

Korrespondancer belyst i et GIS-perspektiv

Forfattere:

**Torsten Rasmussen, Køreplanschef, Hovedstadsområdets Trafikselskab og
Hans Chr. Thorsen, Trafikanalytiker, Hovedstadsområdets Trafikselskab**

HT benytter i dag GIS-værktøjer på mange niveauer til at foretage strategiske analyser i de indledende planlægningsfaser, til den detaljerede køreplanlægning og til registrering af det enkelte stoppested. Baggrunden for at HT kan anvende GIS-værktøjer i trafikplanlægning, som planlægnings- og beslutningsværktøj er, at HT i 12 år har arbejdet med at sikre og forbedre det automatiske passagertællesystem, PTS, som er et elektronisk tællesystem til at registrere af-/påstignere i busserne. Derudover har HT arbejdet med at etablere et trafikzonestystem, hvor antallet af bosiddere og arbejds-/uddannelsespladser er registreret for hver zone. Det har været et stort arbejde at få et tilstrækkelig datagrundlag og datakvalitet, så det var anvendeligt til GIS. Det har hele tiden været HTs hensigt at kunne visualisere data – fx via GIS-værktøjer. Derved har HT bevæget sig fra at indsamle data og hen mod at anvende og præsentere data.

Det er hermed, blevet muligt at få en geografisk stedbestemmelse af dynamiske data for den kollektive trafik – illustreret på et kort.

Fordelene ved at benytte GIS-værktøjer i trafikplanlægningen fremfor den mere traditionelle trafikplanlægning er, at det er blevet nemmere at overskue komplekse oplysninger. Disse oplysninger kan kombineres og analyseres på nye måder og på tværs af datalagene med traditionelle databasemetoder og præsenteres enkelt og kartografisk - eller som grafer, diagrammer eller almindelig tekst.

GIS-projektet i HT har i et par år fulgt en strategi, der har båret frugt i 1998. Projektet er fragmenteret, og der er gennemført udvikling af en række GIS-programmer i snævert samarbejde med brugerne i sektioner og afdelinger. Opbygning af en driftsorganisation er ved at tage form i 1999.

Der bliver i dag arbejdet med GIS-teknologi i en række projekter/applikationer. HT har et godkendt GIS-koncept, der baserer sig på ESRI - produkterne.

Applikationerne

Rejseplanlæggeren, der er adressebaseret og regner i geometrien fra adresse til transportknode – stoppested eller station. Udviklingen af den adressebaseret elektronisk rejseplanlægger er sket i samarbejde med DSB. Rejseplanlæggeren er allerede på internettet og har fået en overvældende positiv modtagelse af kunderne med ca 60.000 kald om ugen.

Frem-projektet er udviklet til at udarbejde analyser af bussernes hastigheder og dermed af bussernes fremkommelighed.

GPS/GIS-projekt i HTs handicap-kørsel, Programmet kan sammenligne det reelle kørselsmønster med det planlagte tur-mønster. Det er på sigt meningen, at programmet skal bruges til planlægning og optimering af HTs handicapkørsel.

Kortprogram på Intranet, der kan bruges som generelt kortværk med HTs buslinier af alle i huset (er i planlægning). Intranetløsning med TOP10DK, stoppesteder og ruter. Applikationen anvendes til udskrift af sort/hvide liniekort over enkelte buslinier (på skærmen er det farver), med forskellige informationer om stopnr. og gadenavne i 500 meter afstand (skal erstatte hidtidige Autocad tegninger).

Udviklingsprojekter om realtidsinformation og busprioritering

Priobusprojektet. Via satellitter gives der til stoppestedet præcise oplysninger på en skærm om, hvornår den næste bus ankommer. På skærmen kan ses hvilke busser, der ankommer i nærmeste tidsrum. På et display i bussen annonceres næste stoppested og skiftemulighederne. I bussen gives informationer til kunderne. Hvis bussen er forsinket, sendes der informationer til lyskrydsene, som skifter, så der opnås grøn bølge. Dette medfører, at bussen kommer hurtigere frem. Kun nogle udvalgte linier er med i projektet.

Skybusprojektet; I bussen beregnes hvor den er henne i forhold til køreplanen på grundlag af satellitpositioneringssystemet – GPS.

KIM står for "Køreplanlæggerens Informations Management", er et Linienetsprogram i HTs Køreplansektion. Med programmet kan planlæggerne analysere på- og afstigere og belægningen for en buslinie. Endvidere er det muligt at beregne oplande for stoppesteder, linier eller liniekomplekser.

Endelig skal nævnes korrespondanceprojektet i Køreplansektionen, der er udviklet til at analysere på- og afstigere for bus og tog på stationer. Desuden er det muligt at beregne bus- og stationsoplande.

Principper i HTs geodatamodel

De mange applikationer er ved at blive samlet i en GIS-serverløsning opbygget i integration med HTs øvrige IT-plattform. For at anvende GIS applikationerne i den nye serverløsning, som er opbygget til at styre/organisere fællesdata, er det nødvendigt at (foretage mindre justeringer) tilpasse og omskrive de nuværende GIS applikationer.

Som grundlag for opbygning af den nye teknologiske fællesplatform anvender HT en datamodel kaldet PubTrans. Modellen bygger på konceptet fra EUs såkaldte Transmodel, CEN (1996) og er tilpasset principperne for afvikling af kollektiv bustrafik i Skandinavien. Specielt for HTs model kan det nævnes, at hele området, der styrer kommunikationen til en entreprenør, er nyt i forhold til EUs Transmodel.

Geodatamodellen er gennemtænkt særdeles robust, da den allerede skal kunne håndtere en række brugerprogrammer, der kort vil blive omtalt i det følgende.

På geodatamodelområdet er HTs model meget sammenlignelig med Transmodel. Princippet er, at stoppesteder og linier opbygges som knuder, hændelsesforløb og strækninger på et vejmidtenet. Stoppesteder er geokodede med deres nøgler til HTs fællesdatabase, hvorfra GIS-løsningerne kan hente den nødvendige information. Stoppestederne ved f.eks. et vejkryds samles i en såkaldt stopgruppe. Alle stoppesteder er tilknyttet en stopgruppe. Store terminaler (f.eks. Hovedbanegården) kan have flere stopgrupper tilknyttet.

Datakvalitet

Kvalitetssikring af de mange forskelligartede informationer, der er integreret i GIS-løsningerne, er en af de store opgaver, der skal løses i 1999, og her er hentet inspiration fra CEN-standarder, der giver gode forslag til Metadatabeskrivelser for løsningernes enkelte temaer.

Korrespondance-projektet

Formålet med Korrespondance projektet er at opbygge en model til at vurdere korrespondancebehov mellem bus og tog på stationer.

Korrespondance projektet benytter passagertællinger for bus og tog til i en GIS-applikation at beregne og præsentere:

- Antal påstigere og afstigere for bus og tog på stationer fordelt på retning og i forskellige tidsbånd.
- Belastningen på tognettet (kommer i en senere version).

Projektet indeholder befolkningsdata til at beregne:

- Stationers og stoppesteders opland af bosiddere og arbejds-/uddannelsespladser.

Datamodel

Korrespondance projektet er unikt ved at kombinere og præsentere to forskellige data typer (med forskellig datastruktur). De to datasæt, der er tale om, er bus- og togtællinger.

DSBs Østtælling – togtællinger; I Østtællingen er antallet af af- og påstigere på stationer registreret (og rejsemønster (OD-matrix)). Østtællingsdataene er registreret som realtid på stationer (østtællingsdataene består af 11 filer (totalen er én fil) – hvoraf der bliver dannet 6 nye filer, der opdeler dagen i 5 tidsbånd og en total. Sammen med busfilen bliver de 6 filer gemt i en accessdatabase.

Efter start af applikationen er det muligt at vælge mellem forskellige databaser for de forskellige år fx datasæt vinter 97/98. Applikationen er opbygget, så den kræver et minimum af vedligeholdelse, når der skal oprettes en ny database med de nye bus- og togtællinger, hvilket vil ske (minimum) en gang årligt.

HTs passagertællesystem, PTS, registrerer af- og påstigere på stoppested for hver buslinie. Der er i dag omkring 80 tællebusser med elektronisk udstyr, som automatisk indsamler data. Tællebusserne indsættes på de forskellige linier, så HT hele tiden har et opdateret datagrundlag. Så vidt muligt skal alle hverdagsture for hver linie tælles minimum en gang om måneden (dvs. med en stikprøve på 5%). Samtidig bliver tiden for bussens stop og start registreret. (Informationerne giver god viden om liniens belægning, og samtidig kan tidsregistreringerne sammenkoblet med den givne køreplan give oplysninger om bussernes reelle kørselsmønster og muligheder for at komme frem i trafikken).

Det er kun de buslinier, der stopper ved eller i umiddelbar nærhed af en station, som bliver udtrukket fra PTS-dataene. Derudover bliver der kun hentet data for stoppesteder ved stationen.

I Østtællingen indgår alle stationer på Sjælland og Lolland/Falster. Projektet afgrænses, så det kun omfatter stationer i HT-området.

Korrespondance projektet er opbygget som en applikation til Arcview med Network Analyst. I projektet er tognettet sammensat af mange liniestykker, der er forbundet med hinanden. Ved hjælp af Network Analyst bliver korteste vej på tognettet beregnet mellem to stationer. For at beregne antallet af på- og afstigere på en station bliver data på alle delstrækninger på hele tognettet akkumuleret (retningsbestemt/på - kører mod/af - kommer fra).

Programmets dataindhold

Korrespondanceapplikationen baserer sig på følgende datakilder (temaer):

- DSBs Østtælling.
- PTS, registrerer antal af- og påstigere på stoppested for hver buslinie.
- Buslinier, temaet er tomt indtil, der bliver genereret buslinier til en ny station.
- Statkorr, en oversigt over stationer og tællepunkter.
- Tognet_korr, viser det samlede toget i HT-området.
- Stopgruppenet, det samlede busnet – visualiserer de buslinier, der passerer den valgte station.
- Opland, stationerne er opdelt i 3 oplande, alt efter det geografiske område stationen ligger i.
- Kommuner, temaet viser de enkelte kommune og deres grænser.
- Bus stoppesteder; HT har ca. 10.000 stoppesteder, og dækker Københavns kommune, Frederiksberg kommune, Københavns amt, Roskilde amt og Frederiksborg amt i alt ca. 3000 km². HTs stoppesteder er lagt på plads efter tegninger i Autocad i en Stop-Linie-applikation. Attribut data til stoppestederne hentes fra HT's fællesdatabase vha identifikationsnøgle. Hvert stoppested har i systemet et unikt identifikationsnummer, et navn og en ID-kode. Stoppestedets placering er gemt i en shape kolonne, hvor x,y koordinater kan hentes. Hermed er geokodningen automatisk dannet, og der er skabt links til andre informationer om stoppestederne, herunder til strækninger mellem stop. Til enkelte udviklingsprojekter med store krav til stedbestemmelsens nøjagtighed har HT stedbestemt stoppestederne med GPS-udstyr. Indenfor det næste år stedbestemmer HT alle stoppestederne med GPS-udstyr. GPS-udstyr i tællebusserne forventes at overtage en del af vedligeholdelsen af stoppestedernes placering.
- HT-Trafikzoner. I HT-området er der ca. 1900 trafikzoner, som indeholder oplysninger om antal bosiddere og arbejds-/uddannelsespladser for hver zone baseret på data fra Danmarks Statistik. Trafikzonerne blev i 1997 digitaliseret som lukkede polygoner. Planzonerne er dannet, så de er nogenlunde homogene indenfor den enkelte zone mht. arealanvendelse og udnyttelsesgrad. Parkområder, idrætsanlæg, søer mv. er således etableret som separate planzoner, hvorfor boliger og arbejdspladser er væsentlig mere homogent fordelt i den enkelte planzone. HTM-Hovedstadens trafikmodels zoner (280 zoner) dannet ved sammenlægning af HTs trafikzoner. Trafikzonerne har i mange år dannet reference for statistiske oplysninger om befolkningsudviklingen og om folks bevægelsesmønster i HTs område. Trafikzonerne er graderet efter befolkningstætheden (befolkningen pr. km²) og arbejds-/uddannelsespladstætheden (arbejdspladser pr. km²).

Alle informationerne er som beskrevet relateret til et sted via geodatamodellen, som grundlag for at GIS-programmerne er blevet særdeles nyttige redskaber til analyse af den kollektive trafik.

Tidsbånd

Østtællingen bliver foretaget på en hverdag og modellen kan derfor kun anvendes på hverdagstal. For at bestemme de vigtigste korrespondancer er det nødvendigt at undersøge forskellige tidsbånd i løbet af døgnnet. Der er følgende tidsbånd på en hverdag: total, 04-07, 07-09, 09-15, 15-18 og 18-04.

Hvad kan programmet bruges til – analyser ?

Programmet bruges til at analysere antallet af bus- og togpassagerer samt bus- og togoplandet ved en station. Vi kan sammenligne kundeunderlaget for stationer, der har sammenlignelige betjeningsområder. Udfra graferne er det muligt at vurdere om en station har et/flere tidsbånd med en god/dårlig bus- og togudnyttelse i forhold til de andre tidsbånd (beregnet forholdstal). Hvis det er tilfældet kan en forklaring fx være at der er en god/dårlig korrespondance mellem bus og tog eller der kan være flere passagerer i fx morgen- og eftermiddagsmyldretiden, der kører i bil eller på cykel til stationen. Det betyder, at der er færre buspassagerer i de to tidsbånd i forhold til de øvrige tidsbånd, set i forhold til antallet af togpassagerer. Derudover er der flere pensionister midt på dagen, som benytter bussen.

Derudover er det muligt at foretage før/efter undersøgelser af linier på en station (at sammenligne vinter 97/98 med vinter 98/99). Der er herved muligt at vurdere effekter af den tidligere gennemførte planlægning.

En præcis afdækning af årsager/forandringer kræver stadig dyre spørgekortundersøgelser, men resultaterne giver tydelige indikationer af skiftebehov og ændringer i rejsemønstre. Det bliver hermed nemmere at prioritere, hvor dyre spørgekortanalyser af rejsemønstre skal gennemføres.

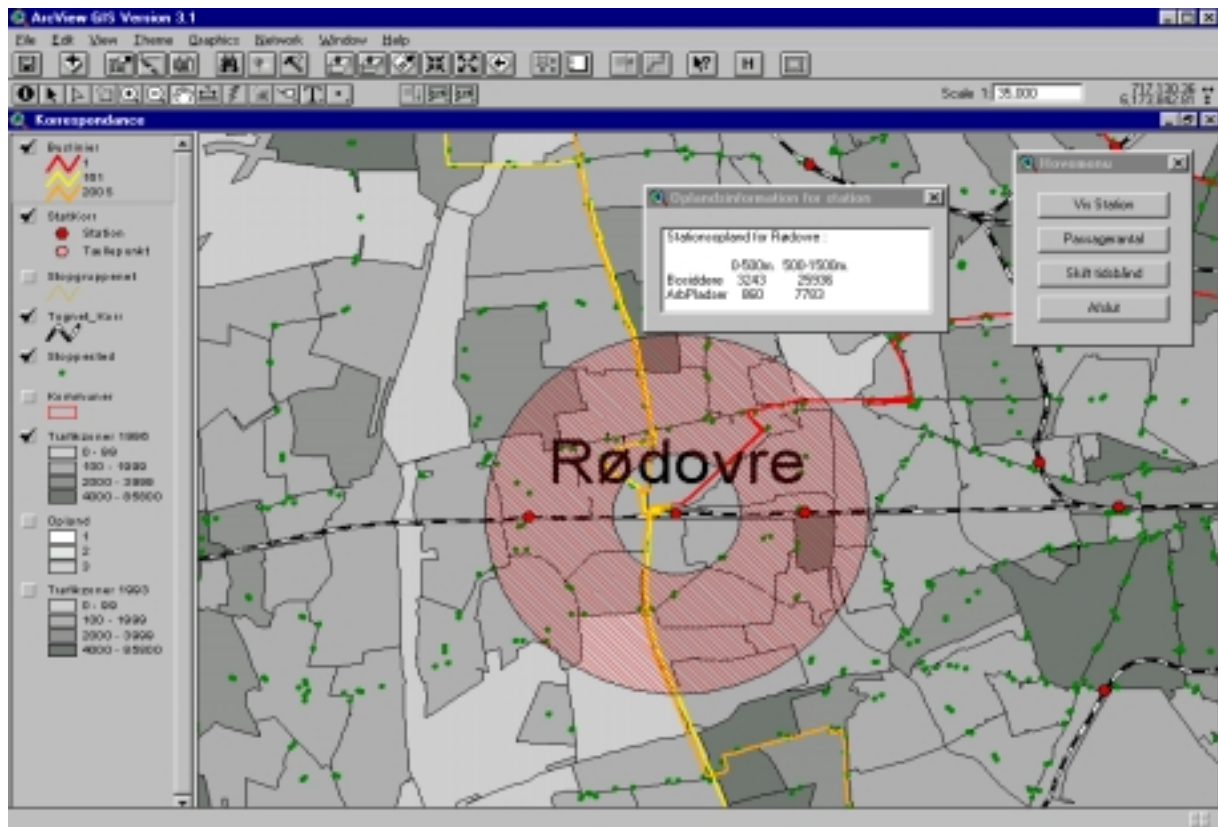
Beregn Opland

Et eksempel på fordelene ved GIS er oplandsberegninger. Hele HT-området (trafikområdet) er opdelt i trafikzoner, der krydses af ruterne, som altså ikke følger zonerne.

HT ved, hvor mange mennesker der bor i hver zone; men det er ikke nok til at sige noget om, hvor mange, der vil anvende et stoppested, som placeres et bestemt sted på en rute. Med GIS kan man lægge en cirkel med centrum i stoppestedet og derefter beregne passagergrundlaget.

Der er opstillet kvalitetsmål for den maksimale gangafstand til stoppestedet, alt efter om oplandet ligger i tætbyen eller i landområder. Vi skal gange radiusen på cirklen med ca. 1,1-1,2 for at få den rigtige gangafstand.

Det er muligt at vælge at beregne busopland eller togopland i med valgfri radius. I projektet sker en "standard beregning af oplandet for bus og tog" efter følgende retningslinier. Ved beregning (standardberegning) af stations- og busoplande bliver der differentieret alt efter det geografiske område stationen ligger i. Foreksempel med en radius på 2000 m i landområde, 1500 m for Københavns omegnskommuner (i mellem zonen) og 1000 m i Københavns kommune. Stationens busopland er valgt tilsvarende stationsoplandet undtagen kernen, hvor kunderne foretrækker at gå eller cykle til stationen frem for at benytte bus. Kernen er valgt til at være med en radius på hhv.700/500/300 i de 3 zoner.



Figur 1 viser stations- og busoplandet for Rødovre st. Baggrundskortet (trafikzonerne) viser befolkningstætheden.

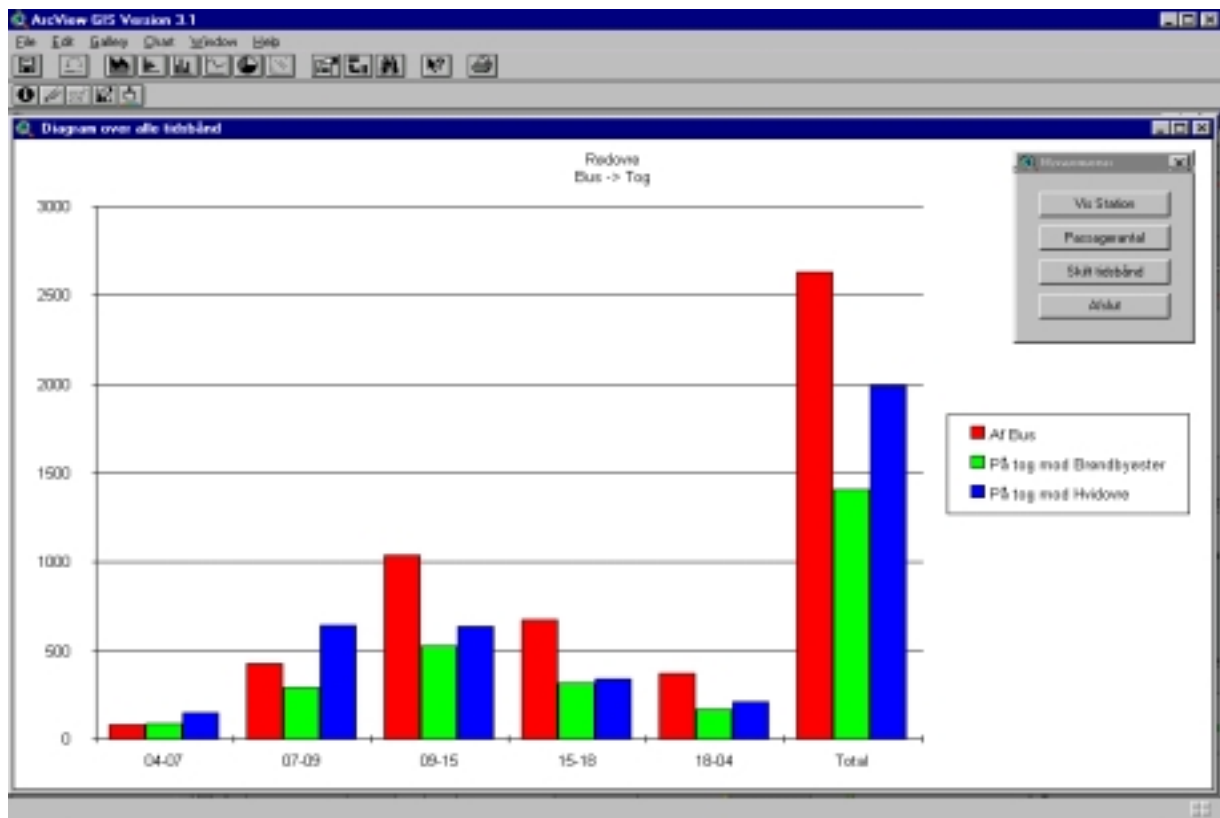
Beregn diagram

For at generere et af de to diagrammer er det nødvendigt først at vælge retning for skiftet:

- fra bus til tog
- fra tog til bus

Retningen bliver registreret, dvs hvorfra og hvortil.

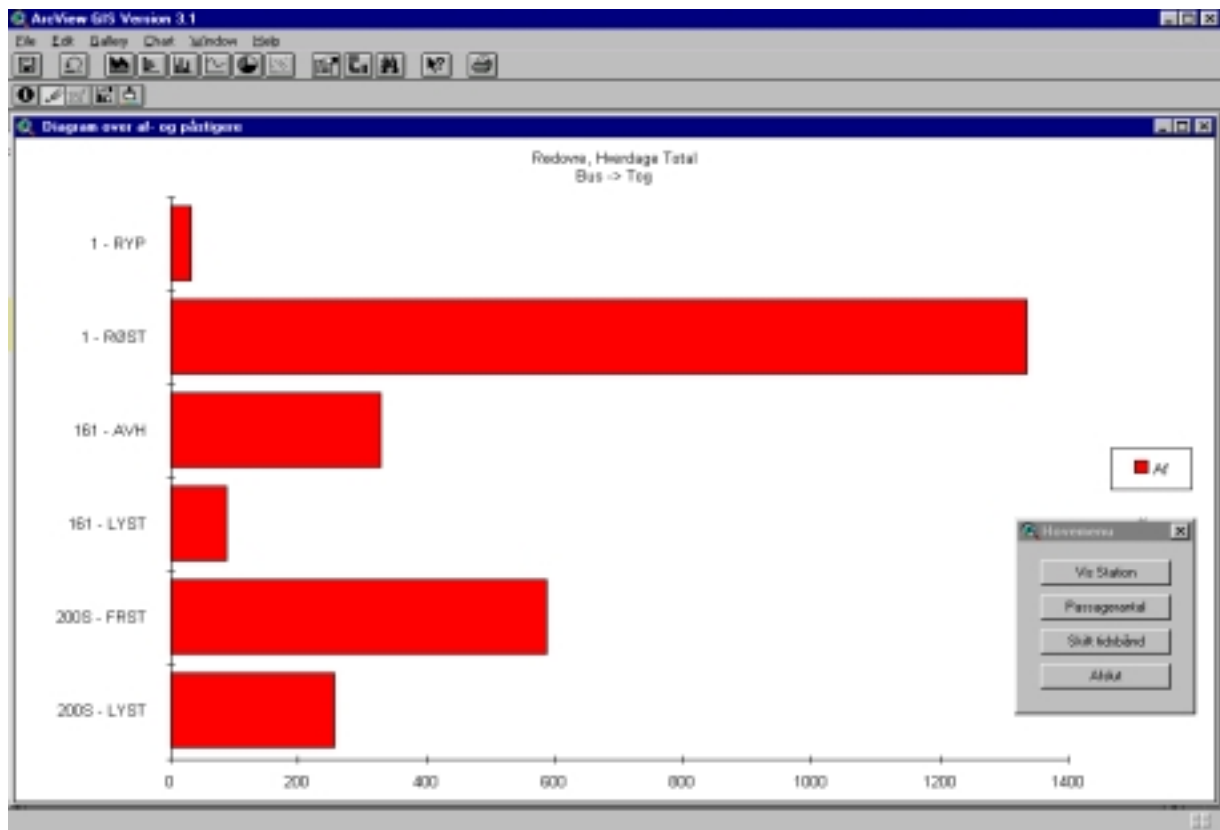
Data giver ikke mulighed for at opgøre, hvor mange passagerer, der reelt skifter mellem de to transportmidler – det må bygge på skiftemønsterundersøgelser på stationer, skøn, erfaringer og sammenligninger.



I figur 2 er antallet af afstigende buspassagerer (vist som en total) og antallet af påstigende togpassagerer (fordelt på retninger) fordelt på de 5 tidsbånd og en total.

Dette diagram giver et godt overblik over antallet af passagerer på bus og tog i løbet af døgnet. Det er også muligt at beregne forholdstal mellem bus og tog for alle tidsbånd.

Om morgenen fra kl. 7-9 viser diagrammet at forbindelsen til toget skal prioriteres mod Hvidovre (retur om eftermiddagen kl. 15-18). I de andre tidsbånd er de to retninger lige vigtige. Korrespondancen afhænger også af linienettet, hvor nogle linier er mere oplagte som tilbringer (frabringer) linie end andre.



I figur 3 er viser afstigende buspassagerer fordelt på linje og retning i et valgt tidsbånd. Det er herved muligt at vurdere hvilke buslinier, der har væsentlige korrespondancer til toget.

Der er en stor variation i antallet af passagerer, der står af buslinierne på Rødovre st.

Sammenfatning og konklusion

KIM og Korrespondance projektet kan bruges til at analysere og vurdere de opsamlede data for bus og tog. De deraf følgende konklusioner bruges til planlægning af tiltag i de nye køreplaner.

Resultaterne visualiseres nemt og giver planlæggere og beslutningstagerne overblik.

Komplekse data fra forskellige kilder, giver gode muligheder for at følge udviklingen i brugen af bus og tog set i sammenhæng med ændringer af betjeningen eller arealanvendelsen.

Det er vigtigt, at få erfaringsopbygning med hensyn til anvendelse af programmerne og resultaterne, eftersom det muliggør helt nye mere detaljerede analyser af busdriften.