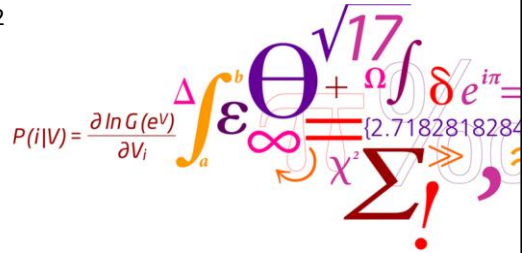


## Ruteplanlægning og ITS

Stefan Røpke, Ph.D., Lektor, Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Transport

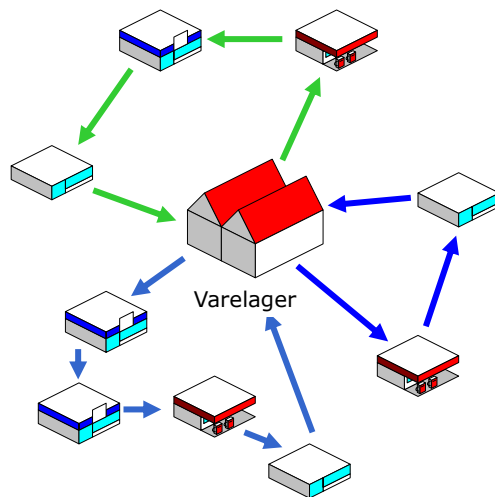
Teknologisk Institut, 6. Marts 2012



DTU Transport  
Institut for Transport

## Hvad er ruteplanlægning?

Opgave: Forsyn supermarket og tankstationer med dagligvarer.



DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

## Eksempler

- Transport af blomster fra gartnerier og grosister i ind- og udland til varelagre. Transport fra varelagre til grosister og detailhandel (Alex Andersen Ølund A/S).
- Afhentning af affald og kørsel til forbrændingsanlæg/genbrugsstationer (Henrik Tofteng A/S).
- Transport af byggematerialer (Tvis vognmands forretning A/S).



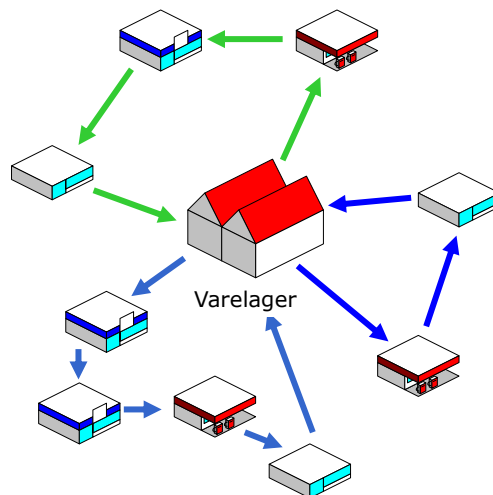
DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



Ruteplanlægning og ITS 06.03.2012

## Automatisk ruteplanlægning

- Computeralgoritmer generer (semi)automatisk ruter baseret på data om ordrer, køretøjer og geografi.
- Kan typisk finde mere effektive ruter end man kan opnå ved manuel planlægning.
- Kræver meget data.



DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

## Automatisk ruteplanlægning – hvor langt er man?

- Simplificeret ruteplanlægning inkluderer f.eks.: tidsvinduer hos kunder, vægtbegrænsning på biler, et eller flere varelagre.
- For et givet datasæt (oplysninger om kunder, biler) kan man tale om en optimal løsning på samme måde som  $5 \times 3 + 7 - 2 = 20$ .
- Men! Det er enormt svært at finde den optimale løsning. For 100 kunder kan det tage dagevis for selv den hurtigste computer.
- Algoritmer der tilnærmer den optimale løsning:
  - 100 kunder, 1% fra den optimale løsning – ca. 1 minut.
  - 1000 kunder, et par procent fra den optimale løsning – ca. 10 minutter.
  - 1000 kunder, 4-5 procent fra den optimale løsning – ca. 30 sekunder.
- Algoritmer kan ofte genere planer der er mere end 10% bedre end planer som trænede disponenter kan producere.

## Lidt historie

- Manual ruteplanlægning har været udført i hundredvis af år.
- Det ældste eksempel jeg kender: 1936



*Opportunity for Savings and Greater Economic Stability  
in Transportation System*

That material savings in hauling costs and greater economic stability in the transportation system can be effected by certain changes in the system is indicated by preliminary analysis of the data obtained in this study.

These changes are: (1) reducing the distance that milk is hauled by eliminating duplication and overlapping of routes; (2) increasing the volume per load with present seasonal production; (3) increasing the volume per load by reducing the range in seasonal production; and (4) keeping in the country direct-shipped milk now used in manufactured products.

From: *Transportation of milk in the st. louis milkshed*  
Barlett, Journal of Farm Economics, 1936.

DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

Before:

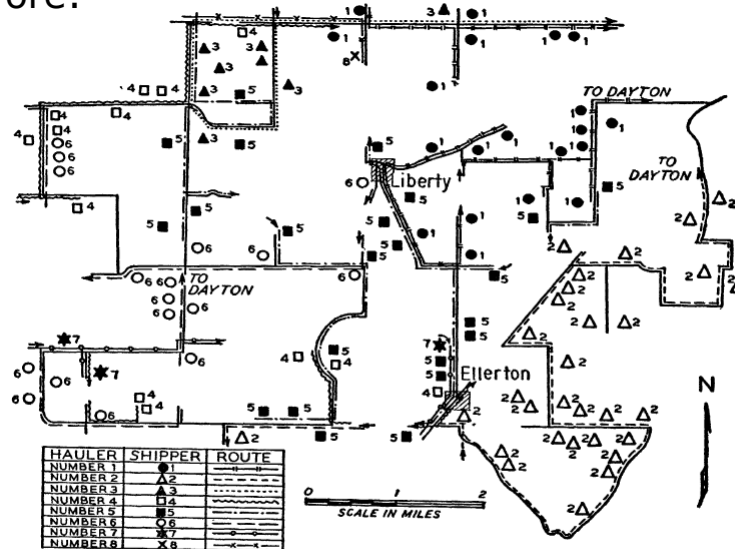


FIG. 1.—Parts of Eight Routes With 115 Shippers, Before Hauling Routes Were Revised: the Dayton Milkshed, 1930

Note the numerous places where two or more routes were parallel.

DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

After:

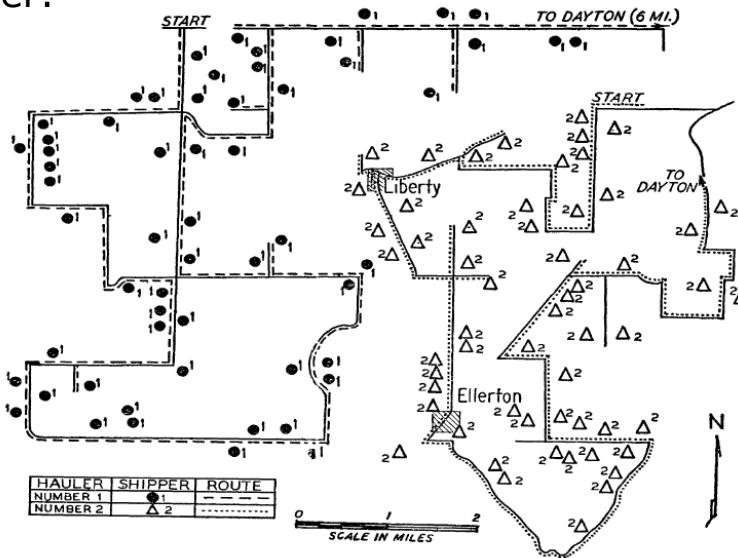


FIG. 2.—New Hauling Routes With 115 Shippers as Shown in Fig 1, Dayton Milkshed, 1931

DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

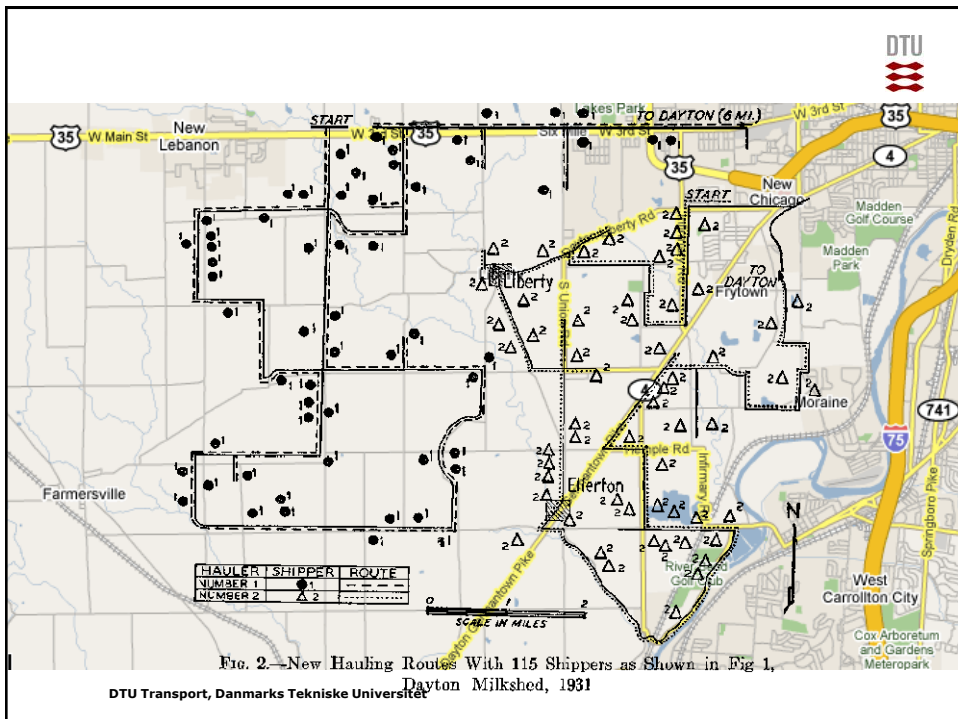


FIG. 2.—New Hauling Routes With 115 Shippers as Shown in Fig 1, Dayton Milkshed, 1931

DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

## Lidt historie

- Man har udført manuel ruteplanlægning i hundredvis af år.
- Det ældste eksempel jeg kender: 1936.
- Automatisk ruteplanlægning har været et forskningstema siden 1959.
- Første kommercielle, automatiske ruteplanlægningssystemer i Danmark kom frem i 1970'erne.
- Automatisk ruteplanlægning er stadig ikke så udbredt som man kunne tro. Spørgeskemaundersøgelse fra 2008 viste at 18 ud af 182 virksomheder brugte automatiske ruteplanlægning.
- Hundrevis af softwaresystemer til automatisk planlægning er på markedet i dag.

## Mål for ruteplanlægning og ITS

- Reducering af omkostninger.
- Mindre miljøbelastning
- Bedre service overfor kunder.
- Bedre produkter



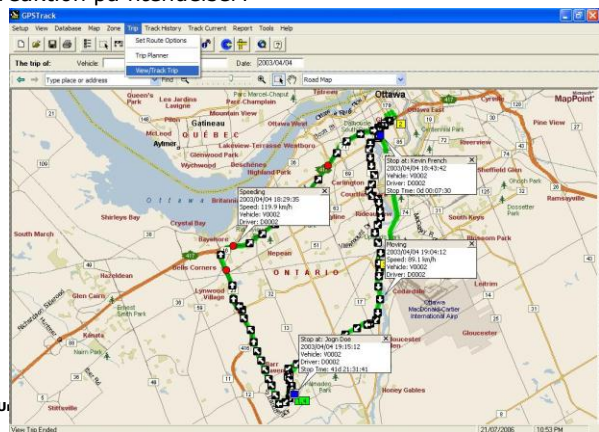
## Ruteplanlægning og GPS

- GPS færdigt udbygget i 1994. Begrænset præcision for civile formål indtil 2000.
- Europæiske system *Galileo* er på vej, Ruiske GLONASS er allerede operationelt. Resultat: Vi vil se forbedret præcision i fremtiden.



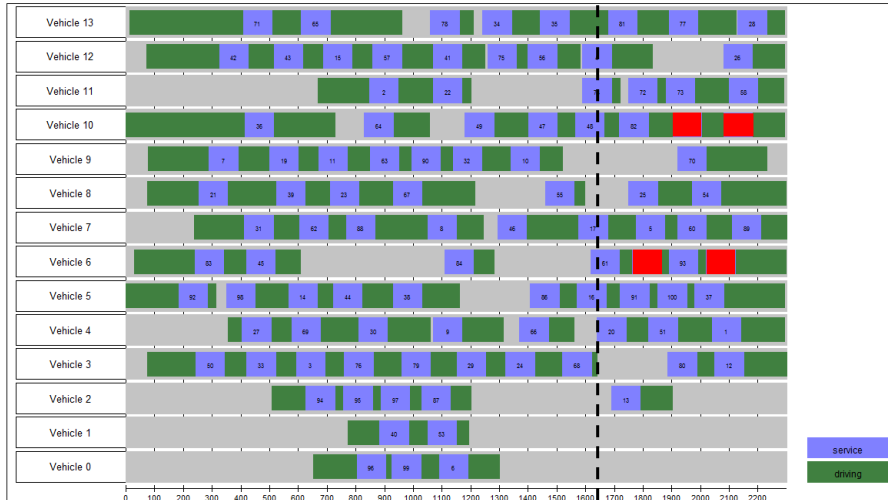
## Ruteplanlægning og GPS Flådeovervågning

- Hvor er biler pt?
- Forløber alt planmæssigt eller er der forsinkelser?
- Bestemmelse af hvor nye ordrer kan indsættes hensigtsmæssigt.
- Manuel eller automatisk reaktion på hændelser?



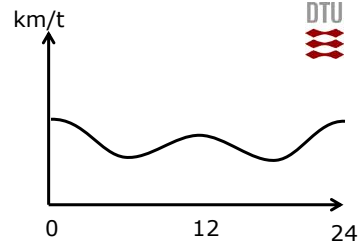
## Ruteplanlægning og GPS Flådeovervågning

Tid nu



## Ruteplanlægning og GPS: Estimering af køretid

- Niveau 1: Fugleflugtsafstand multipliceret med faktor for at korrigere for vejnetværk.
- Niveau 2: Korteste vej beregning på vejnetværk.
- Niveau 3: Korteste vej beregning på vejnetværk med tidsafhængige rejsesetider baseret på historiske data.
- Niveau 4: Korteste vej beregning på vejnetværk med real-life data for hastighed og hændelser.





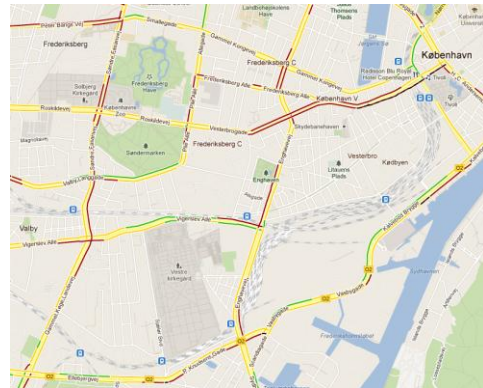
## Ruteplanlægning og GPS: Estimering af køretid

- Niveau 4: Korteste vej beregning på vejnetværk med real-life data for hastighed og hændelser.

### Hermes Traffic Intelligence

Data fra offentlige sensorer.  
Data om planlagt vejarbejde.

Google maps traffic:



DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

Waze



## Chauffør "overvågning"

- Køre- & hviletidsregler – integreret med digital tachograf
  - Status over chauffører her og nu.
  - Automatisk planlægning kan tage højde for køre-/hviletid og tildele chauffører til ture på en hensigtsmæssig måde.
- Chauffør indlæring
  - Data fra biler om betjeningstid og køretid kan fortælle om hvor vigtig det er for chaufføren at "lære sit område". Information kan bruges til at vælge mellem statiske eller dynamiske ruter.
- Kørestil
  - Er der nogen chauffører der har et for højt brændstoffsforbrug. Måske de skulle sendes på kursus?



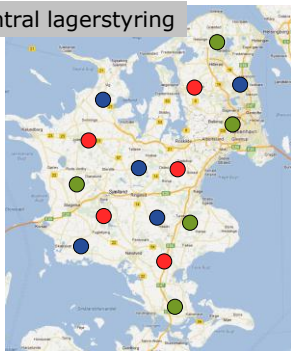
DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



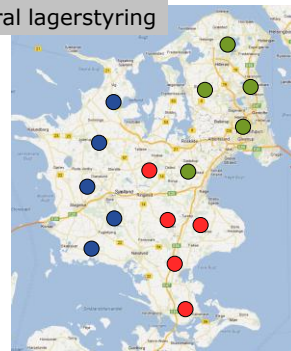
## Ruteplanlægning og lagerovervågning

- Brug ITS til at overvåge lagerbeholdning
  - Sensorer i tanke
  - Vægt sensorer
  - Lagersystemer: antal varer på lager = Antal varer ved sidste status - antal solgte varer
- Lad automatisk planlægning varetage lagerstyring.

Decentral lagerstyring



Central lagerstyring



Levering:

Dag 1 ●

Dag 2 ●

Dag 3 ●

rsitet

012

## Ruteplanlægning og RFID

- Følg varerne
  - RFID tags på gods der transporteres
  - RFID læsere på biler og terminaler
- Muligheder:
  - Fuld information om hvor varer befinder sig.
  - Mulighed for at vise advarsel i ruteplanlægningssoftware når en vare ikke bevæger sig som planlagt.
  - Automatisk ruteplanlægning kan evt. replanlægge "glemte" varer.
  - Track & trace. Kunder kan følge deres varer på en portal (eksempel: postforsendelser).



## Løbende feedback til kunder

- Mulighed for besked til kunder ved forsinkelser (SMS, email, notifikation i mobil app).
- Track & trace.
- Information om sensordata fra fragt (f.eks.temperatur, luftfugtighed, varighed, stød).



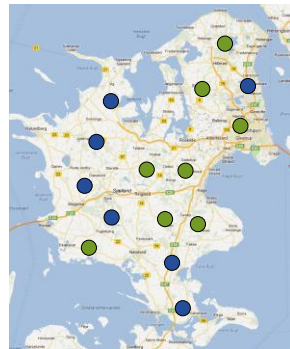
DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet



Ruteplanlægning og ITS 06.03.2012

## Samarbejde mellem vognmænd

- Hvis data om ordrer og ruteplaner er lagret digitalt er det let at udveksle ordrer mellem vognmænd. Dette kan let medføre besparelser.
- Online ordrebørs kan muliggøre dette.
- Udveksling af ordrer kan foregå fuld-automatisk eller manuelt – eller semi manuelt.
- En række praktiske hensyn gør det svært at udføre ideen.



012

DTU Transport, Danmarks Tekniske Universitet

Ruteplanlægning og ITS 06.03.2012

## Billige smartphones & tablet computere

- P.t. er vi vidne til en voldsom udvikling indenfor smartphones og tablet computere. Ydeevne fordobles stort set hver år.
- Vil i høj grad erstatte properitære on-board computersystemer vi ser i brug idag.
- Anvendelser:
  - Information om rute og kunder til chaufføren.
  - Alle i en virksomhed kan tilgå ruteplanlægningssystemet ligegyldigt hvor de befinder sig
  - Kunder kan booke fragt mens de er "i marken" (gartneren i sit drivhus, landmanden på marken, viceværten i skraldeskuret).
  - Information fra sensorer kan sendes tilbage til kontoret.



## Booking, fakturering, etc.

- Ordre flyder lettere mellem kunde og vognmand
  - Booking på web eller via mobil app.
  - EDI (Electronic data interchange).
- Fakturering kan ske automatisk når opgave er udført. Data fra ruteplanlægningssystem kan ligge til grund for faktura.
- "Proof-of-delivery": Signatur på mobil enhed, GPS koordinat for levering (evt. Kombineret med RFID aflæsning), billed dokumentation.



## Opsummering

- Hvad er drivkraften
  - (Trådløs) kommunikation.
  - Billige sensorer, billige mobile dataenheder.
  - Øget computerkraft og modning af softwareprodukter
- Udfordringerne
  - Hvordan samler og behandler vi alle de data som er til rådighed?
  - Hvordan bruges data effektivt?
  - Hvilke nye sensorer er der brug for?
- Hvad mener udviklere af ruteplanlægningssoftware der vil være fokus på de næste par år?
  - Cloud computing
  - Mobile computing

