

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma / Tietoverkkotekniikka

Anssi Leppäkoski

LAAJAKAISTATUOTTEIDEN AUTOMAATTINEN PROVISIOINTI

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka

LEPPÄKOSKI, ANSSI

Laajakaistatuotteiden automaattinen provisiointi

Opinnäytetyö

43 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja

lehtori Jouko Pahlama

Toimeksiantaja

AinaCom Oy

Huhtikuu 2011

Avainsanat

NETadmin, provisiointi, ADSL, kaapelimodeemi

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli määrittää ja testata tarvittavat ohjelmistorajapinnat laajakaistatuotteiden automaattista provisiointia varten. Työn toimeksiantajana toimi AinaCom Oy, joka ottaa automaattisen provisioinnin tuotantokäyttöön. Laajakaistatuotteiden automaattinen provisiointi käsittää kaapelimodeemi- ja ADSL-yhteystekniikat kuluttaja-asiakkaille.

Tämän dokumentin teoriaosuudessa käydään läpi provisiointityön prosessiin kuuluvat eri järjestelmät ja tekniikat. Työssä tutustutaan myös rajapintojen käyttämiin kuvauskieliin ja komponentteihin, erityisesti NETadmin-järjestelmän kannalta.

Dokumentissa kerrotaan, miten eri rajapintakuvaukset tuli määrittää, jotta provisiointityö onnistui halutulla tavalla. Käytännön osuuden pääpaino oli NETadmin-järjestelmän ohjelmistorajapinnoissa. Osuudessa kerrotaan myös rajapintojen testauksesta erilaisilla mahdollisilla määrittäyksillä ja vaatimuksilla. Lisäksi osuudessa käydään lävitse koko provisiointiprosessin testaus ja toiminta, tilaamisesta liittymän avaamiseen asti.

Lopputuloksena saatiin aikaan vaadittu automaattinen provisiointiprosessi, joka mahdollistaa nopeamman ja pienitöisemmän laajakaistatuotteiden toimittamisen asiakkaille. Laajakaistatuotteiden automaattinen provisiointi otetaan käyttöön vaadittavien testauksen ja määritysten jälkeen mahdollisimman nopeasti huhtikuussa 2011.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Information Technology

LEPPÄKOSKI, ANSSI

Automatic Provisioning of Broadband Products

Bachelor's Thesis

43 pages + 3 pages of appendices

Supervisor

Jouko Pahlama, Senior Lecturer

Commissioned by

AinaCom Oy

April 2011

Keywords

NETadmin, provisioning, ADSL, cable modem

The aim of this thesis was to identify and test the necessary software interfaces for the automatic provisioning of broadband products. The study was commissioned by AinaCom Oy, which will introduce the automatic provisioning in production. The automatic provisioning of broadband products covers cable modems and ADSL access technologies aimed at consumer customers.

The theoretical part of this paper examines the various systems and technologies pertaining to the provisioning process. In addition, it introduces the interface description languages and components, in particular with regard to the NETadmin system.

The paper explains how the different descriptions of the interfaces should be defined for the provisioning job to be accomplished as desired. The practical section focuses on NETadmin's software interfaces. This section also explains the testing of interfaces with different possible definitions and requirements. Furthermore, the practical section describes the testing and operation of the whole provisioning process, from subscription all the way to the opening of the connection.

The result of the work was automatic provisioning which enables faster and more efficient delivery of broadband products to customers. The provisioning will be introduced in April 2011 as soon as the required testing and definitions are complete.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	9
2 AUTOMAATTINEN PROVISIOINTI JA JÄRJESTELMÄT	10
2.1 NETadmin	11
2.2 Puhti-toiminnanohjausjärjestelmä	12
2.3 KeyRNS-verkkotietojärjestelmä	13
2.4 Pem-ohjelmisto	14
2.5 CMTS-keskitinlaitteisto	16
2.6 DHCP-palvelin	17
3 RAJAPINNAT	18
4 TEKNIIKAT	20
4.1 ADSL	21
4.2 Kaapelimodeemi	23
4.3 OSI-viitemalli	24
5 LAAJAKAISTALIITTYMÄT AINACOM OY:SSÄ	25
6 TOTEUTUS JA TESTAUS	26
6.1 ADSL-yhteyden määritykset	27
6.2 Kaapelimodeemimääritykset	28
6.3 Palvelut NETadminissa	29
6.4 Rajapintojen testaus	30
6.4.1 NETadminin ja Pem-palvelimen rajapinta	30
6.4.2 NETadminin ja DHCP-palvelimen rajapinta	32
6.4.3 NETadminin ja CMTS:n rajapinta	33
6.4.4 NETadminin Puhdin vastainen rajapinta	34
6.5 Koko prosessin testaus	37
6.6 Virheiden käsittely	38

7 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	42
LIITTEET	

Liite 1. ADSL-linjanprofiilit

Liite 2. Kaapelimodeemiyhteyksien testauspöytäkirja SoapUI:sta NETadminiin

Liite 3. Kaapelimodeemiyhteyksien testauspöytäkirja Puhdista päätelaitteelle

LYHENTEET

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line eli epäsymmetrinen digitaalinen tilaajayhteys
CMTS	Cable Modem Termination System, kaapelimodeemiyhteyksien terminointipiste
COM	Component Object Model, rajapintakuvauksen ohjelmistokomponentti
CORBA	Common Object Request Broker Architecture, rajapinnan kuvauskieli
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla IP-osoitteiden jakamiseen
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification, kaapelimodeemien ominaisuussuositus
DSL	Digital Subscriber Line, digitaalinen tilaajayhteys
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer, laite joka yhdistää tilaajayhteydet runkoverkkoon
EDA	Ethernet DSL Access, Ericssonin laajakaistatekniikoiden tuoteperhe
EDN	Ethernet DSL Node, Ericssonin DSL-keskitin
EFN	Ethernet Fiber Node, Ericssonin kuitukeskitin
ESB	Enterprise Service Bus, rajapintojen välillä käytettävä tiedonsiirtoväylä
HDTV	High-definition Television, teräväpiirtotelevisio

HFC	Hybrid Fibre-Coaxial, kuitukoaksiaalinen verkko (katso KTV)
ICT	Information and Communication Technologies, suomennettuna tieto- ja viestintäteknologia
IP	Internet Protocol, verkkolaitteiden käyttämä protokolla
IPTV	Internet Protocol Television, televisiokuvan välittäminen internet-yhteyden kautta
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö
IT	Information Technology, informaatioteknologia
KTV	Kaapelitelevisioverkko
MAC	Media Access Control, verkkolaitteen fyysinen osoite
OSI	Open Systems Interconnection, tiedonsiirtoprotokollien kerrosmalliin perustuva kuvaustapa
PEM	Public Ethernet Manager, Ericssonin kehittämä keskittimien hallintajärjestelmä
RF	Radio Frequency, radiotaajuus
SLA	Service Level Agreement, palvelutason määrittäminen
SNMP	Simple Network Management Protocol, TCP/IP-verkkojen hallintaprotokolla
SOAP	Simple Object Access Protocol, rajapintakuvauksen ohjelmistokomponentti
SSH	Secure Shell, salattuun tietoliikenteeseen tarkoitettu protokolla

TCP	Transmission Control Protocol, tiedonsiirtoprotokolla
TFTP	Trivial File Transfer Protocol, tiedostoniirtoprotokolla
TV	Televisio
VLAN	Virtual Local Area Network, virtuaalinen lähiverkkoyhteys
VCI	Virtual Channel Identifier, virtuaalinen kanavantunniste
VPI	Virtual Path Identifier, virtuaalinen kanavantunniste
VPN	Virtual Private Network, etäyhteys julkisen verkon välityksellä
WWW	World Wide Web, internetin palvelumuoto
XML	Extensible Markup Language, ohjelmointikieli
XPCOM	Cross Platform Component Object Model, rajapintakuvauksen ohjelmistokomponentti

1 JOHDANTO

Työn toimeksiantaja AinaCom Oy on hämeenlinnalainen Aina Group -konserniin kuuluva ICT-palveluyritys (Information and Communication Technologies), joka tarjoaa niin kuluttajien kuin erityisesti PK-yritysten tarpeisiin suunniteltuja tietoliikenne- ja IT-ratkaisuja (Information technology). Tietoliikenneoperaattorina toimiminen on tänä päivänä kovin kilpailtu ala. Tästä syystä erinäiset kulut pyritään saamaan mahdollisimman pieniksi. Yksi mahdollisista säästökohteista on erilaisten työvaiheiden poistaminen prosesseista.

Tämän työn tarkoituksena oli kehittää automaattinen provisiointijärjestelmä laajakaistaisia kuluttajille tarjottavia ADSL- (Asymmetric Digital Subscriber Line) ja kaapelimodeemiliittymiä varten. NETadmin-järjestelmää käyttämällä laajakaistaisten tuotteiden provisiointi ja hallinta tapahtuu automaattisesti, jättäen pois useita prosessiin kuuluvia työvaiheita. Työssä keskityttiin tuotannon eri käytössä olevien järjestelmien rajapintoihin ja niiden toimivuuteen yhdessä NETadmin-järjestelmän kanssa. Näin saatiin laajakaistaisten liittymien automaattinen provisiointi sujumaan ongelmitta tilauksen teosta yhteyden avaamiseen asti.

Työssä testattiin kaikilla mahdollisilla erilaisilla variaatioilla kaikkien rajapintojen toimivuus erikseen ja yhtenä kokonaisuutena. Kehitys ja testaus toteutettiin yhdessä NETadmin-järjestelmän toimittajan ja AinaCom Oy:n henkilöstön kanssa. Työn tavoitteena oli saada asiakkaan tekemä liittymätilaus eteneämään yhtenä prosessina tilausjärjestelmästä lähtien aina provisioitavalle alustalle asti.

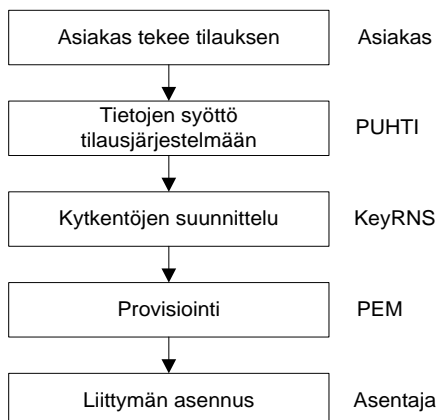
Työssä käsitellään Puhti-toiminnanohjausjärjestelmän, CMTS (Cable Modem Termination System) kaapelimodeemikeskittimen, Pem- (Public Ethernet Manager) ja DHCP-palvelimien (Dynamic Host Configuration Protocol) rajapintoja NETadmin-järjestelmää vasten. Enimmäkseen keskityttiin kuitenkin Puhdin ja NETadminin väliseen rajapintaan, koska muihin edellä mainittuihin järjestelmiin rajapinnat olivat jo valmiina työtä aloitettaessa.

2 AUTOMAATTINEN PROVISIOINTI JA JÄRJESTELMÄT

Laitteet ja sovellukset on saatava nopeasti ja joustavasti käyttäjien hyödynnettäviksi. Käyttöönoton helpottaminen kuuluu ICT-toimittajien markkinointitapoihin. Tietotekniikka-alan termeihin kuuluu provisiointi, jota monet laite- ja ohjelmistotoimittajat käyttävät yleisenä käsitteenä. Tietotekniikassa provisiointi merkitsee laiteresursseista ja ohjelmistoista muodostettavien palveluiden valmistelua niin pitkälle, että uusi käyttäjä tai sovellus saa ne käyttöönsä automatisoitujen prosessien avulla, eikä IT-asiantuntijoiden tarvitse osallistua prosessin kulkuun ollenkaan.

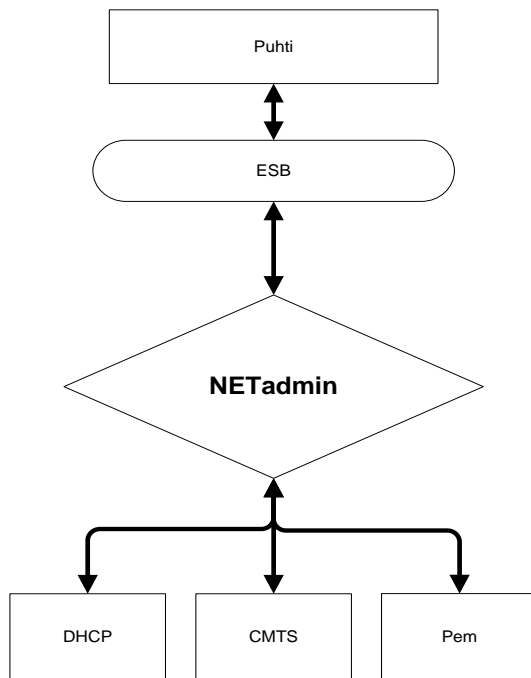
Teleoperaattoreiden kannalta automaattinen provisiointi on merkittävä. Käytössä on monta erillistä järjestelmää, mutta kaikki tarvitsevat lähtökohtaisesti samat asiakastiedot. Automaattista provisiointia käyttämällä ei tarvitse syöttää kuin yhteen järjestelmään tarvittavat tiedot ja loppuihin järjestelmiin näiden tietojen syöttäminen tapahtuu automaattisesti.

Laajakaistaliittymien automaattinen provisiointi AinaComilla vaikuttaa moneen eri järjestelmään, sillä yksittäisen tuotteen prosessiin kuuluu useammalla eri järjestelmällä tehtäviä työvaiheita. NETadminin avulla saadaan prosessista poistettua eri järjestelmiin käsin tehtyjä työvaiheita ja samalla nopeutettua prosessin läpikulkuaikaa. Kuvassa 1 on esimerkki ADSL-laajakaistaliittymän prosessista, joka sisältää työvaiheen ja siihen liittyvän järjestelmän.



Kuva 1. ADSL-laajakaistaliittymän prosessi tilauksesta asennukseen

NETadmin-järjestelmä on ollut jo muutaman vuoden AinaComilla tuotantokäytössä. Järjestelmän päätehtävänä on ollut verkonvalvonta aktiivilaitteille. Jotta automaattinen provisiointi saataisiin toimintaan, pitää siihen liittää eri rajapintojen kautta muut tarvittavat järjestelmät. Laajakaistatuotteiden provisointiin tarvitaan viisi eri järjestelmää. Näitä ovat Puhti-toiminnanohjausjärjestelmä, KeyRNS-verkkotietojärjestelmä, CMTS-keskitinlaitteisto, Pem- ja DHCP-palvelin. Kuvassa 2 näkyvät liitettävät järjestelmät.



Kuva 2. NETAdmin ja liitettävät järjestelmät

2.1 NETAdmin

NETAdmin on ruotsalainen järjestelmä toimintaprosessien automatisoimiseen laajakaistaverkoissa. NETAdmin-järjestelmä on markkinajohtaja Pohjoismaissa. Asiakkaita ovat kunnat, sähköyritykset, kiinteistöjen omistajat ja tietoliikenneoperaattorit.

NETAdmin automatisoi ja yhdistää hallinnan välisiä tekniikoita, asiakastuen, palveluntarjoajan ja loppukäyttäjät, joista jokainen voi käyttää omia portaaleja tarpeidensa mukaan. Ylläpitoprosesseja ovat esimerkiksi palvelun valvonta, asiakastuki, laskutustiedot, SLA- tilastot (Service Level Agreement), laiterakis-

terit, toiminnanohjaus, vianmääritys ja palvelun käyttöönotto. Ylläpitopalveluihin kuuluvat IPTV (Internet Protocol Television), HDTV (High-definition Television), IP (Internet Protocol), Internet, varmuuskopiointi, point-to-point-yhteydet, VPN (Virtual Private Network) jne. Järjestelmä on riippumaton laitevalmistajien ja yhteyksien suhteen.

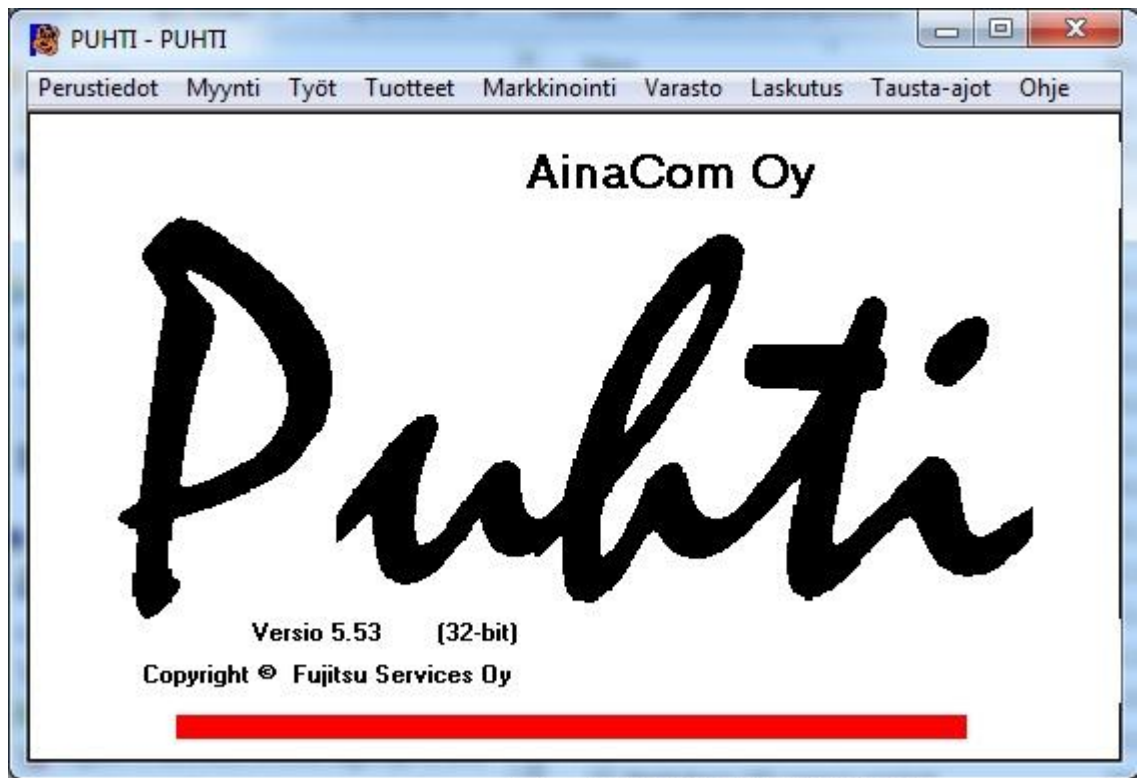
NETadmin tuo huomattavia säästöjä, koska tarvitaan vähemmän henkilöstöä ja koulutusta. Skaalautuvien toimenpiteiden avulla uudet palvelut voidaan ottaa käyttöön paljon nopeammin. NETadminin tärkein etu on mahdollisuus käynnistää automaattisesti palveluja käyttäjille ilman työntekijöiden huomattavaa työhön kuluva aikaa. Automatisointi on niin kehittynyt, että liittymän tilaajat voivat itse päättää ja muokata portaalin läpi, minkälaista yhteyttä käyttävät ja millaisilla palveluilla. Muutokset yhteyksille tapahtuvat muutamissa minuuteissa tilauksen hyväksymisestä.

NETadminin hallintaan ja tarkasteluun käytetään internet-selainta. Portaaleja on kaksi: hallintaan ja asiakaspuolen käyttöön. Lisäksi erikseen on mahdollista tehdä kuluttaja- ja yritysasiakkaille omia portaaleja, joista päästään tarkastelemaan esimerkiksi liittymästä haluttuja tietoja. Portaalien kautta järjestelmä on selkeä ja helppokäyttöinen. NETadminin toiminta perustuu erilaisten toimintojen, kuvausten ja ajurien yhteistoimintaan. Uusien laitteiden ja toimintojen lisäys on tehty hyvin yksinkertaiseksi. (NETadmin Oy 3.1.2011.)

2.2 Puhti-toiminnanohjausjärjestelmä

Aikoinaan puhelinyhtiöille kehitetty toiminnanohjausjärjestelmä Puhti on suuressa roolissa vieläkin AinaComilla. Järjestelmällä hallitaan erilaisia tietokantoja ja rekistereitä, kuten esimerkiksi asiakasrekisteriä, tuotekantoja ja laskutus-tietoja. Yrityksessä Puhtia käyttää lähes jokainen tietokonetta työssään tarvitseva työntekijä.

Järjestelmää käytetään paikallisesti asennetulla sovelluksella, joka pitää yhteyttä tietokantapalvelimeen. Tämän avulla tietokantoihin voi luoda uusia asiakkuuksia ja asiakkuuksille useita tilausrivejä. Myös tietojen haku tapahtuu tämän sovelluksen kautta. Kuvassa 3 näkyy Puhti-sovelluksen etusivu.



Kuva 3. Puhti-sovelluksen etusivu

Puhdissa eritellään asiakkuudet, tilaukset ja sopimukset omilla merkkijonoilla, jotka alkavat ACO-tunnuksella. Asiakkuus-, tilaus- ja sopimusnumerot käyttävät jokainen omaa kuudesta tai seitsemästä numerosta koostuvaa, juoksevaa numerosarjaa, joka lisätään ACO-tunnuksen perään. Jokainen merkkijono on yksilöllinen. Uutta asiakasta lisättäessä Puhti luo uuden asiakasnumeron asiakkaalle. Samoin aina uutta tilausta ja sopimusta lisättäessä luodaan omasta numerosarjasta uusi tilaus- tai sopimusnumero.

Asiakas-, tilaus- ja sopimusnumerot ovat jokainen tarpeellisia tiedon yksilöimisessä Puhdissa ja Puhdin tietoja käyttävissä muissa järjestelmissä. Esimerkiksi NETadmin ja KeyRNS yksilöivät näiden numerosarjojen mukaan tapahtuvat muutokset ja kutsut rajapintojen liikenteessä.

2.3 KeyRNS-verkkotietojärjestelmä

KeyRNS on verkkotietojärjestelmä, joka ylläpitää tietokantaa kupari- ja kuituverkkojen säiekytkennöistä, sekä laitetilojen ja jakamoiden kytkennöistä. Tietokantaan on tallennettu kaikkien kiinteistöjen katuosoitetiedot ja näihin osoite-

tietoihin ovat sidoksissa yksilölliset kupari- ja kuituverkkojen kytkentätiedot. Lisäksi tietokanta sisältää laiteiloissa olevien DSLAM-keskittimien (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) laitepaikkatiedot. Jokaiselle yksittäiselle ka-tuosoitetiedolle on varattuna yksilöllinen laitepaikka kupari- tai kuituverkkokyt-kentöjen mukaisesti. (KeyPro Oy 2.2.2011.)

KeyRNS vaihtaa tietoja Puhti-ohjelmiston kanssa niiden välisen ohjelmistora-japinnan kautta. Tämän rajapinnan kautta kulkeva tieto sisältää liittymän tun-nistetietoja, joiden avulla järjestelmä varaa oikean laitepaikan asennusosoit-teen mukaan. Nämä tiedot tulevat Puhdistä KeyRNS:ään aina kun Puhtiin luodaan uusi DSL-liittymän (Digital Subscriber Line) sisältävä tilaus. KeyRNS:ssä yksilöidään jokainen yhteys Puhdistä saadulla sopimusnumerol-la. KeyRNS:n ja Puhdin välistä rajapintaa ei tässä dokumentissa käsitellä sy-vemmin.

2.4 Pem-ohjelmisto

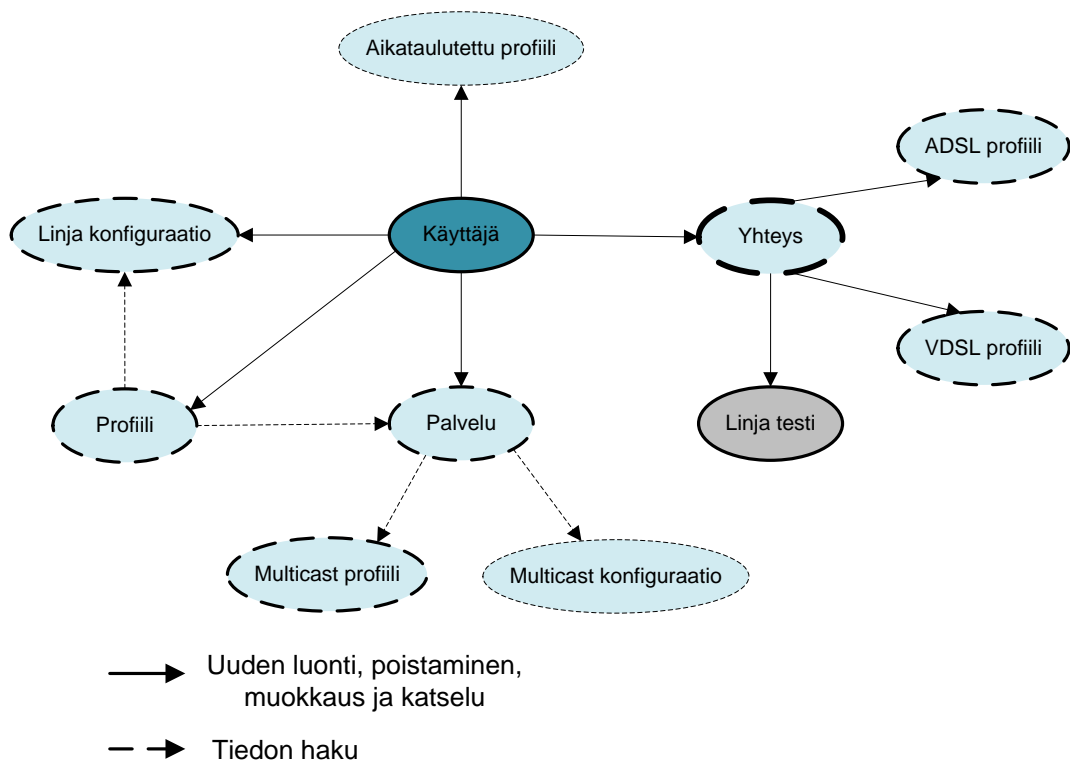
Pem on Ericssonin valmistamiin EDA (Ethernet DSL Access) DSL-keskittimiin kehitetty keskitetyn hallinnan ohjelmisto. Ohjelmisto toimii omalla palvelimella, jota voidaan hallita selainpohjaisella paikallisesti asennetulla käsityökalulla. Ohjelmisto noudattaa ISO:n (International Organization for Standardization) määrittelemää FCAPS-verkonhallinta mallia.

FCAPS-verkonhallinta malli avattuna

- Fault Management: Monitoroi verkkolaitteita ja hälytyksiä
- Configuration Management: Laitteiden hallinta ja konfiguraatioiden tal-lennus
- Accounting Management: Käyttäjien hallinta
- Performance Management: Verkkolaitteiden tiedon kerääminen ja tul-kinta
- Security Management: Käyttöoikeuksien hallinta verkossa

Palvelinta voi hallita täysin paikallisesti käyttämällä graafista hallintasovellusta. Graafinen hallinta on suunniteltu operaattoreille täyden verkonhallinnan mah-dollisuuksilla. Toinen rajoitetumpi hallinta tapahtuu SNMP:llä (Simple Network

Management Protocol) käyttäen Northbound Interface:ksi kutsuttua liityntä rajapintaa. Northbound Interface on alemman tason liityntä, jolla voidaan katsoa ylemmän tason (Southbound Interface) tietoja. Tällä palvelimella Northbound Interface käyttää CORBA (Common Object Request Broker Architecture) rajapinnan kuvauskieltä. Kuvasta 3 nähdään liitynnän kautta sallitut oikeudet. Käyttäjän luonti, poisto ja muokkaaminen ovat sallittuja, mutta muiden tietojen katseluun on vain lukuoikeus.



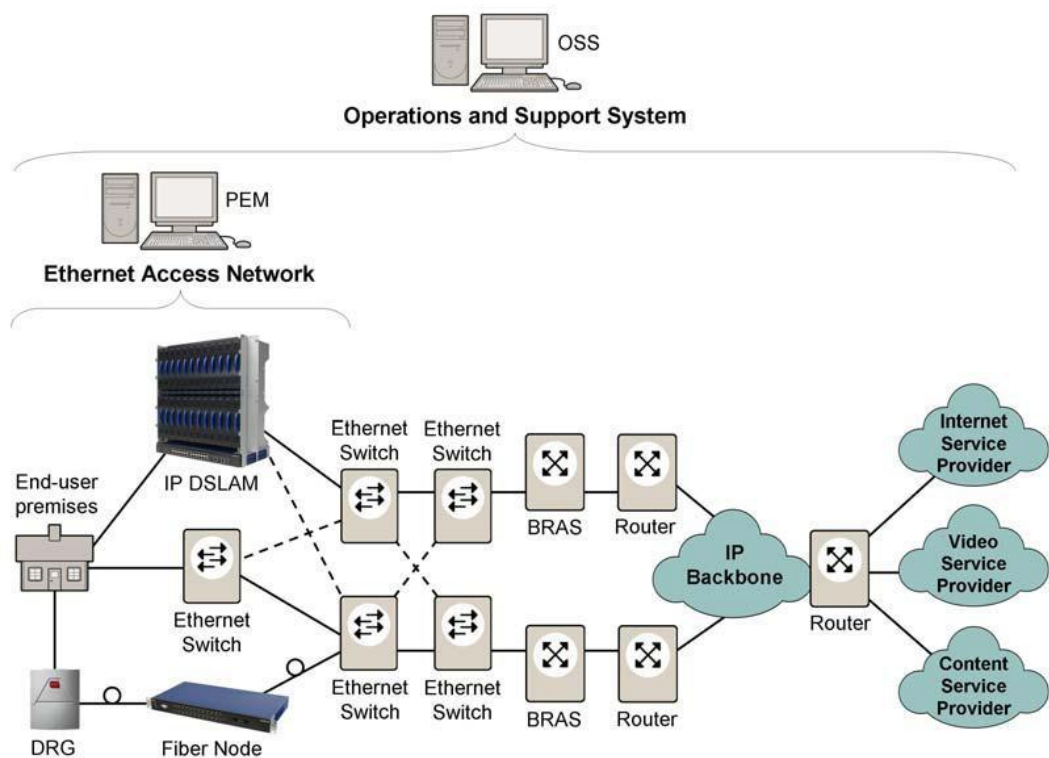
Kuva 4. Oikeudet rajapinnan ylitse (Ericsson 2.1.2011)

AinaComilla Ericssonin EDA tuoteperheeseen kuuluvista laitteista Pemo-ohjelmiston lisäksi ovat käytössä EDN- (Ethernet DSL Node) ja EFN-tuotteet (Ethernet Fiber Node). EDN on tarkoitettu ADSL-tekniikoiden tarjontaan ja EFN kuitutekniikoille. EDN- ja EFN-yksiköt sijaitsevat solmupisteissä puhelinkeskuksissa ja talojakamoissa.

EDN DSLAM tarjoaa ADSL-yhteyksiä loppukäyttäjille. Yksiköistä tarjottavien yhteyksien määrä rajoittuu yksikön kokoon. EDN DSLAM:a on saatavilla 12,

96, 144 ja 288, porttisina eli suurimmillaan yhteen yksikköön voidaan liittää 288 loppukäyttäjää. EDN DSLAM tukee standardeja ADSL/ADSL2/ADSL2+. Standardia ADSL2+ käyttämällä yhteysnopeus voi kasvaa jopa 24Mbit/s solmupisteestä loppukäyttäjälle päin.

EFN-kuituyksikkö mahdollistaa nykyaikaisen nopean valokaapeliyhteyden solmupisteen ja loppukäyttäjän välille. Yhteysnopeus voi nousta jopa 100Mbit/s. Yhteen EFN-yksikköön voi liittää 24 loppukäyttäjää valokaapeliyhteydellä. Kuvassa 4 on EDA-tuoteperheen kuvaus. (Ericsson 26.1.2011.)



Kuva 5. EDA-tuoteperheen kuvaus (Ericsson 25.1.2011).

2.5 CMTS-keskitinlaitteisto

Kaapelitelevisioverkkoa pitkin kulkevan kaapelimodeemiyhteyden toiseen päähän tarvitaan CMTS-keskitinlaitteisto. CMTS yhdistää kaapelimodeemit muuhun dataverkkoon luomalla laiterajapinnan Ethernet- ja RF-verkon (Radio Frequency) välille. Keskitinlaitteisto ohjaa keskitetysti KTV-verkossa (Kaapeli Televisio) olevia kaapelimodeemeja ja sijaitsee yleensä KTV-verkon päävah-

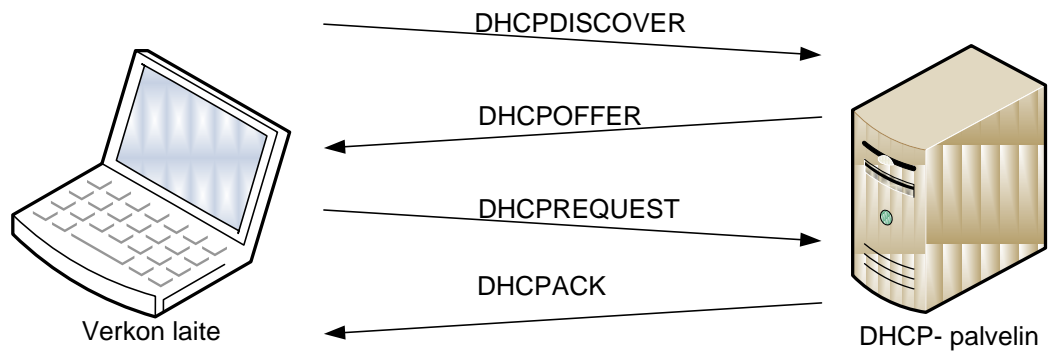
vistin asemalla. CMTS hallitsee ja ohjaa kaapelitelevisioverkkoon liitettyjä kaapelimodeemeja modeemeille määritellyn MAC-osoitteen (Media Access Control) avulla. (Cisco.com 14.2.2011.)

2.6 DHCP-palvelin

DHCP-palvelin automatisoi uusien ja olemassa olevien laitteiden konfiguroinnin TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)-verkoissa. DHCP-palvelin suorittaa monia samoja tehtäviä kuin verkon ylläpitäjä kytkiesä tietokoneen verkkoon. Palvelin mahdollistaa automaattisen hallinnan poliittisissa päätöksissä ja kirjanpidollisissa tehtävissä. Manuaalisen konfiguroinnin korvaaminen DHCP-palvelulla lisää joustavuutta, liikkuvuutta ja hallintaa verkon laitteiden konfiguraatioissa. Lisäksi manuaalinen verkon laitteiden ylläpito on aikaa vievä ja virhealtis prosessi. (Droms & Lemon 2002, 3.)

Lisättäessä laitetta verkkoon voidaan etukäteen määrittellä DHCP-palvelimelle, millaisella verkon käyttöoikeuksilla laite voi toimia. Palvelin voi jakaa laitteille esimerkiksi IP-osoitteen, aliverkon peitteen, yhdyskäytävän ja nimipalvelimien osoitteet. Palvelin voi jakaa IP-osoitteen joko staattisesti eli kiinteän IP:n tai dynaamisesti eli satunnaisesti vapaan IP-osoitteen määrittelystä osoitelohkosta. Staattisen IP:n jakamisessa DHCP-palvelimen tulee tunnistaa osoitetta hakeva laite, esimerkiksi MAC-osoitteen tai laitteen nimen perusteella. Jotta tunnistus toimisi, DHCP-palvelimella pitää olla valmiiksi tiedossa kyselevälle laitteelle varattu IP-osoite. (Droms & Lemon 2002, 4-16.)

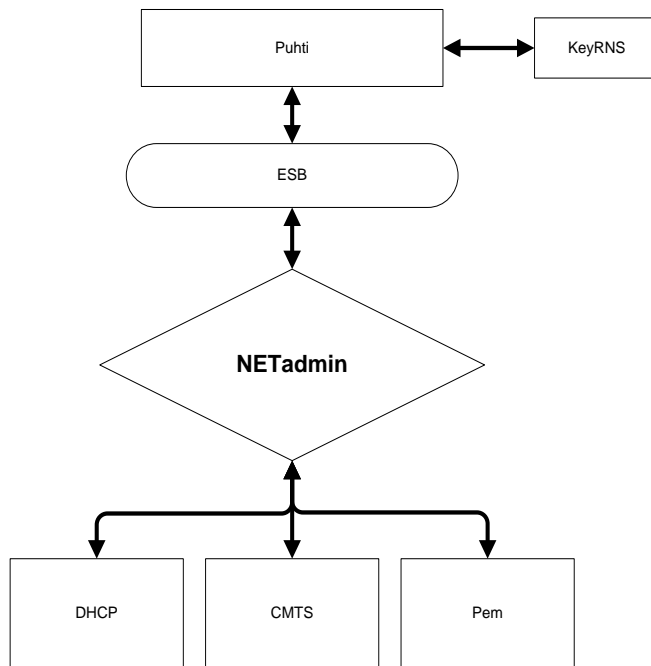
Kun verkonlaite haluaa hakea IP-osoitteen DHCP-palvelimelta, se lähettää kyselyviestin lähiverkkoon. Kyselyviestin saavuttua DHCP-palvelimelle, se lähettää kyselevälle laitteelle takaisin tarjousviestin, joka sisältää tiedot tarjottavasta IP-osoitteesta ja lisäksi vähintään aliverkon peitteen ja yhdyskäytävän osoitteen. Tämän jälkeen verkon laite lähettää vielä DHCP-palvelimelle varmistuksen, ottaako se käyttöön saamansa osoitteen. Lopuksi, jos osoitteet ovat vielä käytettävissä, DHCP-palvelin lähettää verkon laitteelle kiittauksen ja verkon laite ottaa saamansa asetukset käyttöön. Kuvassa 6 on havainnollistettu koko kyselyn tapahtumat pakettien nimillä. (Droms & Lemon 2002, 103-121.)



Kuva 6. DHCP-kyselyn paketit

3 RAJAPINNAT

NETadminiin liitetyt järjestelmät tarvitsevat omat rajapintansa, jotta tiedon siirto ja haku toimisi NETadminista muihin järjestelmiin. Laajakaistaliittymien automaattisen provisioinnin toimintaan tarvitaan neljä eri rajapintaa koska liitettäviä ja tarvittavia järjestelmiäkin on neljä (kuva 4). Rajapintojen liikenne on L3 eli OSI-viitemallin (Open Systems Interconnection) verkkokerroksen ja siitä ylempien kerrosten liikennettä. Rajapintojen kautta kulkeva liikenne eri järjestelmiin on yksilöllistä. Jotta järjestelmät osaisivat tulkita rajapinnan ylitse kulkevaa tietoa, pitää tiedon olla samaa kieltä ja sisällön tulkittavissa molemmissa päissä tiedonsiirtoväylää. ESB:tä (Enterprise Service Bus) käyttämällä saadaan muunnettua informaation kieli toiseksi. AinaComilla ESB:llä muunnetaan Puhdin ja NETadminin välinen informaatio järjestelmien vaatimille kielille.



Kuva 7. Rajapinnat

Rajapintakuvaus eli interface description on yksinkertaista syntaksia noudattava tietokonekieli. Rajapintakuvaus kuvaa ohjelmistokomponentin rajapintaa. Rajapintakuvausta käytetään yhdessä toimivien eri ohjelmointikielillä kirjoitettujen ohjelmistojen rajapinnan määrittelyyn. Rajapintakuvausella määritellään ohjelmistoille yhteinen kieliriippumattomuus, jotta ohjelmisto voi kutsua toisen ohjelmiston aliohjelmaa. Yleisimpiä rajapintakuvausohjelmistokomponenttejä ovat COM (Component Object Model), XPCOM (Cross Platform Component Object Model), CORBA ja SOAP (Simple Object Access Protocol). (Omg.org 15.1.2011.)

ESB:n ja NETAdminin välinen rajapinta käyttää SOAP-tietoliikenneprotokollaa, joka pohjautuu XML-kieleen (Extensible Markup Language). Haettava tai vietävä tieto on jaettu tarvittaviin tietokenttiin, joiden sisältö vastaa joko Puhdin tai NETAdminin vastaavien tietokenttien sisältöä, riippuen mihin suuntaan tietoa viedään. Kenttien nimien on siis tarkoitettava molemmissa päissä rajapintaa samaa tietosisältöä. Kaikkia tietoja ei tarvitse viedä/tuoda rajapinnan ylitse, vaan vain ainoastaan tarvittava tieto. Esimerkiksi asiakastietoja päivittäessä vain päivitettävien tietojen tarvitsee kulkea rajapinnan ylitse. (W3schools.com 25.1.2011.)

Pem-palvelimen rajapinta käyttää CORBA-tietoliikenneprotokollaa. CORBA on mekanismi eri ohjelmointikielillä tehtyjen ja eri laitteisto- ja käyttöjärjestelmien väliseen kommunikointiin. CORBA-mekanismi mahdollistaa komponenttien rekisteröinnin, paikantamisen, aktivoinnin, virheiden käsittelyn ja parametrien välityksen. CORBA:n avulla on myös mahdollista tiedon formaatin muunnos arkkitehtuurien välillä. Perusideana CORBA etsii palvelun toteutuksen, muuntaa ja siirtää parametrit, aktivoi tarvittaessa toteutuksen ja siirtää kontrollin palveluobjektille. Kun palvelu on suoritettu, CORBA palauttaa tarvittaessa tuloksen rajapinnan yli takaisin. (Ericsson 2.1.2011.)

Rajapintaliikenne CMTS:n kanssa toimii telnet -istunnon välityksellä. Telnetiksi kutsutaan englanninkielistä The Network Terminal Protocol pääteprotokolla istuntoa. Istunto alkaa ottamalla telnet-yhteys laitteen IP-osoitteeseen. Istunnon ottajan tulee tietää telnet-yhteyden kohteena olevaan laitteeseen määritetty käyttäjätunnus ja salasana. Telnet-yhteys käyttää porttia 23. Telnet-yhteys on suojaamaton, joten sitä ei suositella käytettäväksi Internetin ylitse. Telnet-istunto on tavallaan etäyhteys eli verkkoistunnon avulla voi tehdä samoja asioita kuin paikallisesti, jos vain käyttöoikeudet sallivat. (Postel 1983.)

DHCP-palvelimen ja NETadminin välinen rajapinta toimii SSH-yhteyden (Secure Shell) avulla käyttäen OMAPI Command Shell (lyhennettynä omshell) -komentokieltä. Rajapinnan ylitse kulkeva liikenne on vähäistä, johtuen komentojen vähyydestä. Rajapinnan ylitse DHCP-palvelimelle voidaan luoda uusia asiakkaita, poistaa ja hakea tietoa. Uuden luonnissa NETadmin kirjoittaa käytössä olevaan "lease -tauluun" omshellin avulla IP-osoitteen, MAC-osoitteen, sopimusnumeron ja ryhmäprofiilin. Olemassa olevaa asiakasta poistettaessa NETadmin kertoo poistettavan asiakkaan MAC-osoitteen, jonka mukana poistuu myös MAC-osoitteeseen sidottu IP-osoite, sopimusnumero ja ryhmäprofiili. Olemassa olevan tiedonhaku toimii myös MAC-osoitteen perusteella. (Omshell 9.2.2011.)

4 TEKNIIKAT

Provisioitavia laajakaistatekniikoita on monia erilaisia, joista tässä työssä käsitellään kaapelimodeemi- ja ADSL-tekniikat. Asiakkaiden kannalta erot tekniikan valinnassa tuo liittymän nopeus ja maantieteellinen sijainti. Sijainnin puo-

lesta ADSL-yhteyden saa pääsääntöisesti aina sinne, missä on puhelinkaapelointi. Kaapelimodeemiyhteyden saa ainoastaan alueille, joissa on kaapelitelevisioverkko. Yhteyden kaksisuuntaisuus on kuitenkin lisävaatimus kaapelitelevisioverkolle. Kaapelimodeemiyhteyden kautta saa huomattavasti nopeamman siirtonopeuden kuin ADSL:n kautta. AinaComin tarjonnassa (9.2.2011) maksiminopeudet ADSL-yhteydelle ovat 24 Mbit/s/2 Mbits ja kaapelimodeemille 100 Mbits/2 Mbits.

4.1 ADSL

Digitaalinen tilaajayhteys on tietoliikenneyhteys, jossa tavallisella puhelinlinjalla siirretään tietoa käyttämällä puhelinverkon puhetaajuuksia korkeampia taajuuksia. ADSL on yleisin DSL-yhteyden tyyppi.

Puhelinjohdot on alunperin suunniteltu välittämään vain puhetaajuuksia, mikä asettaa rajoituksia DSL-tekniikoille. Suositus yhteyden pituudelle solmupisteestä tilaajalle on muutama kilometri, jotta DSL:n käyttämät korkeat taajuudet siirtyvät puhelinlinjalla liikaa vaimenematta. Tämän vuoksi DSL-liittymiä ei aina voida tarjota haja-asutusalueilla. Käyttäjällä on kotonaan DSL-modeemi ja solmupisteessä DSL-keskitin eli DSLAM, jonka tilaajakortille yhteys päättyy.

DSL-yhteydet voivat olla joko symmetrisiä tai asymmetrisiä. Symmetrisessä yhteydessä siirtonopeus molempiin suuntiin on sama. Usein kuitenkin voidaan olettaa, että käyttäjä pääasiassa käyttää WWW-sivuja (World Wide Web) tai lataa tiedostoja verkosta, jolloin nopeuden verkkoon päin ei tarvitse olla kovin korkea. Silloin riittää asymmetrinen eli epäsymmetrinen yhteys, jossa nopeus on suurempi alavirtaan eli internetistä asiakkaalle (downstream). (Ginsburg 2000, 17–26.)

ADSL-liittymää varten tulee määrittää muutamat asiat, jotta provisiointi onnistuisi ja tarjottava yhteys toimisi solmupisteen ja ADSL-modeemin välillä. Taulukossa 1 oovat nähtävissä provisioinnin pakolliset ja valinnaiset tiedot.

Taulukko 1. ADSL-liittymän provisiointiin tarvittavat tiedot

Tieto	Pakollinen tieto	Valinnainen tieto
Sopimusnumero	x	
Etunimi		x
Sukunimi		x
Katuosoite		x
Postinumero		x
Kunta		x
Linjanopeus	x	
Linjaprofiili	x	
Laitepaikka	x	

Kaikki tiedot ovat liittymäkohtaisia lukuun ottamatta linjanopeutta ja linjaprofiilia. Kuitenkin sopimusnumeron ja laitepaikan tulee olla yksilöllinen. Kahta tilaajaa samalla sopimusnumerolla tai laitepaikalla ei voi provisoida DSL-keskittimelle. Linjaprofiilissa määritellään käytettävät VLAN (Virtual Local Area Network), VPI- (Virtual Path Identifier) ja VCI- arvot (Virtual Channel Identifier). Linjaprofiilin sisältöä ei tarvitse erikseen määrittellä jokaiselle tilaajalle, vaan kertaalleen määritettynä profiili voidaan valita kaikille sitä tarvitseville tilaajille.

Linjanopeus määrittää liittymälle maksiminopeuden. Linjalle määritetään yhteyden minimi- ja maksiminopeus sekä ylä- että alavirran suuntaan. Ylävirtaan nopeuden voi määrittellä välille 32-3500 kbps ja alavirtaan välille 32-32000 kbps. Kuitenkin lopullisen maksiminopeuden määrittää linjanopeudelle valittu siirtomuodon standardi. Yleisimpiä standardeja ovat Annex A ja Annex M. Annex A on tarkoitettu ADSL-standardille ja Annex M standardille ADSL2+. Tässä työssä ei kuitenkaan käsitellä tarkemmin eri standardeja. (Ginsburg 2000, 18.)

Virtuaalikanavat

VPI ja VCI ovat virtuaalikanavan tunnisteita. VPI kertoo mitä virtuaalikanavaa käytetään ja VCI kertoo sen hetkisen virtuaalikanavayhteyden sisäisen paikallisen tunnisteen. VPI-arvon tulee olla välillä 0-255 ja VCI:n välillä 0-65535. Mo-

lempien arvojen tulee olla samat yhteyden molemmissa päissä. (Grundström & Mickos 1998, 81–98.)

Virtuaalilähiverkot

Virtuaalisella lähiverkolla eli VLAN:lla saadaan maantieteellisesti riippumaton yhteinen lähiverkko useamman verkonlaitteille. VLAN-arvo merkitään paketin otsikkoon, jotta seuraava laite tietää, mihin verkkoon paketti tulee ohjata. VLAN-arvona voi olla joku väliltä 1-4095. VLAN toimii OSI-viitemallin L2-tasolla eli siirtoyhteyserroksella. (Cisco.com 24.1.2011.)

Virtuaalisilla lähiverkoilla voidaan erottaa L2-tason tietoliikenne moniin eri virtuaalisiin lähiverkkoihin turvallisesti. L2-tasolla eri VLAN-arvon omaava paketti ei voi liikennöidä kuin saman VLAN-arvon omaavassa virtuaalisessa lähiverkossa. Liikenteen ohjaaminen virtuaalisesta lähiverkosta toiseen virtuaaliseen lähiverkkoon vaatii aina L3-tason laitteen yhdistämään verkot toisiinsa. Virtuaalisia lähiverkkoja käyttäviä laitteita ovat kytkimet, sillat ja esimerkiksi tässä työssä DSLAM-keskittimet. (Cisco.com 24.1.2011.)

4.2 Kaapelimodeemi

Kaapelimodeemiyhteydet tulivat Suomen markkinoille vuosien 1995–1996 aikana. Tuolloin pelkästään kaapelitelevisioverkkona käytettyä yksisuuntaista verkkoa alettiin käyttää kaksisuuntaisena. Kaksisuuntaisuus mahdollisti datan siirtämisen molempiin suuntiin kaapeliverkossa. Nykyiset kaapelitelevisioverkot ovat kuitukoaksiaaliverkkoja eli HFC-verkkoja (Hybrid Fibre-Coaxial). Verkko on jaettu soluihin, joihin kuuluu sadoista muutamaan tuhanteen tilaajaan. Yhteys viedään päävahvistinasemalta valokuitua käyttäen jokaiseen verkon soluun ja solujen sisäiset yhteydet hoituvat perinteistä koaksiaalikaapelia pitkin. Yksittäisen yhteyden maantieteellinen pituus voi olla maksimissaan 700–1000 metriä. Keskitinlaitteisto CMTS sijoitetaan päävahvistinasemalle ja yhteyden käyttäjän päähän kaapelimodeemi.

Teknisesti kaapelimodeemi toimii samalla tavalla kuin mikä tahansa modeemi. Se moduloi ylävirtaan lähtevän digitaalisen tiedon, suorittaa kanavavaraukset ja siirtää moduloidun datan kaapelitelevisioverkkoon. Alavirtaan tulevan sig-

naalin se ottaa ennalta määrätystä TV-kanavasta ja demoduloi sen bittivirraksi.

Kaksisuuntainen siirto kaapeliverkossa kuvataan DOCSIS-suosituksissa (Data Over Cable Service Interface Specification). Suositusta kehittivät alun perin CableLabs ja joukko teleoperaattoreita Yhdysvalloissa. Nykyään CableLabs vastaa standardien kehittämisestä ja laitteiden sertifiointista Yhdysvalloissa. Tehtävää hoitaa Euroopassa EuroDOCSIS Certification Board (ECB). (Granlund 2003, 339.)

Suomessa markkinoilla olevat kaapelimodeemit perustuvat EuroDOCSIS-suosituksiin, joista on menossa versio 3.0. Suositus määrittelee toiminnan sekä fyysisellä että MAC-tasolla. MAC-osoite on verkkosovittimen Ethernet-verkossa yksilöivä osoite. Osoite on yleensä fyysisesti tehtaalla laitetta valmistettaessa kirjoitettu kortille, mutta sitä on myös mahdollista ohjelmallisesti muuttaa jälkikäteen. MAC-osoitteessa on kuusi kaksinumeroista heksadesimaalista lukua. Ensimmäiset kolme kaksinumeroista lukua muodostuu laitevalmistajan varaamasta etuliitteestä ja kolme viimeistä juoksevasta luvusta. MAC-osoitteita käytetään OSI-viitemallin 2. kerroksella eli siirtokerroksella. (Ginsburg 2000, 259–261.)

4.3 OSI-viitemalli

ISO:n asettama komitea hyväksyi 1983 toimintamallin, jonka perustana voitiin tietokoneet liittää toisiinsa hajautetuissa järjestelmissä. Tavoitteen oli saada aikaan arkkitehtuuri, jossa tietoliikennejärjestelmä jaettiin kerroksiin. OSI-viitemalli perustuu seitsemän kerroksen arkkitehtuuriin. Kerrosajattelun mukaisesti jokainen kerros n tuottaa palvelun seuraavalle kerrokselle ($n+1$), samalla käyttäen hyväksi edellisen kerroksen ($n-1$) palveluja. Taulukossa 2 ovat OSI-viitemallin kerrokset tarkemmin kuvattuna. (Granlund 2003, 8-9.)

Taulukko 2. OSI-viitemalli(Granlund 2003, 8-9).

OSI-viitemallin kerros	Selite
7. Sovelluskerros	Tarjoaa tietoliikennepalvelut sovellusohjelmille.
6. Esitystapakerros	Muuttaa tiedon käyttäjälle sopivaan muotoon ja määrittää datan esitystavan.
5. Istuntokerros	Muodostaa ja purkaa yhteydet ja huolehtii niiden virheiden korjauksista.
4. Kuljetuskerros	Tarjoaa datavirralle kuljetuspalvelut ja huolehtii datapaketien järjestyksestä. Kuljetuskerroksella toimivat TCP- ja UDP-protokollat.
3. Verkkokerros	Vastaa pakettien reitityksestä ja kohdelaitteen löytymisestä. Tällä kerroksella toimivat IP- ja ICMP-protokollat.
2. Siirtoyhteyshierros	Toteuttaa tiedonsiirron paikallisen lähiverkon laitteiden välillä.
1. Fyysinen kerros	Muuntaa bitit signaaleiksi, jotta ne voidaan siirtää fyysisen median ylitse.

5 LAAJAKAISTALIITTYMÄT AINACOM OY:SSÄ

Kuluttajille tarjolla olevat laajakaistaliittymät AinaCom Oy:ssä voidaan jakaa kolmeen eri tuotteeseen. Tuotteita ovat ADSL-, kaapelimodeemi- ja valokaapeliyhteys. Laajakaistaliittymän toteutustapa määräytyy ensisijaisesti maantieteellisen sijainnin mukaan ja verkkojen mahdollistaessa asiakkaan toiveen mukaan. ADSL-yhteyden voi saada lähes kaikkialle AinaComin hallinnoiman verkon alueella. Kaapelimodeemiyhteyden saa silloin, kun kiinteistö on liitetty AinaComin kaapeli-tv-verkkoon ja valokaapeliyhteyden monille uusille asuntoalueille, joihin on rakennettu valokaapeliverkko. Valokaapeliyhteyttä kutsutaan AinaComissa nimellä ”Kuitu”.

Laajakaistaliittymän tilaaja voi itse päättää liittymän eri ominaisuuksista. Aina-Comin tarjoamien laajakaistaliittymien ominaisuuksiin tilaaja voi itse vaikuttaa valitsemalla yhteydennopeuden (taulukko 3) ja tarpeen mukaan keskitetyllä palomuurilla tai ilman palomuuria.

Taulukko 3. Yhteysnopeudet

Kaapelimodeemi	ADSL	Kuitu
1Mbit/s / 512kbit/s	1Mbit/s / 512kbit/s	1Mbit/s / 1Mbit/s
4Mbit/s / 1Mbit/s	2Mbit/s / 1Mbit/s	4Mbit/s / 4Mbit/s
10Mbit/s / 2Mbit/s	4Mbit/s / 1Mbit/s	10Mbit/s / 10Mbit/s
20Mbit/s / 2Mbit/s	8Mbit/s / 1Mbit/s	20Mbit/s / 20Mbit/s
100Mbit/s / 2Mbit/s	24Mbit/s / 2Mbit/s	100Mbit/s / 100Mbit/s

6 TOTEUTUS JA TESTAUS

Automaattista provisiointia ei tarvinnut ryhtyä kehittämään täysin alusta, koska NETadminiin oli jo valmiiksi luotu provisioivia järjestelmiä koskevat toiminnot. Kuitenkin toimintojen tarkemmat määrittelyt tuli testata lävitse ja lisätä puuttuvat asiat. Automaattisen provisioinnin toteutus vaati jokaisen rajapinnan testaamisen erikseen mahdollisilla erilaisilla variaatioilla. Eri rajapintojen toiminnan varmistuttua tuli vielä testata koko automaattisen provisioinnin toimintaprosessi ketjun alusta loppuun asti.

Rajapintojen suunnittelussa tuli ottaa huomioon kaikki mahdolliset toiminnot ja niiden mahdollinen vaikutus NETadminin toimintaan. Koska rajapinnat provisioiviin järjestelmiin oli suurimmalta osin kunnossa, keskityttiin työssä eniten Puhdin ja NETadminin väliseen rajapintaan.

Projektiin osallistujien kesken päädyttiin taulukon 4 mukaisiin toiminteihin, joilla NETAdmin pystyy saamaan Puhdistä tarvittavat tiedot provisiointia varten. Lisäksi taulukosta näkyy asiakkaalle tehtävä toimenpide.

Taulukko 4. Toiminteet ja toimenpiteet

Toiminne:	Toimenpide:
CreateCustomer	Uuden asiakkaan luonti, Asiakas tietojen muutos
CreateInstallationAddress	Asennusosoitteen luonti
ConnectService	Uuden yhteyden luonti, Liittymän siirto
ChangeService	Nopeuden muutos, Päätelaitteen vaihto, Luvatun päivän muutos, Palomuurin poisto/lisäys
DisconnectService	Yhteyden poisto
ActivateService	Liittymän avaaminen tilapäisestä sulusta
DeactivateService	Liittymän tilapäinen sulku

Tässä työssä testattiin erikseen NETAdminin Puhdin vastainen rajapinta ja NETAdminin Pem-palvelimen vastainen rajapinta. Muiden rajapintojen testaaminen tapahtui kokonaisprosessin testauksessa.

6.1 ADSL-yhteyden määrittäykset

NETAdminin ja Pem-palvelimen välisen rajapinnan tapahtumat rajoittuvat neljään lisäävään toimenpiteeseen ja neljään poistavaan toimenpiteeseen. Pem-palvelimelle voidaan lisätä käyttäjä, käyttäjälle laitepaikka, käytettävä linjaprofiili ja laitepaikan aktivointi. Poisto toimenpiteisiin kuuluvat päinvastaiset toimenpiteet eli laitepaikan aktivoinnin poiskytkentä, linjaprofiilin, laitepaikan ja käyttäjän poistaminen.

Ennen testausta tuli selvittää, millaisilla profiileilla eri ADSL-tuotteet tulee provisoida ja millaisessa muodossa provisioitava laitepaikka kerrotaan Pem-palvelimelle. Mahdollisimman lyhyen ja selkeän nimen takia linjaprofiilin nimen muodoksi valittiin "AinaKoti nopeus vpi/vci VLAN id". Esimerkiksi 1 M/512 kbit nopeudella, VPI/VCI arvolla 0/100 ja VLAN id 510:llä luotu linjaprofiili nimettiin seuraavasti: AinaKoti 1M 0/100 VLAN 510. Kaikkien käytössä olevien ADSL-nopeustuotteiden linjaprofiilit nimettiin esimerkin mukaisesti Pemiin ja NE-

Tadmiiniin. Eri nopeustuotteita ADSL-tekniikalle oli 1 M/512 kbit, 2 M/1 M, 4 M/1 M, 8 M/1 M ja 24 M/2 M. Jokaiselle nopeudelle luotiin profiilit 0/33 ja 0/100 VPI/VCI-arvoilla ja molemmilla VPI/VCI-arvolla vielä omat profiilit 13, 370 ja 510 VLAN-arvoilla. Palomuurilliset liittymät toimivat VLAN:lla 510 ja palomuurittomat VLAN:lla 370. VLAN 13 on varattu erityiskohteisiin. Liitteessä 1 on eriteltyä eri linjaprofiilit.

6.2 Kaapelimodeemimääritykset

Kaapelimodeemien osalta tuotteistus oli valmiiksi tehty NETadminiin ja DHCP-palvelimelle. Kaapelimodeemien nopeustuotteiden provisioinnissa jaottelu tapahtuu nopeuden ja mahdollisen palomuurimäärityksen mukaan. DHCP-palvelimelle on määritelty kaksi eri IP-osoitelohkoa. Toinen IP-osoitelohko on palomuurin takana toimiville liittymille ja toinen osoitelohko palomuurittomille liittymille. Liittymän ominaisuudet määritellään DHCP-palvelimella olevaan tekstitiedostoon. Tiedostoon lisätään seuraavat liittymäkohtaiset tiedot: sopimusnumero, MAC-osoite, IP-osoite ja nopeusprofiili. Sopimusnumero toimii asiakkaan tunnisteena, MAC-osoitteella määritellään millä kaapelimodeemilla asiakas voi toimia verkossa, IP-osoite kertoo reititetäänkö liikenne palomuurin lävitse ja nopeusprofiili kertoo minkälaisen konfiguraation modeemi hakee CMTS:ltä. Konfiguraatiossa määritellään yhteyden nopeus ja kanavataajuuDET, joita modeemi voi käyttää. Kuvassa 8 on yhden kaapelimodeemiliittymän määritykset DHCP-palvelimelle.

```
}  
host SOPIMUSNUMERO1234 {  
    dynamic;  
    hardware ethernet 00:11:11:11:11:11;  
    fixed-address 10.50.5.7;  
    group "aina100";  
}
```

Kuva 8. Liittymän määritykset DHCP-palvelimella

6.3 Palvelut NETadminissa

Provisiointia varten NETadminissa pitää olla tarvittavat palvelut, joiden perusteella NETadmin yhdistää asiakas-, asennusosoite- ja provisoitavan liittymän tiedot. Palveluilla tarkoitetaan eri nopeustuotteita eri laajakaistatekniikoilla. Esimerkiksi yksi palvelu on kaapelimodeemiliittymä 4 M/1 M nopeustuotteella. Palveluihin on kytketty tiedot, millaisena ja mihin laitteeseen liittymä provisioidaan. Palvelu sisältää työjonon, jonka se suorittaa käyttöönotettaessa palvelua.

Työjono kertoo, millaiset toiminnot palvelun tulee suorittaa. Työjonoissa on kaksi erilaista toimintamallia molemmille laajakaistatekniikoille. Toinen malli kuvaa liittymän kytkemistä ja toinen malli liittymän sulkemista. Taulukossa 5 näkyy selvitettyinä työjonojen toimintamallit. Tilauksen siirtyessä Puhdistu NETadminiin, tulee mukana tieto, avataanko vai suljetaanko liittymä. Tämän tiedon mukaan NETadmin osaa valita kumman toimintamallin mukaista työjonoa se käyttää.

Taulukko 5. Työjonojen toimintamallit

Työjonojen toimintamallit	
Avaaminen	Sulkeminen
Asiakastietojen hakeminen	Liittymän sulkeminen
Liittymän provisiointi	Kuittaus Puhti'in
Kuittaus Puhti'in	

Toimintamallien mukaisesti NETadmin käyttää järjestelmään luotuja toimintoja. Toiminnot sisältävät oman prosessijonon liittymän provisiointiin rajapinnan ylitse. Kaapelimodeemiliittymän avaustoiminnon prosessi koostuu seuraavista vaiheista: IP-osoitteen varaaminen NETadminin ylläpitämästä taulukosta, tietojen tarkistaminen mahdollisten päällekkäisyyksien takia DHCP-palvelimelta ja asiakkaan lisääminen DHCP-palvelimelle. Kaapelimodeemiliittymän sulkemistoiminnon prosessiin kuuluu asiakkaan tietojen poistaminen DHCP-palvelimelta ja kaapelimodeemin resetointikäskyn ajaminen CMTS:ltä.

ADSL-yhteyksien provisioinnissa liittymän avaustoiminnon prosessiin kuuluu käyttäjän lisääminen, linjaprofiilin lisääminen käyttäjälle, laitepaikan määrittäminen ja laitepaikan aktivoiminen. Liittymän sulkutoiminnon prosessiin kuuluu laitepaikan aktivoinnin poisto ja asiakkaan poistaminen.

Molempien sekä kaapelimodeemi- että ADSL-yhteyksien provisioinnissa tarvitsemat tiedot tulevat Puhdista asti lukuun ottamatta IP-osoitetta kaapelimodeemyhteyksille. Kuitenkin tieto siitä, provisioidaanko liittymä palomuurilla vai ilman palomuuria, tulee Puhdista ja tämä määrittää, minkälaisen IP-osoitteen NETadmin provisioi liittymälle.

6.4 Rajapintojen testaus

Kokonaisprosessin testausta varten oli ensin testattava jokainen rajapinta erikseen. Rajapintojen testaus tuli aloittaa koko provisiointiprosessin lopusta alkuun päin. Ensimmäisenä testaukseen otettiin rajapinnat NETadminista Pem-palvelimelle, DHCP-palvelimelle ja CMTS:lle. Tässä vaiheessa testausta NETadminissa tuli olla kaikki määrytykset valmiina palveluiden ja toimintojen osalta. Testausta varten varattiin kaksi kaapelimodeemia ja kaksi ADSL-modeemia. Modeemit otettiin testaukseen saadaksemme konkreettisen tuloksen testien toimivuudesta. Toisessa vaiheessa testattiin NETadminin ja Puhdin välinen rajapinta. Sen testauksessa käytettiin SoapUI-ohjelmistoa, jolla pystyi kutsumaan NETadminin rajapintaa ottamatta vielä Puhtia testiin mukaan. Viimeisessä vaiheessa testiin otettiin mukaan Puhti. Koska testaukset aloitettiin prosessin lopusta alkuun päin, voitiin aina seuraavan rajapinnan testaukseen ottaa mukaan edelliset testatut rajapinnan. Näin saatiin viimeisessä testauksessa samalla testattua koko provisiointiprosessin toimivuus.

6.4.1 NETadminin ja Pem-palvelimen rajapinta

Tämän rajapinnan ylitse käsketään Pem-palvelinta ADSL-liittymien provisiointia varten. Testiin valittiin kaksi laitepaikkaa testikäytössä olevasta DSLAM:sta. Laitepaikkoihin kytkettiin ADSL-modeemit, jotta nähtiin onnistuiko provisiointi oikein. Pem-palvelinta varten NETadminiin oli luotu tarvittavat toiminnot provisiointia varten. Toiminnot oli rakennettu niin, että niitä pystyi testaamaan jäljessä olevan luettelon mukaisessa järjestyksessä.

NETadminin toiminnot Pem-palvelimelle ovat seuraavat:

- Asiakkaan lisäys
- Linjaprofiilin lisäys asiakkaalle
- Laitapaikan lisääminen asiakkaalle
- Laitapaikan aktivoiminen
- Laitapaikan deaktivoiminen
- Asiakkaan poistaminen

Testausta varten valittiin kaksi laitepaikkaa testi DSLAM:sta. Laitapaikkojen tunnukset olivat LABE.01.02.03 ja LABE.01.02.04. Lyhyesti kerrottuna laitepaikan tunnus koostuu keskuksen nimestä (LABE), DSLAM:n numerosta (01), DSLAM:ssa olevasta kortin numerosta (02) ja kortissa olevan laitepaikan numerosta (03 & 04). Testiä varten asiakastietojen suhteen ei ollut muita vaatimuksia kuin sopimusnumero. Sopimusnumeron tuli alkaa ACO-merkeillä, koska muuten testiliittymän IP-liikenne ei toimi johtuen sopimusnumeron toimimisesta DHCP:n tunnistetietona. Lisäksi asiakastietoihin määritettiin asiakkaan nimi, katuosoite ja paikkakunta. Testiä varten tuli ennalta tietää millainen linjaprofiili haluttiin asiakkaalle provisioida. Lopullista koko provisiointiprosessia ajatellen tuli kuitenkin testata kaikki mahdolliset linjaprofiilit lävitse. Linjaprofiilit löytyvät listattuna liitteestä 1. Testauksessa tuli testata uuden asiakkaan luonti laitepaikan aktivoimiseen asti, laitepaikan vaihtoa, linjaprofiilin muuttamista ja asiakkaan poistoa.

NETadminin ja Pem-palvelimen välillä asiakkaan tunnistus perustui sopimusnumeroon. Jokaisen toiminteen toiminta tarvitsi sopimusnumeroa, jotta PEM-palvelin löytäisi muutos-toimintoa koskevan asiakkaan. Asiakkaalle tehtävien muutosten suhteen ainoa rajoitus oli laitepaikan sen hetkinen tila. Jos jotain muutoksia tarvitsi tehdä, laitepaikka tuli muutoksen ajaksi deaktivoida.

Toimintojen testaus oli määritelty helpoksi NETadmin-ohjelmiston puolesta, sillä tarvitsi vain valita tarvittava rajapinnan toiminto ja antaa provisioitavat tiedot. NETadminin ja Pem-palvelimen välisen rajapinnan testaus sujui ongelmitta alusta asti, joten tarvitsi vain käydä kaikki eri toiminnot lävitse. Rajapinnan viive oli maksimissaan muutamia sekunteja toiminteen suorittamisesta.

6.4.2 NETadminin ja DHCP-palvelimen rajapinta

Kaapelimodeemi tarvitsee toimiakseen asetusmääritykset kaapelitelevisioverkosta, johon modeemi on kytketty. Asetusmäärityksissä kaapelimodeemille kerrotaan IP- ja yhteysnopeus asetukset, joita sen tulee käyttää. Kun kaapelimodeemi liitetään kaapelitelevisioverkkoon, se yrittää heti hakea sille kuuluvat asetukset. Tätä toimintoa varten tulee olla DHCP-palvelin, joka kertoo tarvittavat asetukset modeemille. Asetukset määrittää palvelimelle provisioitu ryhmän tunnus. DHCP-palvelin kertoo modeemille IP-osoitteen, jolla se toimii ja erilaiset asetukset kuten nimipalvelimet ja tftp-palvelimen. Kaapelimodeemi hakee tftp-palvelimelta konfiguraatitiedoston, jossa määritellään erinäisiä teknisiä attribuutteja kaapelimodeemin toimintaa varten.

Rajapinnan testauksessa piti varmistaa eri nopeusluokkien ja palomuurimääritysten toimivuus asiakkaan sopimusnumeron kanssa. DHCP-palvelinta varten NETadminiin oli luotu kolme eri toimintoa. Yhdellä toiminnolla lisätään asiakas, toisella toiminnolla poistetaan asiakas ja kolmannella voidaan tarkistaa mahdolliset päällekkäisyydet palvelimelta.

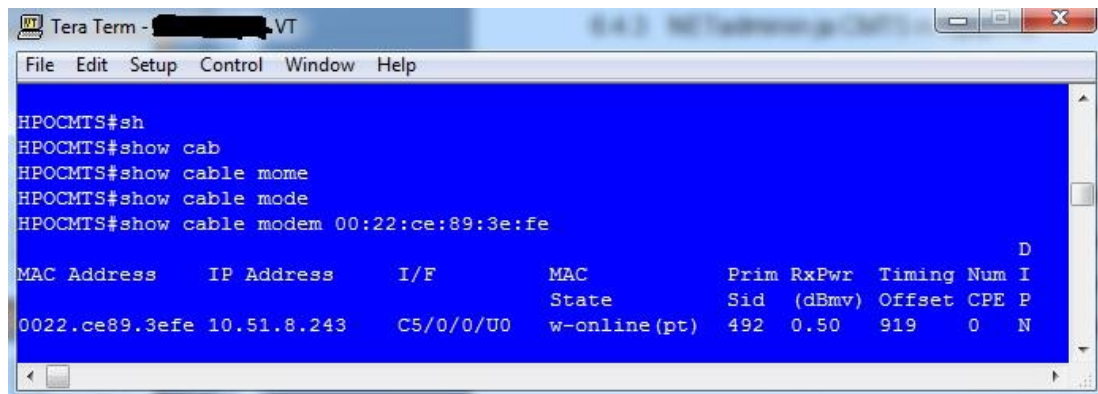
Kun provisiointia aloitetaan DHCP-palvelimelle, ensimmäisenä toimenpiteenä pitää tarkistaa aina, ettei joitain provisioitavista tiedoista ole jo valmiina palvelimella. Tarkistettaviin tietoihin kuuluvat sopimusnumero, MAC-osoite ja IP-osoite. Tarkistuksella varmistetaan, ettei DHCP-palvelimen toiminta vaarannu päällekkäisyyksien takia. DHCP-palvelin hoitaa tarkistuksen itse, aina ennen uuden asiakkaan lisäämistä.

Itse toimintojen testaaminen tapahtui samalla tavalla kuin Pem-palvelimenkin toimintojen kanssa. Toiminta tuli testata kaikilla eri yhteysnopeuksilla ja erikseen vielä ilman palomuuria ja palomuurin kanssa. Rajapinnan toimivuus testauksissa sujui ongelmitta. Lisäksi testattiin tahallisesti väärillä tiedoilla, että saatiin mahdollinen virhetilanne provisiointiin. Virhetilanteissa DHCP-palvelimen tarkistustoiminto toimi niin kuin täytyikin. Palvelin ilmoitti ennen provisioinnin aloittamista virhesanoman NETadminiin.

6.4.3 NETadminin ja CMTS:n rajapinta

Provisioitaessa kaapelimodeemyhteyttä CMTS -keskitinlaitteistoon ei tarvitse missään vaiheessa ottaa yhteyttä. Rajapinta on kuitenkin ylläpidollisista syistä rakennettu NETadminin ja CMTS:n välille. Mahdollisia vikatilanteita varten NETadminista käsin on kätevintä hakea CMTS:ltä erilaisia tietoja kaapelimodeemin toiminnasta. NETadminiin on rakennettu seuraavat toiminnot rajapinnan ylitse CMTS:lle: ping-pakettien lähettäminen päätelaitteen IP-osoitteeseen, päätelaitteen tilan kysely ja päätelaitteen resetointi.

Kaikki käsketyt toimenpiteet tapahtuvat CMTS:n ja kaapelimodeemien välillä. Rajapinnan ylitse liikkuva tieto sisältää ainoastaan komennot CMTS:lle ja komentojen suorituksen jälkeen CMTS lähettää tekstitietona toimintojen tuloksen NETadminiin. Kuvassa 9 on CMTS:n näkymä kaapelimodeemin tilasta ja kuvassa 10 NETadminin näkymä samasta tapahtumasta.



```

Tera Term - [redacted] VT
File Edit Setup Control Window Help
HPOCMTS#sh
HPOCMTS#show cab
HPOCMTS#show cable mome
HPOCMTS#show cable mode
HPOCMTS#show cable modem 00:22:ce:89:3e:fe

MAC Address      IP Address      I/F           MAC              Prim RxPwr  Timing Num I
                  State          Sid (dBmv)  Offset CPE P
0022.ce89.3efe  10.51.8.243    C5/0/0/U0    w-online (pt)   492  0.50  919  0  N
  
```

Kuva 9. CMTS:n näkymä kaapelimodeemin tilasta

Input	
Equipment:	Aina_CMTS
MAC:	<input type="text" value="00:22:ce:89:3e:fe"/>

Status	
Status:	Finished, OK (391733)

Output					
MAC Address	IP Address	I/F	MAC	Prim RxPwr	Timing Num I
			State	Sid (dBmv)	Offset CPE P
0022.ce89.3efe	10.51.8.243	C5/0/0/U0	w-online (pt)	492 0.50	919 0 N

Kuva 10. NETadminin näkymä kaapelimodeemin tilasta

Rajapinnan testaus oli yksinkertainen toimenpide, jossa ainoa tarvittava tieto oli päätelaitteen MAC-osoite. Päätelaitteen ping -testi tarvitsi lisäksi päätelaitteen IP-osoitteen. Ping-testiä ajaessa NETadmin pyytää aluksi MAC-osoitteen, tämän jälkeen NETadmin antaa CMTS:lle kaapelimodeemin tilan hakukomennon. Tämän tiedon saatuaan NETadmin tulkitsee saamastaan palautteesta päätelaitteen IP-osoitteen. Lopuksi NETadmin antaa uuden komennon CMTS:lle, sisältäen päätelaitteen IP-osoitteen. Suoritettuaan komennon CMTS palauttaa tuloksen NETadminiin.

Virheellisillä tiedoilla testaaminen oli myös tässäkin tapauksessa käytävä lävitse. Kun päätelaitteen tilan katselu toiminnolle antoi virheellisen MAC-osoitteen, CMTS palautti kuvan 11 mukaisen tiedon. Rajapinta toimi moitteettomasti testeissä ja toi tarvittavat tiedot sekä oikein että virheellisesti annettujen tietojen kanssa.

Input Equipment: Aina_CMTS MAC: <input type="text" value="00:22:ce:89:3e"/>
Status Status: Finished, OK (391742)
Output Cable modem with MAC address 0022.ce89.003e not registered.

Kuva 11. Virheellisen MAC-osoitteen kyselyn tulos NETadminissa

6.4.4 NETadminin Puhdin vastainen rajapinta

Provisiointien hallitseminen ja komentaminen tapahtuvat tämän rajapinnan kautta. Kaikkien uusien liittymien provisiointiin ja vanhojen liittymien poistamiseen liittyvät tilaukset tehdään Puhdistä NETadminiin tämän rajapinnan kautta. Myös olemassa olevien palvelujen ja asiakastietojen muutokset tapahtuvat tätä rajapintaa käyttäen.

Rajapinnan testaukseen käytettiin SoapUI-ohjelmistoa, jolla saatiin simuloitua Puhtia testeissä. SoapUI lähettää tiedot XML-koodina NETadminiin. Syynä

SoapUI:n käyttöön oli rajapinnan NETadminin puoleisen liitynnän itsessään sisältämä suuri testausmäärä, johtuen lukuisista toiminnoista (taulukko 4) ja yksityiskohdista. Lisäksi jokainen toiminto oli testattava erikseen ilman riippuvuuksia muihin toimintoihin. Jos rajapintaa olisi suoraan testattu Puhdistista lähtien, olisi ollut erittäin vaikea paikantaa mahdollisen virheen aiheuttaja, koska osa toiminnoista vaatii toisen toiminnon aiemmin suoritetuksi. CreateCustomer-toiminnon tulee olla suoritettu ennen muita toimintoja.

Toiminnoista ensimmäisenä oli testattava CreateCustomer-toiminto, jolla luodaan NETadminiin uusi asiakas. Toiminnon testauksessa tuli testata asiakkaan luonti tarpeellisilla ja puutteellisilla asiakastiedoilla. Tarpeellisiksi tiedoiksi luettiin asiakkaan nimi ja asiakasnumero. Käyttäjän osoite, sosiaaliturvatunnus, puhelinnumero ja sähköpostiosoite olivat valinnaisia tietoja. Rajapinta oli rakennettu niin, että valinnaiset tiedot siirrettiin myös rajapinnan ylitse, jos ne oli asiakkaan tietoihin sisällytetty.

CreateInstallationAddress-toiminnolla luodaan asiakkaalle asennusosoite. Kaapelimodeemiyhteyksien ja ADSL-yhteyksien palvelut vaativat aina asennusosoitteen, muuten provisiointi ei onnistu. Vaikka kaapelimodeemiyhteydet tekniikan puolesta toimisivatkin ilman asennusosoitetta, on asennusosoite riippuvuus tehty yhtenäisen linjauksen takia. Asennusosoitteen luonnissa on yksi eriävä tekijä kaapelimodeemiyhteyksien ja ADSL-yhteyksien provisioinnissa. Vaadittavat tiedot ovat muuten samat, mutta ADSL-yhteyden provisiointia varten tällä toiminnolla tulee kertoa provisioitava laitepaikka. Vaadittavat tiedot asennusosoitteen luontiin olivat asiakasnumero, asennusosoite ja lisäksi ADSL-yhteyksillä laitepaikka. Rajapinta ei mitenkään itsessään pysty tulkitsemaan tämän toiminnon kohdalla, onko kyseessä kaapelimodeemi- vai ADSL-yhteys. Tulkitseminen on siis hoidettava jo Puhdissa ennen siirtoa tai ylläpidollisesti NETadminissa myöhemmin lisättävä ADSL-yhteydelle laitepaikka. Jälkimmäinen vaihtoehto aiheuttaa virheen provisiointiprosessiin.

ConnectService eli palvelunkytkeä-toiminto määrittää käyttäjälle kytkettävän palvelun. Palvelujen avulla NETadmin hallitsee provisiointitapahtumia. Luodessaan palvelun ConnectService yhdistää asiakastiedot ja asennusosoitteen toisiinsa. Yhdistämisen jälkeen NETadmin osaa provisiointia varten hakea tar-

vittavat tiedot palvelun määrittämälle tuotteelle. Tarvittavia tietoja ovat asennusosoite, mahdollinen laitepaikka ja asiakastiedot. Palvelu määrittelee provisioitavan yhteyden nopeustuotteen ja tekniikan. ConnectServiceellä on kaksi toimintamuotoa: uuden palvelun luonti ja vanhan palvelun muokkaaminen. Uutta palvelua luotaessa ConnectService-toiminto vaatii rajapinnan ylitse tuotaviksi tiedoiksi palvelun tuotenumeron, asiakasnumeron, sopimusnumeron ja mahdollisen MAC-osoitteen. Vanhaa palvelua muokatessa ConnectService vaatii tiedon, että vanhaa palvelua muokataan. Lisäksi ConnectService tarvitsee muokattavan palvelun tunnistenumeron ja tiedon mitä muutoksia palvelulle tehdään. Aina kun jonkinlainen muokkaus palvelulle tehdään, NETadmin poistaa vanhan palvelun ja luo uuden palvelun uusilla tiedoilla. Tiedot jotka pysyvät samana, NETadmin kopioi vanhasta palvelusta, mutta esimerkiksi nopeutta nostettaessa tai laskettaessa, tulee kertoa mikä on uuden palvelun nopeustuote.

Kun palvelulle tulee vaihtaa palomuuritieto tai mahdollisesti vaihtaa uuden kaapelimodeemin MAC-osoite käytetään ChangeService-toimintoa. Palomuuritiedon muutos tarkoittaa DHCP-palvelimelle kerrottavaa tietoa onko liittymä palomuurin takana vai ilman palomuuria. Palvelulle tehdään MAC-osoitteen vaihto, kun asiakas vaihtaa kaapelimodeemiaan. Tämä tehdään, koska kaapelimodeemeissa on yksilölliset MAC-osoitteet. ChangeService-toiminnolle tarvitsee kertoa muokattavan palvelun tunnistenumero, tieto muokattavasta asiasta ja suoritettavan operaation ajankohta.

Palvelujen poistamista varten rajapinnassa on DisconnectService-toiminto. Toiminto määrittää NETadminiin, milloin palvelu tulee poistaa asiakkaalta. Tämä toiminto ei vaadi kuin poistettavan palvelun tunnistenumeron ja päivämäärän, jolloin palvelu katkaistaan.

Toimintojen testauksessa käytettiin liitteenä 2 olevaa testauspöytäkirjaa, joka kehitettiin SoapUI:n ja NETadminin välisen rajapinnan testaukseen kaapelimodeemyhteyksille. Toimintoja tuli testata erilaisilla mahdollisilla tapahtumilla ja tiedoilla. Koska rajapintaa kehitettiin jatkuvasti testien aikana, tuli jokainen testauskerta käydä koko testauspöytäkirjan mukaiset tapahtumat lävitse. Tämän rajapinnan testaus oli aikaa vievin työvaihe koko opinnäytetyötä ajatellen.

6.5 Koko prosessin testaus

Koko provisiointiprosessiketjun testaus kattaa kaikki mahdolliset rajapinnat, joita tilaajaliittymän automaattinen provisiointi tarvitsee. Testauksessa syötettiin asiakastiedot ja mahdolliset liittymän tilaustiedot Puhti-toiminnanohjausjärjestelmään. Testauksen aikana testaustuloksia tarkasteltiin NETadmin-järjestelmästä ja provisioitavan tekniikan omaavasta päätelaitteesta. Kaapelimodeemiyhteyksien testatut asiat löytyvät liitteestä 3.

Puhti-toiminnanohjausjärjestelmässä tilaukselle lisätään haluttavan toiminnan mukaiset tilausrivit. Jokaisella tilausrivillä on oma tarkoitus, joka määrittelee millainen operaatio halutaan asiakkaan yhteydelle tehdä. Taulukossa 6 kaikki kaapelimodeemiyhteyksiä koskevat tilausrivit. Taulukossa jaoteltu päätilausrivit ja lisätiedon antavat tilausrivit kuten nopeustuote.

Taulukko 6. Tilausrivit ja tuotenumerot

Tilausrivit	Nopeustuote tai lisäriivi:	NRO:
AINAKoti, KAAPELIMODEEMIN AVAUS		1820
	1M/512k	8813
	4M/1M	8814
	10M/2M	8821
	20M/2M	8822
	100M/2M	8824
	ILMAN PALOMUURIA	904108
AINAKoti, KAAPELIMOD. ASENN.avaimet kät.		1822
AINAKoti, KAAPELIMODEEMI ASENN. WLAN		1834
KYTKETÄÄN HOPS-KAAPELIMODEEMI-LIITÄNTÄ		1862
	4M/1M	913812
AINAKoti, KAAPELIMODEEMIN AVAUS(väliaik)		1997
AVATAAN HOPS-LIITÄNTÄ,(VÄLIAIK.SULJETTU)		1863
AINAKoti, KAAPELIMOD.LIIT.NOPEUDEN LASKU		2852
AINAKoti, KAAPELIMOD.LIIT.NOPEUDEN NOSTO		2851
AINAKoti, KAAPELIMOD.PÄÄTELAITT. VAIHTO		1463
AINAKoti, KAAPELIMODEEMIN SIIRTO		2820
AINAKoti, KAAPELIMOD-LAAJAK MUUTOSTYÖ		2849
AINAKoti, SOPIMUSASIAKKAAN MUUTOS		4815
AINAKoti, KAAPELIMOD. SULKU (väliaik.)		3820
SULJETAAN HOPS-LIITÄNTÄ VÄLIAIKAISESTI		3863
AINAKoti, KAAPELIMODEEMISTA LUOPUMINEN		3821
LUOVUTAAN HOPS-LIITÄNNÄSTÄ		3860
AINAKoti, KAAPELIM VAIHTO AINAKoti ADSL		2829
AINAKoti ADSL VAIHTO AINAKoti KAAPELIM.		2830

Testausta varten Puhtiin määriteltiin kaksi erilaista testiasiakasta, joille voitiin lisäillä haluttuja tilausrivejä. Testiasiakkaat lisättiin testaukseen tarkoitettuun tietokantaan, koska tuotannon käytössä olevaan tietokantaan olisi liian riskialtista mennä testaamaan uusia ominaisuuksia. Kahdella testi asiakkaalla pystyttiin testaamaan kaikki tilausrivit ja niiden mahdolliset yhdistelmät. Erityisesti kahden eri asiakkaan yhteys samassa osoitteessa oli päätekijä kahden testiasiakkaan tarpeellisuuteen.

Puhdin rajapinnassa määriteltiin jokaiselle tilausriville oma toimintonsa, joka vastasi NETadminin toimintojen tarpeita. Näin saatiin Puhdin tilausrivin tarkoitus toteutumaan NETadminissa ja provisioitumaan oikein asiakkaan tahtomilla liittymän ominaisuuksilla.

6.6 Virheiden käsittely

Automaattisen provisioinnin tulisi toimia virheettömästi, mutta kuitenkin aina on mahdollisuus virheisiin. Koska automaattinen provisiointi ei vaadi jatkuvaa tarkkailua toimintansa aikana, pitää verkon ylläpidolle jotenkin tulla tieto tapahtuneista virheistä. Tähän tarkoitukseen valittiin sähköposti virhesanomien toimittamiseen ylläpito henkilöstölle. NETadmin ympäristölle ei ollut olemassa vielä sähköpostilaatikkoa, joten loimme sille oman postilaatikon. Postilaatikkoon määritettiin useampi ylläpidon käyttäjä, joten virhesanomoihin reagointi saatiin mahdollisimman nopeaksi.

Virhesanomien lähetys perustuu NETadminissa tapahtuvien töiden keskeytyksiin. Keskeytys voi tapahtua vain, jos jokin laiterajapinnassa kulkeva tieto ei mene lävitse tai rajapinnalla kutsuttava laite antaa jonkin virheilmoituksen NETadminiin. Yksi mahdollinen virheilmoituksen aiheuttaja on virheellinen MAC-osoite. Jos NETadminista DHCP-palvelimelle lähetettävä MAC-osoite on jo olemassa DHCP-palvelimella, DHCP -palvelin lähettää takaisin virhesanomian. Kuvassa 8 on esimerkki virheellisen MAC-osoitteen aiheuttamasta työn keskeytyksestä NETadminissa.

						Subscription	Subscription
2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	Driver: ISC_HOST_ADD		2011-02-21 10:39:02	Acknowledgement required	Equipment	Package setting
						Customer MAC	Subscriptions - 1:1 Subscription memory slots (ID) > Text slot 1
						Customer identification	Subscriptions > Contract no.
						Customer IP	Subscriptions - 1:n Network address (Subscriptions) > IP address
						Group	Service setting
2.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Transaction: 391201	3/3	2011-02-21 10:39:00	Error message: can't open object: key conflict	Customer identification	ACDcontractNumber2
						Customer IP	171052014
						Customer MAC	00:1A:C3:57:BD:38
						Equipment	cablemodem_dhcpserver
						Group	aina100
2.3	<input checked="" type="checkbox"/>	Function: Netadmin.Ass...ption.SetMAC			Not configured	Subscription	Subscriptions > ID
						MAC	Subscriptions - 1:1 Subscription memory slots (ID) > Text slot 1
2.4	<input checked="" type="checkbox"/>	Function: Netadmin.Ass...essEquipment			Not configured	Subscription	Subscriptions > ID
						Equipment	Package setting

Kuva 12. Virhe provisiointi prosessissa

NETadminiin määriteltiin lähetettävä virhesanoma ja sähköpostiosoite mihin sanoma lähetetään. Virhesanomassa määriteltiin näkymään tärkeimmät tiedot, kuten asiakkaan nimi, asiakasnumero ja provisioitavan tuotteen nimi (kuva 9). Virhesanomassa perusteella ylläpidosta vastaavan henkilön on helppo etsiä asiakas ja korjata keskeytynyt prosessi.

Provisiointivirhe

=====

```

Regarding           : Pekka Testaajaa
Customer number     : 33815
Job type            : Connection of service
Subscription        : AinaKoti Laajakaista Kaapelimod.
100M/2M
Order number       : NA-51498
Event              : Provisiointivirhe

```

Työn provisioinnissa tapahtui virhe. Asiakkaan asiakasnumero: ACOcustomerNumber2

Tarkista työn asetukset ja lokitiedot!

Was sent: Monday, 21 February, 2011, 11:18

Kuva 13. Lähetetty virhesanoma.

Virheeseen keskeytynyt työ on aina käytävä katsomassa ja käsin korjaamassa. Provisiointi prosessi jatkuu ainoastaan sen jälkeen, kun virhe on korjattu ja

kuitattu korjatuksi. Tämän jälkeen prosessi etenee taas automaattisesti loppuun asti, jos tiedot ovat oikein. Virheellisen MAC-osoitteen lisäksi virheen aiheuttajia voivat olla väärä laitepaikka tai rajapinnan toiminnassa jokin häiriö.

7 YHTEENVETO

Tämän päivän kilpailu laajakaistaoperaattoreiden kesken on kovaa, eikä tuotteiden hinnoissa ole suuria eroja. Tästä johtuen pyritään parantamaan palvelun laatua, kuten asennuksen nopeutta, ja samalla pienentämään liittymien lisäkustannuksia. Yksi mahdollinen säästämisen kohde on laajakaistaliittymien provisioinnin automatisoiminen. Siten saadaan vähennettyä palkkakustannuksia ja samalla keskitettyä työvoima muihin tärkeämpiin kohteisiin.

Yksi tärkeimmistä syistä automaattiselle provisioinnille on liittymän toimintakuntoon saattaminen. Yksi mahdollinen myyntivaltti voi olla lupaus asiakkaalle, että kaapelimodeemiyhteys on jo toiminnassa, kun asiakas pääsee kotiinsa laajakaistaoperaattorin myymälästä. Lisäksi tulevaisuudessa voi olla mahdollista asiakkaan itse hallita automaattisen provisiointijärjestelmän avulla omaa liittymäänsä, esimerkiksi nostamalla nopeutta Internet-selaimen avulla.

AinaCom Oy:ssä laajakaistatuotteiden automaattinen provisiointi toteutettiin NETadmin-järjestelmän avulla, joka yhdistää eri tekniikat ja Puhti-toiminnanohjausjärjestelmän toisiinsa määriteltyjen ohjelmistorajapintojen avulla. Puhti-toiminnanohjausjärjestelmä kertoo, mitä laajakaistaliittymälle tehdään, ja NETadmin provisioi sen halutulla tekniikalla oikeaan järjestelmään. Opinnäytetyössä laajakaistatekniikkoina olivat kaapelimodeemi- ja ADSL-yhteydet. Testausvaiheessa perehdyttiin kuitenkin pääosin kaapelimodeemiyhteyksien provisiointiin, koska ADSL-yhteyksien provisiointi ei eroa kovinkaan paljon kaapelimodeemien testitapahtumista.

Laajakaistatuotteiden automaattisen provisioinnin toteuttamista varten AinaCom Oy:ssä perustettiin oma projektiryhmä, johon kuului AinaComin ja NETadmin-järjestelmän ylläpitäjien henkilöstöä. Projektiryhmässä suunniteltiin ja käytiin viikoittain lävitse työn kannalta tarpeelliset asiat. Projektin eri vaiheille määriteltiin aikataulut ja pyrittiin noudattamaan niitä.

Opinnäytetyön työllistävän vaihe oli eri ohjelmistorajapintojen testaus. Jokainen rajapinta tuli testata kaikilla mahdollisilla toiminnoilla aina kun jotain muutoksia tehtiin prosessin toimintaan. Erityisesti Puhti-toiminnanohjausjärjestelmän ja NETadminin välinen rajapinta työllisti paljon, koska suurin määrä toiminnoista käytti tätä rajapintaa. Lopuksi koko toimintaketjun testaus tehtiin Puhdistä lisäämällä erilaisia tilausrivejä asiakkaalle ja tutkimalla niiden vaikutusta NETadminissa ja provisioitavien tekniikoiden päätelaitteissa asti.

Työ sujui aikataulussa ja testit saatiin suoritettua ilman suurempia ongelmia. Ongelmat olivat lähinnä Puhti-toiminnanohjausjärjestelmän toimivuudessa NETadminin toimintojen kanssa. Kun lopulliset testit oli suoritettu ja tavoitteen päästy, oli seuraava askel projektille automaattisen provisioinnin käyttöönotto tuotannossa. Kuitenkaan opinnäytetyötä kirjoitettaessa käyttöönottoa tuotantoon ei ehtinyt tapahtua.

Opinnäytetyötä tehdessä oma roolini oli olla projektissa mukana miettien mahdollisia tarpeita automaattisessa provisioinnissa ja suorittaa kaikki testaukset rajapinnoille. Työtä tehdessä oma näkemykseni projekteista ja projektin toteuttamisesta kehittyi paljon. Erityisesti erilaisten tilanteiden hallinta ja ongelmien selvittäminen vaati paljon pohdintaa ja vuorovaikutusta muiden projektiin osallistujien kesken. Lisäksi kokonaiskuva laajakaistaliittymän eri työvaiheiden sisällöstä kehittyi paljon ja toi mukanaan paljon uusia näkemyksiä laajakaistaoperaattorin toiminnasta.

Tulevaisuutta ajatellen laajakaistaliittymien automaattista provisiointia voisi kehittää vielä pidemmälle, ottamalla mukaan kuitutekniikoiden ja yritysliittymien provisioinnin. Lisäksi NETadmin-järjestelmän avulla voisi tarjota asiakkaille mahdollisuuden itse hallita erilaisten portaalien kautta omien liittymien ominaisuuksia ilman yhteydenottoa palveluntarjoajaan.

LÄHTEET

Cisco.com. Cisco CMTS Feature Guide. Saatavissa:

<http://www.cisco.com/en/US/docs/cable/cmts/feature/guide/cmtsfg.html>. [Viitattu 14.2.2011].

Cisco.com. Overview of routing between virtual LANs. Saatavissa:

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios113ed/113ed_cr/switch_c/xcvlan.htm. [Viitattu 24.1.2011].

Droms, Ralph & Lemon, Ted. 2002. The DHCP Handbook. Second Edition. United States of America: SAMS

Ericsson. Fusion-PEM-CM-CORBA Interface Descript. Tuotemateriaali. [Viitattu 2.1.2011].

Ericsson. Solution Description EDA 1200 4.0. Tuotemateriaali. [Viitattu 26.1.2011].

Ericsson. Solution Description PEM 4.0. Tuotemateriaali. [Viitattu 28.1.2011].

Ginsburg, David.2000. ADSL. Helsinki: Oy Edita Ab

Granlund, Kaj.2003. Tietoliikenne.1.painos. Jyväskylä: Docendo Finland Oy

Grundström, Mika & Mickos, Roy. 1998. ATM Tekniikka ja monipalveluverkot. 2.painos. Espoo: Suomen ATK-kustannus Oy

K&K Active Oy. NETadmin General product description_EN. Tuotemateriaali. [Viitattu 3.1.2011].

KeyPro Oy. KeyRNS. Saatavissa: http://www.keypro.fi/pdf/ESITE_KeyRNS.pdf. [Viitattu 2.2.2011].

Omg.org. CORBA basics. Saatavissa:

<http://www.omg.org/gettingstarted/corbafaq.htm>. [Viitattu 15.1.2011].

Omsshell. OMAPI Command Shell. Saatavissa: <http://linuxreviews.org/man/omsshell/>.
[Viitattu 9.2.2011].

Postel, J. 1983. Telnet protocol specification. RFC854. Saatavissa:
<http://tools.ietf.org/html/rfc854>. [Viitattu 25.1.2011].

W3schools.com. SOAP Tutorial. Saatavissa: <http://www.w3schools.com/soap/>. [Viitattu 25.1.2011].

Docsis. <http://www.cablelabs.com/specifications/CM-SP-MULPIv3.0-I14-101008.pdf>, [viitattu 3.1.2011].

Kuitu. <http://www.kuitu.net/portal/fi/kuituinfo>, [viitattu 4.1.2011].

ADSL-linjaprofiilit

Nopeustuote	VPI/VCI	VLAN	Linjaprofiilin nimi
1M/512kbit	0/100	13	AinaKoti 1M 0/100 VLAN 13
1M/512kbit	0/100	370	AinaKoti 1M 0/100 VLAN 370
1M/512kbit	0/100	510	AinaKoti 1M 0/100 VLAN 510
1M/512kbit	0/33	13	AinaKoti 1M 0/33 VLAN 13
1M/512kbit	0/33	370	AinaKoti 1M 0/33 VLAN 370
1M/512kbit	0/33	510	AinaKoti 1M 0/33 VLAN 510
2M/1M	0/100	13	AinaKoti 2M 0/100 VLAN 13
2M/1M	0/100	370	AinaKoti 2M 0/100 VLAN 370
2M/1M	0/100	510	AinaKoti 2M 0/100 VLAN 510
2M/1M	0/33	13	AinaKoti 2M 0/33 VLAN 13
2M/1M	0/33	370	AinaKoti 2M 0/33 VLAN 370
2M/1M	0/33	510	AinaKoti 2M 0/33 VLAN 510
4M/1M	0/100	13	AinaKoti 4M 0/100 VLAN 13
4M/1M	0/100	370	AinaKoti 4M 0/100 VLAN 370
4M/1M	0/100	510	AinaKoti 4M 0/100 VLAN 510
4M/1M	0/33	13	AinaKoti 4M 0/33 VLAN 13
4M/1M	0/33	370	AinaKoti 4M 0/33 VLAN 370
4M/1M	0/33	510	AinaKoti 4M 0/33 VLAN 510
8M/1M	0/100	13	AinaKoti 8M 0/100 VLAN 13
8M/1M	0/100	370	AinaKoti 8M 0/100 VLAN 370
8M/1M	0/100	510	AinaKoti 8M 0/100 VLAN 510
8M/1M	0/33	13	AinaKoti 8M 0/33 VLAN 13
8M/1M	0/33	370	AinaKoti 8M 0/33 VLAN 370
8M/1M	0/33	510	AinaKoti 8M 0/33 VLAN 510
24M/2M	0/100	13	AinaKoti 24M 0/100 VLAN 13
24M/2M	0/100	370	AinaKoti 24M 0/100 VLAN 370
24M/2M	0/100	510	AinaKoti 24M 0/100 VLAN 510
24M/2M	0/33	13	AinaKoti 24M 0/33 VLAN 13
24M/2M	0/33	370	AinaKoti 24M 0/33 VLAN 370
24M/2M	0/33	510	AinaKoti 24M 0/33 VLAN 510

Kaapelimodeemiyhteyksien testauspöytäkirja SoapUI:sta NETadminiin

Prosessi:	Soap UI --> NA Kaapelitesti			Anssi Leppäkoski/AinaCom OY	
		Pvm	klo	Tulos OK/NOK	Huom!
Uuden asiakkaan luonti (CreateCustomer)					
	Tarvittavilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Asennus osoitteen luonti (CreateInstallationAddress)					
	Tarvittavilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Uuden yhteyden luonti (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Mac väärässä muodossa				
	Ilman nopeustuotetta				
	Tilaus kuitattu valmiiksi ilman tietoja				
Nopeuden muutos (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
Päätelaitteen vaihto(mac muuttuu)(ChangeService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Mac väärässä muodossa				
	Ilman uutta mac				
Osoitteen muutos (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Luvatun päivän muutos (ConnectService)					
	Tulevaan päivään				
	Menneeseen päivään				
Asiakastietojen muutos (CreateCustomer)					
	Käyttäjä muuttuu				
	Puhelin muuttuu				
	E-mail muuttuu				
Tuotteen muutos(palomuuuri muutos)(ChangeService)					
	Poistetaan palomuuuri				
	Lisätään palomuuuri				
Kaksi samaa tuotetta samassa osoitteessa					
	Samalla asiakkaalla				
	Eri asiakkailla				
Samalla asiakkaalla kaksi tuotetta eri osoitteissa					
	Toimiiko				
Tuotteen poisto(Luopuminen) (DisconnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
Laittepaikanvaihto (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Väärillä tiedoilla				

Kaapelimodeemiyhteyksien testauspöytäkirja Puhdista päätelaitteelle

Prosessi:	PUHTI --> NA Kaapelitesti	Anssi Leppäkoski/AinaCom OY			
		Pvm	klo	Tulos OK/NOK	Huom!
Uuden asiakkaan luonti (CreateCustomer)					
	Tarvittavilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Asennus osoitteen luonti (CreateInstallationAddress)					
	Tarvittavilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Uuden yhteyden luonti (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Mac väärässä muodossa				
	Ilman nopeustuotetta				
	Tilaus kuitattu valmiiksi ilman tietoja				
Nopeuden muutos (ChangeService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Ylimääräisiä tilausrivejä				
	Ilman tilausriviä				
Päätelaitteen vaihto(mac muuttuu)(ChangeService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Mac väärässä muodossa				
	Ilman uutta mac				
Osoitteen muutos (ConnectService)					
	Oikeilla tiedoilla				
	Puutteellisilla tiedoilla				
Luvatun päivän muutos (ChangeService)					
	Tulevaan päivään				
	Menneeseen päivään				
Asiakastietojen muutos (CreateCustomer)					
	Käyttäjä muuttuu				
	Puhelin muuttuu				
	E-mail muuttuu				
Tuotteen muutos(palomuuri muutos)(ChangeService)					
	Poistetaan palomuuri				
	Lisätään palomuuri				
Kaksi samaa tuotetta samassa osoitteessa					
	Samalla asiakkaalla				
	Eri asiakkailla				
Samalla asiakkaalla kaksi tuotetta eri osoitteissa					
	Toimiiko				
Tuotteen poisto					
	Oikeilla tiedoilla				
	Kaksi samaa tuotetta samassa osoitteessa				
	Kaksi samaa tuotetta eri osoitteissa				
Kuittaus puhtiin					
	Kuittaus				