

Opgave 1 - Two commodity flow modellen

Two commodity flow modellen blev introduceret til forelæsningen (se transparanter, model VRP4). I denne opgave vil vi formelt bevise at Two commodity flow modellen er ækvivalent med 2 index modellen (transparanter, VRP1).

Opgave 1.a

Vis at enhver lovlig IP løsning til VRP1 også vil være en lovlig IP løsning til VRP4.

Opgave 1.b

Vis at enhver lovlig IP løsning til VRP4 svarer til en lovlig IP løsning til VRP1.

Opgave 1.c

Forklar hvorfor løsningen til opgave 1.a og 1.b giver at de to modeller er ækvivalente.

Opgave 2 - Detektion af overtrådte *capacity inequalities*

Denne opgave knytter sig til 2-index formuleringen (3.1)-(3.7) i den udleverede artikel (eller VRP1 på transparanterne). I filen CVRP.lp der kan hentes fra kurssets hjemmeside er der defineret et LP program der svarer til et SCVRP med 21 kunder og 4 biler (problemet fra eksemplet på side 28 og 29 i transparanterne). LP programmet bruger VRP1 modellen. Variablene i programmet er navngivet $x_{i,j}$ og svarer til variabelen $x_{(i,j)}$ i VRP1 modellen, f.eks. svarer $x_{4,7}$ til $x_{(4,7)}$. Bemærk at det kun er variable hvor $j > i$ der er defineret da problemet er symmetrisk. LP programmet indeholder allerede de to *cuts* der blev fundet ved forelæsningen. Disse *cuts* hedder *cut1* og *cut2* i cvrp.lp.

LP programmet kan løses til LP-optimalitet vha. CPLEX.

Opgave 2.a

Betragt LP løsningen til problemet givet ved cvrp.lp.

1. Find yderligere to overtrådte *capacity inequalities* (3.4) og tilføj dem til modellen. Beskriv hvordan du fandt de overtrådte uligheder.
2. Løs LP problemet igen.
3. Hvilken værdi fandt CPLEX?
4. Tegn den nye LP løsning (figuren på næste side kan bruges, så der ikke skal tegnes så meget).
5. Udfør skridt 1-4 endnu engang så der i alt er tilføjet 6 *cuts* til modellen.

opgave 2.b

Er der nogle af de 6 tilføjede *cuts* der er kunne undlades (dvs. kan man fjerne et af *cuts*'ne uden at sænke værdien af LP relaxationen)? Begrund svaret.

opgave 3.b

Denne opgave er en ekstraopgave som du ikke behøver at besvare for at få fuldt point tal.

Læs afsnit 3.3.2 og 3.3.3 i bogen. Kan du finde en overtrådt *Weak Generalized Capacity Constraint* eller en overtrådt *Framed Capacity Constraint* i cvrp.lp eller i et af de to LP programmer dannet i opgave 2.a?

Knuderne i probleminstansen fra opgave 2. Tallet ud for knuderne angiver knudens *demand*.
Tegn LP løsningen ind på denne figur.

