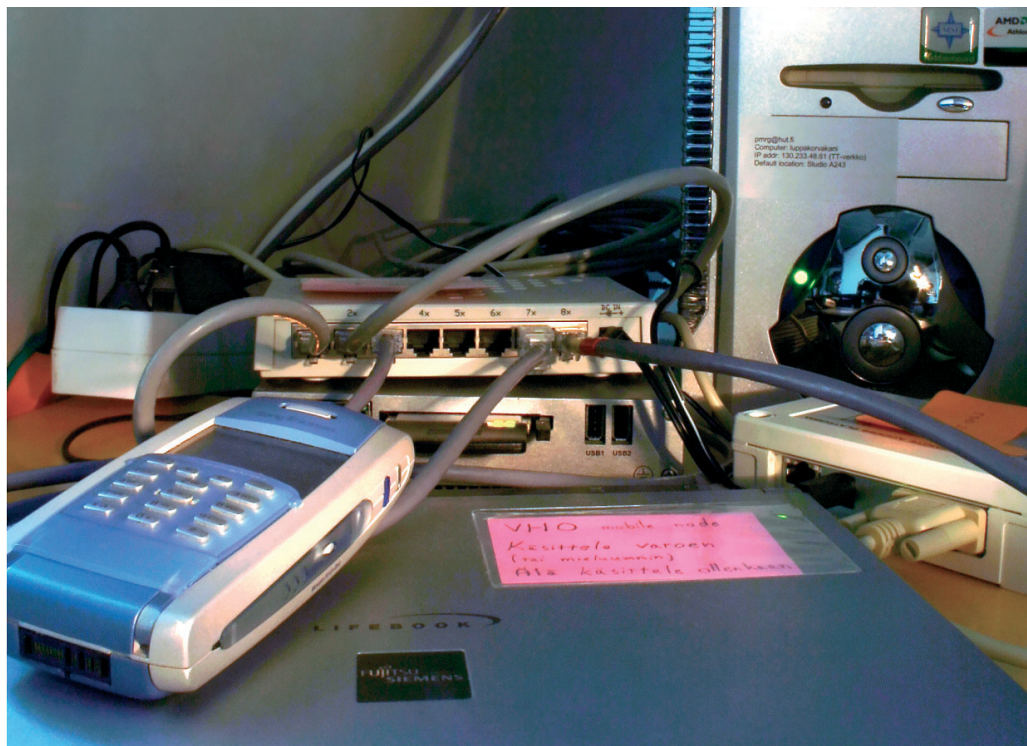


Onko verkolla väliä?



Verkkojen yhteistoimintaa tutkivassa VHO-projektissa on jo päästy toimivien prototyyppien avulla testaamaan saumatonta verkosta toiseen siirtymistä WLANin, GPRS:n ja LAN-verkon kesken. Verkkotekniikoiden ja palvelujen kehittäjien yhteistyö takaa, että myös käyttäjät ja sovellukset tulevat huomioiduiksi tulevaisen verkkoratkaisuissa.

Kaikkien eri verkkotekniikoiden yhteen sulauttaminen on ajatuksena idealistinen. Ennenkin kannattaa panostaa siihen, kuinka yhteiskäyttöä ja käytön helppoutta voitaisiin tehostaa. Jokin verkko täytyy viestintään aina valita ja siksi verkkojen välisestä yhteistoiminnasta pitäisi tehdä mahdollisimman luontevaa ja mikäli mahdollista, loppukäyttäjille näkymätöntä.

Yksi ratkaisumahdollisuus verkkojen yhteiskäyttöön on niin sanottu Vertical handover eli VHO. Sen avulla saumatonta siirtyminen eri verkkojen välillä on mahdollista. Sovellus voi esimer-

kiksi valita käytettävän verkon ja toimintatavan tarpeiden mukaan ilman sovelluksen uudelleenkonfigurointia.

Toistaiseksi operaattorit omistavat asiakkaansa, mutta tulevaisuuden mobiilikäyttäjät voi liikkuu joustavasti niin verkkojen kuin operaattoreidenkin välillä. Olemme matkalla kohti moniooperaattoriympäristöä. Palveluita voi silloin saada käytön aikana helposti sieltä täältä, käyttää niitä tietyn ajan ja siirtyä taas seuraavaan paikkaan.

Todennäköisesti asiakkaalla säilyy yksi pääoperaattori, mutta hänellä on mahdollisuus käyttää dynamisemmin muidenkin palveluja. Myös operaattorit voivat hyötyä eri verkkojen yhteiskäytöstä melkoisesti, koska se mahdollistaa uudentyyppiset palvelut ja antaa työkaluja verkkokapasiteetin hallitsemiseen.

Suomi on maantieteellisesti varsin hyvin katettu erilaisilla verkkoratkaisuilla ja uusia päällekkäisiä verkkoja rakennetaan ja peittoalueita laajennetaan kaiken aikaa. Sovelluksia ja palveluita tulisi kehittää hyödyntämään kulloinkin käytettävissä olevia verkkoja.

Sovellus sopeutuu ja tekee valintoja

Kun monta päällekkäistä verkkotekniikkaa otetaan järkevällä ta-

valla käyttöön, voidaan saavuttaa useita etuja. Yksi niistä on verkkojen kapasiteetin tehokkaampi hyödyntäminen. Kapasiteetin riittävydestä on etenkin kaupunkialueilla tulossa todellinen haaste.

Hyödyntämällä päällekkäisiä verkkoja sekä mahdollistamalla liikkuminen niiden välillä voidaan tarvittaessa jakaa sovellusten kuormaa eri verkkoihin. Kukin sovellus käyttää sille riittävää verkkoyhteyttä, eikä esimerkiksi aina nopeinta mahdollista saatavilla olevaa verkkoa. Tulevaisuudessa sovellus saattaa osata vaihtaa verkkoyhteyttä riippuen sovelluksen tai sisällön kulloisellaan hetkellä vaatimasta verkkokapasiteetista, vasteajoista sekä muista mitattavista ominaisuuksista.

Verkkovierailut mahdollistavat entistä paremman palvelun tarjoamisen käyttäjille. Jos käyttäjä esimerkiksi lataa verkosta videopeliä ja saapuu metroasemalle, jossa on WLAN-verkko, lataus voidaan siirtää siihen, koska siinä on enemmän kapasiteettia ja operaattorille on halvempaa tarjota yhteys sitä kautta. Samalla kuitenkin yhteys UMTS- tai GSM-verkkoon säilytetään, koska vain nämä verkot pystyvät takaamaan tavoitettavuuden laajalla alueella liikuttaessa. Jos WLAN-yhteys katoaa, kaikki yhteydet siirtyvät UMTS- tai GSM-verkkoon.

Does the network matter?

The aim of the VHO project (Innovation prototyping for vertical handover) is to realize real-time multi-access in heterogeneous networks. This enables a user to utilize several networks in parallel without reconfiguring the application. Vertical handover allows the application services to be seamlessly transferred between different networks.

For an end user, such a connection means that the devices that have network access may be used in all networks without the need to reboot or restart devices or applications. The ability to use networks in parallel gives the user or service a possibility to choose for example the most economical solution at the time.

In the VHO project user needs and potential future applications are investigated. The aim is to discover what kind of new possibilities vertical handover offers for improved services and what they require from the network solutions.

The results of the project include functional a solution that provides vertical handover capability in a real-time multiaccess heterogeneous network. Integration of heterogeneous networks requires advanced solutions of mobility management.

VHO project utilizes a platform on Mobile IPv6 extended to allow several separate network connections of end device.

According to the innovation prototyping methodology VHO project emphasizes experimentation and evaluation of the features and potential of various alternative solutions instead of trying to prove omnipotence of some single solution.

VHO project is a multidisciplinary project kicked off by Tekes NETS thematic groups. It is a collaborative project of Ericsson Finland, Product Modeling and Research Group of Helsinki University of Technology, Radionet and TeliaSonera. The contact person for the project is Mervi Ranta (mervi.ranta@hut.fi).

Kirjoittajat: Tomi Saarinen, Henrik J. Asplund ja Mervi Ranta, TKK/PM&RG-ryhmä; Jouni Korhonen, TeliaSonera; Tony Jokikynny, Teemu Rinta-aho ja Petri Jokela, Ericsson Finland; Ari Maunukela, Radionet

Yhteyshenkilö: mervi.ranta@hut.fi

Tutkimus: VHO (innovation prototyping for vertical handover)

Yhteistyössä: TKK, TeliaSonera, Ericsson Finland, Radionet

Teknologiaohjelma: NETS

VHO-projektin ratkaisumalli

VHO-projektissa korostetaan toimivien prototyyppien rakentamista niin verkon kuin sovellustenkin testaamiseksi. Näin vältetään demonstraatioilta, joiden toiminta ja tulokset ovat liian kaukana todellisuudesta. Samalla kohdataan jo tutkimusvaiheessa todellisen ympäristön tuomat haasteet.

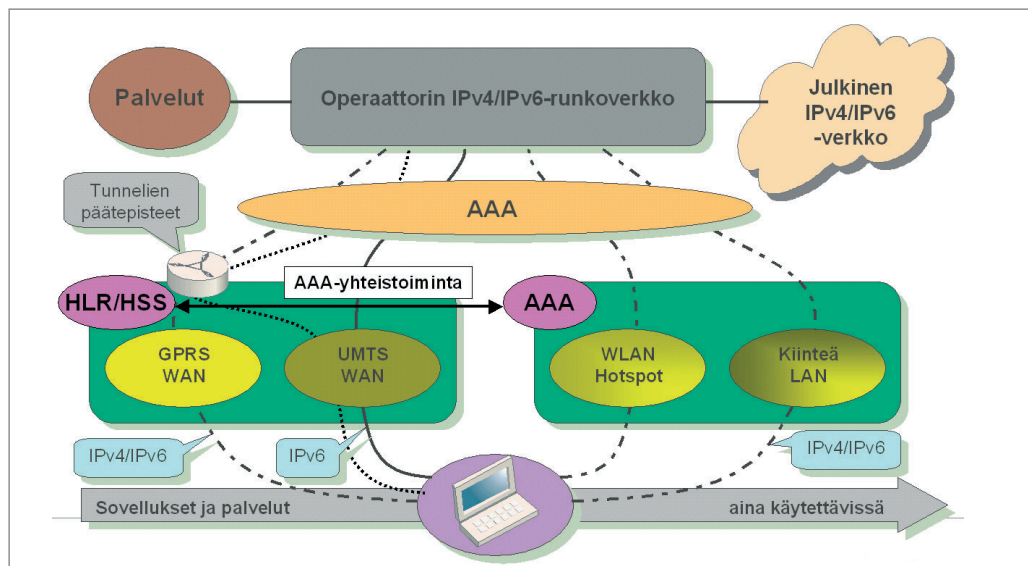
Tekniikoiden leviämässä ja käyttötottumuksissa ei tapahdu muutoksia yhdessä yössä. Useimmiten kehitys on varsin hidasta ja luonteeltaan evoluutiomaista, joten odotettavissa on useita rinnakkaisia ratkaisuja sekä verkon että sovelluksen puolella.

Rinnakkaisten ratkaisujen kanssa on yksinkertaisesti tultava toimeen. Toimivien verkko- ja sovellusprototyyppien avulla myös käyttäjätutkimuksia voidaan tehdä tulevaisuuden oloissa.

Tutkimusmenetelmänä käytetty PM&RG:n kehittämä innovaatioprototypisointi suosii juuri erilaisten ratkaisujen kokeilemistä ja vertailemistä. Perusteena on, että näin varhaisen vaiheen tutkimuksessa ei oikeastaan olla hakemassa ratkaisua mihinkään tiettyyn ongelmaan, vaan vasta löytämässä ongelmia.

Näin ollen ei ole myöskään tarvetta löytää yksittäistä kaikkivopaa ratkaisua, vaan ymmärtää kunkin ratkaisun sopivuus tai sopimattomuus ja tunnistaa niiden kriittisten osien merkitys kehitykselle.

Verkkojen yhteistoiminta vaatii edistyneitä mekanismeista liikku-

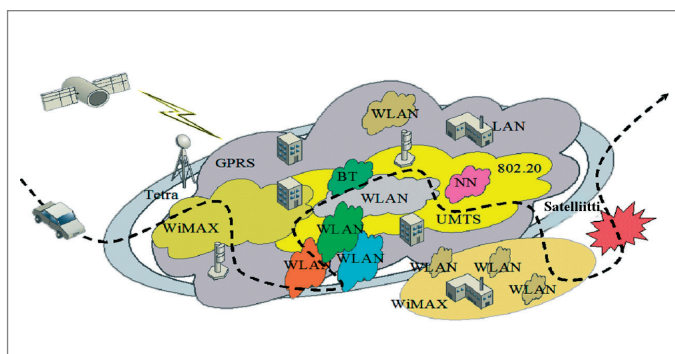


Liikkuvuus vaikuttaa useisiin eri kohtiin operaattorien verkoissa.

Mobility affects many points in the operator networks.

vuoden hallintaan. VHO-projektissa on käytetty Ericssonin toteuttamaa alustaa, jossa IP-liikkuvuus on toteutettu standardin mukaisella Mobile IPv6:lla, jota on laajennettu ottamaan huomioon päätelaitteen useat erilliset verkkoyhteydet.

Mobile IPv6 ei itsessään välitä minkä tyyppisen verkon yli IPv6-paketteja lähetetään, joten sitä voidaan hyvin käyttää yhdistämään eri verkko-tekniikoita kuten LAN, WLAN, GPRS ja UMTS. Mobile IPv6:n toimintaa ohjaa erillinen hallintamoduuli, joka lukee konfiguroijan syöttämiä sääntöjä ja ohjaa sovellusyhteydet kulke-



Kaupungissa liikkuva käy päivittäin useiden eri verkkojen alueella.

Moving citizen is visiting several different networks every day.

maan kulloinkin parhaan mahdollisen verkon kautta.

Sovellusyhteydet voivat siirtyä verkosta toiseen joko säännösten muokkauksen seurauksena tai verkkoyhteyksien tilan muuttuessa. Esimerkiksi jos WLAN-

yhteyden takaa katoaa reitin tai koko WLAN-kortti sammutetaan, siirtyvät WLAN:ia käyttäneet yhteydet GPRS-verkkoon. Vastavasti WLAN-yhteyden palattua yhteydet siirretään GPRS:stä takaisin WLAN:iin, ellei konfiguroija ole muuttanut sääntöä, joka määritteli WLAN:in sopivammaksi yhteydeksi kyseiselle sovellukselle kuin GPRS.

Todellinen ympäristö opettaa

VHO-projektissa on heti alusta lähtien otettu käyttöön Telia-Soneran todelliset tuotantoverkot sekä soveltavien osin testiverkkoa. Testiverkkoa on hyödynnetty prototyyppien kehityksessä ja VHO:n julkisissa esitelmissä.

Ympäristö on mahdollistanut esimerkiksi IPv4:n ja IPv6:n rinnakkaiskäytön, jolloin niiden yhteiselon vaatimukset tulevat huomioituksi verkonvaihdon yhteydessä aivan kuten todellisessa verkko-ympäristössä.

Mobile IPv6:n käyttäminen nykyisissä IPv4-pohjaisissa verkko-yhteyksissä ei käytännössä ole kovin tehokasta pakollisten IPv6-in-IPv4-tunnelointien vuoksi. Tunnelointi kasvattaa IP-yhteyksien otsakkeiden kokoa ja hanka-

Verkkotekniikan käsitteitä

Heterogeneous network. Heterogeeninen verkko on useiden eri verkkotekniikoiden (esim. UMTS ja WLAN) muodostama kokonaisuus, jossa eri tekniikoiden välillä on yhteys. Käyttäjä voi hyödyntää verkkoja enemmän tai vähemmän saumattomasti. Eri verkkoja ja palveluja voidaan tarpeen mukaan käyttää yhdessä toisistaan riippumatta.

HIP (Host identity protocol). Uusi tietoturvaprotokolla, joka pyrkii parantamaan TCP/IP-protokollapinon arkkitehtuuria. Parannus huomioi liikkuvuuden verkossa. Käyttäjälle HIP-protokolla mahdollistaa liikkuvuuden ja siihen liittyvän tietoturvan hallinnan verkkotasolla yksinkertaisemmin kuin Mobile IP.

Horizontal handover. Tilanne, jossa verkkoliittymä siirretään tukiasemasta toiseen ilman, että yläpuolella olevat protokollat sitä välttämättä huomaavat. Tyypillinen esi-

merkki on GSM-liittymä, joka liikkuu tukiasemalta toiselle.

IPv4. IP-protokollan tällä hetkellä yleisimmän käytössä oleva, vakiintunut versio.

IPv6. IP-perusprotokollan uusi versio, johon sisältyy mm. laajennettu osoitevaraus ja parannettuja tietoturvaominaisuuksia.

MIP (Mobile IP), IP-protokollan mobiililaajennus, joka mahdollistaa verkossa olevien koneiden liikkumisen ilman yhteyksien katkeamista sovellustasolla. Protokollasta on standardoitu IPv4- ja IPv6-versiot.

Multi-homing. Tilanne, jossa verkkoliittymä on samanaikaisesti kytkeytyneenä useaan eri verkkoon eli sillä on useita eri IP-osoitteita. Käsite voi myös tarkoittaa tilannetta, jossa sama kone on useiden eri verkkoliittymien avulla yhteydessä useaan eri verkkoon.

Roaming. Verkkovierailu, jonka

laite voi tehdä toisen operaattorin hallinnoimaan verkkoon. Tämä vaatii yleensä operaattorien välisen kaupallisen sopimuksen.

Seamless handover. Saumaton verkonvaihto, joka ei vaikuta itse palveluun. Käyttäjä ja sovellukset eivät huomaa verkonvaihtoa.

SIMA (Simultaneous multiple access). Saman koneen mahdollisuus käyttää samanaikaisesti useita siihen kytkettyjä verkkoliittymiä. Esimerkiksi yrityksen sähköpostiliikenne voi reitittyä GPRS-liittymän kautta samaan aikaan, kun Internetin selaus hoidetaan WLAN-liittymän kautta.

VHO (Vertical handover) Siirtymä eri verkkojen tukiasemien välillä. Verkkojen tukiasemat voivat kuulua eri operaattoreille tai toimia jopa eri tekniikalla (esim. WLAN ja GPRS). Laitetta tai sovellusta ei tarvitse konfiguroida uudelleen.

VHO tähtää sopeutumista pidemmälle

Adaptiiviset sovellukset ovat kykeneviä sopeutumaan vallitseviin oloihin ja niiden muutoksiin. Tekesin NETS-ohjelmaan kuuluvassa VHO-projektissa kurkotetaan kuitenkin pelkkää sopeutumista pidemmälle miettimällä, voisiko saumaton siirtyminen eri verkkojen välillä mahdollistaa aivan uudenlaisia sovelluksia.

Esimerkiksi palvelun sisällöstä riippuen voitaisiin vaihtaa verkkoa joko laadukkaampaan tai halvempaan. Palvelu voisi siten vaikuttaa aktiivisesti verkon valintaan ja toimia eri tavoin eri ympäristöissä, eikä vain odottaa, mitä sille annetaan.

Kun verkkoyhteydet voivat vaihdella lukuisista eri syistä, syntyy operaattoreille ja verkon tarjoajille monimutkaisia haasteita menettelytapoihin liittyen: Kuka tai mikä päättää verkon vaihtumisesta? Missä tilanteissa verkkoa voi ja ei voi vaihtaa? Kenelle maksetaan kulloinkin verkon ja palvelun käytöstä?

Myös kontekstitietyys tuo lisää monimutkaisuutta. Palvelut voivat käyttäytyä eri tavoin riippuen vaikkapa siitä, missä päin maata käyttäjä laitteensa verkkoon liittää, onko hän paikallaan vai liikkeessä, mitä hän juuri tekee ja onko hän tehnyt esimerkiksi rahatilanteestaan riippuvia valintoja palvelujen käytön suhteen. Kaikkea tätä voidaan ajatella loputtomana ominaisuuksien viidakkona, mutta toisaalta myös huikkeitä mahdollisuuksia on selvästi nähtävissä.

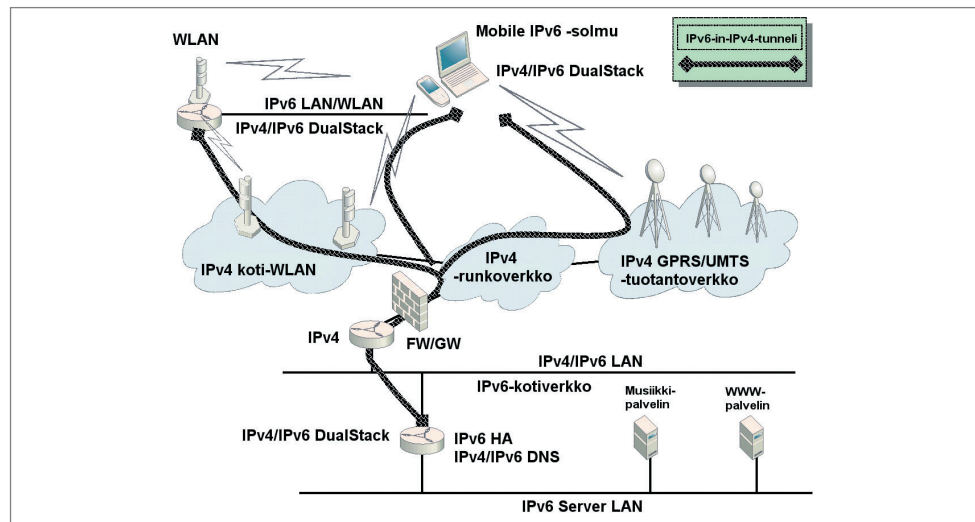
IP-liikkuvuus kehittyä

IP-liikkuvuus mahdollistaa erilaisten verkkotekniikoiden integroinnin siten, että langattomuus ja liikkuvuus voidaan toteuttaa joustavasti. Verkkojen yhteiskäytössä tarvitaan erilaisia liikkuvuuden ratkaisuja, joita voidaan soveltaa rinnakkaisesti.

VHO-projektissa haetaan liikkuvuuteen ratkaisuja, joissa voidaan järkevästi integroida sekä laajan alueen liikkuvuus että paikalliset ratkaisut. IP-liikkuvuus on keino yhdistää erilaisia verkkoteknologioita yhteensopiviksi järjestelmiksi.

VHO-projektin erityinen ansio on tulevaisuuden käytäntöjen monitahoisen arvioinnin. Ei ole esimerkiksi täysin varmaa, että juuri IP-liikkuvuus tulee olemaan teknisesti paras ratkaisu verkkojen integrointiin. Usein IP-protokollien avulla toteutettaviin toimintoihin on olemassa monia ratkaisutapoja.

Uusien ratkaisujen tutkimuksessa



VHO-projektin testeissä ja Mobile IPv6 -demonstraatioissa käytetyn testiverkon rakenne. Verkkoyhteydet ovat pääasiassa IPv4-pohjaisia, kun taas palvelut ja palvelimet ovat IPv6-verkossa.

The structure of test and demo network used in VHO project. The network connections are mostly IPv4-based. On the contrary, services and servers are connected to IPv6 network.

on aina kyseenalaistettava nykyisiä ratkaisuja ja haettava vaihtoehtoisia toteutustapoja. VHO-konsortioon kuuluvan Radionetin kehittämä IP-liikkuvuusratkaisu on tekninen vaihtoehto sekä liikkuvuuden toteuttamiseen että verkkojen integrointiin. Ratkaisu mahdollistaa käyttäjän siirtymisen tukiaseman alueelta toiselle saumattomasti ilman, että päätelaitteen IP-osoite vaihtuu.

Seuraavan polven verkot rinnakkain

Suomen Ericssonin asiantuntijat ovat viime vuosina olleet vahvasti mukana kansainvälisissä tutkimus- ja standardointiorganisaatioissa liikkuvuuden ja tietoturvan alueilla. VHO-projektissa yhtiön kehittämä Mobile IPv6-protokolla pohjautuva SIMA-konsepti (Simultaneous Multiple Access) mahdollistaa IP-protokollatasolla siirtymisen verkkotyypistä toiseen. Radionet puolestaan on laajojen WLAN-kaupunkiverkkojen asiantuntija.

VHO-projekti tarjoaa kehitysympäristön tulevaisuuden verkkoratkaisujen tarkasteluun ja tutkimukseen. Langattomien lähiverkkojen suosio ja hyvä saatavuus kasvattavat nopeasti WLAN-teknologioita hyödyntävien sovellusten kirjoa. Edettäessä kohti laajempia verkkojärjestelmiä WLAN integroituu osaksi erilaisia verkko-

arkkitehtuureita. Alueverkkojen kehitys tulee perustumaan sekä WLAN- että WiMAX-tyyppisiin teknologioihin.

TeliaSonera puolestaan on jo vuosien kokemus kaupallisten HotSpot WLAN-verkkojen rakentamisesta. Yhtiö on ollut vahvasti mukana WLAN-verkkovierailukyisiä standardoinnissa ja 802.1X- ja SIM-teknikkaan perustuvien autentikointimenetelmien tuomisessa osaksi kaupallisia verkkovierailukyisiä WLAN-verkkoja.

Saumattoman liikkuvuuden kannalta IP-liikkuvuus on vain yksi osa kokonaisuudesta. Muita ovat rinnakkaiskäyttö (SIMA), IP-protokollien suorituskyky, laskutus- ja autentikointiratkaisut (AAA), yhteydensiirrot (handover), sovellukset, sekä laite- ja palvelualustat. VHO-projektin kannalta esimerkiksi erilaiset IP-liikkuvuusratkaisut ovat osa-alueena muiden rinnalla.

Teknisen kehityksen ja standardoinnin kannalta verkkojen ja palveluiden rinnakkaiskäyttö on varsin monitieteellinen ala, johon liittyyvää työtä tekevät maailmalla monet standardointijärjestöt (GSMA, 3GPP, 3GPP2, IEEE, IETF). Kokonaisnäkemyks uusista ratkaisuista syntyy usein synteisinä lukuisista eri alueiden standardiehdotuksista.

Monipuolista yhteistyötä

VHO-projektin hyvin sujunut taival sai lähtölaukauksen Tekesin NETS-ohjelman aihehryhmätöinnistä. Tapaamisissa kaikki erikoisosaajat saivat äänensä kuuluviin ja tasapainoisen projektin määrittely oli mahdollista. Aihehryhmätöinnistä tarjooa puitteet teknologian ja tietämyksen siirtoon. NETS 1a-ryhmässä mm. sovelluskehittäjät ovat saaneet tietoa verkko- ja mobiiliteettien hallintaan on hyötynyt käytettävyyden tarjoamasta pohjasta.

Tulevaisuuden heterogeenisessä verkkoympäristössä loppukäyttäjät pyrkivät käyttämään verkkoja, joissa tarjotaan kussakin tilanteessa sopivimpia palveluja. VHO-tutkimushankkeessa haetaan kokonaisnäkemyks tulevaisuudessa ihmisten mukana siirtyvistä tietoverkoista ja niiden standardeista. Testaamalla samassa tutkimushankkeessa käyttäjien palveluita ja verkkotekniikoita halutaan niiden väliset ristiriidat tunnistaa ennen kaupallistamista.

Esimerkiksi WAP- ja GPRS-teknikat tuotiin kuluttajille liian vaikeakäyttöisinä. Hanke korostaa yhteiskunnallisia tavoitteita liiketoiminnan lisäksi.

loittaa IP-yhteyksien dynaamista luomista.

Jatkossa on tarkoitus on siirtää kokonaan IPv6-pohjaisiin verkkoyhteyksiin kaikkien verkkojen osalta. Tuotantoverkoista poiketen testiverkossa ei ole käytetty WLAN:in osalta autentikointia, sillä web-pohjainen kirjautuminen verkkoon on hankala toteuttaa joustavasti IP-liikkuvuuden yhteydessä. Autentikointi-

menetelmien kehittyessä ja yleistyessä automatisoidut kirjautumiset tulevat helpommiksi toteuttaa.

Testiverkkoa käyttäen on vertailtu esimerkiksi HIP-pohjaisen (Host Identity Protocol) liikkuvuuden ja MIPv6:n ominaisuuksia. Vertailussa on havaittu, että TCP-yhteyden siirtäminen WLAN-verkosta GPRS-verkkoon vie aikaa muutamia sekunteja.

Siirtymisaika riippuu useista seikoista, kuten yhteyden laadusta ja verkon kuormituksesta.

Käytännön sovellusten (www, sähköposti, VoIP) viiveet ovat lyhyempiä, sillä ne eivät tarvitse koko verkon kapasiteettia. Nopeutta voidaan parantaa, sillä VHO-projektissa on toistaiseksi käytetty täysin standardien mukaisia perusprotokollia ilman optimointeja. **PRO**

Linkkipankki
www.proessori.fi/linkit

Proessorin Elektronikan Suunnittelu -numeron linkisivustoon olemme koonneet kaikki tähän juttuun liittyvät nettilinkit. Linkitysten avulla pääsee hankkeen kotisivuille ja aihealueen lähdeviitteisiin.