

Sensorveiledning emnet operasjonsanalyse .

Sensorveiledningen skal sikre en faglig forsvarlig og upartisk vurdering. Det bør derfor blant annet sikre at sensor har innsikt i hva som har vært fokus i undervisningen, og at sensor er kjent med hvilke deler av emnets innhold og undervisning som er særlig relevant for vurderingen. Ved klage på karakter har sensorveiledningen en særlig viktig funksjon: den skal bidra til at klagesensor så langt mulig har samme informasjonsgrunnlag som første sensor.

Emnekode: SFB11102

Tittel: Operasjonsanalyse

Semester: 5 og 3

Læringsutbytte for emnet:

Emneplan med beskrivelse av læringsutbytte følger vedlagt (se vedlegg 2).

Fra læringsutbyttet i emnebeskrivelsen vises til det som er relevant for denne eksamen mhp:

**Kunnskap**

Studenten:

**Ferdigheter**

Studenten:

**Generell kompetanse**

Studenten:

Pensum/litteraturliste:

Fremgår av emneplan med hva som er obligatorisk pensum (se vedlegg 2).

Undervisning:

Framdriftsplan i emnet følger vedlagt (se vedlegg 3).

I dette emnet er det tradisjonell undervisning med oppgaveløsning. Det er et arbeidskrav at 75 % av obligatoriske oppgaver skal innleveres av gruppe/ individuelt.

Forventning til besvarelsene:

Karakterskala følger nasjonalt fagråds generelle beskrivelser/krav (se vedlegg 4).

Vedlegg til sensorveiledning (legges ved av administrativt ansvarlig):

1. Oppgavesett
2. Emnebeskrivelse med pensum/litteraturliste
3. Forelesningsplan og/eller timeplan for undervisningen
4. Forklaring av karakterskala, nasjonalt fagråds generelle beskrivelser/krav



## **VURDERINGSKRITERIER, BACHELORSTUDIET I ØKONOMI OG ADMINISTRASJON**

Vårt inntrykk er at de spesifikke vurderingskriteriene som ble utviklet av faggruppene for noen år siden er lite brukt. Det er dessuten stor grad av likhet mellom fagområdene. Vi anbefaler derfor at man går tilbake til de generelle vurderingskriteriene og bruker disse. Det er viktig å bruke hele skalaen. Husk at læringsutbyttebeskrivelsene skal beskrive minimumskravene (en E). Bacheloroppgaven skiller seg imidlertid ut fra andre emner, og vi har derfor valgt en egen beskrivelse av denne.

<b>Karakter</b>	<b>Betegnelse</b>	<b>Generell, ikke fagspesifikk beskrivelse av vurderingskriterier</b>
A	fremragende	Fremragende prestasjon som klart utmerker seg. Kandidaten viser svært god vurderingsevne og stor grad av selvstendighet.
B	meget god	Meget god prestasjon. Kandidaten viser meget god vurderingsevne og selvstendighet.
C	god	Jevnt god prestasjon som er tilfredsstillende på de fleste områder. Kandidaten viser god vurderingsevne og selvstendighet på de viktigste områdene.
D	nokså god	En akseptabel prestasjon med noen vesentlige mangler. Kandidaten viser en viss grad av vurderingsevne og selvstendighet.
E	tilstrekkelig	Prestasjonen tilfredsstillende minimumskravene, men heller ikke mer. Kandidaten viser liten vurderingsevne og selvstendighet.
F	ikke bestått	Prestasjon som ikke tilfredsstillende de faglige minimumskravene. Kandidaten viser både manglende vurderingsevne og selvstendighet.

# EKSAMEN

<b>Emnekode:</b> SFB11102-1 19H	<b>Emnenavn:</b> Operasjonsanalyse
<b>Dato:</b> 06.12.2019	<b>Eksamenstid:</b> kl. 09.00 – kl. 13.00
<b>Hjelpemidler:</b> Godkjent kalkulator	<b>Faglærere:</b> Janne Strømme
<b>Om eksamensoppgaven og poengberegning:</b>  Oppgavesettet består av 9 sider inklusiv denne forsiden. Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare oppgaven.  Oppgavesettet består av 4 oppgaver.  Alle oppgavene skal besvares. Hvor mye oppgavene teller ved sensurering er angitt med prosent bak hver oppgave.  Om noe er uklart eller mangelfullt i oppgaven - ta eventuelt selv de nødvendige forutsetninger, og skriv disse ned.	
<b>Sensurfrist:</b> 30.12.2019  Karakterene er tilgjengelige for studenter i Studentweb senest 2 virkedager etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: <a href="http://www.hiof.no/studentweb">www.hiof.no/studentweb</a> .	

## Oppgave 1 teller 40%

Kleskoden AS selger jakker og kåper.

For å produsere jakkene og kåpene går det med en del materialer som bedriften har begrenset tilgang på den kommende perioden. Av materiale A har bedriften bare tilgjengelig 28 og av materiale B har bedriften tilgjengelig 11. For å produsere en jakke går det med 2 av materiale A og 1 av materiale B. For å produsere en kåpe går det med 4 av materiale A og 1 av materiale B.

Kalkyleavdelingen har regnet seg frem til at profitt per jakke vil ligge på 300 kr mens profitt per kåpe vil bli 500 kr. Hvor mange jakker og kåper bør Kleskoden AS produsere, for å maksimere profitt?

- a) Formuler dette som et LP problem algebraisk.

$$x_1 = \text{jakke}, x_2 = \text{Kåpe}$$

$$\text{Max } Z = 300x_1 + 500x_2$$

*gitt*

$$2x_1 + 4x_2 \leq 28$$

$$x_1 + x_2 \leq 11$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

- b) Løs problemet grafisk. Hva er maksimal profitt? Hva er optimal mengde?

Ved å ta utgangspunkt i det algebraiske uttrykket i a kan dette LP problemet løses på følgende måte:

$$2x_1 + 4x_2 \leq 28$$

$$2x_1 + 4x_2 = 28$$

$$x_1 = 0$$

$$0 + 4x_2 = 28$$

$$x_2 = 28 / 4$$

$$x_2 = 7$$

Som gir koordinatene (0,7)

$$2x_1 + 4x_2 = 28$$

$$x_2 = 0$$

$$2x_1 + 0 = 28$$

$$x_1 = 28 / 2$$

$$x_1 = 14$$

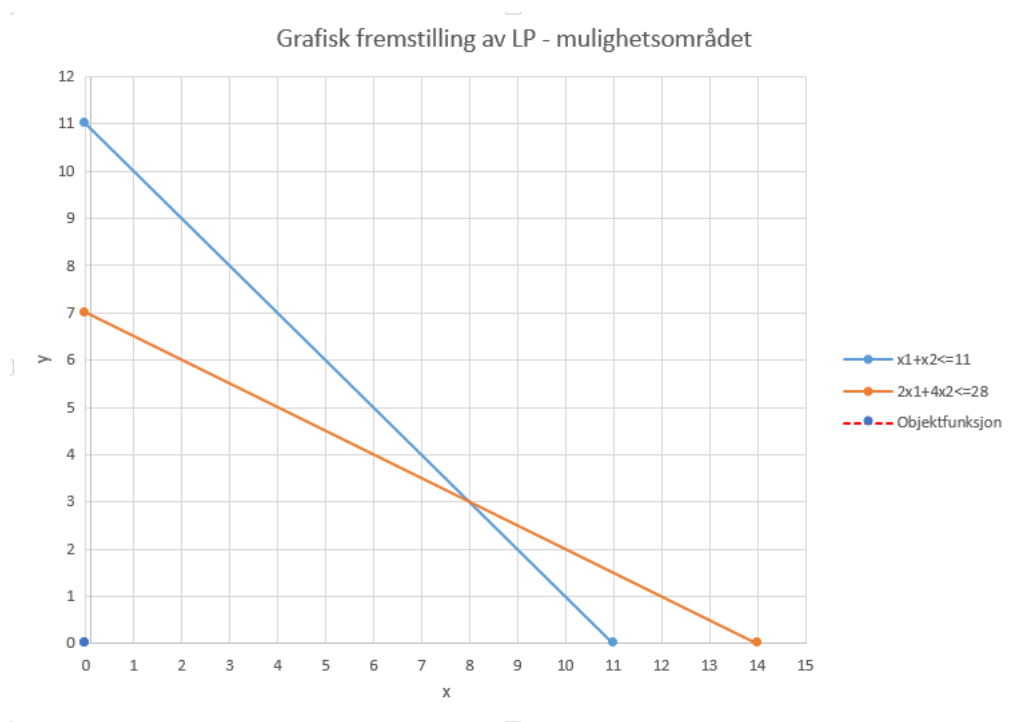
Som gir koordinatene (14,0)

$$x_1 + x_2 \leq 11$$

$$x_1 + x_2 = 11$$

Ved å løse som over, (0,11) og (11,0)

Innsetting av koordinatene til skrankelinjene i koordinatsystemet:



Etter at mulighetsområdet er definert i koordinatsystemet, identifiseres det hjørnet i mulighetsområdet som gir høyes mulig profitt.

Hjørnepunkter	$300x_1 + 500x_2$	Profitt
(0,0)	$300 \cdot 0 + 500 \cdot 0$	0
(0,7)	$300 \cdot 0 + 500 \cdot 7$	3500
(8,3)	$300 \cdot 8 + 500 \cdot 3$	3900
(11,0)	$300 \cdot 11 + 500 \cdot 0$	3300

Koordinatene til objektfunksjonen i det optimale punktet, finnes ved å sette profittuttrykket lik hjørnepunktet med høyest profitt, som er 3900. (Alternativt kan objektfunksjonen settes inn ved å parallellforskyve den til den treffer det ytterste punktet i mulighetsområdet.)

$$300x_1 + 500x_2 = 3900$$

$$x_1 = 0$$

$$300 \cdot 0 + 500x_2 = 3900$$

$$x_2 = 3900 / 500$$

$$x_2 = 7,8$$

Som gir koordinatene (0,7.8)

$$300x_1 + 500x_2 = 3900$$

$$x_2 = 0$$

$$300 \cdot x_1 + 500 \cdot 0 = 3900$$

$$x_1 = 3900 / 300$$

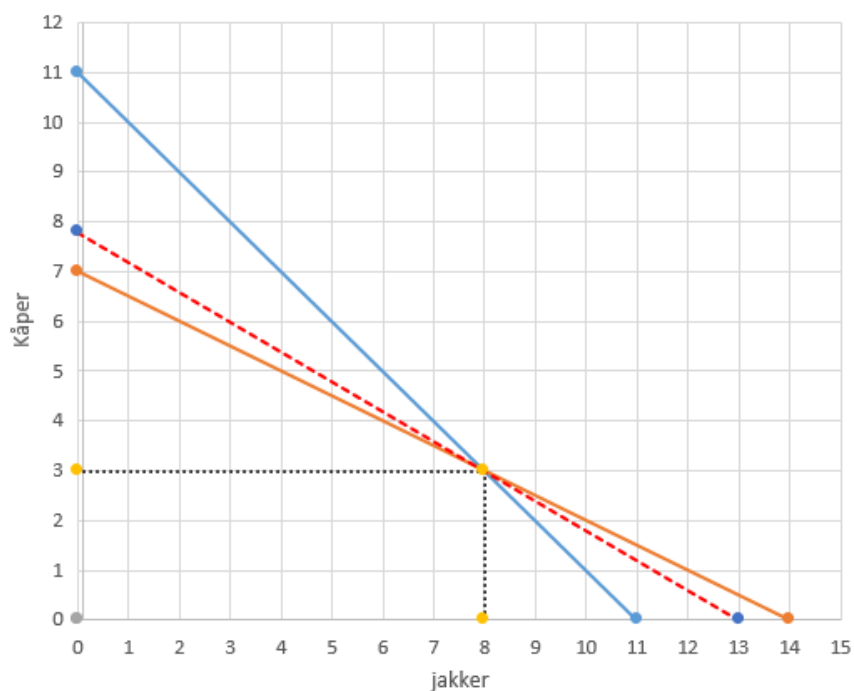
$$x_1 = 13$$

Som gir koordinatene (13, 0)

Objektfunksjonen trekkes ved å tegne en linje mellom disse koordinatene. Alternativt trekke linje mellom det optimale punktet (8,3) og (13,0) eller (0, 7.8) og så ekstrapolere fra linjesegmentet.

Objektfunksjonen (den stiplede linjen) Innsatt i koordinatsystemet:

Grafisk fremstilling av LP



Dette gir optimal mengde  $x_1 = 8$ ,  $x_2 = 3$

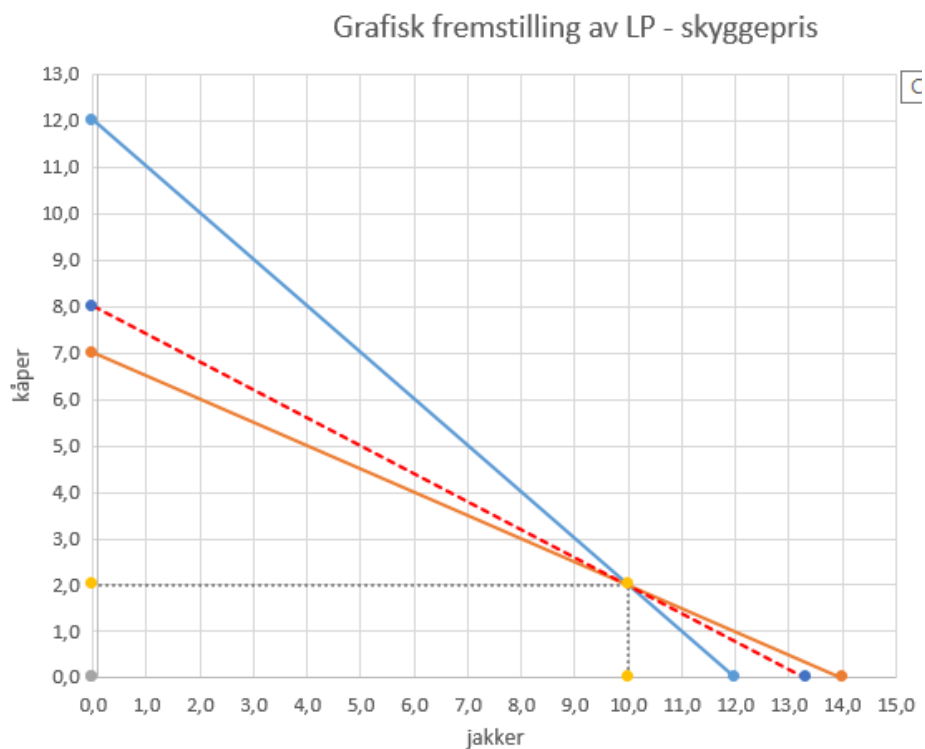
Optimal profitt:  $300x_1 + 500x_2 = 8 \cdot 300 + 3 \cdot 500 = 3900$

c) Vis ved grafisk løsning Hva som er skyggeprisen til materiale B?

Definisjonen på skyggepris i Excels følsomhetsrapport, er marginalverdien av en ekstra enhet til på høyresiden av begrensningene. Skyggeprisen for ressurs B kan derfor finnes ved å legge til en ekstra enhet til på høyresiden av uttrykket for begrensningen på ressurs B:

$$x_1 + x_2 = 11 + 1$$

Koordinatene til skranke for ressurs B blir: (12,0) og (0,12). Nytt optimalt punkt finnes ved grafisk løsning.



Ny optimal mengde (10,2) som gir profitt på 4.000 når mengdene settes inn i profittfunksjonen.

Skyggepris finnes ved å sette gammel optimal profitt minus ny optimal profitt:  $4000 - 3900 = 100$ .

d) Bruk det du har funnet tidligere i oppgaven samt oppgaveteksten til å fylle ut de cellene som er tomme i regnearket nedenfor. (Du kan referer til cellene med kolonne og rad når du skriver svaret i besvarelsen)

e)

	A	B	C	D	E	F
1		Jakke	Kåpe	Forbruk		Tilgjengelig
2	Materiale A	2	4	28	<=	28
3	Materiale B	1	1	11	<=	11
4	Profitt	300	500			
5						
6						
7						Total profitt
8	Antall	8	3			3900
9						

f) Hvilke celler i regnearket er endringsceller? Daceller? Objektcelle?

Endringsceller: B8 og C8

Daceller: B2, B3, B4, C2, C3, C4, F2, F3

Objektcelle: F8

g) Hva er maksimal total profitt? Vis utregning.

Maksimal profitt er  $8 \cdot 300 + 3 \cdot 500 = 3900$

h) Hvordan vil du sette opp problemløseren i Excel for å løse dette problemet?



Angi mål: F8

Ved å endre variabelceller: \$B\$8:\$C\$8

Underlagt begrensningene: \$D\$2:\$D\$3 <= \$F\$2:\$F\$3

*I oppgave 1 h. bes det om å vise skjønn i forhold til om kandidaten viser forståelse for hvordan problemløseren settes opp. Full poengsum, så lenge kandidaten viser forståelse for hvilke celler det skal refereres til, selv om ikke alle detaljene, som for eksempel at excel setter dette opp med dollartegn, er helt korrekte. Når dette problemet settes opp i excel er det ikke nødvendig å legge inn dollartegn selv.*

## Oppgave 2 teller 25%

Halden møbler AS er produsent av møbler. Firmaet har nå funnet optimale mengder å produsere av bord, stoler og hyller, basert på hvert produkts bidrag til total profitt samt forbruk av tid i fabrikkene.

Nedenfor følger følsomhetsrapport for denne analysen:

## Microsoft Excel 16.0 Følsomhetsrapport

Regneark: [Excel ark til eksamen 2019.xlsx]Halden møbler

### Variabelceller

Celle	Navn	Siste Verdi	Redusert Kost	Mål Koeffisient	Tillatt Øk	Tillatt Reduser
\$B\$9	Bord	28	0	250	50	50
\$C\$9	Stoler	24	0	150	600	25
\$D\$9	Hyller	0	-50	200	50	1E+30

### Begrensninger

Celle	Navn	Siste Verdi	Skygge Pris	Begrensning Høyre side	Tillatt Øk	Tillatt Reduser
\$E\$3	Fabrikk 1	100	10	100	90	60
\$E\$4	Fabrikk 2	80	120	80	45	46,67
\$E\$5	Fabrikk 3	52	0	70	1E+30	18

Basert på følsomhetsrapporten:

- a) Hva er optimal løsning og hva er maksimal profitt?

Optimal løsning

Optimal løsning er å lage 28 bord, 24 stoler og 0 hyller. Dette vil gi en totalprofitt på  $28 \cdot 250 + 24 \cdot 150 + 0 \cdot 200 = 10.600$

Dessverre viser det seg at profitten for bordene blir 30 mindre enn i den opprinnelige modellen.

- b) Hva blir nå optimal løsning? Hva blir total profitt?

Tillatt reduksjon for profitten på bord er 50. En reduksjon på 30 er innenfor, og optimal løsning forblir den samme. Totalprofitten reduseres imidlertid med  $30 \cdot 28 = 840$

Samtidig som at profitten per bord ble 30 mindre, økte profitten per hylle med 30

- c) Hva blir nå optimal løsning? Hva blir total profitt?

Samtidig endringer, test av 100% regel. Tillatt reduksjon per bord er 50, mens tillatt økning per hylle er 50. Hver av endringene utgjør 60% av tillatt endring. Til sammen blir dette 120% og utenfor området for 100%. Optimal løsning kan derfor endres, og det er derfor ikke mulig å si hva ny total profitt blir uten å kjøre modellen på ny.

- d) Firmaet får tilbud om å leie inn 50 timer med arbeidskraft i fabrikk 2 til 100 per time.

Vil du anbefale Halden møbler å gjøre dette ut i fra en rent økonomisk betraktning?

Hva blir totalt profitt? Endrer optimal løsning seg?

Skyggepris for fabrikk 2 er 120, mens de får leid inn arbeidskraft for 100 per time, noe som gjør det lønnsomt fra et økonomisk perspektiv. Skyggeprisen er imidlertid bare

garantert å holde inntil 45 timer økning. Dette alene:  $45 \cdot 120 = 5400 \geq 5000$  gjør til at det uansett er et lønnsomt bytte.

- e) 2 av de ansatte ved fabrikk 1 har uttrykt ønske om å bytte arbeidssted til fabrikk 2. Totalt vil dette øke timeantallet i fabrikk 2 med 20. Forutsett at dette byttet gjennomføres. Hva blir total profitt? Endrer optimal løsning seg?  
Tillatt reduksjon i fabrikk 1: 60. Reduksjon på  $20/60=33,33\%$   
Tillatt økning i fabrikk 2: 45. Reduksjon på  $20/45=44,44\%$   
Sammenlagt endring 77,77. Innenfor 100% ergo skyggeprisene holder, men optimal løsning endrer seg. Endring profitt blir:  $10 \cdot (-20) + (120 \cdot 20) = +2200$ .

- f) Ut i fra en rent økonomisk betraktning, hvor mange arbeidstimer bør Halden møbler minst flytte fra fabrikk 1 til fabrikk 2?

Tillatt reduksjon i fabrikk 1: 60.

Tillatt økning i fabrikk 2: 45.

$$\frac{x}{60} + \frac{x}{45} = 100\% ,$$

$$\frac{45 \cdot x}{45 \cdot 60} + \frac{60 \cdot x}{60 \cdot 45} = \frac{1 \cdot 60 \cdot 45}{60 \cdot 45}$$

$$\frac{45x}{2700} + \frac{60x}{2700} = \frac{2700}{2700} ,$$

$$45x + 60x = 2700$$

$$105x = 2700$$

$$x = 2700 / 105$$

$$x = 25,71$$

Halden møbler bør bytte minst 25,71 timer fra fabrikk 1 til fabrikk 2.

### Oppgave 3 teller 20%

(Oppgave 3 kan løses uavhengig av oppgave 1. Oppgave 3 forutsetter ikke at oppgave 1 er løst)

Kleskoden AS er posisjonert på det sentrale Østlandet gjennom et nettverk av franchise foretak spredt utover i strategisk viktige byer. Kleskoden har butikker i Oslo, Ski og Lillestrøm. Totalt etterspørres det 30 kasser med klær fra butikken i Oslo, 20 kasser med klær fra butikken i Ski samt 15 kasser i Lillestrøm.

Hovedlageret ligger i Halden og klærne sendes via Sarpsborg, Moss og Mysen til de respektive butikkene. For å levere klær til butikkene kan Kleskoden velge mellom en rekke alternative befraktere med forskjellige pristilbud og ruter for leveranse til de aktuelle butikkene.

I regnearket nedenfor er det satt opp en nettverksmodell hvor formålet er å **minimere fraktkostnadene** til Kleskoden AS. Det mangler imidlertid begrensninger for nettoflyt på nodene.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	FRA	TIL	SENDE	KOSTNAD		NODE	NETTOFLYT		BEGRENSNING
2	HA	SA	65	295		HA	=SUMIF(fra;F2;sende)-SUMIF(til;F2;sende)	?	?
3	SA	MO	50	180		SA	=SUMIF(fra;F3;sende)-SUMIF(til;F3;sende)	?	?
4	SA	MY	15	250		MO	=SUMIF(fra;F4;sende)-SUMIF(til;F4;sende)	?	?
5	MO	LI	0	200		MY	=SUMIF(fra;F5;sende)-SUMIF(til;F5;sende)	?	?
6	MO	OS	30	150		LI	=SUMIF(fra;F6;sende)-SUMIF(til;F6;sende)	?	?
7	MO	SK	20	175		OS	=SUMIF(fra;F7;sende)-SUMIF(til;F7;sende)	?	?
8	MY	LI	15	80		SK	=SUMIF(fra;F8;sende)-SUMIF(til;F8;sende)	?	?
9	MY	OS	0	150					
10	MY	SK	0	140			TOTALE KOSTNADER		
11									
12									

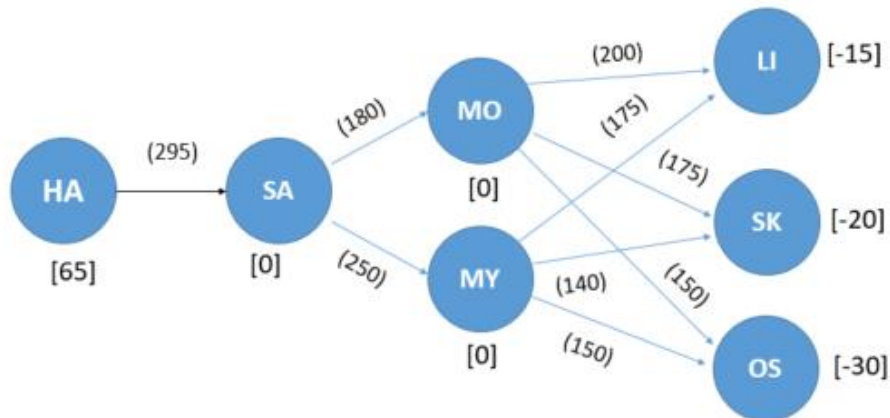
- a) Fyll inn de manglende feltene markert med spørsmålstegn, for denne modellen i figuren over. Hvilke av nodene er tilbudsnode(r), etterspørselsnode(r) og transshipment node(r)?

HA=65 Tilbudsnode  
 SA=0 Transshipment  
 MO=0 Transshipment  
 MY=0 Transshipment  
 LI=-15 Etterspørselsnode  
 OS=-30 Etterspørselsnode  
 SK=-20 Etterspørselsnode

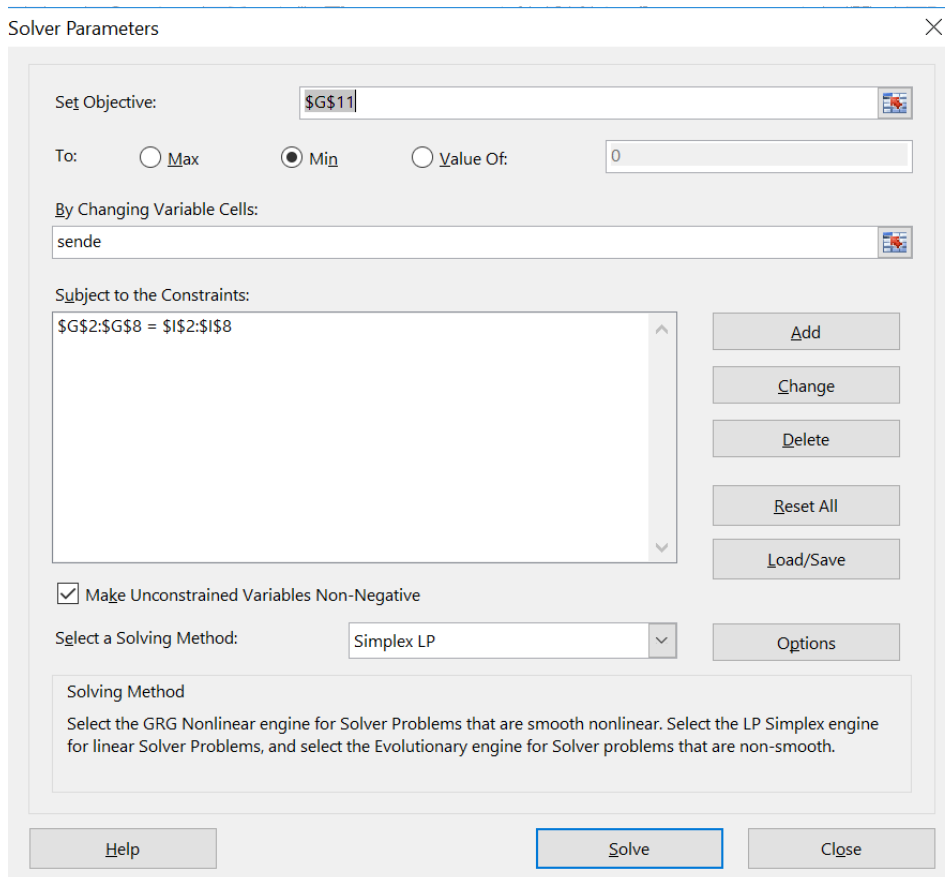
- b) Hva (hvilken formel) skal stå i cellen som viser totale kostnader og hva blir kostnadene for den optimale løsningen?

=Summerproduct(Sende;kostnad)  
 Eller =summerprodukt(C2:C10;D2:D10)

- c) Tegn dette nettverket med noder, grener, nettoflyt på nodene og enhetskostnader per kasse mellom nodene.



- d) Nedenfor vises et bilde av problemløseren i excel. Ta utgangspunkt i nettverksmodellen som er vist i oppgaven. Hvordan vil du sette opp problemløseren i Excel for dette problemet? Husk å angi hvorvidt dette er et maksimerings- eller minimeringsproblem.



## Oppgave 4 Flervalgsoppgave teller 15%

Det er **bare ett** alternativ som er riktig i hver av flervalgsoppgavene. Velg det alternativet du mener er riktig. Du kan også velge å ikke svare på oppgaven. Skriv ned alternativet du velger i besvarelsen merket med riktig oppgave. Det gis **3 poeng** for hvert riktige svar og **-1 poeng** for hvert svar som er feil. Sammenlagt er det imidlertid ikke mulig å oppnå negativ poengsum for hele oppgave 4. **Den minste poengsummen som kan oppnås totalt i oppgave 4, i forhold til resten av eksamen, er 0 poeng.**

- 1) Hvilket av følgende utsagn er riktig om ikke-lineære uttrykk:
  - a) **De representerer virkeligheten bedre enn en tilnærming ved for eksempel separabel programmering**
  - b) De er enklere å løse enn lineære modeller
  - c) De er enklere å formulere enn lineære modeller
  - d) De har alltid optimal løsning i et hjørne av mulighetsområdet.
  - e) Jeg velger å ikke svare
  
- 2) Problemet med multiple lokale optima i ikke-lineær programmering kan adresseres ved å:
  - a) Løse modellen flere ganger, med samme startverdier.
  - b) Alltid starte letingen etter den optimale løsningen på slutten av mulighetsområdet.
  - c) **Løse modellen flere ganger, men med forskjellig startverdier.**
  - d) Sette problemløseren i Excel til Simplex LP.
  - e) Jeg velger å ikke svare
  
- 3) I et problem med synkende marginalavkastning er følgende en sann påstand:
  - a) **Det er kun ett lokalt maksima.**
  - b) Det kan være flere lokale maksima.
  - c) Det lokale maksima problemløseren i Excel identifiserer er ikke nødvendigvis det globale.
  - d) Både b og c er riktig.
  - e) Jeg velger å ikke svare
  
- 4) Hvis  $x$  og  $y$  er beslutningsvariabler, hvilket av følgende uttrykk representerer et proporsjonalt forhold mellom beslutningsvariablene og objektfunksjonen?
  - a)  $+4x - 5y^2$
  - b)  **$10x + 15y$**
  - c)  $xy$
  - d)  $\ln x$
  - e) Jeg velger å ikke svare

**B er riktig**

- 5) Hvilke av følgende faktorer kan forårsake ikke-linearitet i en modell:
- a) **Interaksjon mellom beslutningsvariablene**
  - b) Bruk av lineære uttrykk som addisjon og subtraksjon
  - c) Flere beslutningsvariabler enn 2
  - d) Både b og a
  - e) Jeg velger å ikke svare
- 6) Binære beslutningsvariabler kan ha hvilken verdi?
- a) 1,5
  - b) 1**
  - c) 2
  - d) 10
  - e) Jeg velger å ikke svare
- 7) I et binært heltallsproblem hvor 1 er ja og 0 er nei, skal dere velge mellom prosjekt A og B. Dere kan kun velge ett av disse prosjektene. Hvordan formuleres dette algebraisk?
- a)  $A \geq B$
  - b)  $A + B \leq 1$**
  - c)  $A \leq B$
  - d)  $A + B \geq 1$
  - e) Jeg velger å ikke svare
- 8) I et binært heltallsproblem hvor 1 er ja og 0 er nei, skal dere investere i prosjekter. Dere skal nå velge mellom 2 prosjekter A og B. Prosjekt B kan bare velges med mindre prosjekt A er valgt. Hvordan kan dette formuleres algebraisk?
- a)  $A \geq B$**
  - b)  $A + B \leq 1$
  - c)  $A \leq B$
  - d)  $A + B \geq 1$
  - e) Jeg velger å ikke svare
- 9) Hvilket av følgende utsagn er **ikke** riktig når en modell benytter binære beslutningsvariabler,
- a) Skyggepriser kan ikke regnes ut
  - b) Solvers følsomhetsrapport kan benyttes til what-if analyse**
  - c) Solvers følsomhetsrapport er utilgjengelig med binære beslutningsvariabler.
  - d) What-if analyse kan gjøres med parameter analyse
  - e) Jeg velger å ikke svare

- 10) I et kø-system med en server, eksponentielt distribuerte ankomsttider(interarrival) og konstant betjeningstid, er den beste kø-modellen:
- a) M/M/1
  - b) D/M/1
  - c) M/M/2
  - d) **M/D/1**
  - e) Jeg velger å ikke svare
- 11) Hvilken antakelse er ikke riktig om kø-modeller
- a) Kø-systemet kan ha en enkel, uendelig kø.
  - b) Køen er basert på Først inn først ut (FIFO) prinsippet
  - c) Ankomst tiden til neste kunde påvirkes ikke av ankomst tiden(interarrival) til den forrige kunden.
  - d) **Den eksponentielle distribusjonen passer bedre på betjeningtidene enn ankomst tidene.**
  - e) Jeg velger å ikke svare

Tabellen under viser salget til en bedrift de 5 siste årene samt prognose basert på siste verdi. **Bruk** tallmaterialet i denne tabellen til å svare på spørsmål 12-14 under:

År	Salg	Prognose basert på siste verdi
År 1	115	
År 2	120	115
År 3	95	120
År 4	85	95
År 5	135	85

- 12) Forutsett at prognosen er basert på siste verdi. Hvor stort blir avviket mellom prognosen og faktiske verdier, målt med MAD (Gjennomsnittlig avvik)?
- a) 0
  - b) 5
  - c) 30
  - d) **22,5**
  - e) Jeg velger å ikke svare



13) Forutsett at prognosen fremdeles er basert på siste verdi. Hvor stort blir avviket mellom prognosen og faktiske verdier, målt med MSE (Gjennomsnittlig kvadrerte avvik)?

- f) **812,5**
- g) 815,5
- h) 825,5
- i) 843,5
- j) Jeg velger å ikke svare

14) Dersom prognosen i stedet er basert på et glidende gjennomsnitt med  $n=3$  perioder, er prognosen for salget i år 6?

- a) **105**
- b) 122
- c) 125
- d) 130
- e) Jeg velger å ikke svare