

## Laborationsinformation

### Laboration 1: Modellering i JULIA/JUMP

**Syfte:** Laborationen handlar om att formulera optimeringsproblem i ett modelleringsspråk (i detta fall JULIA/JUMP), lösa dem och läsa (och förstå) resultaten.

**Förberedelseuppgifter:**

1. Läs lathunden `quickguide_Julia.pdf` om hur JULIA/JUMP kan användas för att lösa optimeringsproblem.
2. Läs relevanta sidor ur boken Holmberg *Optimering*.

**Praktiskt:**

- Notera att modellen skrivs på en fil och problemdata skrivs på en annan fil.
- För att öppna och editera textfiler i datorsalarna rekommenderas **vscode**.
- Skapa en mapp där du vill ha dina filer.
- Ladda ner filerna i mappen "Lab 1" på Lisam och lägg dem i den nyligen skapade mappen.
- Öppna ett terminalfönster och förflytta dig till mappen.
- För att få tillgång till Julia och VSCode, skriv:

```
module load courses/TAOP33
```

- Starta Julia genom att skriva i terminalen:

```
julia
```

- För att köra en Julia-fil "`filnamn.jl`", skriv i Julia:

```
include("filnamn.jl")
```

- Filen "`additional_functions.jl`" innehåller några hjälpfunktioner som kommer att användas.

## Laborationsuppgifter

1. Först ska vi studera och lösa det kända dietproblemet, se uppgift 2.2, sida 20 och 23, i boken Holmberg *Optimering*. Problemet finns även omtalat på Wikipedia.

I problemformuleringen i boken har man undre gränser på hur mycket man ska få i sig av olika näringsämnen. Här ska vi även ta med *övre* gränser (eftersom vissa ämnen blir skadliga vid för stora doser).

Öppna och kika på innehållet i modellfilen "kdiet.jl" som inkluderar modellen samt datafilerna "kdiet1.json" (med 6 födoämnen och 3 näringsämnen, data från exemplet i boken), "kdiet2.json" (med 9 födoämnen och 7 näringsämnen), "kdiet3.json" (med 63 födoämnen och 12 näringsämnen), och "skog1.json" (med 14 födoämnen och 4 näringsämnen), två med numeriska data från amerikanska exempel (vilket man kan se), och en med data för en skogsträdgård. En skogsträdgård är ett miljövänligt sätt att odla ätbara växter i en skoglig miljö. Det minskar utarmningen av jorden samt behovet av gödsel och andra miljöfarliga medel. Man får dock använda perenna växter som tidigare inte använts som mat. Det är också jobbigare att skörda, så målfunktionen är att minimera total mängd.

**MAT** är en indexmängd innehållande alla födoämnen, **BEHOV** är en indexmängd innehållande alla näringsämnen man har behov av. Parametrarna **pris** anger priset för en portion av varje födoämne, **maxport** anger det maximala antalet portioner man kan tänka sig äta av varje födoämne, **minkrav** anger den undre gränsen för hur mycket man behöver få i sig av varje näringsämne, **maxkrav** anger den övre gränsen för hur mycket man vill få i sig av varje näringsämne, **inneh** anger hur mycket av varje näringsämne en portion av varje födoämne innehåller.

- (a) Kör modellfilen "kdiet.jl" oförändrad för att lösa problemet med datafilen "kdiet1.json". Skriv upp lösningen på bifogat resultatblad. (Hoppa över variabler som är noll.)
- (b) Studera lösningen för att få svaret till följande frågor. (Lös ej om.)
  - i. Får man i sig mer än minkravet av något näringsämne? Vilket/vilka?
  - ii. Ange skuggpris (kallat "dual") för minkravet för de tre näringsämnena samt ange vad de betyder.
  - iii. Ange reducerad kostnad (kallat "red\_cost") för födoämnena samt ange hur priset på ägg skulle behöva ändras för att komma med i lösningen. (Detta gäller variablerna, inte övre gränserna till variablerna.)
  - iv. Antag att man kunde äta en portion till av något födoämne. Vilket ska man välja för att få minsta kostnad?
- (c) Följande frågor besvaras genom att ändra i datafilen "kdiet1.json" eller modellfilen "kdiet.jl" och lösa om. (Ändra tillbaka till originaldata efter varje deluppgift.)
  - i. Ändra kravet på energi från 2000 kcal till 2100 kcal. Hur ändras lösningen? Hur mycket dyrare blir det? Relatera till skuggpriset.
  - ii. Halvera priset på kyckling. Hur mycket billigare blir optimallösningen?
  - iii. Kräv att alla portioner ska vara hela (dvs. variablerna ska vara heltal). Hur förändras lösningen? Hur mycket dyrare blir det?
- (d) Gå in i "kdiet.jl" och ändra så att "kdiet2.json" körs istället. Skriv upp lösningen. Blir det gott?

- (e) Gå in i "kdiet.jl" och ändra så att "kdiet3.json" körs istället. Skriv upp lösningen. Blir det gott?
  - (f) Gå in i "kdiet.jl" och ändra så att "skog1.json" körs istället. Skriv upp lösningen. Blir det gott?
2. Nu ska vi lösa övertäckningsproblemet, se sida 33, samt uppgift 3.3a på sida 38 - 39 samt 42, i boken Holmberg *Optimering*. Öppna och kika på innehållet i modellfilen "kcov.jl" samt datafilerna "kcov-data1.jl", "kcov-data2.jl" och "kcov-data3.jl". Den första innehåller data från uppgift 3.3 i boken (med 20 plattor och 6 rör), de andra är något större (10 resp. 20 rör).
- (a) Skriv modellen i filen "kcov.jl". (Tips: Gör lite snyggare utskrift av lösningen i modellfilen)
  - (b) Lös problemen med datafilerna "kcov-data1.jl", "kcov-data2.jl" och "kcov-data3.jl". Ange lösningarna.
3. Schackproblemet ges i uppgift 3.9 (sida 41 samt 44 - 45) i boken.
- (a) Gör först en modellfil för uppgift 3.10a (tornproblemet), och lös problemet. (Här behövs ingen datafil.) Gör lite snyggare utskrift av lösningen i modellfilen eller använd funktionen `print_chess` i filen "additional\_functions.jl". Rita in lösningen på schackbrädet, och kontrollera att lösningen är tillåten.
  - (b) Gör sedan en modellfil för uppgift 3.10b (damproblemet), och lös det. Rita in lösningen på schackbrädet, och kontrollera att lösningen är tillåten.
4. Man kan fuska i Sudoku genom att helt enkelt lösa problemet som ett linjärt heltalsproblem. Se uppgift 3.10 (sida 41 samt 45) i boken. Kika på innehållet i modellfilen "sudo1.jl" samt fyra indatafiler ("sudo-data1.jl", "sudo-data2.jl", "sudo-data3.jl" och "sudo-data4.jl"). Just nu finns variabler och ett bivillkor inlagda i modellen. Komplettera modellfilen med bivillkoren och lös problemen. Kontrollera "manuellt" att lösningarna är tillåtna. Ange lösningarna i rutorna. Genom att studera indatafilerna ser man lätt strukturen, och kan skapa egna indatafiler om man vill. Testa gärna att också lösa problemen för hand.