

Tekniska högskolan vid LiU
Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling
Produktionsekonomi
Helene Lidestam

TENTAMEN I

TPPE13 PRODUKTIONSEKONOMI för I,Ii

MÅNDAGEN DEN 9 JANUARI 2017, KL 8-12

Provkod: TEN1

Antal uppgifter: 7

Antal sidor: 9 (inkl 2 bilagor)

Ansvarig lärare: Helene Lidestam, tfn 282433

Salarna besöks ca kl 9

Kursadministratör: Kristina Karlsson, tfn 1523, kristina.karlsson@liu.se

Anvisningar

1. Du måste lämna in skrivningsomslaget innan du går (även om det inte innehåller några lösningsförslag).
2. Ange på skrivningsomslaget hur många sidor du lämnar in.

Om skrivningen

1. Tillåtna hjälpmedel: -Valfri räknedosa med tömda minnen.
2. Inga andra hjälpmedel är tillåtna.
3. Vid varje uppgift finns angivet hur många poäng en korrekt lösning ger. För godkänt betyg krävs normalt 25p.
4. Det är viktigt att lösningsmetod och bakomliggande resonemang fullständigt redovisas. Enbart slutsvar godtas ej.
5. Endast en uppgift skall lösas på varje blad.

SKRIV KLART OCH TYDLIGT!

LYCKA TILL!

Uppgift 1 (max 5p)

Uppgiften går ut på att förklara några centrala begrepp inom kursen. Ange formler där det är berättigat.

- a) Kundorderpunkt (1p)
 - b) Styrande maskin (1p)
 - c) MAD (1p)
 - d) EOQ med successiva inleveranser. Diskutera även vad som händer om produktionstakten närmar sig efterfrågetakten samt om produktionstakten närmar sig oändligheten. (2p)
-

Uppgift 2 (max 5p)

Redogör för hur beställningspunktsystem och periodbeställningssystem fungerar genom att rita grafer över hur lagret förändras med tiden för respektive system och förklara graferna. Ange tillhörande formler!

Uppgift 3 (max 7p)

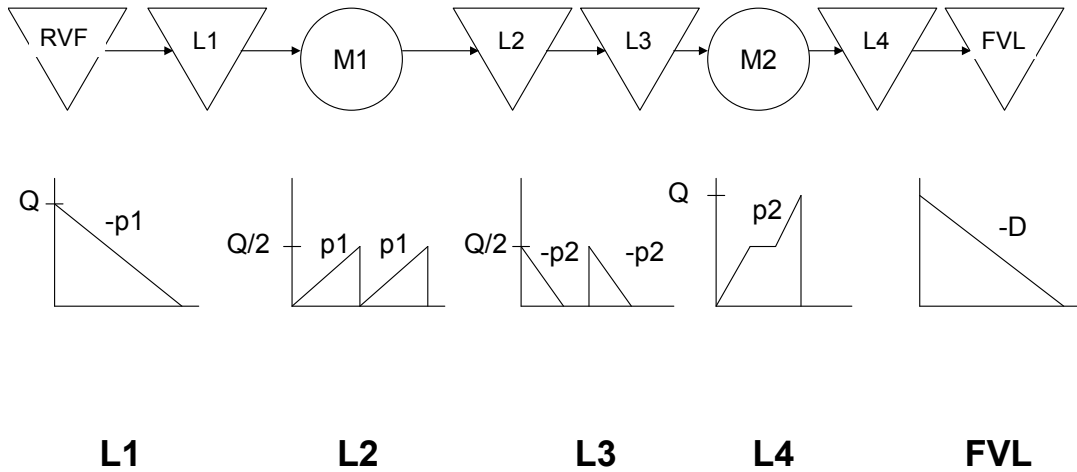
Nedan visas flödet för en produkt från råvaruförrådet, RVF, till färdigvarulagret, FVL. Därunder skissas grafiskt hur lagernivåerna utvecklas över tiden i lager L1-L4 samt i FVL. Maskin 1 och maskin 2 betecknas M1 respektive M2.

Följande beteckningar används:

Q = orderkvantitet [st]

P_i = produktionstakt i maskin i , $i = 1, 2$, ($P_1 < P_2$) [st/period]

D = efterfrågetakt [st/period] $D < P_1, D < P_2$

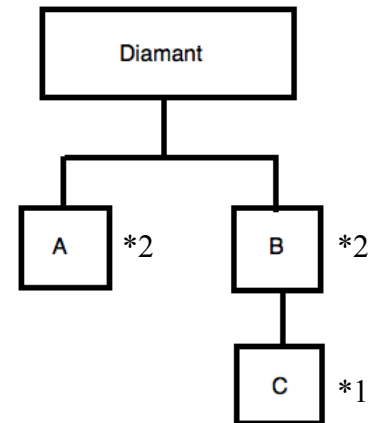


- a) Förklara och motivera utseendet på respektive lager, L1-L4 samt FVL! (4p)
- b) Ange *tid i lager* för L1-L4 samt FVL! (3p)
-

Uppgift 4 (max 10p)

Walter och Jesse har slagit sina kloka huvuden ihop och startat företaget Metab. Idén är att tillverka konstgjorda diamanter, där Walter är hjärnan i laboratoriet och Jesse sköter försäljning. Jesse har prognostiserat efterfrågan för de nästkommande 8 veckorna till 20, 40, 50, 50, 45, 35, 40, 30 enheter. Diamanterna som säljs består av tre kritiska komponenter enligt produktstrukturen nedan.

Artikel	Ledtid [veckor]	Säkerhetslager [st]	Inneliggande lager [st]	Partiformning
Diamanter	1	20	42	LFL
A	2	30	210	POQ = 2 veckor
B	1	20	98	FOQ = 20 st
C	2	50	260	EOQ = 160 st



- Hjälp Walter att beräkna nettobehovet och planerade orderutsläpp för produkterna med hjälp av materialbehovsplanering. Fyll i bifogade tabläer (bilaga II), riv ut och bifoga dessa med dina svar på tentan! De ifyllda tabläerna räcker som lösning! (4p)
 - För att bredda verksamheten och minska risken av att befinna sig på den politiskt osäkra diamantmarknaden har Walter bestämt sig för att köpa en biltvätt. Till biltvätten inser Walter att det kommer behövas biltvättmedel och efter att ha rådfrågat experter inom branschen har Walter kommit fram till ett behov på 20, 23, 32, 30, 28, 28 hinkar för de nästkommande sex veckorna. Eftersom Walter är en skicklig förhandlare lyckades han ta över de gamla ägarnas förråd med 21 fulla hinkar biltvättmedel, vilket Walter tänker ska fungera som ingående lager. Ordarsärkostnaden är 620 kr och lagerkostnaden är 11 kr per vecka och hink. Din uppgift är att, med hjälp av Wagner Whitin, ta fram en inköpsplan för biltvättmedel under de kommande sex veckorna och ge Walter en total kostnad. (4p)
 - Kan man alltid hitta en Silver & Meal-lösning i Wagner Whitin-tabellen? Varför?/varför inte? Motivera ditt svar! (2p)
-

Uppgift 5 (max 7p)

Phil Dunphy är en väldigt duktig mäklare och han har fått utmaningen från sin fru Claire att i och med bostadstrycket försöka slå tidigare rekord från 2016. Uppdraget går ut på att prognostisera efterfrågan på antal kunder som Phil och hans företag kommer ha under 2017. Behovet av Phils mäklartjänster summeras i slutet av respektive kvartal.

De senaste (tre) åren har efterfrågan (D_i = antalet kontrakt i slutet av respektive kvartal i) varit:

År	Kvartal	Efterfrågan
2014	1	80
2014	2	105
2014	3	125
2014	4	99
2015	1	105
2015	2	126
2015	3	148
2015	4	138
2016	1	135
2016	2	149
2016	3	175
2016	4	174

Ansätt följande blandade efterfrågemodell; $D = N \cdot S + T + e$, där D = efterfrågan, N = nivå, S = säsong, T = trend samt e = slump, och upprätta en prognos för de kommande fyra kvartalen 2017. (7p)

Uppgift 6 (max 6p)

När Jay gick i pension och lät Claire ta över hans företag, som säljer garderober, uppstod ett sekvenseringsproblem. Sex order ligger i kö framför maskinerna och personalen frågar Claire i vilken ordning dessa sex order skall bearbetas. Leveransdatum med produktionsdata i maskinerna återges i tabell 1. Inga ställtider förekommer och operationen i maskin A utförs alltid före operationen i maskin B. Det är viktigt för Claire att lösa detta då hon verkligen vill imponera på sin pappa.

Tabell 1: Orderläge med operationstider

Order	Leveransdatum [om antal dagar]	Maskin A	Maskin B
		Operationstid [dagar]	Operationstid [dagar]
A	6	4	5
B	11	6	7
C	7	4	8
D	21	9	8
E	15	11	12
F	12	10	7

- Fastställ en sekvens med Johnson's algoritm. (2p)
 - Rita upp din lösning från a) i ett Gantt-schema! (2p)
 - Fastställ en sekvens med metoden Kritisk kvot (CR). (2p)
-

Uppgift 7 (max 10p)

Ford har sedan några år tillbaka startat ett företag som producerar autonoma robotar tillsammans med sin företagspartner, Arnold. Företaget har gått väldigt bra och står nu inför en ny produktansering vilket kräver planering av en ny produktionslina. Då Arnold av någon anledning inte går att få tag på har du fått i uppdrag att hjälpa Ford med planeringen av den nya produktionslinan. Ford har gjort en pålitlig prognos för kommande året på 12 000 robotar. Monteringslinan är, av fackliga skäl, endast verksam 300 dagar om året och är bemannad 8 timmar per dag.

Operation	Omedelbar föregångare	Förväntad operationstid (min)
A	-	4
B	-	2
C	-	6
D	A, E	7
E	B, C	3
F	C	5
G	E	3
H	D, G	5
I	F	8

- Rita upp ett nätverk enligt AoA (Activity on Arrow). (1p)
 - Balansera linan genom att använda Positionsviktsmetoden. Bestäm hur många stationer som behövs, vilka operationer som ska utföras vid respektive station och beräkna balanseringsförlusten. (3p)
 - Ford vill förbättra linan och funderar på om operation H kan göras snabbare. Tiden 5 minuter gäller som bekant den första gången operationen utförs. Hur hög måste inlärningskurvan vara (procentuellt) för att man efter ett år ska kunna minska tiden med 1 minut? Hur kommer detta påverka linan och balanseringsförlusten? (3p)
 - Anta nu att produktions tiden för operation H är 4 minuter. Kan linan förbättras genom att den balanseras enligt LOF (Längsta operationstid först)? Bestäm som tidigare hur många stationer som behövs, vilka operationer som ska utföras vid respektive station och beräkna balanseringsförlusten. (2p)
 - Inom vilket tidsintervall skulle cykeltiden teoretiskt kunna ligga oberoende av efterfrågan? (1p)
-

Bilaga I: Prognosformler

$$F_{t+1} = M_t = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-N+1}}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t D_i,$$

$$F_{t+1} = F_t + \frac{1}{N}(D_t - D_{t-N}).$$

$$F_{t+1} = U_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) U_{t-1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t).$$

$$U_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(U_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(U_t - U_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1},$$

$$T_t = T_{t-1} + \beta[(U_t - U_{t-1}) - T_{t-1}].$$

$$F_{t+1} = U_t + T_t,$$

$$D_t^s = \frac{D_t}{S_t},$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} \cdot F_{t+1}^s,$$

$$S_{t+1} = S_{t-N+1},$$

$$U_t = \alpha \frac{D_t}{S_{t-N}} + (1 - \alpha)(U_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(U_t - U_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1},$$

$$S_t = \gamma \frac{D_t}{U_t} + (1 - \gamma) S_{t-N},$$

$$S_t = S_{t-N} + \gamma \left[\frac{D_t}{U_t} - S_{t-N} \right].$$

$$F_{t,t+\tau} = (U_t + \tau T_t) S_{t-N+\tau}, \quad 1 \leq \tau \leq N.$$

$$MAD = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |D_t - F_t|.$$

$$MAD_t = \alpha |e_t| + (1 - \alpha) MAD_{t-1}.$$

$$TSD_t = \frac{|D_t - F_t|}{MAD_{t-1}}, \quad TSF_t = \frac{|ME_t|}{MAD_{t-1}},$$



AID-nummer:	Datum:
AID-number:	Date:
Kurskod:	Provkod:
Course code:	Exam code:

Blad nr:
Page no:

Bilaga II: MRP-tabeller

Artikelnr:	Beskrivning:	Huvudplan							
Ledtid:	Säkerhetslager:								
Orderkvantitet:									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Prognos									
Kundorder									
Planerad lagerutveckling									
Möjligt att lova									
Huvudplan (Färdig)									
Huvudplan (Start)									

Artikelnr:	Beskrivning:	MRP							
Ledtid:	Säkerhetslager:								
Orderkvantitet:									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov									
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser									
Nettobehov									
Partiformning									
Planerade order färdiga									
Planerad lagerutveckling									
Planerade orderutsläpp									

Artikelnr:	Beskrivning:	MRP							
Ledtid:	Säkerhetslager:								
Orderkvantitet:									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov									
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser									
Nettobehov									
Partiformning									
Planerade order färdiga									
Planerad lagerutveckling									
Planerade orderutsläpp									

Artikelnr:	Beskrivning:	MRP							
Ledtid:	Säkerhetslager:								
Orderkvantitet:									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov									
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser									
Nettobehov									
Partiformning									
Planerade order färdiga									
Planerad lagerutveckling									
Planerade orderutsläpp									

Lösningar

Uppgift 1 Se kurslitteraturen och föreläsningmaterial

Uppgift 2 Se kurslitteraturen och föreläsningmaterial

Uppgift 3

a)

L1: Från råvaruförrådet hämtas Q material för bearbetning i M1. Produkterna lagras framför M1 i lager L1. L1 minskar i takten p_1 .

L2: Produkterna bearbetas och placeras i ett lager (L2) direkt efter bearbetning i M1. När $Q/2$ produkter är färdiga i M1 flyttas dessa över till ett lager (L3) framför M2 där bearbetning genast påbörjas. Efter att resterande $Q/2$ har blivit klara i M1 placeras även de i L3. L2 ökar i takten p_1 tills L2 når $Q/2$ då flyttas de över till L3.

L3: $Q/2$ produkter flyttas över från L2 till L3. Sedan minskar L3 i takt p_2 och då $p_2 > p_1$ kommer det bli tomt i L3 en period motsvarande skillnaden i produktionstakt mellan p_1 och p_2 . Därefter kommer $Q/2$ från L2 igen.

L4: Efter bearbetning i M2 placeras produkterna i ett lager (L4). L4 ökar i takten p_2 men då $p_2 > p_1$ blir det ingen ökning i en period motsvarande skillnaden mellan p_1 och p_2 , detta motsvaras av plattån i grafen. Därefter ökar L4 i takten p_2 igen.

FVL: Hela Q transporteras från L4 till färdigvarulagret så fort bearbetningen i M2 är avslutad. I färdigvarulagret sker kontinuerliga uttag, vilket gör att FVL minskar i takten D .

b)

Lager	Tid i lager
L1	$\frac{Q}{P_1}$
L2	$\frac{Q}{P_1}$
L3	$\frac{Q}{P_2}$
L4	$\frac{Q(P_1 + P_2)}{2P_1P_2}$
FVL	$\frac{Q}{D}$

Uppgift 4a

Artikelnr: <i>Diamant</i>		Beskrivning:							Huvudplan
Leditid: <i>1v</i>		Säkerhetslager: <i>20</i>							
Orderkvantitet: <i>LFL</i>									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Prognos		20	40	50	50	45	35	40	30
Kundorder									
Planerad lagerutveckling	42	22	20	20	20	20	20	20	20
Möjligt att lova									
Huvudplan (Färdig)			38	50	50	45	35	40	30
Huvudplan (Start)		38	50	50	45	35	40	30	

Artikelnr: <i>A</i>		Beskrivning:							MRP
Leditid: <i>2v</i>		Säkerhetslager: <i>30</i>							
Orderkvantitet: <i>POQ=2v</i>									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov		76	100	100	90	70	80	60	
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser	210	134	34	-66	-156	-226	-306	-366	-366
Nettobehov				96	90	70	80	60	
Partiformning				186		150		60	
Planerade order färdiga				186		150		60	
Planerad lagerutveckling	210	134	34	120	30	110	30	30	
Planerade orderutsläpp		186		150		60			

Artikelnr: <i>B</i>		Beskrivning:							MRP
Leditid: <i>1v</i>		Säkerhetslager: <i>20</i>							
Orderkvantitet: <i>FOQ=20</i>									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov		76	100	100	90	70	80	60	
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser	98	22	-78	-178	-268	-338	-418	-478	-478
Nettobehov			98	100	90	70	80	60	
Partiformning			100	100	100	60	80	60	
Planerade order färdiga			100	100	100	60	80	60	
Planerad lagerutveckling	98	22	22	22	32	22	22	22	22
Planerade orderutsläpp		100	100	100	60	80	60		

Artikelnr: <i>C</i>		Beskrivning:							MRP
Leditid: <i>2v</i>		Säkerhetslager: <i>50</i>							
Orderkvantitet: <i>EOQ=160</i>									
Vecka		1	2	3	4	5	6	7	8
Bruttobehov		100	100	100	60	80	60		
Förv. inlev. av släppta order									
Lager mht förv. inleveranser	260	160	60	-40	-100	-180	-240	-240	-240
Nettobehov				90	60	80	60		
Partiformning				160		160			
Planerade order färdiga				160		160			
Planerad lagerutveckling	206	160	60	120	60	140	80	80	80
Planerade orderutsläpp		160		160					

5b

$D=(20, 23, 32, 30, 28, 28)$

$K = 620$ kr

$H = 11$ kr per enhet och vecka

W&W:

Ingående lager räcker till period 1, börja i period 2

D	20	23	32	30	28	28
	1	2	3	4	5	6
1						
2		620	972			
3			1240	1570	2186	
4				1592	1900	2516
5					2190	2498
6						2520
Min kostnad:		620	972	1540	1900	2468
Svar:	Veckor:	1	2		2	
	Enheter:	22	62		56	

Ingående lager i period 1 är tillräckligt för att tillgodose efterfrågan för period 1. För period 2 räcker inte ingående lager, utan beställning måste göras för 22 enheter.

Totalkostnad är 2498 kr.

Beställ enligt: $Q = \{0, 22, 62, 0, 56, 0\}$

C Silver & Meal lösningen kan ibland finnas i Wagner Whitin tabellen men inte alltid. Detta beror på att samtliga lösningar inte finns med i tabellen. Då vi i varje steg väljer billigaste i kolumnen innan medför detta att enbart vissa bra lösningar kan hittas i tabellen.

Uppgift 5 (svaren kan variera något beroende på avrundning)

*Prognos: $D=N*S+T+e$*

<i>Tid</i>	<i>Kvartal</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>2013</i>		80	105	125	99
<i>2014</i>		105	126	148	138
<i>2015</i>		135	149	175	174

Trend

Medel 2014: 102,25

Medel 2015: 129,25

Medel 2016: 158,25

Tförsta (2014-2015) 6,75

Tandra (2015-2016) 7,25

Tmedel 7

RENSA FÖR TREND!

TRENDRENSAT

<i>Tid</i>	<i>Kvartal</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>2014</i>		80	98	111	78
<i>2015</i>		77	91	106	89

2016	79	86	105	97
Totalt	236	275	322	264

Nivå, a (medelvärde trendrensad) **91,42**

Säsongpåverkan
(värde/medel)

Kvartal	1	2	3	4
2014	0,88	1,07	1,21	0,85
2015	0,84	1,0	1,16	0,97
2016	0,86	0,94	1,15	1,06

Vänt säsongsexponent
(medel

säsongspåverkan) **0,86** **1,0** **1,17** **0,96**

Gulmarkerat
behöver ej göras!

Rensa för säsong

Tid	Kvartal	1	2	3	4
2014		90,02	98	94,87	81,25
2015		89,53	91	90,60	92,71
2016		91,86	86	89,74	101,04

Räkna fram fel

Tid	Kvartal	1	2	3	4
2014		-1,4	6,58	3,42	-10,17
2015		-1,89	-0,42	-0,82	1,29
2016		0,44	-5,42	-1,68	9,62

Medelvärde felet **-0,45, kan utesluta e.**

Prognos med trend: $D=N*S+T+e$

Tid	Kvartal	1	2	3	4
2017		162,62	182,42	204,96	192,76

Svar: Prognos för efterfrågan 2017

Kvartal 1: 163 st

Kvartal 2: 182 st

Kvartal 3: 205 st

Kvartal 4: 193 st

Uppgift 6

a) Johnson's algorithm (2p):

Alternativ 1 - Steg 1:

Art	A	B
A	4	5
B	6	7

Steg 2:

Art	A	B
B	6	7
C	4	8

C	4	8
D	9	8
E	11	12
F	10	7

D	9	8
E	11	12
F	10	7

Sekvens A läggs först

Sekvens C fylls på från vänster

Steg 3:

Art	A	B
B	6	7
D	9	8
E	11	12
F	10	7

Sekvens B fylls på från vänster

Steg 4:

Art	A	B
D	9	8
E	11	12
F	10	7

Sekvens F fylls på från höger

Steg 4:

Art	A	B
D	9	8
E	11	12

Sekvens D fylls på från höger

Art	A	B
E	11	12

Sekvens E fylls på från vänster

Lösning alternativ 1: Sekvens: A - C - B - E - D - F

Lösning alternativ 2: Sekvens: C - A - B - E - D - F

b) -

c)

CR (2p):

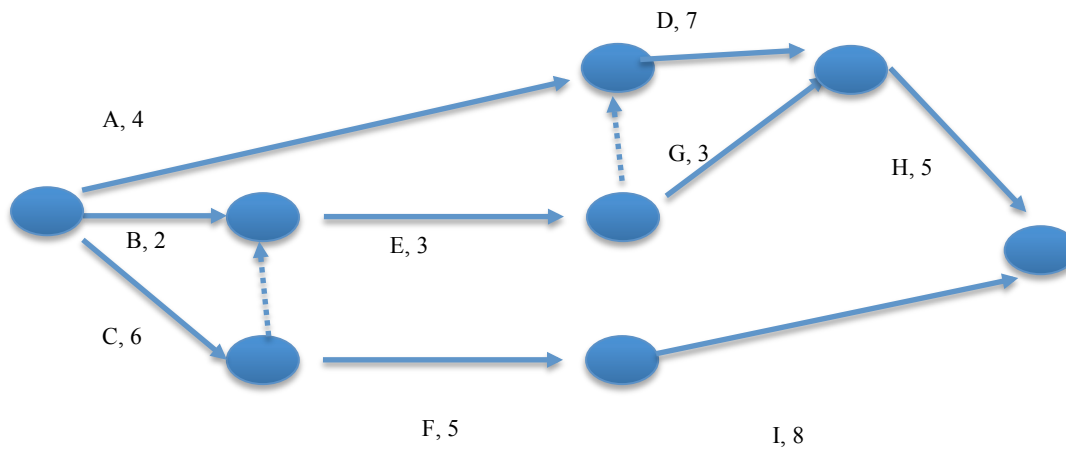
Art	A	B	Lev.	CR
A	4	5	6	$6 / (4 + 5) = 0,67$
B	6	7	11	$11 / (6 + 7) = 0,85$
C	4	8	7	$7 / (4 + 8) = 0,58$
D	9	8	21	$21 / (9 + 8) = 1,24$
E	11	12	15	$15 / (11 + 12) = 0,65$
F	10	7	12	$12 / (10 + 7) = 0,71$

Sekvens enligt lägst CR: C - E - A - F - B - D

Uppgift 7

a) 1p

Aktivitetsnätverk enligt AoA:



b) 3p

Operation	Efterföljande operation	Positionsvikt w_i	Rank
A	D, H	16	4
B	D, E, G, H	20	2
C	D, E, F, G, H, I	37	1
D	H	12	6
E	D, G, H	18	3
F	I	13	5
G	H	8	7
H	-	5	8
I	-	8	7

Önskad cykeltid erhålls ur efterfrågan:

$$D = 12\,000 \text{ st} / \text{år} = \frac{12\,000}{300 \cdot 8} = 5 \frac{\text{st}}{\text{h}} \Rightarrow C = \frac{1}{P} = 12 \text{ min}$$

POS:

Station	Möjliga operationer	Vald operation	Operationstid	Ack. Operationstid	Kvarvarande stationstid
1	A, B, C	C	6	6	6
	A, B, F	B	2	8	4
	A, E, F	E	3	11	1
2	A, F, G	A	4	4	8
	D, F, G	F	5	9	3
	D, G, I	G	3	12	0
3	D, I	D	7	7	5
	H, I	H	5	12	0
4	I	I	8	8	4

$$d = \frac{n \cdot c - \sum t_i}{n \cdot c} = \frac{4 \cdot 12 - 43}{4 \cdot 12} \approx 10,42\%$$

c) 3p

$$T_n = T_1 \cdot n^b, b = \frac{\ln r}{\ln 2}$$

$T_n = 4 = 5 \cdot 12 \cdot 001^{\frac{\ln r}{\ln 2}} \Rightarrow$ Lös ut $r \approx 0,98$, dvs en 98%-ig inlärningskurva. Inlärningskurvan för operation H kommer inte att påverka utformningen av linan överhuvudtaget. En minskning av operationstiden för H med 1 minut kommer enbart innebära att "Tid kvar" i station 4 kommer att öka. Balanseringsförlusten kommer därmed att öka:

$$d = \frac{n \cdot c - \sum t_i}{n \cdot c} = \frac{4 \cdot 12 - 42}{4 \cdot 12} = 12,5\%$$

d) 2p

LOF:

Station	Möjliga operationer	Vald operation	Operationstid	Ack. Operationstid	Kvarvarande stationstid
1	A, B, C	C	6	6	6
	A, B, F	F	5	11	1
2	A, B, I	I	8	8	4
	A, B	A	4	12	0
3	B	B	2	2	10
	E	E	3	5	7
	D, G	D	7	12	0
4	G	G	3	3	9
	H	H	4	7	5

$$d = \frac{n \cdot c - \sum t_i}{n \cdot c} = \frac{4 \cdot 12 - 42}{4 \cdot 12} = 12,5\%$$

Linan kommer inte att förbättras då det fortfarande krävs 4 stationer.

e) Teoretisk cykeltid: (1p)

$$\max t_i \leq c \leq \sum_i t_i$$

Där t_i är operationstiden för respektive aktivitet i och c är cykeltiden.