

*Vastaa vain viiteen (5) kysymykseen. Käytä erillistä vastauspaperia jokaiselle kysymykselle. Lyhyet ja asiapitoiset vastaukset ovat toivottavia. Vastauksissa olevat virheet laskevat vastauksen arvostelua. Kirjoita nimesi, kurssin koodi ja päivämäärä jokaiseen vastauspaperiisi. Kurssipalautteen antaminen on vaatimus kurssin suorittamiselle. Muista antaa palautetta kurssista.*

*Select and answer five (5) questions only. Use separate sheet of paper for each question. Short and down to the fact answers are appreciated. Errors in your answers lower the overall grade of the answer. Put your name, course code and date of the exam to each of your paper. Use of English is allowed only for foreign students. To qualify for passing the course, you must give feedback. Please, give course feedback.*

**Q1:**

MPLS-tekniikalla pyritään luomaan joustava ja toisaalta yksinkertainen liikenteenhallinnan ja palvelutuotannon alusta. Tämän alustan päälle palvelutarjoaja luo tarjoamansa kohdennettuna eri asiakas- ja palvelusegmenteille. Olettamus palveluntarjoajan roolista ja toimintamallista on se, että hänellä on sekä omia loppuasiakkaita, että hän toimii yhdysliikenneoperaattorina muille palveluntarjoajille. Suorina asiakkaina hänellä on suuria yrityksiä eri sektoreilta, joille hän tarjoaa eriytettyjä SLA-tasoja per käyttötarkoitus.

Esittele MPLS:n suunnittelu/käyttö/toimintaperiaatteet

a) operaattorin sisäiseen verkon optimointiin, mitä vaatimuksia ja rajoitteita käyttö asettaa MPLS-verkon rakenteille/protokollille. (3 pistettä)

b) palvelutuotantoon (suljettu/avoin), mitä vaatimuksia käyttö asettaa MPLS-verkon rakenteille/protokollille. (3 pistettä)

*Huom !!! ota huomioon koko operaattorin verkkorakenne horisontaalisesti (liityntä, alue ja runkoverkko) ja vertikaalisesti (siirto- ja välityskerros). Pohdi eri MPLS:n positiointivaihtoehtoja suhteessa muihin tekniikoihin ja mitä rajoitteita se luo tai poistaa palvelutuotannosta.*

---

MPLS is used to create simple and flexible traffic management and service creation platform. On top this platform service provider creates his service offerings for various customer and service segments. Assumption for this task on the role of service provider and operational model, is that he has direct customers and operates also as transit provider for other service providers. Direct customer segment is limited to large corporations on various business areas. For those customers he offers differentiated service levels per operational area.

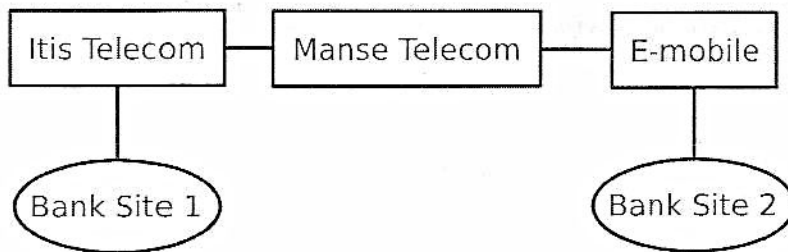
Describe design, usage and operational principles of MPLS

a) for service providers internal network optimization, what are the requirements and limitations that are set by this operation for structures and protocols of MPLS-network. (3 points)

b) service deployment (open and closed service groups), what are the requirements and limitations that are set by this operation for structures and protocols of MPLS-network. (3 points)

*Remark !!! take into account the whole network structure of service provider horizontally (access, metro, core) and vertically (transport/forwarding layers). Analyze different roles of MPLS in respect of other technologies - what are the limitations it brings or removes from the service deployment?*

Q2:



Eräs eurooppalainen investointipankki tarvitsee siirtoverkkoyhteyden kahden toimipisteensä välille. Palvelun on kyettävä kuljettamaan milloin tahansa vähintään 200 Mbit/s liikennettä maksimissaan 50ms yksisuuntaisella viiveellä toimipisteen reunalta toiselle. Palvelun tavoitettavuus on määritelty niin, että mikäli kumpaakaan näistä kriteereistä rikotaan, katsotaan palvelu kelvottomaksi rikkomuksen sisältävän tunnin ajaksi. Lisäksi vuoden aikana palvelun pitää olla tavoitettavissa 99,9% ajasta.

- 1) Palvelun tuottamisessa ollaan päästy jo ylläolevan näköiseen suunnitelmaan, jossa palvelu tulitisiin rakentamaan kolmen eri siirtoverkko-operaattorin alueverkkojen läpi. Minkälaisia haasteita ja ongelmia pankki on joutunut ratkomaan, jotta ollaan päästy näinkin pitkälle? (4 pistettä)
- 2) Selitä jotakin siirtoverkkojen peering-mallia käyttäen kuinka operaattorit maksavat toisilleen palvelun tuottamisesta. (2 pistettä)

---

A European investing bank requires a transport service between two of their sites. At any given time there must be no more than 50ms one-way delay between the sites, and a throughput guarantee of 200 Mbit/s must be made for the service. Service availability is defined so that if either of these criterion are broken, the hour with the service violation shall be noted as unavailable. Throughout the year the service must be available 99,9% of the time.

- 1) The service has been planned up to the configuration illustrated by the adjacent picture, wherein it would be built through infrastructure of three local transport operators. What kind of challenges has the bank had to solve in order to get this far? (4 points)
- 2) Using a transport peering model of your choice, explain how operators pay each other in order to produce the service. (2 points)

Q3:

Kuvaile protektointimenetelmien (1+1, 1:1, 1:M/M:N) ominaisuuksia (optisissa verkoissa). (6 pistettä)

---

Describe properties of protection methods (1+1, 1:1, 1:M/M:N) (in optical networks). (6 points)

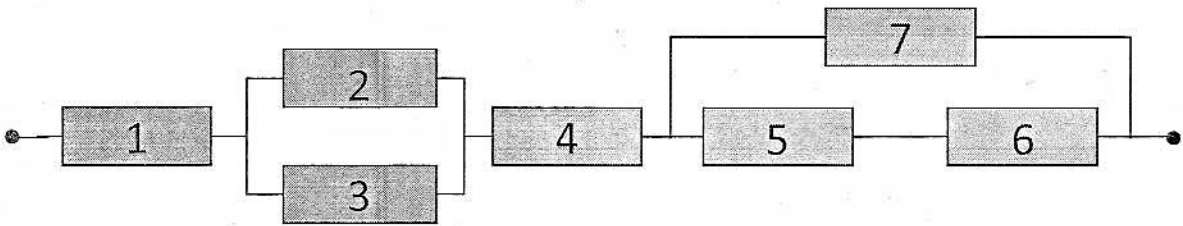
Q4:

Miksi peerataan ja miksi ei peerata? (6 pistettä)

---

Why to peer and why not to peer? (6 points)

Q5:



- 1) Arvioi kuvan rakenteen epäkäytettävyys. Voit olettaa, että kunkin komponentin  $i$  epäkäytettävyys  $U_i$  on hyvin pieni ( $\ll 1$ ). (2 pistettä)
- 2) Kerro millä tavalla voisit arvioida tietoliikenneverkon käytettävyttä. Minkälaisia ongelmia käytettävyyden arvioinnissa tulee vastaan? (4 pistettä)

- 
- 1) Estimate the unavailability of the above structure. You can assume that the unavailability  $U_i$  of each component  $i$  is very small ( $\ll 1$ ). (2 points)
  - 2) How would you estimate the availability of a telecommunications network? What kind of challenges are there in availability estimation? (4 points)

Q6:

MPLS BGP VPN:n toimintaperiaate. (6 pistettä)

---

Functional principles of MPLS BGP VPN. (6 points)

Q7:

Ethernetin OAM-mekanismit. (6 pistettä)

---

Ethernet OAM-mechanisms. (6 points)

Marko Luoma (1), Jukka Nousiainen (2), Visa Holopainen (3), Taneli Taira (4), Tuomas Tirronen (5), Juha Järvinen (6), Timo-Pekka Heikkinen (7)