

TARTU ÜLIKOOL  
MATEMAATIKA-INFORMAATIKATEADUSKOND  
Arvutiteaduse instituut  
Informaatika eriala

Erkki Laaneoks

# Õpik "Sissejuhatus võrgutehnoloogiasse"

Magistritöö (20 AP)

Juhendajad: Eero Vainikko  
Anne Villems

Autor: ..... "....." mai 2008  
Juhendajad: ..... "....." mai 2008

Lubada kaitsmisele

Professor ..... "....." mai 2008

TARTU 2008



## Sisukord

Sissejuhatus.....	3
1.Võrgutehnoloogia õpetamine TÕ Arvutiteaduse instituudis.....	4
2.Õpiku koostamise printsiibid.....	5
3.Raamatu sisu.....	6
4.Kokkuvõte ja edasised plaanid.....	9
Abstract.....	10
Lisa 1: õpik.....	12

## Sissejuhatus

Tänapäeval on arvutid saanud igapäevaelu lahutamatuks komponendiks. Arvutid on väga olulised vahendid, millega tehakse tööd ja lahutatakse meelt. Me oleme jõudnud infoühiskonda, kus informatsioon ja selle kiire edastamine ja kättesaamine on väga oluliseks muutunud. Informatsiooni ja andmete kiirema liikumise võimaldamiseks arvutite vahel on tublisti arenenud võrgutehnoloogia, see on saanud praktiliselt arvutite lahutamatuks osaks. Enam ei peeta arvutit kasutatavaks, kui puudub võrguühendus teiste arvutitega.

Arvutivõrkude ühinemistest on kasvanud välja Internet. Tänapäeval eeldatakse, et võrguga ühenduses olemine tähendab Internetiga ühendatust. See on toonud kaasa selle, et Eestis sõltume kõik otseselt või kaudselt võrgutehnoloogiast.

Peale selle, et võrgutehnoloogia annab väga palju uusi võimalusi, peab arvestama ka arvutivõrkude varjukülgedega, milledeks võib pidada andmeturbega seonduvat (nt. viirused, pealtkuulamine, identiteedi vargused jne.) ja võrguressursside mittesihotstarbelist kasutust (nt. alaealised ja pornograafia, töö ajal kõrvaliste asjadega tegelemine jne.). Vaatamata varjupooltele kaaluvad positiivsed aspektid kindlasti üle negatiivsed. Varjuküljed on väga suures osas tingitud arvutivõrku kasutavate inimeste teadmiste ja kogemuste vähesusest. See võib ohustada ka teiste inimeste turvalisust. Seetõttu on oluline, et osataks arvutivõrku kasutada.

Analoogselt võiks välja tuua olukorra mootorsõidukite kasutamise. Nimelt enda ja teiste inimeste turvalisuse huvides on kehtestatud piirangud, et ilma koolituse ja vastavat eksamit sooritamata ei tohi inimesed teistega koos liigelda, samuti ei tohi inimene olla meelemürkide mõju all (nt. alkohol). See on kindlasti hoidnud ära palju õnnetusi ning me võime ennast liigeldes tunda turvalisemalt. Kõlanud on ka hääli, et Internetti pääsemiseks peaks eelnevalt teostama eksami, millega saadakse Interneti kasutamise luba. Kas ka kunagi jõutakse selleni, et hakataks mingil viisil piirama Interneti kasutust, on kahtlane. Kahtlemata on vajalik inimesi harida, et nad ei saaks kannatada või nende tõttu kannatada teised inimesed.

Õpetamiseks on vajalik vastavasisuline õpik, mis peaks olema emakeelne. Eesti keeles on senini puudunud võrgutehnoloogiat põhjalikumalt käsitlev raamat või õpik. See oli kindlasti väga oluline puudujääk eestikeelses erialases õppekirjanduses. Kindlasti ei ole võrgutehnoloogia möödunud nähtus, vaid tema osatähtsus igapäevaelus jätkab veel kasvamist ja pikemas perspektiivis ei ole näha olulisuse põhimõttelist langust. Seetõttu on eestikeelne vastavasisuline õppekirjandus ülimalt oluline. Õpetamist peaks alustama juba üldhariduskoolides ja kindlasti põhjalikumalt käsitlema kõrgkoolide infotehnoloogia erialadel.

Tartu Ülikoolis kuulub võrgutehnoloogia informaatika ja infotehnoloogia õppekavadesse. Tartu Ülikoolis on kaks võrgutehnoloogiat käsitlevat ainet: Võrgutehnoloogia I ja Võrgutehnoloogia II, mis mõlemad on nelja ainepunktis. Autor on Tartu Ülikoolis mõlemat ainet lugenud koos Erkki Kukk'ga alates 2005. aasta kevadsemestrist. Kursused on baseerunud peamiselt võrguseadmeid ja tarkvara valmistava Cisco õppematerjalidel, mis paraku on inglise keelsed ja ei ole laiemale lugejaskonnale kättesaadavad. Õppematerjal on kättesaadav ainult Cisco võrguakadeemiaga liitunudel kõrgkoolide kaudu.

Käesoleva magistritöö raames on valminud raamat "Sissejuhatus võrgutehnoloogiasse" [SVT1], mis on esitatud Lisas 1. See raamat püüab katta vaadeldud olulise augu eestikeelses õppekirjanduses. Raamatu valmimist toetas EITSA Tiigrihüppe Sihtasutus.

Magistritöö esimeses peatükis vaatame lähemalt, milline on praegune olukord võrgutehnoloogia õpetamisel Tartu Ülikoolis. Teises peatükis lahkame raamatu kirjutamisel järgitud printsiipe ning kolmandas tutvustame raamatu sisu. Neljandas vaatame edasisi plaane seoses raamatuga ja võrgutehnoloogia õpetamisega üldse.

## 1. Võrgutehnoloogia õpetamine TÜ Arvutiteaduse instituudis

Võrgutehnoloogia I ja II õpetamine on toimunud 2003. aasta sügisest *Cisco Networking Academy* materjalide baasil, mille nimetuseks on CCNA (*Cisco Certified Network Associate*). CCNA-d kasutatakse maailmas paljudes kõrgkoolides [CCNA1]. CCNA materjali (käsitlеме versioon 4.0 kontekstis, mis on praeguse seisuga kõige uuem) headeks külgedeks võib pidada järgmist:

- Käsitletavad teemad on arusaadavalt lahti kirjutatud.
- Kasutatakse rohkesti illustratsioone ja animatsioone.
- Kursus on kasutusel üle maailma.
- Käsitletud on nii teoreetilist kui praktilist poolt.

Antud materjalide puudusteks võib pidada:

- Inglisekeelsusega võib kaasneda keelebarjäär.
- Mitmete oluliste teemade mittekaetus (näiteks DNS).
- Palju on asjatut kordamist ja ebavajalikku juttu, mis mõjuvad täitematerjalina.
- Materjal on Cisco-spetsiifiline, eriti praktiline pool.

CCNA materjal jaguneb ise neljaks semestriks, mida nimetatakse vastavalt CCNA1, CCNA2, CCNA3, CCNA4. CCNA1 hõlmab võrgutehnoloogia fundamentaalset osa OSI (*Open System Interconnection*) mudeli ja Etherneti ning TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) protokollistike põhjal. CCNA2 hõlmab marsruutimist ja marsruutimisprotokolle ning CIDR ja VLSM tehnikaid. CCNA3 hõlmab kohtvõrgu disainimist, kommuteerimist, VLAN-e (*virtual local area network*), STP-d (*Spanning Tree Protocol*) ja traadita ühendusi. CCNA4 hõlmab WAN-tehnoloogiaid (*wide area network*) üldiselt, PPP (*Point-to-Point Protocol*), *Frame Relay*, võrguturvet ja ACL-e (*access control list*).

2007. aasta lõpus valmis CCNA 4.0, mis on suur edasimineku õppematerjali teemade osas: kaotati mitmeid aegunud protokolle ja tehnoloogiaid (nt. IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*)); lisati mitmeid uusi ajakohasemaid teemasid (nt. IPv6 (*Internet Protocol version 6*), traadita ühendused); muudeti materjali vormilist ülesehitust ja struktuuri. Üldiselt on CCNA materjal kindlasti parem kui varasemalt.

Kuna CCNA kursust ei ole mõistlik viia läbi neljal semestril, siis on otsustatud Tartu Ülikoolis kasutada sügissemestril toimuva Võrgutehnoloogia I raames CCNA1 ja CCNA2 õppematerjale ning kevadsemestril toimuva Võrgutehnoloogia II raames kasutada CCNA3 ja CCNA4 õppematerjale. Ühe CCNA osa hinnanguliseks mahuks arvestatakse kaks ainepunkti. Seega nii Võrgutehnoloogia I kui Võrgutehnoloogia II mahuks on neli ainepunkti.

Kuna materjalid võimaldavad iseseisvalt teemat omandada ja varasemalt osales Võrgutehnoloogia II kursuse lõpu poole loengutes ainult 3-5 tudengit korraga, siis on loengud järg-

nevatel aastatel ära jäetud. Samas on tudengid järgnevatel aastatel avaldanud soovi loengute järele.

Aine eksamid viiakse läbi veebitestidega, mis vähendavad oluliselt õppejõudude koormust tudengite hindamisel, vähendavad subjektiivsust ning tudeng saab praktiliselt kohe teada oma tulemuse. Iga CCNA osa kohta on oma test, mistõttu kujuneb mõlemate ainete eksamihinne kahe CCNA testi tulemuste aritmeetilise keskmise põhjal. Testide teostamiseks on igale tudengile vaja oma kontot. Testide teostamise keskkond sisaldab ka iga CCNA peatüki kohta väiksemat testi. Oleme neid kasutanud selleks, et tudengid saaksid oma teadmisi ise kontrollida. Testide teostamise keskkond seab tingimusteks, et tudeng peab olema eelnevat CCNA osad läbinud, et teda saaks kanda järgmisse ossa ehk klassi. Iga klassi lõpetamisega nõutakse ka, et oleks täidetud tagasiside test. Sellega seoses on õppejõududel rohkem tegemist, sest inimesi peab jooksvalt üle kandma uude klassi, aktiveerima teste ja tagasiside testi. Siiski on see tagasiside, profiili täitmine tudengite poolt tihti tegemata, kuigi seda tuletatakse mitmeid kordi meelde. Kokkuvõttes on õppejõudude koormus võrdväärne sellega, kui tehtaks üks või kaks suurt kirjalikku eksamit.

Ainete Võrgutehnoloogia I ja Võrgutehnoloogia II läbimiseks on vajalik kahe lõputesti teostamine. Selleks peab iga tudeng kasutama kahte erinevat testi tegemise aega. Testid on toimunud klassis Liivi 2-004, kus on kõige enam arvuteid. Vaatamata sellele peab arvestama, et kõik aine kuulajad ei mahu korraga testi tegema, mistõttu peab välja pakkuma mitu testi tegemise aega. Sellega seoses saavad tudengid suurema valikuvabaduse, sest testi tegemise aegu on päris palju (mõnele testi tegemise ajale tuleb kohale vähe inimesi).

Testide probleemiks võib pidada testide ingliskeelsust, mistõttu mõnikord on tudengitel probleeme küsimusest täpselt arusaamisega; testide küsimused võivad lekkida; kuna tegemist on valikvastustega küsimustega, siis see seab piirangud esitatavatele küsimustele; kõik tudengid ei saa korraga kontrolltööd või eksamit sooritada, sest arvuteid ei ole piisavalt. Kokkuvõttes on küsitav veebipõhiste testide mõttekus.

## 2. Õpiku koostamise printsiibid

Lähtudes eelmises peatükis kirjeldatud situatsioonist CCNA materjalidega, seati õpiku kirjutamisel järgmised eesmärgid:

1. Õpik peab sisaldama praegu CCNA käsitletavat temaatikat, v.a. Cisco spetsiifilised teemad.
2. Õpik peab katma teisi olulisi teemasid, mida CCNA endas ei kata (nt. DNS).
3. Õpik peab olema rohkelt illustreeritud joonistega.
4. Õpik peab olema lühidalt kirjutatud, vältides nn. sisutäidet ja kordusi.
5. Õpiku sihtrühmana eeldatakse infotehnoloogia alaseid tudengeid või kogenumaid arvutikasutajaid.
6. Õpik peab olema suhteliselt odav, et oleks kättesaadav tudengitele ja teistele huvitatutele.
7. Õpik peab jääma tootjate osas neutraalseks.

Kuna materjal on väga mahukas, raamatul oli aga etteantud piiratud maht, tuli hoolega ruumi kokku hoida. Mahu kokkuhoiu huvides tehti joonised pigem laiemad kui kõrgemad

ja paljud loetelud kirjutati teksti sisse, kui need ei paistnud oluliselt vähendavat arusaadavust. Raamatus prooviti vältida ajaloo käsitlemist või üritati seda teha minimaalselt, kuna see ei ole enamasti sisu mõistmiseks oluline ning mõjuks täitematerjalina. Mõnel pool siiski oli vajalik ajaloo käsitlemine, kuid siis tehti seda minimaalselt.

Raamat jaguneb mõtteliselt nelja osasse. Esimeses osas käsitletakse arvutivõrgu toimimist OSI mudeli baasil, võttes aluseks Etherneti ja TCP/IP protokollistikud. Esimeses osas antakse lugejale ettekujutus võrguliikluse toimimise üldistest alustest ja probleemidest (ka teised tehnoloogiad ja protokollid peavad sarnaste probleemidega arvestama). Ethernet ja TCP/IP on võetud aluseks seetõttu, et nendega on tänapäeval arvutikasutajad kõige enam kokku puutunud.

Teises mõttelises osas käsitletakse teisi arvutivõrgu reaalseks toimimiseks olulisi mõisteid, protokolle ja tehnoloogiaid (nt. võrkude tüübid, DNS (*Domain Name System*), DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), NAT (*network address translation*), multiedastus, marsruutimisprotokollid, IPv6 jne.).

Kolmandas mõttelises osas käsitletakse peamiselt WAN-i võrku puutuvat ja lisaväärtusi pakkuvaid tehnoloogiaid ja protokolle (nt. STP, VLAN-id, traadita ühendused, fiiberoptika, ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), QoS (*quality of service*), UPnP (*Universal Plug and Play*), SNMP (*Simple Network Management Protocol*), VPN (*virtual private network*) jne.).

Neljandas mõttelises osas käsitletakse praktilisemat poolt: kuidas arvuti võrguseadistust konfigureerida, liikluse hõive Wireshark'ga, mõningad probleemide lahendused ning lõpetatakse võrguturbe käsitlemisega.

Raamatus on käsitletud mitmeid teemasid, mida CCNA kursus ei käsitle või mainib põgusalt: BGP, DNS, multiedastus, QoS, UPnP, SNMP. Lisaks on raamatus mitmeid CCNA-s käsitletud teemasid käsitletud põhjalikumalt. Raamatus ei käsitleta Cisco spetsiifilisi protokolle (nt. VTP (*VLAN Trunking Protocol*)), võrguseadmete seadistamist, kohtvõrgu disainimist; pääsuloendeid.

Raamatut lugedes on vajalik esmalt lugeda esimene mõtteline osa, sest see on vundamendi ladumise osa (ka kogenumatel kasutajatel võib ühtteist uut olla). Järgmised peatükid, välja arvatud 2 viimast, on omavahel sõltumatamad, mida võib lugeda ka suvalises järjekorras. Viimased kaks peatükki kasutavad osaliselt ka vahepealseid peatükke. Peale raamatu esimese osa läbilugemist võib seda kasutada ka käsiraamatuna, sest teemasid käsitletakse käsiraamatule omase lakoonilisuse ja põhjalikkusega.

Vastavalt nendele printsiipidele koostati käsitlemisele tulevate teemade loetelu, mida tutvustatakse täpsemalt järgmises punktis.

### 3. Raamatu sisu

Raamatu eessõnas tuuakse lühidalt välja, mis raamatuga on tegemist, kellele see on mõeldud, raamatu üldine ülesehitus ning tänusõnad.

Raamatu sissejuhatuses tehakse tutvust arvutivõrkudega seotud probleemidega, mida on vaja lahendada, et kasutada arvutivõrgu hüvesid. Arvutivõrk võib tunduda esmapilgul lihtsam, kui ta tegelikult on. Tuuakse sisse mitmeid üldisi mõisteid ja jõutakse selleni, miks just raamatu ülesehituseks on kasutatud OSI mudelit, TCP/IP protokollistiku põhjal. Saab selgeks, milleks on vajalikud standardiseerimisorganisatsioonid ja tutvustatakse lühidalt

olulisemaid ning antakse viidad mõningate asutuste poolt välja antud standarditele. Edaspidi raamatus ka viidatakse lühidalt neile.

Peatükid "Mõisteid" ja "Kahendarvutus" on abistavad peatükid. Esimeses tuuakse mitmeid olulisi üldisi mõisteid (vajalikud mitmes peatükis), mis on vajalikud edasiseks arusaamiseks ja mida ei pruugita hästi teada. Kuna võrgutehnoloogias on olulisel kohal kahendarvutus, siis käsitletakse lühidalt ka kahendarvutust, eeskätt seda, mida kasutatakse raamatus käsitletavate teemade juures. Kuna raamat on mõeldud ka arvutivõrkudest huvitatud mittetudengitele, siis ei saa eeldada kahendsüsteemis arvutamise oskust või vajab see meeldetuletamist.

Edasi minnakse raamatu esimese mõttelise osa juurde, mis annab lugejale baasteadmised, kuidas arvutivõrk toimib. Lihtsam on õpetada kompleksset teemat, kui see on tükeldatud mitmeks alamteemaks. Alamteemad on jaotatud vastavalt OSI mudelile. Alustatakse OSI mudeli esimesest (füüsilisest) kihist ehk peatükist "OSI füüsiline kiht", kus käsitletakse riistvaralist poolt (kaablid, signaliseerimine, otsikud, esimese kihi võrguseadmed (hub, repiiter) jms.). Informatsiooni vahetust võrgumeedial vaadeldakse Etherneti põhjal. Etherneti kasutatakse, sest ta on kohtvõrkudes traadiga ühenduste osas praktiliselt ainukasutatav. Traadita ühendused on keerulisemad, kuid alguses on vaja baasiks lihtsasti arusaadavat reaalselt rakendust, millega ollakse ka kokku puutunud.

Järgmises peatükis "OSI kanalikiht" käsitletakse OSI mudeli kanalikihti, mida tehakse samuti Etherneti põhjal. OSI kanalikihi peatükis vaadeldakse füüsilist adresseerimist ja teise kihi võrguseadmeid (kommutaator ja sild). Antud peatükis piirduakse ainult ühe protokolliga, et olla fokuseeritum. Hiljem, kui baasteadmised on omandatud, on kergem ka teistest protokollidest aru saada.

OSI võrgukihi peatükis vaadeldakse loogilist adresseerimist ning seda tehakse Interneti aluseks oleva IP-protokolli põhjal. IP-protokoll ja adresseerimine on märksa komplekssem kui kanalikihi protokollid ja adresseerimine. OSI võrgukihi peatükis vaadeldakse IP-aadressi loogilist ülesehitust, jaotamise põhimõtteid (CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*), IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*), RIR-d (*regional Internet registry*), LIR-d (*local Internet registry*)), võrkude disainimist (VLSM (*Variable Length Subnet Masking*)), IP-võrgus veasituatsioonide käsitlemist (ICMP (*Internet Control Message Protocol*) protokoll), IP-aadressi ja kanalikihi aadressi sidumist ning mismoodi toimub pakettide toimetamine suvalisest punktist suvalisse teise maailma punkti ehk marsruutimine. Peatükis on välja toodud küll aadressiklassid, kuid neil on püütud võimalikult vähe peatuda. Päriskäsitlemata ei saa neid siiski jätta, sest praegune olukord on mõjustatud aadressiklassidest.

Transpordikihi peatükis vaadeldakse andmevoo edastamist protokollide TCP ja UDP (*User Datagram Protocol*) põhjal. TCP ja UDP vaadeldakse, sest mõlemad on kõige enam kasutusel ning nende sihtkasutus on erinev. TCP on komplekssem lahendus andmevoo edastamiseks ja UDP on kergekaaluline variant andmevoo edastamiseks. Transpordikihis käsitletakse, kuidas on lahendatud suurte andmemahtude edastamisega seotud probleemid, andmekadudega seonduv ning pordid.

OSI kolme ülemist kihti vaadeldakse koos ja lühemalt, sest nad on rohkem seotud rakendusprogrammidega. Antud peatüki lõpus vaadeldakse tagasivaatena OSI mudeli kihtide koostoimimist, et luua terviklikumat pilti OSI erinevate kihtide koostööst.

Eelmainitud osadega on antud esmased baasteadmised arvutivõrkude toimimisest. Peatükis „Veel olulisi võrgutehnoloogia mõisteid“ vaadeldakse võrgutehnoloogia väiksemamahulisi teemasid ja mõisteid, mida enne ei saanud vaadelda, sest puudusid alusteadmised arvuti-



võrgu toimimisest. Siiski on need teemad olulised teada või avardavad arusaamist, miks just nii ja kuidas on üles ehitatud arvutivõrgud. Nendeks teemadeks on võrkude tüübid, klient-server ja partnerilt-partnerile ühendused, topoloogiad, ühendusviisid ja ISP-de (*Internet service provider*) hierarhia.

Peatükis „Teisi olulisi protokolle ja IP laiendusi“ käsitletakse mitmeid protokolle, mis on arvutivõrgu praktiliseks toimimiseks hädavajalikud. Nendeks protokollideks on DNS, DHCP, NAT ja multiedastus. DNS juures käsitletakse ka DNSSEC-i (*Domain Name System Security Extensions*), mis ei ole veel esmavajalik ning ei ole eriti kasutusel, kuid on DNS-i arvatav väljavahetaja. Eeldatavasti võetakse tulevikus DNSSEC laiemalt kasutusse. Praktilise poole pealt on tihti kasutatav ka DDNS, mistõttu on ta DNS-i juures ka eraldi välja toodud. DNSSEC ja DDNS (*Dynamic DNS*) on sisse toodud silmaringi avardamiseks ja tulevikule mõeldes.

Peatükk "Marsruutimisprotokollid" käsitleb erinevaid laiemalt kasutusel olevaid marsruutimisprotokolle. Kuna marsruutimisprotokollid jagunevad kahte või kolme liiki marsruutimisprotokollideks (oleneb käsitlesest), siis on kõigi kolme liigi osas käsitletud pikemalt ühte kõige enam kasutatavamat marsruutimisprotokollit, milledeks on RIPv2 (*Routing Information Protocol version 2*) (distsantsvektor-marsruutimisprotokoll), OSPF (*Open Shortest Path First*) (sideliini-oleku-marsruutimisprotokoll) ja BGPv4 (*Border Gateway Protocol version 4*) (radavektorprotokollideks).

Järgmiseks peatükiks on "IPv6", mis käsitleb eeldatavalt uueks globaalselt kasutusele võetavaks protokolliks saavat IPv6-e. IPv6 on veel suhteliselt vähe kasutusel ja kasutusele võtmine ei ole läinud nii ladusalt kui loodeti. Siiski pikemas perspektiivis eeldatavasti saab praegu kasutusel oleva protokollit IPv4 aadressiruum otsa, mistõttu tekib vajadus suurema aadressiruumi järele. Seetõttu on vajalik ka protokollil IPv6 pikemalt peatuda. Vaatamata sellele, et IPv4 proovitakse IPv6 protokolliga asendada, on IPv6 ise veel arenemisejärgus.

Peatükis "Kommutaatorite laiendusi" vaadeldakse mitmeid võimalikke kommutaatorite laiendusi, milledeks on STP, virtuaalkohtvõrgud ja peegelport. Neid laiendusi ei leia üldjuhul odavama klassi kommutaatoritelt.

Peatükis "Traadita ühendused" peatutakse andmete saatmisel raadiolaineid kasutades. Kuigi erinevaid tehnoloogiaid on mitmeid, keskendutakse pikemalt arvutikasutajate poolt kõige enam kasutatavale traadita ühenduse tehnoloogiale IEEE 802.11 (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), mida tuntakse laiemalt Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) nime all. Samuti käsitletakse traadita ühenduste turvalisust ning võrreldakse traadiga ühendustega.

Analoogsena traadita ühendustega vaadeldakse peatükis "Fiiberoptika", kuidas kasutatakse valgust andmete edastamiseks. Lähemalt vaadeldakse Etherneti tehnoloogiaid, mis kasutavad meediumina fiiberoptikat.

Kui senini on keskendutud peamiselt kohtvõrkudele, siis peatükis "WAN tehnoloogiad" vaadeldakse ka mõningaid WAN-i tehnoloogiaid. WAN-võrk on oma tehnoloogiate poolest rikkalikum kui LAN, kuid siiski vaadeldakse mõningaid nendest, milledeks on DSL, PPP, Frame Relay ja ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Plaanis oli ka käsitleda SONET/SDH (*Synchronous Optical Networking/Synchronous Digital Hierarchy*) ja MLPS (Multi-label Protocol Switching) tehnoloogiaid, kuid need jäid ruumi puudusel välja. Viimati nimetatud tehnoloogiad on ka ülesehituselt keerulisemad, mistõttu nad ei sobiks ilmselt antud raamatusse. Samuti jäi ruumipuudusel välja kaabelühendused, mida Eestis on ka suhteliselt palju kasutusel, kuid mitte nii palju kui ADSL-ühendusi.

Peatükis "Teisi kasulikke tehnoloogiaid" taheti sisse tuua tehnoloogiaid ja protokolle, mis võimaldavad anda lisaväärtust. Kindlasti on neid rohkemgi, kuid mingi valik tuli teha. Käsitlemiseks valiti välja teenusekvaliteet, VPN (käsitleti pikemalt IPsec'i), UPnP (toodi pikem näide UPnP kasutusest NAT'i tõlgete loomiseks, sest see on UPnP kõige enam kasutatavam rakendus), võrguhaldus (käsitleti pikemalt SNMP protokoll) ja Syslog (logimine).

Kahes viimases peatükis käsitletakse võrgutehnoloogia praktilisemat poolt. Eelviimane peatükk keskendub arvutite võrguseadistuse teadasaamisele ja muutmisele. Operatsioonisüsteemidest keskendutakse Windowsile ja Linuxile. Käsitlemist ei leia erinevate serverite seadistused (nt. DNS, DHCP), sest antud teema oleks liiga mahukas, servereid on mitmeid. Arvutivõrgu probleemide lahendamiseks on võrguspetsialistidele tihti äärmiselt vajalik liiklust hõivata ja seda analüüsida. Selleks vaadeldakse lähemalt võrguliikluse analüüsimise tarkvara WireShark. Veel vaadeldakse ühenduste vaatamise tarkvara TCPView (ainult Windows keskkonnale). Lõpetuseks käsitletakse võrguprobleemide lahendamiseks vajalikke tegevusi ning antakse üldisi soovitusi arvutivõrgu paigaldamiseks.

Viimaseks peatükiks on võrguturve. Viimane pole see mitte seetõttu, et ta on ebaolulisem kui eelnevad peatükid, vaid sellepärast, et ta nõuab tugevamat teadmiste põhja, sest turvaugud kasutavad sageli ära pisidetaile, mida protokolliga tegijad ei osanud ette näha. Võrguturve on väga oluline ja ta muutub veelgi olulisemaks, sest asutused ja eraisikud võivad kaotada väga palju, mistõttu korralik võrguturve on üheks võtmekomponendiks kujunenud, mida enam kasutatakse arvutivõrgu pakutavaid võimalusi. Kuna edukad rünnakud kasutavad enamasti midagi ootamatut ja on teostatud uut moodi ning rünnakute viise/mustreid on väga palju, siis käsitleme siinkohal mõningaid kasutatavamaid ja paremini kirjeldatavaid. Suur osa vaadeldavatest rünnetest ei ole suurema osa arvutite jaoks enam teostatavad (tarkvara on uuendatud), kuid nad annavad ettekujutuse, milliseid pisidetaile on edukateks rünnakuteks kasutatud, avardades lugeja silmaringi.

Raamatu lõpus on aineregister, mis aitab lugejal kiiresti märksõna teades leida üles lehekülje, kus antud märksõna leiab kajastamist.

## 4. Kokkuvõte ja edasised plaanid

Arvestades CCNA ja raamatu erinevust, oleks mõistlik rakendada mõlemate tugevaid külgi, et Võrgutehnoloogia I ja II kursusi paremaks muuta. Kindlasti jääb praktiline pool põhiliselt Cisco spetsiifiliseks. Seda tingib asjaolu, et olemas on sobiv riistvaraline baas, mis pakub enamasti vajalikku funktsionaalsust.

Arvestades eeltoodut, võiks tagasi tuua loengud, kuid mitte enam otseselt Cisco materjalide baasil, sest ei ole otstarbekas loengus hakata tõlkimisega ettelugemist tegema. Samas osad teemad on tunduvalt suurema praktilise osaga, mistõttu oleks need mõistlikum jätta praktikumides käsitletavaks. Teemad, mis ei ole praktilise suunitlusega, võiksid olla käsitletavad loengutes. Selliselt saavutatakse efektiivsem õpe, mis väljenduks selles, et tudengid saaksid paremini aine omandatud; võiks ära jätta osad praktikumid või mitu tükki ühendada; saaks käsitleda teemasid, mida CCNA ei sisalda, kuid on olulised; väheneksid valesi mõistmised, mis tulenevad võõrkeelsest tekstist arusaamisega.

Seni oli võrgutehnoloogia olnud informaatika ja infotehnoloogia erialadel tunniplaanijärgselt teise aasta aine, kuid alates 2008. aastast on see õppekavade reformimisega tõstetud tunniplaanis esimesse aastasse, mis on osaliselt tingitud ka eestikeelse õpiku ilmumisest.

# An Introduction to Network Technology

Master's Thesis

Erkki Laaneoks

Abstract

Network technology is an important part of IT having a tremendous impact also in modern Estonia. Many services are available on the Internet and many are still becoming available. Estonia is mentioned as an e-country. Unfortunately up to now there has been a lack of network technology textbooks in Estonian, that is a big gap in Estonian study literature. The aim of this Masters' thesis is to fill this very important gap in Estonian study literature.

The published book "An Introduction to Network Technology" (in Estonian "*Sissejuhatus võrgutehnoloogiasse*") is meant for university level students in information technology and for more experienced computer users.

Network technology has been taught at Tartu University since 2003 on the basis of CCNA materials of Cisco Network Academy, which are regrettably in English and are available only to students, who take this course at their universities.

The published book is divided into four notional parts. In the first notional part the operation of a computer network is considered on the basis of OSI model and the protocol stacks of Ethernet and TCP/IP. In the first part the reader is given a conception of the principles and problems of network traffic activity. Ethernet and TCP/IP are taken as a basis because modern computer users in Estonia have most probably come across with them.

In the second notional part other concepts, protocols and technologies are covered that are important in a true computer network activity (i. e. network types, DNS (Domain Name System), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), NAT (network address translation), multicast, routing protocols, IPv6 etc.)

In the third notional part mostly WAN network and technologies and protocols that provide surplus values are covered (i. e. STP, VLAN, wireless connections, fiber optics, ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), QoS (quality of service), UPnP (Universal Plug and Play), SNMP (Simple Network Management Protocol), VPN (virtual private network) etc.).

In the fourth notional part the more practical topics are covered: how to configure computer network settings; traffic capture with Wireshark; solutions to some problems; network security.

The book was published in February 2008 and is obtainable from book stores. It is intended to be used in teaching network technology at Tartu University from the autumn term of 2008.

## **Kasutatud kirjandus**

SVT1: Erkki Laaneoks, Sissejuhatus võrgutehnoloogiasse, 2008

CCNA1: Cisco Networking Academy, [https://www.academynetspace.com/index\\_flash.php](https://www.academynetspace.com/index_flash.php)  
(viimati külastatud: 20.05.2008)

## **Lisa 1: õpik**