

Effektive transportruter



Matematikken som verktøy for å ta bedre beslutninger

La oss i projektet **DOMinant** fortelle mer om hvordan vi bruker matematikk

$$\begin{aligned} \min \sum_{e \in E} c_e x_e \\ x(\delta(v_0)) &= 2M \\ x(\delta(v)) &= 2 \quad v \in V^- \\ x(\delta(S)) &\geq 2r(S) \\ S &\subseteq V^-, S \neq \emptyset \\ x_e &\in 0, 1 \quad e \in E(V^-) \\ x_e &\in 0, 1, 2 \quad e \in \delta(v_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ij} \\ \sum_{i \in N} x_{ij} &= 1 \quad j \in N \\ \sum_{j \in N} x_{ij} &= 1 \quad i \in N \\ \sum_{i \in S} \sum_{j \in N \setminus S} x_{ij} &\geq 1 \\ S &\subset N, 2 \leq |S| \leq |N| - 2 \\ x_{ij} &\in 0, 1 \end{aligned}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

Operasjonsanalyse og optimeringslære

Vår forskning handler om å ta så gode
beslutninger som mulig: optimale beslutninger

Optimum kommer fra latin: optimus som betyr
"det beste"

For oss betyr dette
Å gjøre noe så bra som mulig

Å gjøre noe ...



- Praktiske oppgaver der beslutningstaker trenger støtte for å kunne fatte riktig beslutninger er vårt forskningsområde

- Vi analyserer situasjoner der man har ett valg

... så bra ...

- Våra metoder bygger på att vi vet hva som er bra og dårlig, såkalte kvantitative metoder

- Vi kan måle og tallfeste hvor godt et valg er

... som mulig



- De valg vi gjør må bygge på virkeligheten



- Vi tar hensyn til begrensninger som fins

Optimum

- Vi analyserer situasjoner der man har valg
- Vi kan måle hvor godt et valg er
- Vi tar hensyn til begrensninger som fins

Å gjøre noe så bra som mulig

Transport

- Det moderna samfunnets blodomløp

- Transportnæringene (unntatt rørtransport) utgjør **4,1 prosent** av BNP og **6,6 prosent** av sysselsettingen.

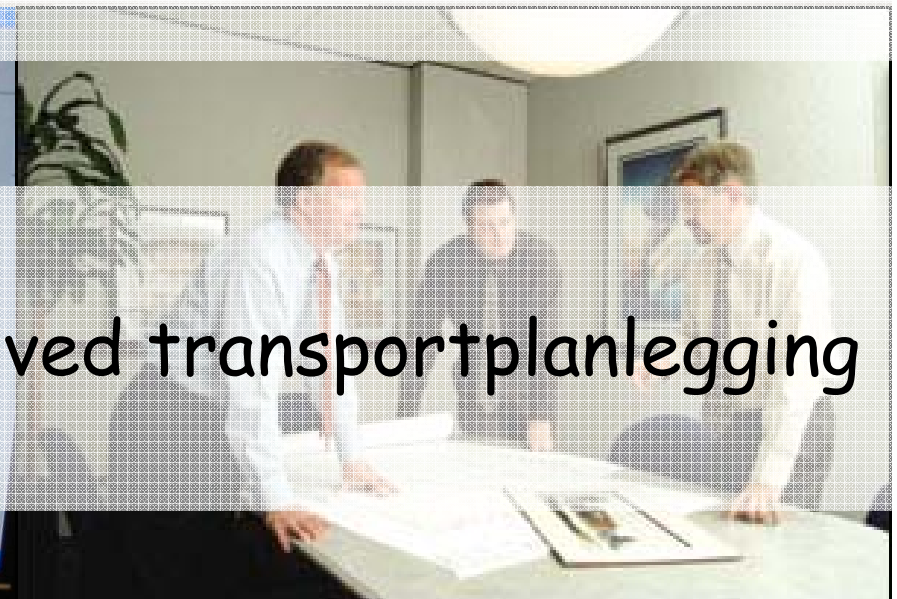
- For godstransport med lastebil er den gjennomsnittlige transportlengden per tonn firedoblet fra 1965 til i dag. I 2006 var den gjennomsnittlige transportlengden nesten 63 km per tonn.

Planlegging

- Planlegge: bestemme seg for hva man skal gjøre og hvordan man skal gjøre det

- Jo flere transporter, desto viktigere blir det å planlegge

- Riktig vare
- Riktig mengde er stikkord ved transportplanlegging
- Riktig tid



NorCem - lagerstyrt ruteplanlegging

- Norcem produserer sement ved 2 fabrikker i Norge og leverer sement til ca. 60 siloer langs hele kysten vår
- Norcem har ansvar for å
 - transportere sementen billigst mulig med "sine" 5 skip og samtidig
 - ankomme havnene til produksjonsfabrikkene før det renner over med sement og siloene før det går tomt
- Vi har utviklet metoder for å bestemme hvordan skipene skal lastes, losses og seile

● Produksjonshavn

● Forbrukshavn

■ Produkt 1

■ Produkt 2

Alta

Kjøpsvik

Mo i Rana

Trondheim

Karmøy

Årdal

Brevik

- 2 skip
- 2 fabrikker
- 5 kunder

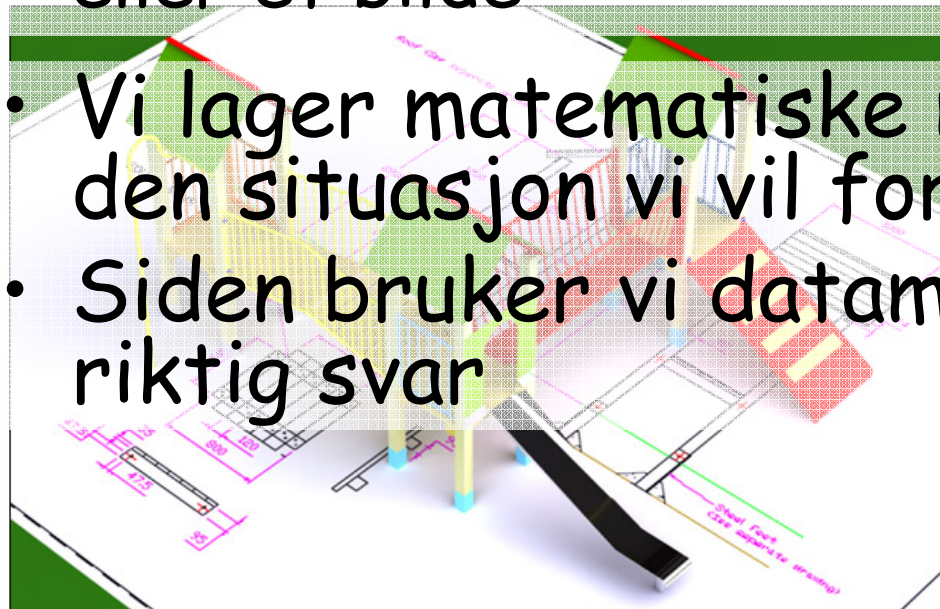
- Lagernivåene forandres hele tiden
- Skipene laster og loss



Modeller

- En modell er en beskrivelse av virkeligheten
- Bare det man er interessert i er med
- En modell kan lages i tre, metall, leire eller andre materialer, men det kan også være en beskrivelse eller et bilde

- Vi lager matematiske modeller for å beskrive den situasjon vi vil forske på
- Siden bruker vi datamaskiner for å beregne riktig svar



```
SELECT row, col, dom FROM given, Dgives
```

id	name	value
1	A	1.000000
2	B	1.000000
3	C	1.000000
4	D	1.000000
5	E	1.000000

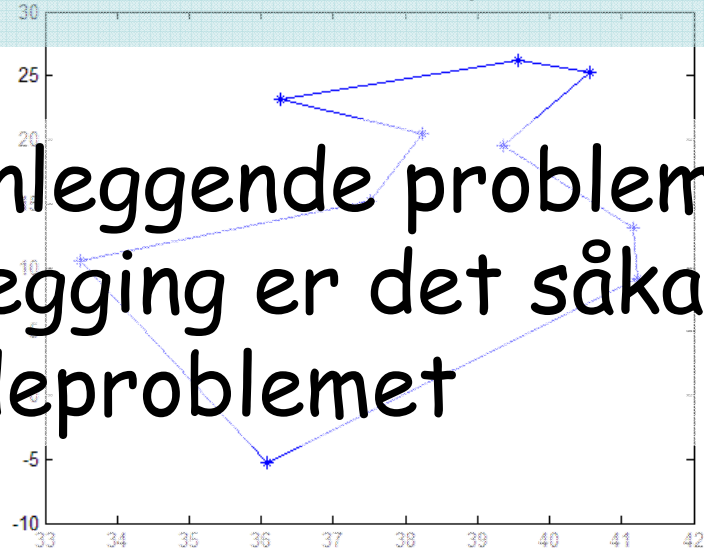
30 Doku done

Handelsreisende problemet

- Det mest grunnleggende problemet innen transportplanlegging er det såkalte handelsreisende problemet

- Finn den korteste rundturen mellom et antall steder

- De fleste av oss "løser" et handelsreisende problem hver dag, kan du komme på når du senest løste et?



Handelsreisendeprøblemet

- Når vi beskriver handelsreisendeprøblemet matematisk ser det slik ut:
- Vår modell inneholder:

- **Variabler**

- (Gjøre noe ...)

- **Målfunksjon**

- (... så godt ...)

- **Begrensninger**

- (... som mulig)

$$\min \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ij}$$

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1 \quad j \in N$$

$$\sum_{j \in N} x_{ij} = 1 \quad i \in N$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in N \setminus S} x_{ij} \geq 1$$

$$S \subset N, 2 \leq |S| \leq |N| - 2$$

$$x_{ij} \in 0, 1$$

Handelsreisendeproblemet

- Problemet blir raskt vanskelig når mange steder skal besøkes
- 10 - ikke noe problem
- 14 - litt verre
- 25.113 - "umulig"

Den beviselig korteste turen gjennom Sveriges 24.978 byer/tettsteder. 8 års regnetid på en superdatamaskin.



Hvor god rundtur klarer du å lage mellom 52 steder?

Mer på Forskningsdagene

- Kom gjerne til oss om du har spørsmål

- Utfordre datamaskinen i vår konkurranse

- Lær mer gjennom våre fakta-ark



DOMinant