget 11 ture jævnt fordelt over 12 timer, hvor ruten går gennem noget af det tætteste by i Danmark, jf. figur 2. Resultat fremgår af graf 3.4, der læses som den for Aalborg testen.



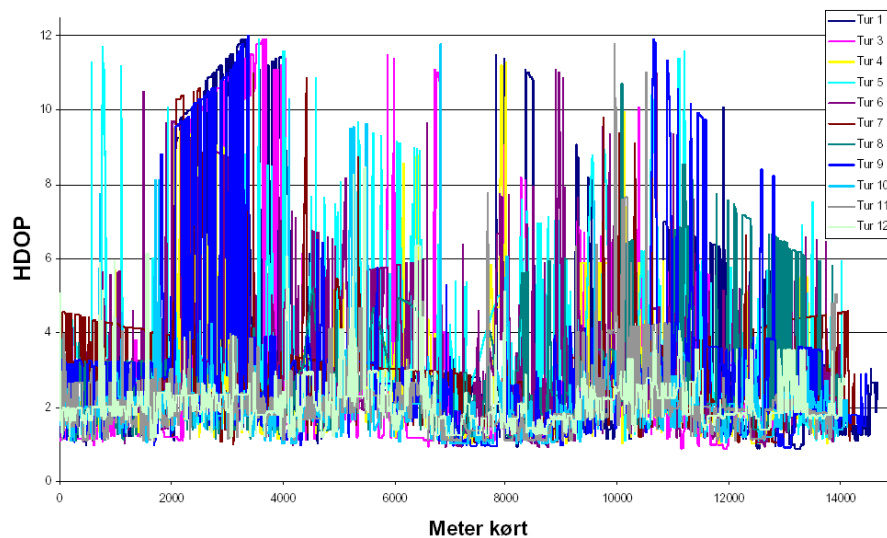
Figur 5 Ruten i København



Figur 6 Afstanden fra GPS-positionen til vejmidten i DAV

I København er der ikke, som i testen i Aalborg, markante toppe for alle turene. Dog er der to områder, som er iøjnefaldende, nemlig fra ca. 2.000 meter til ca. 5.000 meter og fra 11.000 meter til 14.000 meter. Dette er henholdsvis Gl. Kongevej og Gothersgade gående videre i Nørrebrogade. Disse

to dele af ruten er begge øst-vest gående med højt byggeri mod syd - med dårligere modtageforhold til følge. Den dårligere "nøjagtighed" mellem GPS-positioneringen og DAV i København i forhold til Aalborg kan, udover de dårligere modtageforhold, skyldes brede veje, svingbaner og lignende. Positioneringen i København har væsentligt dårligere nøjagtighed end i Aalborg. HDOP'en er mere varierende, højere og uden egentlige toppe, jf. graf 6. Desuden er der udfald samt meget store fejl i positioneringen, som skyldes dobbelt reflekterede signaler (multipath).



Figur 7 HDOP som funktion af afstanden

Ud fra den målte spredning på GPS-koordinaten (2,6 m) og nøjagtigheden på DAV's vejmidter (5 m) kan der ved hjælp af den simple fejlforplantning beregnes en forventet spredning på afstanden mellem den målte GPS-koordinat og DAV, se formel 3.2. Afvigelsen mellem DAV og GPS-positionen vurderes til at være større, end den beregnede spredning antyder, da der ikke køres på vejmidten.

$$\sigma_{DAV-KOOR} = \sqrt{\sigma_{DAV}^2 + \sigma_{GPS}^2} = 5,6m$$

GPS kan ikke stå alene

Ud fra testen i Aalborg kan der også beregnes en spredning mellem GPS-koordinaten og vejmidten i DAV. Spredningen er beregnet på baggrund af de ni testture, hvor den første og sidste del er fjernet, pga. en parkeringsplads, der ikke fremgår af DAV. Spredningen er beregnet på baggrund af de kvadrerede residualer (r) divideret med det samlede antal (n) dvs. 27.328 målinger,



$$\sigma_{GPS-DAV} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n r^2}{n}}$$

hvilket giver 12,8 meter. Spredningen er, ikke overraskende, højere ved denne beregning end den forrige (formel 3.2). Det skyldes, at der i den forrige beregning ikke tages højde for mangler i DAV og dårlige modtagerforhold, hvilket er inkluderet i den sidste beregning.

Sammenholdes de to grafer, kan mangler i DAV umiddelbart udpeges. For eksempel kan nævnes de to rundkørsler ved ca. 25.000 m og 32.500 m, som begge er over 3 gange spredningen på 12,8 m. DAV har umiddelbart ikke andre mangler på den kørte rute.

Testen i København viser tydeligere end testen i Aalborg, at GPS ikke er robust nok til at så alene i positioneringen af bilen. Den bør derfor understøttes med en form for dead reckoning samt mapmatching.



2 Kortgrundlag

Dette kapitel omhandler dels en kravspecifikation for et ideelt kortværk, en undersøgelse af eksisterende kortværk på det danske marked, valg af kortværk og en beskrivelse af, hvordan kortet, der anvendes i INFATI-systemet, er produceret. Desuden beskrives en alternativ måde at etablere og ajourføre et hastighedskort på, samt hvordan en organisation bag kortet kan opbygges.

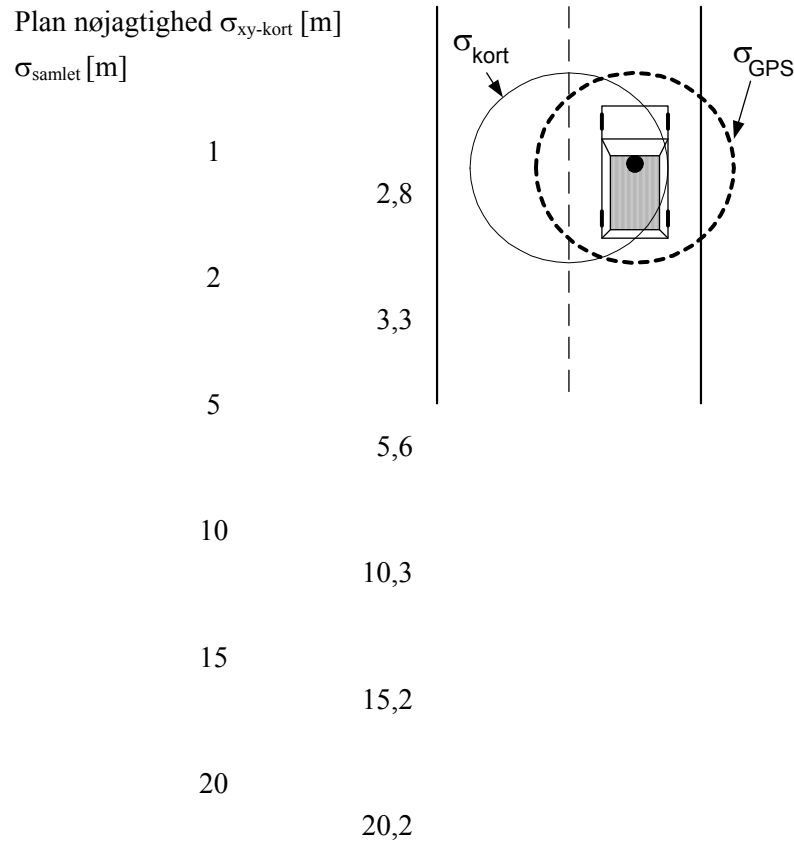
2.1 Kravspecifikation for kort

Hensigten med at opstille en kravspecifikation for det digitale kort er præcist at definere, hvad der kræves af et sådan kort. Med andre ord skal kravspecifikationen sikre det rigtige produkt/den rigtige kvalitet til den rigtige pris. Som model for opstilling af relevante krav benyttes kvalitetsparametrene i den internationale standard for geoinformatik - Quality (ISO/TC 211, 1997). [Balstrøm m.fl., 1999, s. 73]

- Kortet skal være fuldstændigt mht. offentlige tilgængelige veje, så en bruger af systemet kan få information om den gældende hastighedsgrænse, uanset på hvilken offentlig vej i Danmark brugeren befinder sig.
- Kortets geometriske nøjagtighed skal være så god, at det vha. GPS og mapmatching er muligt at finde bilens faktiske position i kortet. Som beskrevet tidligere kan en GPS-modtager i praksis angive positioner med en spredning på 2,6 meter. Hvor god kortets geometriske nøjagtighed skal være, afhænger af, hvor god en mapmatching, der kan laves. En god mapmatching kræver ikke så nøjagtigt et kort og/eller en position og omvendt. Det er vanskeligt, uden praktiske forsøg, at give et realistisk bud på kravet til kortets plane nøjagtighed, men vha. et regneeksempel kan der gives et foreløbigt bud. Den samlede spredning kan beregnes som,

$$\sigma_{\text{samlet}} = \sqrt{\sigma_{\text{kort}}^2 + \sigma_{\text{GPS}}^2}$$

men da GPS antennen ikke befinder sig midt på vejen, vurderes det reelle tal at være større. Dette er ikke indeholdt i figur 2.1.



Figur 8 Den geometriske nøjagtigheds indflydelse på den samlede spredning

- Kortværket skal være et topologisk korrekt vektorkort (netværk), da analyse og mapmatching ikke er mulig i et spaghettikort eller i et rasterkort. Kravet om et vektorkort hænger sammen med ønsket om en lille datamængde, der let kan opdateres.
- Det skal være muligt at vedhæfte attributdata til kortets liniestykker, hvorfor datastrukturen skal være "gennemsigtig" og i et gængs format.
- Kortet skal være tematisk korrekt, så alle veje har en unik vejkode og alle hastighedsændringer fremgår af kortet.
- Kortets tematiske hastighedsdata skal have en geometrisk nøjagtighed bedre end 10 m. Dette krav begrundes med sammenhængen mellem bilens hastighed og GPS-signalets opdateringsfrekvens. Opdateringsfrekvensen er pt. 1 Hz, og af tabel 1 fremgår det, hvor langt en bil når at køre ved forskellige hastigheder i løbet af et sekund.



Hastighed [km/t]	Tilbagelagt afstand / sekund [m]
15	4
30	8
50	13
90	25
110	31

Tabel 1 Kørt afstand pr. sekund ved gældende hastighedsgrænser

Som det ses af tabel 1 vil en geometrisk nøjagtighed for hastighedsattributterne bedre end 10 meter være tilstrækkelig, da langt hovedparten af al kørsel sker med mere end 36 km/t. Systemet vil derfor stadig virke troværdigt over for brugeren.

- Kortets tidsmæssige nøjagtighed skal være så god, at systemet virker troværdigt og ikke misinformerer brugeren. Der skal derfor være en opdateringsprocedure for kortet, så alle nye veje, der anlægges, skal være indeholdt i kortet, inden de tages i brug.

2.2 Kortværk i Danmark

Ifølge Kort & Matrikelstyrelsens geografiske informationsmetadatabase findes seks landsdækkende kortværk, der indeholder information om veje og adresser i Danmark [www.geodata-info.dk, 05.10.00].

- Dansk Adresse & Vejdatabase (DAV)
- Kraks Digitale Danmark
- Kraks DK-15
- Kraks VEJNET
- VejnetDK
- Vejsektorens Informationssystem (VIS)

Desuden findes andre produkter på markedet, der ligeledes bør tages med i betragtning – nemlig Navtech Navstreets, Top10DK og kommunernes tekniske kort.

Dette afsnit har til formål at klarlægge, hvilke anvendelige kortværk der findes på markedet. Igen benyttes den internationale standard for geoinformatik - Quality (ISO/TC 211, 1997) [Balstrøm m.fl., 1999, s. 73], som struk-



tureret fremgangsmåde. Denne gang anvendes to af metodens tre hovedpunkter - oprindelse og kvalitetsparametre.

For læsevenlighedens skyld samles fakta om de ni kortværk i skemaform i tabel 2. Alle kortværk beskrives nærmere på [www.geodata-info.dk, 051000] med undtagelse af Navtech Navstreets, som er beskrevet på [www.navtech.com/database/data_build.html, 05.10.00].

Kortværk	Vektor-kort	Tilgængelige attributdata	Ajourføring	Alle veje	Nøjagtighed	Kilde til data
Navtech Navstreets®	✓	✓	Løbende Feltopdatering	✓	σ_{xy} 5 m	T0 kort-lægning + ny fotogrammetri
Top10DK	✓	✓	5 årig cyklus	✗	1 m (for veldefinerede punkter)	Ny fotogrammetri + topogra. kort
<u>Kraks VEJ-NET</u>	✓	✓	Kvartalvis	✓	Ca. 5 m (for veldefinerede punkter)	DAV + Krak Database
<u>Dansk Adresse & Vejdatabase (DAV)</u>	✓	✓	Årligt	✓	σ_{xy} 5 m	T0 kort-lægning + ny fotogrammetri
<u>Vejsektorens Informations-system</u>	✓	✓	Løbende max. 2 mdr.	✗	0,1 m	Terrastisk landmåling
<u>VejnetDK</u>	✓	✓	Årligt	✗	1 m til \pm 100 m	VIS D/200 (Færdselskort)
Kommunernes tekniske kort	✓	✓	Eks. by hvert 3. år og land hvert 6. år	✗	0,1 til 1 m	Gaskort m.m.Div. kilder
<u>Kraks Digitale Danmark</u>	✗	✗	Kvartal	✓	Ca. 5 m (for veldefinerede punkter)	DAV + Krak Database
<u>Kraks DK-15</u>	✗	✗	Årligt	✗	Ca. 5 m (for veldefinerede punkter)	DAV + Krak Database

Tabel 2 Relevante landsdækkende kortværk egnet til brug i et farttilpasningssystem



2.3 Vurdering af kortværk

På baggrund af tabel 2 diskuteres i dette afsnit, hvilke af de nævnte kortværk, der tilfredsstillende opfylder kravspecifikationen bedst. Kravspecifikationen er opstillet så det ideelle kort anvendes, hvis alle krav kan opfyldes. Det ville være naivt at regne med, at et sådant kort findes, men for at undgå for megen editerings- og registreringsarbejde, bør det bedste basisprodukt findes.

Programmet Kraks Digitale Danmark og kortværket Kraks DK-15 er rasterkort og er af denne grund mindre egnede til opgaven. VejnetDK og Vejsektorens Informationssystem (VIS) er vektorkort, som indeholder oplysninger om hastighedsovergange, men falder for kravet om fuldstændighed, da VejnetDK er baseret på KMS's D/200 (færdselskort) og VIS udelukkende omfatter stats- og amtsveje. Kommunernes tekniske kort er landsdækkende. Det er dog tvivlsomt, om de tekniske kort er homogene nok til opgaven mht. bl.a. topologi og fuldstændighed.

To gode bud på et basisprodukt er DAV og Kraks VEJNET. Kraks VEJNET bygger på DAV og er forædlet på baggrund af Kraks øvrige kort- og adresseudata. Desuden er Kraks VEJNET mere tidsmæssigt nøjagtigt, da det opdateres hvert kvartal, hvorimod DAV har en årlig opdateringsrate. Det må konkluderes, at Kraks VEJNET ifølge infodatabasen er mere anvendeligt end DAV. Begge kortværk indeholder ifølge infodatabasen alle veje i Danmark, hvilket opfylder kravet om fuldstændighed. Den geometriske nøjagtighed på 5 m er ligeledes umiddelbart tilfredsstillende. Topologien i DAV har vist sig at være ok i de forsøg på mapmatching, der er gennemført i INFATI, men som forventet findes kun de tematiske oplysninger om vejkode og ikke om hastighed, som krævet i kravspecifikationen.

TOP10DK er etableret med det formål at være topografisk grundlag for GIS, og kunne danne grundlag for den topografiske kortproduktion, men produktet indeholder ligeledes et trafiktema med motorvej, motortrafikvej, vej over 6 meter, 3-6 meter bred vej og anden vej. Om det er udtryk for den samme fuldstændighed, som når Kampsaks Geoplan hævder, at DAV indeholder en registrering af alle veje i Danmark, må bero på en undersøgelse. Konklusionen må dog være, at TOP10DK er et godt udgangspunkt, når der skal laves et kort til et farttilpasningssystem. Produktet synes at have de samme kvaliteter som DAV og Kraks VEJNET, dog med den undtagelse at den tidsmæssige nøjagtighed ikke er så god, da KMS opererer med en femårig opdateringscyklus, hvilket ikke kan accepteres, da vejnettet ændres meget på fem år.



Navtech Navstreets leveres af et amerikansk firma ved navn Navigation Technologies og findes bl.a. i nogle af GPS-producenten Garmin's håndholdte GPS-modtagere. Ved en hurtig undersøgelse af denne GPS-modtager viser det sig, at kortet indeholder flere små veje, eksempelvis nogle grusveje, der ikke findes i DAV. Ifølge Navigation Technologies hjemmeside [www.navtech.com, 26.09.00] er kortværket fremstillet ud fra et grundkort, som efterfølgende er forbedret vha. fotogrammetri. Kortsegmenterne kan have op til 150 attributter med information om alt fra servicestationer til turistattraktioner. Der findes også mere fagligt anvendelig information såsom vejnavne og husnumre, og i tætbefolkede områder også oplysninger om ensrettede gader og tidsafhængige svingrestriktioner. Alle disse oplysninger holdes, ifølge hjemmesiden, løbende ajour ved registrering i marken fra bl.a. et kontor i København. Navigation Technologies sælger kort, der dækker både Nordamerika og Europa, og har over 90 feltkontorer. Undersøgelse af kortet viser, at kortværket for Danmark er mere detaljeret, end det der dækker dele af Sverige. Der opereres med et begreb kaldet 'Intertown Coverage', hvilket betyder at kortværkets detaljeringsgrad, for bl.a. veje, er mindre i landområderne. I Europa er A- og E-nummererede veje inkluderet, samt veje, der forbinder byer, der er større end 250.000 m². Der kan altså forventes en varierende kvalitet fra en høj detaljeringsgrad i større byområder til en lav i landzoner. Det kan dog konkluderes, at Navtech Navstreets er et seriøst bud på et alternativ til selv de bedste danskproducerede kortprodukter. Dog er der problemer med at få oplysninger omkring kvalitetsparametrene jf. tabel 2.

Sammenfatning

De kortværk, som er interessante i denne sammenhæng, er listet nedenfor:

- Navtech Navstreets®
- Kraks VEJNET
- Dansk Adresse og Vejdatabase (DAV)
- Top10DK

Som forventet opfylder ingen af de undersøgte kortværk alle krav, men de indeholder et godt grundmateriale, der kan bygges videre på. Karakteristisk er det, at tre af de anvendelige datasamlinger er baseret på DAV, men da DAV ikke er ideel, vil det ideelle digitale kort kræve bearbejdning, specielt mht. hastighedstemaerne, som ikke er med i nogen af kortværkene.



2.4 Kortproduktion

I det følgende beskrives kortproduktionen og indsamlingen af attributter i forbindelse med projektet. Der kan i processen opstilles følgende nøglepunkter:

- Valg af grundkort.
- Tilvejebringelse af attributter.
- Tilpasning til mapmatching.

Grundkort

Grundkortet i projektet er DAV¹. Det er valgt pga. bl.a. dækningsgraden på 100%, nøjagtigheden på 5 m og den periodiske opdatering.

Attributter

Til hastighedsstøttesystemet er det nødvendigt at tilføje en attribut til DAV, der beskriver den skilte hastighed på den enkelte vejstrækning. Hastighedsattributterne blev ført fra et kort fra et tidligere projekt til DAV. Det tidligere kort var af tvivlsom kvalitet både mht. kortets kvalitet og hastighedsattributternes kvalitet. Herudover dækkede kortet kun en mindre del af Aalborg Kommune, fortrinsvist Aalborg by.

Fremgangsmåde

- I ArcView konverteres kortet, så vejene i stedet for at være repræsenteret af et linestykke er repræsenteret ved ét punkt pr. liniestykke. Disse punkter knyttes herefter til liniestykkerne i DAV. Dette er nødvendigt, da der ikke er et direkte link mellem DAV og kortmaterialet fra det tidligere projekt.
- Resultatet af punkt 1 gennemgås og grove fejl rettes..
- Kortet sendes i en trykt udgave til Aalborg Kommune, hvor en person med stort kendskab til kommunens vejnet gennemgår kortet og kommer med rettelser, som føres ind i kortet i ArcView.
- Da der stadig er mange fejl og uklarheder i kortet, bliver det besluttet at gennemkøre hele kommunes vejnet for at tjekke kortet overfor virkeligheden. Hver enkel vej får vedhæftet attributdata vedrørende hastigheden. Hastighedsattributterne indsamles ved at køre rundt til samtlige hastighedsskilte i kommunen for at registrere deres position. Positionerne

¹ Infodatabase om geodata, www.geodata-info.dk



indføres efterfølgende manuelt i analoge kort, hvilket betyder, at det ikke er muligt at lave en automatisk opdatering af hastighedstemaet, når kortværket skal fornyes. Dette giver en meget bekostelig etablering og opdatering.

Efter disse punkter er gennemgået, er kortet klar til brug.

Overvejelser og problemer ved tilvejebringelse af hastighedskortet

Ved udarbejdelsen af kortet blev der fundet en række problemområder, som skal løses, før INFATI-systemet kan fungere på landsplan

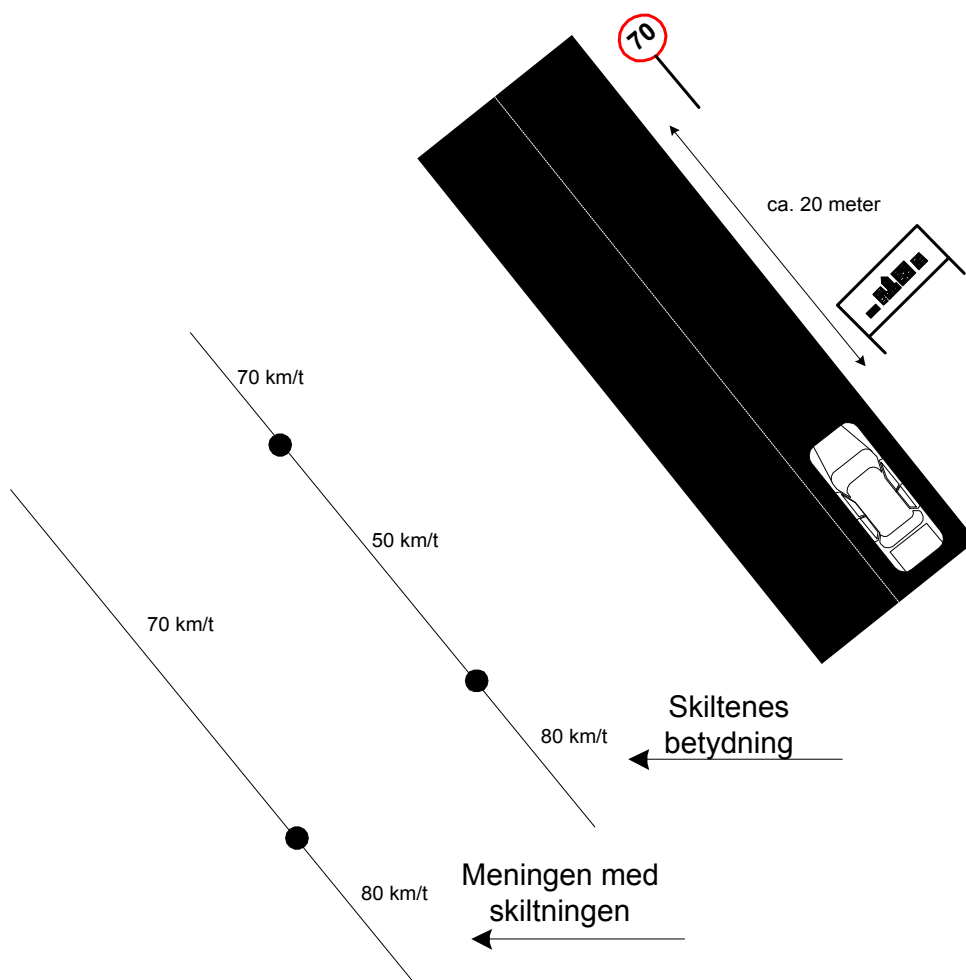
Til kortmaterialet knytter sig en række problemer. Blandt andet er gang- og cykelstier mange steder angivet som veje, og veje eller dele af veje mangler, hvilket kan hænge sammen med, at retningslinierne for, hvad der skal digitaliseres, ikke er overholdt.

Der er også problemer med at definere, hvorfra og hvortil de enkelte hastighedszoner løber, og der er problemer i mindre landsbyer, hvor eksempelvis kun tre ud af fire ind- og udfaldsveje har et byskilt. Det vil her være nødvendigt at foretage et skøn for at sætte det fjerde byskilt.

Også andre valg skal foretages. Kommer man fra landet med 80 km/t og passerer et byskilt, som betyder 50 km/t, kan man umiddelbart efter møde et 70 km/t skilt. Det er fra vejmyndighedernes side ikke hensigten, at man her skal køre 80, sætte hastigheden kortvarigt ned til 50 km/t for derefter at sætte den op til 70 km/t. Her bør vejsegmentet tildeles 80 km/t indtil byskiltet, hvorefter vejen tildeles 70 km/t, jf. figur 9.

Et sidste problemområde er selvetablerede hastighedsgrænser, hvor der for eksempel i forbindelse med kolonihaver og fabriksområder er opstillet et skilt, som ikke har de nødvendige tilladelser.

Og endelig er det et vigtigt spørgsmål, om det er sikkerhedsmæssigt mest fordelagtigt at medtage både lovpligtige og vejledende hastighedsangivelser.

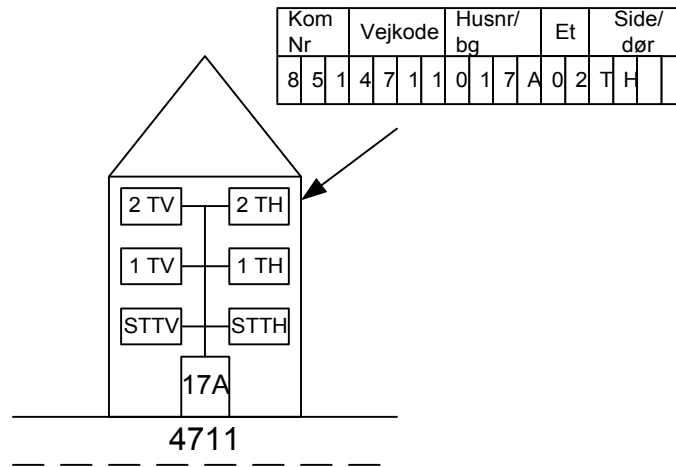


Figur 9 Betydningen af skilte

Mapmatching

Før kortet kan bruges i mapmatching-systemet, er det nødvendigt at lave en række konverteringer af det. Først skal kortet konverteres fra liniestykker til punkter, der repræsenterer hhv. kryds (punkter, hvor 3 eller flere liniestykker mødes) og vertricer (punkter hvor linierne ændrer sig). Til hvert enkelt punkt knyttes følgende attributter:

- Point_id:** Punktets unikke identifikation
- Road_id:** Unik identifikation af det vejstykke punktet tilhører
- Vejkode:** Vejkoden er et unikt nummer, som de enkelte veje tildeles af vejmyndigheden. Vejkoden stammer fra den måde hvorpå adresser tildeles i CPR og BBR. En adresse består af kommune-kode-vejkode-husnr.-bogstav-etage-side-dør, jf. figur 10.



Figur10 Adressen frit efter Morten Lind "GIS i Danmark 2" [Balstrøm m.fl 1999, s. 91]

Kmt: Angivelse af den skilte hastighed
Unique: Parameter til roadpricing
X_coord: X-koordinat
Y_coord: Y-koordinat

Konverteringen i praksis

Her følger en beskrivelse af, hvordan vejtemaet i ArcView konverteres til brug af mapmatching softwaret.

- Kortet konverteres til det ønskede datum.
- Hvis hver shape ikke har en unik id (Road_id) tilføres disse en sådan.
- Alle punkter, hvor liniestykket ændrer sig, markeres og gemmes i en selvstændig fil (punkttema 1), hvor der til hvert punkt er knyttet en vejidentifikation (Road_id) og en unik id for hvert enkelt punkt (point_id). Disse identifikations id'er gør, at vejenes attributter om hastighed mm. senere kan overføres fra det oprindelige vejtema til punkttemaet.
- Koordinater tilføjes til punkttemaet.
- Koderne "unique", "kmt" og "Vejkode" knyttes fra det oprindelige vejtema til punkttemaet.
- Punkttemaets tabel eksporteres som en kommasepareret tekstfil som senere konverteres til et pakket format.



3 Etablering og ajourføring af et kortværk

I dette afsnit gennemgås, hvordan et hastighedskort kan etableres og ajourføres. Der ses på både den tekniske og den organisatoriske side. *Hastighedskortet defineres i det følgende som henholdsvis et vejtema og et hastighedstema, der til sammen danner et hastighedskort.*

3.1 Aktørerne bag hastighedskortet

I det følgende beskrives, hvordan hastigheder og veje administreres, aktørerne og registreringen af data. Dataetableringen skal foregå decentralt hos vejbestyrelsen, da data fødes her. I forbindelse med opsættelse af nye hastighedsskilte eller anlæg af nye veje rapporteres der til en central organisation. Den centrale organisation genererer på baggrund af disse data et hastighedstema og et vejtema.

For at opnå større indsigt i området er der lavet en række kvalitative interviews med parter, der repræsenterer forskellige dele af organisationen bag de ønskede data. Der er foretaget interviews med: En stor kommune (Aalborg), en lille kommune (Sejlfod), et amt (Nordjyllands) og med politiet (Aalborg politikreds). Det kan konkluderes, at politiet ikke er interessante i forbindelse med indsamling af hastigheds- og vejdata, men kun som juridisk myndighed. Politiet skal godkende alle hastighedsreguleringer, men de gemmer ikke data i et homogent og let tilgængeligt format. Det er muligt at etablere hastighedstemaet ud fra alle de tilladelser, som politiet giver, og så ajourføre temaet, hver gang der er givet tilladelse til en ændring. Dette ses imidlertid ikke som en løsning, idet politiet ikke over hele landet arbejder med digitale geografiske data.

De to tilbageværende organisationer kan deles ind i to grupper, der baserer sig på, hvordan deres data bliver gemt og opdateret:

Organisation:	Forvalter:
Amter	Stats- og amtsveje
Kommuner	Kommuneveje, privatveje og fællesveje

Tabel 3 Mulige aktører bag et hastighedstema

Efterfølgende beskrives, hvordan data kan hentes ud af de to organisationer og ajourføres.



Amter

Med udgangspunkt i interviewene kan det konkluderes, at staten og amterne har overblik over de ønskede data. Begge benytter Vejsektorens Informations System, VIS, som administreres af Vejdirektoratet, VD. I disse to organisationer findes en fast rutine i forbindelse med opsættelse af nye hastighedsskilte og ved etablering af nye veje. Dataene overholder kravene til hastighedskortet. Det kan derfor konkluderes, at der allerede er anvendelige data for veje administreret af staten og amterne.

Der er dog et teknisk problem, inden der kan genereres et hastighedstema, da Vejdirektoratet har tradition for at gemme data ved hjælp af vejsegmenter og ikke, som der er lagt op til, ved hjælp af koordinater. Hensigten er ikke at lave om på denne struktur, men at lave en række værktøjer, som kan omsætte en position angivet vha. et vej-id og en kilometrering til en position angivet i et koordinatsystem. VD er i skrivende stund ved at foretage en sådan undersøgelse [Vejdirektoratet 1999, s. 36], og det vurderes derfor, at der i nær fremtid vil være en løsning på problemet.

Kommuner

Kommunerne kan ikke umiddelbart opfattes som en homogen masse. En stor og en lille kommune er derfor undersøgt for at få indtryk af organisationerne og deres forskelligheder. Det viste sig imidlertid, at hverken den lille eller den store kommune havde et hastighedstema. Det ser altså ud til at være nødvendigt at etablere hastighedstemaer for alle kommuneveje, privateveje og private fællesveje. Derefter skal der laves en opdateringsrutine, der fanger alle ændringer. For at få dette til at fungere i praksis, skal kommunerne inddrages aktivt.

Ved etablering og ajourføring af vejtemaet er der forskel på de to kommuner. I Aalborg Kommune er der faste procedurer for, at data fra vejprojektet afleveres til kortafdelingen, som opdaterer vejtemaet. Dette kunne i praksis sendes til en central organisation, som så kan benytte disse data til at ajourføre det landsdækkende vejtema. Sejlflod Kommune har ikke eget vejtema, men benytter i stedet et grundkort fra Naturgas Midt-Nord, som de ikke selv opdaterer ved anlæg af nye veje. Ændringerne kommer først ind, når Naturgas Midt-Nord laver et nyt kort. Med hensyn til private veje er der ingen faste procedurer for indrapportering hos kommunerne, som dog i samarbejde med politiet godkender vejanlægget, før det tages i brug. Dette ses som en mulighed for at få oplysningerne om private veje gennem kommunerne.



Efter dette afsnit kan det konkluderes, at der ikke mangler meget, før et brugbart hastighedskort for stats- og amtsveje kan etableres og ajourføres. Enkelte tekniske problemer skal løses, men det vurderes, at de vil blive løst inden for en overskuelig årrække, hvorefter der ikke vil være problemer med at få data fra disse veje. Det kan dog også konkluderes, at der er problemer med de veje, der administreres af kommunerne.

Metoder til etablering af et hastighedskort

I dette afsnit beskrives forskellige metoder til etablering af et hastighedskort, og de forskellige metoders styrker og svagheder vurderes. I metodevalget lægges der vægt på muligheden for en senere, fornuftig opdatering.

Den analoge metode

Den første metode kaldes den analoge metode og fungerer ved, at der køres rundt til samtlige hastighedsskilte, som registreres i et analogt kort med placering, retning og hastighed. Dette kan ses som hastighedstemaet. Derefter indføres de analoge oplysninger til vejtemaet, hvorved hastighedskortet er dannet. I praksis gøres dette ved, at hastighedskiltene placeres i kortet og de mellemliggende veje tildeles de respektive hastigheder. Hvis hastighedsskiltet falder midt på en linie, deles linien op i to, og hver linie tildeles en hastighed. Denne metode er anvendt til etablering af det nuværende hastighedskort i INFATI.

Metoden er en langsom og bekostelig måde at etablere et hastighedskort på og giver ligeledes problemer i forbindelse med opdatering, da alle rettelserne registreres manuelt. Det vurderes, at det vil være nødvendigt at benytte en mere rationel metode, hvis hastighederne skal indsamles og ajourføres for hele landet. Derfor er en anden metode udviklet.

Den digitale metode

Ved den digitale metode adskilles hastighedskortet i et *vejtema* og et *hastighedstema*. Dette kan gøres ved, at vejtemaet ligger som linier med deres geografiske udbredelse og med de tilhørende attributter.

Hastighedstema

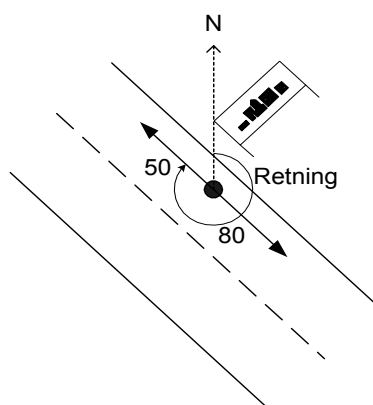
Hastighedstemaet bør være et punkttema, som indeholder information om skiltens geometriske placering, om retning for hastighederne, hastigheder i de to retninger, vejkode for den vej, skiltet hører til, samt et skilt-id bestående af fx kommunekode, vejkode og skiltnummer. Det kan se ud som i tabel 3, hvor hver række repræsenterer et skilt.

Skilt_id	X koor	Y koor.	Hastighed 1	Hastighed 2	Retning for hastighed 1	Vej kode
85105310001	10	10	50	80	315	531
85105310002	10	20	50	80	272	531
85121690001	20	10	50	80	182	2169
85121690002	20	20	50	80	2	2169

Tabel 3 Eksempel på et hastighedstema

En sådan metode vil bevirke, at hastighedstemaet ikke er afhængigt af det underliggende kortgrundlag, hvilket giver større frihed til at vælge kortgrundlag. Organisationen bag hastighedskortet (OBH) vil således ikke gøre sig afhængig af et kortprodukt og en kortproducent.

I forbindelse med dataindsamling vil det være fordelagtigt at registrere samtlige skilte med en GPS-modtager, der kan give en position for skiltet samt en retning. Derudover skal der være en manuel indtastning af hastigheden, jf. figur 11.



Figur 11 Indsamling af hastighedstema

Dette system kunne give nogle fordele, idet data kun skal indtastes én gang, hvilket minimerer antallet af fejl. Man ville ligeledes kunne kombinere et GPS-registreringssystem med andre hjælpemidler som for eksempel ruteoptimering, fuldstændighedsanalyse samt mulighed for at få en position af bilen. Alt dette vil være med til at give en mere effektiv etablering af et hastighedstema. Der er dog stadig ikke taget hånd om ajourføringen.

Det virker ikke hensigtsmæssigt, at hele hastighedstemaet skal opdateres, hver gang der forekommer ændringer. Derfor må der findes en løsning, som registrerer hastighedsændringerne og derved sikrer, at hastighedstemaet bliver ajourført.



Vejtemaet

Vejtemaet kan fra starten baseres på et eksisterende vejtema, men skal som beskrevet forældes, før det kan benyttes. Derfor er det på længere sigt nødvendigt, at vejtemaet ajourføres løbende. Det kunne ligge i samme regi som hastighedstemaet, hvor den ansvarlige myndighed indrapporterer ændringer af vejnettet.

3.2 Organisation bag hastighedskort

Dette afsnit beskriver, hvordan en Organisation Bag et Hastighedskortet (OBH) kunne fungere. Det er hensigten at beskrive, hvilke funktioner og hvilket dataflow, der skal iværksættes, fra data fødes i "marken", til en bruger kan anvende hastighedskortet i en bil. Figur 12 viser det samlede system på et overordnet niveau.



Figur 12 Det overordnede funktions- og dataflowdiagram for organisationen bag hastighedskortet

I det følgende afsnit gennemgås hver af de tre delprocesser, hvor hovedvægten ligger på organisationen bag hastighedskortet.

Registrering i "marken"

Registrering i marken omfatter dels etablering og vedligeholdelse af et hastighedstema og dels anskaffelse af et grundkort (vejtema), eksempelvis DAV eller Top10DK, samt forædling af kortet.

Etablering af hastighedstema

Når et hastighedstema skal etableres, kan der sendes et stykke hardware (PC og GPS) med tilhørende software ud til kommunerne (dette kunne tænkes indbygget i en specialversion af OBU'en). Hertil hører en lille let instruktion, som ikke fylder mere end et par A4 sider og som skal være forståelig for alle personalegrupper i kommunen. Det vil således være muligt for en person, ved anvendelse af det tilsendte materiale at registrere alle hastighedsskilte i hele kommunen. Selve indmålingen af et skilt består i at stille sig eller parkere ved siden af skiltet, hvorefter der angives en retning og to hastigheder. Når registreringen er sket, sendes data til OBH.



Ajourføring af hastighedstema

Ved ajourføring er det specielt vigtigt, at kommunerne deltager aktivt. Det betyder, at en fast rutine skal sikre, at alle ændringer af hastigheder i kommunen bliver rapporteret til OBH.

Den normale sagsgang i kommunerne er i dag:

Beslutning om hastighedsændring → Besked til Materialegården → Opsætning af skilt → Tilbage melding om at skiltet er opsat.

Det eneste, der mangler, er, at skiltet indmåles og der sker en indberetning med oplysninger om skiltets placering, hastigheder og i hvilken retning den ene af hastighederne gælder. Den nye sagsgang kunne være:

Beslutning om hastighedsændring → Besked til Materialegården → Opsætning af skilt → Indmåling af skilt → Besked om at skiltet er opsat og indberetning af opmålingsdata.

Opdateringen kan gøres på samme måde som under etableringen, ved at materialegården anvender en GPS-modtager med tilhørende software, der kan opsamle de ønskede informationer. Det vil kræve en mindre investering for kommunen, men modtageren vil også kunne bruges til andre opgaver.

Det bør overvejes udelukkende at installere systemet i kommunens servicebiler og derved overdrage ansvaret for opdatering til kommunens folk i marken. Derved vil arbejdsgangen blive simplificeret, og der skal fra kommunens side ikke bruges så mange ressourcer.

Etablering af vejtema

Ønskes et ensartet vejtema for hele landet, kan kommunernes egne kort ikke anvendes, da der er stor forskel i kvaliteten af disse. Som nævnt tidligere kan der tages udgangspunkt i fx DAV, som der gøres i INFATI, men, som anført i tidligere, er også andre produkter tilgængelige. Vejtemaet skal, selv om der tages udgangspunkt i fx DAV, forædles, da kortet mangler en del rundkørsler, mange cykelstier er registreret som veje, osv.

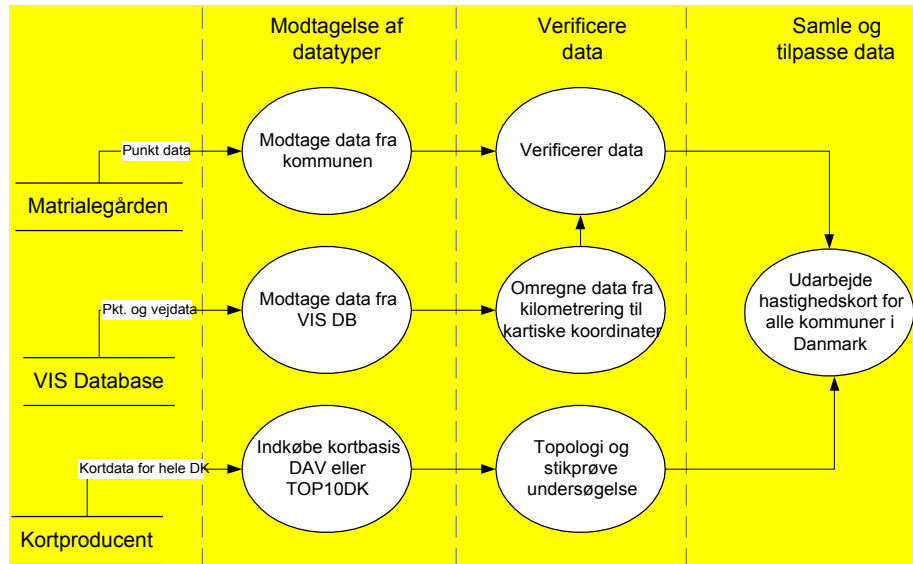
Ajourføring af vejtema

Ajourføring af vejtemaet skal i princippet ske, før vejen tages i brug, da systemet ellers fungerer upålideligt i forhold til brugeren. Derfor skal der iværksættes indberetningsrutiner hos den enkelte vejmyndighed, så alle ændringer af vejnettet registreres - såvel offentlige som private veje.



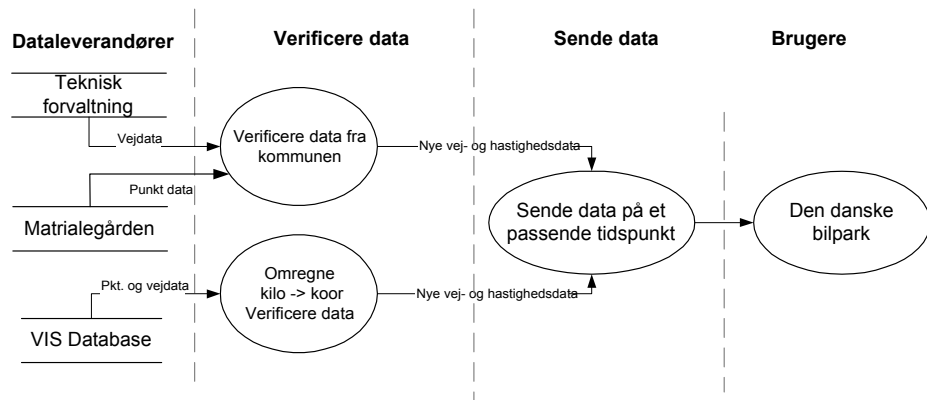
Tilvejebringelse, vedligehold og brug

Den fælles organisation skal i en opstartsfasen sørge for at etablere det nødvendige netværk af dataleverandører. Internt i OBH skal der udarbejdes procedurer for, hvordan data kan modtages, manuelt eller maskinelt, og bringes videre i organisationen. Data skal verificeres og eventuelt konverteres, så de kan anvendes til den egentlige kortfremstilling. Se figur 13.



Figur 13 Dataflow i organisationen ved etablering

Når OBH er etableret, kan den daglige drift forløbe som illustreret i figur 13.



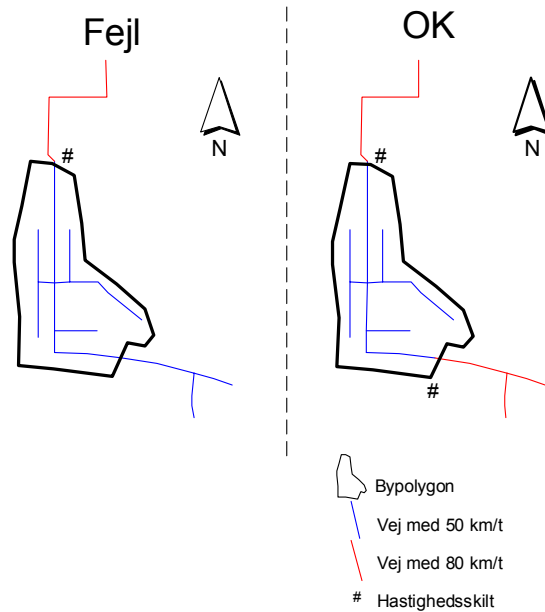
Figur 14 Dataflow i organisationen i driftsfasen

Når data modtages fra kommunerne, er det vigtigt, at der løbende foretages kvalitetskontrol. Nye skilte skal læses ind i OBH's hastighedskort, og skilte-



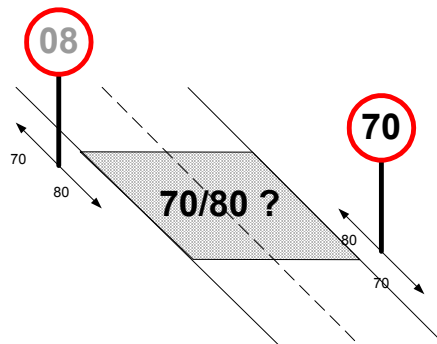
nes placering skal vurderes. Der kan ligeledes laves en række tests af, om den nye hastighedsregulering synes logisk. Dette gennemgås nedenfor.

- Eksempelvis skal en zone være "lukket" eller en by være "afgrænset" med byskilte, se figur 15. Fejlen i eksemplet kan findes vha. en fejlfindingsrutine, der undersøger om et 50 km/t skilt "står over for" et andet 50 km/t skilt og det samme for de øvrige hastighedsskilte.



Figur 15 Illustration af en fejlindikator- der mangler et skilt i kortet til venstre

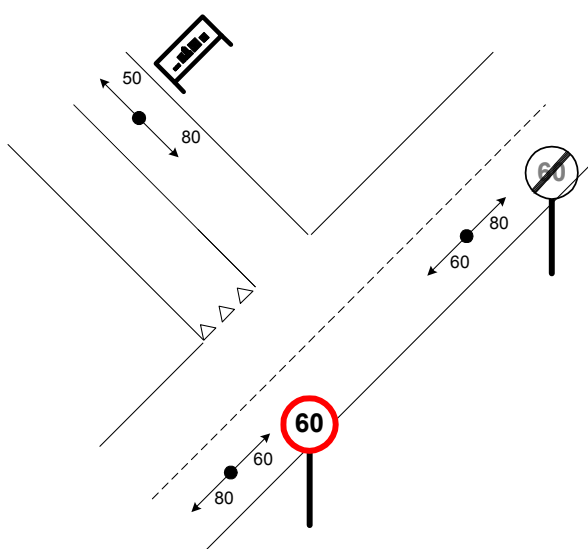
- Generalisering af hastighedsdata er nødvendigt, hvilket er skitseret i figur 16, hvor det samme stykke vej har to hastigheder ud fra skiltningen afhængig af hvilken vejbane, der køres i.



Figur 16 Samme hastighedsovergang registreret to gange.

Enkelte tosporede veje har forskellige hastigheder afhængig af kørselsretningen. Dette problem kan løses enten ved at indføre en ekstra vejmidte, eller ved at tilføje en ekstra kolonne i attributtabelen. Den sidste løsning er mulig, da bilens kørselsretning er kendt fra GPS og dead reckoning.

- For lokale hastighedsændringer ved kryds o. lign. er det ikke hensigten, at sidevejene skal være omfattet af den lokale hastighedsændring. Figur 17 viser et eksempel, hvor hastighedsgrænsen er 60 km/t forbi et t-kryds. Sidevejen derimod har 80 km/t, og der ingen skilte, der ophæver/indfører 60 km/t på sidevejen. Der er derfor en ikke skiltet hastighedsovergang på sidevejen fra 60 til 80 km/t.



Figur 17 Lokal hastighedsændring ved t-kryds

De hastighedsdata, der kommer fra marken, skal tjekkes for, om alle attributter er med, om de overholder specifikationerne, f.eks. om hastighedsovergangene er "normale", om vejkode findes i den aktuelle kommune og om koordinaterne er i det rigtige datum.

Vejdata, der sendes fra kommunen, skal undersøges for, om vejstykket passer ind sammen med det resterende kort. Desuden skal attributterne tjekkes. Vej og hastighedsdata, der sendes fra VIS databasen, skal, som nævnt undergå en konvertering fra kilometrer til kartesiske koordinater. Desuden skal data tjekkes på samme måde som angivet ovenfor. Data fra kommunerne og fra staten og amterne forventes at kunne fremskaffes, før en vej anlægges og et skilt rejses. OBH kan dermed, efter data er verificeret, lagre disse ajourføringsdata sammen med en dato og et tidspunkt for, hvornår



kortet skal opdateres. Denne procedure giver den fordel, at der ikke pludseligt skal sendes store mængder af data ud til alle biler. I stedet kan dette gøres på et passende tidspunkt. Hvornår et tidspunkt er passende, er svært at fastslå. Det afhænger af dataoverførselsmetoden, båndbredden, den anvendte hardware i bilerne osv.

Kommunikation i hastighedssystemet

Det er interessant at analysere, hvilke kommunikationsformer, der er mest anvendelige, når et system som OBH skal fungere. I dette afsnit undersøges mulighederne på markedet for at kunne give et bud på den meste ideelle løsning.

Kommunikation mellem kommunerne og OBH

Kommunikationen mellem de biler, der dels etablerer, dels vedligeholder hastighedstemaet i kommunerne, kan gøres via GSM-mobiltelefonnettet, hvilket er meget lig den løsning, der er implementeret i INFATI's prototype moduler. Her er der åbnet mulighed for at ringe til modulerne, eksempelvis hver nat, og up-loadede dagens logfiler. På samme måde kan det tænkes, at når et skilt er registreret i marken, trykker kommunens mand i marken på SEND, og registreringsdata for skiltet modtages af OBH's computer. Alternativt kan data gemmes på en diskette, sendes med e-mail, med posten eller en anden løsning, som kommunerne måtte finde mere hensigtsmæssig, kan benyttes. Løsningen med en diskette vurderes at være mest smart ved etablering af hastighedstemaet, mens andre løsninger passende kan anvendes for ajourføring af vejdata.

Kommunikationen mellem VIS og OBH

Adgang til Vejsektorens InformationsSystem (VIS) er i dag muligt via et modem over telefonnettet. Denne løsning vurderes at være fuldt ud tilstrækkelig. Ud fra VIS data kan ændringer detekteres, og hastighedskortet kan ajourføres.

Kommunikation mellem OBH og brugere

Antallet af brugere af hastighedskortet vil være godt to millioner. Brugerne skal have tilsendt ajourføringsdata samtidigt, eller i det mindste tidligt nok til at systemet ikke laver fejl pga. manglende ajourføring. Et andet problem, der skal tages hensyn til, er "Big Brother" problematikken, hvilket indebærer, at der ikke må forefindes en sender i det udstyr, der skal placeres i bilerne. Mobiltefonteknologien er derfor udelukket, da en mobiltelefon med jævne mellemrum sender til mindst tre modtagere for at sikre, at der er gode modtagerforhold. Dette giver mulighed for at lave en simpel bueskæring og sted-

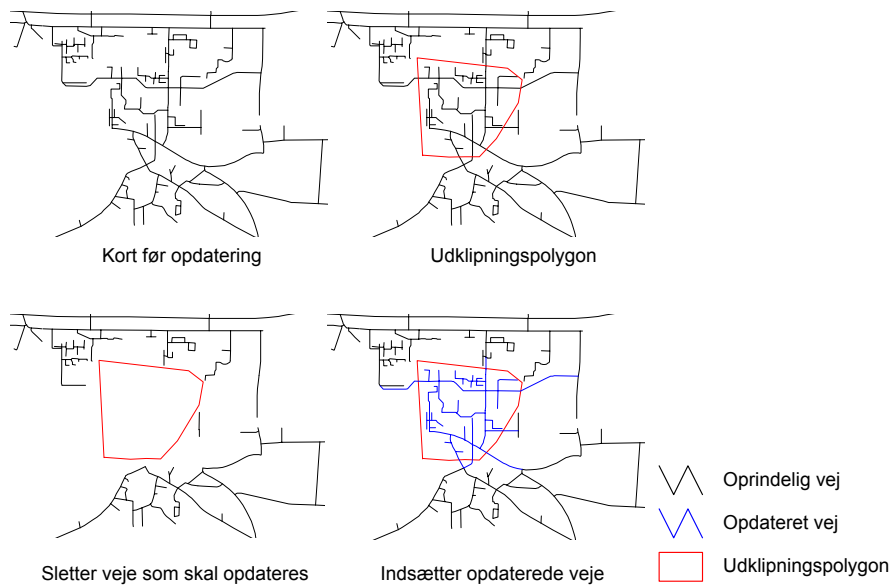


bestemme telefonen indenfor få hundrede meter. En mulighed er kommunikation via Danmarks Radios sendere. Teknikken anvendes allerede til at fortælle autoradioer, hvilken sender de modtager radiosignal fra (RDS), eller når der sendes trafikmeddelelser på P3. Her sendes der et signal til autoradioerne om, at der skal skiftes til P3, at volumen skal stilles til en prædefineret styrke osv. På samme måde kan der sendes et signal til en computer i bilerne om, at kortet skal opdateres. Ved sidstnævnte metode spiller datamængden en rolle, da der kun kan overføres 150 byte/sek. [www.dr.dk/omdr/RADIO-T/rds.htm, 27.11.00].

Et andet problem er, at selv om bilen holder stille, skal kortet stadig opdateres. Derfor må autoradioen stå standby og være klar til at "vække" bilens computer, så dataoverførslen bliver mulig. Som supplement kan bluetooth teknologien benyttes, fx ved tankstationer, hvor der kan overføres større datamængder, hver gang bilen tankes. Desuden er der mulighed for at lave en fuld opdatering, hver gang bilen er til eftersyn eller syn.

Kortet for Aalborg Kommune fylder 400 kb i det format, INFATI benytter. Det betyder, at et kort for hele Danmark fylder omkring 13,5 Mb, da vejnettet i Aalborg udgør ca. 3 % af det samlede vejnet i Danmark.

Opdatering af hastighedskortet kan foregå på flere måder. En mulighed er at holde temaerne opdelt i to, og først generere kort i bilen. En anden, og nok mere praktisk, mulighed er at sende en udklipnings-/indsætningspolygon og erstatte en del af kortet i bilen. Dette betyder, at kortet genereres centralt, og derefter sendes ændringerne til bilerne. I praksis vil opdateringen fungere som skitseret i figur 18.



Figur 18 Opdatering af kort

Datamængderne, der skal sendes, når der sker en opdatering, er ikke overvældende store jf. ovenstående.

For at systemet skal kunne fungere, er det vigtigt, at kommunerne er motiverede. Kommunerne skal kunne se en fordel ved at deltage i ajourføringen af kortet. Det er derfor vigtigt, at det gøres klart, hvilke fordele og ulemper der er for kommunerne.

Ulemperne for kommunerne er, at de skal lave en ændring i deres rutine, når de opstiller hastighedsskilte. Det vil koste ressourcer i starten at lægge arbejdsgangen om. Der skal ligeledes afsættes tid og ressourcer, når hastighedstemaet skal etableres, hvilket dog kun er en engangsinvestering, og denne omkostning holdes på et minimum ved at tilrettelægge digitaliseringen så fordelagtigt som muligt. Derudover skal kommunen også lave konkrete investeringer i en GPS-modtager.

Hastighedskortet kan etableres

De skitserede ajourføringsmetoder i dette afsnit virker tilsyneladende enkle, men især men hensyn til opdatering af vejtemaet kan der forudses en del problemer, da 275 kommuner og 14 amter skal kommunikere med en central organisation. Det er essentielt for et projekt som INFATI, at der anvendes et opdateret kortværk, og derfor er det nødvendigt, at en organisation fra centralt hold sørger for en ensartet og korrekt behandling af de informationer, som systemet bygger på. Det kunne være nærliggende, at de 275 kommuner ikke selvstændigt indberetter ændringer, men at der i amterne holdes styr på alle veje og skilte, da amterne i dag har procedurer for indberetning til et



centralt register (VIS), og indberetning til OBH'en kunne foregå på en tilsvarende måde. En anden mulighed er politiet, som er involveret i alle hastigheds- og vejændringer, og derfor kunne være den sammenknyttende organisation. Politiet har i dag ingen stor tradition for lagring af geografiske data og opmålinger. Det vigtigste i denne sammenhæng er, at ajourføring sker kontinuerligt, så kortværket altid er opdateret.

Konklusionen er, at det er muligt at etablere et hastighedskort på baggrund af principperne opstillet i dette afsnit. Dog skal en række tekniske og organisatoriske problemer løses, før det kan komme til at fungere i praksis.



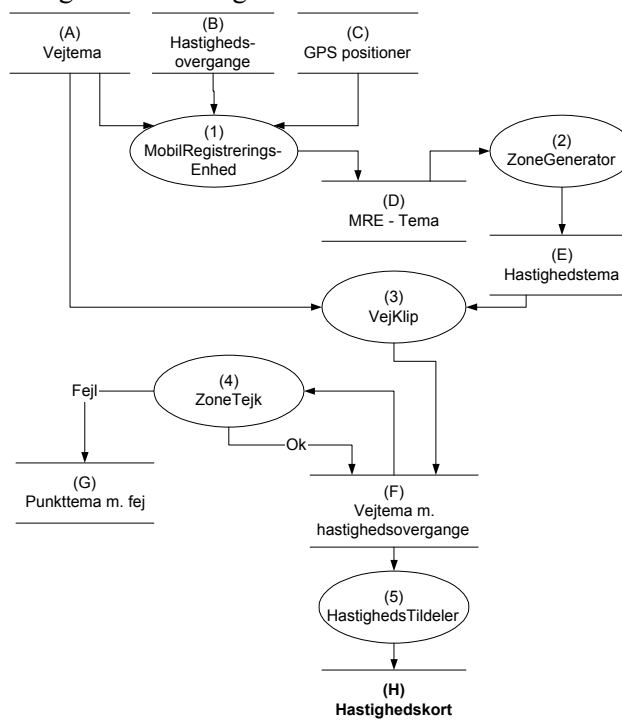
4 Prototype til hastighedskort

Dette afsnit omhandler udarbejdelsen af en prototype til fremstilling af et hastighedskort baseret på ideen om den digitale metode. Der opstilles i afsnittet en overordnet beskrivelse af de fem Avenue-ekstensioners funktionalitet, og de data der dels kræves og dels genereres af systemet. Efterfølgende beskrives modulernes opbygning. Prototypen testes i Sejlflod Kommune, hvor der fremstilles et hastighedskort.

Modulerne, der udarbejdes, skal ses som del af en værktøjskasse, hvor de enkelte moduler ikke nødvendigvis integreres, men kan sættes sammen og benyttes alt efter hvilke opgaver, der skal løses. Modulerne er udarbejdet i Avenue til ArcView.

4.1 Programmoduler

Der laves i dette afsnit en oversigt over de overordnede moduler, som er blevet produceret. Derpå beskrives sammenhængen mellem de enkelte programmoduler og de data, der benyttes og produceres. Figur 19 viser systemets overordnede bestanddele, som først beskrives kort, hvorefter modulerne beskrives indgående i de følgende afsnit.



Figur 19 Overordnet dataflowdiagram

**MobilRegistreringsEnhed (1)**

Modulet søger for registreringen af hastighedsovergange i et ensartet format vha. en grafisk brugerflade og GPS. Modulet kan benyttes i forbindelse med etablering og ajourføring af hastighedstemaet.

ZoneGenerator (2)

Danner lukkede zoner på baggrund af de registrerede lokale hastighedsændringer, dvs. sideveje får tildelt fiktive hastighedsovergange.

VejKlip (3)

VejKlip klipper vejtemaet de steder, hvor der er registreret hastighedsovergange, og tildeler vejstykkerne ved overgangene de aktuelle hastigheder.

ZoneTjek (4)

Modulet tjekker, om de registrerede hastighedsovergange danner lukkede zoner, og angiver de steder, hvor der er problemer.

HastighedsTildeler (5)

Tildeler de øvrige vejstykker hastigheder.

Vejtema (A)

Vejtemaet er et linietema byggende på DAV's vejmidter. Det består af polylinier med tilhørende attributter. For at modulerne kan fungere, er det nødvendigt at splitte polylinierne op i linier, som her kaldes vejstykker. Desuden kan en del af attributterne slettes, så kun vejnavn og vejkode beholdes.

Hastighedsovergang (B)

Hastighedsovergangene er en liste med alle forekommende hastighedsovergange. Listen, der benyttes i dette modul, er fremkommet på baggrund af de hastighedsovergange, som findes i Aalborg Kommune, hvor eksempelvis et byskilt vil skrives som 50 80.

GPS positioner (C)

GPS-positioner modtages som en NMEA-streng med en geografisk position i ED50. NMEA er en kommunikationsstandard udviklet af National Marine Electronics Association. GPS-modtageren er en 8 kanals kodemodtager, som giver en position med en frekvens på 1 Hz og har en spredning på positionen på 2.6 meter jf. dokumentet vedrørende "GPS".

MRE-tema (D)

Output fra MRE er et hastighedstema som indeholder oplysninger om hastighedsovergange. Temaet indeholder attributterne 1 til 6 fra hastighedstemaet, jf. nedenstående.

**Hastighedstema (E)**

Punkttema over hastighedsovergange og tilhørende attributter.

Attributterne er:

1. Hastighed 1
2. Hastighed 2
3. Retning for hastighed 1
4. Vejkode
5. Kode for rigtig vejkode (0 = Forkert vejkode og 1 = Rigtig vejkode)
6. Overgangstype (0 = Hastighedszone og 1 = Lokal hastighed)
7. Fiktiv skilt (0 = Rigtigt skilt og 1 = Fiktivt skilt)

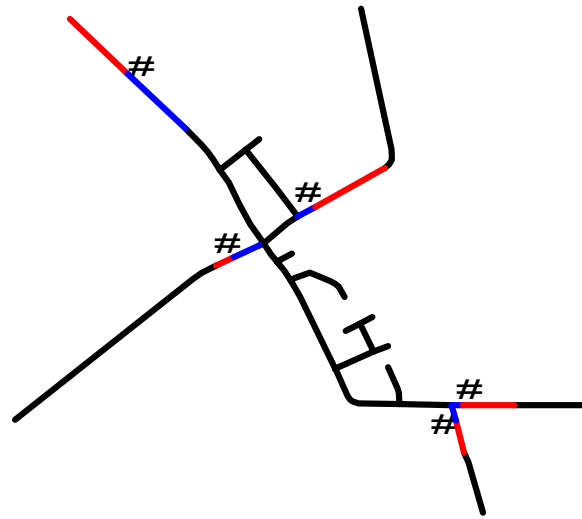
Tabellen ser ud som følger:

Hast_1	Hast_2	Azimut	Vejkode	Rigtig vej	Overgangstype	Fiktive Skilte
50	80	100	531	0	0	0

Tabel 4 Attributtabel for hastighedsdata

Vejtema med hastighedsovergange(F)

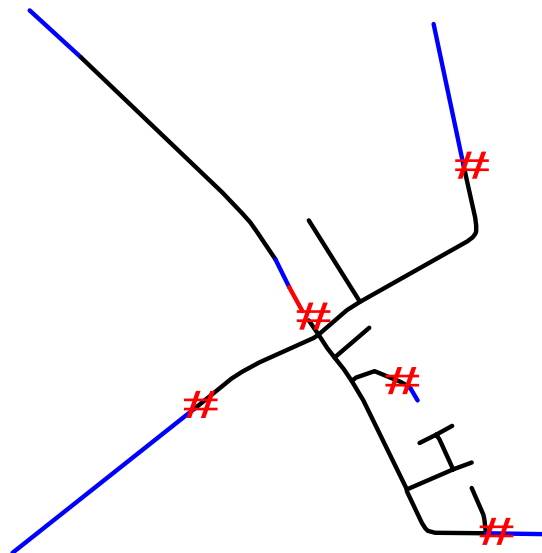
De røde og de blå vejstykker er vejstykker, som har fået tildelt en hastighed, og de sorte er vejstykker uden hastighed (hastighed = 0). De sorte prikker er hastighedsovergangene fra hastighedstema og ikke en del af temaet, jf. figur 20.



Figur 20 Vejtema efter vejklip

Punkttema med fejl (G)

Resultatet, figur 21, af ZoneTjek vil være udpegning af problemområder, som der skal tages nærmere stilling til. De røde punkter indikerer et problemområde, som der skal tages stilling til ved at registrere flere hastigheds- overgange, slette overgange eller ændre i attributdata.



Figur 21 Punkttema der viser de observerede fejl

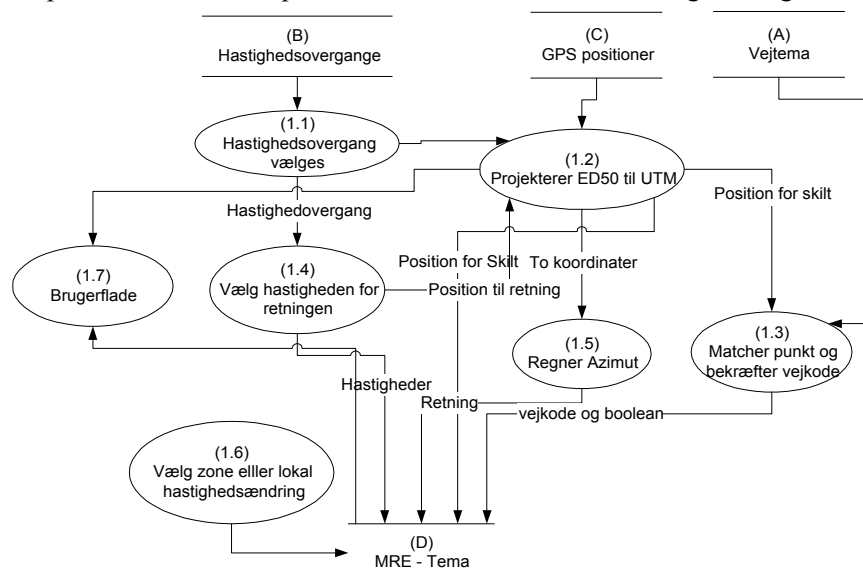
Hastighedskort (H)



Linietema svarende til vejtemaet, blot med information om den gældende hastighedsgrænse, vejkode og vejnavn. Dette er et kort, som efter formatkonverteringer kan benyttes i INFATI.

MobilRegistreringsEnhed (1)

MRE kræver, at der parkeres ved en hastighedsovergang, hvor skiltets position og attributdata registreres. MRE får positionen fra GPS-modtageren, hvorimod hastighedsovergangen skal vælges manuelt. Udvælgelsen sker ved, at der kommer en liste op, hvorfra der skal vælges en hastighedsovergang. Når dette er gjort, skal der køres frem, så der kan angives en azimuth for hastighedsovergangen. Azimuten kommer igen automatisk ved, at der måles en ny GPS-position, og der regnes en azimuth mellem skiltet og den nye position. Hastighedsgrænsen, for den retning bilen kører, bestemmes igen ud fra en liste, hvor den hastighed, som passer, vælges. Når dette er gjort, findes vejen, som hører til hastighedsskiltet. For at tjekke, om det er den rigtige vej, spørges brugeren om vejnavnet passer med den vej, hastighedsovergangen er placeret på. Det sidste, som vælges, er, om overgangen er en del af en zone eller en lokal hastighedsændring. Herefter gemmes data i hastighedstemaet. For at give indsigt i hvilke data, der er involveret, og hvilke operationer, der sker på data, er der lavet et dataflowdiagram, figur 22.



Figur 22 Dataflowdiagram for MRE



Vurdering af MRE

Der er mange tekniske detaljer, som ikke er medtaget her, men afsnittet skulle gerne give et overblik over modulets funktion. MRE fungerer i sin nuværende udgave til brugere på et vist niveau. Yderligere tests er nødvendige, før systemet kan implementeres i eksempelvis en kommune. En testperiode kunne vise, hvilke fejl og mangler systemet har.

Et område, der skal forbedres, er brugerfladen, som ikke er brugervenlig i registreringsøjemed. Der skal for eksempel ikke bruges en mus, da den ikke er til at styre i marken. Brugen af lister, hvor henholdsvis hastighedsovergange og den tilhørende retning vælges, øger muligheden for fejlregistreringer. Til disse valg er det mere hensigtsmæssigt med brug af tastatur eller touch screen. Det vil være fordelagtigt, hvis der i forbindelse med MRE er en form for navigations- og orienteringshjælp, som f.eks. kan være et topografisk vektorkort (TOP10DK).

Før et system kan implementeres, skal der tages hånd om fejlhåndteringen. Eksempelvis kan der med fordel laves en rutine til fejlhåndtering, når modulet returnerer et forkert vejnavn. Der er i forbindelse med forkert vejnavn mulighed for flere forskellige fejlkilder. Der kan være fejl i kortet ved forkerte vejnavn i attributterne. Eller positionen kan være for tæt på en anden vej og derved være snapped ind på denne. Der skal i hver af de nævnte tilfælde tages separat stilling til, hvordan fejlene skal håndteres, og om de skal rettes i marken eller i efterbearbejdningen. Desuden mangler modulet en generel mulighed for at fortryde indtastninger.

En yderligere del, som ud fra et landmålingssynspunkt bør tilføjes, er metoder, som kan sikre robusthed i data og forhindre grove fejl. Det kan i dette tilfælde gøres ved at lave uafhængige observationer, når skiltets position bestemmes. Dette kan dog stadig ikke sikre, at der ikke opstår grove fejl, da den samme fejl kan være på alle observationer. Det nuværende system har en form for grovfejlssikring gennem sammenligning af position og vejtemaet.

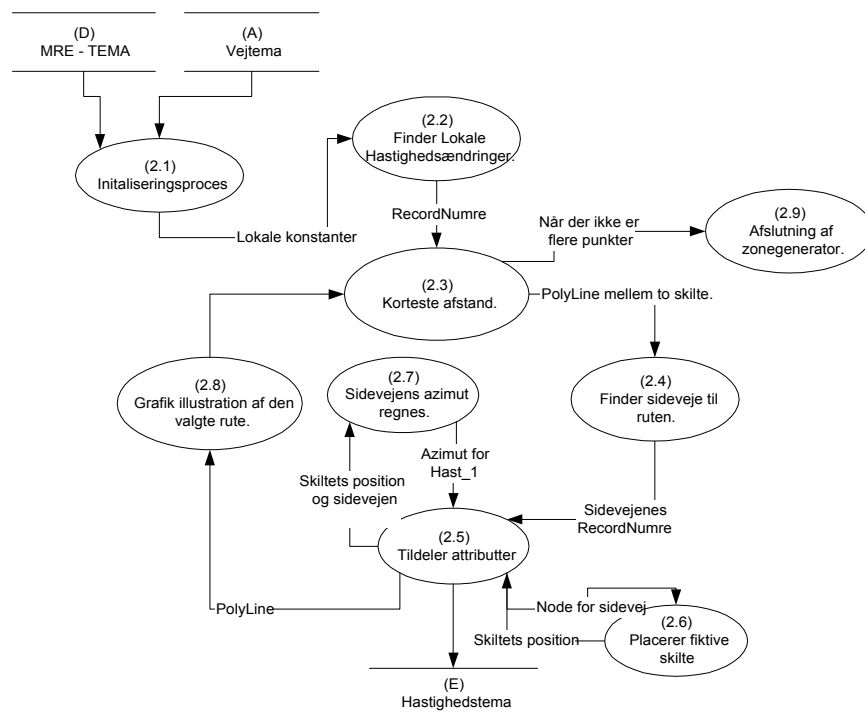
ZoneGenerator (2)

ZoneGenerator (ZG) er i stand til, ud fra registreringerne i marken, at placere fiktive skilte, så de lokale hastighedsændringer ikke "spredes" ud på sidevejene. Med andre ord konverterer ZoneGenerator lokale hastighedsændringer til zoner.

Problemstillingen har vist sig at være mere kompleks end umiddelbart antaget. Det menneskelige øje, i samarbejde med hverdagsbevidstheden, er ganske eminent til at skabe sammenhæng og logik i den skiltning, der er foretaget. Problemerne opstår, når den "logiske" sammenhæng skal forklares for



en computer, der ikke opfatter et 40-50 skilt lidt nede af vejen anderledes end et 40-50 skilt 30 km væk i en anden by. Der er ikke fundet en fuldstændig løsning på dette problem, men vha. ESRI's NetWork Analyst beregnes den korteste rute, via vejnettet, fra et skilt til et andet skilt af samme type. Langs denne rute findes alle sideveje, hvor der en meter inde af vejen laves et fiktivt vejskilt med oplysninger om den aktuelle hastighedsovergang, ganske som de hastighedsovergange, der registreres med MRE. Ovenstående processer er illustreret i dataflowdiagrammet, figur 23.

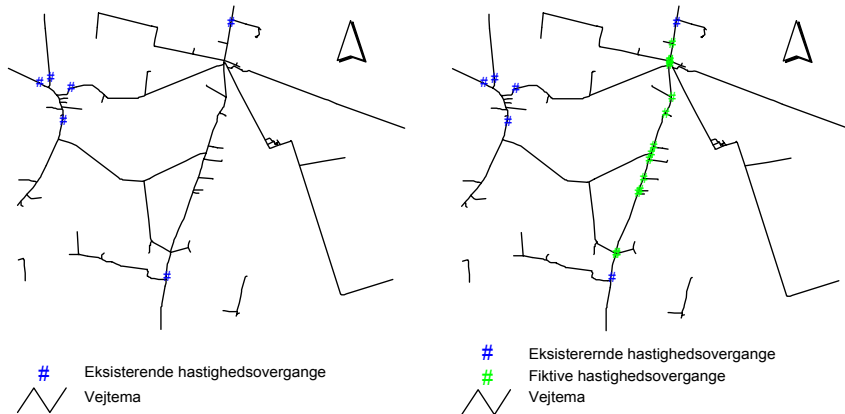


Figur 23 Dataflowdiagram af processerne i zonegenerator

Vurdering af ZoneGenerator

ZoneGenerator kan ikke fungere uden validering af hver eneste konvertering fra en lokal hastighedsændring til en hastighedszone. Det skyldes, at tesen om, at et skilts "makker" er det, der er det nærmeste og af samme type, ikke altid er korrekt. Eventuelt kan ZG udbygges med et vægtningsystem, hvor faktorer som afstanden, vejkode og retningen for den lokale hastighedsændring kan være med til at finde skiltets "makker". En anden mulighed er, at sammenhængen mellem skiltene registreres i marken.

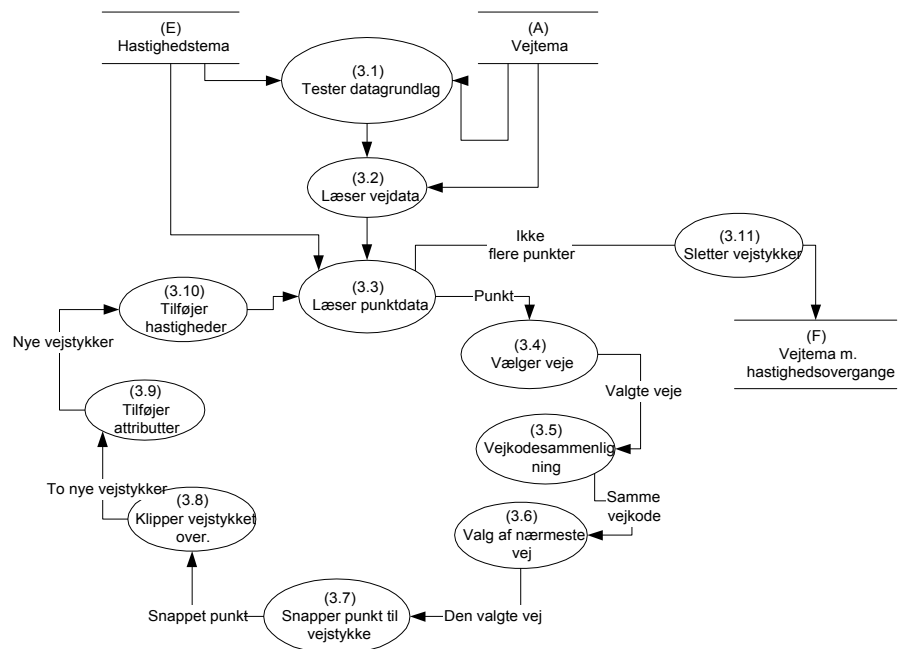
Resultatet efter ZG er et hastighedstema identisk med MRE-tema (D), de fiktive hastighedsovergange er blot tilføjet, jf. figur 24.



Figur 24 Til venstre før zonegenerator til højre efter zonegenerator

VejKlip (3)

Hastighedstemaet indeholder oplysninger om, hvor vejtemaet skal "klippes over" ud fra punkternes geografiske placering. Derfor snappes et punkt ortogonalt ind til vejtemaet, dog undersøges først, om den vejkode, der er angivet i punktet, også stemmer overens med den vej, der snappes til.

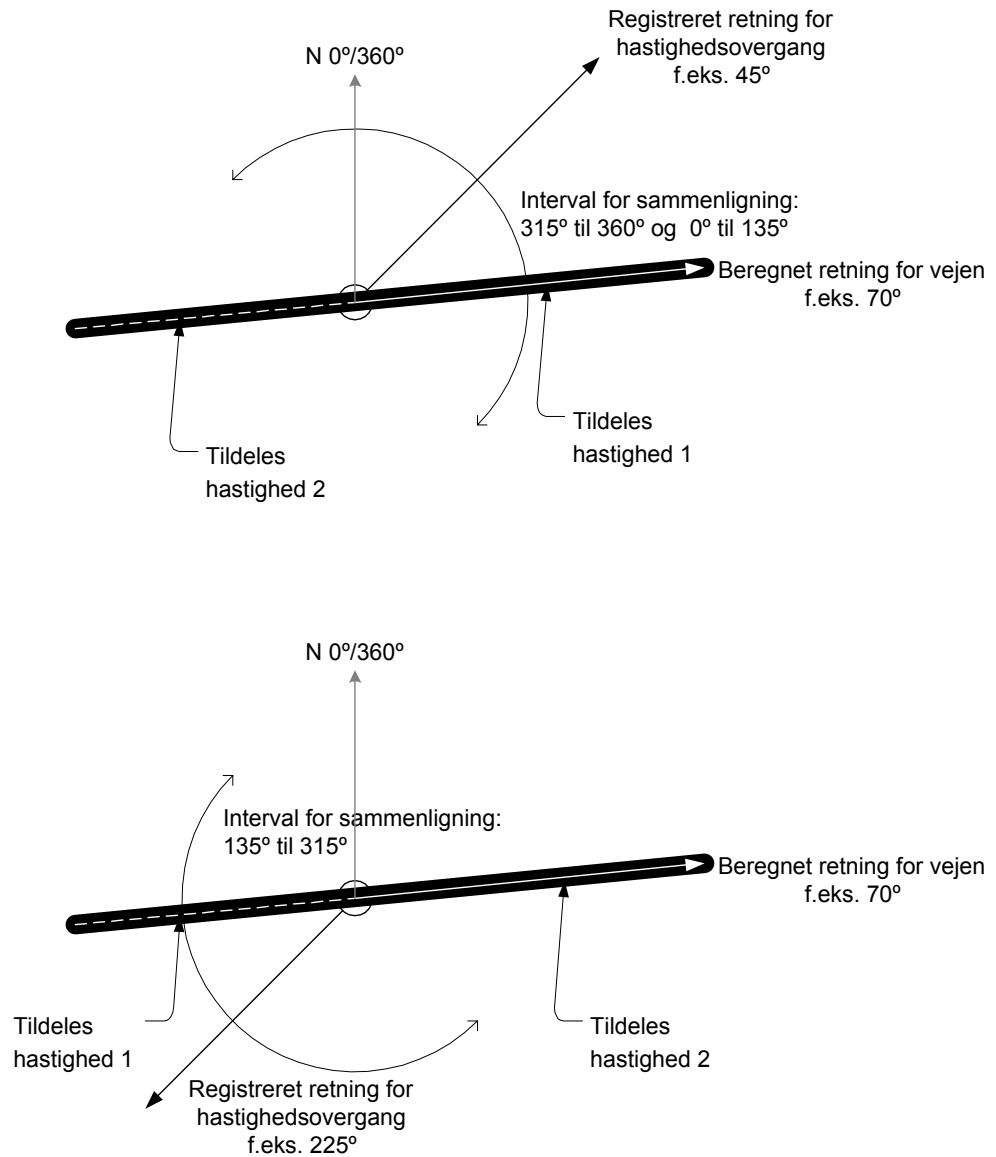


Figur 25 Dataflowdiagram for vejklip

Grunden, til at vejkode anvendes, er, at en anden vej kan ligge nærmere punktet end den vej, der ønskes klippet. Når et vejstykke er klippet over,



tilføres de hastigheder, der er gemt i punktets attributter. Denne tildeling sker ud fra en retningsangivelse i azimutkolonnen. Hastighedstilføjelserne sker ud fra, at skiltets position opfattes som origo og retningsangivelsen viser, i hvilken retning hastighed 1 findes, jf. figur 26.

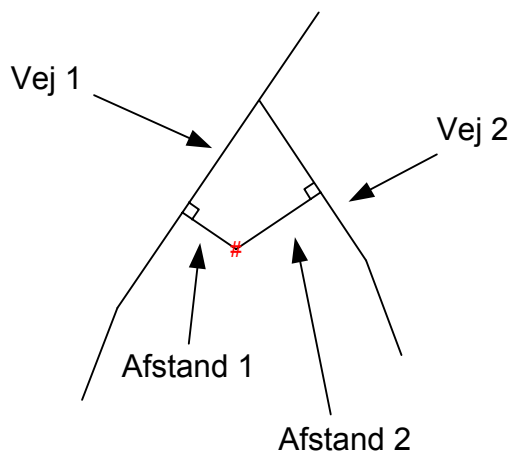


Figur 26 Tildeling af hastigheder

Nedenstående afsnit giver en mere fyldestgørende beskrivelse af de trin, det er nødvendigt at gennemløbe, før den beskrevne funktionalitet af VejKlip kan implementeres.

Vurdering af VejKlip (VK)

Der er i testen af VK opstået en fejl ved et t-kryds, hvor begge veje har samme vejkode. Hastighedsovergangen er placeret ved krydset mellem de to veje, som illustreret på figur 27.

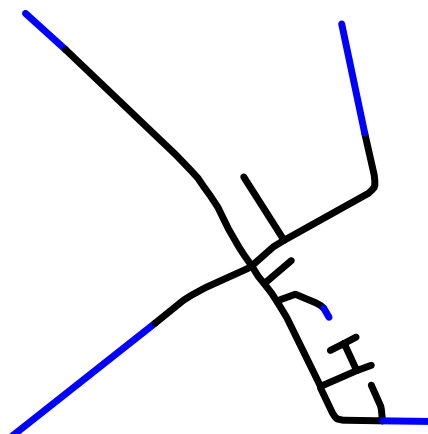


Figur 27 Fejl ved vejklip

Skiltet skal stå på vej 2, men afstand 1 er mindre end afstand 2, og vej 1 vil derfor blive valgt. Dette problem kan løses ved, at der imellem processerne bliver foretaget et valg ud fra vejenes retning og den retning, der er registreret i hastighedstemaet. Hvis disse er tilnærmelsesvist sammenfaldene, skal vejstykket vælges frem for vejen med den korteste afstand. VejKlip resulterer i et vejtema, hvor vejstykkerne ved hastighedsovergangene er blevet tildelt hastigheder, Vejtema med hastighedsovergange (F).

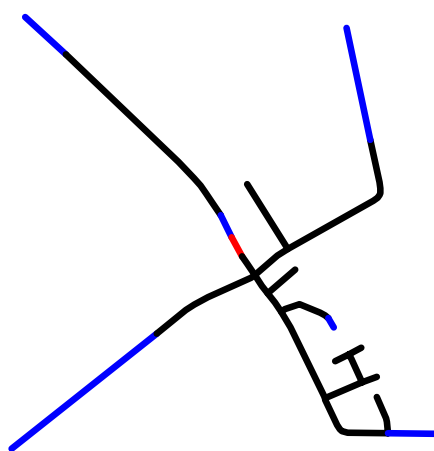
ZoneTjek (4)

ZoneTjek er et modul, som tjekker, om hastighedstemaet er korrekt, så HastighedsTildeler kan køre, uden at der opstår fejl. ZoneTjek laver et tjek af, om der mellem hastighedsovergangene dannes lukkede zoner, og om de samme hastigheder er tildelt ind i zonen. Input til modulet stammer fra VejKlip og kan se ud som figur 28.



Figur 28 Vejtema uden fejl

De blå vejstykker er tildelt en hastighed, og de sorte vejstykker har ingen hastighed. Det er let at se, at det sorte område danner en zone, som i alle ender grænser op til de blå vejstykker. Der er her ingen fejl, da alle veje vil få tildelt samme hastighed inde i zonen. Hvis hastighedsovergangene ikke er overensstemmende, vil der i HastighedsTildeler blive tildelt forkerte hastigheder. Et forkert kort kunne se ud som figur 29.



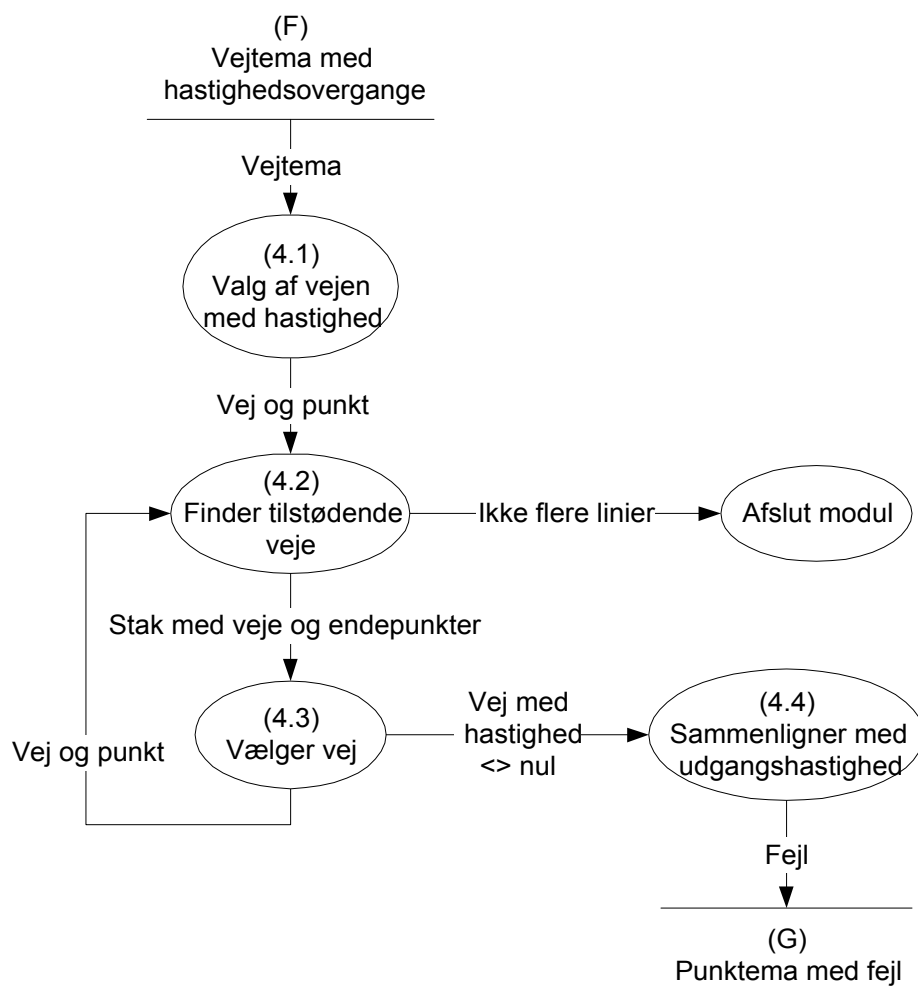
Figur 29 Vejtema med fejl

De blå vejstykker er tildelt en hastighed, de røde en anden, og de sorte vejstykker har ingen hastighed. Når der skal fyldes ud i de vejstykker, som ikke har en hastighed, vil der opstå problemer, når rødt og blåt vejstykke møder hinanden. Dette problem vil HastighedsTildeler ikke kunne reagere på, og der vil derfor opstå fejl i hastighedskortet.

VejKlip skal køres, før ZoneTjek køres. Hvert vejstykke med en hastighed bliver tjekket for at se, hvilken ende af vejstykket der har en hastighed lig



med 0, dvs. vejstykker der endnu ikke har fået tildelt en hastighed. Den ende, som har hastighed 0, skal der "søges" ud af. De vejstykker, som er sammenfaldende med endepunktet, findes, og der "søges" ud af den ende af vejstykkerne. På vejstykket, der er "søgt" ud af, findes den modsatte ende, og det tjekkes om hastigheden i de nye vejstykker er 0. Dette fortsætter, indtil der kommer et vejstykke, hvor hastigheden er forskellig fra 0. Hvis hastigheden ikke er 0, tjekkes, om den er den samme som udgangshastigheden. Hvis hastigheden ikke er den samme, sættes et punkt, og der søges videre til næste punkt. Hvis hastigheden er den samme, sættes ikke et punkt, og der fortsættes til næste punkt. Figur 30 illustrerer processen.



Figur 30 Dataflowdiagram for ZoneTjek



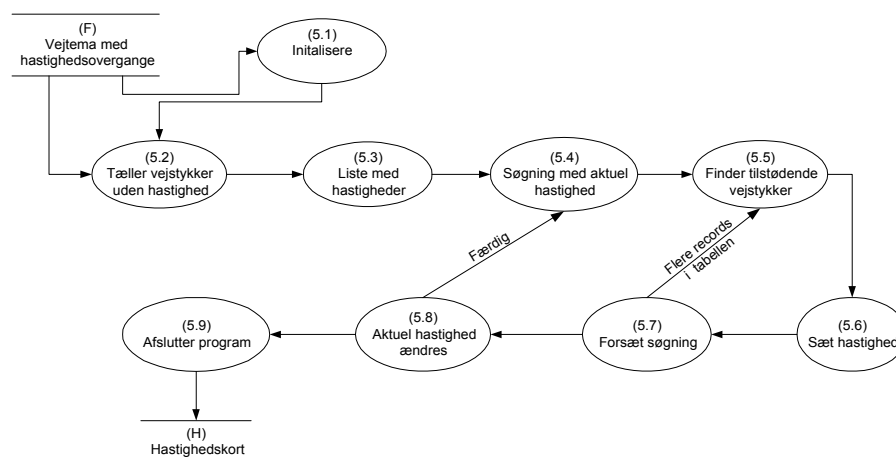
Vurdering af ZoneTjek

ZoneTjek fungerer tilfredsstillende og udpeger problemområder, men retter dem ikke.

ZoneTjek kan, udover at finde ikke-lukkede zoner, benyttes til at finde andre problemstillinger. Eksempelvis vil forskellige hastigheder i kørselsretningerne blive opfattet som fejl. Det samme er tilfældet, hvis den registrerede azimuth er tildelt den forkerte hastighed. ZoneTjek finder desuden fejl, som ikke skyldes hastighedstemaet, men derimod vejtemaet eksempelvis ved en via-duk, som i kortet er registreret som et kryds. Fejlen resulterer i, at hastighedszonen ikke længere er lukket, hvorfor ZoneTjek kan finde en i virkeligheden ikke mulig rute. For at rette på dette problem, skal vejtemaet forbedres.

HastighedsTildeler (5)

HastighedsTildeler er et modul, der ud fra et vejtema med hastighedsovergange danner et hastighedskort. HastighedsTildeler fungerer ved, at hastighederne flyder ud i zonerne. Dette gøres ved, at der tages udgangspunkt i et vejstykke med en hastighed, hvorefter de tilstødende vejstykker uden hastighed tildeles dennes hastighed. Dette er nærmere beskrevet i figur 31.



Figur 31 Dataflowdiagram for HastighedsTildeler

Vurdering af HastighedsTildeler

HastighedsTildeler fungerer fint, hvis der ikke er fejl i input data dvs. vejtemaet er rigtigt, og hastighedstemaet består af lukkede zoner. Dette skulle være klareret i ZoneTjek, så HastighedsTildeler kan køre uden problemer. Der er i HastighedsTildeler et problem med den tid, det tager at tildele hastigheder til et givent område. Her kan med fordel anvendes nogle af



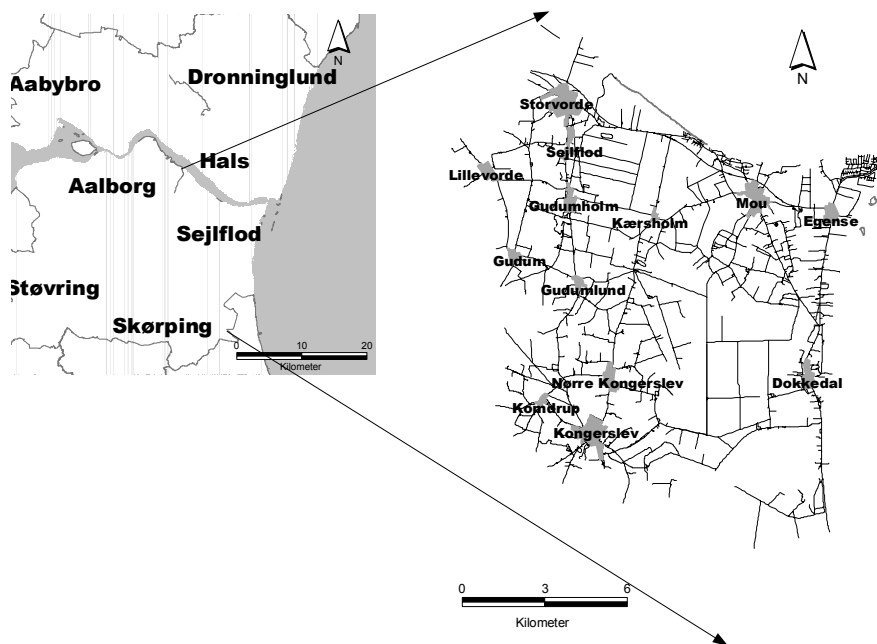
rutinerne i ZoneTjek som basis for tildeling af hastigheder. Dette har dog ingen betydning for det endelige resultat.

Samlet vurdering af prototype

Samlet set virker systemet som en prototype, der dog ikke fungerer i alle tænkelige situationer, fordi det ikke - inden for den afsatte tidsramme - har været muligt. Formålet med systemet var at teste en idé og få det til at virke i praksis. Ved at implementere systemet er det imidlertid muligt at finde fejl og mangler i den oprindelige idé, da det giver mulighed for at rette fejlene, så systemet kommer til at fungere.

4.2 Praktisk eksempel

Det er hensigten med dette afsnit at beskrive, hvordan det vha. prototypen er muligt at udarbejde et hastighedskort for Sejlflod Kommune. Figur 32 viser byerne i Sejlflod Kommune samt kommunens placering i forhold til de omkringliggende kommuner.



Figur 32 Sejlflod Kommune, Copyright Kort & Matrikelstyrelsen G 24-98

Udarbejdelse af et hastighedskort

Produktionen af hastighedskortet, vha. prototypen, kræver først og fremmest et kortgrundlag med tilhørende vejkodeattributter, som eksempelvis DAV's

vejmidtetema. Dernæst skal hastighedstemaet produceres, hvor første opgave er datafangst i marken, hvilket fordrer, at følgende hard- og software er til rådighed,

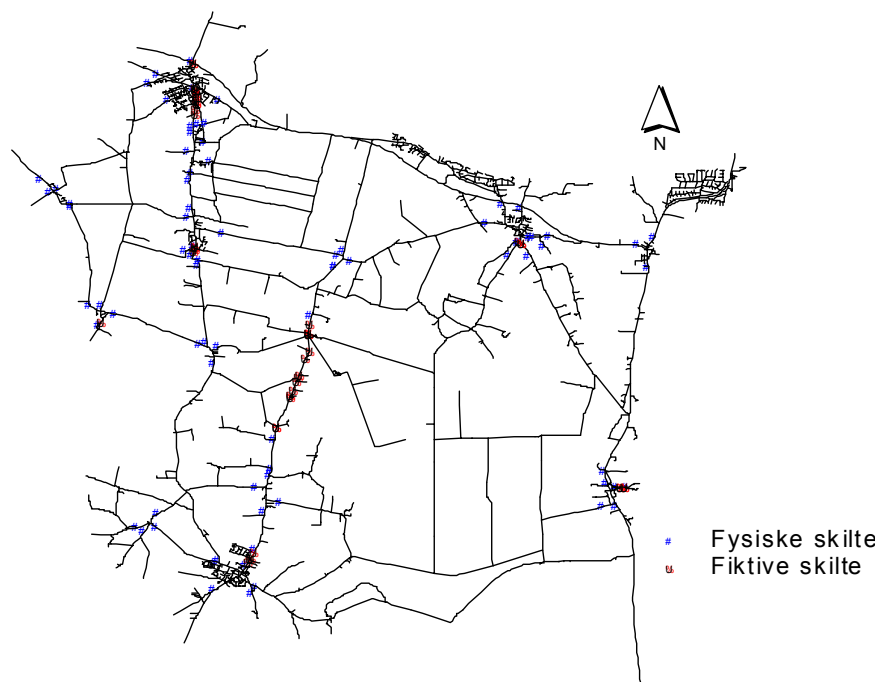
- GPS med tilhørende antenne og batteri
- En bærbar computer
- ArcView 3.x incl. Tracking Analyst (Esri) og MRE.

Efterfølgende benyttes de øvrige moduler.

ZoneGenerator

Før hastighedstemaet er fuldenet, skal der til det indsamlede tema tilføjes nogle fiktive skilte for at "lukke" de lokale hastighedsændringer. Til dette benyttes ZoneGenerator.

Desværre er det ikke muligt at starte programmet ukritisk. Det er i den nuværende version nødvendigt at udpege, hvilke skilte der er "makkerpar", hvis kriterierne "korteste vej" og "samme type" ikke er tilstrækkelige udvælgelsesparametre. Hvis der tages højde for denne mangel, genererer programmet de ønskede skilte, se figur 33.



Figur 33 Figur med virkelige og fiktive skilte. Ophavsrettigheder: DAV

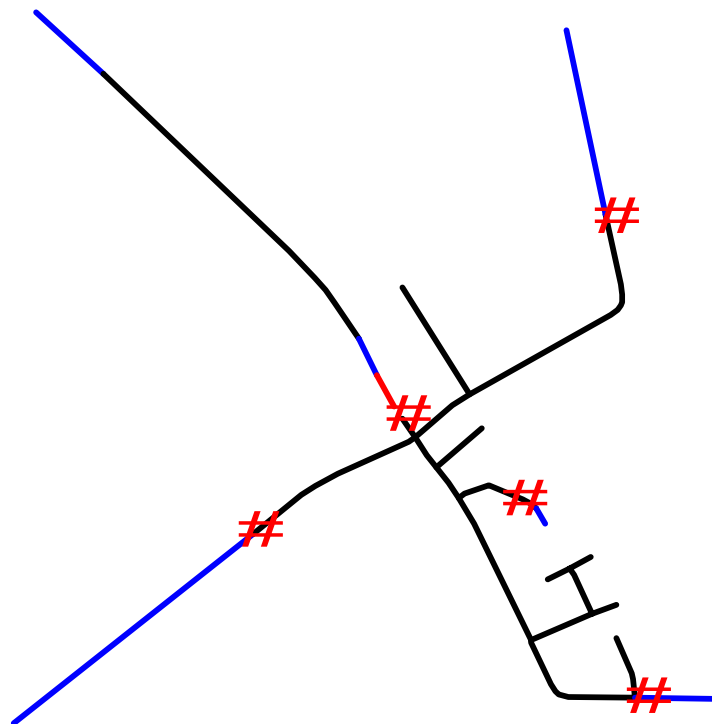
For hastighedskortet over Sejlflod Kommune var det nødvendigt med 44 fiktive skilte, så der i alt findes 128 hastighedsovergange. Den manuelle editering består i at "vende" forkert registrerede skilte og indføre fiktive hastighedsskilte.

VejKlip

Vejtemaet skal deles ved alle hastighedsovergangene og de informationer, der er gemt i punkternes attributter, skal overføres til vejtemaets attributtabel.

ZoneTjek

ZoneTjek udfører et logisk tjek på vejtemaet, efter det er klippet med VejKlip. Her undersøges det, om hastighederne passer sammen. Hvis det ikke er tilfældet, kan det skyldes flere ting; enten at hastighedstemaet ikke er lavet korrekt, eller at der er fejl i kortet, og processen med manuel editering skal køres igen. Hvis ZoneTjek ikke finder fejl, kan næste fase indledes. Et udsnit af et resultat fra ZoneTjek ses i figur 34, hvor de røde punkter indikerer fejl.



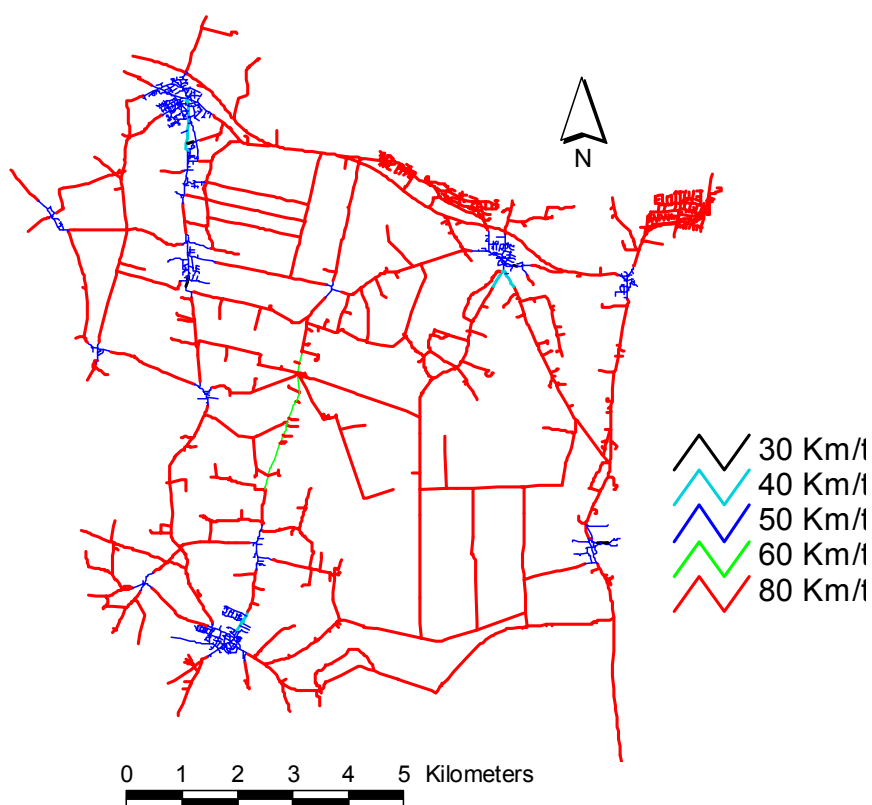
Figur 35 Resultat fra ZoneTjek

HastighedsTildeler

HastighedsTildeler færdiggør hastighedskortet ved at give alle vejstykker en hastighed. Moduler bør i en fremtidig version optimeres, da denne del af systemet er temmelig tids- og computerkraftkrævende.

Præsentation af resultatet

Figur 34 er det færdige resultat ved anvendelse af systemet.



Figur 34 Det endelige hastighedskort. Ophavsrettigheder: DAV

4.3 Samlet vurdering af kortproduktion

Tidsforbrug

Indsamlingen af hastighedsovergange i Sejlflod Kommune tog ca. fem timer for to mand. Hertil skal lægges hjemmearbejdet, som vurderes til ca. den halve tid af markarbejdet for en person (2,5 timer), dvs. 12,5 mandetimer.



Det skal pointeres, at Sejlflod Kommunes vejnet ikke er et udtryk for gennemsnittet i Danmark.

Hastighedskortet i forhold til kravspecifikationen

Dette afsnit beskriver, hvor godt det fremstillede hastighedskort lever op til de kvalitetsparametre, der blev opstillet i kravspecifikationen til kortværket. Kravene er gengivet med kursiv.

- *Kortet skal være fuldstændigt mht. offentlige veje, således en bruger af systemet kan få information om den gældende hastighedsgrænse, uanset på hvilken offentlig vej i Danmark brugeren måtte befinde sig.*

Det første krav kan ikke opfyldes, da DAV ikke er fuldstændigt. Der mangler enkelte veje i kortet over Sejlflod Kommune, eksempelvis ved Kirkebakken i Sejlflod.

- *Kortets geometriske nøjagtighed skal være så god, at det vha. GPS og mapmatching er muligt at genfinde bilens faktiske position i kortet.*

Hastighedskortet for Sejlflod er ikke testet med INFATI udstyret, men da DAV er anvendt både i Aalborg og i Sejlflod kommuner, og der ikke har vist sig at være store geometriske nøjagtighedsproblemer, vurderes dette krav at være opfyldt.

- *Kortværket skal være et topologisk korrekt vektorkort.*

Der er problemer med topologien i DAV. Eksempelvis ved viadukten under Egensevej, hvor en overkørsel, i form af en bro, er angivet som et vejkryds. Udover dette problem er der ikke fundet andre topologiske problemer.

- *Det skal være muligt at vedhæfte attributdata til kortets liniestykker, hvorfor datastrukturen skal være "gennemsigtig" og i et gængs format.*

Det er muligt at tilføre hastighedsinformation m.m. til alle vejstykker, hvorfor kravet må siges at være opfyldt.

- *Kortet skal være tematisk korrekt, så alle veje har en unik vejkode og alle hastighedsændringer fremgår af kortet.*

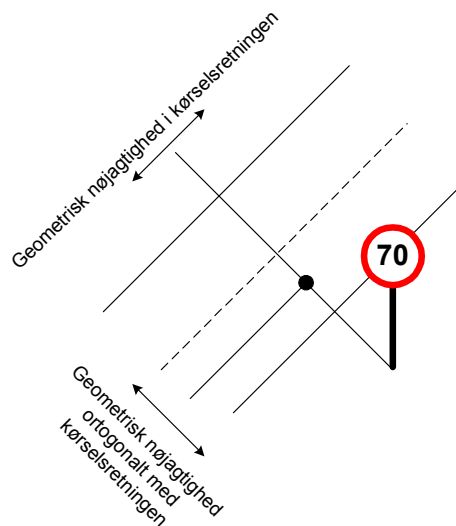
Ikke alle veje har en unik vejkode. Der er flere vejstykker med vejkode 9999, hvilket er en dummykode, som anvendes, hvis kommunen ikke har tildelt en officiel vejkode (9999 må ikke forveksles med systemets fiktive skilte, hvis dummykode er 99999). Der er flere tilfælde, hvor cykelstier er klassificeret som vej under udarbejdelsen af DAV. Hvad angår hastig-



hedsoplysninger på alle vejstykker, er der ikke observeret problemer med "HastighedsTildeler"- modulet, hvorfor denne del af kravet må siges at være opfyldt.

- *Kortets tematiske hastighedsdata skal have en geometrisk nøjagtighed bedre end 10 m.*

Hastighedsovergangene i kortet over Sejlflod Kommune vurderes at have en absolut nøjagtighed, der er ligeså god som den nøjagtighed, der kan opnås med GPS. Det betyder, at kravet er overholdt, da spredningen for den anvendte GPS målemetode er angivet til ca. 2,6 m. I forbindelse med den geometriske nøjagtighed er det kun nøjagtigheden i kørselsretningen, parallelt med vejmidten, der er interessant, da positionen for overgangene senere projiceres ind på vejmidten jf. figur 35.



Figur 35 Nøjagtigheder ved opmåling af hastighedsovergange

- *Kortets tidsmæssige nøjagtighed skal være så god, at systemet virker troværdigt.*

Dette krav vurderes at være overholdt, i det mindste inden for projektets tidsramme. Derudover vil kortet, som alle andre kort der ikke ajourføres, blive utroværdigt.



Det kan konkluderes, at tre ud af de syv krav i skrivende stund ikke er opfyldt. Alle problemer skyldes vejtemaet, som mangler fuldstændighed, topologi og tematiske korrekthed. Ovenstående viser behovet for et bedre vejtema.

Kilder

[Balstrøm m.fl., 1999]

Red. Thomas Balstrøm, Ole Jacobi, Esben Munk Sørensen
"GIS I Danmark 2"
København 1999
ISBN: 87-571-2272-5

[Vejdirektoratet, 1999]

Vejdirektoratet
"Data a la carte, En foranalyse om GIS i VD"



INFATI – AFRAPPORTERING

Fælles ISSN nr. 1397-3169

Nr.	Titel	Forfatter	Skriftserienr.	ISBN
	Intelligent Farttilpasning – Udvikling af teknologi og Brugertest	Harry Lahrmann	276	87-90893-36-0
1	INFATI – Projektbeskrivelse og projektorganisation	Harry Lahrmann	266	87-90893-19-0
2	INFATI – Hardware og software	Poul Heide	267	87-90893-20-4
3	INFATI – Mapmatching	Jens Juhl	268	87-90893-21-2
4	INFATI - Test af GPS-nøjagtighed og digitale kort med hastighedsgrænser	Jesper Runge Madsen Ole Runge Madsen Martin Brandi Nikolaj Møller Nielsen	269	87-90893-22-0
5	INFATI.DK – En hjemmeside og et webbaseret spørgeskema	Harry Lahrmann Malene Kofod Nielsen Jørgen Raguse Erik Jensen	270	87-90893-23-9
6	INFATI – Brugertest – effekt og accept	Malene Kofod Nielsen Teresa Boroch	271	87-90893-24-7
7	INFATI – Brugertest – adfærdsændringer	Jesper Runge Madsen Ole Runge Madsen	272	87-90893-25-5