



NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for telematikk

Side 1 av 23
Oppgavetekst sidene 2 til 9
Formelsamling 10 til 23

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Poul E. Heegaard
Tlf: 94321
Mobil: 99286858

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

Lørdag 16. desember 2000
Kl. 0900 - 1300

BOKMÅL UTGAVE

UTLEVERS TIL ALLE - OGSÅ TIL DE SOM SKAL HA NYNORSK ELLER ENGELSK UTGAVE

Skal du ha nynorsk utgåve ver venleg å ta kontakt med inspektøren. Skulle det vere ulik semantikk i bokmål og nynorsk oppgåvetekst er det bokmål teksten som gjeld.

Do you want the english version please contact the proctor (inspector). If there are any differences between the norwegian and english versions in semantics, the norwegian version is superior.

Hjelpemidler:

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

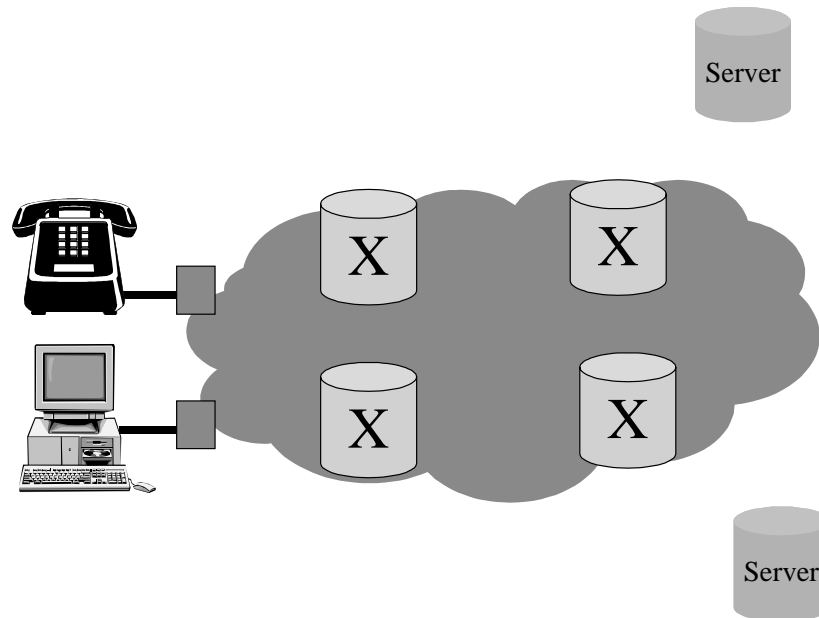
Graham Britwisle: DEMOS - A system for Discrete Event Modelling on Simula.

Formelsamling i fag SIE5015 Pålitelighet og ytelse med simulering.

NB! Formelsamlingen er vedlagt på side 10.

Sensuren faller i uke 2.

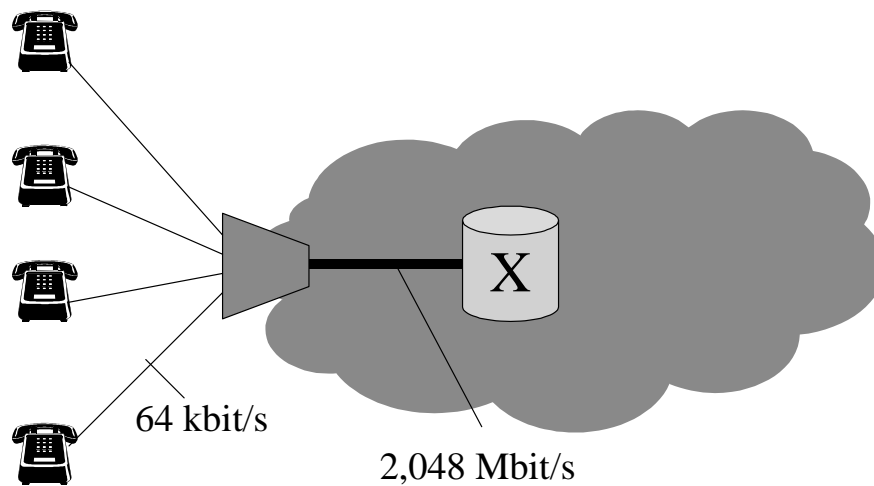
For å spare utgifter til utbygging og til drift og vedlikehold ønsker operatøren å bygge ut et felles kommunikasjonsnett for alle type tjenester som tilbys. Dette nettet kan f.eks. basere seg på IP, dvs. at det er et pakkesvitsjet nett.



Fordelen med et felles nett er som nevnt sparte utgifter. Men det har også en kostnad forårsaket av at man ønsker at telekomtjenester med svært ulike krav og karakteristika skal blandes sammen og svitsjes over samme nett. Figuren over viser hvilke komponenter et slikt nett består av; rutere (markert med X), tjenere (server), og slutt-bruker utstyr (telefon og PC). Disse komponentene vil i det etterfølgende bli knyttet sammen med lenker til forskjellige topologier for å kunne tilby to ulike tjenester som har svært forskjellige krav til kvaliteten til nettet.

1. *Telefoni* - Når to brukere snakker sammen (er aktive) så antas det at det går en strøm av pakker fram og tilbake mellom de to partene. Denne strømmen av pakker følger et fast mønster og allokterer en fiksert andel av den tilgjengelige kapasiteten på lenkene mellom ruterne (nodene), og en fast prosesseringtid i hver ruter (node).
2. *Data* - En aktiv databruker laster ned filer av ulike størrelser fra en tjenermaskin. Hver fil deles opp i et antall IP pakker av fast størrelse. Antall pakker avhenger av filstørrelsen. Pakkeraten bestemmes av hva nettoperatøren tillater og hva slags akessrate brukeren har betalt for.

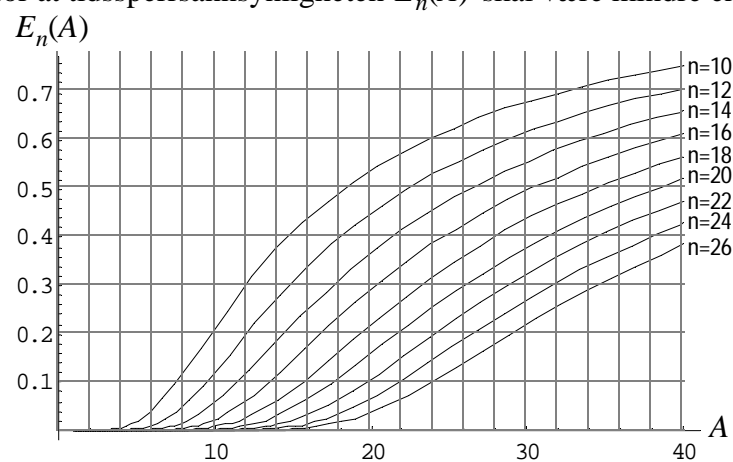
Oppgave 1 Ytelsesmodell - dimensjonere en lenke



I første del ser vi bort fra brukere av datatjenesten og fokuserer kun på ressursbruken til telefonibrukerne. Vi antar at et stort antall telefonibrukere deler en transmisjonskanal med kapasitet $C=2,048$ Mbit/s. Hver aktive bruker allokerer en talekanal med kapasitet 64 kbit/s. Det er ingen andre ressursbegresninger enn transmisjonskanalen.

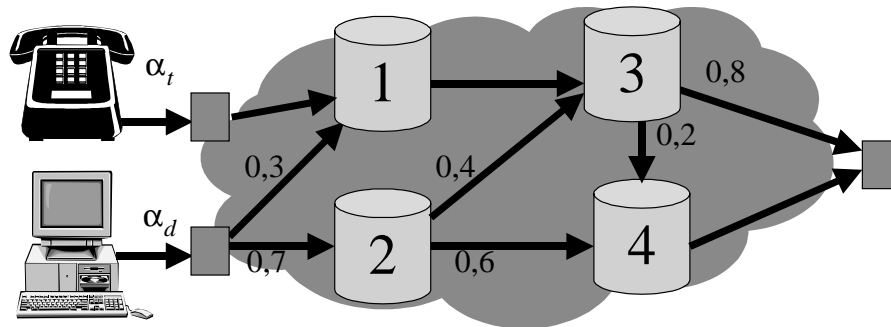
Anrop genereres i henhold til en Poisson prosess med intensitet λ , og samtalevarigheten følger en negativ eksponential fordeling med forventning μ^{-1} .

- Definér antall belagte talekanaler i som tilstandsvariable. Skissér et representativt utsnitt av tilstandsdiagrammet for systemet. Hva kalles dette systemet?
- Hva er tidssperr? Vis hvordan du beregner tidssperr ved hjelp av tilstandssannsynlighetene for antall belagte kanaler. Hva er anropssperr? Vis hvordan de samme tilstandssannsynlighetene kan brukes for å beregne anropssperr.
- La $\lambda = 36$ og $\mu = 2$. Bruk kurven til å bestemme antall organer n man minst må ha for at tidssperr sannsynligheten $E_n(A)$ skal være mindre enn 0,20.



Vi ønsker nå å se på effekten av å blande telefoni- og databrukere. Ved å summere alle telefonibrukerne antar vi at det genereres en samlet strøm av pakker i henhold til en Poisson prosess med intensitet α_t , mens totalt fra databrukerne kommer det en samlet strøm av pakker i henhold til en Poisson prosess med intensitet α_d .

Pakkene rutes gjennom nettet som angitt i figuren under. Merk at vi kun studerer pakke-transport én vei, fra venstre mot høyre i figuren og at rutingen er stokastisk med sannsynligheter som angitt i figuren.



Systemet skal modelleres som et åpent nettverk uten tap i noen av nodene, dvs. alle pakker som puttes inn i nettet kommer ut.

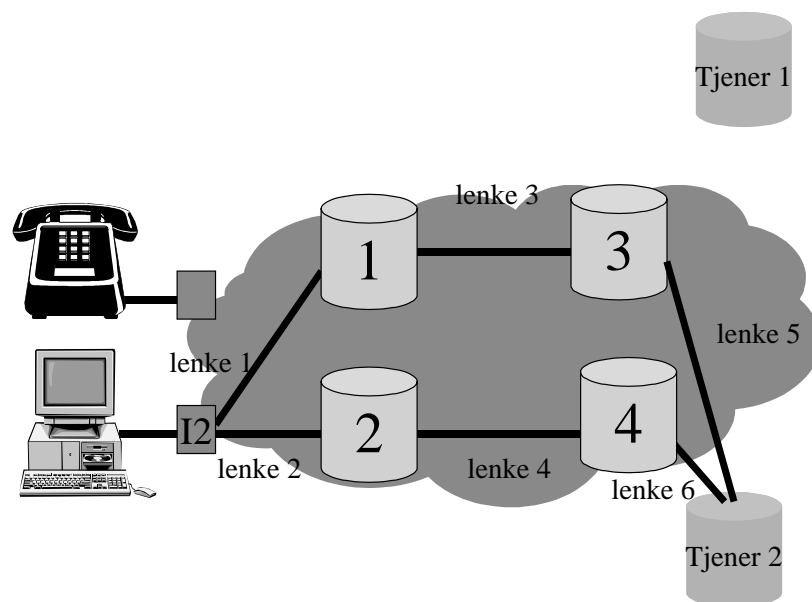
- Anta at vi kan analysere dette systemet ved hjelp av en Jackson nettmodell. Hvilke antakelser har vi da gjort?
- Sett opp uttrykkene for total ankomstintensitet Γ_i for alle nodene (ruterne) i dette nettet $i = 1, 2, 3, 4$. Betjeningstidene for tale- og datapakker er de samme.
- Bestem numeriske verdier på ankomstintensitetene når $\alpha_t = 0,5$, $\alpha_d = 0,3$, $\mu_i = \mu = 1$, $i = 1, 2, 3, 4$ og rutingssannsynlighetene er som angitt i figuren. Beregn forventet ventetid $E(W_i)$, $i = 1, 2, 3, 4$, for hvert av knutepunktene.
- Hva blir forventet oppholdstid, dvs. ende-til-ende forsinkelse, for pakker fra holdsvise data- og telefonibrukere. [tips: bruk Little og betinget forventning].

Oppgave 2 Pålitelighetsmodell - feiltolerant struktur

Påliteligheten til ulike deler av datatjenesten skal undersøkes. Først betraktes tjener 2.

- a) I gjennomsnitt feiler tjener 2 en gang hver 75 time. I 95% av tilfellene er dette programvarerelaterte feil og tjeneren lar seg restarte i løpet av 3 minutter. I de resterende tilfellene er feilene maskinvarerelaterte og middeltiden for å få feilen reparert og maskinen restartet er 3 timer. Hva er stasjonærtliggjengeligheten, A_{I2} , til tjeneren?

En ønsker å bestemme stasjonærtliggjengeligheten av tjenester levert av tjener 2 til databrukere tilknyttet I2. Den foreslåtte nett-topologien er vist i figur 2.1. Tilgjengeligheten for lenke i betegnes A_{li} , for ruter i betegnes A_{ri} og for tilknytningspunktet A_{I2} .

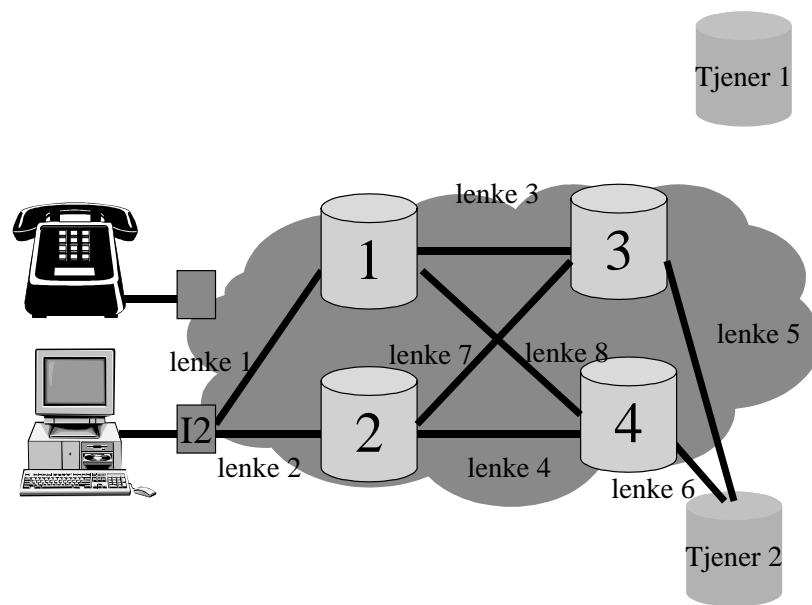


Figur 2.1 Nett-topologi A

- b) Tegn et pålitelighetsblokkskjema for å bestemme stasjonærtliggjengeligheten av tjenester levert av tjener 2 til databrukerne. Hvilke antagelser gjøres vedrørende feiling og feilhåndtering (reparasjon) av de ulike systemelementene?
- c) Bestem et uttrykk for stasjonærtliggjengeligheten av tjenester levert av tjener 2 til databrukerne når $A_{li} = A_l, \forall i$ og $A_{ri} = A_r, \forall i$.

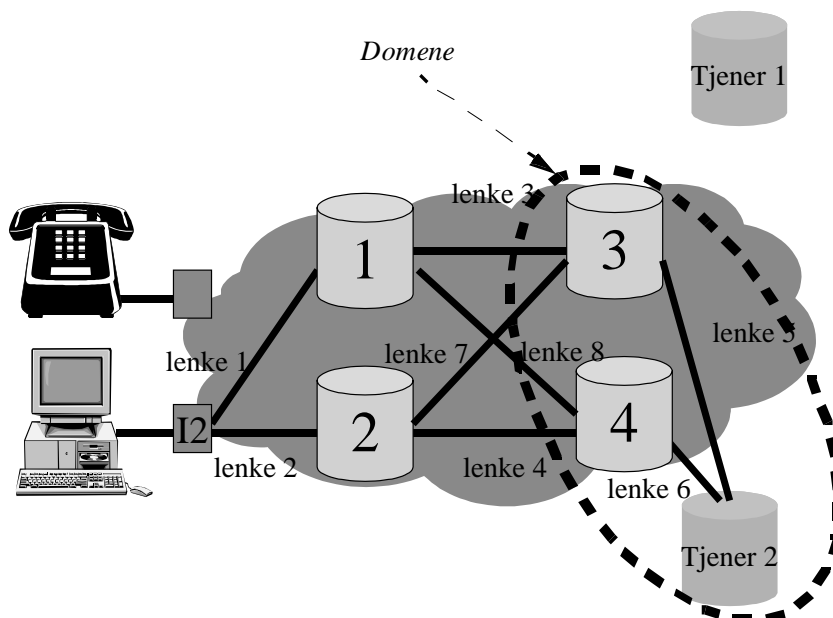
En ønsker også å vurdere et system med den mer kompliserte nett-topologien vist i figur 2.2

- d) Bestem de minimale stisett for systemet for leveranse av tjenester fra tjener 2 til databrukerne. Benytt dette til å bestemme strukturefunksjonen for systemet.
- e) Hva er et minimalt kuttsett? Hvordan kan en benytte resultatet i punkt d) til å bestemme de minimale kuttsett for systemet? Angi fire (4) av de minimale kuttsettene for systemet.



Figur 2.2 Nett-topologi B

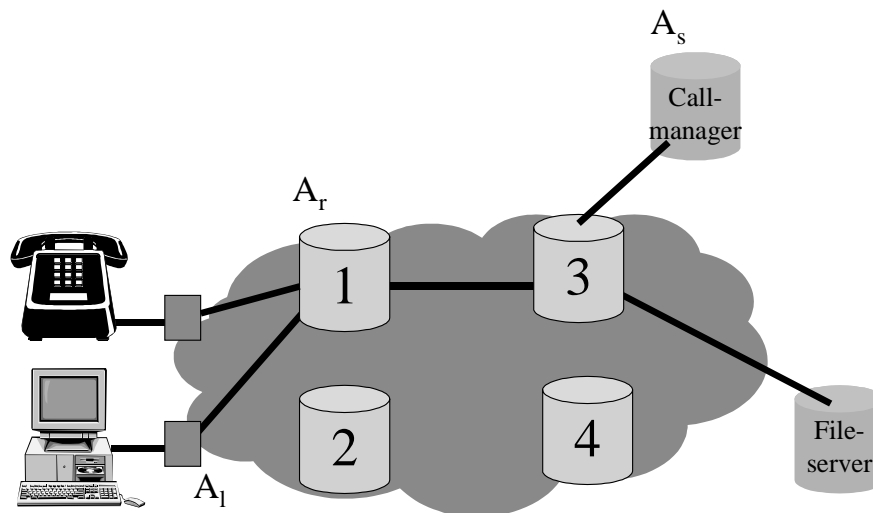
Vi skal nå betrakte de to ruterne nærmest tjener 2 samt tjener 2, se figur 2.3. Driften av disse ivaretas av en person, som kun kan rette feil i en enhet ad gangen. (En enhet er enten en ruter eller tjeneren). Det antas at alle feil i ruterne og tjeneren krever en manuell inngripen. Feilintensiteten til en ruter er λ_r og reparasjonsraten er μ_r og tilsvarende for tjeneren λ_t og μ_t . Det kan antas at alle tider mellom feil og reparasjonstider for disse enhetene er uavhengige og negativt eksponensialfordelte. Lenkene i systemet antas å være feilfrie.



Figur 2.3 Enheter vedlikeholdt av samme person

- f) Vi ønsker å bestemme tilgjengeligheten av tjenester fra tjener 2 levert ut av domenet som er angitt i figur 2.3. Hvorfor kan vi ikke basere denne analysen på et blokkskjema?. Tegn et tilstandsdiagram for systemet innenfor domenet og angi om de ulike tilstandene er arbeidende eller ikke, og intensitetene på de ulike transisjonene. Dersom alternative reparasjonstrategier er mulig, begrunn kort de valgene som gjøres.
- g) Ut fra tilstandsdiagrammet i punkt f), etabler et fullstendig ligningsett for å bestemme tilgjengeligheten av tjenester fra tjener 2 levert ut av domenet.
- h) Ved et tidspunkt er samtlige enheter i domenet arbeidende. Finn uttrykk for forventet tid til første feil (MTFF) for tjenestetilgjengeligheten modellert i punkt f).

Oppgave 3 Simuleringsmodell - To prioritetsklasser



I likhet med siste del av oppgave 1 betraktes telefoni- og datatjenesten samtidig. Pakkene fra telefonitjenesten skal nå prioriteres over pakkene fra datatjenesten. For ytterligere å beskytte telefonitjenesten legges det en begrensning i ruterne slik at maksimalt 75% av kapasiteten på lenkene kan brukes til datatjenesten.

Hver aktive telefonibruker belegger 64 kbit/s. Alle lenkene i nettet har en kapasitet på $C=2,048$ Mbit/s. Hvis all kapasitet på lenkene er i bruk avvises anropsforsøket. Anrop genereres i henhold til en Poisson prosess med intensitet λ_t , og samtalevarigheten følger en Normal fordeling med forventning μ_t^{-1} og varians σ^2 .

En databruker tillates å ta opptil 75% av kapasiteten, C , i den tiden han laster ned en fil. Hvis mindre enn 75% av C er tilgjengelig så forsøker databrukeren å allokere alt som er igjen. Hvis det er kapasitet mindre enn 10% av C tilgjengelig så legges databrukeren i kø til minst denne kapasiteten er tilgjengelig. Førespørsler om filnedlasting er generert i henhold til en Poisson prosess med intensitet, λ_d , og filstørrelsen er Erlang-3 fordelt med forventning μ_d^{-1} .

Anta at tjeneren (for data), call manager/gatekeeper (for telefoni) og ruterne har tilstrekkelig kapasitet til ikke å påvirke oppførselen, dvs. de er ikke flaskehalser i dette systemet.

- Hva velger du som entiteter og som ressurser i modellen?
- Lag en enkel simuleringmodell av dette systemet hvor vi skal bestemme hvor lang tid det tar å laste ned en fil, og hvor mange samtaler som blir blokkert. Beskriv modellen ved hjelp av aktivitetsdiagrammer.
- Hvilke primitiver og metoder i DEMOS vil du bruke? Hvordan får en til å prioritere tale over data pakker?
- En fil av størrelse X blir lastet ned på X/C_x sekunder, hvor C_x er tilgjengelig lenke-kapasitet da denne fila ble lastet ned, $0,1C < C_x < 0,75C$. Hvordan kan man samle inn statistikk om fordeling av tid for nedlasting ved hjelp av innebygde DEMOS mekanismer. Vis tydelig hvordan dette virker.

Følgende er observert etter nedlasting av $n = 100$ filer over en eksperimentperiode på $T = 2$ timer hvor X_i er i 'te obsererte nedlastingstid.

$$\sum X_i = 18000 \text{ [kbytes]}, \sum X_i^2 = 4000000 \quad (3.1)$$

- e) Estimer gjennomsnittelig filestørrelse \bar{X} og variansen S^2 ?
- f) Estimer hvor stor andel av kapasiteten som er utnyttet til overføring av filer.
I simuleringsmodellen antok vi at rutere og tjenere har uendelig kapasitet og at hverken disse eller lenkene kan feile.
- g) Vis hvordan du på en enkel måte kan utvide modellen til å ta hensyn til at rutere, lenker og tjenere kan feile?