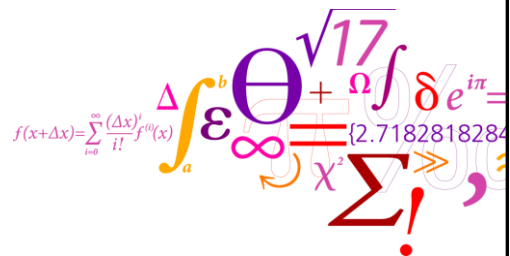




ITS - Intelligente TransportSystemer

Helene Martine Overø, M.Sc, Ph.d studerende
hmo@transport.dtu.dk



DTU Transport
Institut for Transport



Indhold

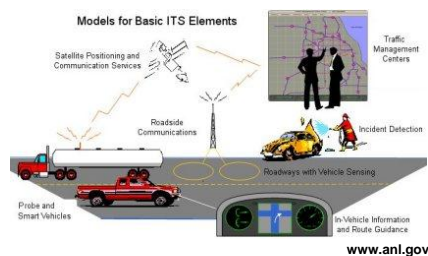
- Introduktion
- Intelligente transportsystemer (ITS)
- Hovedkomponenterne i ITS
- ITS – status
- ITS i godstransporten
- Konklusion

Introduktion

- Formål:
 - Kort beskrivelse af ITS og hovedkomponenterne i ITS
 - Hvad er opnået indenfor ITS med fokus på godstransporten
 - Identificere udfordringer og muligheder
 - Lovende forskning og udvikling
 - Operationsanalysens rolle
- Udgangspunkt i artiklerne
 - Crainic, T. G., Gendreau, M. & Potvin, J.-Y. (2008): *"Intelligent Freight Transportation Systems: Assessment and the Contribution of Operations Research"*. Publiceres i Transportation Research part C
 - Crainic, T. G., Gendreau, M. & Lebeuf, D. (2001): *"Intelligent Transportation Systems: An Historical Assessment and the Role of Operations Research"*. Publication CRT-2001-26, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal

Intelligente transportsystemer (ITS)

- Hvad er ITS?
 - ITS er en integration af informations- og kommunikationsteknologi med transport infrastruktur, køretøjer og brugere
- Hovedformål:
 - At lave systemer der på en intelligent måde kan kontrollere køretøjer og personer i bevægelse således at trafikken kan afvikles mere effektivt og sikkert





Hovedkomponenterne i ITS

• Advanced Traffic Management Systems (ATMS)

- Nedbringe ophobningen i byerne eller på vejene ved brug af adaptiv realtids styring af køretøjernes flow
- Data indsamles fra kameraer, lasere, optiske billedprocessorer mm. og sendes til et centralt kontrolcenter via kabel eller et trådløst netværk
- Data benyttes til at styre variable informationstavler, trafiksignaler, informationssystemer for rejsende mm.



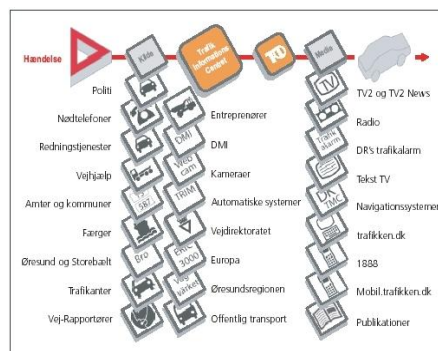
www.vejdirektoratet.dk



Hovedkomponenterne i ITS II

• Advanced Traveller Information Systems (ATIS)

- Leverer rejseinformation til hjælp for den rejsende mht. rejsetidsestimater, valg af rute mm.
- Information før rejsen:
 - Publikationer
 - Trafikken.dk
 - TV 2 News og TV 2 Nyhederne
 - Tekst TV og trafikpakker
- Information under rejsen:
 - Radio
 - Mobil.trafikken.dk
 - RDS-TMC (Radio Data Systems – Traffic Message Channels)



www.vejdirektoratet.dk



Hovedkomponenterne i ITS III

• Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)

- Systemer i køretøjet der hjælper føreren i kritiske situationer ved implementering af *aktive* sikkerhedsforanstaltninger såsom fartkontrol, udsyns forøgelse, koalitions undgåelse (f.eks. adaptiv 'cruise control') eller vejbane-overholdelse
- Teknologier:
 - Indbyggede computere
 - Sensorer og kameraer
 - Radar- og laserdetektions apparater
 - Ledende anordninger i vejbelægningen



www.dcf.dk

7 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



Hovedkomponenterne i ITS IV

• Commercial Vehicle Operations (CVO)

- Simplificerer og automatiserer gods- og flådestyingsoperationer ved implementering af 'weight-in-motion', kommerciel præ-godkendelse af køretøjet, identifikation og tracking af køretøj og last samt internationale grænseovergange
- Teknologier:
 - GPS eller radio frekvens netværk
 - DSRC (Dedicated Short-Range Communications)
 - Subsæt af RFID-teknologien
 - Radio eller satellit
 - EDI (Electronic Data Interchange)



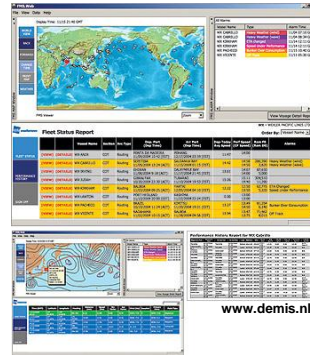
www.cfhd.gov

8 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



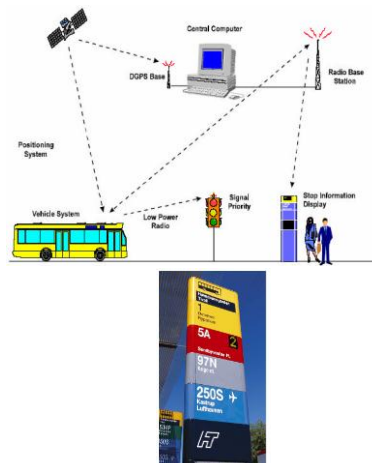
Hovedkomponenterne i ITS V

- **Advanced Fleet Management Systems (AFMS)**
 - Fokuserer på operationerne indenfor en specifik virksomhed eller en gruppe af virksomheder. Vægten er på planlægning, skemalægning og overvågning af en flåde af offentlige eller private køretøjer
 - Samme teknologier som for CVO
 - Overvågningen kan bestå af en evaluering af køretøjets
 - status (motor, bremses, brændstofforbrug mm.)
 - last (temperatur mm.)
 - Hvis godset transporteres vha. forskellige transportformer (lastbil, tog, skib mm.), foregår sporingen og overvågningen direkte på godset frem for på køretøjet
 - Er ofte tæt integreret med ATIS



Hovedkomponenterne i ITS VI

- **Advanced Public Transportation Systems (APTS)**
 - Tillader en offentlig transportoperatør at indhente realtids position, status mm. fra alle køretøjer i flåden
 - Data benyttes til at distribuere information til rejsende, til at give prioritet til specifikke køretøjer ved at regulere trafiksignaler eller til at sikre passagerernes sikkerhed
 - **Eksempel: Realtids information i A-busser:**
 - Pilotprojekt (PrioBus) udarbejdet af Københavns Kommune (midt 90'erne)
 - Forsøg med prioriterede signalanlæg baseret på GPS
 - Formål:
 - Forbedre bussernes fremkommelighed
 - Benyttede metoder:
 - GPS positionering af bussen
 - Data sendes til en central computer
 - Ankomsttiden ved næste stoppested udregnes
 - Informationen sendes til et display ved stoppestedet og til bussen



Hovedkomponenterne i ITS VII

- **Electronic Toll Collection (ETC)**
 - Målet er at eliminere kødannelser grundet vejafgiftstandere samt at tillade fleksible prisstrukturer
 - Eksempel: Brobizz systemet
 - DSRC/RFID
 - ETC systemer udvikler sig i retningen af 'full speed' betalingsmodeller (bilerne sænker ikke farten eller passerer en gate)
 - Forsøg på Teknologisk Institut
 - Trend: Integreret system det tillader at betale for brugen af forskellige faciliteter (parkering, vejafgifter mm.) med ét enkelt apparat



www.storebaelt.dk

ITS - status

- Udviklingen indenfor ITS har indtil nu været overvejende hardware-drevet
- Store datamængder om den nuværende tilstand og operationerne af transportsystemerne kan opsamles og transmitteres til transportmyndigheder, vognmænd, og rejsende
 - **Transformeres denne data til nyttig information?**
 - **Udnyttes informationen optimalt?**
- Udviklingen af softwarekomponenterne til ITS (modeller, beslutningsstøttesystemer mm.) er sakket bagud i forhold til udviklingen af hardwarekomponenterne
- Detaljeret data behandles og benyttes til beslutningstagning af operatører der har meget få beslutningsværktøjer til rådighed
- Udfordring: At udnytte den tilgængelige hardware på den mest intelligente måde – her spiller operationsanalyse en afgørende rolle



ITS i godstransporten

- Udfordringer:
 - Lagerreduktion – 'Just-in-Time' indkøb af varer
 - Globalisering og liberalisering af markeder og skabelsen af frie handelszoner
 - Produktionsenheder re-allokeres og komplekse industrielle produkter samles af komponenter der produceres vidt forskellige steder og transporteres over lange distancer
 - Udviklingen af internetbaseret elektronisk handel
 - Øget efterspørgsel efter transport og højere krav til service i form af leveringstid og stabilitet i godstransporten (samtidig med at transport- og distributionsomkostningerne mindskes)
 - Terrorisme (9/11) og narko-smugling
 - Skærpelse af sikkerhed og øget effektivitet – øget brug af teknologi
 - Miljø og energi bekymringer
 - Det estimeres at godstransporten bidrager med ca. 1/3 af CO₂ udledningen fra verdens transportsektor. Udledningen er værst i større byer



ITS i godstransporten II

- **Hvad er opnået?**
- ITS i godstransporten undersøges traditionelt med udgangspunkt i de to hovedkomponenter Commercial Vehicle Operations (CVO) og Advanced Fleet Management Systems (AFMS)



CVO i godstransporten

- USA:
 - *North American Preclearance and Safety System (NORPASS)*
 - Juli 2008: 11 medlems og partner stater i USA og Canada
 - *PrePass*
 - Juli 2008: 49 stater og 425000 lastbiler (100% stigning over 4 år)
 - Begge systemer tilbyder 'weight-in-motion' og bygger på transponder teknologi. De er kompatible med andre transponder-baserede systemer (elektroniske afgifter, terminal adgang mm.)
- Australien:
 - *TruckScan*
 - Visuelle genkendelsessystemer koblet til elektroniske databaser, 'weight-in-motion', springssystemer mm.
 - Designet til at automatisere og forbedre vejside-check af lastbilerne



CVO i godstransporten II

- Japan:
 - Fokus på realtids opsamling af vognenes operationelle status og distributionen af data til operatører i sammenhæng med brug af ATIS og navigationsudstyr i vognene
 - Udvikling af integrerede og automatiserede terminaler kaldet 'logistik centre'
 - Nye vejadministrationssystemer med dedikerede linjer for godsvogne
 - Avanceret vej-vogn kommunikation og cruise-assistance system



CVO i godstransporten III

- EU:
 - Omfattende indsats indenfor forskning, udvikling og brug af ITS
 - Mange projekter, se www.ertico.com (ERTICO – ITS Europe)
 - To hovedretninger for ITS i godstransporten fra Europa-Kommissionen:
 1. Forbindelse mellem landende i central- og østeuropa og de resterende kontinenter. Heri spiller ITS en central rolle
 2. Udvikling af multi-modal transport (vil væk fra overvejende at benytte lastbiler og motorveje)
 - Forbedring af infrastrukturer (f.eks. havne) og beslutningssystemer vil resultere i at gods der transporteres på vejene vil kunne flyttes til mindre miljøbelastende transportformer (f.eks. jernbane, søfart)



CVO i godstransporten IV

- Grænseoperationer
 - Høj prioritet efter terrorangreb og -trusler
 - Havne er blevet primære mål for ITS og e-handel projekter med sikkerhed som målsætning
- Hovedformål ved CVO grænsesystemer:
 - At toldbehandle chauffører, vogne og last for at fremskynde vognenes (lastbiler, containere, togvogne mm.) passage gennem grænseinspektionen
- Sikkerhedspolicer medfører øgede forsinkelser i havne og grænseovergange
 - Der udvikles systemer til at nedsætte forsinkelserne
 - *Free and Secure Trade*, FAST (USA, Canada, Mexico) – prægodkendt gods transporteres hurtigt over grænserne
 - Programmet bygger på registrering og prægodkendelse af import/eksport virksomheder, vognmænd og chauffører



CVO i godstransporten V

- Udviklingen af 'intelligens'-delen i de nævnte ITS/CVO operationer er ikke så fremskreden som udviklingen i hardware og tilgængeligheden af information
- Projekter:
 - Fastlæggelse af det optimale antal containere der skal inspiceres for at tilfredsstille sikkerhedskravene og mindske forsinkelserne i havne
 - Lee, D. H., Song, L. & Wang, H. Q (2008): *"An Optimization Approach to Security Operations Toward Sustainable Seaport"*. *International Journal on Sustainable Transportation* 2(2), pp. 115-133
 - Automatisering af containerterminaler i havne
 - Crainic, T. G. & Kim, K. H. (2007): *"Intermodal Transportation"*. In *Transportation, Vol. 14 of Handbooks in Operations Research and Management Science*, Barnhart, C. & Laporte, G. (Eds.), North-Holland, Amsterdam, pp. 467-537



AFMS i godstransporten

- Operationsanalyse tilbyder en metodik til at repræsentere problemer og identificere løsningsstrategier gennem forskellige optimerings- og simuleringsteknikker
- Central rolle i design af effektive beslutningsstøttesystemer
- Kan håndtere den enorme mængde af data fra ITS systemerne og transformere den til meningsfuld information
- Operationsanalytiske principper og metoder findes i større og større grad i kernen af AFMS systemer
- Operationsanalytiske metoder til planlægning af godstransport er veldokumenterede i litteraturen



AFMS i godstransporten II

- Den nuværende udvikling og forskning fokuserer især på operationelle problemstillinger, ressource allokering og ruteplanlægning
 - Mål: at have muligheden for at kontrollere og koordinere operationer i realtid
- Ofte er alle ordrer ikke kendt i starten af planlægningsperioden (ordrer ankommer *dynamisk*)
 - skal kunne replanlægge i realtid for at håndtere ordrene så effektivt som muligt
- Andre faktorer såsom ændringer i rejsetid (kødannelser, vejarbejde mm.), køre-/hviletids regler osv. giver anledning til replanlægning i realtid
- ITS teknologien, især nøjagtige positioneringssystemer og computer- og kommunikationsudstyr i bilerne, giver mulighed for en forbedret kundeservice og en øget produktivitet ved at omdirigere bilerne i realtid
 - Informationen er til rådighed

21 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



AFMS i godstransporten III

- Ændringer i realtid håndteres i overvejende grad af speditører, og kvaliteten afhænger i høj grad af deres erfaringer
- Fra en modelleringsmæssig synsvinkel svarer flådehåndteringsproblemer til kombinatoriske optimeringsproblemer som selv i statiske tilfælde er svære at løse – realtidsaspektet komplicerer problemerne yderligere
- I dag findes der effektive løsningsmetoder til disse problemer
- Mange realtids ruteplanlægningsproblemer der opstår i godstransporten kan beskrives vha. følgende klasse af formuleringer
 - **The Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP)**

22 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



AFMS i godstransporten IV

- Ph.d projekt: *"Effektive løsningsmetoder til realtids distributionssystemer"*

- Mål:

- Kortlægge potentialet i at udnytte realtids informationer i distributionsplanlægningen med udgangspunkt i de behov som store og mellemstore distributører møder i deres virksomheder
- Tilrette eksisterende og foreslå nye optimeringsmetoder til løsning af dynamiske distributionsplanlægningsproblemer til at kunne udnytte realtids informationer
- Integrere de fundne prototyper med prototyper for cross-docking problemet
- Implementere prototype-versioner af de udviklede metoder til dynamisk realtids planlægning hos store og mellemstore distributører

23 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



AFMS i godstransporten V

- De fleste applikationer håndterer problemer med geografisk begrænsede områder og hvor køretøjer (og chauffører) returnerer til deres hjemmebase i slutningen af dagen
 - Distribution (pick-up and delivery) i byområder
- Flest studier i realtids ruteplanlægning indenfor dette område
 - Begrænset forskning over store geografiske områder og over længere tidsperioder
- Alternativ tilgang: Dynamisk trafiksimulering
 - Har vist sig at give anledning til yderligere forskning indenfor real-tids ruteplanlægning
 - Kernen i ATMS til at forudsige rejsetider

24 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



AFMS i godstransporten VI

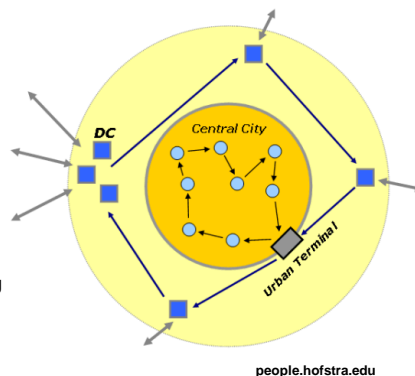
- Lovende forsknings- og udviklingsområder:
 - Bedre integration af realtidsinformation og planlægningsværktøjer
 - Mere effektiv planlægning af terminaloperationer og ressourcer
 - Interaktioner mellem planlægningen af operationerne, tilgængeligheden af realtids data og den faktiske implementering af transportplaner i et ITS miljø
- Goel, A. (2008): *"Vehicle Scheduling and Routing with Drivers' Working Hours"*. Transportation Science, Articles in Advance, pp. 1-10
- Wang, Y., Ho, O. K. W., Huang, G. Q., Li, D. & Huang, H. (2008): *"Study on RFID-Enabled Real-Time Vehicle Management Systems in Logistics"*. Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics. Qingdao, China
- Ghiani, G., Guerriero, F., Laporte, G. & Musmanno, R. (2003): *"Real-time vehicle routing: Solution concepts, algorithms and parallel computing strategies"*. European Journal of Operational Research 151, pp. 1-11

25 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



Citylogistik

- Grundlæggende idé er at betragte hver forsendelse, virksomhed og hvert køretøj som komponenter i et integreret logistisk system
 - Koordinering og konsolidering af forsendelser (cross-docking)
- Citylogistik har til mål at optimere dette system og her spiller ITS en afgørende rolle
- Mål:
 - Nedbringe ophobningen af køretøjer i byerne og hæve mobiliteten
 - Nedbringe CO₂-udledning, forurening og støj
 - Hjælpe til at nå målene i Kyoto-aftalen
 - Forbedre forholdene for indbyggerne
 - Undgå at straffe aktiviteterne i centrum



26 DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



Citylogistik II

- **City Distribution Center (CDC)**
 - Anlæg hvor forsendelser konsolideres inden de distribueres videre
 - Cross-docking
- De fleste projekter omhandler *enkelt-niveau* CDC-baserede systemer (leveringskæden udføres direkte fra et enkelt CDC)
 - Ikke succesfuldt for store byer -> *multi-niveau* systemer
- Eksempel: 2-niveau system i Rom
 - Crainic, T. G., Ricciardi, N. & Storchi, G. (2004): "Advanced Freight Transportation Systems for Congested Urban Areas". *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 12(2), pp. 119-137



Citylogistik III

- Niveauer:
 1. CDCs lokaliseret i udkanten af byzonen
 2. Satellit-platforme - gods fra CDCs kommer ind og konsolideres i køretøjer der er tilpasset kørsel i tætte byområder
- To typer køretøjer:
 - *Urban-trucks*: flytter gods til satellit-platforme
 - *City-freighters*: lille kapacitet, kan bevæge sig på alle gader i byen, distribuerer varerne ud til kunderne
- Operationer:
 - Tildeling af lastbiler til satellit-platforme samt implementering af ventestrategier for lastbilerne ved deres udgangspunkt (ved indgangen til byen)
 - Transport og konsolidering af gods til/på satellit-platforme
 - Konstruktion af ruter for city-freighters
 - Dynamisk kontrol og justering af disse ruter
- I alle tilfælde spiller operationsanalyse en vigtig rolle



Citylogistik IV

- Eksempel: Realtids flådestyring
 - Zeimpekis, V., Giaglis, G. M. & Minis, I. (2005): "A dynamic real-time fleet management system for incident handling in city logistics". IEEE
 - Dynamisk flådestyringssystem der overvåger distributionsbiler i realtid og foreslår intelligente omdirigeringsmuligheder i tilfælde af forsinkelser, motorstop mm.
 - Minimere forsinkelser og maksimere antallet af servicerede kunder
- Brugen af citylogistik er blevet mere udbredt i det nye årtusinde. Inden da var citylogistik mest udbredt i EU og Japan
- Det anerkendes i stigende grad at ITS og operationsanalyse spiller en afgørende rolle i citylogistik
 - Forskningen er stadig i et tidligt stadie, og der er mange aspekter der endnu ikke er behandlet



Konklusion

- Udviklingen indenfor ITS har indtil nu været overvejende hardware-drevet, og udviklingen af softwarekomponenterne til ITS (modeller, beslutningsstøttesystemer mm.) er sakket bagud i forhold til udviklingen af hardwarekomponenterne
- Der ligger en stor udfordring i at forøge 'intelligens'-delen af ITS
 - CVO projekter fokuserer i høj grad på at optimere grænseoperationer
 - Forskningen indenfor AFMS går i retning af systemer der kan håndtere ændringer i realtid
 - Informationen er tilgængelig
 - Citylogistik er et relativt nyt område der i stigende grad rettes fokus imod
 - Operationsanalyse spiller en afgørende rolle