

## **Driftsoptimering og passagerinformation med bustelematik**

**Projektkoordinator Jan Jessen, Sydbus Skelbækvej 2, 6200 Aabenraa**  
**Projektleder Jørgen Birk, COWI A/S Parallevej 2, 2800 Kongens Lyngby**

## Baggrund

Driftoptimering og passagerinformation baseret på realtidsinformation om busdriften fordrer, at der etableres en central opsamling af data for bussernes fremdrift - både absolut og relativt i forhold til det planlagte - og de samlede passagerbevægelser differentieret på baggrund af tidspunkt, ugedag, buslinie og -rute.

Sydbus gennemfører med assistance fra COWI et bustelematik-projekt omfattende en løsning, hvor eksisterende og kommende systemer for busdriftens planlægning, kortadministration, bussers positionsbestemmelse, passagerinformation, billettering og betaling funktionsmæssigt integreres.

## Målsætninger

Oprindeligt var målet, at udskifte et nedslidt mekanisk billetsystem med et tilsvarende elektronisk. Som en del af infrastrukturen blev der implementeret et radiosystem for datakommunikation mellem centraludstyret og busserne. Systemet omfatter desuden buspositionering ved brug af GPS.

Udover systemernes primære formål, er der flere mål som umiddelbart kan tilgodeses ved implementering af bustelematik bl.a. driftoptimering og passagerinformation.

Optimering kan foretages på grundlag af flere enkeltstående eller samtidige kriterier, fx:

- Minimering af omkostninger ved et givet transportmønster
- Tilpasning af køreplaner til faktiske køretider og ruteforløb afhængigt af passagerantal og trafikforhold på forskellige tidspunkter
- Fleksibelt takstsystem ved brug af elektronisk billettering
- Administrativ rationalisering
- Rettidig og pålidelig realtidsinformation

## Forudsætninger

Alle data - abonnentdata, plandata og transaktionsdata - skal være tilgængelige i et centralt databasesystem.

For at kunne følge passager- og busbevægelser centralt, skal der etableres en infrastruktur, som grundlag for at skabe, transportere, lagre og behandle:

- abonnentdata
- plandata for kørsel, validering og positionsbestemmelse
- transaktionsdata

Resultater og erfaringer indhøstet efter systemernes idriftsættelse beskrives nærmere i det følgende.

## Bustelematik

Systemer for bustelematik er ved at blive mere udbredt. I Danmark er vi frontzonen af denne udvikling, hvor flere trafikselskaber i disse år etablerer elektronisk billettering og GPS-

positionering for busser med online radioforbindelse til centrale systemer for statisk og dynamisk (realtids) planlægning, monitorering og information om busdriften.

Indsamlede detaljerede data om de faktiske passagerbevægelser og fremdrift for busser skaber et fuldstændigt grundlag for trafikskabs planlægning.

En del trafikskaber har i en årrække benyttet elektronisk billettering i busser. Indsamling af transaktionsdata er enten foregået manuelt med efterfølgende overførsel af data til centralsystem via manuelt datamedie (diskette, memorymodul) post/telefon eller automatisk via radioforbindelse.

De etablerede systemer er baseret på proprietært udstyr, hardware og software. Dette har været medvirkende til, at disse systemer er både kostbare, ufleksible og meget lidt interoperable. Med proprietære systemer er trafikskabet i systemernes levetid bundet til én leverandør.

I EU og på nordisk plan pågår et omfattende arbejde for standardisering af både hardware og software til brug for offentlig transport. Dette gælder både centralsystem og busudstyr. Især er der fokus på standardiseret udveksling af data.

Dette svarer til udviklingen indenfor IT på kontorområdet siden 1980'erne, hvor dette marked i høj grad var præget af mangel på standardisering med deraf følgende problemer. Betydningen af det standardiseringsarbejde som er gennemført på området siden da er indlysende.

Med standardiseringsarbejdet som løftestang, er der iværksat projekter for implementering af bustelematik hos Hovedstadens Udviklingsråd - HUR og Nordjyllands Trafikskab - NT med COWI som rådgiver.

Desuden har COWI forestået implementeringen af bustelematik hos FynBus og Odense Bytrafik.

Erfaringsmaterialet til dette indlæg stammer primært fra Sydbus, som har haft et elektronisk billetsystem i drift i fuldt omfang siden oktober 2001. Positioneringssystemet idriftsættes successivt i takt med generering af datagrundlaget.

Sydbus har kontrakt med ca. 10 entreprenører om drift af ca. 160 busser. Hertil kommer et antal busser for reserve- og dubleringskørsel i alt ca. 200 busser. Sydbus transporterer ca. 50.000 passagerer dagligt. Der er ibrugtaget ca. 50.000 elektroniske kontaktløse chipkort som klippekort. Entreprenørerne beskæftiger i alt ca. 300 chauffører.

### **Elektronisk køreplanlægning**

Indførelse af bustelematik stiller krav til datagrundlagets integritet. Datagrundlaget skal være entydigt og fuldstændigt.

Datagrundlaget udgøres bl.a. af:

- Plandata på rute og tur niveau
- Destinationsforløb
- Takstoplysninger

- Koordinationsinformation
- Geografiske data på turniveau
- Specifikation af zonegrænser
- Optionel specifikation af stoppesteder

Plandata fra Danmarks trafikselskaber bruges som input til Rejseplanen i sin nuværende udformning. Rejseplanen kan fuldt udbygget vise realtidsinformation for tog og busdrift, når disse data er til rådighed.

Omfanget af dette arbejde er - uafhængigt af udgangspunktet - ofte større end selv de mest pessimistiske vurderinger. Datagrundlaget har dybe rødder i ofte indviklede rejseregler og talrige undtagelser herfra, indgroede arbejdsvaner osv. osv.

### **Elektronisk billettering - AFC**

Efter indførelse af elektronisk billettering kan relevante data for rute/tur, dato/tid osv. registreres ved salg af kontantbilletter og ved korttransaktioner for elektroniske kort.

Statistisk analyse af de registrerede data giver fuld indsigt i rejsemønstre fordelt på ruter, ture og tidspunkter etc.

Når en chaufførvagt afsluttes sendes alle transaktionsdata automatisk via radioforbindelse til det centrale system hos Sydbus.

### **Elektronisk positionsbestemmelse - AVL**

Elektronisk positionsbestemmelse af busser kan sikres ved brug af satellitpositionering, GPS. Bussens position rapporteres konstant (Sydbus, mindst hvert andet minut) til det centrale system hos Sydbus.

AVL-systemet kan opfylde flere formål:

- Kvalitetssikring af kørslen i forhold til det planlagte
- Realtidsinformation for passagerer og entreprenører
- Koordinationsikring ved forsinkelse mellem busruter og bus/tog
- Kommunikation mellem bus og trafikcentral/entreprenør ved fx uregelmæssigheder
- Mulighed for alarmopkaldsfunktion med positionsvisning
- Central realtids trafikovervågning

## **Driftoptimering**

Det har ikke hidtil været praktisk muligt at følge og koordinere buskørslen direkte.

Planlægning og drift af busser er traditionelt baseret på erfaring og stikprøvekontrol af passagerers rejsemønstre og entreprenørers ydelser. Dette giver langt fra det optimale grundlag for driftsplanlægningen.

Indførelse af bustelematik har bl.a. medført nedenstående fordele:

- Forenklet afregning for chauffører. Vagtopgørelse udskrives automatisk ved chaufførens log-off
- Direkte overførsel af transaktionsdata til centralsystem, hvorefter entreprenører modtager en månedlig opgørelse over udført kørsel og salg af rejsehjemler
- Fuld indsigt i passagerbevægelser
- Fuld indsigt i aktuell fremdrift for alle busser

Økonomiske muligheder (regneeksempel):

Som grundlag for en økonomisk vurdering er anvendt følgende data:

- I gennemsnit 2,5 vagter pr døgn og bus, i alt 500 pr. døgn
- Gennemsnitlig timepris pr. bus/vagt: kr. 400
  
- Besparelsen ved chaufførafregning udgør 8 minutter pr vagt. Den årlige besparelse udgør ca. kr. 8 mio.
- Synliggørelse af svagt belagte ruter/ture. For hver tur kørt på dagsbasis, som elimineres kan årligt spares ca. kr. 150.000. Ved et passagerantal på 1-4 kan substitution med taxakørsel foretages. Udgiften hertil skal således modregnes. En besparelse på 2-5% af 3500 daglige ture udgør 70-175 ture. Det anslås at den samlede årlige besparelse kan være i størrelsesordenen kr. 10-20 mio. Foreløbige tal fra Sydbus viser, at der vil kunne opnås en effektivisering svarende til kr. ?? mio. ved sammen- og/eller omlægning af ture, uden samtidig forringelse af passagerservicen.
- Besparelser ved opgørelse af chaufførafregninger hos både entreprenører og trafikskabskøber skønnes at have et omfang svarende til ca. kr. 1-2 mio. årligt.

Potentielle tiltag, hvor økonomiske konsekvenser er vanskelige at vurdere:

- Optimering af køreplaner svarende til den faktiske køretid under forskellige forhold i relation til trafik og kapacitetsbehov.
- Entreprenørafregning på grundlag af kørselsomfang og -kvalitet, passagerantal og serviceniveau (incitamentskontrakter). Denne form for kontrakt indeholder på trods af den gode intention divergerende interesser mellem trafikskabskøber, entreprenør og chauffører.
- Entreprenører henter rapporter og statistikker for egne busser via trafikskabskøbers WEB-portal.

## Passagerinformation

Formålet med realtidsbaseret passagerinformation er tilfredsstillelse af passagerens informationsbehov om forventede afgangs- og ankomsttider. Det skal sikres, at informationen er rettidig og pålidelig.

Informationen kan gives lokalt i bus eller på stoppested ved brug af variable skilte og/eller højtaler. Desuden er der mulighed for generel information via radio/TV herunder tekst-TV, internet samt specifikt via mobiltelefon (WAP og SMS) om driftsforhold/-forstyrrelser.

Realtidsinformation giver sikkerhed for koordination ved rimelige forsinkelser, såfremt en chauffør kan afvente en forsinket bus eller tog. Dette vil minimere passagerers krav om betaling af taxa regninger som følge af forsinkelse.

Desuden kan der ske en positiv og objektiv opfølgning på passagerklager ved påstand om for tidlig afgang/rejsegaranti som følge af dokumenterede driftsforhold.

## Fremtiden

Det er indlysende, at indførelse af bustelematik skaber grundlag for andre former for rejsehjemmel end de hidtil brugte, som typisk er kategoriseret efter rejseperiode, -frekvens og anvendelse fx kontantbillet, 10-turs klippekort, månedskort, skolekort, uddannelseskort.

Der er i Danmark igangværende bestræbelser for etablering af et fælles rejsekort, som det er hensigten at gøre landsdækkende. Det er visionen, at Rejsekortet på sigt skal kunne bruges til alle rejser med offentlige transportmidler i hele Skandinavien. Udrulning af Rejsekortet er planlagt fra 2005 startende med Hovedstadsområdets busser, tog og Metro (ref. [www.arf.dk](http://www.arf.dk)). Efterfølgende kan implementering ske i det omfang lokale trafikselskaber tilslutter sig systemet. Uforudsete forhindringer vil selvsagt kunne påvirke tidsplanen.

Parallelt hermed indfører Sydbus et abonneret kort baseret på det nuværende elektroniske kort. En periodes rejseforbrug afregnes efterfølgende i henhold til det tegnede abonnement, som fastlægger vilkår for brug og betaling. Udgangspunktet er, at kortet skal kunne bruges efter behov. Behovet kan variere fra få rejser til flere daglige rejser i perioden, som typisk vil være en måned. Afregning sker efterfølgende til billigste takst i forhold til forbruget, således at få rejser takseres til kontantbilletspris med glidende overgang til den nuværende månedskortpris ved dagligt brug. Afregning med kunden sker via bank/ giro.

Med det abonnerede kort registreres indenamts rejser, længde og antal rejsende samt kreditsalg centralt for efterfølgende fakturering. Kreditkortdelen bruges til øvrige rejseudgifter, fx tillægsbillet ved natkørsel eller billet til rejse i fremmed amt.

For at kunne vurdere de økonomiske konsekvenser for både kunder og trafikselskab ved omlægning til abonnementskort, fordres et indgående kendskab til passagerbevægelser og passagerernes nuværende brug af de forskellige typer rejsehjemler.

Definerede korttyper (rejsehjemler) er logiske funktioner som tilknyttes det fysiske kort, som kunden bruger ved rejse.

Det fysiske kort kan således omfatte en personlig del (skolekort, uddannelseskort, SU-kort, efterlønskort eller frikort) kombineret med en abonneret kortfunktion.

Den abonnerede del af kortet er upersonlig. En eller flere personers samtidige rejse kan således kombineres ved validering som for traditionelle klippekort. Herved kan ethvert behov for enkel administration af rejsehjemmel imødekommes for både rejsende og trafikselskab.

Brugen af det kombinerede kort er universel:

- Kortets personlige del valideres ved gyldig (bruger, tidsrum, geografi, antal) rejse
- Kortets "klippekortdel" valideres ved rejse i amtet udover gyldigheden af den personlige del

- Kortets kreditkortdel valideres ved køb af øvrig rejsehjemmel, fx tillægsbillet eller billet med gyldighed udenfor amtet

Fakturering sker på basis af den indgåede abonnementsaftale med kunden. Abonnementsaftalen fungerer i praksis således, at kunden altid rejser til billigste pris i relation til forbruget. Sydbus leverer en samlet oversigt til kunden over periodens rejser.

Eksisterende rejsemønstre for brugere af kontantbiller, klippekort og månedskort er blevet kortlagt med henblik på fastsættelse af en takststruktur, der som udgangspunkt bør være neutral i relation til kunders og Trafikselskabets økonomi. Årsagen hertil er, at der som følge af det ændrede afregningssystem vil opstå en betydelig forskydning i Trafikselskabets indtægtsgrundlag på grund af tarifvandring.

Som grundlag for denne analyse har COWI udviklet en beregningsmodel til Sydbus, som kan estimere de økonomiske konsekvenser for både kunder og Trafikselskab på basis af registrerede rejsemønstre, kundernes brug af nuværende rejsehjemler og fremtidigt takstsystem.

## Implementeringsstrategi

Bustelematik består af selvstændige systemer, som integreres til en funktionsmæssig helhed. Som grundlag er der i EU-regi udarbejdet en konceptuel standard for mulige opbygninger af telematikløsninger for offentlig transport, Transmodel. Denne standard vinder stadig større udbredelse på verdensplan.

Det samlede system opbygges omkring centrale databaser som udveksler data med delsystemer for stamdata for trafiknet og entreprenører, køreplanlægning, AFC-system, AVL-system, passagerinformation, terminalstyring osv.

Implementeringsstrategien skal sikre:

- Korrekt systemspecifikation for hardware og software, produktion og idriftsættelse
- Klarhed over parternes ansvar og pligter
- Hardwarens anskaffelse, drift og vedligeholdelse

Systemspecifikation, produktion og idriftsættelse forestås af Trafikselskabet. Anskaffelse, drift og vedligeholdelse af udstyr påhviler de enkelte interessenter.

Centraludstyr hos Trafikselskab/centraloperatør:

Alt centraludstyr anskaffes og drives af Trafikselskabet

Busser:

Hardware dvs. busPC med chaufførmonitor, variable skilte, højttalere, GPS og kommunikationsudstyr mv. leveres, installeres og vedligeholdes af entreprenøren som en del af bussens faste udstyr.

Udgiften til udstyr vil således for Trafikselskabet blive konverteret til en driftsudgift som kan afregnes løbende over kontraktperioden.

Software for drift af busPC leveres af Trafikselskab.

Passagerinformation:

Etablering af variable skilte og højttalere mv. for passagerinformation foretages af de respektive interessenter.

Trafikselskabet leverer realtidsdata i specificeret format.

Kontrahering:

Ved installation af standardiseret udstyr i busser opnås en højere grad af fleksibilitet ved trafikselskabernes udbud og kontrahering af kørsel, når busser overføres til kørsel for andet trafikselskab.