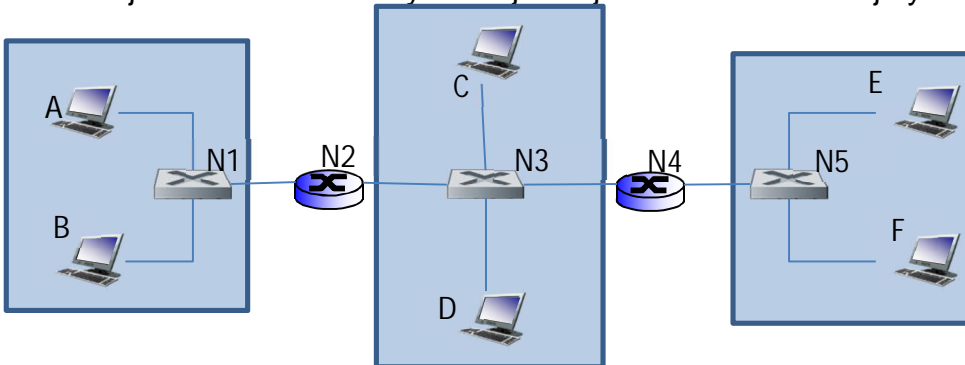


# Tietoliikenteen perusteet, syventäviä tehtäviä 6

Tehtävät liittyvät tietoliikenteen-perusteet-2-21.mooc.fi:n osiin 5 ja 6.

1. Tarkastellaan pienten pakettien käyttöä reaaliaikaisen audion lähettämisessä internetin yli. Pienten pakettien haittana on otsakkeiden osuuden kasvu liikennöitävien bittien kokonaismäärästä. Seuraavassa oletetaan, että paketin koko on  $P$  tavua dataa ja 5 tavua otsaketta.
  - a. Oletetaan, että digitaalisesti koodattua ääntä lähetetään reaaliaikaisesti suoraan verkkoon. Ääntä koodataan vakionopeudella 128 kbps. Oletetaan lisäksi, että jokainen paketti täytetään kokonaisuudessaan ennen kuin se lähetetään. Paketin kokoamiseen kuluvaa aikaa kutsutaan pakettiviiveksi (packetization delay). Kuinka suuri on  $L$  kokoisen paketin pakettiviive? (Kirjoita siis funktio, jolla kuvaan pakettiviiveen suuruuden paketin pituuden  $L$  avulla)
  - b. Arvoa 20 ms suurempi pakettiviive voi aiheuttaa epämiellyttävää kaikua. Mikä on pakettiviive, jos paketin pituus on  $L = 1500$  tavua (maksimaalinen Ethernet-paketti) tai  $L = 50$  tavua (ATM-paketti)?
  - c. Laske viive, joka kuluu yhdessä kytkimessä paketin vastaanottoon ja lähetykseen, jos linkkien nopeus on  $R = 622$  Mbps ja paketin koko on joko  $L = 1500$  tavua tai  $L = 50$  tavua.
  - d. Johtopäätöksiä pienten pakettien käyttökelpoisuudesta? Hyödyt /Haitat?
2. Aliverkoista, kytkimistä ja reitittimistä

Tarkastellaan seuraavan kuvan mukaista verkkoa. Tässä  $N1$ ,  $N3$  ja  $N5$  ovat tähtimäisten aliverkkojen keskellä olevia kytkimiä ja  $N2$  ja  $N4$  näitä aliverkkoja yhdistäviä reitittimiä.



- a. Voisivatko  $N1$ ,  $N2$  ja  $N3$  olla reitittimiä tai  $N2$  ja  $N4$  kytkimiä? Mitä se vaikuttaisi verkon rakenteeseen?
- b. Oletetaan, että E haluaa lähettää IP-paketin B:lle
  - E:n ARP-taulussa ei ole B:n MAC-osoitetta. Tekeekö E ARP-kysely saadakseen B:n MAC-osoitteen? Miksi / miksi ei?
  - Mikä on vastaanottajan IP-osoite tässä E:n lähettämässä paketissa? Entä vastaanottajan MAC-osoite kehyksessä, jonka sisällä tämä paketti on? (Kuvaa laite ja mikä sen verkkoliitäntä on kyseisessä kohdassa)
- c. E:n B:lle lähettämä paketti on nyt matkalla  $N4$ :ltä  $N2$ :lle.

- Mikä nyt on kehyksen vastaanottajan MAC-osoite? Entä kehyksen sisältämän IP-paketin vastaanottajan IP-osoite?

d. Kun E:n lähettämä paketti vihdoin saapuu B:lle, niin

- Mikä on lähettäjän MAC-osoite saapuvassa kehyksessä? Entä kehyksen sisältämän IP-paketin lähettäjän IP-osoite?

e. Entäpä kun A haluaa lähettää IP-paketin B:lle. A:n ARP-taulussa ei ole B:n osoitetta. Myöskään B:n ARP-taulussa ei ole A:n osoitetta. Kytkimen N1 kytkintaulussa on vain B:n ja N2:n tiedot. Nyt A joutuu tekemään ARP-kyselyn saadakseen selville B:n MAC-osoitteet

- Mitä kytkin N1 tekee, kun se saa A:lta tämän ARP-kyselyn?

- Saako reititin N2 myös tämän kyselyn? Jos se saa sen, niin lähettääkö se sen edelleen muihin aliverkkoihin? Miksi / miksi ei?

- Kun B saa tämän ARP-kyselyn, niin se toki vastaan A:lle, mutta pitääkö sen ensin tehdä ARP-kysely A:n MAC-osoitteesta? Miksi / miksi ei?

- Mitä kytkin N1 tekee tämän B:lta saapuvan ARP-vastauksen kanssa?

3. Nyt kootaan kaikki yhteen. Oman osaamisesi arvioimiseksi tee tehtävä ensin ilman kurssimateriaali ja vasta sitten kurssimateriaalin kanssa. Tilpe2:n luvussa 6 on vastaava tarina, mutta lisää omaasi yksityiskohtia muista luvuista ja tarvittaessa jopa tilpe1:n sisällöstä.

Oletetaan, että kävelet tietokoneluokkaan, käynnistät tietokoneen ja lataat yhden web-sivun (esim. [www.helsinki.fi/tutkimus](http://www.helsinki.fi/tutkimus)). Mitkä kaikki protokollat ovat tällöin toiminnassa ja minkälaisia askelia ne tekevät. Oletetaan lisäksi, että kaikki erilaiset välimuistit (dns, selain, yms) ovat tyhjiä. Kirjaa askeleet talteen vaiheittain. Kaikissa viestien vaihdoissa pidä huolta, että tiedät viestin sisältämien protokollien otsakkeista ainakin lähettäjän ja vastaanottajan osoitteet/tunnisteet kaikilta kerroksilta. Ole erityisen tarkkana, että vaiheiden järjestyksestä käy selkeästi ilmi, miten käyttämäsi tietokone saa yhdyskäytäväreitittimen IP ja MAC osoitteet.

a. Ensin käynnistysvaihe

b. Sitten selaimen toiminta

(HUOM: Muista käsitellä ainakin protokollat HTTP, DNS, DHCP, TCP, ARP)

4. Ethernet-lähiverkko ja CSMA/CD

a. Miten Ethernetin CSMA/CD-protokollaa noudattavat asemat A, B ja C toimivat tilanteessa, jossa asema A on parhaillaan lähettämässä, ja A:n vielä lähettäessä asemat B ja C haluavat lähettää?

b. Selvitä asemien toiminta siihen saakka, kunnes kaikki asemat ovat onnistuneet lähettämään kehyksensä.

c. Mitä voi tapahtua, jos heti A:n lähetyksen loputtua myös asema D haluaa lähettää? Onko mahdollista, että D pääsee lähettämään ennen B:tä ja C:tä? Jos on, niin näytä, kuinka se on mahdollista.

d. Viidennen törmäyksen jälkeen, mikä on todennäköisyys, että solmu valitsee arvon  $K=4$ ? Kuinka pitkä odotusaika 10Mbps Ethernet-verkossa liittyy tähän arvoon  $K=4$ ?

5. Wi-Fin kanavat. Oletetaan, että tietyssä kahvilassa on tarjolla kahden eri toimittajan (=palveluntarjoajan, ISP) langaton verkkoyhteys. Kukin toimittaja hallinnoi itsenäisesti omaa tukiasemaansa ja ne jakavat hallinnoimiaan IP-osoitteita verkkoaan käyttäville laitteille.

a. Oletetaan lisäksi, että vahingossa molempien toimittajien tukiasemat käyttävät kanavaa 11. Miten kokonaisuus toimii? Rikkoutuuko protokollan 802.11

toiminnallisuus kokonaan, osittain vai ei ollenkaan? Kuvaille mitä tapahtuu, kun kaksi eri laitetta yrittää lähettää samaan aikaan. Onko tässä eroa käyttävätkö laitteet samaa vai eri tukiasemaa?

- b. Miten a-kohdan vastauksesi muuttuu, jos toinen tukiasema käyttää kanavaa 2 ja toinen kanavaa 11?
- c. Entäpä, jos kumpikin ISP käyttää lisäksi yksityistä 192.168.x.x –osoiteavaruutta sen verkkoon liittyneille laitteille. Voivatko kahvilan asiakkaat edelleen saada nettiyhteyksiä ja esimerkiksi selailta verkkosivuja tai vaikka lukea sähköpostejään? Onko mahdollista, että yksityistä tietoa voisi päätyä väärälle käyttäjälle?

## 6. Laitteiden vertailua.

Varsin tavanomaista on, että ystävämme pyytävät apua tai suosituksia siitä millainen yhdistelmälaite kotiverkkoon pitäisi hankkia. Oletetaan tässä tehtävässä, että ystävän kerrostaloasunto voidaan yhdistää palveluntarjoajan verkkoon parikaapelilla, jolloin ethernet reititin on oikea laitetyyppi. Näitä on markkinoilla kymmeniä erilaisia ja hyvin eri hintaisia.

- a. Millaisia ohjeita antaisit ystävällesi laitteen valintaan liittyen? Millaisia tietoja haluaisit saada ennen ohjeistamista?
- b. Tehdään jotain vähän konkreettisempaa ja verrataan kahden (lähes satunnaisesti) valitun yhdistelmälaitteen (langaton tukiasema + reititin) ominaisuuksia: TP-Link Archer AX10 (AX1500) ja Asus RT-AX88U. Molemmista löytyy arvioinnit ainakin PC Magazinessa (<https://uk.pcmag.com/wireless-routers>). Valmistajien tuotesivuilla on paljon laajemmin tietoa kummastakin: <https://www.tp-link.com/fi/home-networking/wifi-router/archer-ax10/> ja <https://www.asus.com/Networking-IoT-Servers/Whole-Home-Mesh-WiFi-System/All-series/RT-AX88U/>. Huomaa, että sivuilla on paljon erilaisia termejä, joista kaikkia emme ole tällä kurssilla käsitelleet. Hae näistä laitteista seuraavat tiedot:
  - Mitä Wi-Fi teknologioita laite tukee ja mitkä ovat maksiminopeudet näillä tekniikoilla?
  - Entä langallisten yhteyksien nopeudet?
  - Laitteiden hinnat esim. verkkokauppa.com:issa tai jollain muulla jälleenmyyjällä?
  - Muita kiinnostavia piirteitä näistä laitteista?