

Institutt for informasjonssikkerhet og kommunikasjonsteknologi

## **Eksamensoppgave/oppgåve i**

### **TTM4100 KOMMUNIKASJON – TJENESTER OG NETT**

**Faglig/fagleg kontakt under eksamen: Norvald Stol**

**Tlf.: 970 800 77**

**Eksamensdato: 11. aug 2017**

**Eksamenstid (fra-til): 0900-1300**

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: D (Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.)**

**Tillatne hjelpemiddel: D (Ingen prenta eller handskrivne hjelpemiddel tillatne. Bestemt, enkel kalkulator tillaten)**

**Målform/språk: Engelsk / Bokmål / Nynorsk**

**Antall sider: 9 (inkludert denne forsiden)**

**Antall sider vedlegg: 0**

**Informasjon om trykking av eksamensoppgave**

**Originalen er:**

**1-sidig**  **2-sidig**

**sort/hvit**  **farger**

**skal ha flervalgskjema**

**Kontrollert av:**

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Sign

## 1. General tasks / Generelle oppgaver (3+3+3+3+4+4 = 20 points)

**1.1 E:** Explain briefly protocol layering as defined and applied for the Internet. (Keywords: terminology, services, encapsulation, number and name of layers).

**B:** Gi en kort forklaring på protokoll lag modellen slik den er definert og brukt for Internet. (Stikkord: terminologi, tjenester, innkapsling («encapsulation»), antall og navn brukt på lagene).

**N:** Gje ei kort forklaring på protokoll lag modellen slik han er definert og brukt for Internet. (Stikkord: terminologi, tenester, innkapsling («encapsulation»), mengd og namn brukt på lagene).

**1.2 E:** Give an example of encapsulation as used in the Internet layered model above (in 1.1) when sending an application message from a user to a server through the Internet. Use sketches to show the encapsulation process and what is present at different points in a network.

**B:** Gi et eksempel på innkapsling (“encapsulation”) slik det brukes i den lagdelte modellen for Internet ovenfor (i 1.1) når en applikasjonsmelding sendes fra en bruker til en tjener gjennom Internet. Bruk skisser til å vise hvordan innkapslingen gjøres og hva som er til stede på ulike steder i et nett.

**N:** Gje eit døme på innkapsling (“encapsulation”) slik det vert brukt i den lagdelte modellen for Internet ovanfor (i 1.1) når ei applikasjonsmelding vert sendt frå ein bruker til ein tenar gjennom Internet. Bruk skisser til å visa korleis innkapslingen vert gjort og kva som er til stades på ulike stadar i eit nett.

**1.3 E:** How is variation in delay (or “jitter”) usually handled when streaming video over the public Internet?

**B:** Hvordan håndteres vanligvis variasjon i forsinkelse (“jitter”) når video streames over det offentlige Internettet?

**N:** Korleis vert variasjon i forseinking (“jitter”) vanlegvis handtert når video streames over det offentlege Internettet?

**1.4 E:** Explain briefly the difference between “Access networks” and “The network core” (or “Core network” or “Transport network”). (Keywords: relative to users, protocol layers present, examples of typical technologies used).

**B:** Forklar kort forskjellene mellom aksessnett og transportnett (“Transport network”, “core network”, eller “The network core”), (Stikkord: relativt til brukerne, protokoll-lag til stede, eksempler på teknologier som typisk brukes).

**N:** Forklar kort skilnadene mellom aksessnett og transportnett (“Transport network”, “core network”, eller “The network core”), (Stikkord: relativt til brukarane, protokoll-lag til stades, døme på teknologiar som typisk vert brukte).

**1.5 E:** Consider sending a file of 100K Bytes from Host A to Host B over a circuit-switched network. Suppose it takes 100 ms to establish an end-to-end circuit between Host A and Host B before Host A can begin to transmit the file. Also suppose the end-to-end circuit passes through 3 links, and on each link the circuit has a transmission rate of 64 Kbps. At least how much time does it take to send the file from Host A to Host B?

**B:** En datafil på 100K Bytes skal sendes fra Vert A til Vert B over et linjesvitsjet nett. Anta at det tar 100 ms for å etablere en ende-til-ende forbindelse mellom Vert A og Vert B før Vert A kan starte å sende. Anta vidare at denne forbindelsen er etablert gjennom tre linker (dvs. to svitsjepunkter) som hver har en transmisjonsrate på 64 Kbps. Hvor lang tid vil det minimum ta å overføre denne filen fra Vert A til Vert B?

**N:** Ei datafil på 100K Bytes skal sendast frå Vert A til Vert B over eit linjesvitsjet nett. Anta at det tek 100 ms for å etablere eit ende-til-ende samband mellom Vert A og Vert B før Vert A kan starta å senda. Anta vidare at dette sambandet er etablert gjennom tre linkar (dvs. to svitsjepunkter) som kvar har ei transmisjonsrate på 64 Kbps. Kor lang tid vil det minimum ta å overføra denne fila frå Vert A til Vert B?

**1.6 E:** Consider sending a file of 100K Bytes from Host A to Host B over a connectionless packet-switched network. Assume that the whole file is sent as one large packet, i.e. without any fragmentation. Suppose the end-to-end path passes through 2 store-and-forward routers (i.e. traversing 3 links), and each link has a transmission rate of 64 Kbps. At least how much time does it take to send the file from Host A to Host B?

**B:** En datafil på 100K Bytes skal sendes fra Vert A til Vert B over et forbindelsesløst pakkesvitsjet nett. Anta at hele filen sendes som en stor pakke, dvs. uten fragmentering. Anta vidare at ende-til-ende stien pakken følger går gjennom to «store-and-forward» rutere (dvs. over tre linker), og hver link har en transmisjonsrate på 64 Kbps. Hvor lang tid vil det minimum ta å overføre denne filen fra Vert A til Vert B?

**N:** Ei datafil på 100K Bytes skal sendast frå Vert A til Vert B over eit sambandslaust pakkesvitsja nett. Anta at heile fila vert sendt som ein stor pakke, dvs. utan fragmentering. Anta vidare at ende-til-ende stigen pakken følgjer går gjennom to «store-and-forward» ruterar (dvs. over tre linkar), og kvar link har ei transmisjonsrate på 64 Kbps. Kor lang tid vil det minimum ta å overføra denne fila frå Vert A til Vert B?

## 2. Transport layer / Transportlag (3+3+3+3+2+3+3 = 20 points)

**2.1 E:** What is the difference between “flow control” and “congestion control” in a network?

**B:** Hva er forskjellen på flytkontroll («flow control») og overlastkontroll («congestion control») i et nett?

**N:** Kva er skilnaden på flytkontroll («flow control») og overlastkontroll («congestion control») i eit nett?

**2.2 E:** Give a brief overview of flow control as implemented in the TCP protocol. (Keywords: variables, resources and actions at sender and receiver sides).

**B:** Gi en kort oversikt over flytkontroll (“flow control”) slik det er implementert i TCP protokollen. (Stikkord: variabler, ressurser og aksjoner på sender og mottakersidene).

**N:** Gje eit kort oversyn over flytkontroll (“flow control”) slik det er implementert i TCP protokollen. (Stikkord: variablar, ressursar og aksjonar på sendar og mottakersidene).

**2.3 E:** How is flow control for the UDP protocol different from the one above (for TCP)?

**B:** På hvilken måte er flytkontroll (“flow control”) for UDP protokollen forskjellig fra den over (for TCP)?

**N:** På kva for ein måte er flytkontroll (“flow control”) for UDP protokollen ulikt frå den over (for TCP)?

**2.4 E:** Give a brief high-level overview of congestion control as implemented in the TCP protocol. (Keywords: three major components, main objectives and functionalities of each component, details of implementation not necessary).

**B:** Gi en kort høy-nivå oversikt over overlastkontroll (“congestion control”) slik det er implementert i TCP protokollen. (Stikkord: tre hoveddeler, hovedhensikt og funksjonalitet for hver del; detaljer om implementering er ikke nødvendig å ta med).

**N:** Gje eit kort høg-nivå oversyn over overlastkontroll (“congestion control”) slik det er implementert i TCP protokollen. (Stikkord: tre hovuddelar, hovudføre mål og funksjonalitet for kvar del; detaljar om implementering er ikkje naudsynt å ta med).

**2.5 E:** How is congestion control for the UDP protocol different from the one above (for TCP)?

**B:** På hvilken måte er overlastkontroll (“congestion control”) for UDP protokollen forskjellig fra den over (for TCP)?

**N:** På kva for ein måte er overlastkontroll (“congestion control”) for UDP protokollen ulikt frå den over (for TCP)?

**2.6** E: Host A and Host B are communicating over a TCP connection, and Host B has already received from A all data up through byte 350. Suppose Host A then sends two data segments to Host B back-to-back. The first and the second segments contain 28 and 78 bytes of data, respectively. In the first segment, the sequence number is 351, the source port number is 502, and the destination port number is 80. Host B sends an acknowledgement whenever it receives a segment from Host A. In the second segment sent from Host A to Host B, what are the sequence number, source port number, and destination port number?

B: Vert A og Vert B kommuniserer over en TCP forbindelse, og Vert B har allerede mottatt fra A alle data opp til og med byte 350. Anta at Vert A deretter sender to segmenter med data til Vert B uten opphold mellom dem («back-to-back»). Første og andre segment inneholder henholdsvis 28 og 78 bytes med data. I det første segmentet er sekvensnummeret 351, kildeportnummeret er 502, og destinasjonsportnummeret er 80. Vert B sender alltid en kvittering når den mottar et segment fra Vert A. Hva er sekvensnummeret, kildeportnummeret og destinasjonsportnummeret i det andre segmentet som sendes fra Vert A til Vert B?

N: Vert A og Vert B kommuniserer over eit TCP samband, og Vert B har allereie motteke frå A alle data opp til og med byte 350. Anta at Vert A deretter sender to segment med data til Vert B utan opphald mellom dei («back-to-back»). Første og andre segment inneheld høvesvis 28 og 78 bytes med data. I det første segmentet er sekvensnummeret 351, kjeldeportnummeret er 502, og destinasjonsportnummeret er 80. Vert B sender alltid ei kvittering når han mottek eit segment frå Vert A. Kva er sekvensnummeret, kjeldeportnummeret og destinasjonsportnummeret i det andre segmentet som vert sendt frå Vert A til Vert B?

**2.7** E: For the situation described in 2.6 above: If the second segment sent arrives before the first segment sent, in the acknowledgement of the first arriving segment, what is the acknowledgement number?

B: For same situasjon som beskrevet i 2.6 over: Hvis det andre segmentet sendt ankommer til Vert B før det første segmentet sendt, hva er kvitteringsnummeret i kvitteringen for det segmentet som mottas først?

N: For same situasjon som skildra i 2.6 over: Viss det andre segmentet sendt kjem fram til Vert B før det første segmentet, kva er kvitteringsnummeret i kvitteringen for det segmentet som vert først motteke?

### 3. Network layer / Nettverkslag (5+5+5+5 = 20 points)

**3.1 E:** Give a brief overview of the network layer. (Keywords: main tasks/functions, protocol(s) used, where in network it is present).

**B:** Gi en kort oversikt over nettverkslaget. (Stikkord: hovedoppgaver/funksjoner, protokoll(er) brukt, hvor i nettet det er til stede).

**N:** Gje eit kort oversyn over nettverksslaget. (Stikkord: hovudoppgåver/funksjonar, protokoll(ar) brukt, kor i nettet det er til stades).

**3.2 E:** What is head-of-line (HOL) blocking?

**B:** Hva er “head-of-line” (HOL) sperr?

**N:** Kva er “head-of-line” (HOL) sperr?

**3.3 E:** Assume the (CIDR) IPv4 address 223.1.2.0/xx. If we need around 400 IP addresses available for hosts and router interfaces in our network, what is the maximum value we can use for xx?

**B:** Anta (CIDR) IPv4 adressen 223.1.2.0/xx. Hvis vi trenger omtrent 400 IP adresser tilgjengelige for verter og ruterinterface i nettet vårt, hva er den maksimale verdien vi kan bruke for xx?

**N:** Anta (CIDR) IPv4 adressa 223.1 .2.0/xx. Viss vi treng omtrent 400 IP adresser tilgjengelege for vertar og ruterinterface i nettet vårt, kva er den maksimale verdien vi kan bruka for xx?

**3.4 E:** Suppose a router in the network has the (CIDR) entries in its routing table as shown below. For each of the following destination IP addresses, indicate which interface the router sends the packet to.

**B:** Anta at en ruter i nettet har (CIDR) innslag i rutings Tabellen som nedenfor. For hver av følgende destinasjons IP adresser, angi hvilket interface ruterer sender pakken til.

**N:** Anta at ein ruter i nettet har (CIDR) innslag i rutings Tabellen som vist nedanfor. For kvar av følgjande destinasjons IP adresser, angeje kva for eit interface ruterer sender pakken til.

Address/mask	Next hop
135.46.128.0/22	Interface 0
135.46.188.0/22	Interface 1
135.46.144.0/23	Interface 2
Default	Interface 3

**3.4.1:** 135.46.192.128

**3.4.2:** 135.46.131.20

**3.4.3:** 135.46.190.30

**3.4.4:** 135.46.191.7

**3.4.5:** 135.46.75.35

#### 4. Link layer and security / Linklag og sikkerhet (3+3+4+3+3+4 = 20 points)

**4.1 E:** Give a brief overview of the link layer. (Keywords: main tasks/functions, protocol(s) used, where in network it is present).

**B:** Gi en kort oversikt over linklaget. (Stikkord: hovedoppgaver/funksjoner, protokoll(er) brukt, hvor i nettet det er til stede).

**N:** Gje eit kort oversyn over linklaget. (Stikkord: hovudoppgåver/funksjonar, protokoll(ar) brukte, kor i nettet det er til stades).

**4.2 E:** Complete the two-dimensional even parity matrix shown in Figure 1. Give answer left to right for xxxx and from top down for yyyy, and z as a single value.

**B:** Fullfør den to-dimensjonale lik («even») paritetsmatrisen vist i Figur 1. Gi svaret fra venstre til høyre for xxxx, fra topp til bunn for yyyy, og z som en enkeltverdi.

**N:** Fullfør den to-dimensjonale lik («even») paritetsmatrisen vist i Figur 1. Gje svaret frå venstre til høgre for xxxx, frå topp til botn for yyyy, og z som ein enkeltverdi.

0	0	0	1	y
0	1	0	0	y
0	1	1	1	y
0	0	0	1	y
x	x	x	x	z

Figure 1 Two-dimensional even parity

**4.3 E:** Find the Cyclic Redundancy Check (CRC) code for the data bit pattern 101110 using the generator 1001.

**B:** Finn “Cyclic Redundancy Check” (CRC) koden for datastrengen 101110 når generatoren 1001 brukes.

**N:** Finn “Cyclic Redundancy Check” (CRC) koden for datastrengen 101110 når generatoren 1001 vert brukt.

**4.4 E:** Explain briefly the main difference between “Symmetric Key Cryptography” and “Public Key Encryption”. (Keywords: secret or known algorithm, secret or known key(s), examples of what may be used for).

**B:** Forklar kort hovedforskjellene på symmetrisk nøkkel kryptering (“Symmetric Key Cryptography”) og offentlig nøkkel kryptering (“Public Key Encryption”). (Stikkord: hemmelig eller kjent algoritme, hemmelig(e) eller kjent(e) nøkkel/nøkler, eksempler på hva brukes til).

**N:** Forklar kort hovudskilnadene på symmetrisk nøkkel kryptering (“Symmetric Key Cryptography”) og offentlig nøkkel kryptering (“Public Key Encryption”). (Stikkord: løynleg eller kjend algoritme, løynleg(e) eller kjend(e) nøkkel/nøklar, døme på kva brukast til).

**4.5 E:** Explain briefly how one of the methods above (in 4.4) in principle can be used directly to establish a “digital signature” (but not necessarily in an efficient manner for large messages). What is needed (as a minimum) in addition for this to work at all in principle?

**B:** Forklar kort hvordan en av metodene over (i 4.4) prinsipielt kan brukes direkte for å lage en digital signatur (men ikke nødvendigvis en effektiv løsning for store meldinger). Hva trengs (som minimum) i tillegg for at dette overhode skal virke som prinsipp?

**N:** Forklar kort korleis ein av metodane over (i 4.4) prinsipielt kan brukast direkte for å laga ein digital signatur (men ikkje naudsynlegvis ei effektiv løysing for store meldingar). Kva trengst (som minimum) i tillegg for at dette overhovudet skal verka som prinsipp?

**4.6 E:** What is the purpose of the Secure Socket Layer» (SSL)?

**B:** Hva er hensikten med «Secure Socket Layer» (SSL)?

**N:** Kva er føremålet med «Secure Socket Layer» (SSL)?



## 5. Wireless and Multimedia / Trådløs og multimedia (4+4+4+4+4 = 20 points)

**5.1 E:** Make sketches and explain briefly the difference between an “infrastructure” and an “ad hoc” wireless LAN as defined by the 802.11 specifications.

**B:** Lag skisser og forklar kort forskjellen på et infrastruktur (“infrastructure”) og et «ad hoc» trådløst lokalnett (LAN) som definert av 802.11 spesifikasjonene.

**N:** Lag skisser og forklar kort skilnaden på ein infrastruktur (“infrastructure”) og eit «ad hoc» trådløst lokalnett (LAN) som definert av 802.11 spesifikasjonane.

**5.2 E:** What random access method is used in the 802.11 MAC protocol? Give a brief and high-level explanation of how it works. (Keywords: how stations access medium, how collisions are detected or handled).

**B:** Hvilken “random access” metode brukes i 802.11 MAC protokollen? Gi en kort høynivå beskrivelse av hvordan den virker. (Stikkord: hvordan stasjoner aksesserer mediet, hvordan kollisjoner detekteres eller håndteres).

**N:** Kva for ein “random access” metode vert brukt i 802.11 MAC protokollen? Gje ein kort høynivå skildring av korleis han verkar. (Stikkord: korleis stasjonar aksesserer mediet, korleis kollisjonar detekteres eller handterast).

**5.3 E:** What are the main differences between 3G and 4G mobile cellular systems?

**B:** Hva er hovedforskjellene på 3G og 4G mobile cellulære systemer?

**N:** Kva er hovudskilnadene på 3G og 4G mobile cellulære system?

**5.4 E:** When streaming stored video over the public Internet, what is the main challenge for getting good quality at the receiving end (assuming enough capacity is available end-to-end to handle the mean transmission rate needed)?

**B:** Når en streamer lagret video over det offentlige Internettet, hva er hovedutfordringen for å oppnå god kvalitet hos mottaker (hvis vi antar at nok kapasitet er tilgjengelig ende-til-ende for å håndtere den nødvendige midlere transmisjonsraten)?

**N:** Når ein streamer lagra video over det offentlege Internettet, kva er hovudutfordringa for å oppnå god kvalitet hos mottakar (viss vi antek at nok kapasitet er tilgjengeleg ende-til-ende for å handtera den naudsynte midlere transmisjonsraten)?

**5.5 E:** When using the public Internet for interactive voice communication, what are the main challenges to achieve good quality?

**B:** Når en bruker det offentlige Internettet for interaktiv talekommunikasjon, hva er hovedutfordringene for å oppnå god kvalitet?

**N:** Når ein brukar det offentlege Internettet for interaktiv talekommunikasjon, kva er hovudutfordringane for å oppnå god kvalitet?