



NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for telematikk

Side 1 av 18
Bokmål utgave sidene 2 til 9
Nynorsk utgåve sidene 10 til 17

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Poul E. Heegaard
Tlf: 94321
Mobil: 918 97201

EKSAMEN I EMNE SIE5015 PÅLITELIGHET OG YTELSE MED SIMULERING
(PÅLITELIGHET OG YTELSE MED SIMULERING)

Onsdag 12. januar 2000
Kl. 0900 - 1300

Hjelpemidler:

B2-Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til utarbeidet liste.

Graham Britwisle: DEMOS - A system for Discrete Event Modelling on Simula.

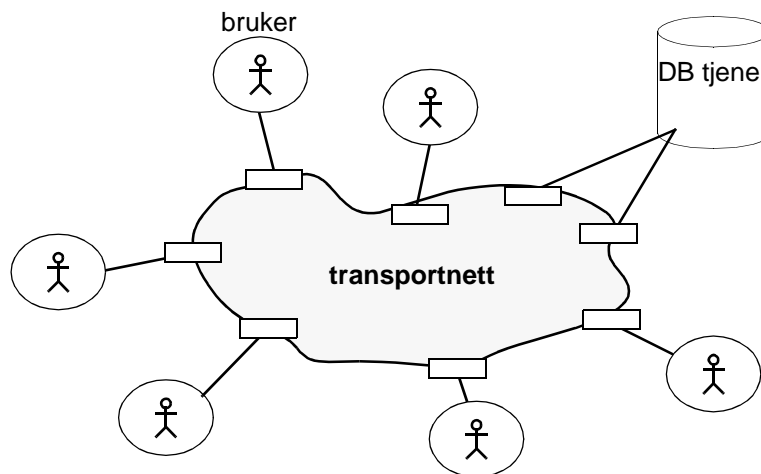
Formelsamling i fag SIE5015 Pålitelighet og ytelse med simulering pr. 1999-12-09.

NB! Errata til formelsamlingen er vedlagt på side 18.

Sensuren faller i uke 5.

Oppgavetekst på nynorsk starter på side 10. Alle fagspesifikke termer er ikke oversatt. Skulle det være ulik semantikk i oppgaveteksten på bokmål og nynorsk er det bokmål teksten som gjelder.

En database er tilgjengelig for en gruppe brukere gjennom følgende arkitektur.



Figur 1 Tjenestekvalitet ved databaseoppslag.

Brukerne kommuniserer med databasetjeneren gjennom et transportnett som overfører meldingene mellom bruker og tjenermaskinene. Kvaliteten på databasetjenesten som brukerne opplever vil være gitt av bla. tilgang på transportkapasitet, forsinkelsen gjennom nettet, tilgjengeligheten til aksesspunktene, ruterne, og databasetjeneren

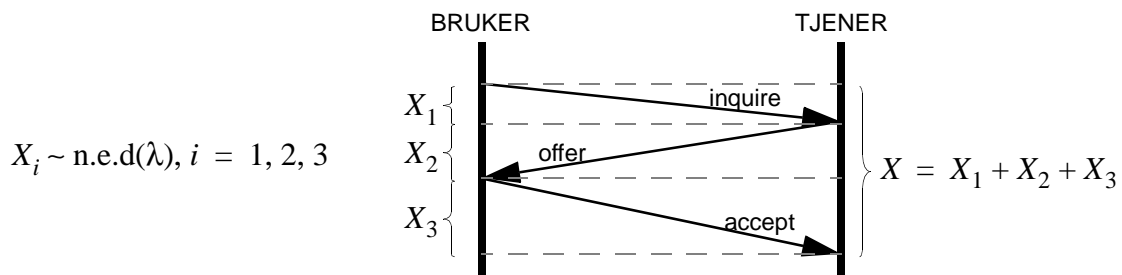
I det etterfølgende skal vi se nærmere på ulike aspekter ved kvaliteten ved denne database-tjenesten.

Oppgave 1

[Oppgaven tillegges 20% vekt.]

Nb! ved behov, benytt korrigert oversikt over fordelinger i vedlegg 1 på side 18 i stedet for tabell 1 i formelsamlingen.]

Et oppslag i databasen fører til følgende meldingsutveksling mellom bruker og database tjeneren:



Figur 2 Meldingsutveksling ved databaseoppslag.

Krav til oppslagstiden. Tiden det tar å overføre en melding fra bruker til tjenermaskin, og tilsvarende tilbake, benevnes X_i som markert på figuren over. Indeks i angir meldingens sekvensnummer innen et databaseoppslag. Alle tidene antas å være uavhengige og identisk fordelte, og fordelingen antas å være en negativ eksponensialfordeling med intensitet λ for både X_1 , X_2 og X_3 . Vi antar i denne oppgaven at det er null forsinkelse hos bruker og tjener slik at den totale tiden for et oppslag er $X = X_1 + X_2 + X_3$.

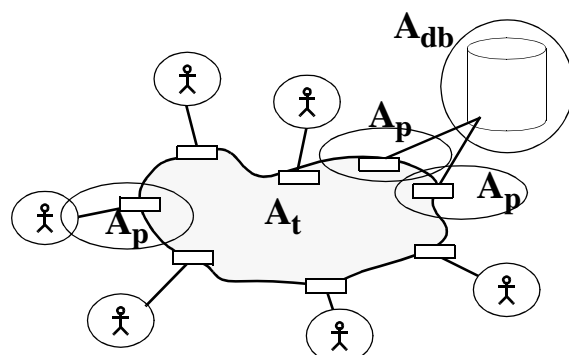
Følgende krav settes til tiden for oppslag, X [tid i sek.]

1. $E(X) \leq 2,4$
2. $P(X \leq 5) \geq 0,95$
 - a) Hvilken fordelingen har den totale tiden X ?
 - b) Hva må λ være for at krav 1 skal være oppfylt?
 - c) Er krav 2 oppfylt for denne verdien?

Krav til tilgjengeligheten. I tillegg til kravene knyttet til databaseoppslag er det definert krav til tilgjengeligheten av databasen sett fra en og flere brukere.

Kravene er uttrykt som

1. Stasjonært tilgjengeligheten for én bruker, $A_b \geq 0,99$.
2. Stasjonært tilgjengeligheten for en gruppe av 10 brukere, $A_{10b} = P(8 \text{ av } 10 \text{ brukere har tilgang}) \geq 0,999$



Tilgjengeligheten sett fra en eller flere brukere er sammensatt av

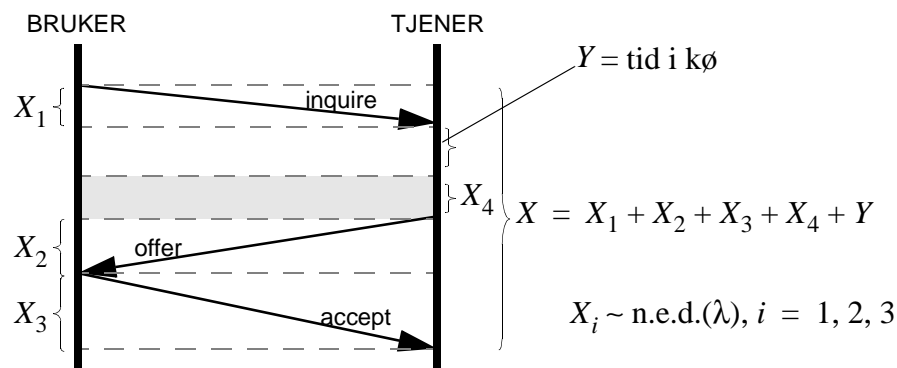
- (stasjonær) aksesstilgjengeligheten, $A_p = 0,995$,
 - (stasjonær) tilgjengeligheten til transportnettet, $A_t = 0,9995$
 - (stasjonær) tilgjengeligheten til database tjeneren, A_{db}
- d) Hva må A_{db} være for at begge kravene skal være oppfylt?
- e) Hvilket krav dominerer?

Oppgave 2

[Oppgaven tillegges 25% vekt]

Nb! ved behov, benytt korrigert oversikt over fordelinger i vedlegg 1 på side 18 i stedet for tabell 1 i formelsamlingen.]

Fra beskrivelsen i oppgave 1 vet vi at et oppslag i databasen utføres ved en utveksling av 3 meldinger mellom bruker og tjener. Tiden for hver meldingsoverføring (i begge retninger) følger en n.e.d med intensitet λ . Anta nå at oppslagstiden ikke kan neglisjere forsinkelsen i tjeneren slik det ble gjort i oppgave 1. Forsinkelsen ved behandling av innkommende inquire-meldinger er sammensatt av forsinkelse i kø, Y , og tid for prosessering og oppslag i databasen, X_4 . Behandlingstiden er Weibull-fordelt med gjennomsnitt $(1/\lambda)\Gamma(1/\gamma + 1)$ og varians $1/\lambda^2(\Gamma(2/\gamma + 1) - \Gamma^2(1/\gamma + 1))$. Ventetid i kø skyldes at det er mange brukere som aksesserer én tjener som kun kan behandle én melding ad gangen. Meldingskøen er innført for at samtidig innkommende inquire-meldinger ikke skal tapes. Anta at kun behandling av inquire-meldinger fører til forsinkelse og at meldingskøen har uendelig lagringsplass. Den totale oppslagstiden blir dermed $X = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + Y$ som angitt i figur 3.



Figur 3 Meldingsutveksling ved databaseoppslag med forsinkelse i tjener.

- Skissér en simuleringsmodell (f.eks. ved hjelp av et aktivitetsdiagram) med én tjener og mange brukere hvor det er mulig å bestemme kvantiler i tidsfordelingen til den totale tiden for et oppslag, dvs. X .
- Hva er ressurser og entiteter i denne modellen? Vis tydelig hvilke DEMOS mekanismer du bruker.
- Hvilken datainnsamlingsmekanisme vil du bruke?
- I den modellen du har skissert, er det mulig å hente ut informasjon om antall inquire meldinger i kø? Hvis ja, forklar hvordan. Hvis nei, vis hva du trenger i tillegg.

Behandlingstiden X_4 er Weibullfordelt. Vi trenger en måte å trekke variater fra denne fordelingen.

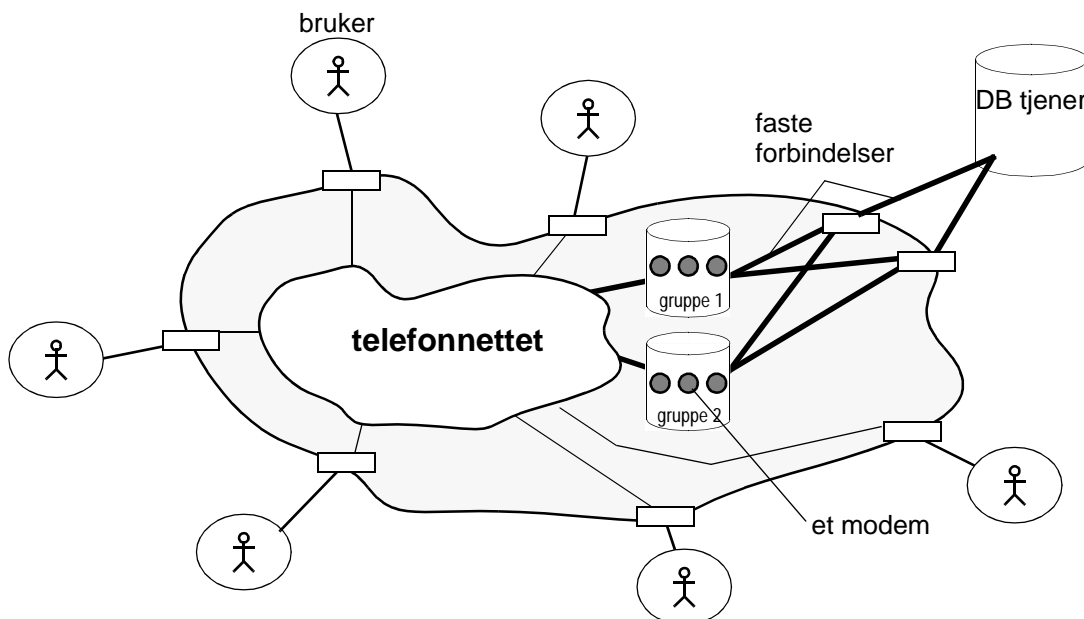
- Kan inversmetoden brukes for å generere Weibull-fordelte variater X_4 ? Hvis ja, vis hvordan. Hvis nei, hvordan kan X_4 da genereres?

Oppgave 3

[Oppgaven tillegges 25% vekt]

Nb! ved behov, benytt korrigert oversikt over fordelinger i vedlegg 1 på side 18 i stedet for tabell 1 i formelsamlingen.]

I oppgave 1 har vi antatt at det eksisterer nett-forbindelser mellom klient- og tjener-maskinene. Ved nærmere inspeksjon av transportnettets oppdager vi at denne aksessen etableres gjennom en oppringtjeneste. I nettet er det plassert 2 grupper (modempool) som inneholder 3 modem hver. Hver bruker er registrert ved én av disse. Når en bruker vil etablere en forbindelse, ringer han opp nummeret til den gruppen der han er registrert. Han blir svitsjet gjennom telefonnettet og fram til den riktige gruppen. Hvis det er et ledig modem, får han tildelt dette, ellers blir han avvist. Merk at det kun er mulig å få tildelt modem fra den gruppen der brukeren er registrert. Forbindelser fra modempoolene til DB-tjeneren er fast etablert. Figuren under viser en skisse av dette transportnettets.



Figur 4 Oppkopling av transportforbindelse mellom bruker og tjener.

I denne oppgaven skal vi anta at svitsjepunktene, \boxed{X} , er blokkeringsfrie og uten forsinkelse. Dette betyr at eventuell avvising av anrop skyldes begrensede ressurser i modempoolene.

En *sesjon* er tidsperioden en bruker er oppkoplet. I hele sesjonen okkuperes ett modem. Varigheten av en sesjon er negativt eksponensialfordelt med intensitet $\mu = 22,5 \text{ [sek}^{-1}\text{]}$. Anta at antall brukere som er registrert ved hver modempool er (uendelig) stort og at nye sesjoner kan antas å være generert av en Poisson prosess med intensitet $\alpha = 25 \text{ [ank./sek.]}$. Det er 3 modem i pool 1.

- a) Sett opp tilstandsdiagram for en Markov-modell som viser antall belagte modem I_1 i pool 1.

- b) Sett opp balanse-likningene for modellen og finn stasjonærfordelingen $p_i = P(I_1 = i)$ for antall belagte modem i pool 1 både symbolsk og numerisk
- c) Hva er sannsynligheten for at alle 3 modem i pool 1 er belagt?
- d) Beregn forventet antall belagte modem og variansen til denne.
- e) Hva er tilbudt, A , avviklet, A' , og avvist, A'' , trafikk i dette eksemplet?

Med en enkel omprogrammering i telefonnettet åpnes det for at brukere i gruppe 1 kan få modem fra gruppe 2 når alle modem i gruppe 1 er belagt, og tilsvarende at brukere i gruppe 2 kan få modem fra gruppe 1 ved sperr.

- f) Sett opp tilstandsdiagram for en Markov-modell som viser det samlede antall belagte modem i pool 1 og 2. (NB! Diagrammet skal ikke løses.)

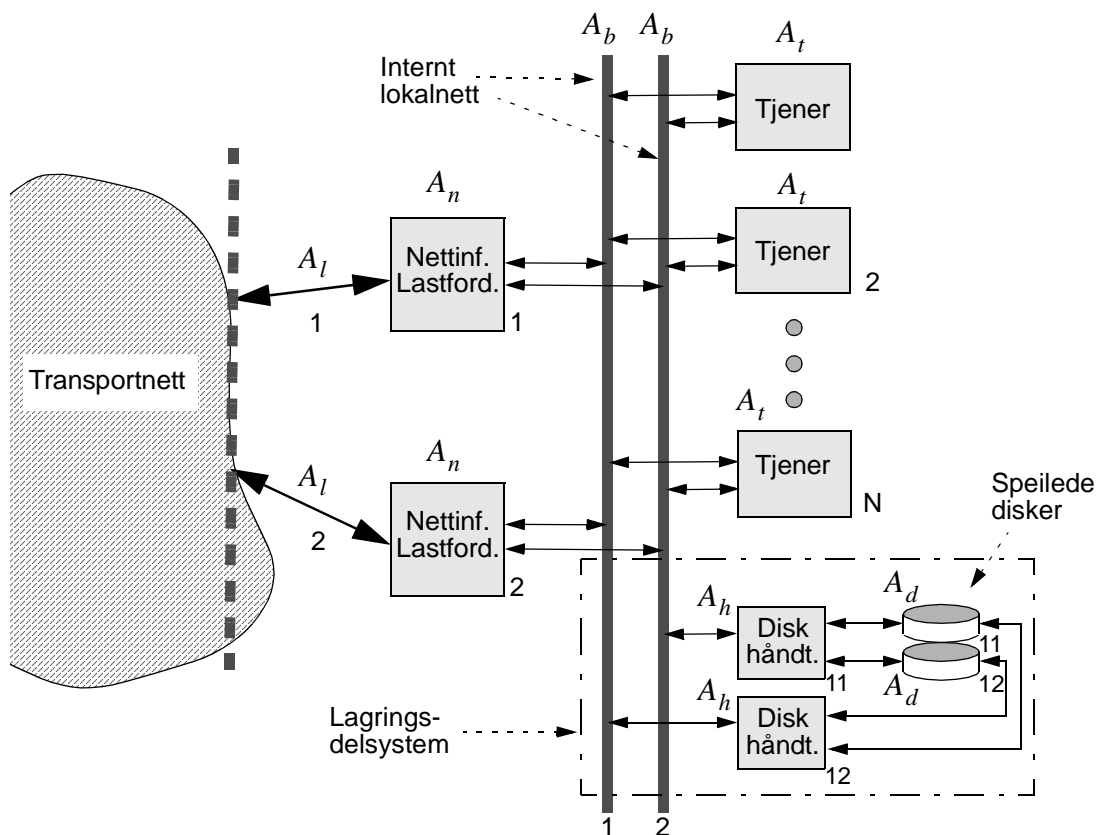
Oppgave 4

[Oppgaven tillegges 30% vekt]

Nb! ved behov, benytt korrigert oversikt over fordelinger i vedlegg 1 på side 18 i stedet for tabell 1 i formelsamlingen.]

Tjenesteleverandørens system har en oppbygging som vist i figur 5. Det har to uavhengige linker til nettet. Det er tilstrekkelig at en nettilknytning fungerer for at systemet skal fungere. Hver nettilknytning håndteres av en maskin som også fordeler lasten mellom tjenerne i systemet. De N tjenerne utgjør en lastdelt gruppe, hvor det kreves at minst $N - 2$ tjenerne er arbeidende for at systemet skal imøtekomme ytelseskravene. Systemet har et lagringsdelsystem. Lagringsmedia er to speilte disk, dvs. diskene inneholder identisk informasjon. De to speilte diskene kan aksesseres via to diskhåndterere.

Diskhåndtererne er tilknyttet hvert sitt interne lokalnett. Kommunikasjon mellom de ulike enhetene i systemet skjer ved hjelp av to interne lokalnett. Tilknytningene til det interne lokalnettet er som vist på figuren. Tilknytningene, \longleftrightarrow , antas å være feilfrie. Alle enheter i systemet antas å feile uavhengig av hverandre og bli reparert uavhengig av hverandre. Stasjonærtilgjengeligheten for de ulike enhetene er angitt i figur 5.



Figur 5 Oppbyggingen av tjenesteleverandørens system.

- a) Modeller systemet vist i figur 5 og beskrevet over ved hjelp av et pålitelighets-blokk skjema.
- b) Bestem stasjonærtilgjengeligheten til systemet på grunnlag av pålitelighets-blokkskjemaet etablert i punkt a).
- c) Definer begrepene “minimalt kuttesett” og “minimalt stisett”. Skriv opp ett minimalt kuttesett og ett minimalt stisett for systemet vist i figur 5. (NB! kun ett sett av hver type kreves). Benytt subskriptet for tilgjengelighetenes elementindeks i figur 5 for å angi systemelementene. F. eks. diskhåndterer 2 i lagringsdelsystem 1 angis som h_{12} .

Nedetiden (reparasjonstidsfordelingen) for en disk er uniformfordelt mellom 0 og θ . Det antas fortsatt at diskene feiler uavhengig av hverandre og repareres uavhengig av hverandre. Vi har den situasjonen at den ene disken i et speilet par har feilet og er under reparasjon idet den andre disken i paret feiler.

- d) Hva er fordelingen av tiden det tar å fullføre reparasjonen av den disken som feilet først fra det tidspunktet den andre feiler?
- e) Hva er nedetidsfordelingen, $F_D(t)$, til diskparet?