

TESTeksamen i

SCM200 Lager- og produksjonsstyring

Versjon 03

Eksamensdag	: mai 2019
Tid	: 09:00 – 14:00 (5 timer)
Faglærer/telefonnummer	: Molde og Kristiansund: Bård-Inge Pettersen / 477 11 886
Hjelpemidler	: Alle trykte og skrevne hjelpemidler + kalkulator som kan inneholde data
Antall sider inkl. forsiden	: 13
Målform	: Norsk (bokmål)

Noen generelle råd:

- **Skriv rett inn. Ikke bruk så mye tid på kladding.**
- **Det er totalt 4 oppgaver.**

Skretting er en norsk bedrift som produserer fiskefôr.

Skretting har 300 ansatte fordelt på tre lokaliteter: Stavanger, Averøy og Stokmarksnes. Totalt produserer fabrikkene ca. 540 000 tonn fiskefôr i året. Fabrikken på Averøy, ligger ved Kristiansund ut mot kysten, er den største fabrikken med kapasitet på ca. 425 00 tonn i året.

For oppgavene i denne eksamenen må dere bruke følgende informasjon:

1) Produkter

- Skretting leverer fiskefôr til følgende fiskearter:
 - laks
 - regnbueørret
 - torsk
 - kveite
 - røye
 - rognkjeks
 - leppefisk
- For hver fiskeart leveres forskjellige produkter etter funksjon eller stadi i livssyklusen. Laks har for eksempel følgende subkategorier:
 - helse
 - stamfisk
 - settefisk
 - overgang
 - matfisk
 - medisin
- Noen av artene får også vinterfôr tilpasset ved lave temperaturer.



Figur 1: Skretting sin fabrikk på Averøy.

2) Etterspørsel:

- Skretting har en høysesong om sommeren og en tilsvarende lavsesong om vinteren. Dette kommer av at fiskene spiser opp mot dobbelt så mye ved høye temperaturer enn lave.
- Noen av produktene leveres til flere fiskearter og har dermed en aggregert etterspørsel.

3) Produksjon

- Fabrikkene har flere produksjonslinjer som produserer fiskefôr parallelt.
- Produktene produseres i serier hvor det forekommer relativt høye omstillingskostnader.
- Fabrikkene har en begrenset produksjonskapasitet de må forholde seg til, spesielt om sommeren (høysesong).

4) Lager

- Produktene lagres i store tanker, se figur 2.
- Skretting opererer med sikkerhetslager.
- Servicegraden på lageret er 95%.



Figur 2: Lagertanker.

Oppgave 1: (prognostisering, 25 %)

Fiskefôret ”*SHIELD*” har som hensikt å redusere antall lakselus, se figur 3.
Produktet er kun beregnet for laks. Forsøk viser at:

”laks som får SHIELD, får opptil 20% mindre lusepåslag”

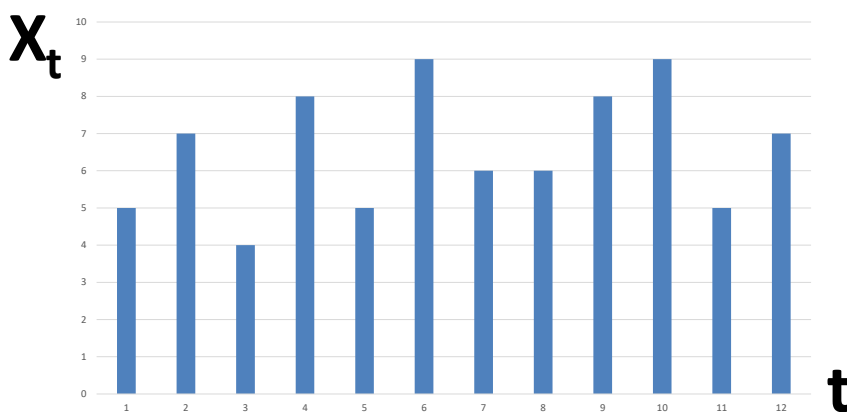


Figur 3: Shield.

Tabell 1 viser månedslige salg X_t for SHIELD ved fabrikken på Averøy for 2018 i antall tonn.

Måned ($t = 1, \dots, 12$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Salg X_t	5	7	4	8	5	9	6	6	8	9	5	7

Tabell 1: Salg X_t (antall tonn).



Figur 4: Salg X_t (antall tonn).

- a) 5% Planleggerne ved fabrikkene har bestemt seg for å bruke metoden eksponentiell glatting med glattingsparameter $\theta = 0.7$ som prognosemetode, dvs. $ES(\theta = 0.7)$.

Argumenter kort hvorvidt de bør bruke denne metoden eller ikke.

I tabell 2 har vi allerede regnet ut de historiske prognosene F_t for X_t for de 9 første månedene.

Måned ($t = 1, \dots, 12$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prognoser F_t	-	5	5.6	5.12	5.98	5.69	6.68	6.48	6.33	?	?	?

Tabell 2: Prognoser F_t .

- b) 10% Regn ut de historiske prognosene F_{10} , F_{11} og F_{12} for X_t . Avrund til 2 desimaler.



Figur 5: Fabrikkene på Averøya.

I tabell 3 har vi allerede regnet ut feilen $E_t = X_t - F_t$ for X_t for de 9 første månedene.

Måned ($t = 1, \dots, 12$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Feil E_t	-	2	-1.6	2.88	-0.98	3.31	-0.68	-0.48	1.67	?	?	?

Tabell 3: Feilen E_t .

c) 10% Regn ut måltallet MAD.

Forklar kort med ord hva MAD måler.



Oppgave 2: (aggregert planlegging, 25 %)

På grunn av sesongavhengigheten i salget av fiskefôr, ønsker ledelsen i Skretting at det lages **aggregerte planer** for 2019 for fabrikkene på Averøy. Hensikten med planene er å sikre seg at kapasitet, lager og kostnader balanseres på best mulig måte gjennom året.

For å fange opp sommersesongen korrekt, har de splittet opp året i **3 perioder** hvor hver periode utgjør 4 måneder.

I tillegg har de slått sammen etterspørselen i familier av nært relaterte produkter basert på *type* fisk. Anta de har totalt 7 familier:

- laks
- regnbueørret
- rognkjeks
- kveite
- leppefisk
- torsk
- røye

Tabell 4 oppsummerer den aggregerte etterspørselen for 2019.

Periode ($t = 1, \dots, 3$)	1	2	3
laks $i = 1$	85	110	90
ørret $i = 2$	20	35	25
rognkjeks $i = 3$	3	4	5
kveite $i = 4$	2	5	3
leppefisk $i = 5$	3	6	4
torsk $i = 6$	4	7	3
røye $i = 7$	1	3	2

Tabell 4: Aggregert etterspørsel (antall 1000 tonn).

Lagerkostnaden er satt til 200 000 NOK per 1000 tonn per periode per familie.

På grunn av kvalitetsforskjeller har familiene forskjellige bearbeidingstider.

Anta videre at fabrikken har to produksjonslinjer og at begge linjene kan produsere alle produktene. Anta at den ene linjen er mer effektiv enn den andre, dvs at bearbeidingstidene er forskjellige avhengige av hvilken linje det produseres på. Tabell 5 oppsummerer dataene. Startlager per familie er også inkludert i tabellen. Anta alle sluttlagre er null.

Familie	laks	ørret	rognkjeks	kveite	leppefisk	torsk	røye
Bearb. linje 1 (timer)	14	12	13	10	14	15	12
Bearb. linje 2 (timer)	18	14	15	13	17	20	15
Startlager (1000 tonn)	15	8	2	1	1	0.8	0.1

Tabell 5: Bearbeidingstid for å produsere 1000 tonn av en familie og startlager per familie.

Anta hver produksjonslinje har effektiv kapasitet på totalt 560 timer per periode.

Siden fabrikken ikke har nok kapasitet til å produsere all etterspørsel, åpnes det opp for utvidet antall produksjonstimer ved hjelp av overtid. Anta at maksimalt antall ekstra produksjonstimer per produksjonslinje per periode er 240 timer og at hver ekstra produksjonstime koster 5 000 NOK på linje 1 og 3 500 NOK på linje 2. ¹

¹Dette er ekstrakostnaden som følge av at produksjonen foregår på overtid for ansatte og maskiner.

- a) 5% Definer alle dataene i modellen.
- b) 7.5% Definer alle variablene i modellen.²
- c) 5% Beskriv målfunksjonen i modellen.
- d) 7.5% Beskriv alle føringene i modellen.³



²Dette er en vanskelig oppgave (A-oppgave).

³Dette er en vanskelig oppgave (A-oppgave).

Oppgave 3: (EOQ, 25 %)

Vi skal i denne oppgaven fortsette analysen vår for produktet ”Floraqpharma vet.” som er reseptbelagt medisinfor til laks.

Produksjonsplanleggerne har bestemt seg for å benytte *EOQ*-formelen for å bestemme seriestørrelsen til produktet, siden produktet viser relativt stabilt salg.

Anta vi har oppgitt følgende data for produktet:

D	$=$	600	gjennomsnittlig antall tonn solgt per år	(1)
σ	$=$	120	årlig standardavvik for salget	(2)
H	$=$	150	lagerkostnad i NOK per tonn per år	(3)
S	$=$	2000	omstillingskostnader i NOK per serie	(4)
L	$=$	2	ledetid i produksjonen i antall uker	(5)
Z_{99}	$=$	2.33	sikkerhetsfaktoren for 99% servicegrad	(6)



Figur 6: Floraqpharma vet.

- a) 5% Regn ut optimal seriestørrelse X^* for produktet. Avrund svaret til 2 desimaler.

Regn ut totale lager- og omstillingskostnader per år.
Avrund svaret til hele 1000 NOK.

- b) 5% Regn ut omløpstiden O .

Skriv svaret i antall uker avrundet til 1 desimal.

- c) 5% Regn ut sikkerhetslageret som gir en servicegrad på 99 %.

Hvor mye koster sikkerhetslageret per år?
Avrund svaret til hele 1000 NOK.

- d) 5% Regn ut bestillingspunktet R_{99} med 99 % servicegrad.

- e) 5% Diskuter kort hvilke økonomiske konsekvenser det får dersom Skretting bestemmer seg for å redusere sikkerhetsgraden fra 99 % til 95 %. ⁴ ⁵



⁴ Nevn minst 3 økonomiske størrelser som påvirkes.

⁵ Anta at sikkerhetsfaktoren for servicegrad 95 % er $Z_{95} = 1.64$.

Oppgave 4: (Wagner - Whitin, 25 %)

Vi skal i denne oppgaven skal vi lage en 4 ukers rullerende master produksjonsplan for produktet ”*Express polar*”, som er et vekstfôr for laks ved temperaturer under 8 grader.

Etterspørselen varierer kraftig fra uke til uke på grunn av flere faktorer som temperatur, tilgjengelighet ved båter etc. Etterspørselen de neste 4 ukene er gitt i tabell 6.

På grunn av fleksibiliteten ved produksjonslinjene, antar vi at kapasiteten ikke er et problem ila. av en uke.

Uke ($t = 1, \dots, 4$)	1	2	3	4
Etterspørsel	60	90	40	10

Tabell 6: Etterspørselen for Express polar i antall tonn.



Figur 7: Express polar.

Anta vi har oppgitt følgende data:

$$H = 30 \quad \text{lagerkostnad per tonn per uke} \quad (7)$$

$$S = 3000 \quad \text{omstillingskostnader i NOK per serie} \quad (8)$$

$$I_0 = 10 \quad \text{startlager ved inngangen av 2019} \quad (9)$$

$$I_4 = 20 \quad \text{sluttlager ved utgangen av 2019} \quad (10)$$

All etterspørsel skal oppfylles.

Målet er å bestemme produksjonsplanen som minimerer totale lager- og omstillingskostnader i henhold til Wagner-Withins modell.⁶

a) 15% Finn minimale lager- og omstillingskostnader ved hjelp av Wagner-Withins algoritme.

b) 5% Finn optimal produksjonsplan, dvs. for hver periode $t = 1, \dots, 4$, bestem følgende:

- Hvorvidt produksjon finner sted (Y_t -variablene)?
- Hvor mye produseres (X_t -variablene)?
- Hvor mye overlages til neste periode (I_t -variablene)?

c) 5% Dersom en inkluderer produksjonskapasiteten i modellen, vil Wagner-Withins algoritme da garantere optimal løsning?

Begrunn svaret kort.



⁶Påpek eventuell bruk av *horisontteoremet*.