



Høgskolen i Molde

Vitenskapelig høgskole i logistikk

7. Integrasjon

Øving 20: Løsning

“MAT100 Matematikk”, 2019

versjon 01

- Utlevering:
 - Onsdag 6. nov. kl. 12:15.
 - Skriv ut oppgavene på papir, i farger, og ta med på øvingsdagen.
- Innlevering:
 - Individuelle oppgaver: senest kl. 14:00 torsdag 07. nov.
 - Gruppeoppgaver: senest kl. 16:00 torsdag 07. nov.
- **FORarbeid:**
 - Se videoene for uke 10
 - Se intro-video for øving 10
 - Les kompendiet.
 - Les gjennom øvingoppgave 10
- **ETTERarbeid:**
 - Gå gjennom løsning 20 som legges ut torsdag 07. okt. kl. 16:15.
 - Regn gjennom øving 20 **på nytt** før søndag 10. nov. kl. 23:59.
- 1. time og 2. time (torsdag 07. nov. kl. 12:15 - 14:00)
 - Individuell oppgaveregning.
 - Faglærer og hjelpelærer er tilstede og veileder.
- 3. og 4. time (torsdag 07. nov. kl. 14:30 - 16:00)
 - Inndeling i grupper (ca. 4-6 studenter) hvor oppgavene løses i fellesskap.
 - Faglærer og hjelpelærer er tilstede og veileder gruppene.

Individuelle oppgaver

7.1 Anti-derivert og fundamentalsetningen for integrasjon

Setning 7.1.1 — fundamentalsetningen for integral

Anta at $f(x)$ er en kontinuerlig funksjon. Da er:

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a) \quad (7.1)$$

hvor

$$\frac{dF(x)}{dx} = f(x) \quad (7.2)$$

altså $F(x)$ = **anti**deriverte av $f(x)$.

 Husk at:

$$\int_a^b f(x) dx \quad (7.3)$$

beregner **arealet** under grafen til funksjonen $f(x)$ i intervallet $[a, b]$ forutsatt at $f(x) \geq 0$.

Dersom $f(x)$ er både over og under x -aksen, så vil integralet i lign.(7.3) regne ut **differansen** av arealet over x -aksen og arealet under x -aksen.

Problem 7.1 — Areal under grafen , SCM200 Lager- og produksjonsstyring

Hustadmarmor AS er en stor produksjonsfabrikk i Elnesvågen i Fræna kommune. Bedriften produserer og leverer “*slurry*”. Slurry er en flytende hvit væske produsert fra kalkstein og marmor som brukes i fyllmasseindustrien over hele verden, blant annet i papir og tannkrem, se figur 7.1.

Slurry lagres i tanker, se figur 7.1. I kompendiet fant vi at den totale lagerkostnaden ved å ha slurry på lager i T timer, er gitt ved:

$$K(T) = \int_0^T c(t) dt \quad (7.4)$$

hvor

$$c(t) = hi(t) = \text{lagerkostnad per time \AA ha slurry p\AA lager i tanken} \quad (7.5)$$

og

$$h = \text{lagerkostnad i NOK per tonn per time} \quad (7.6)$$

$$i(t) = \text{antall tonn slurry p\AA lager i tanken ved tiden } t \text{ (“inventory”)} \quad (7.7)$$



Figur 7.1: Tank.

Anta at lagernivået kan beskrives av følgende ligning:

$$i(t) = (a - D)t + i_0 \quad (7.8)$$

hvor

$$a = \text{produksjonshastighet, dvs. antall tonn slurry produsert per time} \quad (7.9)$$

$$D = \text{etterspørsel av slurry, i antall tonn per time} \quad (7.10)$$

$$i_0 = \text{lagernivået ved tiden } t = 0 \text{ (i tonn slurry)} \quad (7.11)$$

- a) Vis at den totale lagerkostnaden $K(T)$ av å ha slurry på lager i T timer, er gitt ved: ¹

$$K(T) = h(a - D)\frac{1}{2}T^2 + hi_0T \quad (7.12)$$

Tips: Start med lign.(7.4).



Figur 7.2: Hustadmarmor med tankene på rekke og rad.

¹Man kan faktorisere lign.(7.12), men det har ingen stor hensikt her.

Løsning:

Setter lagernivået $i(t) = (a - D)t + i_0$ inn i $K(T)$:

$$\underline{\underline{K(T)}} = \int_0^T \overbrace{hi(t)}^{= c(t)} dt \quad (7.13)$$

$$= h \int_0^T ((a - D)t + i_0) dt \quad (7.14)$$

$$= h(a - D) \int_0^T t dt + hi_0 \int_0^T 1 dt \quad (7.15)$$

$$= h(a - D) \int_0^T t dt + hi_0 \int_0^T 1 dt \quad (7.16)$$

$$= h(a - D) \left(\frac{1}{2}T^2 - \frac{1}{2}0^2 \right) + hi_0 (T - 0) \quad (7.17)$$

$$= h(a - D) \frac{1}{2}T^2 + hi_0 T \quad , \quad \text{q.e.d.} \quad (7.18)$$

fordi

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2}t^2 \right) = t \quad (7.19)$$

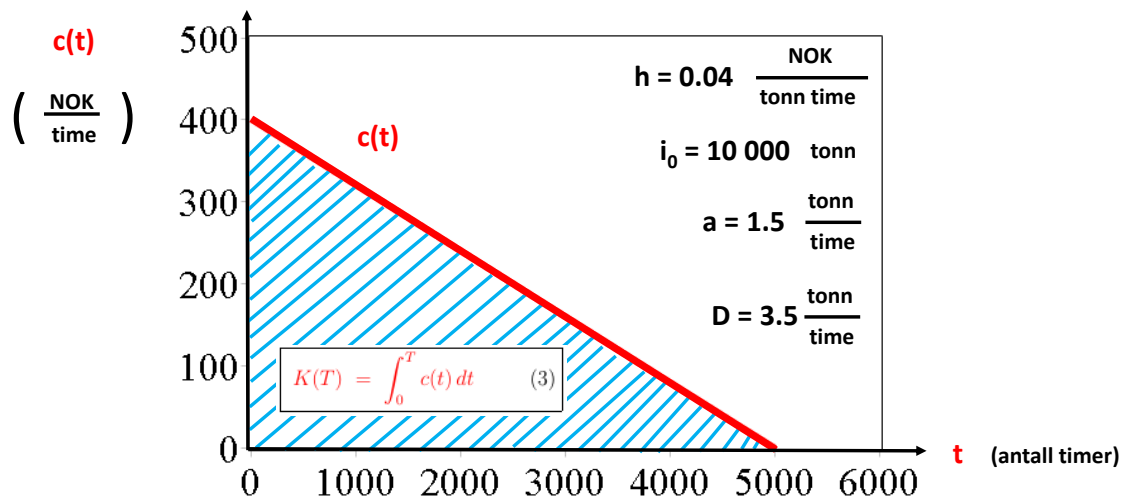
og

$$\frac{d}{dt} (t) = 1 \quad (7.20)$$

Anta videre at:

$$a = 1.5 \frac{\text{tonn}}{\text{time}}, \quad D = 3.5 \frac{\text{tonn}}{\text{time}}, \quad i_0 = 10000 \text{ tonn}, \quad h = 0.04 \frac{\text{NOK}}{\text{tonn time}} \quad (7.21)$$

Da kan vi plote lagerkostnaden per time $c(t) = hi(t)$ for $t \in [0..5000]$:



Figur 7.3: Lagerkostnad per time $c(t)$.

Tanken er tom når $i(T_0) = 0$.

Ved å bruke lign.(7.8), løse med hensyn på T_0 og sett inn tallene i lign.(7.21) så får vi:

$$T_0 = -\frac{i_0}{a-D} \quad (7.22)$$

$$= -\frac{10000}{1.5-3.5} \text{ timer} \quad (7.23)$$

$$= 5000 \text{ timer} \quad (7.24)$$

som er sammenfallende med nullpunktet til $c(t) = hi(t)$, se figur 7.3.

De totale lagerkostnadene som påløper frem til tanken er tom, dvs. som påløper etter $T_0 = 5000$ timer, er det blå arealet som vist i figur 7.3.

$$K(T_0) = \int_0^{T_0} c(t) dt \quad (= \text{det blå arealet som vist i figur 7.3}) \quad (7.25)$$

- b) Finn de totale lagerkostnadene $K(T_0)$ som påløper frem til tanken er tom. Oppgi svaret i antall hele NOK.²

Løsning:

Det tar $T = 5000$ timer før tanken er tom.
Bruker formelen i lign.(7.18):

$$K(5000) \stackrel{\text{lign.(7.18)}}{=} h(a - D) \frac{1}{2} T^2 + h i_0 T \quad (7.26)$$

$$= \left(0.04 \cdot (1.5 - 3.5) \frac{1}{2} 5000^2 + 0.04 \cdot 10000 \cdot 5000 \right) \text{ NOK}$$

$$= 1\,000\,000 \text{ NOK} \quad (7.27)$$

Den totale lagerkostnaden som påløper før tanken er tom er $K(5000) = 1\,000\,000$ NOK.

²En del av poenget her er å bruke resultat fra den tidligere deloppgaven, dvs. bruke resultatet fra oppgave 3a.

- c) Som nevnt i lign.(7.30), lagerkostnaden $K(T_0)$ er arealet under grafen i figur 7.3. Bruk geometri til å regne ut $K(T_0)$.³

Stemmer dette svaret med oppgave **3b**?



Figur 7.4: Stor lagerkapasitet er viktig for Hustadmarmor.

Løsning:

Den totale lagerkostnaden $K(T_0)$ kan regnes ut via geometri:

$$\underline{K(T_0)} = \int_0^{T_0} c(t) dt \quad (7.29)$$

$$= \text{det blå arealet som vist i figuren i oppgaven} \quad (7.30)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \text{bredde} \cdot \text{høyde} \quad (7.31)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 5000 \cdot 400 \text{ NOK} = \underline{1\,000\,000 \text{ NOK}} \quad (7.32)$$

som stemmer med svaret i oppgave **3b**, dvs. stemmer med lign.(7.27).

³Husk at arealet av en rettvinklet trekant er:

$$\text{areal} = \frac{1}{2} \cdot \text{bredde} \cdot \text{høyde} \quad (7.28)$$

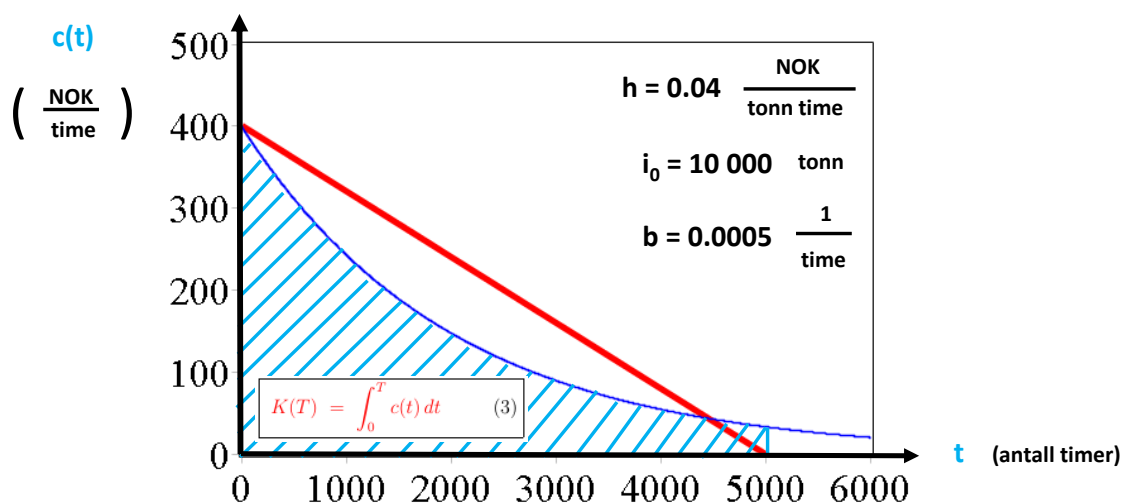
Istedet for den lineære modellen i lign.(7.8), la oss nå heller anta at lagernivået i tanken sfa. tiden t kan beskrives av følgende ligning:

$$i(t) = i_0 e^{-bt} \quad (7.33)$$

hvor ⁴

$$b = 0.0005 \frac{1}{\text{time}} \quad (7.34)$$

Da kan vi igjen plotte lagerkostnaden per time $c(t) = hi(t)$ for $t \in [0..6000]$:



Figur 7.5: Lagerkostnad per time $c(t)$.

PS:

Den røde linjen i figur 7.5 er den samme røde linjen fra figur 7.3.

⁴At konstanten b har benevnningen "1/time" er ikke noe du trenger å bry deg om i denne oppgaven.

- d) Vis nå at den totale lagerkostnaden $K(T)$ av å ha slurry på lagertanken i T timer, er gitt ved:

$$K(T) = \frac{hi_0}{b} \left(1 - e^{-bT} \right) \quad (7.35)$$

Tips: Start med lign.(7.4).

Løsning:

Setter lagernivået $i(t) = i_0 e^{-bt}$ inn i $K(T) = \int_0^T c(t) dt$:

$$K(T) = h \int_0^T i(t) dt \quad (7.36)$$

$$= h \int_0^T i_0 e^{-bt} dt \quad (7.37)$$

$$= hi_0 \int_0^T e^{-bt} dt \quad (7.38)$$

$$= hi_0 \left(-\frac{1}{b} e^{-bT} - \left(-\frac{1}{b} e^{-b \cdot 0} \right) \right) \quad (7.39)$$

$$= -\frac{hi_0}{b} \left(e^{-bT} - 1 \right) \quad (7.40)$$

$$= \frac{hi_0}{b} \left(1 - e^{-bT} \right) \quad , \quad \text{q.e.d.} \quad (7.41)$$

fordi

$$\frac{d}{dt} \left(e^{-bt} \right) = -\frac{1}{b} e^{-bt} \quad (7.42)$$

- e) Finn de totale lagerkostnadene $K(T_0)$ som påløper etter $T_0 = 5000$ timer. Oppgi svaret i antall hele NOK.⁵

Løsning:

Det tar $T = 5000$ timer før tanken er tom.
Bruker formelen i lign.(7.41):

$$K(5000) \stackrel{\text{lign.(7.41)}}{=} \frac{hi_0}{b} \left(1 - e^{-bT} \right) \quad (7.43)$$

$$= \frac{0.04 \cdot 10\,000}{0.0005} \left(1 - e^{-0.005 \cdot 5000} \right) \text{ NOK} \quad (7.44)$$

$$= 734\,332 \text{ NOK} \quad (7.45)$$

Den totale lagerkostanden som påløper etter $T_0 = 5000$ timer er $K(5000) = 734\,332$ NOK,

Kommentar:⁶

At denne lagerkostanden er mindre enn lagerkostanden i oppgave b) ser vi direkte fra figuren i oppgaven siden arealet under grafen mindre enn den lineære kostnadsfunksjonen.

■

⁵Her er noe du kan tenke meg uten at du behøver å svare på det i innleveringen: Forventer du en større eller mindre kostnad sammenlignet med svaret i oppgave 3b? Ta en titt på figur 7.5.

⁶Dette er bare en ekstrakommentar som man ikke behøver å ha med på innleveringen.

Gruppeoppgave

Problem 7.2 — Dimensjonering av ambulanser - sannsynlighetsregning

Vi skal i denne oppgaven hjelpe Helse Midt-Norge med å dimensjonere ambulanseflåten sin. Spesifikt ser vi på kommunen Aukra utenfor Molde, som per i dag har kun én ambulansestasjon.

Anta at stasjonen ved Aukra hadde kun **en** operativ ambulanse i 2017.

Ved akutt hjertestans er den desidert viktigste faktoren for å overleve hvor raskt ambulansen kommer til vedkommende.⁷ Tiden fra man registrerer en akutt hjertestans til en ambulanse har kommet til stedet, kalles *responstiden*.

Helse Midt-Norge beregnet for 2017 at den gjennomsnittlige responstiden for stasjonen ved Aukra var 10 minutter. Dette var høyt over gjennomsnittet i Midt-Norge generelt, som lå på 6 minutter i 2017. Et analyseteam fra Høgskolen i Molde ble derfor leid inn for å finne ut hvorfor responstiden var så høy for Aukra i 2017.

Ambulansestasjonens beliggenhet er svært sentral. Gjennomsnittlig kjøretid fra stasjonen til de ulike områdene på Aukra er faktisk bare 7 minutter. Det er da besynderlig at responstiden er hele 10 minutter, dvs. 3 minutter *mer* enn selve kjøretiden. Hva bruker ambulanspersonellet disse 3 minuttene på?

Bruk noen minutter på reflektere over hvor disse 3 ekstra minutter kommer fra.⁸



Figur 7.6: Ambulanse.

⁷Dette kommer av at jo raskere man får gitt pasienten defibrillering og primær hjertekompresjon, desto større sjanse har pasienten for å overleve. Ambulansemannskapet gjennomfører dette umiddelbart når de ankommer situasjonen.

⁸Det kommer åpenbart *ikke* av at ambulanspersonellet somler når en akuttsituasjon inntreffer. Det kommer heller ikke av at stasjonen befinner seg på en øy med fergeforbinnelse. Dersom et akuttifelle forekommer på fastlandet, sendes ambulanse fra Molde istedet.

Etter litt refleksjon over saken kommer analyseteamet frem til at årsaken kommer av at det er tilfeller hvor et **nytt akuttifelle forekommer mens ambulansen er opptatt** med et tidligere akuttifelle, dvs. det forekommer to akuttifeller med svært tett mellomrom. Responstiden faller da drastisk for det andre akuttifellet. Det er nettopp disse responstidene som utgjør de 3 ekstra minuttene i den gjennomsnittlige responstiden.



Figur 7.7: **Nytt** akuttifelle forekommer mens ambulansen er opptatt.

Dersom stasjonen nå hadde hatt **to eller flere** ambulanser, så hadde sannsynligvis responstiden blitt betraktelig bedre, siden de da kunne ha sendt ut den ledige bilen istedet. Men en ekstra bil i beredskap koster jo selvfølgelig penger, som Helse Midt-Norge har begrenset av. For at det skal være verdt investeringen, ønsker de å ha en mer analytisk tilnærming enn argumentasjonen vi har gjort så langt.

For å analysere problemstillingen nærmere, skal vi bruke *statistikk og sannsynlighetsregning* som hjelpemiddel. ⁹

⁹Denne oppgaven er ment som en liten smaksprøve på faget *MAT110 Statistikk 1* som de fleste av dere skal ha til våren 2019. Vi forventer at store deler av oppgaven kan virke litt vanskelig å forstå uten en skikkelig innføring i statistikk. Ha derfor fokus på hvordan *integrasjon* brukes i statistikk.

La oss først starte med beskrivelsen av selve problemstillingen.

I løpet av 2017 ble den gjennomsnittlige tiden fra akutttilfellet ble registrert til ambulansen hadde levert fra seg pasienten estimert til 40 minutter. Sammensetningen av de 40 minuttene var som følger: ¹⁰

- 10 minutter responstid
- 20 minutter behandlingstid
- 10 minutter retur til legekantor

Problemet med **overlappende** akutttilfeller skjer dermed hvis to påfølgende akutttilfeller skjer innen 40 minutter. Utfordringen er at tiden mellom to påfølgende akutttilfeller varierte kraftig i 2017, som hadde totalt 400 utrykninger. I gjennomsnitt hadde derfor Aukra en **akuttrate** på: ¹¹

$$\lambda = \frac{400}{365 \cdot 24 \cdot 60} \approx 0.00076 \quad (7.46)$$

hvor

$$\lambda = \underbrace{\text{antall akutttilfeller pr. minutt}}_{\text{akuttrate}} \quad (7.47)$$

Verdien $\lambda = 0.00076$ svarer til ca. 1.1 akutttilfelle pr. dag.

Vi skal nå bruke statistikk og *sannsynligheter* for å gi en analytisk tilnærming til problemet. Problemstillingen kan dermed reformuleres slik:

Problemstilling 1:

Hva er sannsynligheten for at to påfølgende akutttilfeller skjer innen 40 minutter?

¹⁰Tallet 40 minutter er viktig, men sammensetningen er med kun for forståelsen av oppgaven.

¹¹Vi måler akuttraten i antall akutttilfeller *pr. minutt* for å kunne sammenlikne med 40 minutter. Tallet 0.00076 akutttilfeller pr. minutt svarer til ca. 1.1 akutttilfeller pr. dag.

For å kunne beregne denne sannsynligheten definerer vi følgende variabel: ¹²

$$\tau_2 = \overbrace{\text{tidsrommet mellom } \underline{\text{to}} \text{ påfølgende akutttilfeller}}^{\text{antall minutter}} \quad (7.48)$$

Rent statistisk formuleres problemstilling 1 slik:

$$\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = \text{sannsynligheten for at tidsrommet } \tau_2 \text{ mellom to} \quad (7.49)$$

påfølgende akutttilfeller er **mindre enn 40 minutter**

hvor

$$\text{Prob} = \underbrace{\text{Probability}}_{\text{sannsynlighet}} \quad (7.50)$$

De 400 akutttilfellene fra 2017 viser at sannsynligheten definert i lign. (7.49) kan regnes ut ved hjelp av følgende integral:

$$\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = \int_0^{40} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau \quad (7.51)$$

¹²I statistikken kalles dette en *stokastisk variabel* og er svært sentralt i emnet *MAT110 Statistikk 1*.

a) Vis at

$$\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = 0.03 \quad (7.52)$$

ved å regne ut integralet i lign.(7.51).

Løsning:

Siden den antideriverte $\overbrace{F(\tau)}^{\text{anti}}$ av $f(\tau) = \lambda e^{-\lambda \tau}$ er:

$$F(\tau) = -e^{-\lambda \tau} \quad (7.53)$$

gir *fundamentalsetningen* for integral at:

$$\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = \int_0^{40} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau \quad (7.54)$$

$$= F(40) - F(0) \quad (7.55)$$

$$= -e^{-\lambda \cdot 40} - (-e^{-\lambda \cdot 0}) \quad (7.56)$$

$$= 1 - e^{-40\lambda} \quad (7.57)$$

$$= 1 - e^{-40 \cdot 0.00076} \quad (7.58)$$

$$\approx 0.03 \quad (7.59)$$

- b) Tolk svaret fra oppgave a), dvs. tolk lign.(7.52).¹³

Løsning:

Ligningen

$$\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = 0.03 \quad (7.60)$$

sier at:

*sannsynligheten for at to påfølgende akuttsituasjoner
inntreffer innen 40 minutter er 0.03, dvs. ved 3 av 100 akuttsituasjoner*

¹³Svaret i denne oppgaven er nesten oppgitt i lign.(7.49).

Lign. 7.52 sier at sannsynligheten for at to påfølgende akuttsituasjoner skjer innen 40 minutter er 3%, som er ganske høyt. Dersom det var 400 akuttsituasjoner i.a. 2017 ved Aukra, var det med andre ord $400 \cdot 0.03 = 12$ akuttsituasjoner hvor ambulansen var opptatt med en annen akuttsituasjon. For disse 12 uheldige sjelene, var sannsynligheten for overlevelse dessverre svært lav, siden responstiden økte drastisk for disse akuttillfellene.

Helse Midt-Norge vurderer derfor å bemanne en ekstra ambulanse slik at det er *to* operative ambulanser ved Aukra. De ønsker derfor å kunne regne ut sannsynligheten for at det inntreffer **3** akuttsituasjoner innen 40 minutter, gitt at de har to operative ambulanser. Dette gir mening, siden den tredje akuttsituasjonen da vil bli forsinket, siden begge ambulansene er opptatte med to andre tilfeller.

Målet for Helse Midt-Norge er at denne sannsynligheten blir lavere enn 0.001, dvs. mindre enn en promille.

Problemstilling 2:

*Er **sannsynligheten** for at tre påfølgende akuttillfeller skjer innen 40 minutter? mindre enn 0.001?*

For å kunne beregne denne sannsynligheten definerer vi følgende variabel:

$$\tau_3 = \overbrace{\text{tidsrommet mellom tre}}^{\text{antall minutter}} \text{ påfølgende akuttillfeller} \quad (7.61)$$

Ved hjelp av denne variabelen kan vi beskrive sannsynligheten vi er ute etter ved integralet: ¹⁴

$$\text{Prob}(\tau_3 \leq 40) = \int_0^{40} \lambda^2 \tau e^{-\lambda \tau} d\tau \quad (7.62)$$

¹⁴Bare ta integralet i lign.(7.62) for gitt. Du skal ikke vise at sannsynligheten er gitt ved dette integralet.

- c) Regn ut $\text{Prob}(\tau_3 \leq 40)$ ved å regne ut integralet i lign.(7.62).¹⁵

Løsning:

Oppgitt i oppgaven:

$$\text{Prob}(\tau_3 \leq 40) = u(40)v(40) - u(0)v(0) - \int_0^{40} u'(\tau)v(\tau) d\tau \quad (7.67)$$

hvor det også var oppgitt av:

$$u(\tau) = \lambda^2 \tau \quad (7.68)$$

$$v'(\tau) = e^{-\lambda \tau} \quad (7.69)$$

Vi deriverer $u(\tau)$ og antideriverer $v'(\tau)$:

$$u'(\tau) = \lambda^2 \quad (7.70)$$

$$v(\tau) = -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda \tau} \quad (7.71)$$

Da har vi alt vi trenger:

¹⁵For å finne antiderivert $\overbrace{F(\tau)}^{\text{anti}}$ til funksjonen $f(\tau) = \lambda^2 \tau e^{-\lambda \tau}$, kan produktregelen for derivasjon benyttes:

La

$$u(\tau) = \lambda^2 \tau \quad (7.63)$$

$$v'(\tau) = e^{-\lambda \tau} \quad (7.64)$$

slik at

$$f(\tau) = u(\tau)v'(\tau) = \lambda^2 \tau e^{-\lambda \tau} \quad (7.65)$$

Da sier produktregelen for derivasjon at: (dette kalles også ”delvis integrasjon”)

$$\text{Prob}(\tau_3 \leq 40) = \int_0^{40} \lambda^2 \tau e^{-\lambda \tau} d\tau = u(40)v(40) - u(0)v(0) - \int_0^{40} u'(\tau)v(\tau) d\tau \quad (7.66)$$

hvor du må finne $v(\tau)$ ved å antiderivere lign.(7.64) samt den deriverte $u'(\tau)$ ved å derivere lign.(7.63).

$$\text{Prob}(\tau_3 \leq 40) = \int_0^{40} \lambda^2 \tau e^{-\lambda \tau} d\tau \quad (7.72)$$

$$= u(40)v(40) - u(0)v(0) - \int_0^{40} u'(\tau)v(\tau) d\tau \quad (7.73)$$

$$= \left[\lambda^2 40 \left(-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda \cdot 40} \right) - 0 \right] - \int_0^{40} \lambda^2 \left(-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda \tau} \right) d\tau \quad (7.74)$$

$$= -40\lambda e^{-40\lambda} + \overbrace{\int_0^{40} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau}^{\text{Prob}(\tau_2 \leq 40) = 0.03} \quad (7.75)$$

$$= \text{Prob}(\tau_2 \leq 40) - 40\lambda e^{-40\lambda} \quad (7.76)$$

$$= 0.03 - 0.02950 \quad (7.77)$$

$$= 0.0005 \quad (7.78)$$

d) Tolk svaret fra oppgave c). ¹⁶

Oppnår Helse Midt-Norge målet sitt ved å bemanne en ekstra ambulanse?
Begrunn svaret kort.

Løsning:

Ligningen

$$\text{Prob}(\tau_3 \leq 40) = 0.0005 \quad (7.79)$$

sier at

*sannsynligheten for at tre påfølgende akuttsituasjoner
inntreffer innen 40 minutter er 0.0005, dvs. ved 0.5 av 1000 akuttsituasjoner*

Siden Helse Midt-Norge ønsker å redusere sannsynligheten til mindre enn 0.001,
dvs. 1 av 1000 akuttsituasjoner, har de **oppnådd målet** sitt
ved å bemanne en ekstra ambulanse.

Flere tiltak må derfor **ikke** gjennomføres.

■

¹⁶Hva er sannsynligheten for at tre påfølgende akuttsituasjoner skjer innen 40 minutter?