

# Optimalisering en Complexiteit, College 4

Han Hoogeveen, Utrecht University

## Inhoud:

- Uitleg van de grote opdracht over het efficiënt ophalen van afval.
- Groepjes vormen
- Modelleeropgaven (als er tijd over is voor de pauze). Let op: Minitoets komende maandag!
- Presentatie over rangeren op onderhoudsterreinen NS door Roel van den Broek.

- CQM (Consultants in Quantitive Methods) is een consultancy bedrijf in Eindhoven.
- De opdracht is afkomstig van Van Gansewinkel.
- De opdracht zoals hier wordt besproken is gebruikt bij de 'Nacht van Eindhoven' (georganiseerd door CQM).
- De echte opdracht was een stuk gecompliceerder; deze is opgelost door CQM.
- Het gevolg was een duidelijke besparing in kosten en reistijd en in de tijd nodig om een oplossing te vinden.

- Er moet afval worden opgehaald bij 1000+ bedrijven.
- Van ieder bedrijf is bekend:
  - Het aantal malen per week dat het afval moet worden opgehaald.
  - De hoeveelheid afval die per keer moet worden opgehaald. In de auto wordt het afval gecompriëerd, zodat er 20% aan volume overblijft.
  - De tijd die nodig is om alle containers te legen (per keer).
  - De locatie van het bedrijf.
  - De afstand en rijtijd tot ieder ander bedrijf (asymmetrische afstandenmatrix)

- Het afval moet naar de stort worden gebracht in Maarheeze (id. 287)
- Hiervoor zijn twee vuilnisauto's beschikbaar
- Beide auto's zijn identiek.
- Je kunt de auto's gebruiken op maandag t/m vrijdag van 6.00 tot 18.00. Daarbuiten moeten de auto's leeg in Maarheeze zijn.
- De capaciteit van een auto is 20.000 liter (na comprimeren)
- Je kunt tussentijds naar de stort toe om het afval te storten; het storten kost altijd precies 30 minuten en de auto's kunnen tegelijkertijd legen.

- Het afval moet gespreid in de week worden opgehaald als een bedrijf vaker dan één keer per week wordt bezocht.
- De mogelijke ophaalpatronen zijn:
  - Eén keer per week: iedere dag mag.
  - Twee keer per week: maandag-donderdag of dinsdag-vrijdag.
  - Drie keer per week: maandag-woensdag-vrijdag.
  - Vier keer per week: iedere combinatie van vier verschillende dagen.
  - Vijf keer per week: alle dagen één keer.

Bepaal een toegelaten oplossing met minimale kosten. De kosten zijn gelijk aan:

- De totale tijd die de vuilnisauto's bezig zijn (dus rijden, verzamelen afval bij de klanten, en storten).
- De straffkosten voor het niet legen: wanneer je een bedrijf niet correct bedient, dan krijg je straffkosten gelijk aan drie maal de totale ledigingsduur (ongeacht hoe vaak je dat bedrijf bezoekt). Dus één maal bezoeken in plaats van twee maal levert evenveel straffkosten als er nooit langs gaan.

De data staan reeds op de site (onder de kop Grote Opdracht):

- Orderbestand
- Afstanden en rijtijden (niet symmetrisch; voldoet niet aan de driehoeksongelijkheid).

Er is een Checker beschikbaar (geschreven door René van Twist); invoer in standaardformaat:

- dit programma controleert de geldigheid van de oplossing;
- dit programma berekent de score (op basis van de afstandentabel);
- dit programma tekent de gevolgde routes.
- Het programma wordt ook gebruikt bij de high-score tabel.



- Inleveren verslag + broncode via submit (deadline 22 december)
- Verslag: geef kort maar duidelijk aan wat je gedaan hebt. Zie ook lijst met aandachtspunten. Geen listing van code in je verslag. Reflectie alleen als je dat graag wilt.
- Bespreking in januari (30 minuten per groepje). Bepaalt een eindcijfer dan wel een bepaald bereik voor het eindcijfer. Suggesties voor aanpassingen (indien nodig).
- Tweede inlevermoment: nader te bepalen.

- Heel veel werk (in vergelijking met opdrachtjes tot nu toe).
- Er zijn twee (redelijk) goede programmeurs per groepje nodig; drie goede programmeurs is te veel van het goede.
- Derde persoon: iemand met goede analytisch vaardigheden (bijv. Wiskundige).
- Help elkaar: maak gebruik van elkaars positieve kwaliteiten.

- Beun de Haas is een klusjesman (met een goede reputatie).
- Klanten benaderen hem om klusjes uit te laten voeren. Er zijn  $n$  klusjes aangemeld; iedere klus moet op één dag worden uitgevoerd.
- Voor ieder klusje is gegeven
  - De opbrengst ( $c_j$ );
  - De hoeveelheid werk ( $a_j$ );
  - De dagen waarop de klus kan worden uitgevoerd (aangegeven door middel van binaire parameters  $h_{jt}$ ).
- Planperiode: dagen  $1, \dots, T$ .
- Beun heeft  $Q_t$  tijd op dag  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ).

**Kies en plan het werk om zoveel mogelijk te verdienen**

- Student  $X$  geeft bijles aan scholieren met het doel zoveel mogelijk te verdienen.
- $X$  kan les geven in de perioden  $1, \dots, T$ ; per periode slechts één klant.
- $X$  heeft  $n$  potentiële klanten. Voor iedere klant  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) zijn de volgende parameters bekend:
  - $a_{jt}$ ; deze geeft aan of  $j$  les kan krijgen in periode  $t$  ( $a_{jt} = 1$  geeft aan dat het wel mogelijk is).
  - $p_{jt}$ ; deze geeft aan hoeveel  $j$  wil betalen voor les in periode  $t$ .
  - $q_j$ ; deze geeft aan hoeveel lessen  $j$  wil volgen.

(a) Formuleer het Bijbaanprobleem als een ILP-probleem.

(b) Als (a), maar met de extra eis dat klant  $j$  óf nul óf  $q_j$  lessen krijgt.