

## 1. Indhold

I det følgende beskrives processer for etablering af geografiske data i HUR's vedligeholdelsesapplikation "SODA" og dannelse samt kontrol af køreplaner i den selvsamme applikation. Herefter gøres der kort rede for de tre faser køreplansdata er opdelt i, henholdsvis planlægnings-, produktions og opfølgingsfasen. Til sidst skitseres løsningsmodeller for 2 funktioner til håndtering af specielle geografiske data til brug i Rejseplanen på [www.rejseplanen.dk](http://www.rejseplanen.dk).

## 2. Anvendelse af SODA i HUR

I HUR er det blevet besluttet at data der er geografisk relateret, skal vedligeholdes i én og samme database og brugerne skal anvende den samme applikation til det formål. Til dette formål blev ESRI's produkter ArcView og ArcSDE valgt, da de på daværende tidspunkt var de eneste produkter, der kunne honorere de krav HUR stillede til flerbrugersystem og fleksibilitet i desktop system. Da HUR have nogle specifikke krav til vedligeholdelse af data, blev udvikling af SODA en realitet.

Allerførst var der behov for en applikation hos HUR's Trafiktjeneste til opmåling af stoppesteder, når der skulle etableres nye stoppesteder eller når der skulle flyttes stoppesteder enten midlertidig eller permanent . Der skulle udvikles et meget hurtig og smidig system, som skulle betjenes af brugere uden en dybere indsigt i opmåling med GPS. Systemet skulle desuden betjenes af Trafiktjenesterne i deres biler. Der blev udviklet en kombination af GPS og en GIS applikation "GPSKig".

Opmålingen af stoppestedet sker ved at der bliver foretaget, typisk 10 GPS af registreringer af pågældende punkt, herefter kan Trafiktjenester umiddelbar kontrollere nøjagtighed i forhold til de indlæste temaer i applikationen, der er vej- og bygningstemaet, i forhold til de omgivelser, hvor Trafiktjenesten holder med bilen. Nøjagtigheden er varierer mellem 5 – 15 meter, hvilket er tilstrækkeligt til det formål stoppesteder skal anvendes til. Det viste sig dog at være et problem at foretage opmåling i tættere bebyggelse, specielt i det indre København kunne der ikke opmåles med GPS. Derfor blev applikationen udvidet til at kunne håndtere indlæsning af afstande mellem bygninger til pågældende stoppested med en disto.

I efteråret 2001 foretog HUR en total opmåling af samtlige stoppesteder, svarende til 9500 stoppesteder, hvor af ca. 7 % af stoppesteder blev foretaget med disto. Der sker p.t. løbende ajourføring af opmåling af stoppesteder.

De primære datatyper i SODA er stoppesteder, stoppestedegrupper og viapunkter. Dis-

se data bliver kun vedligeholdt i SODA, da de er geografisk relateret.

Et stoppested er en lokalitet, hvor bussen stopper for at tage passagerer ombord eller hvor passagerer stiger af. I forbindelse med oprettelse og redigering af stoppesteder bliver der desuden genereret et punkt på vejnettet i SODA, som refererer til ét stoppested, og det anvendes til beregning af ruter og ture.

Stoppesteder, der bliver betragtet som et "sted", er grupperet i stoppestedegrupper. Den mest typiske stoppestedegruppe består af to stoppesteder i hver sig retning af buslinien.

Viapunkter er et punkt, som er et supplement adderet til busruter sammen med stoppesteder for at kunne beregne den rigtige rute i forhold til vejnettet.

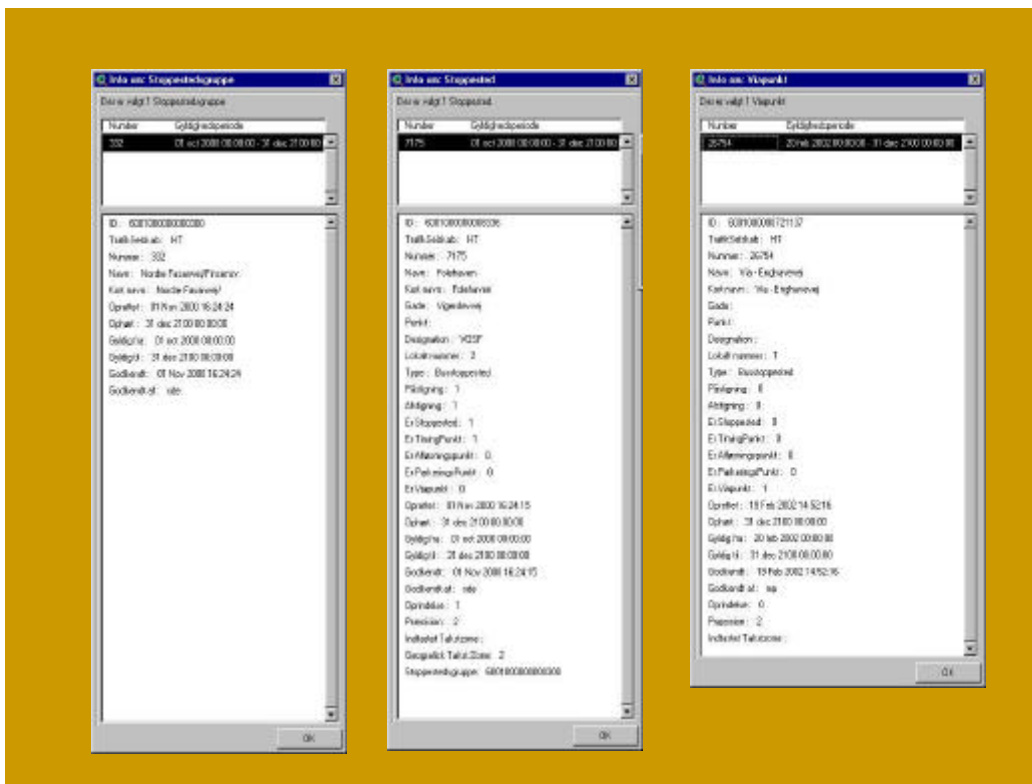
Data bliver oprettet med en gyldighed, typisk dagen efter de er oprettet/redigeret til uendelighed. Det pågældende objekt kan dog godt have flere gyldigheder, hvis der ikke er tale om overlap. Hvilket betyder at et stoppested f.eks. kan have en gyldighed fra den 26.08.2002 til den 31.12.2100 (uendelighed). Stoppested flyttes midlertidig i periode den 10.10.2002 til den 10.03.2003 på grund af vejarbejde, fra den 11.03.2003 træder den første gyldighed i kraft igen, med gyldighed fra den 11.03.2003 til den 31.12. 2003.

Imellem stoppestedegrupper og stoppesteder er der en databasemæssig afhængighed. Det betyder at stoppesteder ikke kan oprettes uden at det tilhører en stoppestedegruppe. Hvis der forsøges at oprette et stoppested uden for en stoppestedegruppe, bliver det nægtet af applikationen overfor køreplanlæggere. Det betyder også at der skal være en sammenhæng mellem gyldighed af stoppestedegruppen og de stoppesteder, der tilhører stoppestedegruppen. Stoppesteder må ikke have en udstrækning af gyldighed, der går ud over gyldigheden af stoppestedegruppen.

Redigering af f.eks. en stoppestedegruppens geografisk areal, som skal overlape et allerede eksisterende stoppestedegruppe, der samtidig skal nedlægges, bliver på den baggrund noget omstændeligt, da der skal tages hensyn til de stoppesteder, der tilhører det stoppestedegruppe, der skal udvides og de stoppesteder der tilhører den stoppestedegruppe, som skal nedlægges, og skal overføres til den nye stoppestedegruppe. I den forbindelse er der udviklet en række kontroller mellem stoppestedegrupper og stoppesteder, som advare køreplanlæggere, hvis de foretager sig noget "ulovligt".

I figur 1 er vist de informationer, der tilhører de omtalte datatyper, og som køreplanslæggere skal indtaste. Ved alle tre datatyper er der informationer om gyldig fra og

til samt oprettelses data og godkendt af. Desuden indeholder stoppesteder informationer om geografisk takstzone, som sker automatisk når der oprettes eller redigeres. Der er også mulighed for at vælge indtastet takstzone, hvis der er behov for det. Der ud over er der information om den stoppestedsgruppe, som det pågældende stoppested tilhører.

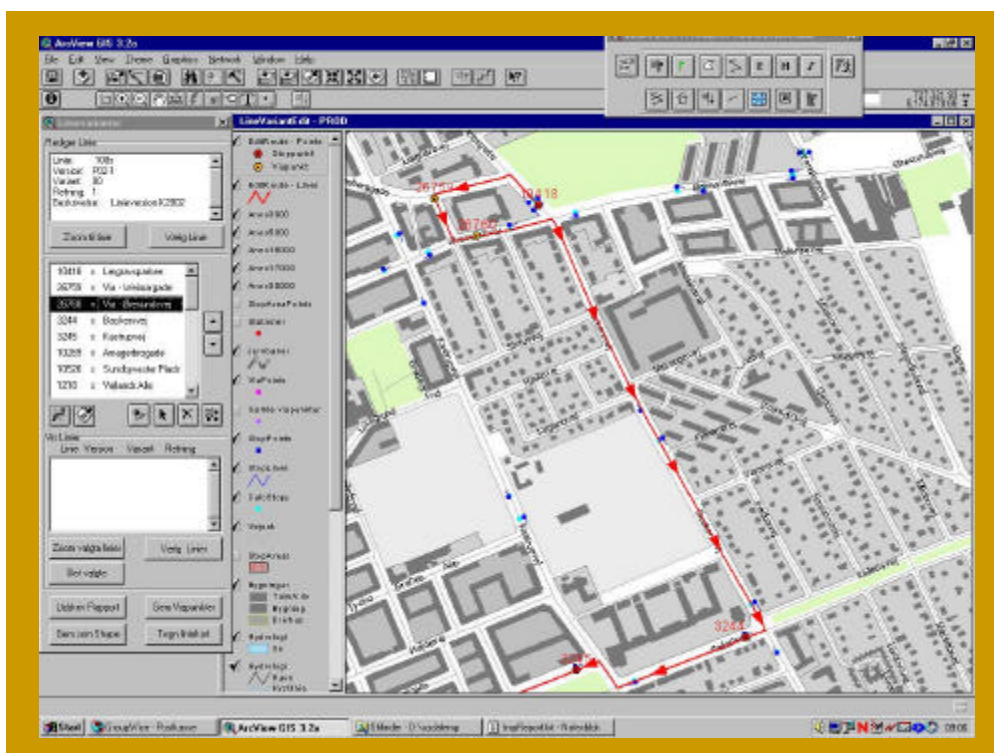


Figur 1. Information om de tre objekter.

I SODA overføres der ruter fra HASTUS, som består af en sekvens af stoppesteder. Disse ruter bliver genereret som en linie i SODA i forhold til vejnettet. Her fra kan køreplanlæggere visuelt kontrollere ruter.

For at ruteføringen bliver korrekt kan der være behov for at indlægge viapunkter i selve ruten. Når ruten er korrekt og der er indlagt viapunkter i ruten, genereres en rapport indeholdende afstande mellem punkter, som enten er stoppesteder eller viapunkter. Desuden bliver nye oprettede viapunkter automatisk overført til HASTUS, samt afstande mellem punkterne bliver indtastet i HASTUS.

I figur 2 er illustreret modulet "Linievariant", som anvendes til visuel kontrol af ruter.



Figur 2. Linievariantmodul i SODA

I figur 3 er vist rapporten fra linievariantmodulet, som køreplanlæggere skal anvende i deres planlægningsarbejde af ruter. I rapporten er der to typer af punkter, enten s (stoppested) og viapunkt. Der er desuden to typer af afstande; afstand mellem alle punkter, mens afstand kun mellem stoppesteder er vist i "Afstand 2".

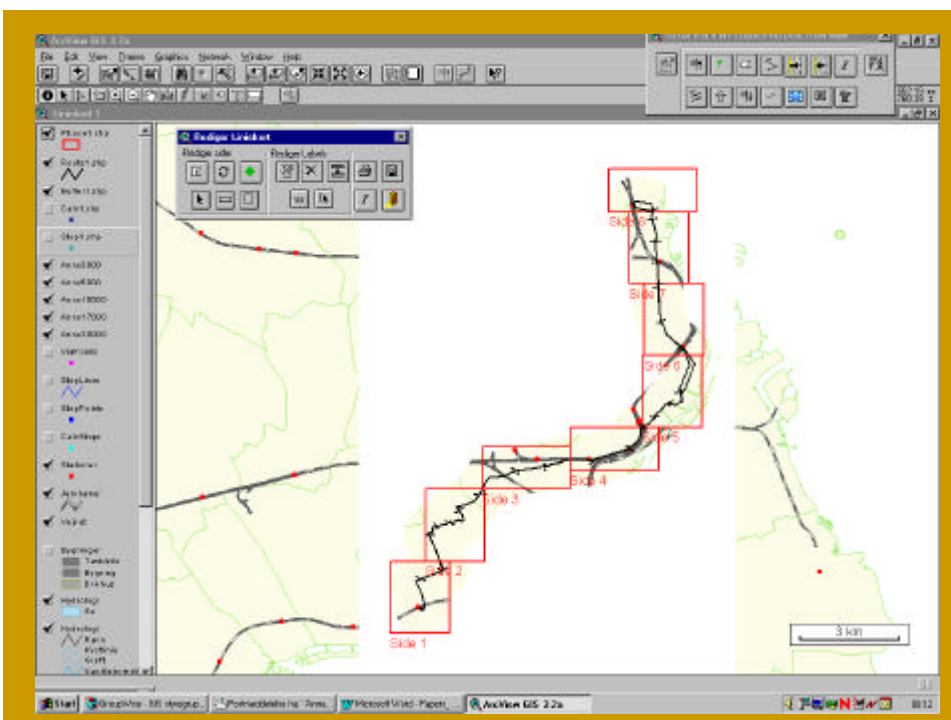
[n],	[Type],	[Nr],	[Afstand],	[Afstand 2],	[Navn]
1	s,	10418	0	0	Lergravsparken
2	ViaPoint,	26759	206	----	Via - Weimargade
3	ViaPoint,	26760	116	----	Via - Øresundsvej
4	s,	3244	914	1236	Backersvej
5	s,	3245	317	317	Kastrupvej
6	s,	10269	412	412	Amagerbrogade
7	s,	10526	901	901	Sundbyvester Plads
8	s,	1218	162	162	Vejlands Alle
9	s,	1219	667	667	Irlandsvej
10	s,	112	538	538	Englandsvej
11	s,	113	423	423	Røde Mellemvej
12	s,	2747	1054	1054	Bella Center
13	s,	1221	1985	1985	Sluseholmen
14	s,	1222	417	417	Bådehavnsgade
15	s,	1223	553	553	Mozarts Plads
16	s,	1225	586	586	Sjælør st.

Figur 3. Rapport fra Linievariantmodul

På stoppestedssteder, hos Trafiktjenesterne og hos buschauffør er der behov for kort over buslinier. Disse er indtil videre lavet i Auto-CAD, men er nu blevet overført til SODA, til et modul kaldet LinieKort.

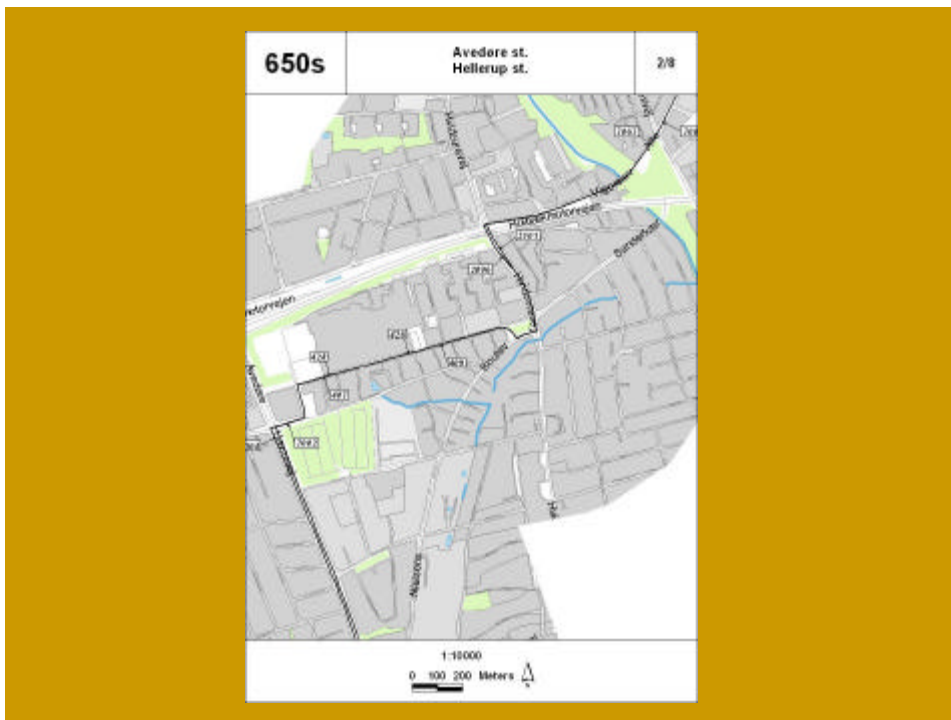
Køreplanlæggere har mulighed for enten at få turmønster indlæst fra HASTUS, eller fra produktionssystemet PubTrans via interfaces DPI, eller de kan selv generere en shape-fil.

Modulet går selv ind og analyser udstrækningen af linie, for at derefter at "dække" linien med kort. I figur 4 er der vist et eksempel på det.



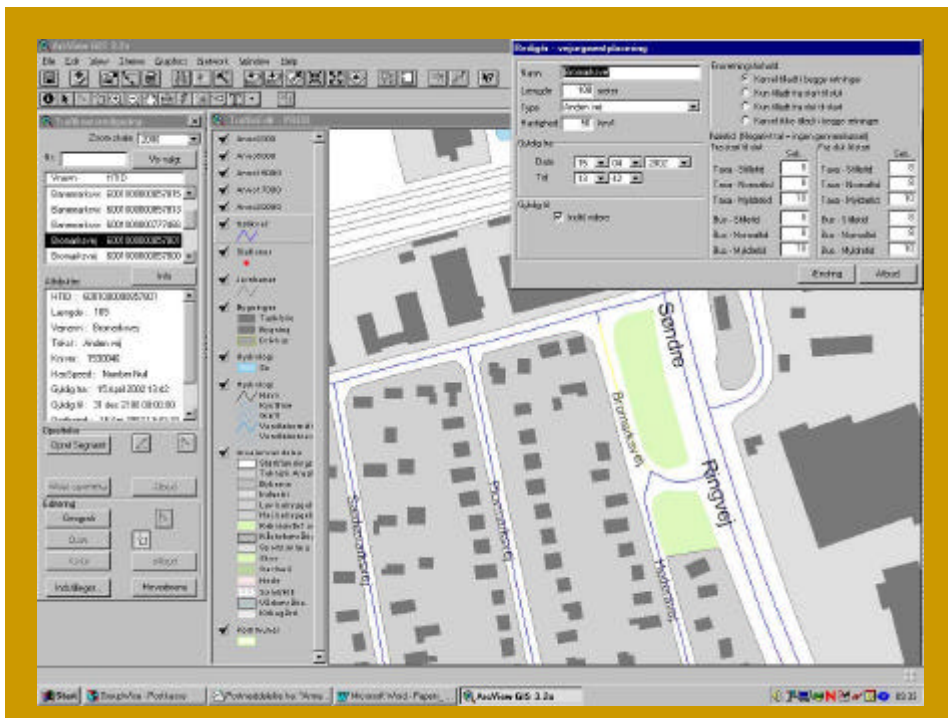
*Figur 4. Dækning af kort over linie 650s*

Der genereres automatisk labels, som kan flyttes hvis der f.eks. er overlap, og der udskrives sider eller kan gemmes layout, se figur 5.



*Figur 5. Side 2 af 8 kort for linie 650s*

For at få en så optimal planlægning og korrekt buslinier, er der behov for et vejnet, der hele tiden er aktuelt. Eftersom det p.t. ikke er muligt at få og da HUR er nogle specielle krav til vejnettet, såsom busveje, stier, og ikke at forglemme at der skal være et topologisk vejnet, har HUR også udviklet et vejmodul i SODA, der gør det lettere og mere smidigt at ajourføre vejnettet. Da Trafiktjenesterne allerede er involveret i opmåling af stoppesteder, kan de også benyttes til opmåling af veje. Desuden bliver vejnettet løbende tilført de restriktioner, der endnu ikke er indlagt i vejnettet af brugere af SODAVEJ, se figur 6.



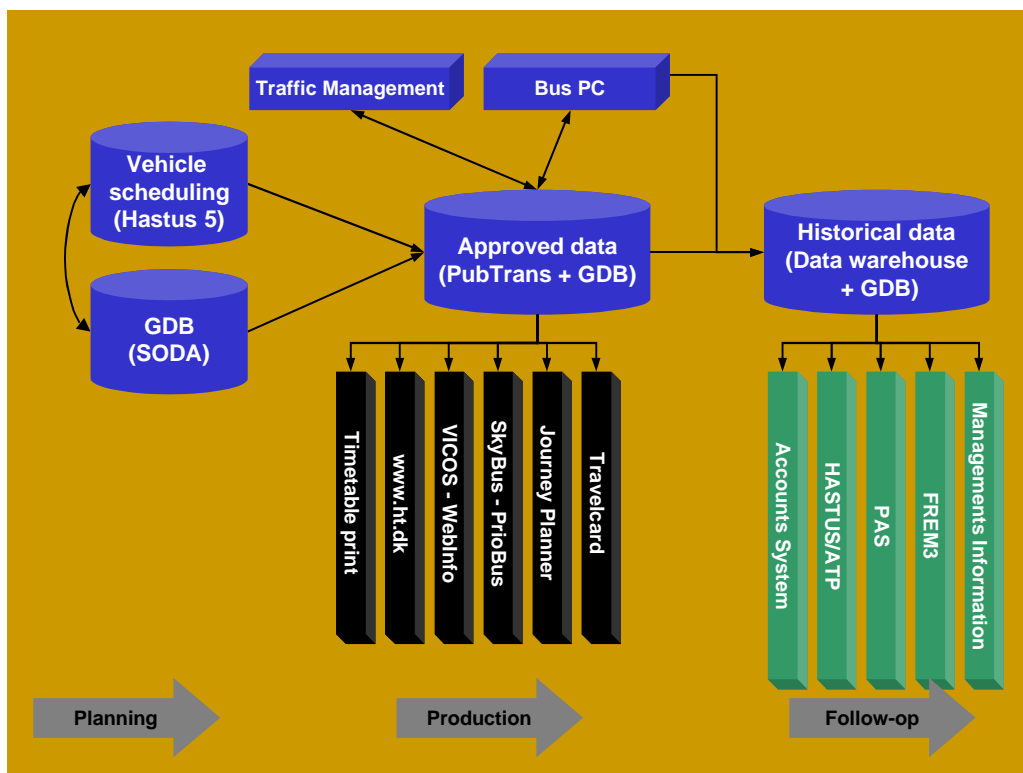
Figur 6. SODAvej brugergrænseflade

HUR's køreplanssystemer er bygget op omkring databasen PubTrans, som er en model af Public Transportation Business. Denne er baseret på den europæiske reference model Transmodel.

Generering af køreplansdata er opdelt i tre faser; planlægnings-, produktions- og opfølgingsfase, se endvidere figur 4. De tre faser er stringent adskilt, således det ikke er muligt at f.eks. at overføre køreplansdata fra planlægning til produktion, hvis de ikke er godkendt og der er logiske sammenhænge databaserne i forhold til kerne databasen PubTrans. I hvert fase er der en geografisk database!

Planlægningen indeholder de to databaser HASTUS og GDB (geodatabase), som SODA er bygget oven på. HASTUS anvendes udelukkende til planlægning af buskørsel, mens GDB, som består af ArcSDE, udelukkende indeholder geografiske data, som er tilknyttet til køreplansdata.

De to databaser udveksler data on-line, såsom stoppesteder, viapunkter fra GDB til HASTUS, mens stoppesteds-id, place-id, ruter og turmønstre overføres fra HASTUS til GDB. GDB overfører daglig data til PubTrans via PubTrans Exchange format (PTEF). Denne overførelse indeholder følgende geografiske data; stoppestedsgrupper, stoppesteder, viapunkter, takstzoner, samt vejnavne som stoppesteder er tilknyttet til.



Figur 7. Dataflow for køreplansdata

Produktionen indeholder alle godkendte og aktuelle køreplansdata. Der er udviklet en række interfaces, som gør det muligt for andre systemer at modtage data fra PubTrans. Den vigtigste i denne her sammenhæng er Data Publication Interfaces (DPI), som gør det muligt for GDB og rejseplanen at generere geografiske data.

Rejseplanen er et af HUR's kunde henvendte systemer, som bruger både data fra PubTrans og GDB/SODA. Rejseplanen anvender stoppestedsgrupper, stoppesteder, takstzoner og et vejnet uden busveje.

Når køreplansdata ikke mere er gyldige overføres de fra produktion til opfølgning, hvor der bliver foretaget analyser på de historiske data. Her indgår de geografiske data også, som et naturligt element, da bl.a. stoppesteder har gyldighed tilknyttet.

## 2. Geografiske objekter til Rejseplanen

Herunder vil der blive beskrevet 2 funktioner i SODA, som håndterer geografiske informationer til brug for nye tiltag i Rejseplanen. I afsnit 2.1 beskrives generering af skiftetider, som p.t. kun vil blive anvendt i HUR. Det forventes færdigt primo september 2002.



I afsnit 2.2 beskrives en løsningsmodel for håndtering af vinkestrækninger i Rejseplanen. Det endelige udviklingsarbejde forventes i gang ultimo 2002.

For begge funktioners vedkommende er det HUR's vurdering, at SODA er det rigtige værktøj, som sikrer en enklere og hurtigere løsning til ovennævnte datatunge opgaver.

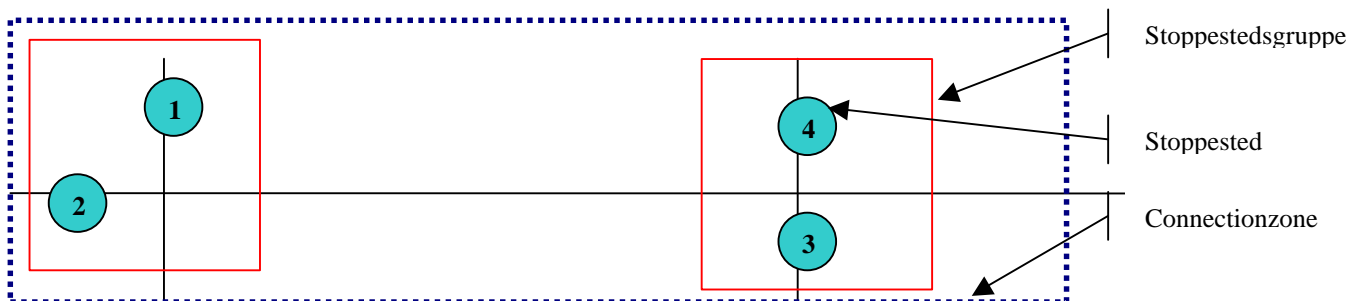
## 2.1 Generering af skiftetider i SODA

Til Rejseplanen er det bl.a. nødvendigt at oplyse skiftetider mellem 2 stop eller stationer. Dette anvendes bl.a. ved skift fra bus til tog. Denne skiftetid er navngivet som "connectionlink" i PubTrans og angives i minutter.

P.t. anvender HUR i Rejseplanen kun skiftetid mellem stoppestedsgrupper. Dette medfører ca. 100 angivne skiftetider. Det er relationer med meget lav ajourføringsbehov, fordi etablering/nedlæggelse af stoppestedsgrupper kun sjældent forekommer.

Når data er klar hertil vil HUR angive skifte tid mellem stoppesteder. Dette medfører en 5-10 dobling af antal angivne skiftetider. Endvidere vil der være behov for hurtigere og nemmere ajourføring fordi stoppesteder langt oftere nedlægges, flyttes eller ny-etableres.

Derfor er der udviklet en automatisk proces til generering af skiftetider i SODA.



Figur 8. Håndtering af skiftetider.

Princippet er at beregne afstanden mellem alle stoppesteder, som er i samme "connectionzone". Den er indlagt manuelt i SODA. Afstanden omregnes til en skiftetid ved at multiplicere med en ganghastighed. Til beregning af afstanden benyttes vej- og stinettet i Top10DK, som er et kortprodukt fra Kort&Matrikelstyrelsen.

Det er endvidere muligt at tillægge en ekstra skiftetid, hvis en stoppestedsgruppe har en såkaldt "intern skiftetid". Dette er bl.a. anvendeligt ved stoppestedsgruppe med mange trapper. Her vil en skiftetid alene beregnet på baggrund af afstand være for kort.

## 2.2. Håndtering af "vinkestrækninger"

I mange landområder i hele Danmark giver trafikkselskaberne mulighed for at passageren kan på-/afstige bussen i mellem stoppestederne. De strækninger, hvor det er muligt kal-

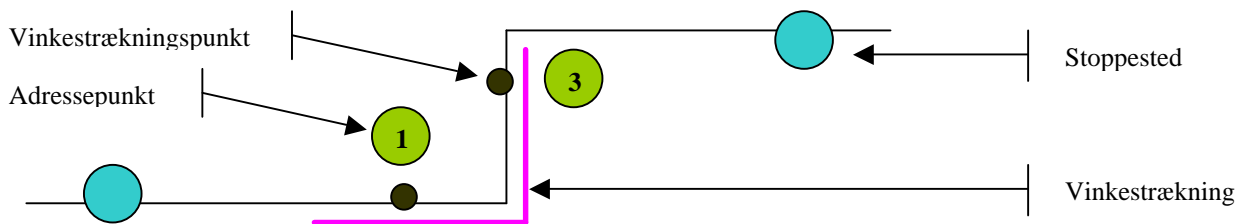
des ofte "vinkestrækninger".

Rejseplanen kan p.t. ikke håndtere denne situation. Parterne bag Rejseplanen vil forsøge at etablere en løsning i løbet af 2003. Herved kan brugeren på Rejseplanen eksempelvis få et estimeret bud på, hvornår bussen kommer imellem 2 stoppesteder, hvor påstigning er mulig.

For at dette er muligt kræves følgende data:

- Angivelse af hvor det er muligt at "vinke"
- Angivelse af hvilke busture det omfatter
- Angivelse af den geografiske rute en bus kører i virkeligheden

Et løsningsforslag er, at selskaberne angiver på, hvilke fysiske strækninger de tillader at "vinke". Endvidere påsættes en attribut på hvert stop i en tur. Attributten angiver om det er muligt at stå på eller af (eller begge dele) på det pågældende stoppested. En "tur" er en enkelt afgang med en bestemt buslinie.



*Figur 9. Model for generering af "vinkestrækningspunkter".*

Disse data indsendes til administratoren af Rejseplanen. I SODA genereres såkaldte "vinkestrækningspunkter" ("hailingpoints"). Rent fysisk er "vinkestrækningspunkter" adressepunkter, som ligger på en vinkestrækning. Når en bruger indtaster en adresse, vil Rejseplanen afklarer om den er et "vinkestrækningspunkt". Hvis det er tilfældet, vil Rejseplanen også benytte busser med vinkestrækninger i svaret til brugeren. Denne algoritme er kompliceret bl.a. fordi den også skal tage højde for busruter, som ikke kører præcis på den vej, som "vinkestrækningspunktet" er ligger på.