

Operaattorien palvelukehitys /Veli-Matti Mattila

1. Johdanto

Vuoteen 1995 mennessä Suomesta oli tullut telepalveluissa Euroopan kärkimaa. Teleala oli kehittynyt nopeasti 1980–90-luvuilla, kun kilpailun asteittainen vapautuminen loi alalle uudet pelisäännöt. Telealan muutosta edelsi puhelinyhtiöiden ja valtion Posti- ja lennätinlaitoksen erimielisyys lainsäädännöstä, joka tulisi laatia uudelle, digitaaliselle palvelulle, datasiirrolle. Eri osapuolten näkemykset jakautuivat: oliko datasiirto lennätintoimintaa ja valtion monopoli, tai osa myös yksityisten puhelinyhtiöiden liiketoimintaa. Asian ratkaisi vuonna 1987 säädetty telemarkkinalaki, joka edelläkävijänä Euroopassa avasi kilpailua teletoiminnassa.

Avoin kilpailu telemarkkinoilla alkaa

Kilpailu Suomen telemarkkinoilla käynnistyi kolmessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe koitti vuonna 1985, kun puhelinyhtiöt yhdessä perustivat Datatie Oy:n. Yritys tarjosi valtakunnallista datasiirtopalvelua. Toisessa vaiheessa Radiolinja Oy aloitti kilpailun matkapuhelinliikenteessä. Radiolinjan gsm-verkossa soitettiin vuonna 1991 maailman ensimmäinen digitaalinen matkapuhelu.

Kolmas vaihe, vuonna 1994, laajensi yritysten kilpailun paikallis-, kauko- ja ulkomaanpuheluihin. Yksityiset puhelinyhtiöt perustivat kaukopuhelinliiketoimintaan Kaukoverkko Ysi Oy:n ja kansainvälisiä puheluja varten Finnet International Oy:n. Kilpailun vapautuessa valtiollinen Tele sai tarjota palvelujaan puhelinyhtiöiden alueella. Yksityiset puhelinlaitokset olivat valmistautuneet uuteen kilpailutilanteeseen etenkin kaukopuhelinliikenteessä, ja Kaukoverkko Ysille siirtyi pian puolet kaukopuhelinliikenteestä. Kun samalla kaukoliikenteen hinnat puolittuivat seurauksena oli merkittävät henkilöstön irtisanomiset kaukoliikenteen monopolin menettäneessä Telessä. Tele oli kuitenkin valmistautunut muutokseen jo pitkän aikaa.

Vuoteen 1995 mennessä Posti- ja telelaitos, useat puhelinyhdistykset ja -laitokset oli yhtiötetty osakeyhtiöiksi, myös alan suurin, Helsingin Puhelinyhdistys. Markkinoille tuli samalla kokonaan uusia operaattoreita, kuten 1993 aloittanut Telivo, jonka valtakunnallinen runkoverkko perustui Imatran Voiman voimalinjoihin rakentamiin valokaapeleihin.

Pohjaa telemarkkinan kehitykselle loi perusteleverkon eli puhelinverkon digitalisointi, joka saatiin valmiiksi vuoteen 1996 mennessä. Digitaaliset verkot datasiirto-, mobiili- ja puhelinpalveluissa loivat pohjan operaattorien palvelukehitykselle ja kilpailun avoimuudelle.

Internet käynnistyy Suomessa

1990-luvun puoliväliin ajoittui merkittävä askel: Www-pohjaisen Internet Service Provider, ISP eli internetin palvelutarjoajien markkinan käynnistyminen. Valtiollinen Tele lanseerasi syksyllä 1994 internetpalvelunsa iNET Open, ja HPY:n Kolumbus käynnistyi maaliskuussa 1995.

Vuodesta 1995 lähtien operaattorien palvelujen kehittymiseen ovat vaikuttaneet pääasiassa digitaaliseen teknologiaan perustuvat, uudet innovaatiot. Niihin investoimalla operaattorit ovat luoneet pohjaa digitaaliselle infrastruktuurille ja palveluille, joiden varaan koko yhteiskunnan digitaalisiaatio Suomessa rakentuu.

2. Teleoperaattoritoiminnan kehitys 1995 -2015

2.1. Dataverkkopalvelut kohti 2000-luvun IP-internetprotokollan valta-asemaa

Valtion Posti- ja lennätinlaitos ja yksityiset alueelliset puhelinlaitokset tarjosivat datasiirron palvelua jo varhain, teknologian syntyvuosista 1960-luvulta lähtien. Suomessa datasiirto oli käytössä huomattavasti laajemmin teleoperaattorin palveluna kuin monissa muissa maissa, joissa yritysten verkot rakennettiin pääsääntöisesti omina verkkoina. Suomessa datasiirto tarjottiin aluksi modeemilla puhelinverkossa tai siitä kiinteästi kytketyillä yhteyksillä.

1980-luvulla otettiin käyttöön X.25-standardin mukaiset, pakettivälitteiset dataverkot. Niillä oli merkittävä rooli ennen internetpalveluja. X.25-pakettiverkossa käyttäjä kytkeytyi sähköposti- ja pankkipalveluihin päätelaitteeltaan modeemisoittosarjan ja valikkopalvelun avulla. Näin toimi 1986 lanseerattu ELISA-sähköposti, johon kytkeydyttiin INFOTEL-palveluverkon valikosta, hyödyntäen puhelinlaitosten DIGIPAK X.25-pakettiverkkopalvelua. Samalla periaatteella toimivat Posti- ja telelaitoksen DATAPAK-pakettiverkko ja TeleSampo.

Näiden palvelujen käytön huippuvuosi oli 1997, jolloin TeleSammolla ja INFOTELillä oli Tieken mukaan yhteensä 350 000 käyttäjää. Käyttäjistä 55 prosenttia oli kotitalouksia. Kaupallisen internetin läpimurto teki palvelut tarpeettomiksi ja ne lopetettiin 2004. Palveluilla oli silti merkittävä rooli, sillä ne mahdollistivat monet verkkopalvelut, esimerkiksi verkkopankin laajan käytön, jo ennen internet-aikaa.

Modeemien siirtonopeudet analogisessa puhelinverkossa kasvoivat 1970-luvun alun 300:sta bitistä sekunnissa 56:een kilobittiin 1990-luvulla. Posti- ja lennätinlaitos sekä puhelinyhtiöt tarjosivat 1980-luvulta lähtien yritysten datasiirtoon digitalisoituvan puhelinverkon yhteyksiä, joiden kapasiteetti oli huomattavasti suurempi eli kaksi megabittiä sekunnissa (Mbit/s). Kiinteästi kytketyt datayhteydet tarjottiin datapalveluina. Esimerkiksi Datatie käytti aluksi Timeplex-valmistajan ja myöhemmin Newbridge-valmistajan laitteita datayhteyksien tuottamiseen yrityksille ja yhteisöille tällä tavoin.

Kiinteät datasiirtoyhteydet tehtiin aluksi aikajakotekniikalla ja myöhemmin frame relay-pakettikytkentäteknikalla. Frame relay-tekniikka kehittyi digitalisoituvaan puhelinverkkoon kehitetystä ISDN-standardista, Integrated Services Digital Network.

Optiset kaapelit mahdollistivat siirtonopeuksien nopean kasvun. Siirto perustui optisille siirtoyhteyksille tehdyn SDH-standardin, Synchronous Digital Hierarchy, mukaiseen yhteyteen, jonka nopeus oli 155 megabittiä sekunnissa. Kiinteiden yhteyksien kytkentä perustui ATM-standardiin, Asynchronous Transfer Mode, joka oli kehitetty ISDN-laajakaistaa varten. Tällaiseen teknologiaan perustuvat Datatien ja Telen datapalvelut olivat vuoteen 1995 mennessä laajasti käytössä koko Suomessa. Kansainvälinen kilpailu alkoi, kun Datatie, yhteistyössä Finnet Internationalin kanssa, ryhtyi myymään palveluja ulkomaille.

IP-internetprotokollan läpimurto

IP- internetprotokollaan ja reitittimiin perustuva uusi dataverkkotekniikka tuli vuonna 1995 laajasti käyttöön, erityisesti Ethernet LAN, Local Area Network, lähiverkkojen yhdistämisessä. Posti- ja telelaitos oli alkanut vuonna 1989 myydä Martis- ja Cisco- teknologioiden pohjalta kehittämäänsä reitittävää datapalvelua DATANET- nimellä. Näin pystyttiin yhdistämään asiakasyritysten lähiverkot palveluna käyttäen TCP/IP- standardeja ,Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Datatie toi vuonna 1990 markkinoille vastaavan LANLINK lähiverkkojen yhdistämispalvelun. Tässä Suomi oli edelläkävijä maailmassa. Osaamispohjaa nopealle kehitykselle oli luonut 1980-luvulla Suomen korkeakoulujen ja tutkimuksen tietoverkko Funet.

2000-luvun vaihteeseen mennessä IP valtasi yritysverkkomarkkinan, ja siihen kehitetty MPLS- kytkentätekniikka, Multi Protocol Label Switching, alkoi korvata ATM- ja frame relay- tekniikoita. Vuosisadan lopulta lähtien VPN- ratkaisulla, Virtual Private Network, luotiin turvallisia yhteyksiä, niin sanottuja tunneliteita, internetverkon läpi. Samoihin aikoihin Telen yritysverkot ja Datatie alkoivat ulkoistaa tietoturvaa palomuuripalveluilla, jotka suojaavat yrityksen tai organisaation verkkoa.

Vuoteen 2015 mennessä IP- protokollan nopeus oli kehittynyt gigabittitasolle ja Ethernetin voittokulku jatkuu. IP- verkkojen runkolinkkien nopeus on sata gigabittiä sekunnissa. Ensiksi IP over SDH syrjäytti ATM-tekniikan runkoverkoissa, ja sitten 10 Gigabit Ethernet- teknologia syrjäytti SDH:n runkoverkoissa.

2.2. Yrityksille tarjottavat palvelut ja ratkaisut

Vuoteen 1995 mennessä yritysverkkomarkkinat kehittivät vastaamaan telealan muuttunutta kilpailuasetelmaa. Valtion Posti- ja telelaitos oli perustanut Yritysverkot Oy:n, joka palveli valtakunnallisesti ja yhteydet kulkivat kaukoverkossa. Yksityisten puhelinlaitosten yhdessä perustamat yhtiöt Datatie, Kaukoverkko Ysi, Finnet International ja HPY:n Kolumbus tarjosivat palvelujaan suuryrityksille. Radiolinja lisäsi 2000-luvun alussa tarjontaansa yrityksille ja loi maanlaajuisen myyntipaikkaverkoston palvelemaan pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

Teleoperaattorit myivät ja välittivät yrityksille vaihdeverkkoja, liittymiä, videoneuvottelupalveluja, datasiirtoa ja telepäätelaitteita. Puhelinpalveluja varten luodut call centerit kehittyivät contact center -asiakaspalveluratkaisuiksi. Yritys saattoi ostaa asiakaspalvelunsa täysin ulkoistettuna.

Kattavat matkapuhelinverkot mahdollistivat Suomessa jo 2000-luvun alussa mobiilivaihteet, joissa organisaation työntekijät käyttivät vain vaihteensa mobiilialaliittymiä. Puhuttiin yhden päätelaitteen politiikasta. Luopuminen lankaliittymästä säästi kustannuksia, ja mobiilisuus lisäsi ihmisten tavoitettavuutta. Vaihteen siirtotekniikka, päätelaitteet ja palvelut siirtyivät 2000-luvulla yhä enemmän IP- pohjaiseen datasiirtoon.

2.3.Digitaalisesta puhelinverkosta laajakaistapalveluihin

Aluksi puhelinverkosta digitalisoitiin pelkästään puhelinkeskukset ja niiden väliset siirtotiet. Vuonna 1995 asiakas sai puhelinverkon palvelut edelleen vain perinteisen lankaverkon analogisesta liittymästä. HPY:n kehittämällä datasiirron Diginet- palvelulla pääsi täysdigitaaliseen datayhteyteen, jonka nopeus oli 64 kilobittiä.

Verkkojen digitalisointia vauhditti alan tarve saada kattavasti käyttöön standardeihin perustuvat, entistä paremmat kytkentä- ja laskutusominaisuudet. Ominaisuuksien saaminen puhelinkeskuksista kaikkiin liittymiin loi pohjaa uusien verkkopalvelujen kehitykselle. Digitaalisessa verkossa piirikytkentäistä puhetta voi reitittää vapaasti ilman, että puheen laatu kärsi. Verkon digitalisointi mahdollisti muun muassa sen, että perinteinen puhelinvastaaaja voitiin korvata verkossa olevalla palvelulla. Puhelunohjauksessa digitaalisen puhelinverkon yhtenäiset standardit mahdollistivat niin sanotun älyverkkoteknologian, Intelligent Network, IN.

Puhelinverkon digitalisointi mahdollisti älykkäät verkkopalvelut ja niiden laskutuksen

Älyverkkoteknologia toi suomalaisille yrityksille mahdollisuuden laskuttaa puhelinpalveluistaan. Kun palvelun käyttäjä soittaa lisämaksullisiin 0600- ja 0700-numeroihin, operaattori tilittää puhelulaskutuksesta maksun palvelun tarjoajalle. Soittajalle ilmaisessa puhelussa 0800-numeroon vastaanottaja, palvelun tuottaja, maksaa puhelun.

Älyverkkoteknologia toi yrityksille valtakunnallisesti yhtenäiset numerot. Lisäksi puhelun vastaanottajalle tuli mahdolliseksi joustavasti siirtää saapuva puhelu toiseen liittymään. Älyverkkopalvelut ovat edelleen vuonna 2015 teleoperaattorien palvelutarjonnassa merkittäviä niin lanka- kuin mobiiliverkonkin liittymissä.

Kansainvälisesti teleoperaattorien tavoitteena 1980-luvulta lähtien oli tuoda kuluttajille puhelinverkkoon ISDN-standardin mukaiset digitaaliset liittymät. ISDN:ssä oli kaksi 64 kilobittistä puhe- ja datakanavaa sekä yksi 16 kilobittinen kanava yhteyksien kytkentään. 1990-luvun puolivälissä telelaitevalmistajat pystyivät tarjoamaan näitä digitaalisia ISDN- liittymiä digitaalisiin puhelinkeskuksiin.

1990-puolivälissä liikkeelle lähtenyt Internetpalvelujen tarjonta lisäsi ISDN-liittymien kysyntää. ISDN toi yhteensä 128 kilobittiä datasiirtonopeuden, jota ei modeemilla analogisessa puhelin liittymässä saatu. Internetin käyttö kiinteässä puhelinverkossa joko analogisista liittymistä modeemien tai ISDN-liittymistä johti puhelinverkon liikenteen kasvuun vaikka yhä suurempi osa puheluista soitettiin matkapuhelimilla. Joulukuussa 1998 HPY:n puhelinverkon lähtevästä liikenteestä oli 29 prosenttia internetliikennettä, kun edellisvuonna vastaava osuus oli 10 prosenttia. <HPY:n vuosikertomus 1998 s 14>

Kiinteän verkon laajakaistapalvelun synty

Teknologian kehitys lähti ISDN:n sijaan toiseen suuntaan, laajakaistaan. Signaalinkäsittelyn kehitys mahdollisti ADSL- teknologian, Asymmetric Digital Subscriber Line. ADSL- teknologiassa puhelinliittymän kuparijohto voi puheensiirron lisäksi siirtää dataa verkosta käyttäjälle jopa kahden megabitin nopeudella ja pienemmällä nopeudella käyttäjältä verkkoon. ADSL- yhteydessä puhelinjohto liitettiin puhelinkeskuspäässä DSLAM- laitteeseen, Digital Subscriber Line Access Multiplexer. Puhe erotettiin puhelinverkkoon ja data IP- dataverkkoon.

Hyvälaatuinen video pystyttiin välittämään ADSL- modeemilla, minkä osoittivat 1990-luvun alussa kehityshankkeet, kuten HPY:n Tutkimuskeskuksessa pilottihanke Video on Demand vuosina 1994–95. Siihen mennessä tunnettiin televisiosignaalin välittäminen vain erikseen rakennetuissa kaapeliverkoissa, joita useat puhelinyhtiöt ja Tele olivat lähteneet tarjoamaan alueillaan.

ADSL- teknologiaan pohjautuvat laajakaistapalvelut tulivat kaupalliseen käyttöön 1990-luvun lopulla ja kaapeliverkkomodeemit tulivat kaapelitelevisioverkkoihin. Laajakaistapalveluja käytettiin pääasiassa internetiä varten. Telen Inet- ja HPY:n Kolumbus-palvelujen lanseerauksen jälkeen markkinoille syntyi lukuisia internetpalvelutarjoajia. Vuonna 1996 perustettuun Saunalahteen yhdistyi useita internet-operaattoreja.

Laajakaistapalvelut toivat uuden käyttötarpeen puhelinverkon kuparitilaajaverkolle. Nyt vuonna 2015 kuituyhteydet ja mobiiliverkot kehittyvät nopeasti käyttäjien laajentuviin tiedonsiirtotarpeisiin ja internetpalvelujen käyttöön.

2.4. GSM-matkapuhelinverkkojen menestys luo suuret odotukset

Matkapuhelimet, tekstiviestit ja mobiiliverkkopalvelut kasvavat hurjasti 1990 luvun lopulla

Martti Häikiön Radiolinjasta vuonna 1998 kirjoittaman kirjan nimi *Alkuräjähdyks* kuvaa gsm-matkapuhelintoiminnan käynnistymisen voimakkuutta. Uusi teknologia sai Suomessa lentävän lähdön. Häikiö toteaa teknologian tulleen koko kansan käyttöön 1995, jolloin gsm- liittymien määrä Suomessa oli 269 000. Seuraavina vuosina kasvu vielä nopeutui. Vuoden 1998 lopussa Suomessa oli 3 miljoonaa matkapuhelinta ja matkapuhelinliittymien määrä ylitti lankapuhelinliittymät. Suomen väestön matkapuhelintiheys, 57 prosenttia, oli kaikkein korkein maailmassa. <HPY vuosikertomus 1998>

Digitaalinen gsm-verkko mahdollisti ensimmäiset mobiilit internet-yhteydet 9,6 kilobitin nopeudella ja toi mukanaan tekstiviestit, uuden ulottuvuuden ihmisten väliseen viestintään. Tekstiviestien käyttö kasvoi nopeasti. Tekstiviestipalvelut yleistivät mitä erilaisimmissa palveluissa, ja tekstiviestit tulivat käyttöön matkapuhelimella maksamisessakin.

Mobiili internet ja WAP-teknologia, Wireless Access Protocol, oli optimoitu sen ajan mobiilipäätelaitteille, ja uudet teknologiat herättivät markkinoilla suuria odotuksia. Perus GSM:n GPRS, General Packet Switched Radio datasiirtoyhteyttä seurasi 2000-luvun alkupuolella EDGE, Enhanced Data rates for Gsm Evolution, mahdollistaen suuremmat datasiirtonopeudet. Avoin kilpailu kiritti operaattorien palvelukehitystä ja vuosituhannen vaihteen tienoilla uusia palveluja lanseerattiin kiihtyvällä tahdilla.

2.5. Operaattorit IT-palvelujen kehittäjänä

Teleoperaattorien laajentunut liiketoiminta toi puhelinlaitoksille ja Telelle mahdollisuuden kehittää uusia informaatioteknologian (IT) palveluja. HPY ja Posti- ja telelaitos olivat jo 1980- luvulta lähtien kehittäneet kaupan ja pankkien kanssa organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa (OVT) Tiedonsiirron yhteistyöelimessä, joka 1998 liitettiin osaksi Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskusta, TIEKE ry:tä. Electronic Data Interchange (EDI) standardiin perustuva, kaupankäynnin asiakirjojen sähköinen välitys tuli Suomessa jo 1990-luvulla poikkeuksellisen laajaan käyttöön.

HPY yhtiöitti ATK-osastonsa Comptel- yhtiöksi 1986. Yhtiön keskeisiksi tuotteiksi tulivat tilaaja- ja laskutustietojen hallintajärjestelmät, jotka liittyivät teleoperaattorien palvelujen tuottamiseen. Comptel kehittyi maailmanlaajuisesti merkittäväksi samalla, kun gsm- operaattoritoiminta kasvoi. Comptel toimitti järjestelmiään muiden muassa Radiolinjalle, joka ensimmäisenä maailmassa aloitti gsm-palvelut. Comptel oli Helsingin Puhelimen kokonaan omistama tytäryhtiö vuoteen 1999 saakka, jolloin yritys listattiin Helsingin pörssiin.

HPY:n internet-yhtiö Kolumbus panosti IT- palvelujen tuottamiseen verkosta jo ennen pilvipalveluja. Vuosisadan vaihteessa Kolumbus kehitti HUSin, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kanssa pilvituotantomallilla internetissä toimivan alueellisen toimiyksikköjen välisen potilastietojen välitysjärjestelmän NAVITAS, joka sittemmin on tullut laajaan käyttöön. HUS sai vuonna 2009 merkittävän kansainvälinen tunnustuksen alueellisesta tiedonvälityspalvelustaan, jonka ytimenä on NAVITAS

Tele kehitti itselleen kaikki teleoperaattorin keskeiset IT-ohjelmistoalustat vuosina 1992–96. Samoina vuosina yritys käynnisti offshore- ohjelmistokehityksen Moskovassa, mikä vahvisti Telen johdon uskoa toimia kansainvälisesti uudenlaisena, laitetoimittajariippumattona teleoperaattorina.

Tele vaihtoi vuonna 1998 nimensä Soneraksi ja perusti 1990-luvun lopulla uusia yrityksiä, kuten tietoturva-yhtiön Sonera Smart Trust, uusmediayhtiöt Sonera Zed ja Sonera Plaza. Pääomasijoittajat kohdistivat suuria odotuksia uusiin yhtiöihin, mutta vuosisadan vaihteen toimialamurroksen jälkeen yritykset poistuivat Soneran omistuksesta.

HPY:n nimeksi tuli Elisa Communications vuonna 2000. Elisa Communicationsin kehittämän oppimisalustan, Efodin, osti SanomaWSOY vuonna 2004. HPY:n kehitti yhdessä musiikkialan toimijoiden kanssa musiikinjakopalvelun emma.fm, joka ei kuitenkaan Suomen olosuhteissa lähtenyt lentoon, vaikka palvelu sisälsi Applen pari vuotta myöhemmin vuonna 2003 julkistaman, menestyksellisen iTunesin musiikkikaupan piirteitä.

Laajakaistapalvelujen hyödyntämiseksi HPY:ssä syntyi vuosina 1996–2000 hanke nimeltä Helsinki Arena 2000. HPY kehitti yrityskonsortiossa Helsingin kaupungin kanssa 3D-virtuaalikaupungin palveluineen osaksi vuoden 2000 kulttuuripääkaupunkia. Aika ei vielä ollut kypsä hankkeen jatkolle liiketoimintana. Samaan aikaan syntyi kaupallisesti menestyneitä kotimaisia internet-palveluita: Habbo Hotelli, joka lanseerattiin Elisan portaalissa vuonna 2000 nimellä Hotelli Kultakala ja IRC-galleria, suosittu, suomalainen sosiaalisen median palvelu,.

2.6. Toimialamurros, IT- ja internet-kuplan kehittyminen ja romahdus

Tietotekniikka- ja tietoliikenneala koki vuosituhannen vaihteessa toimialamurroksen. Yritysten ja uusien palvelujen taloudellista yliarvostusta 1990-luvun lopulla seurasi raju romahdus 2000-luvun alussa.

Internetin nopea yleistyminen ja sen mahdollisuuksiin liittyneet odotukset vaikuttivat IT- ja internet-kuplaan. Lisäksi odotuksia nostattivat uusien langattomien viestintäteknologioiden, kuten tekstiviestien, WAP- ja 3G-mobiiliverkkojen mahdollistamat palvelut sekä uudet internetiä hyödyntävät mediat

Internet- tai uusmediayhtiön pörssiarvo saattoi nousta yrityksen liiketoimintaan nähden kovin suureksi. Yksityiset sijoittajat, pankit ja jopa valtiot uskoivat vakuutteluihin ja perusteluihin liiketoiminnan huikkeista mahdollisuuksista.

It-kupla johti uusien 3G-mobiiliverkkojen toimilupien epärealistiseen hintatasoon. 2000-luvun alussa Sonera menetti 4,3 miljardia euroa Saksan ja Italian 3G-toimilupiin, mikä johti Soneran ja ruotsalaisen Telian yhdistymiseen TeliaSoneraksi vuonna 2002. Moni internet- ja uusmediayritys ajautui 2000-luvun alussa konkurssiin tai yrityksen pörssiarvo romahti.

2.7. Uusia operaattoreita ja kiristynvä kilpailu

2000-luvun alussa, 3G-toimilupaprosessin jälkeen, Suomessa vakiintui kolmen mobiilioperaattorin toimintamalli. Kolmion kärkinä olivat TeliaSonera, HPY-lähtöinen Elisa ja Finnet-leiristä irtautunut DNA. Alueellisista Finnet-yhtiöistä tuli kiinteän verkon operaattoritoimijoita. Elisaan olivat sulautuneet Radiolinja ja Datatie sekä muita puhelinyhtiöitä kuten Tampereen Puhelin ja Keski-Suomen puhelin.

Mobiiliverkoissa kilpailua kiristivät useat mobiilivirtuaalioperaattorit, yhtenä merkittävimmistä Saunalahti, ja halpabrändit, kuten TeleFinland Soneralta ja Kolumbus Elisalta. Kolumbus-internetyhtiö sulautui Elisaan vuonna 2001, jolloin yritys otti Kolumbusen brändinä uudelleen tähän käyttöön.

Numeronsiirrettävyyssäädäntö johti hyperkilpailuun

Kilpailu kiristyi, kun vuonna 2003 tuli voimaan uusi laki: käyttäjä sai säilyttää puhelinnumeronsa vaihtaessaan operaattoria. Älyverkkoteknologia ja vuonna 2003 perustettu Numpak Oy, Suomessa toimivien teleoperaattorien yhteisesti omistama yritys, mahdollistivat operaattoreille tämän teknisen toteutuksen ja asetettujen numeronsiirto- ja reititysvelvoitteiden toteuttamisen.

Helpon operaattorivaihdon ansiosta kuluttajat lähtivät tavoittelemaan alhaisia hintoja. Operaattoreiden tarjouksien leimaama hyperkilpailu jatkui muutamia vuosia, ja kilpailu on sittemmin jatkunut kireänä.

Vuonna 2006 Suomessa sai ottaa käyttöön määräaikaisen palvelupaketin, jossa paketoitiin yhteen liittymä ja päätelaite. Palvelupaketti vauhditti 3G-liittymien määrän kasvua, joten jo vuosituhannen vaihteessa käyttöön otetun mobiilidatan kasvu lähti nyt toden teolla liikkeelle.

Gloaalien Internet-yhtiöiden tulo myös operaattorimarkkinoille

Maailmanlaajuiset internet-yhtiöt tulivat 2010-luvulla vahvasti markkinoille ja muuttivat ihmisten arkea. Google, Facebook, Amazon ja WhatsApp kilpailevat myös perinteisten teleoperaattoreiden palvelujen kanssa uusilla liiketoimintamalleilla kuten mainosrahoituksella. Globaalit internet-yhtiöt tuottavat palvelunsa pilvituotantomallilla ja hyödyntävät teleoperaattoreiden laajakaistapalveluja.

2.8. Mobiiliverkkojen ja mobiililaajakaistan kehitys

Mobiililaajakaista kehittyi 2G:n gsm-verkon noin 9,6 kilobittisekunnin siirtonopeudesta 3G:n useiden kymmenien megabittien ja datasiirtoon suunnitellun 4G:n useiden satojen megabittien maksimisiirtonopeuksiin. Mobiilipalveluissa verkon kattavuus on hinnan lisäksi tärkeää käyttäjille.

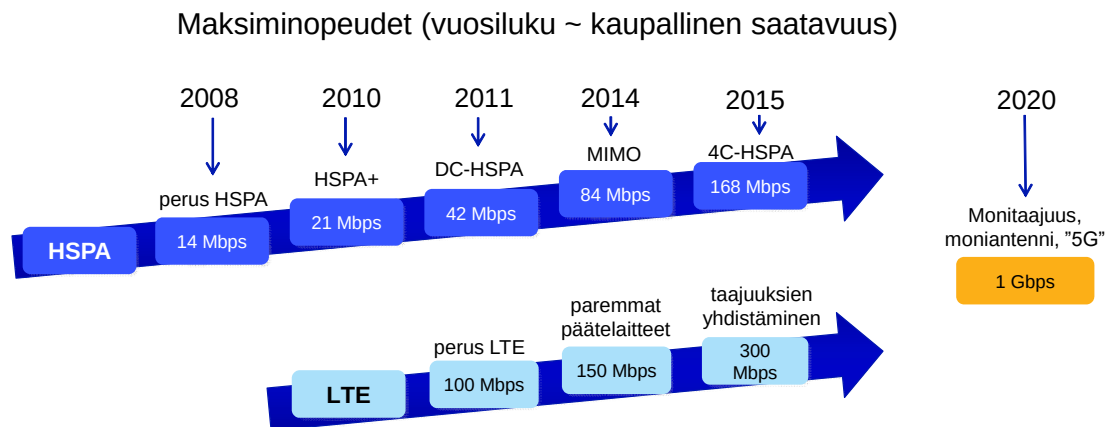
3G:n kattava tarjonta kehittää mobiililaajakaistamarkkinaa

Markkina oli kypsä 3G-verkon käyttöönottoon vuosina 2006 ja 2007. Ensimmäisenä Euroopassa, vuonna 2006, Suomessa, alun perin gsm:lle varattu, 900 megahertsin taajuusalue otettiin 3G-käyttöön. Gsm-verkon taajuuksien käyttöönotto nopeutti 3G-verkkojen laajentamista harvaan asutuille alueille. 3G-verkkoon kehitetty HSPA, High Speed Packet Access, tarjosi jo kiinteää laajakaistaa vastaavia mobiililaajakaistanopeuksia.

4G:n nopea käyttöönotto mobiililaajakaistapalveluissa

4G- taajuuksia jaettiin Suomessa ensimmäistä kertaa taajuushuutokaupalla. Elisa, TeliaSonera ja DNA saivat taajuudet 2,6 gigahertsin huutokaupassa vuonna 2009 ja 800 megahertsin huutokaupassa 2013. Vuonna 2009 TeliaSoneralle, Elisalle ja DNA:lle myönnettiin lisätaajuuksia 1800 megahertsin alueella. Samalla Suomesta tuli ensimmäinen maa Euroopassa, joka salli 4G:n LTE- teknologian käytön näin alhaisilla taajuuksilla.

Mobiiliteknologia kehittyä – nopeudet kasvavat jatkuvasti



elisa

Jo 2000-luvun alussa käynnistyi Suomessa teknis-taloudellisista ja toiminnallisista syistä operaattoreilla pyrkimys siirtää matkapuhelinverkot IP- pohjaisen dataverkkoinfrastruktuurin varaan. Vuoteen 2015 mennessä myös mobiilioperaattoreiden välinen yhdysliikenne Suomessa on siirtynyt kulkemaan IP- pohjaisesti.

3. Teleoperaattorien T&K-toiminnan kehitys

Kilpailulle vuoteen 1995 mennessä avautunut telemarkkina Suomessa kiritti uusien palvelujen ja liiketoimintojen tutkimusta ja tuotekehitystä. T&K- toiminnassa oli kaksi leiriä, valtiollinen Tele ja yksityiset puhelinyhtiöt, joista suurimman, HPY:n Tutkimuskeskus, palveli T&K- keskuksena Puhelinlaitosten Liitto ry:n alueellisia puhelinyhtiöjäseniä.

Valtiollinen Tele ja yksityiset puhelinlaitokset yhtiöineen toivat markkinoille uusia, vuodesta 1995 lähtien pääasiassa digitaalisia palveluja ensimmäisten joukossa maailmassa. Suomessa osaamispohjaa loi kansainvälisestikin poikkeuksellisen laaja tutkimusyhteistyö. Siihen osallistui korkeakouluja, alan laitevalmistajia ja teleoperaattoreita. Myös valtion teknologian ja innovaatioiden rahoituskeskus TEKESillä oli keskeinen rooli yhteistyössä. Teleoperaattoreiden yhteistyö maailman johtavaksi telelaite- ja matkapuhelinvalmistajaksi kasvaneen Nokian kanssa antoi eri osapuolille Suomessa mahdollisuuksia toimia edelläkävijöinä.

Ruotsalaisen televalmistajajätin Ericssonin T&K- työstä merkittävä osa tehtiin Suomessa, mikä myös tarjosi mahdollisuuksia suomalaisten teleoperaattoreiden yhteistyölle tutkimuksessa ja tuotekehityksessä. Kun Suomesta 1995 tuli EU:n jäsen, koitti tilaisuus osallistua EU:n tutkimuksen ja kehityksen puiteohjelmiin. Suomalaiset teleoperaattorit osallistuivat Suomen kokoon nähden poikkeuksellisen paljon telealan EU-ohjelmiin. Lisäksi Tele ja puhelinlaitokset osallistuivat aktiivisesti projekteihin EURESCOMissa, joka on teleoperaattoreiden muodostama eurooppalainen T&K-yhteistyötaho.

2000-luvun toimialamurroksen jälkeen tutkimustoiminnan painopiste siirtyi korkeakouluihin ja tutkimuslaitoksiin. Valtion tutkimus- ja teknologianeuvosto vuonna 2006 linjasi perutettavaksi strategisen huippuosaamisen keskittymät, SHOKit. Suomen ICT-alan yritykset olivat ensimmäisenä perustamassa ICT alan SHOKia TIVIT Oy:tä yhdessä korkeakoulujen kanssa tutkimusyhteistyötä varten. TIVIT Oy:n nimi muutettiin vuonna 2013 Digile Oy:ksi.

Kansainvälisesti teleala standardoitiin pääasiassa valtioiden välisin sopimuksin, jotta valtioiden telelaitosten hoitamat verkot ja palvelut toimivat maailmanlaajuisesti. Kun kilpailu avautui maailmanlaajuisesti, standardointi siirtyi avoimiin standardointijärjestöihin, kuten eurooppalainen gsm-standardin luonut ETSI, European Telecommunication Standardization Institute. IP- prokollaa standardoiva IETF ja Internetin WWW-consortium. Teknisessä infran standardoinnissa painopiste on siirtynyt televalmistajille. Suomen puolelta Viestintävirasto on muiden alan toimijoiden kanssa mukana vaikuttamassa useassa näistä standardointijärjestöistä.

2000-luvulla operaattorien palvelut monipuolistuivat. Aiemmasta teknisestä standardoinnista ja keskitetyistä T&K-yksiköistä on siirrytty yhä enemmän liiketoimintalähtöisiin uusien tuotteiden kehittämisen ja tuotehallinnan prosesseihin.

4. Kasvua uusia palveluja kehittämällä 1995 - 2015

Vuosisadan vaihteen jälkeen teleoperaattoreiden perinteiset puhe-, data- ja mobiilipalvelut kehittivät yhä enemmän yhteisen IP- infrastruktuurin varassa. Palveluiden kapasiteetti on vuosina 2010 - 2014 kasvanut paljon. Perinteisen teleoperaattorimarkkinan liikevaihto ei silti kasva

maailmanlaajuisesti, sillä kilpailu kiristyy ja teknologia tulee yhä edullisemmaksi. Useat teleoperaattorit ovat lähteneet hakemaan eri tavoin kasvua uusista palveluista.

Tilanne uusien palvelujen kehittämisessä on monella tapaa muuttunut vuodesta 1995. Tuolloin telelaitelaitevalmistajat kuten Nokia, Siemens ja Ericsson tuottivat pääasiassa kansainvälisiin standardeihin perustuen palveluja, joita operaattorit tarjosivat asiakkailleen. Teleoperaattoreilla oli 1990-luvun loppupuolella rajatut mahdollisuudet tuottaa itse uusia palveluja telelaitelaitevalmistajista riippumatta. Puhepalvelut olivat liikevaihdoltaan suurin palvelu niin kiinteässä verkossa kuin yhä enemmän myös mobiiliverkoissa, vaikka yrityksille tuotettujen datapalvelujen liikevaihto oli sekin jo kasvanut merkittäväksi.

Uusia palveluja kutsuttiin 1990-luvulla usein multimediamiaksi. Tekesin kansallinen multimediaohjelma 1995-1998 loi pohjaa Suomen edelläkävijyyteen DigiTV- toiminnan käynnistymisessä. Odotukset DigiTV:ssä interaktiivisten TV-palvelujen kehittymisestä eivät kuitenkaan toteutuneet. Kansainvälinen standardointi loi pohjan tulevaa internetin IP- multimediapalvelujen kehittämistä varten, IP Multimedia Subsystem, IMS. Sen käytännön sovellukset ovat kuitenkin jääneet vähäisiksi.

Teleoperaattoreiden palvelujen kehitys perustuu nyt vuonna 2015 pääosin ohjelmistokehitykseen. Yritykset kehittävät palvelujaan suoraan internet- pohjaisiksi tai ladattaviksi sovelluksiksi mobiiliverkon päätelaitteiden käyttöjärjestelmien, kuten Google Android, Apple IOS ja Microsoft Windows, sovelluskauppojen kautta.

4.1 Uusia palveluja kuluttajille

Vuonna 2015 kuluttajat käyttävät internetiä pääasiassa laajakaistaliittymällä kiinteässä verkossa tai mobiililaajakaistalla. Tilanne on vallinnut jo joitakin vuosia.

Apple mullistaa mobiilimarkkinan

Apple toi 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopussa kaksi uutta päätelaitetta, jotka mullistivat teleoperaattorien palvelumarkkinan: iPhone-älypuhelimet ja iPad-tabletit.

Kosketusnäyttöiselle älypuhelimelle tai tabletille voi ladata internetin sovelluskaupasta yritysten maksullisia tai maksuttomia sovelluksia mitä moninaisimpaan käyttöön. Edelleen pääosin ADSL-tekniikkaan perustuvissa kiinteän verkon laajakaistaliittymissä laitteet, kuten kannettavat tietokoneet, tabletit tai matkapuhelimet, liittyvät laajakaistaan langattomasti WLAN/WIFI-tekniikalla. Sovellukset toimivat pilvituotantomallilla verkosta palveluna.

Elisa Viihde on menestynyt internetiin pohjautuvassa palvelukehityksessä kuluttaja-asiakkaille. Elisa Viihdettä voi käyttää televisiolla, tietokoneella, puhelimella tai tabletilla. TV-kanavien lisäksi palveluun kuuluvat videovuokraamo, ohjelmakirjastoja ja maksullisia kanavia sekä mahdollisuus tallentaa ohjelmia verkossa. Myös TeliaSonera on kehittänyt TV-palvelujaan. DNA osti Sanomalta WELHO- kaapelitelevisiotoiminnan vuonna 2010 ja alkoi tarjota DNA TV- palvelua.

Esimerkkinä uusista internet-palveluista on Elisa Kirja, jonka kirjakaupasta asiakas voi ostaa sähköisen kirjan. Sähköisen kirjan käyttö yleistyy vähitellen Suomessakin. Markkinan kasvua

hidastavat kirjankustannusalan muutoshaasteet ja sähköisen kirjan perinteistä kirjaa korkeampi arvonlisävero.

Esimerkkinä Elisan kansainvälisistä, kuluttajille suunnatuista palveluista on EPIC TV, extreme-urheilulajien ystäville suunnattu videoiden jakopalvelu.

4.2. Uusia ratkaisuja yritysasiakkaille ja organisaatioille

Digitaalisten verkkojen ja palvelujen ansiosta operaattorit voivat tuottaa monipuolisia ratkaisuja ja palveluja yritysten ja yhteisöjen tarpeisiin.

Tietoliikenne- alan liiketoimintaa on kehittynyt myös yritysostoin. Esimerkiksi Elisa osti ohjelmistovalmistajan First OrangeContactin laajentaakseen contact center asiakaspalveluratkaisujen tarjontaa ja Vireda Oy:n, joka oli erikoistunut videoneuvottelujen ja visuaalisen kommunikaation ratkaisuihin. Elisan hankkimista IT- yhtiöistä muodostettiin Elisa Appelsiini Oy. Nämä yritysostot ovat luoneet pohjaa Elisan yrityspalvelujen kehittämiseksi. Videoneuvottelut ja visuaalisen kommunikaation ratkaisut mahdollistavat joustavan työskentelyn. Call center -puhelinpalveluja sekä maksamis- ja tunnistamispalveluja on kehitetty digitaalisiksi ratkaisuuksi asiakaspalveluun. IT-palveluiden tuottaminen pilvipalveluna sisältää yhtymäkohtia, kun liiketoimintaa vertaa operaattoreiden telepalvelujen tuottamiseen puhelinkeskuksista.

Alan uusien palvelujen kehittämisestä ja haasteista sopii esimerkiksi tunnistamisen ja varmenneliiketoiminnan palvelukehitys, jota on tehty koko tämän artikkelin kattaman ajan vuosina 1995 – 2015. Ensimmäinen diplomityö aiheesta tehtiin HPY:n Tutkimuskeskuksessa vuonna 1994. Tutkimus- ja kehitysprojektit loivat valmiuksia, ja vuonna 1998 HPY valittiin varmennehakemiston toimittajaksi Väestörekisterikeskuksen henkilön sähköisen tunnistamisen, HST palveluun, joka käynnistyi vuonna 1999. Vuonna 2002 Radiolinja tuotteisti ja lanseerasi mobiilivarmennepalvelun, mutta muiden muassa vuoden 2003 uusi lainsäädäntö muutti tilannetta, ja kehitetty palvelu ajettiin alas. Operaattorien mobiilivarmennepalvelua kehitettiin valtion HST- varmenteen pohjalta mutta vuonna 2007 valmistellut lakimuutokset estivät palvelun lanseerauksen.

Vuonna 2009, osana hallituksen tietoyhteiskuntaohjelmaa, valmistui laki vahvasta tunnistamisesta. Lain pohjalta mobiilioperaattorit yhdessä sopivat mobiilivarmennepalvelujen toteuttamistavasta mutta viranomaiset ottivat uudelleen harkittavaksi valtion roolin. Monien vaiheiden jälkeen, vuonna 2014, säädettiin vahvan tunnistamisen lakiin tarkennus ja vuonna 2015 tehdään valmistelut lainmukaisten tunnistuspalvelujen kuten pankkitunnisteet ja mobiilivarmenne käyttöönotosta sen mukaisesti.

Digitalisaation seuraava aalto on IoT, Internet of Things, IoT tarkoittaa internetin hyödyntämistä sensoreissa, koneissa, prosesseissa ja palveluissa, joita voi ohjata, mitata ja sensoroida. Anturit, ohjelmistot ja tietoliikenneyhteydet tuottavat jatkuvasti tietoa analysoitavaksi ja hyödynnettäväksi yrityksen tai organisaation toiminnassa. Vuoden 2015 alussa Elisa lanseerasi Suomessa ja Virossa Elisa IoT -palvelukokonaisuuden, jolla voi luoda IoT-sovelluksia ja -palveluita.

5. Digitalisaation vaikutukset operaattorien oman tuottavuuden ja palvelutuotannon kehittämiseen 1995 – 2015

Kireä kilpailu Suomessa pakotti teleoperaattorit kehittämään palvelutuotantoaan ja asiakaspalveluaan. Digitalisaation vaikutuksia yleisemminkin kuvaa teleoperaattoreiden tuottavuuden kehitys 1995 – 2015. Esimerkiksi Elisassa vuonna 1995 lähes kaikki asiakkaiden tilaamat liittymien asennukset ja muutostyöt tehtiin käsin. Vuonna 2015 asentajien työ on digitalisoinnin ansiosta automatisoitunut. Esimerkiksi Elisan kuluttaja- tai yritysasiakas voi lähes aina tilata ja asennuttaa liittymän itsepalveluna: asiakas tilaa toimenpiteet omaelisa- verkkopalvelussa ja kaikki tehdään automaattisesti.

Teleoperaattoreiden tuottavuuden kehityksestä, tiedonsiirtonopeuksien kasvusta ja hintojen laskusta saa käsityksen muutaman vertailun avulla. Vuonna 1997 Internet- transit, operaattoreiden yhdysliikenne, yhden megabittisekunnin nopeudella maksoi HPY:lle noin 20 000 dollaria ja vuonna 2015 noin 0,4 euroa.

Kuluttajalle kiinteä laajakaista, ADSL-liittymä, 384 kilobitin nopeudella, maksoi 204 euroa kuukaudessa vuonna 2000. Vuonna 2015 eniten myydyn liittymänopeuden, 10 megabitin liittymän hinta on 26,90 euroa kuukaudessa.

Kuluttajalle ensimmäisen mobiilin GPRS:n 9,6 kilobitin datayhteyden perusmaksu oli 29 markkaa kuukaudessa ja käyttömaksu on 19 markkaa megatavulta. Vuonna 2015 eniten myydyn mobiililaajakaistan liittymänopeus on 50 megabittiä, hinta 19,80 euroa kuukaudessa. Lisäksi hinta sisältää rajoittamattoman määrän dataa.

6. Telemarkkinan ja palvelujen tilanne Suomessa ja kansainvälisesti vuonna 2015

Vuonna 2015 operaattorien verkot ja niihin kehitettävät palvelut perustuvat digitaaliseen tekniikkaan. Operaattoriyritysten investoinnit verkkoihin ja palveluihin ovat nostaneet alan yritykset suurimpien teollisten investojien joukkoon Suomessa.

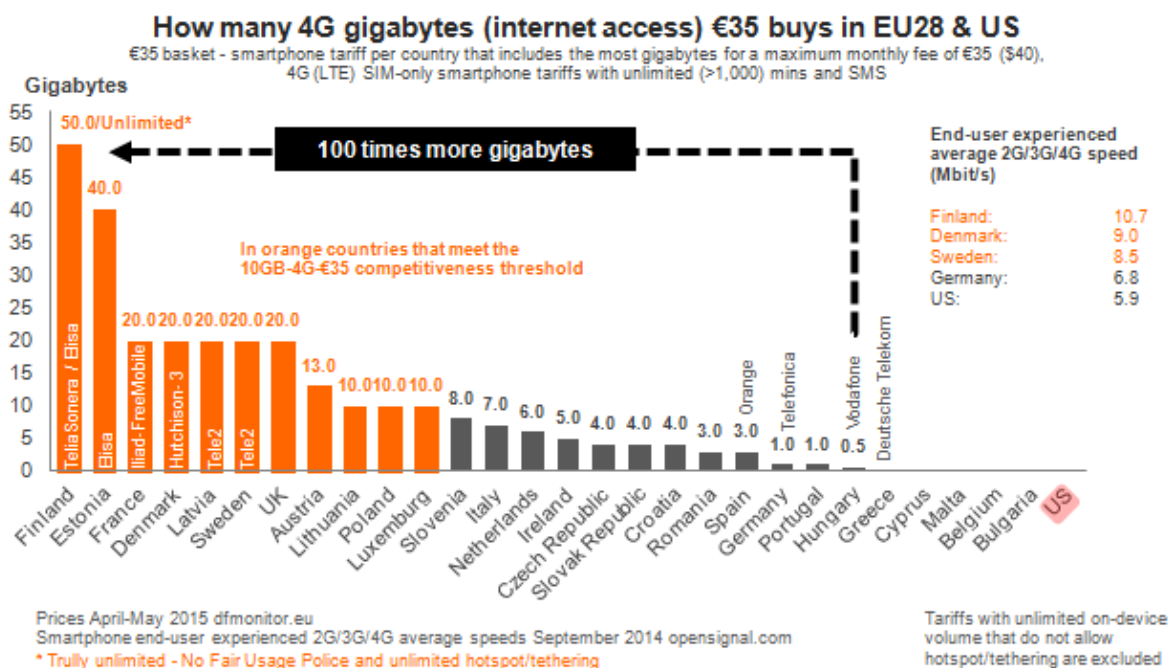
Suomessa telemarkkinat ovat olleet maailmanlaajuisesti edelläkävijöitä. Kehittynyt telemarkkina, kova kilpailu, teleoperaattorien vahva osaaminen ja palvelujen huima kehitys ovat merkittävästi edesauttaneet myös telelaitteita ja mobiilipäätelaitteita valmistavan teollisuuden syntyä ja kehitystä Suomessa.

Digitaalisen puhelinkeskustekniikan merkitystä Nokian kehityksessä on kuvattu kirjassa *Nokian jalokivi, Tarina suomalaisesta DX200 puhelinkeskuksesta*. Nokian vaikutus Suomen kansantalouden kasvuun, työllisyyteen ja talouden tuottavuuden kasvuun oli merkittävä vuosina 1995-2015. Vuonna 2015 telelaitevalmistaja Nokia vaikuttaa edelleen paljon Suomen kansantalouteen. Maailman suurimmalla telelaitevalmistajalla Ericssonillakin on merkittävä tuotekehityskeskus Suomessa. Markkinaosuudeltaan Suomen suurin operaattori Elisa, lukeutuu meillä kymmenen, jalostusarvoltaan eniten kansantalouteen vaikuttavan yrityksen joukkoon. < Etlä muistio 24.3.2015 ”Suuret yritykset pienessä kansantaloudessa”>

Telemarkkinasta kertovat tilastot osoittavat, että Suomi on vertailuissa paras tai parhaimpien joukossa

Suomessa vuoden 2014 lopussa mobiililaajakaistan keskimääräinen hinta on alhaisin (0,07 € Gigabyte) ja nopeus toiseksi nopein (10.7 Mbps). Mobiilidatan käyttö henkilöä kohden on korkein (2.9 Gigabyte) ja mobiililaajakaista kattavin (123%) verrattuna muihin EU- ja OECD-maihin. <"Digital Fuel Monitor by Rewheel" www.dfmonitor.eu, EU28 & OECD mobile internet access competitiveness report Q4 2014>

Kuvassa näkee, miten Euroopassa on yli satakertaisia eroja mobiilin internetin käyttöhinnoissa vuoden 2015 alussa. Suomen hintataso on merkittävästi muita maita halvempi. Suomessa kuluttajat voivat huoletta mobiililaitteella katsoa videoita, käyttää pilvipalveluja tai jakaa mobiililaajakaistayhteyden langattomassa WLAN-verkossa muiden laitteiden käyttöön. <"Digital Fuel Monitor by Rewheel" www.dfmonitor.eu, Rewheel Digital Fuel Monitor 3rd release, 1H-2015>



OECD vertasi kiinteän laajakaistan hintakorivertailussa hintoja nopeuden ja datamäärän mukaan. Suomi on syyskuussa 2014 kaikissa vertailuissa vähintään kuudenneksi halvin ja useassa kolmanneksi halvin. <Ficom tilastot>

Suomen kilpailtu telemarkkina ja operaattorien palvelukehitys ovat luoneet maailmanlaajuisestikin erinomaiset edellytykset suomalaisen yhteiskunnan digitalisaatiolle. Suomeen on näin luotu hyvä perusta digitalisaation avulla yhteiskunnan tuottavuuden ja kilpailukyvyn kehittämiseen ja sitä kautta uusien työpaikkojen ja hyvinvoinnin luomiseen.

Lähteet ja julkaisut:

Moisala U.E. - Rahko Kauko - Turpeinen Oiva. Jutikkala Eino (toim.), "Puhelin ja puhelinlaitokset Suomessa 1877 - 1977", ISBN: 951-99122-2-3, Puhelinlaitosten Liitto ry 1977

Turpeinen Oiva "Yhdistämme / 200 vuotta historiaa - haasteena tulevaisuus/ Lennätinlaitoksesta Telecom Finland Oy:ksi, osat 1 ja 2", Telecom Finland 1996

Martti Häikiö, "Reikäkorttimodeemista tiedon valtateille, Suomen datasiirron historia" Oy Datatie ab, ISBN 952-90-6217-6, Algraphics Oy, Tampere 1995

Martti Häikiö "Alkuräjähdyks, Radiolinja ja Suomen GSM-matkapuhelintoiminta 1988-1998" ISBN 951-37-2613-4, Edita, Helsinki 1998

Paavo Ahonen "Funet - Suomen tie internetiin" 2008

<https://info.funet.fi/wiki/display/avoin/Funetin+historiasta>

Helsinki Arena 2000

Risto Linturi, Marja-Riitta Koivunen, Jari Sulkanen Helsinki Telephone Corporation, Finland:

Helsinki Arena 2000 - Augmenting a Real City to a Virtual One.

<http://www.linturi.fi/HelsinkiArena2000/>

Peter van den Besselaar, Satoshi Koizumi (Eds.) "Digital Cities III, Information Technologies for Social Capital: Cross-cultural Perspectives, Third International Digital Cities Workshop, Amsterdam, The Netherlands, September 18-19, 2003,

Revised Selected papers:

"Virtual Helsinki: Enabling the Citizen – Linking the Physical and Virtual" R. Linturi, T. Simula

NAVITAS terveydenhuollon alueellinen potilastiedon välitysjärjestelmä

<http://feed.ne.cision.com/client/waymaker1/release/partner/releasedetail.aspx?releaseid=459450&wpylang=en>

Efodi sähköisen oppimisen palvelu

<https://sanoma.com/fi/uutiset/wsoy-osti-elisan-solutionsin-eoppiminen-liiketoiminnan>

Emma.fm nettimusiikkikauppa

<http://www.ifpi.fi/uutiset/arkisto/emma.fm%20jalleen%20voitokkaana>

Aimo Maanaviljan (HPY Tutkimus osastopäällikkö 1990-1999, Elisa Tutkimusjohtaja 1999-2003) haastattelut Elisasta mm. Kirsi Valtari, Anssi Okkonen, Jari Karpakka, Henri Korpi, Matias Castren, Matti Tossavainen, Pekka Karppinen, Asko Kallio, Mika Vainio, Matti Swan, Kari Lehtinen sekä Olli Martikainen (Telen tutkimusjohtaja 1991-1997) ja Veikko Hara (TELE/ Sonera tutkimusjohtaja 1997-2000 ja Sonera/TeliaSonera teknologiajohtaja 2001-2007)

HPY/ELISA vuosikertomukset 1995 - 2015

Liikenne- ja viestintäministeriön tiedotteet

Ali-Yrkkö Jyrki, Mattila Juri, Seppälä Timo, Rouvinen Petri "Suuret yritykset pienessä kansantaloudessa" ETLA muistio 24.3.2015

<http://www.etla.fi/julkaisut/suuret-yritykset-pienessa-kansantaloudessa-2/>

Tietoliikenteen ja tietotekniikan keskusliitto Ficom ry tilastoja

http://www.ficom.fi/tietoa/tietoa_1.html

"Digital Fuel Monitor by Rewheel" www.dfmonitor.eu

Martin Sandelin Juha Partanen "Nokian jalokivi, Tarina suomalaisesta DX200 puhelinkeskuksesta", Mediakasvo Oy 2015

Measuring the Success of Telecom Regulation: A Balanced Scorecard Approach. In Balanced Scorecard: Multi Sector Perspectives (eds. Reddy S. & Posa, V.N.) Authors: Jarkko Vesa, Matti Kotisaari, Reijo Svento, Aimo Maanavilja, Pekka Rauhala, The Icfai University Press, May 1st 2007

<http://www.amazon.com/Balanced-Scorecard-Multi-Sector-Perspectives/dp/8131408604>

ETLA Keskusteluaiheita – Discussion papers No. 855

Christopher Palmberg* – Olli Martikainen**

OVERCOMING A TECHNOLOGICAL DISCONTINUITY***

- The case of the Finnish telecom industry and the GSM

* The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Lönnrotinkatu 4 B, 00120 Helsinki, Finland.

** University of Oulu, Department of Information Processing Sciences, PL 3000, 90014 University of Oulu, Finland.

ISSN 0781-6847 23.05.2003

<https://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/dp855.pdf>