



KTH Matematik

## Några problem att lösa med GAMS

### Ett transportproblem

Vi skall i denna uppgift studera en modell för transportplanering. Vi skall arbeta oss framåt från den enklaste transportplaneringsmodellen till en liten modell för transportplanering i samband med till exempel mobilisering.

Uppgiften syftar till att ge er en viss inblick i modelleringsutveckling samt att få en viss praktik med modelleringspråket GAMS. Ni skall inte lära er GAMS i detalj ännu, utan kopiera syntaxen från kända exempel. Börja med att hämta filerna `trans1.gms`, `trans2.gms`, `trans3.gms`, och `trans4.gms` från kursens web-sida.

Vi skall starta från följande enkla transportproblem.

Vi önskar förse Stockholm och Boden med varor från Sollefteå och Gävle på billigaste sätt. Efterfrågan i Stockholm är 40 ton och i Boden 10 ton. I Sollefteå och i Gävle finns 30 ton varor. Transportkostnaden är proportionell mot avståndet mellan orterna.

- (a) Studera filen `trans1.gms` med editorn och se till att du förstår
  - satserna `SETS`, `TABLE`, `PARAMETER`, `SCALAR`, `VARIABLES`, `MODEL`, `EQUATIONS`, `SOLVE` och `DISPLAY`,
  - ekvationerna (målfunktion och bivillkor),
  - modellen.
- (b) Kör filen `trans1.gms` med kommandot: `gams trans1`.
- (c) Studera resultatfilen `trans1.lst` med editorn. Speciellt finns resultatet i slutet av filen. Vad är optimalt transportsätt? Vad är totalkostnaden för det optimala transportsättet?
- (d) Vi skall nu utöka modellen med flera varor. Vi tänker oss att vi har behov av dels tanks och dels terrängbilar i Stockholm och Boden och att dessa finns tillgängliga i Sollefteå och Gävle. Transportkapaciteten mellan orterna är begränsad. I filen `trans2.gms` finns all data som du behövs för modellen. Variabler och ekvationer som behövs finns definierade och deklarerade. Dock saknas en uppsättning deklARATIONER av ekvationer, nämligen de som begränsar transportkapaciteten, `CAPCON(I,J)`. Deklarera ekvationerna `CAPCON(I,J)` och lägg till dem till de ekvationer som redan finns i `trans2.gms`. (OBS Spara ändringen).
- (e) Kör filen `trans2.gms`. Om ni får felmeddelanden tillkalla läraren för omedelbar hjälp. Studera utdata filen `trans2.lst`. Vad är optimalt transportsätt och vad kostar det?

- (f) Nu skall vi utöka modellen igen. Den här gången inför vi olika transportsätt, tåg och flyg. Från depåerna har vi begränsad tillgång till transportkapacitet med respektive transportmedel. Nödvändiga data finns i filen `trans3.gms`. Ställ upp optimeringsproblemet som svarar mot dessa data. Komplettera filen `trans3.gms` med variabler och definitioner av ekvationer. Kör och analysera filen `trans3.lst`.
- (g) Nu tänker vi oss att behoven i Stockholm och Boden är utspridda i tiden, över den kommande veckan, och vi skall fylla dessa från givna lager i Sollefteå och Gävle. Transporttiden med tåg är två dagar och med flyg en dag oavsett mellan vilka orter transporten sker. Nödvändiga data finns i filen `trans4.gms`. Ställ upp optimeringsproblemet som svarar mot dessa data. Komplettera filen `trans4.gms` med variabler och definitioner av ekvationer (Ni har fått hjälp med ekvationerna  $SATDEM(J, V, T)$ ). Kör och analysera resultaten.

## Menyplaneringsproblemet

Dietisterna på ett sjukhus önskar utveckla ett datoriserat menyplaneringssystem. Till att börja med vill man komponera en lunchmeny. Menyn är indelad i tre kategorier: grönsaker, kött och dessert. Minst en komponent från varje kategori måste ingå i menyn. Kostnad per portion av några av föreslagna komponenter samt deras näringsinnehåll i form av kolhydrater, vitaminer, proteiner samt fett är listade i tabellen nedan.

	Kolhydrater	Vitaminer	Protein	Fett	Kostnad (\$)
<u>Grönsaker</u>					
Ärtor	1	3	1	0	0.10
Bönor	1	5	2	0	0.12
Okra	1	5	1	0	0.13
Majs	2	6	1	2	0.09
Makaroner	4	2	1	1	0.10
Ris	5	1	1	1	0.07
<u>Kött</u>					
Kyckling	2	1	3	1	0.70
Biff	3	8	5	2	1.20
Fisk	3	6	6	1	0.63
<u>Dessert</u>					
Apelsin	1	3	1	0	0.28
Äpple	1	2	0	0	0.42
Pudding	1	0	0	0	0.15
Jello	1	0	0	0	0.12

Antag att kravet på näringsinnehåll per måltid är minst 5, 10, 10 och 2 enheter av kolhydrater, vitaminer, protein respektive fett.

- (a) Formulera menyplaneringsproblemet som ett heltalsprogrammeringsproblem (heltal med 0-1 variabler) och använd **GAMS** för att lösa det. Det finns ett skal till lösning i filen `menu.gms`. Ni behöver endast komplettera denna med nödvändiga ekvationer och lite annat.
- (b) Modifiera **GAMS** programmet så att det föreslår en andra meny, vilken inte innehåller någon av komponenterna i första menyn. Tips: Tänk på **GAMS** interna databas.
- (c) Modifiera modellen för att föreslå en meny som har så låg fetthalt som möjligt men som inte kostar mer än \$1.20.