

## Løsningsforslag, inf3190 Vår 2004, oppgave 1 til 4:

### Oppgave 1.

Et ramme-orientert data-overføringsystem opererer med en datarate på 512kb/s med en rammelengde på 512 bytes over en langdistanse link som produserer en forplantnings-forsinkelse (eng: "propagation delay") på 20ms. Et flytkontroll system som benytter en vindusmekanisme er nødvendig. Bestem den minste vindusstørrelsen som sikrer optimal gjennomstrømning (eng: "throughput").

Løsning:

Optimal gjennomstrømning oppnås dersom følgende relasjon gjelder:

$$Nt_f > 2t_d + t_f \Rightarrow t_f = 2t_d/t_f + 1 \quad (\text{antar at overføringstiden for ACK er neglisjerbar})$$

der  $N$  er vindusstørrelsen,  $t_f$  er rammeoverføringstiden og  $t_d$  er forplantnings-forsinkelsen.

Forplantningsforsinkelsen er 20ms, og rammeoverføringstiden er:

$$t_f = \text{rammelengde/bitraten} = (512 \cdot 8) / 512000 = 8 \text{ms}$$

Ved innsetting fås følgende relasjon:  $N > (2 \cdot 20) / 8 + 1 = 6$

Minimum vindusstørrelse for effektiv utnyttelse av linken er således 6, og en vindusstørrelse på 7 burde derfor være adekvat. Dette krever 3 bit for å spesifisere en ramme innen vinduet til enhver tid.

### Oppgave 2:

En punkt-til-punkt satellitt overførings-link som knytter sammen to datamaskiner benytter en stop-and-wait ARQ strategi med følgende karakteristika:

Data-overføringsrate = 64kb/s

Ramme-størrelse,  $n = 2048$  bytes

Informasjons-bytes pr. ramme,  $k = 2043$  bytes

Forplantning-forsinkelse (eng: "propagation delay"),  $t_d = 180$ ms

Størrelsen på kvitteringsmeldinger,  $a = 10$  bytes

Round trip prosesseringsforsinkelse,  $t_p = 25$ ms

Bestem gjennomstrømningen (eng: "throughput") og link utnyttelsen.

Løsning:

$$\text{Rammeoverføringstiden, } t_f, \text{ er: } t_f = (2048 \cdot 8) / 6400 = 0.256 \text{ s}$$

$$\text{Overføringstiden for kvitteringsmeldingen, } t_a, \text{ er: } t_a = (10 \cdot 8) / 64000 = 1.25 \text{ ms}$$

Total tid for å overføre rammen og motta en kvittering er:

$$t_f + t_a + t_p + 2t_d = 0.256 + 0.0012 + 0.025 + 0.36 = 0.642 \text{ s}$$

Gjennomstrømningen er da:  $k = (2043 \cdot 8) / 0.642 = 25.5 \text{ kbs}$

Link utnyttelsen blir da hvis vi ser bort ifra  $t_a$  og  $t_p$ :  $U = t_f / (t_f + 2t_d) = 41.56\%$

**Oppgave 3:**

En syklisk kode har generatorpolynom  $x^3 + x + 1$ . Informasjonsbitene 1100 skal kodes og overføres.

Bestem:

- i. det overførte kodeordet,
- ii. resten som oppnås hos mottakeren hvis overføringen er feilfri (vis utregningen)
- iii. resten som oppnås hos mottakeren hvis en feil opptrer i bit 4 (regnet fra venstre)

Løsning:

i.

Generatorpolynomet,  $G(x) = x^3 + x + 1$  uttrykt som et binært tall er 1011.

Først adderes tre nuller til informasjonsbitene for å produsere  $F(x) = 1100000$ .

Divisjon av  $F(x)$  med generator-polynomet  $G(x)$  ved bruk av modulo-2 divisjon gir:

$$\begin{array}{r}
 1100000 : 1011 = 1110 \\
 \underline{1011} \\
 1110 \\
 \underline{1011} \\
 1010 \\
 \underline{1011} \\
 010 \text{ (rest)}
 \end{array}$$

Resten adderes så til informasjonsbitene istedenfor nullene for å gi det overførte kodeordet 1100010.

ii.

Hvis overføringen er feilfri, dividerer vi de mottatte data med  $G(x)$ , og får:

$$\begin{array}{r}
 1100010 : 1011 = 1110 \\
 \underline{1011} \\
 1110 \\
 \underline{1011} \\
 1011 \\
 \underline{1011} \\
 0000 \text{ (ingen rest)}
 \end{array}$$

iii.

Hvis en feil opptrer i bit 4, vil det resulterende bitmønsteret være 1101010, hvilket resulterer i:

$$\begin{array}{r}
 1101010 : 1011 = 1111 \\
 \underline{1011} \\
 1100 \\
 \underline{1011} \\
 1111 \\
 \underline{1011} \\
 1000 \\
 \underline{1011} \\
 011 \quad (\text{rest})
 \end{array}$$

**Oppgave 4:**

En melding som består av 2400 bit skal sendes over et internett. Meldingen leveres til Transportlaget som hefter på et 150-bits hode. Deretter leveres meldingen til Nettlaget som benytter et 120-bits hode. Nettlags-pakker overføres via to nettverk som begge benytter et 26-bits hode. Destinasjons-nettverket aksepterer kun pakker som er opptil 900 bit lange. Hvor mange bit, inklusive hodene, blir levert til destinasjons-nettverket?

**Løsning:**

Denne oppgaven kan tolkes på følgende to måter, som begge bør aksepteres:

Alternativ 1: Hodet på 26 bit som brukes i det første nettet strippes av i ruten mellom de to intermediære nettene. Nytt 26 bits hode legges på for destinasjonsnettet. Dette gir følgende pakke-innhold i begge de intermediære nettene:

Hode nett 1 og 2	Hode nettlaget	Transport data
26	120	754

Alternativ 2: Pakkene som sendes gjennom det første nettet innkapsler pakker med hode for destinasjonsnettet. Dvs. 26 bits hode adderes til den innkapslete pakken i det første nettet og strippes bort i ruten. Dette gir følgende pakker for det første intermediære nettet:

Hode for nett 1	Hode for nett 2	Hode nettlaget	Transport data
26	26	120	754

Data pluss transport-hode = 2400 + 150 = 2550 bit, dvs. at 2550 bit leveres til nettlaget.

Siden destinasjonsnettet bare aksepterer pakker på 900 bit, må disse dataene sendes i flere internet pakker der størrelsen ikke overstiger 900 bit.

Data-feltet for hver internet-pakke er:  $900 - 26 - 120 = 754$  bit.

Transportlags dataene innkapsles derfor i fire internet pakker på følgende måte:

Pakke 1: 754 bit data (slik at det gjenstår å innkapsle 1796 bit)

Pakke 2: 754 bit data (slik at det gjenstår å innkapsle 1042 bit)

Pakke 3: 754 bit data (slik at det gjenstår å innkapsle 288 bit)

Pakke 4: 288 bit data

Pakkene 1, 2 og 3 er hver på 900 bit. Pakke 4 er på  $288 + 26 + 120$  bit, dvs. 434 bit lang.

For alternativ 1, leveres følgende bit til destinasjonsnettet:  $3 \cdot 900 + 434 = 3134$  bit.

For alternativ 2, leveres antall bit for alternativ 1 pluss 4 hoder for nett 1, dvs.:  $3134 + 4 \cdot 26 = 3238$  bit.