

# TNSL05, Optimering, Modellering och Planering Gruppuppgift 3

## 1 Grupp-specifika uppgifter

### 1.1 Kursmomentet gruppuppgifter

Under kursen skall 3 gruppuppgifter genomföras. Detta är den tredje uppgiften.

Gruppuppgifterna skall lösas i grupper om två studenter. EN grupp om tre studenter kan tillåtas, men då kan man förvänta sig någon eller några extrauppgifter. Blir det fler grupper än en, som innehåller tre studenter, kommer dessa att delas.

Gruppuppgifterna skall lösas inom gruppen. Man får inte ta hjälp från någon annan grupp. Vid frågor kring problemen, kan dessa diskuteras med kursansvarig och lektionshandledare.

Godkända gruppuppgifter ger 2 hp.

### 1.2 Förberedelse

1. Repetera simplex för minskostnadsflödesproblem som presenterades på föreläsning 10
2. Gå på egen hand igenom introduktionen till känslighetsanalys som finns som filmmaterial under gruppuppgift 3 (och under föreläsning 10)

### 1.3 Redovisning och bedömning

Denna gruppuppgift redovisas skriftligen och lösningen laddas upp på Lisam senast den 8/1-2017. Den skriftliga redovisningen ska visa beräkningsgång och svar på respektive fråga. Var noga med att använda den metodik som har undervisats i kursen. Gruppen laddar upp ett gemensamt dokument, men var noga med att ange båda gruppmedlemmarnas i Lisam.

### 1.4 Problem

Problemet som samtliga grupper ska lösa utgår från gruppuppgift 2, och uppgiften finns på nästa sida.

Alla data nedan är givna per månad (där så är relevant; dvs. efterfrågan, tillgång, transportbegränsningar etc. är enheter per månad)

Företaget har i denna uppgift 2 producerande anläggningar. En av dessa anläggningar ligger i Kuala Lumpur, och den andra i Calais. Man har tre huvudsakliga marknader i form av lager, som ligger i Skillingaryd, Prag och Nancy. Produkterna som produceras innehåller flera olika råvaror och komponenter, men i detta problem är det förenklat till att endast studera 2 alternativa komponenter, som vardera finns att tillgå dels från en leverantör i Bahia och dels en i Singapore. Det produktionsekonomiska systemet är starkt förenklat. Modelleringen går till så att 1 ”råvaruenhet” in, av valfri komponent, också ger 1 ”produktenhet” ut, av färdig produkt. Det innebär att man i produktionsanläggningarna kan anta nodjämvikt, dvs. flödet in till anläggningen är lika med flödet ut.

Företaget har en gynnsam marknadssituation, där de kan sälja bestämda volymer med en tillräcklig vinst. Detta kan inte ske helt och hållet oberoende av var produkterna produceras eller hur transporterna sker. Man måste också ta hänsyn till ledtidskrav, så i modelleringen har bara de transportalternativ tagits med som är acceptabla ur ett kostnads- & ledtidsperspektiv. Eftersom de, givet detta, är nöjda med en tillräcklig vinst är de inte intresserade varken av att kostnadsminimera eller vinstmaximera, utan istället intresserade av att ge minimal miljöbelastning. Det är alltså möjligt att kostnaderna skulle minska genom andra alternativ än vad modellen föreslår, men företagets bedömning är att miljöprofilen är överordnad kortsiktig kostnadsminimering eller liknande. Miljöbelastningen för olika processer och transportalternativ mäts i utsläppsenheter. Man betraktar miljön som en global fråga, vilket gör att man likställer värdet av utsläppsenheter oberoende av var i världen utsläppen sker.

Man räknar med att transporterna sker i tillräckligt stor omfattning, och som en marginaldel av de globala transporterna, vilket ger att man antar linjära samband när det gäller transportutsläppen i förhållande till transporterad mängd<sup>1</sup>.

Mellan leverantören i Bahia går råvarutransporterna med båt, både till Calais och Kuala Lumpur. Från leverantören i Singapore går transporterna med båt till Calais, men med lastbil till Kuala Lumpur. Då man vill upprätthålla en konkurrens mellan leverantörerna, vill man köpa minst 100 råvaruenheter från Bahia. Kapaciteten på leveranser är 500 råvaruenheter från Bahia, och i praktiken obegränsad från Singapore. Miljöbelastningen för leverantören i Bahia är 50 utsläppsenheter per råvaruenhet, medan den är 5 utsläppsenheter per råvaruenhet hos den modernare leverantören i Singapore

Produktionsanläggningarna i Calais resp. Kuala Lumpur har olika teknik, vilket innebär att miljöbelastningen blir olika. I Calais är den 20 utsläppsenheter per produktenhet, och i Kuala Lumpur är den 45. Båda anläggningarna har en produktionskapacitet på 500 produktenheter.

Från anläggningen i Kuala Lumpur kan transporterna av färdiga produkter ske med båt till hamnen i Rotterdam. Man kan också försörja Prag och Nancy med flyg. Eftersom man vill ha snabb leverans av en del av produktionen, krävs att minst 10 produktenheter körs med flyg till vardera Prag och Nancy. Ett upprätthållet transportsystem med flyg, garanterar dessutom större flexibilitet vid förändrad efterfrågan på respektive marknad, även om detta ökar miljöbelastningen.

Från fabriken i Calais kan transporter bara ske med lastbil, antingen till hamnen i Rotterdam, eller direkt till Prag, Nancy eller Skillingaryd. Lastbilstransporterna kan ske till alla ställen med egna

---

<sup>1</sup> I verkligheten skulle t.ex. transporten av 30 ton med lastbil vara marginellt mycket mer utsläpp än att transportera första kilot med lastbilen, om inte lastbilen samtidigt kan ta en mängd andra varor.

miljöanpassade lastbilar, dock med en total övre begränsning på 200 produktenheter. Ytterligare transporter, av standardbilar, kan köpas, dock endast för transporter till Rotterdam.

Från hamnen i Rotterdam finns olika transportalternativ. Till Nancy kan transporter endast ske med lastbil (standardbilar). Till Skillingaryd och Prag kan transporter ske med tåg.

Efterfrågan i Prag, Nancy och Skillingaryd, är 100, 200 resp. 400 enheter.

Man räknar med miljöbelastning i nedanstående tabell, mätt i utsläppsenheter per produkt/råvaruenhet och länk. T.ex. betyder det att 10 transporterade enheter på länken Bahia-Calais innebär 2450 utsläppsenheter, och 10 transporterade enheter på länken Calais-Skillingaryd innebär 360 utsläppsenheter.

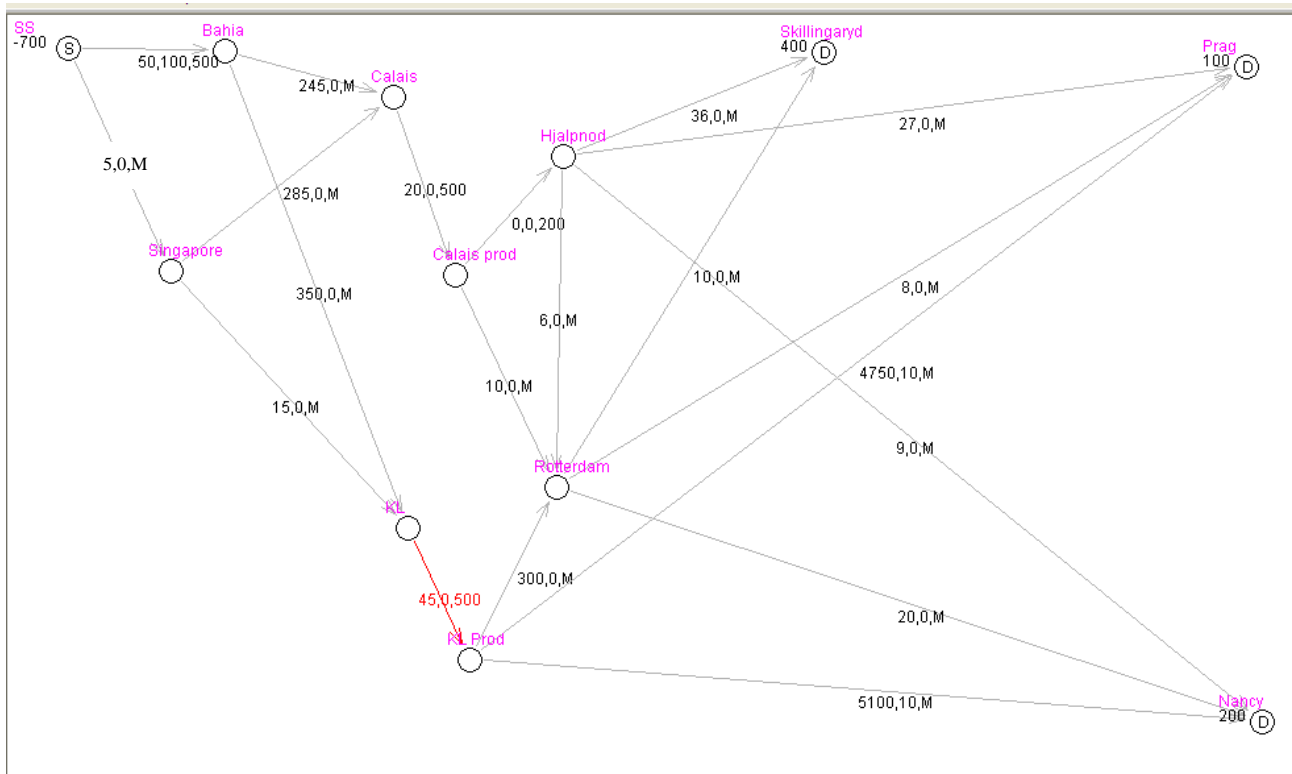
Från/Till	Transportsätt	Avstånd (km)	Miljöbelastning (utsläppsenheter) per km och produktenhet <sup>2</sup>	Miljöbelastning (utsläppsenheter) per produktenhet per länk
Bahia-Calais	Båt	12250	0,02	245
Bahia-Kuala Lumpur	Båt	17500	0,02	350
Singapore-Calais	Båt	14250	0,02	285
Singapore- Kuala Lumpur	Lastbil	300	0,05	15
Kuala Lumpur-Rotterdam	Båt	15000	0,02	300
Kuala Lumpur-Prag	Flyg	9500	0,5	4750
Kuala Lumpur-Nancy	Flyg	10200	0,5	5100
Calais-Nancy	Lastbil (miljö)	300	0,03	9
Calais-Prag	Lastbil (miljö)	900	0,03	27
Calais-Skillingaryd	Lastbil (miljö)	1200	0,03	36
Calais-Rotterdam	Lastbil (miljö)	200	0,03	6
Calais-Rotterdam	Lastbil (standard)	200	0,05	10
Rotterdam-Nancy	Lastbil (standard)	400	0,05	20
Rotterdam-Prag	Tåg	800	0,01	8
Rotterdam-Skillingaryd	Tåg	1000	0,01	10

Problemet har modellerats som ett minikostnadsflödesproblem och optimallösningen finns angiven på nästa sida. Börja med att gå igenom nätverksmodellen och jämför med er lösningen till gruppuppgift 2. Identifiera vilka bågar och noder i lösningen på nästa sida som motsvarar bågar och noder i er lösning.

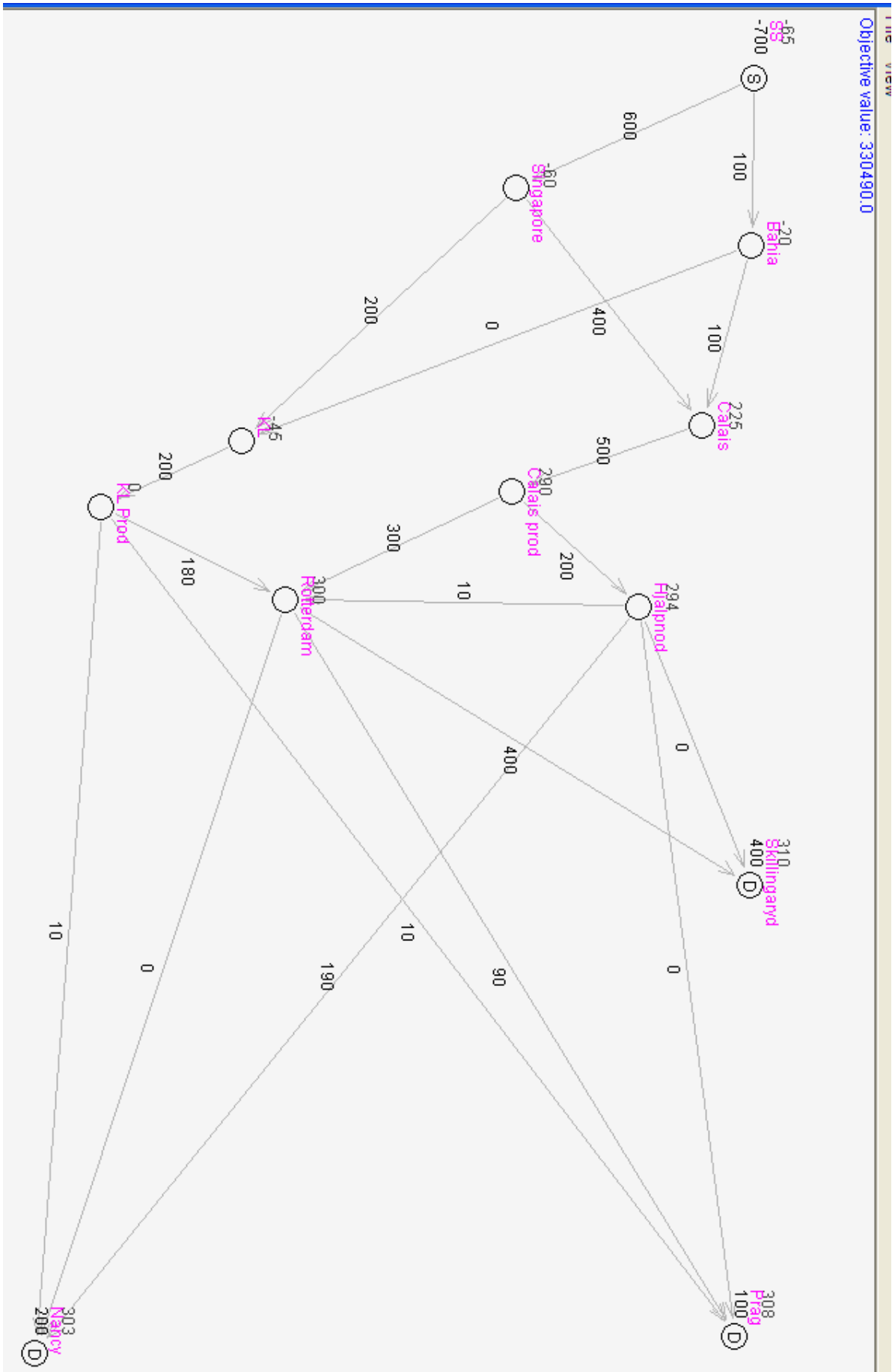
Baserat på den optimala lösningen (dvs. utan att köra programmet igen), och dess nodpriser (och eventuellt beräknade reducerade kostnader), besvara följande frågor:

- 1) Företaget funderar på att öppna upp för möjligheten att även använda en annan typ av lastbil för direkttransport mellan Calais och Nancy. Vid vilken miljöbelastning per produktenhet kommer ett sådant alternativ att bli intressant?
- 2) Vad skulle det vara värt uttryckt i reducerad miljöbelastning, att kunna höja kapaciteten i miljöanpassade lastbilar för transporterna från Calais, från 200 till 201 produktenheter?
- 3) Vad skulle det innebära i total miljöbelastning, om efterfrågan stiger med en enhet i Prag?

<sup>2</sup> Miljöbelastningen som anges är en någorlunda korrekt uppskattning av antal kg koldioxidutsläpp per transporterad tonkilometer. För miljölastbilar har uppskattningen gjorts att man kan sänka utsläppen med 40%, nästan helt med känd teknik. För tåg har uppskattningen gjorts av ett medelvärde där 1/3 går med miljömärkt eltåg, och 2/3 med dieseldrivna tåg, eller oljeproducerad el.



Figur 1. Minkostnadsflödesnätverk med nod och bågddata



Figur 2. Optimallösning. Optimalt flöde på bågar och optimala nodpriser redovisas vid respektive nod.