



TAOP33

Labb 2 - Vineopt

Simon Jakobsson (simja649@student.liu.se) 19960325-3312

Gustav Hanstorp (gusha433@student.liu.se) 19960705-8113

15 oktober 2021

1 Inledning

1.1 Problembeskrivning

Rapporten ska svara på följande frågor:

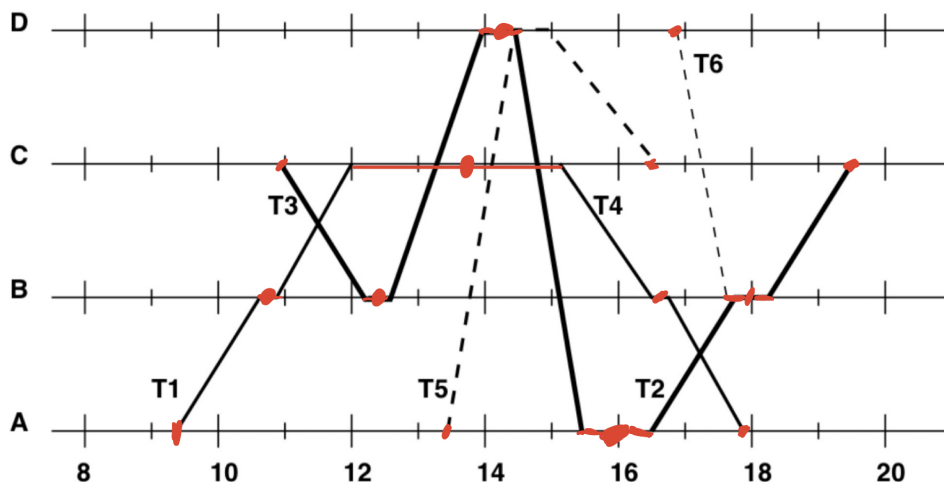
Problemet som vi har erhållit är att vi har fyra stationer som har tomma godsvagnar. Varje tågstation är länkade genom en järnväg där fem tåg går från stationer x till stationer y varje dag. Vi ska optimera antalet tomma godsvagnar på varje station så vi tjänar pengar enligt frågan samtidigt att minimera antalet godsvagnar som är överflödiga på varje station som då kostar oss pengar. Vi gör detta genom att flytta godsvagnarna med tågen, som skapar ett minflödesproblem.

Se bilaga 1 för frågepappret.

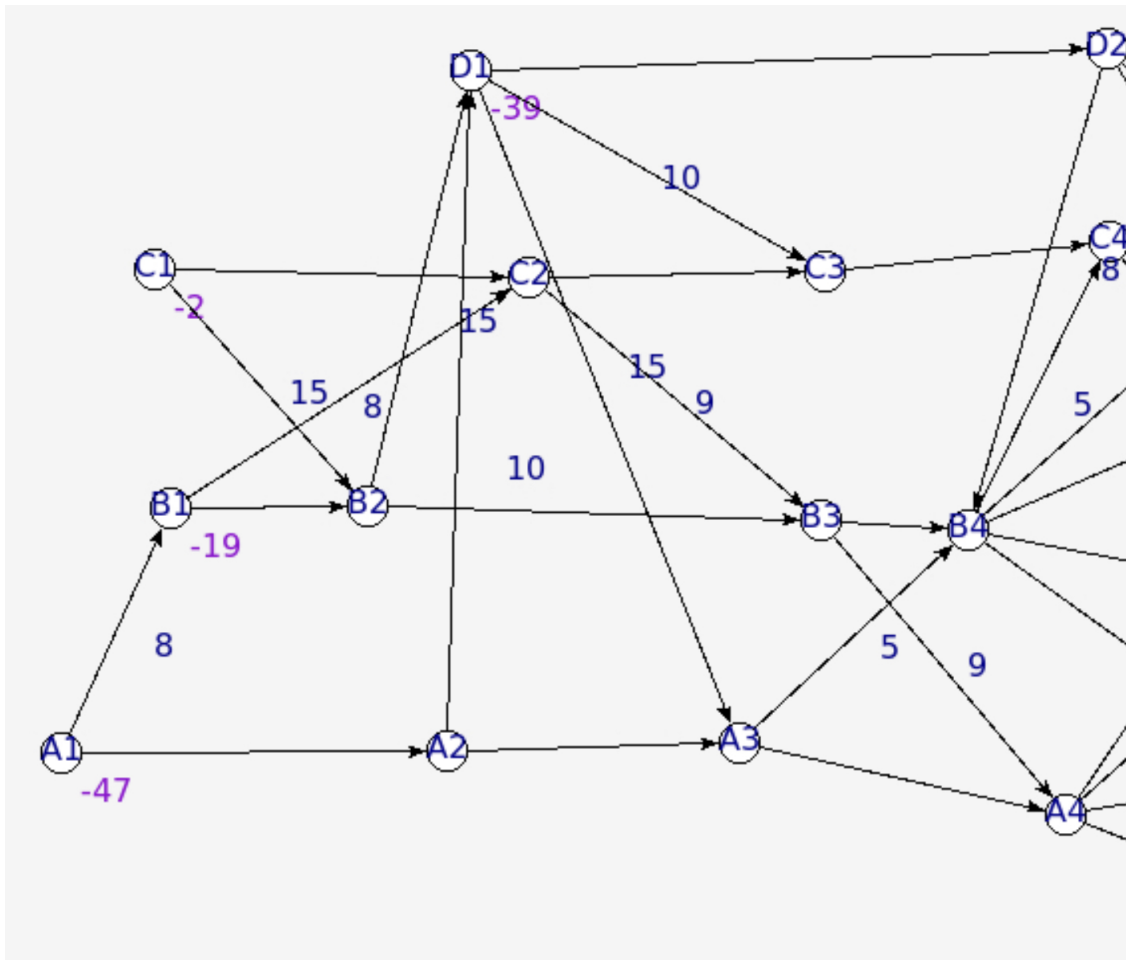
2 Nätverksmodellen

Det första vi gjorde var att indentifiera hur många noder vi behöver. Vi gjorde detta genom att titta på ledningnen till nätverkkonstruktionen. Vi representerar en nod där tåget börjar, när den anländer till nya stationen och när den har avslutat rutten. En viktigt punkt att ta upp är att eftersom vissa tåg anländer under ett tidspann innan den hinner lämna så kan vi representera detta med bara en nod (t.ex tåg 1 anländer på station 2 15:40 och tåg 2 anländer 15:45, men nästa tåg avgår 15:50, då behöver vi inte ha enskilda noder för varje). Vi fick då fram bilden nedan.

Grafisk tidtabell



Vi behöver då fyra noder för A, fyra för B, fyra för C och två för D.
Vi representerade sedan detta i VINEOPT som man ser i bilden nedan



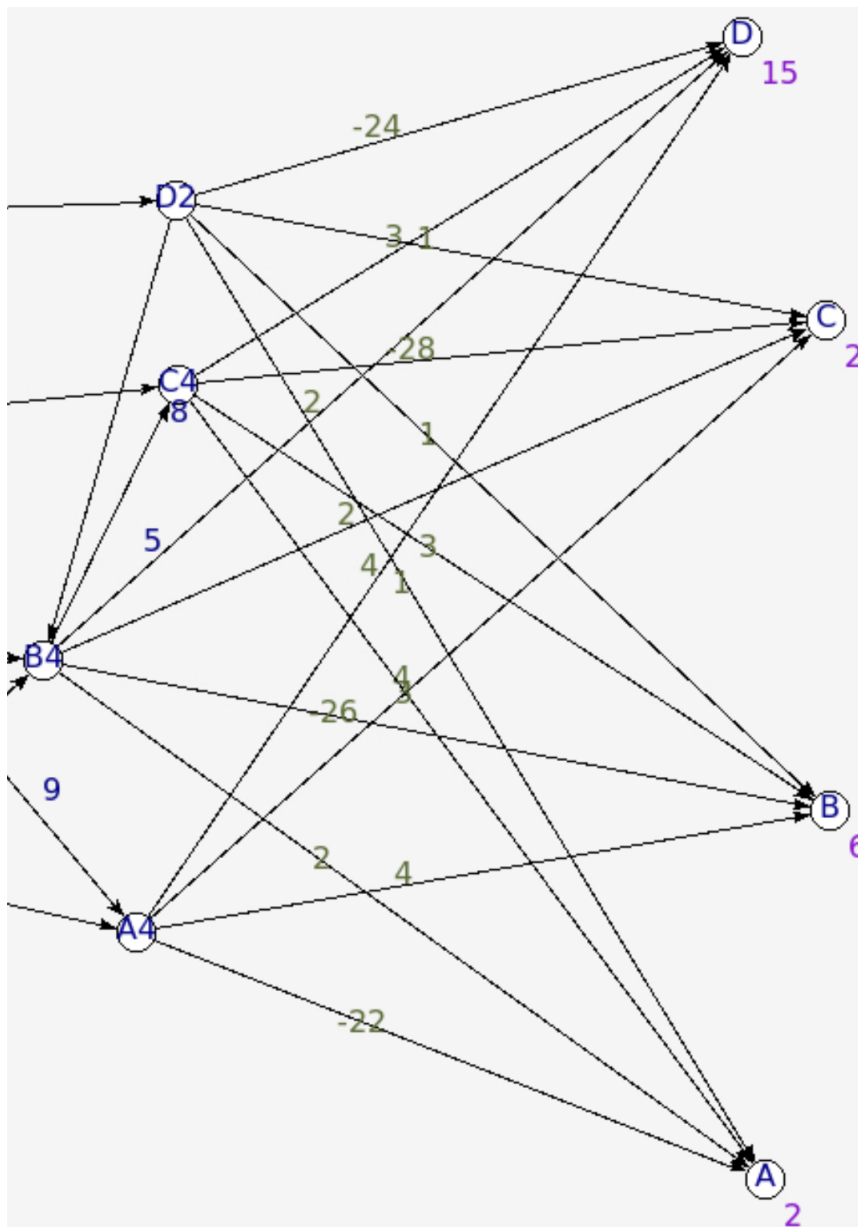
Vi representerar då varje nod som en station vid en tidpunkt i jämförelse med tabellen. T.ex A1 är då tåg 1 vid avgång 9:20 och anländer vid 10:40 station B som representeras med B2.

Vid första noden i varje station sätter vi värdet till minus då det är hur många godsvagnar stationen börjar med. T.ex börjar station A med 47 godsvagnar och då representeras med -47. Sista noden i tidstabellen är som sagt slutstationen för sista tåget.

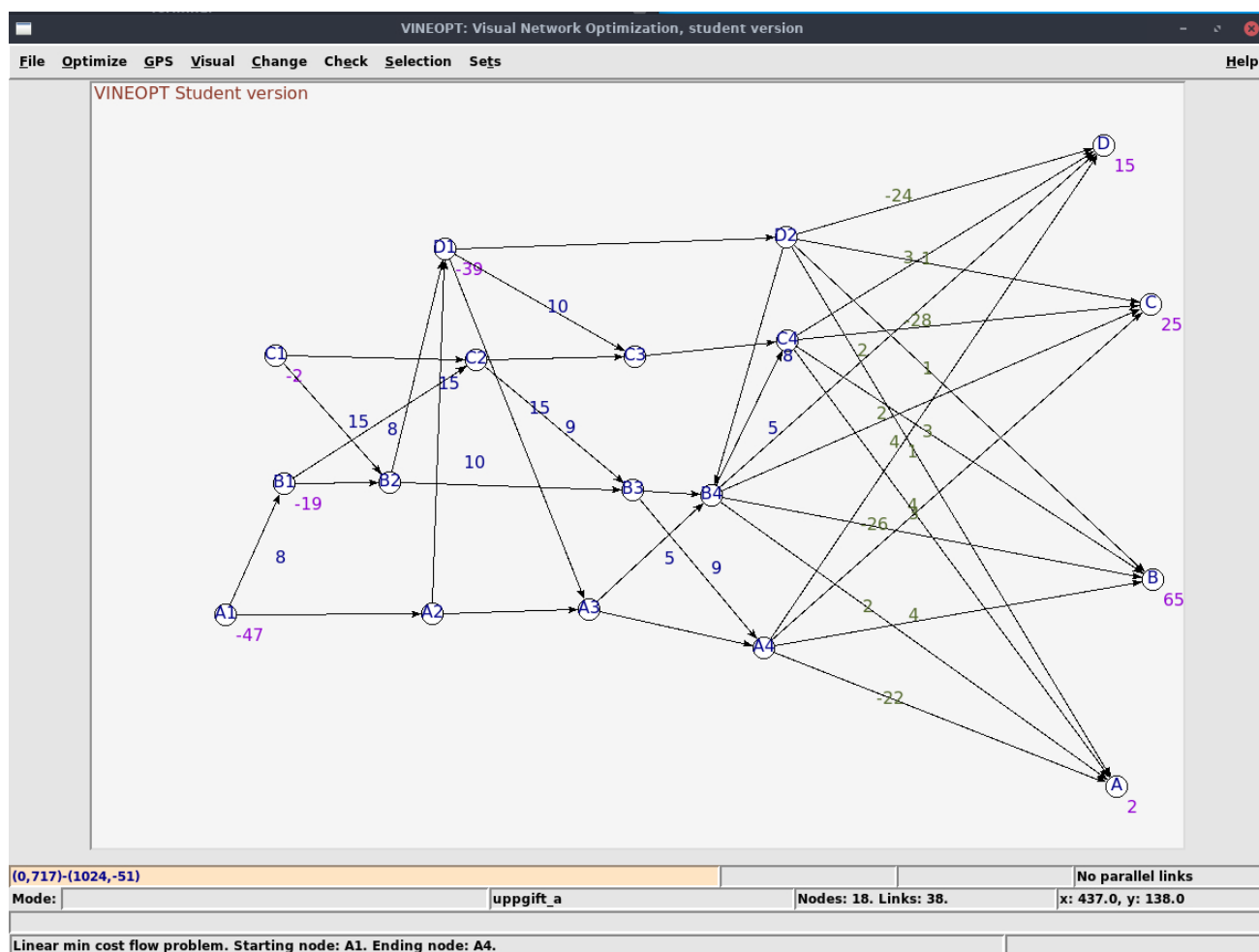
Bågarna är att tåget går från station x till station y. Grafen är då en riktad graf för tåget går från en station till en annan. Representerat att bågen är riktad från avgångs noden (station) till anländande noden (station). De noder som har flera riktade bågar är de noder som diskuterats tidigare att de anländer under ett visst tidspann innan ett tåg avgår och då behöver inte representeras med flera noder.

Flödet vid varje båge i tidstabellen är då representerat med maxkapaciten av tomma godsvagnar varje tåg kan ta. T.ex har tåg 1 en kapacitet av 8. Så om vi följer tågets rutt så har varje båge där en kapacitet på 8 osv. Viktigt att notera är att det finns ingen maxkapacitet på flödet mellan samma station vid olika tider (t.ex A1 till A2 osv), för vi står fortfarande på samma station och gör ingen förflyttning av godsvagnar.

När vi anländer till sista noden varje station så har vi erhållit hur många godsvagnar som finns vid varje station (A4,B4,C4,D2). Vi måste nu räkna på priset för varje godsvagn, hur mycket man tjänar per vagn och hur mycket man måste böta om det är överflödiga. Vi gör detta genom att skapa en fullständig graf mellan alla slutstationer och prisnoder vid varje station (representerat med A,B,C och D). Se bild nedan



Från frågorna på laborationen får vi reda på hur många godsvagnar vi vill ha vid varje station och vad vi tjänar. Vi får även reda på hur mycket vi måste böta om vi har för många. Vi representerar antalet godsvagnar vid varje station som nodkostnaden vid A,B,C och D. Vi sätter även ett negativt värde på bågarna mellan slutstationen och deras respektive nod. Detta representerar då hur mycket pengar vi får in om godsvagnen står på rätt station. Resterande bågar vid varje enskild nod som inte går till rätt slutnod berättar då hur mycket vi måste böta om vi har för många godsvagnar vid en station. T.ex får vi 22kr per vagn om vi har 2 godsvagnar vid A4, men därefter måste vi böta 4 kr om vi har fler godsvagnar vid A4 vilket representeras med A4 bågarna till B,C,D. Genom att göra detta så räknar VINEOPT ut den bästa rutten för var vagnarna ska stationeras med maximerad vinst. Nedanför finns hela nätverket.



3 Resultat

3.1 Optimalt flöde

Genom att köra grafen i VINEOPT kunde vi beräkna det optimala flödet. Resultatet för den maximala vinsten var i uppgift a) 1702kr med 24 vagnar på station A, 27 på B, 25 på C och 31 på D och på uppgift b) 2152kr med 9 vagnar på station A, 42 på B, 25 på C och 31 på D. Hur vagnförflyttningen fördelades per tåg och resa går att se i tabellerna nedan.

| Antal vagnar per tåg enligt avgångstid, uppgift a) | | | | | |
|--|------------|------------|------------|-------------|------------|
| Tåg 1 | Tåg 2 | Tåg 3 | Tåg 4 | Tåg5 | Tåg 6 |
| 9.20: 8st | 16.30: 5st | 11.00: 0st | 15.10: 0st | 14.20: 10st | 16.55: 8st |
| 10.55: 7st | 18.15: 5st | 12.40: 0st | 16.45: 0st | 14.55: 10st | - |
| - | - | 14.30: 0st | - | - | - |

Tabell 1.

| Antal vagnar per tåg* enligt avgångstid, uppgift b) | | | | | |
|---|------------|------------|------------|-------------|------------|
| Tåg 1 | Tåg 2 | Tåg 3 | Tåg 4 | Tåg5 | Tåg 6 |
| 9.20: 8st | 16.30: 5st | 11.00: 1st | 15.10: 9st | 14.20: 10st | 16.55: 8st |
| 10.55: 8st | 18.15: 0st | 12.40: 0st | 16.45: 0st | 14.55: 10st | - |
| - | - | 14.30: 0st | - | - | - |

Tabell 2. *Persontåget tar 15 vagnar för sin resa.

3.2 Uppgiftsbesvaring

- a) Genom att köra en optimering i VINEOPT så kan vi se att den maximala vinsten som uppnås är 1702kr. Vagnfördelningen kan ses i tabell 1, där det är skrivet antal vagnar per tåg och avgångstid.

Svar: Vinsten är 1702kr och se tabell 1 för avgångar.

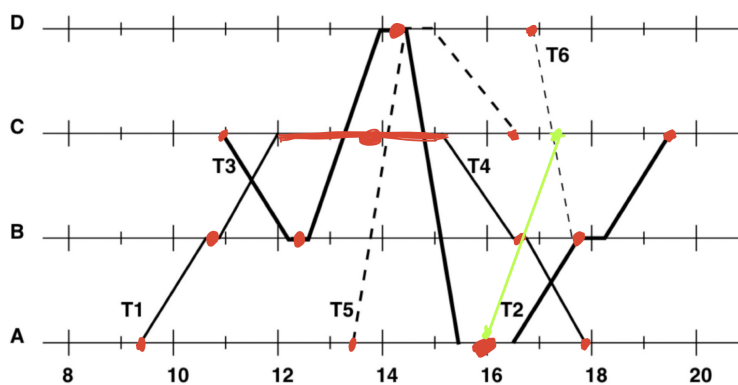
Se bild nedan för hur vi kontrollerade lösningen

Lösning: -1702.0 (vinst med 1702kr)

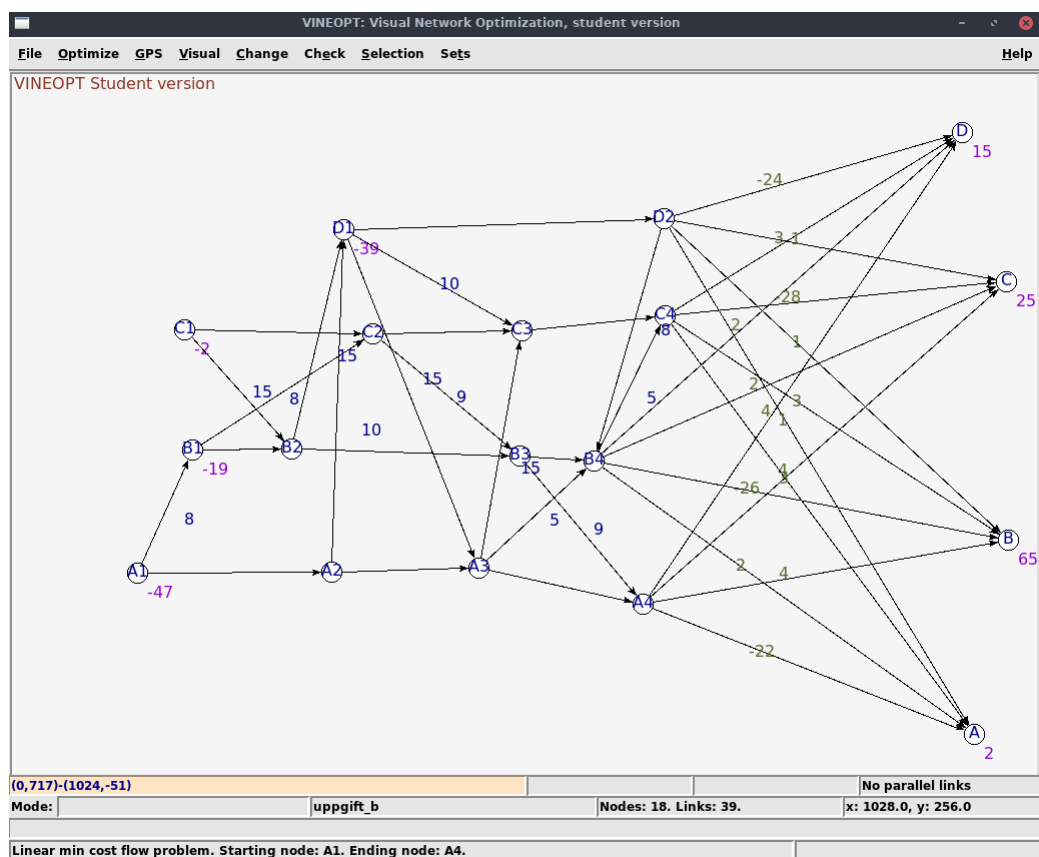
| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| A: 24 _{st} | $(2 \cdot 22) - (22 \cdot 4) = -44$ |
| B: 27 _{st} | $(27 \cdot 26) = 702$ |
| C: 25 _{st} | $(28 \cdot 25) = 700$ |
| D: 31 _{st} | $(15 \cdot 24) - (16 \cdot 1) = 344$ |
| <hr/> | |
| tot: 107 _{st} | 1702 kr |

- b) Genom att lägga in en ny tågresa i nodsystemet (se bild nedan där grön färg är ny rutt) och optimera en utan resekostnad ser vi att den nya vinsten blir 2152kr.

Grafisk tidtabell



Vi lägger då till en riktad båge från A3 till C3 med flöde 15 (se bilden nedan)



Genom att subtrahera vinsten från uppgift a) ser vi att skillnaden blir $2152 - 1702 = 450$ kr. Alltså måste det kosta mindre än 450kr för att godsavdelningen ska gå med vinst. Vagnarna går enligt tabell 2 och extratåget tar alla 15 vagnar som går.

Svar: Mindre än 450kr och se tabell 2 för avgångar.

- c) Vi använder oss av formeln för reducerade kostnader $\hat{c}_{ij} = c_{ij} + y_i - y_j$ och kontrollerar på bågen mellan A3 och C3, och får $\hat{c}_{A3C3} = C_{A3C3} + y_{A3} - y_{C3}$. Vi vet att nodpriset i A3=0 och i C3 är 3, vilket ger oss $0 - 3 = -3$ vilket innebär att vi måste betala mindre än 3kr för en till vagn. Svaret kan kontrolleras via nodpristabellen i VINEOPT (se uppgift_b.1.txt).

Om vi tar vinstgränsen från uppgift b) och lägger till 3 får vi $450 + 3 = 453$ kr och ser att godsavdelningen måste betala mindre än 453kr.

Svar: Mindre än 453kr.

4 Bilaga 1

Linköpings Tekniska Högskola
Matematiska institutionen/Optimeringslära
Kaj Holmberg

2021-09-03

Laborationsinformation

1 Laboration 2: Formulering och lösning av ett minskostnadsflödesproblem

Laborationen syftar till att ge övning på modellformulering av nätverksproblem, samt demonstrera arbetssätt vid lösning och analys av ett problem med hjälp av ett grafiskt verktyg. Dessutom skall den ge träning i skriftlig redovisning av ett löst problem.

1.1 Förutsättningar

Du erhåller beskrivning i ord av det problem som ska formuleras som ett minskostnadsflödesproblem och lösas med hjälp av programmet VINEOPT. Beskrivning av hur programmet fungerar ges i en separat manual.

Laborationsuppgiften (problemtexten) är olika för de olika laborationsgrupperna, och delas ut innan laborationstillfället. (Om du skulle missa utdelningen av problemtexten, måste du själv ta kontakt med lärare för att få uppgiften.) Laborationen utförs i grupper om 2 personer.

1.2 Laborationsuppgifter

1. Formulera problemet som ett linjärt minskostnadsflödesproblem. Rita upp nätverket och specificera samtliga båg- och nodddata.
2. Lös minskostnadsflödesproblemet med programmet VINEOPT. Programmet startas genom att öppna ett terminalfönster och sätta sökvägar genom att skriva `module add courses/TAOP88` och sedan skriva `junglebox-dine 1`.
3. Åskådliggör/beskriv lösningen på bästa sätt. I många fall kan man rita lösningen i nätverksform. Beskriv lösningen i ord på ett tydligt sätt.

1.3 Förberedelseuppgifter

Fundera igenom vilka noder, bågar, bågdata och efterfrågedata som krävs för att problemet skall kunna formuleras som ett nätverksproblem. Om problembeskrivningen inte är entydig får ni själva göra antaganden som ni finner rimliga. (Skriv tydligt ner dessa antaganden i redovisningen.)

Läs manualen till VINEOPT. Notera bl.a. att VINEOPT inte klarar av parallella bågar. (Detta kan dock åtgärdas på ett mycket enkelt sätt. Hur?)

Ett problem kan matas in i VINEOPT på olika sätt, interaktivt och grafiskt eller med hjälp av indatafil. Det förstnämnda sättet är definitivt att föredra när det gäller problem av den begränsade storlek som denna laboration ger. Inmatning via fil är en bättre möjlighet för mycket stora nätverk, där indata genereras av ett annat program eller från en databas. Tips: Spara problemet då och då under inmatningsfasen.

1.4 Redovisning

Redovisningen skall bestå av en skriftlig rapport där problemet och lösningen utförligt beskrivs. Rapporten skall vara av en sådan utformning att en utomstående person genom att läsa den skall kunna förstå vad ni har gjort.

Namn, personnummer och email-adress ska anges på varje rapport som lämnas in.

Rapporten ska innehålla:

1. Försättsblad (med namn och uppgiftsnummer).
2. Beskrivning av problemet i egna ord. (Skicka även med uppgiftslappen.)
3. Nätverksmodellen. Rita eller skriv ut nätverket och ange tydligt vad varje nod och båge motsvarar och hur problemet representeras i nätverket. Alla bågkostnader och flödesgränser samt efterfrågedata skall vara klart motiverade.
4. Resultatet. Ange tydligt, i nätverket och i tabell eller text, det optimala flödet. Tolka resultaten i termer av problemtexten och gör en rimlighetsbedömning.
5. Svar på samtliga frågor.

VINEOPT kan visa nätverksdata samt optimallösning (bågflöde och nodpriser) i numeriska fönster, som kan skrivas ut och/eller sparas som fil. Skicka med dessa utskrifter i rapporten, eftersom de grafiska bilderna kan vara otydliga.

Skicka även in samtliga indatafiler (*.net, *.crd, *.nam etc) i Lisam senast när den skriftliga laborationen lämnas in. (VINEOPT kan göra en zip-fil med alla relevanta filer.) Skicka gärna med ev. bilder i postscript och textfiler som genererats under körningen (men inga logfiler). (Logfiler och annat skräp kan enkelt tas bort, se manualen för VINEOPT.) Försök att i möjligaste mån sätta namn på alla dokument och bilagor som skickas in.