

Kirjoita jokaisen vastauspaperisi yläreunaan kurssi nimi, oma nimesi, opiskelijanumerosi ja allekirjoitus. Kokeessa on jaossa yhteensä 60 pistettä ja koeaika on 3,5 tuntia. Merkitse koepaperiin, jos haluat käyttää koetta uusintakuulusteluna.

Kuhunkin tehtävään riittää 1-2 sivun vastaus. Yleiskuvalla pääsee läpi. Yksityiskohtaisemmalla vastauksella saa paremman arvosanan.

Arvosteluperiaatteet on kuvattu kunkin kysymyksen jälkeen kursiivilla. Ne eivät ole täydellisiä vastauksia.

1) Verkon rakenne / Sovelluskerros (20 p)

Opiskelija Anni Ahkeran ystävä on lähtenyt vaihto-oppilaaksi yliopistoon, josta toki on myös yhteys Internetiin.

- a) Piirrä kaaviokuva Anni Ahkeran ja hänen vaihdossa olevan ystävänsä koneita yhdistävästä TCP/IP-verkosta, jossa on ainakin isäntäkoneita (host), reitittimiä (router), kytkimiä (switch) ja toistimia (repeater) sekä näitä yhdistäviä siirtolinkkejä (link). Mitkä TCP/IP-protokollapinon kerrokset on toteutettu kussakin näistä laitteista ja mitä protokollia niissä tarvitaan? (8 p)
Tyypillisessä kaaviokuvassa joitakin reitittimiä on yhdistetty toisiinsa linkeillä (ainakin kaksi reititintä). Näissä reitittimissä on sitten edelleen linkeillä yhdistettynä isäntäkoneita ja/tai kytkimiä ja toistimia. (Toistimia voi myös olla reitittimien välillä). Isäntäkoneita voi myös olla yhdistetty reitittimiin kytkimien kautta. Pisteytys: isäntäkoneet reunoilla 2p, reititimet keskellä 2p, linkki sijoitettu ja nimetty oikein 2p, kytkimistä ja toistimista kummastakin 1p. (Laitteiden kerroksissa ja protokollissa virheitä vähentää pisteen tai puoli per laite)
- b) Anni lähettää sähköpostiviestin ystävälleen. Mitä kaikkia eri kerrosten protokollia tarvitaan, ennen kuin sähköpostisanoma on luettavissa ystävän koneella? Kerro lyhyesti kunkin mainitsemasi protokollan tehtävä. (6-8 p)
Tämän ja seuraavan alikohdalta joidenkin protokollien sijoittelu tehtävien välillä on aika vapaavalintaista, siksi pisteytyksessäkin on hiukan vaihtelua. SMTP, TCP ja IP ainakin edellytetään käsiteltäväksi tässä kohdassa. Muiden protokollien (kuten ARP, MAC, DNS) käsittely voi olla mukana tai puuttua. POP3 ja/tai IMAP pitää olla kuvattuna joko tässä tai seuraavassa kohdassa.
- c) Miten sähköpostin välittäminen Anni Ahkeran koneelta hänen ystävänsä koneelle tapahtuu sovellustasolla? Jos esittelit tässä uusia protokollia, niin kerro lyhyesti niiden tehtävät. (4-6p)
Tämän alikohdan oleellisin selitettävä asia on viestin siirtoon käytettävät sovellustason protokollat Annin sähköpostiohjelman, Annin käyttäjän postipalvelimen, Ystävän käyttämän postipalvelimen ja ystävän sähköpostiohjelman välillä. Kolmessa ensimmäisessä yhteydessä käytetään SMTP protokollaa, kun taas viimeisessä välissä on käytettävä jotain postinnoutoprotokollaa kuten POP3 tai IMAP.

2) Verkko- ja kuljetuskerros (20 p)

- a) Mitkä tekijät aiheuttavat virheellisiä paketteja tai pakettien katoamisia? Miten ne voidaan havaita? (4p)
Virheellinen voi syntyä erilaisista häiröistä, jotka aiheuttavat bittien muuttumista. Paketti voi ruuhkatilanteessa kadota, kun vastaanottajan (esim. matkalla oleva reititin) puskuuri on täynnä. Vioittunut paketti voi myös näkyä vain kadonneena vastaanottajalla, jos se on tarkistussummien perusteella poistettu jo matkalla. Katoamisen voi havaita vastaanottaja vasta seuraavan saapuessa järjestysnumeroiden perusteella. Lähettäjä joutuu toimimaan vain itselleen saapuvien viestien perusteella (kts. b)-kohta). (1p kummankin tapauksen syystä ja havainnosta erikseen)

- b) Mitä tarkoitetaan vuonvalvonnalla (flow control) ja ruuhkanvalvonnalla (congestion control)? Miksi niitä tarvitaan? Mitä eroa niillä on? (4 p)

Nämä ovat aina lähettäjän näkemyksiä tilanteesta. Vuonvalvonta liittyy vastaanottajan puskuritilan riittävyyteen ja ruuhkanvalvonta verkon välityskapasiteetin riittävyyteen. Vastauksessa pitää olla jotain myös tarpeellisuudesta tai menetelmistä.

- c) Miten TCP:n ruuhkanhallinta toimii tilanteessa, jossa halutaan lähettää 120 KB:n tiedosto linjalla, jonka kiertoviive (roundtrip time) on 80 ms? Kynnysarvo (threshold) on aluksi 32 KB ja yhdessä segmentissä voidaan lähettää korkeintaan 2 KB dataa ja tarvittavat otsakkeet. Oletetaan, että lähetystä rajoittaa vain ruuhkaikkuna eikä mitään ongelmia esiinny, vaan segmentit ja niiden kuittaukset saapuvat ajoissa perille. (6 p)

Yksinkertainen viestien simulointi aikajanalla on toimiva vastaus. Muista eksponentiaalinen aloitus eli ensin yksi ja sitten kutakin saapunutta vastausta kohti saa lähettää kaksi, kun kynnysarvo saavutettu. Tällöin lähetettynä on 16 kuittaamatonta segmenttiä. Kynnysarvon saavuttamisen jälkeen kasvattaminen hidastuu siten, että yhden saa lisätä vain kiertoviiveen mittaisin välein.

- d) Entä jos c)-kohdan tapauksessa 10. lähetetty segmentti saapuu virheellisenä perille, mitä tällöin tapahtuu? Kuinka lähettäminen tästä jatkuu? Onko tässä eroa sillä, käytetäänkö TCP:n versiota Tahoe vai Reno? Jos on, niin miten ne eroavat? (6 p)

Vastaanottajan reagointi muihin saapuviin paketteihin, kun yksi puuttuu välistä. Lähettäjän reagointi vastaanottajan viesteihin ja/tai aikakatkaisun käyttö havaitsemisessa. Kynnysarvon puolitus ja sen vaikutukset uudelleenlähetysten toimintaa. Tahoe ja Renon erot havaitsemisessa ja toipumisessa.

3) Verkkokerros ja/tai linkkikerros (20 p)

- a) Oletetaan, että reititin (router) vastaanottaa toiselta reitittimeltä oman Ethernet-lähiverkkonsa koneelle osoitetun paketin (datagrammin), joka sisältää HTTP-kyselyn. Reitittimen oma lähiverkko koostuu kytkimillä (switch) yhdistetyistä lähiverkoista. Minkä eri protokollien otsakkeita ja dataa paketti sisältää? Piirrä kuva tai kuvaa paketin sisältö tarkasti muuten. (8 p)

Paketti lähetetään Ethernet-verkossa, joten ulommassa kerroksessa on ethernet-protokollan mukaiset alukkeet ja lopukkeet. Tässä kerroksessa vastaanottajan ja lähettäjän osoitteena on MAC-osoite.

Vastaanottajan osoitteena on tämän reitittimen MAC-osoite (3p)

Ethernet-paketin datana on verkkokerroksen IP-protokollan mukainen sanoma. Tässä on siis IP (ja TCP) -otsakkeet, jossa on alkuperäisen lähettäjän ja lopullisen vastaanottajan IP-osoitteet (3p).

IP-paketti datana on HTTP-kysely, jossa toki ovat mukana http-protokollan omat kentät (2p).

- b) Mitkä kentät ainakin muuttuvat ja miten, kun reititin välittää a)-kohdassa saamansa paketin eteenpäin? (4 p)

Linkkikerroksen lähettäjä kentän arvoksi tulee tämän reitittimen MAC-osoite (1p) ja vastaanottajaksi varsinaisen vastaanottajan MAC osoite (1p). Verkkokerroksen lähettäjä ja vastaanottaja eivät muutu (1p). Verkkokerroksen kentistä Time to Live (TTL) arvo on lähetettävässä paketissa yhden pienempi kuin vastaanotetussa (1p). Muitakin muutoksia voi olla, mutta nämä ovat keskeisimmät tällä kurssilla käsitellyt.

- c) Miten kytkin (switch) osaa ohjata saamansa kehyksen oikealle vastaanottajalle? (4 p)

Kytkin katsoo omasta kytkentätaulustaan vastaanottajan MAC-osoitetta vastaavan linkin tai kytkentäportin numeron ja ohjaa kehyksen sinne. Jos vastaanottajan sijainti ei ole taulussa, niin kehys ohjataan kaikkiin muihin inkkeihin paitsi sinne mistä se saapui (ns. tulvitus). Kytkin oppii laitteiden sijainnit keräämällä sanoman lähettäjän MAC-osoitteen ja kytkentäportin, josta sanoma tuli.

- d) Käytössä on CRC-tarkistus ja virittäjä (generator) on 1011. Lähetettävä varsinainen data on 110101. Mitä saadaan CRC-tarkisteeksi ja mitä siis lähetetään linjalle? Miten vastaanottaja tietää, onko saapunut data virheellinen? (4 p)

CRC:n toimintaperiaatteen kuvaus lähettäjällä 1p. Tehtävässä haettiin laskennalla noita tarkistusbittejä 2p. Vastaaanottajan toiminta 1 p.