

**Mobiilin videosisällön jakelutavat ja niiden vaikutus
katsomiskokemukseen**

Tuomo Kivinen

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Vuorovaikutteinen teknologia
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Roope Raisamo
Toukokuu 2008

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Vuorovaikutteinen teknologia
Tekijän Nimi: Tuomo Kivinen
Pro gradu -tutkielma, 61 sivua
Toukokuu 2008

Mobiilitelevisio tekee nyt uutta tulemistaan. Ensimmäisen kerran mobiilitelevisio tuli 80-luvulla julkaistujen kannettavien analogivastaanottimien muodossa. Nyt tekniikka on uudistunut niin lähetyks- kuin vastaanotinpuolella. Lähetykset ovat digitaalisia ja vastaanottimena toimii kaikille tuttu matkapuhelin, joka on muuttumassa puhelimesta viihdelaitteeksi. Lähetystyyppejä voidaan vastaanottaa tekniikasta ja päätelaitteesta riippuen matkapuhelinverkon, erillisen mobiiliTV-verkon tai esimerkiksi langattoman lähiverkon WLAN:in kautta. Mobiilitelevisiosta voidaan katsoa suoria lähetyksiä, tilausvideoita tai ladata päätelaitteen muistiin jopa kokonaisia sarjoja myöhempää katselua varten.

Tutkimukseni käsittelee mobiilitelevision eri jakelutekniikoita ja niiden vaikutuksia katselukokemukseen, joka määritellään kirjallisuuskatsauksen avulla. Tutkimuksessa eri jakelutekniikoita testattiin niin käytännön kenttätestauksen avulla kuin valvotuissa laboratorio-olosuhteissa. Testatut jakelutekniikat olivat 3G-broadcastaus ja DVB-H-lähetykset, sekä Podracing- ja Podsync-sovellusten kautta 3G-tilausvideot (on-demand) ja podcastaus langattoman lähiverkon ylitse. Osana katselukokemusta tutkitaan myös äänen- ja kuvanlaatuja. Lisäksi selvitettiin eri sisältöjen kiinnostavuutta ja käyttökonteksteja.

Tuloksissa korostuvat vahvasti mobiilitelevision laadulliset tekijät ja tekniset ongelmat. DVB-H-lähetystyyppejä katsottiin selvästi enemmän, vaikka 3G:ssä sisältö oli paljon monipuolisempaa. 3G:ssä havaittiin myös teknisiä ongelmia lähetyksen vastaanotossa. Myös itse palvelun käytettävyys vaikuttaa selvästi katsomiskokemukseen. MobiiliTV:a katsotaan eniten liikennevälineissä, kotona ja töissä aamuisin ja iltapäivisin. Sisällöistä katsojia kiinnostivat eniten tutut kotimaiset TV-kanavat, joista katsottiin uutisia ja viihdettä. Mahdollisuutta tilata sarjojen jaksoja ja ladata niitä päätelaitteen muistiin pidettiin erittäin mielenkiintoisena.

Avainsanat ja -sanonnat: mobiiliTV, katsomiskokemus, DVB-H, 3G, podcasting.

Sisälllys

1.	Johdanto	1
1.1.	Tutkimuskysymykset	1
1.2.	Tutkimusasetelma	2
1.3.	Tutkimuksen rakenne	2
2.	Jakelutekniikat	3
2.1.	Matkapuhelinverkko	3
2.1.1.	Lataaminen	3
2.1.2.	Videolähetyvirta	4
2.1.3.	Broadcast-lähetys	4
2.2.	Televisio- ja muut erillisverkot	5
2.2.1.	DVB-T	6
2.2.2.	DVB-H	6
2.2.3.	MediaFLO	7
2.2.4.	DMB	7
2.2.5.	ISDB-T	8
2.2.6.	WLAN	8
2.3.	Jakelutekniikoiden vertailu	9
3.	Mobiilitelevision katsomiskokemus ja siihen vaikuttavat tekijät	11
3.1.	Päätelaitteen käytettävyys	12
3.1.1.	Näyttö	12
3.1.2.	Laitteen käyttö	13
3.2.	Tekninen suorituskyky ja luotettavuus	13
3.2.1.	Jakelutapa	13
3.2.2.	Katselutapa ja näytön koko	14
3.2.3.	Videokuvan toistotiheys	14
3.2.4.	Resoluutio	15
3.2.5.	Kuvan- ja äänenlaatu	15
3.2.6.	Tekstityksen luettavuus	16
3.3.	Palvelun käytettävyys ja käyttötilanteet	16
3.3.1.	Motivaatio	17
3.3.2.	Katsomispaikka	17
3.3.3.	Katsomistottumukset	18
3.3.4.	Vuorovaikutteisuus	18
3.4.	Sisältö	19
3.4.1.	Mobiilitelevision tehty sisältö	19
3.4.2.	Uudelleen koodattu sisältö	19

4.	3G- ja DVB-H-kenttättestaus	20
4.1.	Testiympäristö	20
4.2.	Nokia N92-päätelaite	21
4.3.	ElisaTV- ja DVB-H-sovellukset	21
4.4.	Käyttäjät	23
4.5.	Menetelmät	24
4.6.	Tuloksia	25
4.6.1.	Tekninen suorituskyky ja luotettavuus	25
4.6.2.	Palvelun käytettävyys ja käyttötilanteet	27
4.6.3.	Sisältö	31
5.	Tilausvideot ja podcasting	34
5.1.	Testiympäristö	34
5.2.	Nokia N93-päätelaite	34
5.3.	Podracing- ja Podsync-sovellukset	35
5.4.	Käyttäjät	40
5.5.	Menetelmät	41
5.6.	Tuloksia	41
5.6.1.	Tekninen suorituskyky ja luotettavuus	41
5.6.2.	Palvelun käytettävyys ja käytön motivaatio	43
5.6.3.	Sisältö	49
6.	Tulosten analysointia ja pohdintaa	52
7.	Yhteenveto	56
	Viiteluettelo	57

1. Johdanto

Mobiilitelevisio on suhteellisen vanha keksintö. Ensimmäiset analogiset vastaanottimet tulivat markkinoille 1980-luvulla, jolloin niillä voitiin vastaanottaa samaa lähetettä kuin perinteiselläkin televisiolla. Nyt mobiilitelevisio tekee uutta tulemistaan digitaalisessa muodossa ja päätelaitteena on pääasiallisesti matkapuhelin, joka on muuttumassa kommunikointivälineestä multimedialaitteeksi kameroineen, sateliittinavigointineen, sekä musiikki- ja videosoittimineen.

Erona vanhaan mobiilitelevisioon ovat uudet lähetyjärjestelmät- ja tekniikat, jotka ovat mobiilitelevisiolle joitain tekniikoita lukuun ottamatta täysin erilliset tavallisen digitelevision verkkoihin verrattuna. MobiiliTV vaatii lähes poikkeuksetta omat lähettimensä ja vastaanottimensa. Erona on myös paluukanava, joka mahdollistaa vuorovaikutteiset lisäpalvelut, sekä helpon maksamisen.

Tämän tutkielman tarkoituksena on kartoittaa kirjallisuudesta mobiilitelevisiion katsomiskokemukseen vaikuttavia tekijöitä ja selvittää käytännön kokeilujen avulla mobiilitelevisiion toteutustekniikan vaikutusta katsomiskokemukseen. Tutkielman pohjana ovat syystalvella 2006 suoritettut testaukset, jotka olivat osa Podracing-projektin 2. vaihetta. Projektissa olivat mukana VTT:n ja Helsingin Teknillisen korkeakoulun lisäksi Tampereen yliopiston tiedotusopin laitoksen journalismin tutkimusyksikkö, Digita Oy, Elisa Oyj, Lingsoft Oy, MTV Oy, Sofia Digital Oy, SWelcom Oy, YLE ja Tekes. VTT hoiti testausten suunnittelun ja toteutuksen yhdessä Tampereen yliopiston tiedotusopin laitoksen journalismin tutkimusyksikön kanssa, sekä kehitti yhdessä Helsingin Teknillisen korkeakoulun kanssa testattavia Podracing ja Podsync sovelluksia. Itse olin VTT:n työntekijänä mukana kaikissa VTT:n suorittamissa osuuksissa.

1.1. Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa selvitettiin mobiilitelevisiion eri toteutustekniikoiden vaikutusta mobiiliTV:n katsomiskokemukseen. Tutkimuskohteena vertailtiin broadcast-lähetyksen suoraa vastaanottoa (DVB-H) ja kytkeytymistä 3G:n kautta saatavilla olevaan videolähetyvirtaan (streaming). Kolmantena vaihtoehtona tutkittiin arkistoidun tv-sisällön katsomista ja lataamista mobiililaitteelle myöhemmin katsottavaksi (podcasting). Osana katsomiskokemusta tutkittiin videon ja äänen koettua laatua eri lähetystavoissa, sekä sisällön kiinnostavuutta ja käyttökonteksteja.

1.2. Tutkimusasetelma

Testasimme VTT:lla erilaisia toteutuksia mobiilin television katsomiseen. Itse osallistuin testauksien suunnitteluun ja toteuttamiseen, sekä tulosten keräämiseen ja analysointiin. Helsingissä testattiin 3G-televisiota ElisaTV-sovelluksella ja DVB-H-lähetysten vastaanottoa Digitan kaupallisessa mobiiliTV-verkossa. Tampereella testattiin Podracing-sovelluksen avulla arkistoitujen ohjelmien katselua 3G-videolähetysvirran kautta, sekä sarjojen tilaamista podcasting-tekniikalla, johon käytettiin Podracingin lisäksi erillistä Podsync-sovellusta. Podracing-sovellus rakennettiin Sofia Digitalin [Sofia Digital, 2008] kehittämän Sofia Backstage® Mobile Digitext-selaimen päälle ja Podsync-sovellus kehitettiin yhteistyössä Helsingin Teknillisen korkeakoulun kanssa [Herrero *et al.*, 2007]. Podsync-sovellus toimii rajapintana VTT:n kehittämään tallennusjärjestelmään, joka sisälsi kaiken ladattavan sisällön.

Molemmat testaukset suoritettiin marras-joulukuussa 2006. Helsingissä Elisa luovutti koekäyttäjille käyttöön matkapuhelimet kun taas Tampereella testaaminen suoritettiin laboratorio-olosuhteissa, koska teknisten ongelmien takia sovellusta ei haluttu vielä viedä kenttäolosuhteisiin. Ongelmia olivat muun muassa sovelluksen hitaus ja ajoittaiset ongelmat podcast-videotiedostojen latauksessa.

Laitteina kokeilussa olivat Nokian valmistamat N92- ja N93-mallit. N92-puhelimet olivat Elisa Oyj:n Nokialta lainaan saamat prototyypikappaleet ja N93-puhelimet taas VTT:n kokeilua varten hankkimia. Molemmat puhelimet sisältävät Symbianin kehittämän S60-sarjan kolmannen sarjan käyttöjärjestelmän (S60 3rd edition).

1.3. Tutkimuksen rakenne

Luvussa 2 syvennyttään eri jakelutekniikoihin ja verrataan testeissä käytettyjä tekniikoita keskenään. Luvussa 3 keskitytään mobiilitelevision katselukokemukseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin, sekä kuvataan tutkimuksessa käytetty katselukokemuksen jaottelu. Luvussa 4 kuvataan DVB-H:n ja 3G-ElisaTV:n kenttätesti ja sen tulokset. Seuraavaksi luvussa 5 esitellään laboratoriossa testatut Podracing- ja Podsync-sovellukset, jotka tarjoavat käyttäjälle muun muassa tilausvideoita (on-demand) ja mahdollisuuden sarjojen tilaamiseen päätelaitteen muistiin (podcasting). Luvussa 6 verrataan suoritettujen testien tuloksia aikaisempien tutkimusten tuloksiin ja pohditaan saatujen tulosten merkitystä. Viimeisessä luvussa vedetään yhteen koko tutkimus ja tehdään johtopäätökset saaduista tuloksista.

2. Jakelutekniikat

Mobiilin television jakelutekniikoita on monia ja ne voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään sen mukaan, mitä kautta niiden vastaanotto tapahtuu. Mobiilitelevisiota voidaan ottaa vastaan joko itse matkapuhelinverkon kautta tai käyttää täysin erillisiä verkkoja, kuten esimerkiksi DVB-H:ia (Digital Video Broadcasting Handheld) tai MediaFLO:ta.

Jokaisella lähetystavalla on omat hyvät ja huonot puolensa. Rungas tarjonta erilaisia tekniikoita on kuitenkin synnyttänyt yhteensopivuusongelmia ja lisäksi monessa maassa erillisiä mobiilitelevisiolähetysiä on vaikea saada lähetettyä vapaiden taajuuksien puuttuessa [Argillander, 2006]. Tämä ongelma korjaantuu ainakin osittain analogisten kanavien alasajon myötä.

2.1. Matkapuhelinverkko

Matkapuhelinverkon kautta tapahtuva mobiilitelevisio jakelu on tällä hetkellä yleisimmin käytössä, koska verkot ovat jo olemassa ja katselun mahdollistavia päätelaitteita on markkinoilla saatavilla [Argillander 2006]. Jakelu itsessään on suhteellisen yksinkertaista, mutta tällä hetkellä samanaikaisten katselijoiden määrää rajoittaa matkapuhelinverkkojen hitaus, joten katselijamäärät ovat suhteellisen alhaiset. Myös operaattoreiden datasiirron korkeahko hinnoittelu ehkä estää omalta osaltaan kuluttajia ottamasta palveluja käyttöönsä.

Matkapuhelinverkon kautta tapahtuva jakelu voidaan jakaa kolmeen eri osaan; lataamiseen, videolähetysvirtaan ja broadcastingiin. Näistä seuraavaksi tarkemmin.

2.1.1. Lataaminen

Lataamisella tarkoitetaan sitä, että käyttäjä valitsee katsottavan ohjelman ja käynnistää latauksen. Tämän jälkeen käyttäjä joutuu odottamaan ohjelman latautumista laitteen muistiin ennen kuin voi aloittaa katselun. Lataus ei muistuta millään tavalla tavallisen television katselua, kuten kanavalta toiselle vaihtamista ja spontaania katselua [Argillander, 2006]. Latausajat voivat myös olla suhteellisen pitkiä, riippuen käytettävissä olevan matkapuhelinverkon nopeudesta ja päätelaitteesta, sekä ohjelmasta, jota ladataan katsottavaksi. Toki latauksen voi suorittaa langattoman lähiverkonkin (WLAN) ylitse jos sellainen on lähettyvillä ja päätelaite tukee sitä. Langattoman lähiverkon ylitse lataaminen on paljon nopeampaa kuin matkapuhelinverkon.

Lataamisen hieman uudempi muoto Podcasting (nimi ulee sanoista iPod Broadcasting), joskus myös Vidcasting (Video Broadcasting), on saavuttanut tänä päivänä jonkin verran suosiota. Esimerkiksi Applen iTunes verkkokaupassa Podcasteja on myytävänä jo yli 100 000 jaksoa [Apple, 2008]. Se

toimii samaan tapaan kuin Internetistä automaattisesti päivittyvät uutisvirrat (RSS-feeds), jotka käyttäjä voi tilata omalle päätelaitteelleen luettavaksi sitä mukaa kun uusia uutisia ilmestyy. Podcastingissa päätelaitteeseen päivittyvät esimerkiksi aina tuoreimmat uutislähetykset kun ne ovat saatavilla. Päivitykset voidaan hoitaa esimerkiksi öisin, jolloin käyttäjä voi seuraavana päivänä katsella haluamiaan ohjelmia ilman aikaavievää lataamista.

Latauksen hyviksi puoliksi verrattuna seuraavaksi esiteltävään videolähetysvirtaan voidaan lukea mahdollisesti parempi kuvanlaatu ja riippumattomuus matkapuhelinverkon nopeudesta ja saatavuudesta. Kun videot on kerran ladattu päätelaitteen muistiin, voidaan niitä katsella missä tahansa ja milloin tahansa, tarvitsematta välittää mahdollisista matkapuhelinverkon ruuhkaisuuksista tai katkoksista.

2.1.2. Videolähetysvirta

Videolähetysvirta (streaming) on varsin tuttu jakelutapa Internetin videolähetyksistä ja se toimii samalla tavalla myös mobiilipuolella. Käyttäjä valitsee katsottavan ohjelman samalla tavalla kuin lataus- jakelutavassa, mutta siitä poiketen ohjelman katseleminen voidaan aloittaa välittömästi latauksen alussa. Riittää, kun katsottavaa videolähetysvirtaa on latautunut tarpeeksi päätelaitteen puskurimuistiin [Repo *et al.*, 2003].

Videon laatu videolähetysvirrassa ei välttämättä yllä aivan latauksen tasolle, koska lähetysvirrassa ollaan riippuvaisia käytettävän datayhteyden nopeudesta, joten alhaisemmalla nopeudella joudutaan laadusta luonnollisesti tinkimään. Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkot (3G, third-generation) ovat kuitenkin jo mahdollistaneet suhteellisen hyvän kuvan- ja äänenlaadun ja videolähetysvirta onkin jo laajalti käytössä mobiilitelevisiossa [Argillander, 2006].

Videolähetysvirrasta käyttäjälle ei myöskään tallennu kopiota katseltavasta ohjelmasta, joten jos samaa ohjelmaa halutaan katsoa myöhemmin uudelleen, joudutaan katselu aloittamaan taas alusta [Repo *et al.*, 2003]. Videolähetysvirralla on suhteellisen varma tulevaisuus maksullisten tilausvideoiden puolella (pay-per-view, on-demand) [Argillander, 2006].

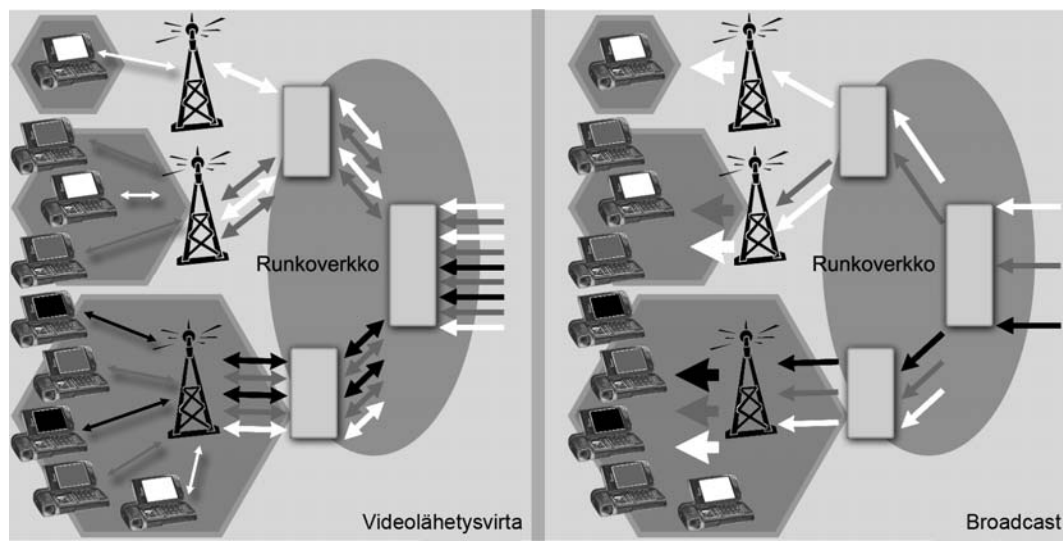
2.1.3. Broadcast-lähetys

Broadcast-lähetys, eli saman lähetteen lähettäminen suuremmalle yleisölle samalla kertaa, on suhteellisen uusi jakelumuoto matkapuhelinverkkojen puolella.

Broadcast-lähetyksessä tietoliikenneverkkoja ei kuormiteta samalla tavoin kuin esimerkiksi lähetysvirrassa, joka toimii pisteestä pisteeseen (point-to-point) -periaatteella. Tällöin jokaista lähetystä katsovaa varten täytyy luoda

oma yhteys lähettävään palvelimeen. Broadcastissa käytetään pisteestä pisteisiin (point-to-multipoint) -periaatetta, jossa saman lähetteen voi vastaanottaa moni samalla kertaa, eikä jokaiselle katsojalle tarvitse luoda omaa yksilöllistä yhteyttä (Kuva 1). Tämän ansiosta tietoliikenneyhteydet eivät ruuhkaudu ja katsojia voi olla paljon enemmän. Kapasiteetti ei riipu niinkään katsojien vaan tarjottavien kanavien määrästä.

3GPP (Third Generation Partnership Project, <http://www.3gpp.org>) järjestön kehittämä MBMS (Mobile Broadcast Multicast Service) on eräs kehitteillä olevista broadcast-tekniikoista. Se mahdollistaa television katsomisen 3G-matkapuhelinverkon yli ja tukee myös ohjelmien lataamista mobiililaitteen muistiin myöhempää katsomista varten. Lisäksi MBMS:n avulla voidaan toteuttaa erilaisia palveluita, kuten esimerkiksi paikallisia tiedotuskanavia tai mobiilipelien jakamista [MediaLab TeliaSonera Finland, 2004]. MBMS-tekniikkaa ei ole vielä yleisesti käytössä, mutta nyt käytössä olevat 3G-verkot oletettavasti päivitetään tukemaan tätä [Hartung *et al.*, 2007].



Kuva 1. Mobiilitelevisiolähetys toteutettuna kahdella eri tavalla. Vasemmalla videolähetysvirta ja oikealla esimerkiksi MBMS:n avulla toteutettu broadcast. Eri väriset nuolet kuvastavat kolmea katsottavaa kanavaa. Nuolet kuvaavat tiedonsiirtoa. (kuvaan otettu mallia [Bakhuizen and Horn, 2005]).

2.2. Televisio- ja muut erillisverkot

Mobiilitelevisiota voidaan vastaanottaa myös muilla tavoin kuin matkapuhelinverkon välityksellä. Tällöin mobiililaitteessa tulee olla erillinen viritin vastaanotettavaa signaalia varten, aivan kuin perinteisessä analogisessa tai digitaalisessa televisiossa.

Erilaisia mobiilitelevisioon soveltuvia lähetystekniikoita on monia, mutta kaikille näille on yhteistä se, että lähetyksen vastaanottoon käytettävän mobiililaitteen virrankulutus ei saa nousta suhteettoman suureksi television katselun aikana. Mobiililaitteen yksi perusajatushan on olla mukana kuljetettava ja sen akun keston tulee olla hyvä, jottei sitä tarvitsisi ladata usein. Erillinen viritin luonnollisesti lisää mobiililaitteen virrankulutusta jonkin verran ja olisikin ikävää jos esimerkiksi matkapuhelimella ei voisi enää soittaa tai vastaanottaa puheluita katsottuaan jonkin ohjelman akun varauksen laskettua liian alhaiseksi.

Seuraavaksi esitellään joitakin mahdollisia tekniikoita mobiilin television lähetyksen toteuttamiseen. Tekniikat kehittyvät jatkuvasti; uusia standardeja tai vanhojen päivityksiä julkaistaan suhteellisen tiheästi. Seuraavaksi kevään 2008 tilanne.

2.2.1. DVB-T

DVB-T on Digital Video Broadcasting Projectin (<http://www.dvb.org>) kehittämä standardi. DVB-T:a (Digital Video Broadcasting-Terrestrial), eli yleisesti käytössä olevaa digitaalista televisiota voidaan joissakin tapauksissa käyttää myös mobiilin television vastaanottoon. Rajoitteena tekniikalle on kuitenkin sen virrankulutus, jonka takia se ei sovi kovin hyvin mobiililaitteisiin. Ongelmia DVB-T:n kanssa ovat liike ja jatkuvasti muuttuvat vastaanottoolosuhteet. Esimerkiksi rakennukset ja muu ympäristö aiheuttavat häiriöitä vastaanotossa [Burow *et al.*, 1998]. Liikkeestä johtuvaa häiriötä voidaan poistaa käyttämällä kahta pitkää antennia, joten se ei sovellu pieniin mobiililaitteisiin. Autokäyttöön tällaisia vastaanottimia on jo valmistettu, johon se soveltuukin mobiililaitteita huomattavasti paremmin.

2.2.2. DVB-H

DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld) on läheistä sukua DVB-T:lle, mutta se on optimoitu erityisesti mobiilikäyttöön soveltuvaksi. Se sisältää muun muassa aikaviipaloinnin (Time slicing) ja virheenkorjauksen (Forward Error Correction, FEC). DVB-H:n avulla voidaan lähettää myös digitaalisia radiolähetyksiä.

Aikaviipaloinnin avulla DVB-H:n virrankulutus on saatu laskettua kymmenesosaan DVB-T:n tarvitsemasta virrasta. Tämä saavutetaan siten, että DVB-H-vastaanotin ei ole päällä koko katselun ajan, vaan vastaanottaa tietynpituisen siivun lähetettä ja sammuttaa itsensä, kunnes on taas aika vastaanottaa seuraava siivu lähetettä, jolloin vastaanotin käynnistyy uudelleen [Kornfeld, 2004].

Virheenkorjauksen avulla saadaan DVB-H:n kuvanlaatu pysymään hyvänä olosuhteista riippumatta, eikä mobiililaitteen antennin tarvitse olla kovinkaan suuri lähetteen vastaanottamiseen. Virheenkorjaus tapahtuu lähetteen sisältämän pariteettitiedon avulla, jota voidaan käyttää virheiden paikantamiseen läheteessä [Kornfeld, 2004].

DVB-H on ollut kokeilussa jo yli 40 maassa ja se on kaupallisessa käytössä tällä hetkellä ainakin kymmenessä maassa, joulukuusta 2006 mukaan lukien myös Suomi [DVB Project Office, 2008]. DVB-H:n alkuaian ongelmana oli selkeiden standardien puuttuminen, josta aiheutui yhteensopivuusongelmia [Argillander, 2006]. Tämä ongelma ratkesi, kun 17. maaliskuuta 2008 DVB-H-standardi valittiin EU:n yhteiseksi mobiilitelevisiion standardiksi. Tämä edesauttaa DVB-H:n menestymistä markkinoilla.

DVB-H:sta on kehitetty myös satelliittivastaanottoon sovitettu malli DVB-SH (Digital Video Broadcasting Satellite service for Handhelds), jossa satelliittilähetyksestä voidaan täydentää maan pinnalle asennettavilla täytelähtimillä (gap-filler) kun näköyhteyttä satelliittiin ei ole.

2.2.3. MediaFLO

MediaFLO (FLO, Forward Link Only) on Qualcommin kehittämä, pelkästään mobiilikäyttöön suunnattu järjestelmä. MediaFLO muistuttaa nopeasti tarkasteltuna paljon DVB-H:a, sekin sisältää edellämainitut aikaviipaloinnin ja virheenkorjauksen.

DVB-H:sta poiketen MediaFLO mahdollistaa paikallisten lähetysten lähettämisen samalla taajuudella yleisen lähetyksen kanssa. Yleiset kanavat lähetetään kaikilla lähtimillä ja paikalliset kanavat vain halutuilla lähtimillä samalla taajuudella yleisen lähetteen rinnalla [Qualcomm, 2007]. Paikalliskanavien lähetille ei siis tarvitse hankkia uusia taajuuksia, mikä helpottaa kanavien lisäystä ja kustannuksiakin saadaan varmasti alemmas.

2.2.4. DMB

DMB eli Digital Multimedia Broadcasting perustuu digitaaliseen radioon eli DAB:iin (Digital Audio Broadcasting). DMB sisältää monen muun mobiilin televisiotekniikan tavoin myös virheenkorjauksen.

Koska DMB perustuu läheisesti digitaaliseen radioon, voidaan lähetyksiin käyttää samaa tai ainakin osittain samaa toimilupaa ja verkkoa, yksinkertaisesti lisäämällä lähetyksjärjestelmään videoenkooderi.

DMB:sta on kaksi eri versiota; ilmaitse lähetettävä DMB-T (T, terrestrial) ja satelliitin kautta lähetettävä DMB-S (S, satellite). Satelliittiversiota ei kuitenkaan voida vastaanottaa sisätiloissa ilman lisälähtimiä maan pinnalla.

DMB on kaupallisessa käytössä ainakin Saksassa ja Etelä-Koreassa [Argillander, 2006] ja kokeiltu tai tullaan kokeilemaan Brasiliassa, Indonesiassa, Kanadassa, Kiinassa ja Ranskassa [SiliconMotion, 2007].

2.2.5. ISDB-T

ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) on Japanin digitaaliseen television lähetystekniikka, joka sisältää itsessään jo mahdollisuuden mobiilivastaanottoon. Samoilla lähetysjärjestelmillä kuin digitaalista televisiota voidaan siis lähettää myös mobiilitelevisiokanavia. Virheenkorjaus kuuluu myös ISDB-T:n ominaisuuksiin.

Japanin lisäksi ISDB-T on tulossa käyttöön myös Brasiliassa [Argillander, 2006].

2.2.6. WLAN

Myös langattoman verkon eli WLAN:in (Wireless Local Area Network) kautta voidaan jakaa videosisältöä mobiililaitteisiin. Monissa uusissa puhelinmalleissa on jo WLAN-ominaisuus. Myös erilaiset PocketPC-kämmmentietokoneet ja muut kannettavat laitteet, kuten esimerkiksi Sony PSP (Playstation Portable) ja Nintendon DS -pelikonsolit voivat kytkeytyä langattomaan verkkoon. Katselu onnistuu kannettavalla tietokoneellakin, joten päätelaitteita on markkinoilla runsaasti.

WLAN ei kuitenkaan sovellu laajaan mobiilin television jakeluun, koska yhden WLAN-tukiaseman kantama on ulkotiloissa maksimissaan arviolta noin 300 metriä ja sisätiloissa vastaavasti noin 100 metriä. Rakenteista, kuten seinistä johtuen, kantama on yleensä hyvin paljon lyhyempi [Kbar and Mansoor, 2005]. Verkon kantaman ääri rajoilla myös verkon nopeus laskee huomattavasti, jolloin jakelu vaikeutuu tai jopa estyy. Tämän takia tukiasemia tulisi olla suhteellisen tiheässä.

WLAN sopii parhaiten niin sanottuun hotspot-jakeluun, jossa yhteyspisteitä sijoitetaan tarvittaviin paikkoihin, kuten esimerkiksi julkisiin kulkuneuvoihin ja kirjastoihin. Tulevaisuudessa WLAN-verkkojen käyttäminen videosisältöjen jakamiseen voi lisääntyä uusien tekniikoiden myötä, kantaman ja nopeuden yhä kasvaessa.

VTT:n tutkimuksen [Södergård, 2003] mukaan langattoman lähiverkon kautta katsottua televisiolähetettä pidetään television katsomisena, siinä missä tavallisenkin television katsomista. Tämä osoittaa, että itse materiaalin jakelutavalla ei ole suurta merkitystä siihen, koetaanko videomateriaalin katsominen televisioksi vai langattoman multimedian katsomiseksi, kunhan käyttöliittymä tehdään mahdollisimman tutuksi ja helpoksi.

Seuraavaksi vertaillaan luvuissa 4 ja 5 suoritetuissa testeissä käytettyjä jakelutekniikoita keskenään.

2.3. Jakelutekniikoiden vertailu

Taulukkoon 1 on koottu eri jakelutekniikoiden edut, haitat ja käyttöönoton tilanne. Jos keskitytään testeissä käytettyihin kolmeen jakelutekniikkaan, 3G:hen, WLAN:iin (podcasting) ja DVB-H:n, voidaan todeta että DVB-H on ainut, jonka päätelaitteita ei vielä toistaiseksi löydy markkinoilta kovinkaan paljoa (Keväällä 2008 on saatavissa kaksi eri laitetta, Nokian N77- ja N92-mallit). DVB-H soveltuu 3G:tä ja WLAN:ia paremmin TV-sisällön jakamiseen suurelle yleisölle, koska 3G:n kautta jakaminen tulee kalliiksi ja WLAN:in ylitse jakaminen ei onnistu kuin paikallisesti. Podcasting-sisällön jakaminen on paljon käytännöllisempää WLAN:in kuin 3G:n tai DVB-H:n ylitse, koska suurtenkin tiedostojen lataaminen on langattoman verkon ylitse halpaa ja suhteellisen nopeaa.

Tulevaisuudessa jakelutekniikoita käytetään varmasti rinnakkain, käyttäen aina tilanteeseen sopivinta vaihtoehtoa sisällön jakamiseen. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa käyttäjä katsoo aina suoran uutislähetysten aamulla työmatkallaan (DVB-H), mutta DVB-H:n kantama ei riitä aivan työpaikalle asti. Siirrytään 3G-verkkoon, jossa lähetys jatkuu kunnes käyttäjä saapuu työpaikalleen. Iltapäivällä kun käyttäjä lähtee töistä, hän katsoo eilisen lempisarjansa jakson, joka on podcastattu WLAN:in ylitse työpaikalla tai kotona päätelaitteen muistiin. MobiiliTV-sisällön jakamiseen ei ole yhtä oikeaa ratkaisua vaan paras lopputulos syntyy eri tekniikoiden yhdistelmästä, joka muodostaa toimivan kokonaisuuden.

Teknologia	Edut	Haitat	Käyttöönnoton tilanne
3G	Päätelaitteet ja verkot olemassa, kattava verkko	Tehoton ja kallis suurille yleisöille	Käytössä monissa maissa
WLAN	Päätelaitteita markkinoilla koko ajan lisää, videotiedostojen (podcasting) lataaminen suhteellisen nopeaa	Vain suhteellisen paikalliseen Hot-Spot -jakeluun	Pilotteja tehty ja voidaan käyttää siellä missä on Hot-Spotteja
MBMS	Parantaa 3G-verkkojen tehokkuutta	Kapasiteetti vain muutamalle kanavalle	Ensimmäinen kokeilu Euroopassa suoritettu, kaupalliseen käyttöön ehkä loppuvuodesta 2008
DVB-T	Päätelaitteet ja verkot olemassa	Korkea virrankulutus, ei sovellu pieniin laitteisiin	Ei yleisesti mobiilissa käytössä, autovastaanottoa voidaan jo käyttää
DVB-H	Vähäinen virrankulutus, Tehokas taajuusalueen käyttö	Yhteensopivuuskysymykset (eivät enää kauan), päätelaitteiden saatavuus	Kaupalliset verkot jo käytössä monessa maassa
DMB-T	Hyödyntää digitaalisen radion verkkoja ja osin toimilupia	Kapasiteetti vain 5 kanavaa/ taajuusalue	Käytössä Koreassa ja Saksassa, kokeiltu tai kokeillaan monessa maassa
ISDB-T	Käyttää digitaalisen television kanavanippuja	Toimii vain Japanissa, alhainen kaistanleveys	Käytössä Japanissa, tulossa ehkä myös Brasiliaan
MediaFLO	Tehokas ja stabiili tekniikka	Qualcomm-riippuvuus	Käytössä USA:ssa

Taulukko 1. Eri mobiilitelevision jakelutekniikoiden vertailua.

3. Mobiilitelevision katsomiskokemus ja siihen vaikuttavat tekijät

Käytettävyys on määritelty suhteellisen hyvin, koska sitä on tutkittu paljon. ISO määrittelee käytettävyyden tarkkuudeksi, tehokkuudeksi ja tyytyväisyydeksi, jolla käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä [ISO, 1998]. IEEE [IEEE, 1990] kuvaa käytettävyyden helppoudeksi, jolla käyttäjä voi oppia käyttämään jotain järjestelmää, syöttää sille tietoa ja tulkita sen antamaa palautetta. Käytettävyys on hyvä perusta käyttökokemukselle.

Katsomiskokemus perustuu vahvasti käyttökokemukseen (user experience). Käyttökokemusta on taasen vaikea määritellä kovin tarkasti [Roto, 2006]. Se kuvaa käyttäjän tunnetta tiettyä teknologiaa, järjestelmää tai objektia kohtaan käytön aikana tai sen jälkeen. Tunteeseen vaikuttavat monet tekijät, kuten käyttäjän odotukset, käyttötilanne jossa vuorovaikutus tapahtuu ja järjestelmän kyky palvella käyttäjän sen hetkisiä tarpeita. Käyttökokemus on niin laaja käsite, että sitä on vaikea määritellä tavalla, josta kaikki ovat yksimielisiä.

Knoche ja Sasse [Knoche and Sasse, 2007] määrittelevät mobiilitelevision katsomiskokemukseen vaikuttavat tekijät seuraavalla tavalla: Palvelun käytettävyys, lähetystekniikan sisältämät rajoitteet, sisällön äänen- ja kuvanlaatu, käyttö ja maksumallit, sosiaalinen konteksti, sekä mahdollinen yhteiskäyttö tavallisen television kanssa.

Katsomiskokemukseen vaikuttavat osaltaan myös Mäen [Mäki, 2005] esittämät mobiilitelevision käyttöönottoon vaikuttavat tekijät: päätelaitteen käytettävyys ja hyväksyttävyyys, tekninen suorituskyky ja luotettavuus, mobiiliteleviopalvelun käytettävyys, sekä käyttäjän tyytyväisyys sisältöön.

Yhdistin Knochen ja Sassen, sekä Mäen jaottelut yhdeksi jaotteluksi, joka sisältää seuraavat tekijät:

- Päätelaitteen käytettävyys
- Tekninen suorituskyky ja luotettavuus (sisältävät lähetystekniikan sisältämät rajoitteet ja sisällön äänen- ja kuvanlaadun)
- Palvelun käytettävyys ja käyttötilanteet (sisältävät sosiaalisen kontekstin)
- Sisältö

Muodostettua jaottelua käytetään suoritettujen testien pohjana ja niiden tulokset ovat jaoteltu kyseisten tekijöiden mukaan. Päätelaitteen käytettävyyttä ei tutkita, koska siihen ei projektin puitteissa ole aikaa. Seuraavaksi paneudutaan yksityiskohtaisemmin edellä mainittuihin katkomiskokemukseen vaikuttaviin tekijöihin.

3.1. Päätelaitteen käytettävyys

Vuonna 2003 suurimmalla osalla (70 %) eurooppalaisista oli jo matkapuhelin käytössään ja siitä on muodostunut osa jokapäiväistä elämää [Knoche and Sasse, 2007]. Sitä kannetaan mukana lähes kaikkialle. Koska matkapuhelimen, kuten muidenkin mobiililaitteiden, näyttö on suhteellisen pieni, joudutaan sitä katsomaan läheltä. Myös näytön katselukulma on pieni, joten mobiilitelevisiota on mahdollista käyttää yksin, häiritsemättä muita. Mobiilitelevision katselu kuluttaa akkua, joten sen katselu voi haitata puhelimen muita toimintoja, kuten viestintää (Jos esimerkiksi akun virta laskee liian alhaiselle tasolle, ei puhelimella voida enää soittaa). Mobiilitelevision sovelluksen tulisikin sisältää akun kulutuksesta varoittavia ominaisuuksia, jotka hälyttäisivät käyttäjää jos akun varaustila laskee tietylle tasolle [Knoche and McCarty, 2004].

Sercon mobiiliTV-suunnitteluohjeiden [Serco, 2006] mukaan palveluntarjoajan pitäisi antaa käyttäjälle käsitys siitä, kuinka paljon mobiilitelevision katsominen kuluttaa akkua. Serco ohjeistaa myös, että mobiilitelevision sovellus ei saisi millään tavalla häiritä puhelimen kommunikointitoimintoja, mutta kommunikointitoimintojen tulisi pystyä hälyttämään käyttäjää kesken mobiilitelevision katselun ja tarpeen tullen keskeyttämään ja mahdollisesti pysäyttämään lähetyksen katselu ja mahdollistaa katselun jatkamisen saumattomasti. Toisaalta puhelimen toiminnotkaan eivät saisi häiritä mobiilitelevision katsomista ja valikot, akun varaustason ilmaisin ym. pitäisi toteuttaa esimerkiksi osin läpinäkyvinä, jotta lähetyksen seuraaminen olisi helpompaa.

3.1.1. Näyttö

Päätelaitteen näytön tulisi olla suurikontrastinen, kirkkaasti taustavalaistu ja sen ominaisuuksiin tulisi kuulua suuri katselukulma. Suuri katselukulma mahdollistaa katsomisen myös laitteen ollessa sivummalla kuin kädessä suoraan katsojan edessä. Se tekee mahdolliseksi myös monen käyttäjän yhtäaikaista katselun. Käyttäjät haluavat katsella mobiiliteleviä mahdollisimman suuresta näytöstä, mutta eivät halua päätelaitteen koon kasvavan liian suureksi [Knoche and McCarty, 2004]. Päätelaitteen näytön tulisi siis olla mahdollisimman suuri laitteen kokoon verrattuna. Serco [Serco, 2006] suosittelee mahdollisuutta katsoa lähetyksiä käännettynä vaakasuoraksi näytölle, jotta kuva on mahdollisimman suuri. Tutkimuksissa on myös tullut esille, että käyttäjät katsovat televisiota yleensä mieluummin suurelta kuvaruudulta [Reeves and Nass, 1996], [Lombard *et. al.*, 1997] ja että kuvanlaatu mielletään paremmaksi suuremmalta kuvaruudulta [Westerink and Roufs, 1989]. Tarkkaavaisuus ja katsomisen vireyys ei kuitenkaan poikkeaa

erikokoisilta näytöiltä katsottaessa [Reeves, *et al.*, 1999]. 2- ja 15-tuumaisilla kuvaruuduilla tarkkaavaisuus ja vireys eivät poikenneet huomattavasti toisistaan kun taas ero 56-tuumaiseen oli selkeä. Kokoeron pitää olla siis suuri ennen kuin eroa syntyy.

3.1.2. Laitteen käyttö

Laitteen käytön tulisi olla kaikin puolin helppoa ja sujuvaa. Mobiilitelevision katsomista varten laitteen tulisi sisältää jonkinlainen teline, jonka avulla laitetta ei tarvitse pitää kädessä. Tämä hyödyttäisi käyttäjää erityisesti pitkillä katseluhetkillä. Jos käyttäjä haluaa käyttää kuulokkeita mobiilitelevision kanssa, tulisi laitteen sisältää standardin mukainen liitin, jotta kuulokkeiden liittäminen olisi mahdollisimman joustavaa ja käyttäjä voisi käyttää erilaisia kuulokkeita ja vaihtaa tarvittaessa kuulokkeet laitteesta toiseen [Knoche and Sasse, 2006]. Myös mobiilitelevision käyttöön tarkoitettut omat näppäimet ovat käyttäjälle hyödyksi [Serco, 2006].

Knochen ja McCartyn [Knoche and McCarty, 2004] tutkimuksen mukaan käyttäjät pelkäävät mobiilitelevision osin häiritsevän keskittymistä muuhun maailmaan, ja että käyttäjä uppoutuu liikaa mobiilitelevision katseluun. Käyttäjä saattaisi esimerkiksi matkustaa junalla vahingossa pysäkkinsä ohi uppouduttuaan liikaa mobiilitelevision katsomiseen. Tilannetta voisi korjata sisällyttämällä mobiilitelevision helpot äänensäätömahdollisuudet tai pysäytysmahdollisuuden, jolloin laite tallentaisi lähetystä laitteen muistiin katselun jatkamista varten. Katselun voisi pysäyttää lähestyttäessä omaa pysäkkiä ja jatkaa katselua junasta nousemisen jälkeen.

3.2. Tekninen suorituskyky ja luotettavuus

Mobiilitelevision tekninen suorituskyky ja luotettavuus liittyvät läheisesti tapaan, jolla mobiilitelevioliähetys lähetetään. Koettu kuvan- ja äänenlaatu riippuu palvelun laadusta (QoS, Quality of Service). Palvelun laatua arvioitaessa mitataan usein itse lähetysignaalin laatua, kuten signaalin viivettä ja huojuntaa [Ghinea and Thomas, 1998], jotka lähetysverkko pystyy tarjoamaan. Palvelun laatu ei siis kuvaa itse mobiiliteleviopalvelun laatua vaan lähetysjärjestelmän teknistä laatua. On lähetysverkkona sitten matkapuhelin- tai mobiiliTV-verkko, pitää lähetysverkon tarjota palvelulle tarpeeksi ja erityisesti katkeamatonta siirtokapasiteettia, jotta vastaanotossa ei tapahtuisi häiritseviä katkoksia tai viiveitä.

3.2.1. Jakelutapa

Mobiiliteleviopalvelun jakelutapoja on Knochen ja Sassen [Knoche and Sasse, 2007] mukaan neljä erilaista: median lataaminen, videolähetysvirta,

broadcastaus, sekä esilataaminen (pre-cached) [Selier and Chuberre, 2005]. Knochen ja Sassen kuvaamat jakelutavat vastaavat lähestulkoon täysin luvussa 2 kuvattuja jakelutapoja. Pienenä poikkeuksena on Selierin ja Chuberren esilataaminen, joka ei ihan täysin vastaa podcastausta, mutta on todella lähellä sitä. Esilataamisessa päätelaitteen muistiin ladataan tietyn kanavan ohjelmakarusellia jatkuvasti päivittyvänä kokonaisuutena, jolloin kanavan tuore ohjelmisto on aina katsottavissa. Podcastingissa on tapana tilata johonkin aihepiiriin liittyvää materiaalia, ei koko kanavan sisältöä.

Jakelutavat vaikuttavat vahvasti siihen, miten käyttäjä kokee mobiilitelevisiion katsomisen [Knoche and Sasse, 2007]. Eri jakelutapoihin liittyen käyttäjällä on mahdollisuus katsella sisältöä eri tavoin ja eri aikoihin. Lataamisessa ja esilataamisessa käyttäjällä on täydet kelaus- ja pysäytysmahdollisuudet ja käyttäjä voi katsella sisältöä silloin kun hänelle sopii, riippumatta siitä, lähetetäänkö kyseistä sisältöä juuri suorana lähetyksenä. Videolähetyksessä käyttäjälle voidaan lähettää personoitua sisältöä, mitä broadcastin kautta ei ole mahdollista tehdä, mutta videolähetyksessä lähetyksen kuormitus kasvaa käyttäjämäärän kasvaessa, jolloin lähetyksen laatu voi laskea. Broadcastissa vastaanottajien määrä ei vaikuta lähetyksen laatuun.

3.2.2. Katselutapa ja näytön koko

Katselukokemukseen liittyy myös tapa, jolla sisältöä katsotaan. Mobiilitelevisiota katsotaan noin kädenmitan päästä tai lähempää ja useimmissa tapauksissa alaviistoon. Tähän voi liittyä ongelmia, kuten silmien väsymistä [Owens and Wolfe-Kelly, 1987] ja varsinkin läheltä katsottaessa (katseluetäisyyden ollessa noin 15cm) epämiellyttävää oloa, [Ankrum, 1996]. Näytön koko voi vaikuttaa etäisyyteen, jolta sitä katsotaan, koska suurempaa näyttöä voidaan katsoa kauempaa kuin pientä.

3.2.3. Videokuvan toistotiheys

Myös videokuvan kuvien toistotiheys ja videon resoluutio vaikuttavat katselukokemukseen. Alle 30 kuvaa sekunnissa toistettavassa videossa voidaan havaita nykimistä. Kuvan resoluution laskiessa laskee myös kuvan yksityiskohtien määrä ja kuvasta tulee epätarkempi (resoluutiolla tarkoitetaan tässä yhteydessä kuvan kokoa pikseleinä). Lähetyksessä tapahtuvat virheet voivat vaikuttaa kuvien toistotiheyteen ja resoluutioon, jolloin kuvasta voi tulla nykivää ja yksityiskohtia voi kadota näkyvistä. Jos halutaan lähettää useamman kuvan sekunnissa sisältävää tai enemmän yksityiskohtia näyttävää videota, vaaditaan lähetykseltä enemmän kaistaa (bandwidth). Tämä tarkoittaa suuremman datamäärän lähettämistä samassa ajassa. palveluntarjoajilla on

rajattu määrä lähetykskapasiteettia, joten palveluntarjoajien tulee tasapainotella lähetettävän materiaalin kuvatiheyden ja resoluution kesken, tarjoten kuitenkin mahdollisimman hyvälaatuista sisältöä katsojille.

Pappaksen ja Hindsin tutkimuksessa [Pappas and Hinds, 1995] selvitettiin tietokoneella miten alhainen kuvien toistotiheys vaikuttaa tietokoneella tapahtuvan videotoiston havaittuun laatuun. Alle viisi kuvaa sekunnissa sisältävästä videosta ei pidetty lainkaan. Aptekerin ja kumppaneiden [Aptecker *et al.*, 1994] tutkimuksessa selvitettiin myös videoiden katsottavuutta eri toistotiheyksillä. Kun viisi kuvaa sekunnissa sisältävää videota verrattiin 30 kuvaa sekunnissa sisältävään, tippui katsottavuus 43 - 64 % riippuen katsottavasta sisällöstä. McCarty ja kumppanit [McCarty *et al.*, 2004] testasivat mobiililaitteella jalkapallon katsomista ja alle 12 kuvaa sekunnissa toistettu videokuva koettiin vähemmän hyväksyttäväksi.

3.2.4. Resoluutio

Jumisko-Pyykkö ja kumppanit [Jumisko-Pyykkö *et al.*, 2006], Song ja kumppanit [Song *et al.*, 2004], sekä Knoche ja kumppanit [Knoche *et al.*, 2005] ovat tutkineet videokuvan resoluution vaikutusta käyttäjän havaitsemaan laatuun. Yleisesti korkearesoluutioisempi kuva havaittiin paremmaksi verrattuna pienempiresoluutioiseen (molemmat resoluutiot käyttivät samaa datamäärää eli korkearesoluutioisemmassa yhtä kuvapikseliä kohden oli käytettävissä vähemmän kaistaa). Havaittu laatu riippui kuitenkin osin katsotusta sisällöstä [Knoche *et al.*, 2005]. Esimerkiksi jalkapallon katsominen tuli mielekkäämmäksi resoluutiota kasvattamalla, mutta uutisia katsellessa suurin kokeiltu resoluutio ei ollutkaan mielekkäin. Yleisesti ottaen katsojat kokevat videon resoluution vaihtelut ärsyttävämmäksi kuin kuvan nykimisen [Wang *et al.*, 2003].

3.2.5. Kuvan- ja äänenlaatu

Videon laatu koostuu videon kuvanlaadusta ja videon äänenlaadusta. Koetut kuvan- ja äänenlaadut yhdistettynä eivät kuitenkaan välttämättä ole sama kuin koettu videon laatu [Hands, 2004], [Jumisko-Pyykkö, 2008]. Winklerin ja Fallerin tutkimuksessa [Winkler and Faller, 2005] saatiin selville, että yksikanavaisen (mono) äänen käyttäminen saattaa joissain tapauksissa johtaa parempaan koettuun videon laatuun ja että monimutkaisemmissa kohtauksissa tulisi äänelle varata tavallista enemmän kaistaa. Neumannin ja kumppaneiden tutkimuksessa [Neumann *et al.*, 1991] selvisi, että koettua videon laatua voidaan parantaa videon äänenlaatua parantamalla. Tämä ei kuitenkaan pätenyt kaikilla kokeilluilla sisältötyypeillä (yhdeällä kolmesta). Knochen ja kumppaneiden tutkimuksessa [Knoche *et al.*, 2005] videon laatu koettiin

paremmaksi videon äänenlaadun ollessa alhaisempi. Videon laatu ei siis ole yksiselitteinen ja osa tutkimustuloksista on selkeästi ristiriidassa keskenään.

3.2.6. Tekstityksen luettavuus

Knoche ja kumppanit [Knoche *et al.*, 2006] ovat tutkineet myös tekstityksen luettavuuden vaikutusta videon laadun hyväksyttävyyteen. Tutkimuksessa saatiin selville, että tekstityksellä on suuri vaikutus videon havaittuun kokonaislaatuun ja tekstitys olisi parempi lähettää erillään kuvasta, jolloin päätelaite näyttää tekstiä kuvan päällä. Tekstitys toimisi siten samaan tapaan kuin esimerkiksi YLE:n tekstitykset digitelevisiossa.

3.3. Palvelun käytettävyys ja käyttötilanteet

Palvelun käytettävyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten konteksti jossa palvelua käytetään, miksi palvelua käytetään ja missä palvelua käytetään. Toki palvelun käytettävyyteen vaikuttaa myös kuinka itse palvelu on toteutettu. Monet mobiilisovellusten ohjeistukset pätevät hyvin myös mobiilitelevisiossa [Knoche and Sasse, 2007]. Sercon on myös tehnyt mobiilitelevisiolle suunnatun ohjeistuksen [Serco, 2006]. Myös mobiilin webin käytössä saadut tulokset ja ohjeet pätevät osittain varmasti myös mobiilitelevision puolella, varsinkin jos mobiilitelevision on toteutettu web-käyttöliittymällä.

Alla listattuna Sercon suunnitteluohjeistuksen keskeisin sisältö:

- Tarjoa ladattavaa (on-demand) sisältöä, kuten urheilun huippuhetkiä, suosittuja sarjoja ja elokuvia.
- Keskity enemmän perinteisen television sisällön toimittamiseen mobiilitelevisioon, eikä erityisesti mobiiliin tehtyyn sisältöön.
- Kaiken sisällön tulisi olla helposti saatavilla yhden mobiilitelevision kautta, jossa reaaliaikainen sisältö ja ladattava sisältö on selkeästi erotettu toisistaan.
- Vältä vaikeita termejä, kuten "streaming", joita käyttäjät eivät välttämättä ymmärrä.
- Käyttäjät haluavat päästä katsomaan mobiiliteleviointia helposti ja nopeasti: tee mobiiliteleviointille jokin pysyvä linkki puhelimen valikkoon. Myös erillinen mobiiliTV-näppäin laitteessa nopeuttaa katsomisen aloitusta.
- Kanavalistauksen ja ohjelmiston tulee olla selkeästi jaoteltu ja mahdollisesti samalla tavalla kuin digitelevisio EPG (electronic program guide).

- Ohjelmistossa tulisi näkyä mitä tällä hetkellä on lähetyksessä ja mitä seuraavaksi on tulossa.
- Jos kaikki esitettävä materiaali ei mahdu kerralla näyttöön tee selkeäksi, että se jatkuu (puolikas tekstirivi näkyvillä tms.).
- Tee selkeäksi, minkälaista sisältöä linkkien takaa löytyy (esim. videota vai tekstiä).
- Vältä suorien lähetyksen täydellistä katkeamista. Jos katkos on välttämätön, varmista että edes ääni tulisi katkeamattomana.
- Näytä käyttäjälle jokin tieto siitä, koska lähetys alkaa näkyä ruudulla (esim. latauspalkki)
- Tee mahdolliseksi ohjelmatietojen selaaminen lähetystä katsellessa.
- Tarjoa käyttäjälle helposti saatavilla olevaa ohjeistusta mobiiliTV-palvelun käytöstä.

3.3.1. Motivaatio

Perinteisen television katsomisen motiiveja on tutkittu jo suhteellisen paljon, mutta vastaavat tutkimukset mobiilitelevisiota koskien ovat vähäisiä. Monet perinteisen television motivaatiotekijät ovat sosiaalisia, eivätkä päde mobiilitelevisioon. Mobiilitelevisiota katsotaan pieneltä näytöltä ja katselukulma ei välttämättä ole kovinkaan suuri. Mobiilitelevisiota ei mahdu katsomaan monta yhtä aikaa ja itse laitteen (mahdollisesti matkapuhelin) luonne on yksityinen, joka vähentää omalta osaltaan yhteiskäyttöä [Knoche and Sasse, 2007]. Repo ja kumppanit [Repo *et al.*, 2003] kuitenkin raportoivat, että mobiilivideoita katsottiin yhdessä muun muassa karaokea laulaen metrossa, joten poikkeuksiakin löytyy. Tulevaisuudessa mobiilitelevisiota voidaan ehkä katsella yhdessä monelta eri laitteelta käyttäen apuna vuorovaikutteisia lisäpalveluja. Niiden avulla katsojat voivat esimerkiksi keskustella keskenään ohjelmaa katsottaessa, kuten Schatz ja kumppanit ovat esittäneet [Schatz *et al.*, 2007].

3.3.2. Katsomispaikka

Yleisimpiä mobiilitelevisiion katselupaikkoja [Mäki, 2005] ovat julkiset kulkuvälineet, koti ja työpaikka (kyseisessä järjestyksessä). Samankaltaisia tuloksia on saatu myös muissa mobiilitelevisiokokeiluissa [Södergård, 2003], [Cui *et al.*, 2007], [Ikonen, 2006], [Arqiva and O2, 2006]. Kotona katsottaessa mobiilitelevisiion katsomiskokemukseen vaikuttaa vertaaminen perinteiseen televisioon. Mobiilitelevisiolähetyksessä voi olla viiveitä. Joissain tilanteissa mobiilitelevisiion viive (jopa yhden minuutin [Lemay-Yates Associates Inc.,

2005]) saattaa aiheuttaa harmia käyttäjälle, kuten vuorovaikutteisissa peliohjelmassa tai vedonlyönnissä, joissa viivettä ei saisi olla. Myös mobiilitelevision yhteensopivuus kodin muiden viihdelaitteiden kanssa on eri kuin perinteisen television.

3.3.3. Katsomistottumukset

Södergårdin [Södergård, 2005] mobiiliTV-kokeilussa käyttäjien keskimääräisen katselukerran pituus oli vähemmän kuin 10 minuuttia. Tämä pitää ottaa huomioon tarjottavan sisällön pituudessa. Sisällön pituus vaikuttaa myös siihen, kuinka kauan käyttäjät mahdollisesti ovat valmiita käyttämään aikaa palvelussa navigointiin ja sisällön avaamiseen. Oxfordin DVB-H-kokeilussa keskimääräisen katselukerran pituus oli 24 minuuttia [Arqiva and O2, 2006], joten keskimääräisissä katseluajoissa on suuriakin eroja eri kokeilujen välillä.

Mobiilitelevisiota katsotaan pitkin päivää, eikä sillä ole selkeästi parasta katseluaikaa (prime-time), kuten perinteisellä televisiolla. Useimmiten mobiilitelevisiota katsotaan kuitenkin aamulla tai illalla [Arqiva and O2, 2006], [Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, 2006].

Korean SDMB-mobiiliTV -kokeilussa [Cui *et al.*, 2007] selvisi, että mobiilitelevision katsominen on oivallinen tapa tappaa aikaa odotellessaan jotakin. Sama selvisi myös Mäen tutkimuksessa [Mäki, 2005]. Korean kokeilussa selvisi myös, että mobiilitelevision katselun aloittaminen joidenkin aktiviteettien välissä olevalla vapaa-ajalla vaatii pidemmän tauon (macro break) kuin aiemmissa tutkimuksissa esitetyn lyhyen tauon (micro break). Syynä tähän on aika, joka kuluu mobiiliTV-sovelluksen avaamiseen, signaalin vastaanottoon ja kanavan valitsemiseen.

3.3.4. Vuorovaikutteisuus

Mobiilitelevision vuorovaikutteisuus koostuu kahdesta eri asiasta: käyttäjän vuorovaikutuksesta itse päätelaitteen ja mobiiliTV-sovelluksen/palvelun kanssa, sekä käyttäjän vuorovaikutuksesta mobiilitelevisiossa olevien vuorovaikutteisten palveluiden kanssa.

Käyttäjä olettaa mobiilitelevision käynnistyvän helposti ja mobiilitelevision löytyvän selkeästi puhelimen valikoista [Stockbridge, 2006]. Palvelun käyttöliittymän tulee myös tarjota käyttäjälle välineet, joiden avulla mahdollisia vuorovaikutteisia lisäpalveluja voidaan käyttää.

Eräs mobiilitelevision etu perinteiseen televisioon nähden on valmis paluukanava, joka sisältää helpot laskutusominaisuudet (datasiirtomaksu, puhelumaksu jne.), joiden avulla maksullisten sisältöjen ja palveluiden käyttö sujuu vaivattomasti.

Huonosti toteutettu vuorovaikutteisuus voi vaikuttaa katsomiskokemukseen erittäin negatiivisella tavalla, kuten esimerkiksi Etelä-Korean mobiiliTV-kokeilussa, jossa kokeiltiin käyttäjien laskuttamista heidän katsomansa määrän mukaan. Käytöstä tuli hankalaa, koska lähetetyn sisällön perille tuleminen piti jatkuvasti tarkistaa ja tämä aiheutti katkoksia lähetysten katsomisessa [Knoche and Sasse, 2007].

3.4. Sisältö

Mobiilitelevisioon lähetetty sisältö on joko varta vasten mobiilitelevisioon tehtyä sisältöä, interaktiivista sisältöä tai perinteiselle televisiolle tehtyä sisältöä, joka vain lähetetään mobiiliverkossa. Tutkimusten mukaan [Mäki, 2005],[Knoche and McCarty, 2004] uutiset ovat käyttäjien mielestä mobiilitelevisioon tärkeintä sisältöä. Paljon katsottuja sisältöjä ovat myös musiikkivideot (viihde) [Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, 2006]. Useat käyttäjät myös odottavat, että mobiiliteleviossa on saatavilla vähintään samat kanavat kuin perinteisessä televisiossa [Serco, 2006].

3.4.1. Mobiilitelevisioon tehty sisältö

Pelkästään mobiilitelevisioon tehtyä sisältöä on vielä suhteellisen vähän saatavilla, koska sen tuottaminen on kallista yleisön pienuuteen nähden. Perinteisen television sisällöstä saadaan kuitenkin tehtyä paremmin mobiilitelevisioon sopivampaa esimerkiksi lyhentämällä jaksoja tai lähettämällä urheilutapahtumista pelkät lyhyet kohtaukset (eli pitkät kohtaukset leikataan pois) [Gwinn and Hughlett, 2005].

3.4.2. Uudelleen koodattu sisältö

Perinteisestä lähetyksestä voidaan muokata paremmin mobiiliin sopivaa muun muassa rajaamalla, lähentämällä tai visuaalisesti parantamalla sitä. Tällaisiin tarkoituksiin on kehitetty automaattisia järjestelmiä. Yksi ratkaisu olisi käyttää lähetyksen reaaliaikaista muuntamista mobiiliin sopivammaksi tunnistamalla perinteisestä lähetyksestä tärkein osa ja lähentää kuva siihen, jolloin epäolennainen voidaan poistaa [Holmstrom, 2003]. Myös automaattista uusinnantunnistusta, jonka avulla esimerkiksi urheilulähetyksistä saataisiin nopeasti muodostettua kooste ja lähetettyä mobiilitelevisioon, on kehitetty [Voldhaug *et al.*, 2005].

4. 3G- ja DVB-H-kenttätestaus

3G- ja DVB-H-testaus suoritettiin kenttätestinä Helsingin alueella syystalvella 2006. Elisa luovutti käyttäjille (10 kpl) Nokian N92-malliset prototyyppi-puhelimet. Samalla Elisa ohjeisti molempien kenttätestissä testatun palvelun käyttöön. Tämän jälkeen haastattelimme koekäyttäjät. Testattavina palveluina olivat Elisan ElisaTV, joka toimi 3G-verkon ylitse videolähetysvirtana ja DVB-H-lähetys, joka toimi Digitan lähetyksverkossa. Seuraavaksi esitellään Helsingin kenttätestin testiympäristö, päätelaite, käyttäjät ja käytetyt menetelmät sekä testatut palvelut. Tämän jälkeen esitetään kenttätestin tulokset.

Minun osuuteni kenttätestissä oli sen suunnittelu ja toteutus yhdessä muiden tutkijoiden kanssa. Osallistuin haastatteluihin ja niissä kerättyjen aineistojen analysointiin.

4.1. Testiympäristö

Kenttätestausjakso suoritettiin Helsingin ympäristössä, jossa oli suhteellisen hyvä 3G-verkon kattavuus ja testausjakson aikana se oli ainut seutu, jolla DVB-H-verkon lähetykset voitiin vastaanottaa. Kaikilla käyttäjillä oli käytössään Elisan matkapuhelinliittymät, joten 3G-tv testattiin Elisan verkossa. Liittymien kustannukset maksoivat heidän työnantajansa. Käyttäjät käyttivät lainaksi saamiaan testipuhelimia pääasiallisina matkapuhelimitaan, joten se kulki mukana sinne, missä käyttäjätkin liikkui. DVB-H-lähetyksiä ei aina ollut saatavilla jos koekäyttäjä matkusti pois pääkaupunkiseudulta. Lähetykset lähetettiin Digitan kaupallisessa mobiiliTV-verkossa ja testiympäristö vastasi täysin aitoja katseluolosuhteita ja paikkoja. Kuvassa 2 näkyy DVB-H-verkon kattavuus pääkaupunkiseudulla kokeilun aikana.



Kuva 2. DVB-H-verkon näkyvyysalue kenttäkokeen aikana. [Digita, 2007]

4.2. Nokia N92-päätelaite

Nokian N92-puhelin (Kuva 3) oli kokeilun aikana ainut mahdollinen päätelaite DVB-H-mobiilitelevision testaukseen, koska muita DVB-H-standardia tukevia laitteita ei ollut saatavilla Suomessa. Tavallisten puhelin- ja datasiirto-ominaisuuksien, kameran ja DVB-H-virittimen lisäksi N92 sisältää myös mahdollisuuden DVB-H-lähetyksen tallentamiseen myöhempää katselua varten, ja se toimii siis myös eräänlaisena henkilökohtaisena tallentavana digiboksina. Näyttönä laitteessa on 2.8-tuumainen, 320x240 pikselin tarkkuuksinen QVGA-aktiivimatriisinäyttö (Quarter Video Graphics Array), joka pystyy toistamaan 16 miljoonaa väriä. Näyttö on myös mahdollista kääntää 90-asteen kulmaan, mikä tekee televisio-ohjelmien ja videotiedostojen katsomisesta luontevampaa. Laite sisältää myös WLAN:in.



Kuva 3. Nokia N92 päätelaite [Nokia, 2008].

4.3. ElisaTV- ja DVB-H-sovellukset

ElisaTV toimii kaikilla päätelaitteilla, jotka kykenevät toistamaan RealNetworksin (<http://www.realnetworks.com>) videoformaattia ja sisältävät WAP-selaimen. Lisäehtona käytölle on myös Elisan tai Kolumbuksen matkapuhelinliittymän käyttäminen.

ElisaTV:oon pääsee puhelimen valikossa sijaitsevan ElisaTV-kuvakkeen valitsemalla, jonka jälkeen kuvaruudulla näytetään kaikki ElisaTV:ssä saatavilla olevat kanavat. Näkymä on itse asiassa tavallinen WAP-sivu, joka sisältää kanavaikonien lisäksi niiden alla olevat linkit vastaaviin videolähetysvirtoihin (Kuva 4). Linkeissä on vaihtoehdot hitaammalle ja nopealle tiedonsiirrolle, riippuen käytetyn datayhteyden nopeudesta. Kanavia voidaan katsoa siis myös hieman vanhemmilla päätelaitteilla, jotka eivät kykene nopeisiin 3G-yhteyksiin. Videon kuvan- ja äänenlaatu on toki alhaisempi vanhemmilla päätelaitteilla.



Kuva 4. ElisaTV:n valikkonäkymä [Elisa, 2008].

Kanavia katsotaan klikkaamalla halutun kanavan linkki, joka käynnistää päätelaitteen RealPlayer-sovelluksen. Realplayer avaa tämän jälkeen videolähetysvirran katseltavaksi. Katselu lopetetaan sulkemalla RealPlayer-sovellus. Katseltavaa kanavaa vaihdetaan sulkemalla RealPlayer ja valitsemalla toisen kanavan linkki ElisaTV:n valikosta, joka avaa RealPlayerin uudelleen ja näyttää eri kanavan videolähetysvirtaa.

Koekäyttöjakson aikana ElisaTV:ssa olivat nähtävillä seuraavat kanavat: BBC World, CNBC Europe, Eurosport, Fashion TV, MTV3 extra, Nelonen, SubTV, The Voice sekä YLE. Englanninkielisiä näistä kanavista olivat BBC:n ja CNBC:n uutiskanavat, Eurosportin urheilukanava ja Fashion TV.

Lisäksi lyhyen ajan koekäyttöjaksosta olivat käytössä myös Bloombergin talouskanava ja Tapahtuma TV, joihin käyttäjät eivät kuitenkaan ehtineet kunnolla tutustua kokeilun aikana. Bloomberg-kanavan sisältö koostui talouselämään liittyvästä sisällöstä, kuten talousuutisista ja pörssiin liittyvistä ohjelmista. Tapahtuma TV:ssa esiteltiin erilaisia tapahtumia ja kanavalle oli suunniteltu vuorovaikutteisia lisäpalveluita, kuten lipun ostaminen suoraan mobiilitelevisiion kautta. Lisäksi ElisaTV:ssa oli tarjolla elokuvatrailereita ja ohjelmakatkelmia, sekä joidenkin henkilöiden itsensä tekemiä kotivideoita.

DVB-H-lähetystyksiä katsotaan Nokia N92:n valikosta käynnistämällä erillinen MobiiliTV-sovellus (Kuva 5). Ensimmäisellä käyttökerralla sovellus hakee käytössä olevat ohjelmaoppaat ja kanavat. Hakujen jälkeen käyttö on suhteellisen helppoa ja suoraviivaista. Kanavien vaihtaminen ja äänenvoimakkuuden säätäminen tapahtuvat puhelimen selausnäppäintä käyttäen. Halutessaan käyttäjä voi myös syöttää kanavan numeron suoraan puhelimen näppäimistön avulla hypätäkseen suoraan tietylle kanavalle. Mobiilitelevisio-sovellus sisältää myös elektronisen ohjelmaoppaan EPG:n

(Electronic Program Guide), jonka avulla voidaan katsoa mitä eri kanavien ohjelmistoissa on meneillään ja mitä myöhemmin on tulossa. Katselu lopetetaan sulkemalla MobiiliTV-sovellus.



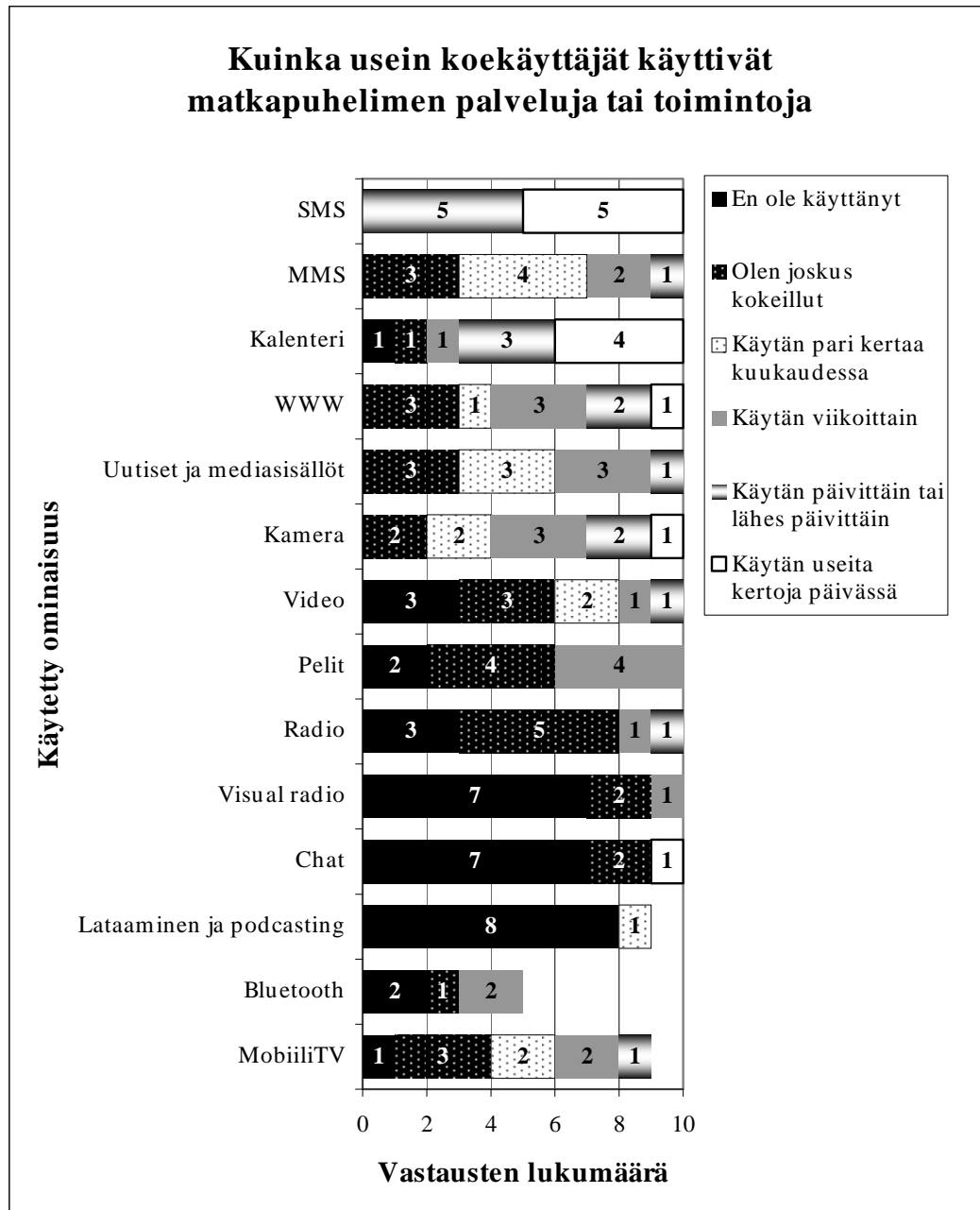
Kuva 5. Vasemmalla – MobiiliTV:n katsominen aloitetaan käynnistämällä MobiiliTV-sovellus puhelimen valikosta. Keskellä – MobiiliTV-sovellus käynnissä. Oikealla – MobiiliTV:ssä kanavan vaihtaminen sujuu selausnäppäintä käyttäen tai numeroilla.

4.4. Käyttäjät

Kaikki kokeiluun osallistuneet käyttäjät olivat Elisa Oyj:n työntekijöitä. Elisa oli saanut Nokialta lainaan N92-prototyyppipuhelimia, joita kokeilussa käytettiin ja puhelimia ei voitu luovuttaa ulkopuolisten käyttöön.

Kokeiluun osallistui 10 koehenkilöä, joista neljä oli miehiä ja loput kuusi naisia. Iältään koekäyttäjät olivat 24-56-vuotiaita (keski-ikä 39,2 vuotta). Koekäyttäjät olivat käyttäneet matkapuhelinta keskimäärin 12 vuotta ja omistaneet tai käyttäneet noin 10 eri matkapuhelinmallia tuona aikana. Koehenkilöt käyttivät puhumisen ja tekstiviestien lisäksi ahkerasti myös matkapuhelintensa erityisominaisuuksia; Internetiä puhelimellaan käytti kuusi kymmenestä viikoittain tai useammin, seitsemän kymmenestä lähetti multimediatekstejä (MMS) vähintään kerran kuussa, neljä kymmenestä käytti viikoittain tai useammin puhelimellaan uutis- ja mediasisältöjä, kuusi käytti puhelimensa kameraa viikoittain. Ominaisuuksien käyttö on kuvattuna kuvassa 6.

Voidaan siis todeta, että koekäyttäjät käyttivät matkapuhelimiaan suhteellisen paljon ja monipuolisesti verrattuna tavallisiin käyttäjiin, johtuen tietysti osittain siitä, että he kaikki olivat töissä operaattorilla.



Kuva 6. Helsingin kenttäkokeen koekäyttäjien aikaisempi matkapuhemien ominaisuuksien käyttökokemus.

4.5. Menetelmät

Kenttäkokeilussa suoritettiin alkuhaastattelut, jonka yhteydessä kerättiin tietoa taustatieto- ja alkuhaastattelulomakkeilla ja luovutettiin kokeilulaitteet. Samalla opastettiin myös nopeasti palveluiden käyttö ja mitä tutkimuksessa haluttiin tutkia. Koekäyttäjille annettiin kokeilujakson ajaksi myös mediapäiväkirjat, joihin he saattoivat kirjata missä, mitä ja koska he mobiilitelevisiota olivat

katsooneet. Mediapäiväkirjojen täyttö jäi kuitenkin suhteellisen vähäiseksi, koska se koettiin työlääksi. Käyttäjää kehoitettiin ottamaan myös kuvia tyypillisistä katselutilanteista puhelimen omalla kameralla. Noin kuukauden kenttäkoejakson jälkeen haastattelimme koekäyttäjät ja he täyttivät loppuhaastattelulomakkeet.

4.6. Tuloksia

Mobiilitelevisiion katsomiskokemuksen määritelmästä poiketen päätelaitteen käytettävyyttä ei varsinaisesti tutkittu, koska se olisi vaatinut syvällisempää tutustumista käytettyyn testilaitteeseen, johon meillä ei ollut mahdollisuutta päätelaitteiden vähäisen saatavuuden takia.

4.6.1. Tekninen suorituskyky ja luotettavuus

3G-verkon yhteysongelmat aiheuttivat käyttäjien mielestä häiriöitä mobiilitelevisiion käytössä koekäyttöjakson aikana. Vaikka kaikki koekäyttäjät asuivat Helsingin alueella, jotkut heistä eivät voineet katsella ElisaTV:ta kotonaan, koska 3G-verkko ei yltänyt sinne asti. Yleensäkin 3G-verkko toimi suhteellisen epävakaasti, mikä aiheutti sen, että ElisaTV:n katsominen ei ollut aina halutessa mahdollista. DVB-H-verkko toimi tässä suhteessa paljon luotettavammin ja oli kattavammin saatavilla eri paikoissa. Myös säätilan epäiltiin vaikuttavan enemmän 3G-televisiion vastaanottoon kuin DVB-H-vastaanottoon:

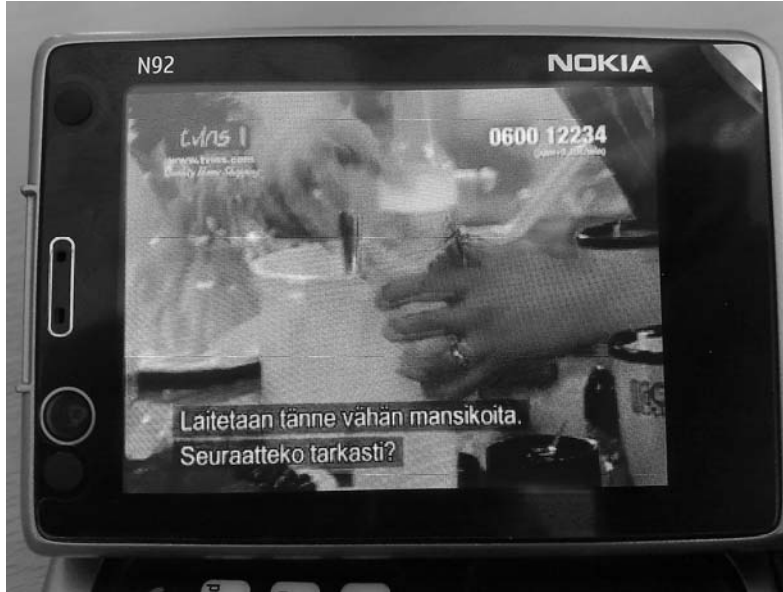
"Eilen, kun satoi kaatamalla, en pystynyt katsomaan ElisaTV:ta bussissa, koska lähetys pätki jatkuvasti... joten ehkä on mahdollista, että säätila vaikuttaa datasiirtoon " (Mies, 56)

Lähetystekniset ongelmat, kuten lähetyksen laatu (signaalin äkillinen heikkeneminen), joista aiheutui kuvan ajoittaista pirstalotuimista, vaikutti osaltaan katselukokemukseen ja siihen, että käyttäjät eivät voineet aina täysin hyötyä mobiiliteleviisistä.

Koekäyttäjät huomasivat kuvan- ja äänenlaadussa, sekä tekstityksen erottuvuudessa selkeää eroa. DVB-H oli kaikin puolin parempilaatuinen, kun taas ElisaTV:n 3G-vastaanotossa laatu vaihteli suurestikin:

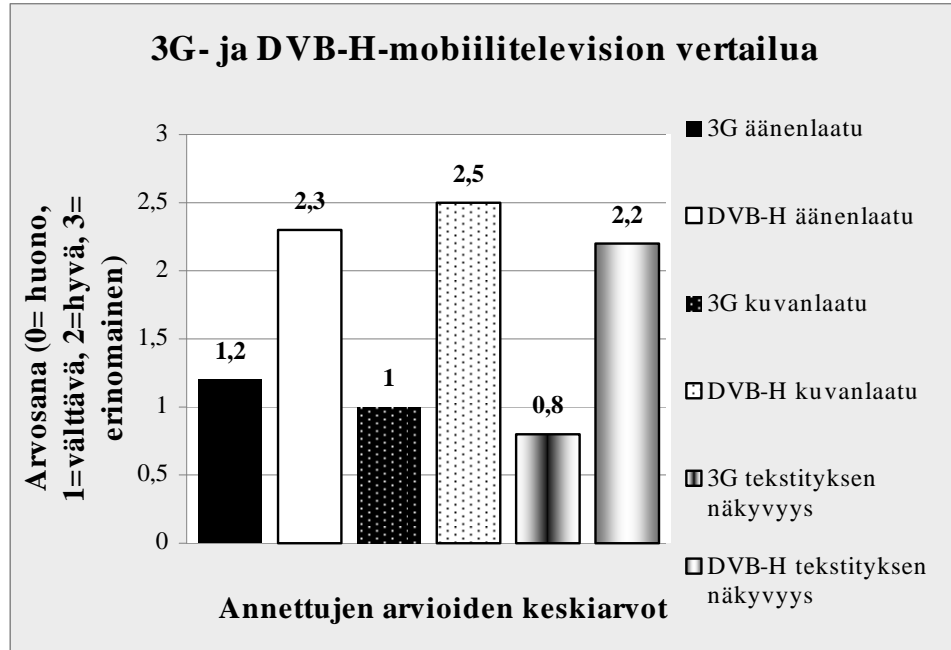
"(DVB-H) Mobiiliteleviisiota parhaimmillaan, todella hyvälaatuista. Kuva, ääni ja tekstitys, kaikki. En tiedä miten tämänkokoisella ruudulla voisi enää toimia tätä paremmin." (Mies, 42)

Tekstityksen laatua pidettiin tärkeänä asiana. Esimerkiksi Bloomberg-kanavan (ElisaTV) talousuutisten tekstityksistä oli vaikea saada selvää tekstityksen pienuuden ja sivullevierityksen takia. DVB-H-lähetyksissä tekstityksestä saatiin yleisesti hyvin selvää [Kuva 7].



Kuva 7. DVB-H-lähetyksen tekstitystä.

Käyttäjiä pyydettiin arvioimaan neliportaisella asteikolla 3G- ja DVB-H-mobiilitelevisioiden äänen- ja kuvanlaatua, sekä tekstien näkyvyyttä eli kuinka luettavia lähetyksen tekstitykset ovat. Kuvassa 8 on esitetty kyselyn tulokset, joista huomataan selvästi DVB-H-lähetyksen parempi laatu verrattuna 3G-tekniikkaan.



Kuva 8. Käyttäjien tekemä äänen- ja kuvanlaadun, sekä tekstin näkyvyyden arviointi 3G- ja DVB-H-mobiilitelevisiossa.

Erot laaduissa aiheuttivat sen, että koekäyttäjät käyttivät DVB-H-vastaanottoa 3G-vastaanoton sijaan pääasiallisena mobiilitelevisionaan. Katseluaikat olivat keskimäärin noin viidestä kymmeneen minuuttiin, koekäyttäjien itsensä kertomien tietojen mukaan. Pisimmät katselukerrat olivat jopa 20 - 40 minuutin pituisia. Vieläkin pidempiä katseluaikoja olisi voinut olla, mutta DVB-H-lähetysten kantama tai 3G-verkon peittoalue ei ollut tarpeeksi suuri katseluun esimerkiksi pidemmällä matkoilla:

"Mobiilitelevisio olisi todella hyödyä viihdettä matkoilla, mutta jos lähdit esimerkiksi Itä-Suomeen junalla, 3G-verkon peittoalua loppui hyvin nopeasti." (Nainen, 27)

Mobiilitelevision katselukerran pituuteen vaikutti siis myös 3G- ja DVB-H-lähetysten kantama.

4.6.2. Palvelun käytettävyys ja käyttötilanteet

ElisaTV 3G-mobiiliteleviointia ja DVB-H-televisiointia pidettiin yleisesti helpokäyttöisinä sovelluksina, joiden käyttöön ei tarvittu minkäänlaista erityisosaamista. Käytön oppiminen oli kuitenkin paljon helpompaa sellaisille henkilöille, jotka olivat jo aikaisemmin tutustuneet äly- ja

multimediapuhelimiin. Kokemattomampien käyttäjien oli vaikeampi löytää ElisaTV:n kuvake puhelimen valikoista ja puhelimen eri toimintojenkin löytäminen oli paljon haastavampaa. Uuden käyttöliittymän oppiminen vei aikansa, mutta pienen harjoittelun jälkeen käyttö onnistui suhteellisen hyvin:

"Jouduin etsimään sitä hiukan aluksi. ..Kun se (ElisaTV) esiteltiin meille näytti se niin helpolta, mutta kun kokeilin sitä itse, mietin mistä se taas löytyikään." (Mies, 42)

"Se oli helppoa minulle, koska käytän tällaisia sovelluksia päivittäin, mutta jos en olisi niin luulisin, että sitä olisi ollut paljon vaikeampi käyttää." (Nainen, 31)

Itse ElisaTV-sovelluksessa eri kanavien löytäminen ja avaaminen koettiin helpoksi, jopa helpommaksi kuin DVB-H:n mobiiliTV-sovelluksessa. ElisaTV:ssa kanavat esitettiin yksinkertaisessa ja selkeässä muodossa, kun taas DVB-H-sovellus oli hiukan monimutkaisempi ja epäselvempi:

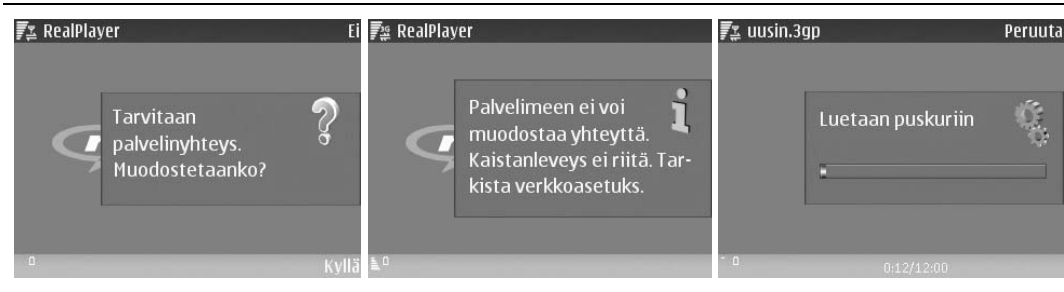
"ElisaTV:ssa kanavavaihtoehdot olivat selkeämmin esillä kuin DVB-H:ssa. DVB-H-sovelluksessa jos et tiennyt mitä klikata seuraavaksi, oli se oli todella vaikeaa. Jos esimerkiksi klikkasit kolme kertaa, saatoit päätyä jollekin radiokanavalle. Jos et tiennyt vaihtoehtoja etukäteen, käyttö oli aika epäkäytännöllistä" (Nainen, 31)

ElisaTV:n sanottiin olevan jokseenkin hidas käyttää, koska erityisesti monet vahvistukset (esimerkiksi sallitaanko verkkoyhteys) Realplayer-sovelluksessa kuluttivat aikaa ennenkuin lähetyksiä voitiin katsella (Kuva 9). Käyttäjien mielestä mobiilitelevisiokanavan avaamiseen ei saisi kulua enempää kuin 30 sekuntia:

"- Se oli aika nopeaa, mutta jos latausta oli jäljellä vain pari palkkia niin ei kannattanut yrittää. Pitää olla kunnolla latausta jäljellä, jotta viitsii yrittää..."

- Mikä sinun mielestäsi on liian hidasta mobiilitelevisiolle?

- Jos aloitat katsomaan jotain ja lähetys pätkee... tai jos aloittaa lataamaan eikä toimikaan... Sanoisin että 30 sekuntin odotusaikakin on liikaa"



Kuva 9. Vasemmalla – Realplayerin kyselyt hidastivat 3G-lähetysvirran katselua. Keskellä – Realplayerin virheilmoitus 3G-verkon signaalin heikennyttyä ja nopeuden laskettua. Oikealla – Realplayer luki yhteyden hidastellessa videota soittimen puskurimuistiin.

Mobiilitelevisio koettiin hyödylliseksi paikoissa, joissa perinteistä televisiota ei ollut saatavilla. Tällaisia tilanteita olivat julkiset kulkuvälineet, jonkin odottaminen tai kun käyttäjällä oli ylimääräistä aikaa:

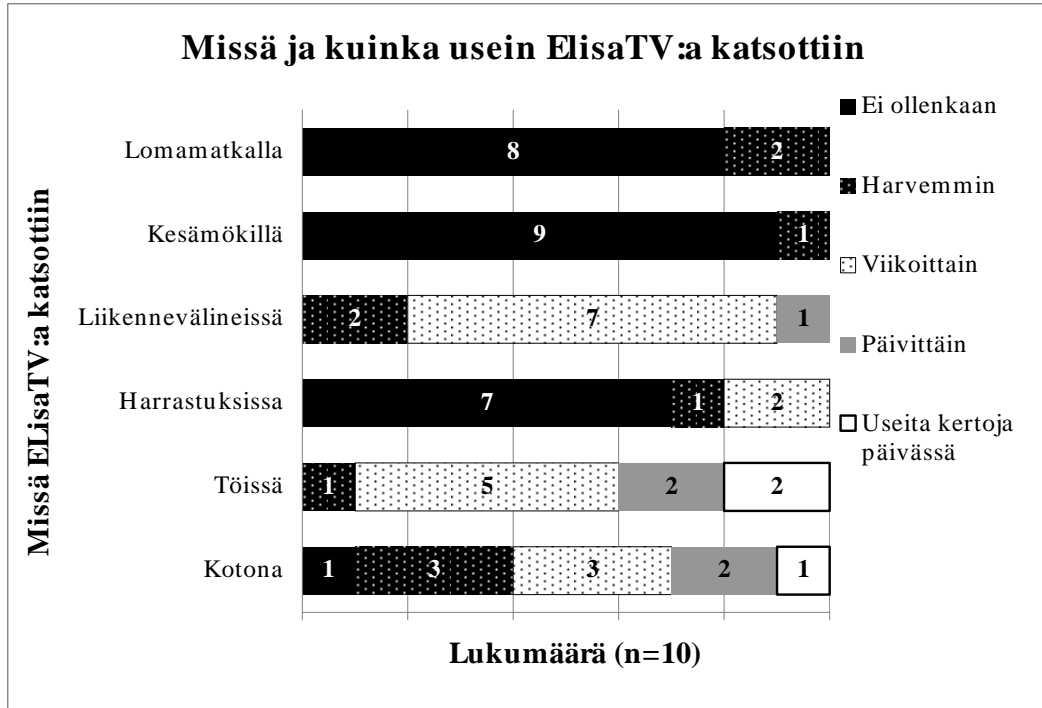
”Katsoin uutiset päivittäin bussissa matkalla töihin” (Nainen, 45)

Useimmat käyttäjät katselivat mobiilitelevisiota julkisissa kulkuvälineissä vähintään kerran viikossa. Suurin osa heistä katseli sitä myös vähintään kerran viikossa myös töissä ja kotona. Kotona katselu oli kuitenkin osaksi kokeiluun osallistumisen ansiota. Töissä mobiilitelevisiota esiteltiin työkavereille, jotka olivat usein todella vakuuttuneita.

Monet koekäyttäjät olivat ylpeitä päästessään esittelemään mobiilitelevisiota ystävilleen ja sukulaisilleen vaikka useimmiten käyttivät mobiilitelevisiota kuitenkin yksin. Yleensä katselulla oli viihteellinen tai hyödyllinen tarkoitus kuten TV-uutisten katsominen. Osa koekäyttäjistä olisi halunnut käyttää mobiilitelevisiota kesämökeillään tai lomaillessaan, mutta koekäyttöjakson aikana tähän ei ollut mahdollisuutta. Kuvassa 10 nähdään yhteenvedona missä ElisaTV:a katsottiin ja kuinka usein.

Yksi koekäyttäjä esitteli mobiilitelevisiota junassa tullessaan pois jääkiekko-ottelusta:

”Juna oli aika täynnä ihmisiä, jotka poistuivat ottelusta. Laitoin päälle urheiluruudun. Kaikki hiljenivät ja olivat uteliaita, miten ottelusta kerrottaisiin mobiiliuutisissa.” (Mies, 52)



Kuva 10. Missä ElisaTV-mobiilitelevisiota katsottiin ja kuinka usein.

Kun mobiilitelevisiota katsottiin yleisillä paikoilla, kuten yleisissä kulkuvälineissä, käytettiin useimmiten korvakuulokkeita. Jos kuulokkeet eivät olleet käytössä, säädettiin äänenvoimakkuus alhaiseksi, jotta ei häirittäisi kanssamatkustajia.

Mobiilitelevisiota pidettiin selkeästi yksin käytettävänä laitteena, joka oli aika selvää pienen näytön ja matkapuhelimen luonteen takia. Mobiilitelevision katselu oli yksityistä, vaikkakin käyttäjät pitivät sen esittelystä ystävilleen ja perheenjäsenilleen. Sosiaalisissa tilanteissa mobiilitelevisio herätti positiivista kiinnostusta ja keskustelua:

"Tästä tulee hitti! Mistä tällaisen voi hankkia?" (Miehen, 35, ystävä)

Vastaukset vaihtelivat kysyttäessä vuorovaikutteisista lisäpalveluista. Eniten käyttäjiä kiinnostivat ostamiseen liittyvät palvelut ja esimerkiksi lippujen varaaminen palvelun kautta. Vuorovaikutteisuus yhdistettiin useimmiten juuri ostamiseen ja tuotteiden mainostamiseen. Erilaisista äänestyksistä tai kyselyistä ei juurikaan pidetty:

”Voisin kuvitella ostavani lippuja tai antavani palautetta...mutta en pitäisi kyselyistä, jotka vain halusivat kerätä rahaa, kuten esimerkiksi ”Maksaako ruoka mielestäsi liikaa? Lähetä mielipiteesi meille, palvelu maksaa kuusi euroa.” Haluaisin ennemminkin palveluita, jotka ovat hyödyllisiä, kuten äänestäminen jostain itselle läheisestä aiheesta kuten asemakaavoituksesta. Se olisi mielenkiintoista.” (Mies 36)

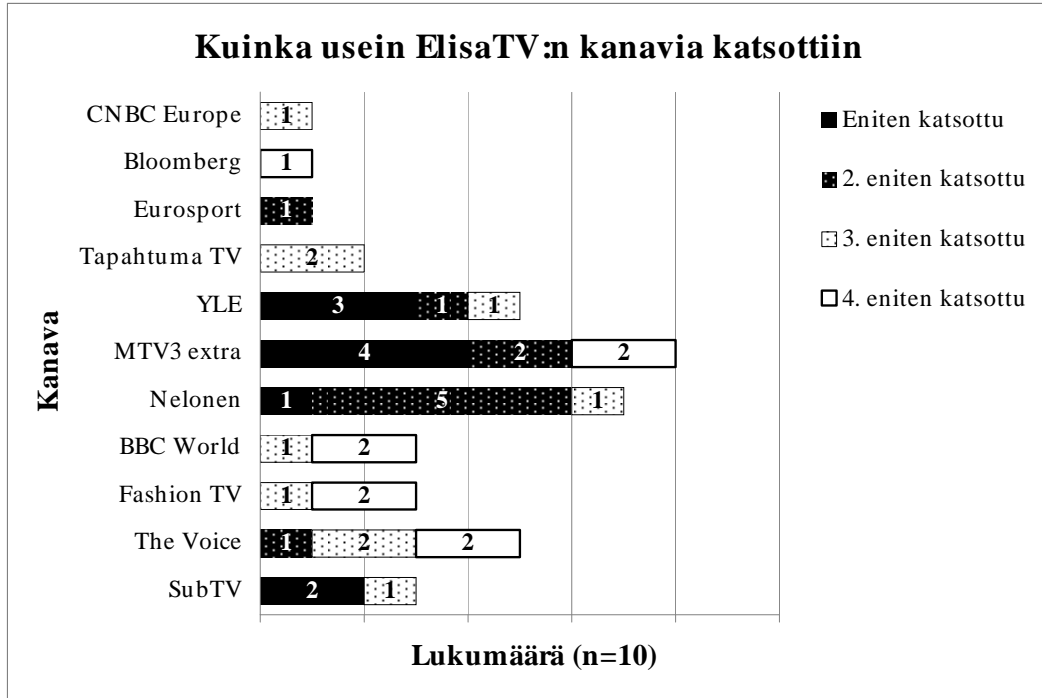
Käyttäjät olivat kiinnostuneita ostamisesta mutta eivät kuitenkaan haluaisi mainoksia kesken ohjelmien. Vuorovaikutteiset lisäpalvelut eivät saisi häiritä katselua:

”Joillain kanavilla voisi olla vuorovaikutteisuutta, mutta liika vuorovaikutteisuus häiritsisi. Televisio on rentoutumista varten ja vaatii jonkintasoista passiivisuutta.” (Nainen, 50)

4.6.3. Sisältö

Siihen mitä kanavaa katsottiin, vaikutti suuresti kanavan tuttuus eli tuttuja kanavia katsottiin eniten myös mobiilitelevisiosta. Kaikki koekäyttäjät pitivät kotimaisia kanavia (MTV3 extra, YLE, Nelonen ja SubTV) mielenkiintoisena sisältönä mobiilitelevisiossa. Kahdeksan kymmenestä koekäyttäjistä mainitsi MTV3:n neljän useimmin katsomansa kanavan joukossa. Seitsemän kymmenestä kertoi myös Nelosen olleen neljän useimmin katsomansa kanavan joukossa. Viisi, eli puolet käyttäjistä, valitsi myös YLE:n ja The Voice-kanavan jo mainittuun neljän joukkoon. Kolmella kymmenestä oli mainittuina Fashion TV, BBC ja SubTV. Muita katsottuja kanavia olivat CNBC, Eurosport, Bloomberg ja Tapahtuma TV. Kuvassa 11 on koottuna kuinka ElisaTV:n kanavia katsottiin.

Eniten katsottuja kanavia (MTV3 ja Nelonen), kuvailtiin tutuiksi, monipuolisiksi ja kiinnostaviksi. YLE:n kanavan kerrottiin olevan luotettava. The Voice kuvailtiin puolestaan viihdyttäväksi ja trendikkääksi. Osa käyttäjistä löysi myös kanavia, joita ei ikinä ennen ollut katsonut.



Kuva 11. Kuinka usein ElisaTV:n kanavia katsottiin.

Käyttäjät katsoivat mobiilitelevisiosta niin faktaohjelmia kuin fiktiotakin. Kotimaisia kanavia kuvattiin mobiiliTV-palvelun tärkeimmäksi osaksi, jonka kautta saa uutiset ja kaiken muunkin tärkeän tiedon. Tämän lisäksi käyttäjät pitivät kevyestä sisällöstä, kuten saippuasarjoista ja musiikista:

*"Saippuaopperat olisivat hyvää viihdettä julkisissa kulkuvälineissä."
(Nainen, 50)*

Monet käyttäjät pitivät TapahtumaTV:a melko kiinnostavana. Erityisesti sen interaktiivisia palveluja, kuten lippujen ostamista, pidettiin hyödyllisenä:

*"Se oli yllättävän mielenkiintoinen. Pidämme teatterista ja voisin ostaa liput suoraan palvelusta. Olisi myös hyvä jos voisi tehdä oman profiilin ja saada juuri sellaisia palveluja kun haluaa."
(Mies, 36)*

Joidenkin käyttäjien mielestä myös Bloombergin talouskanava oli kiinnostava. Elokuvienv trailerit ja harrastelijoiden tekemät videoleikkeet eivät

kiinnostaneet koekäyttäjiä. Lähes kaikilla käyttäjillä oli ongelmia löytää tai avata, esimerkiksi yhteysongelmien takia, joitain kanavia.

Mobiilitelevisiosta katsottu sisältö ei poikennut tavallisesta televisiosta katsotusta sisällöstä. Mobiilitelevisio kuitenkin muutti käyttäjien katselutottumuksia siten, että nyt käyttäjät pystyivät katsomaan lempiohjelmiaan paikasta riippumatta. Ohjelmien katseluaika oli lyhyempi ja käyttäjät saattoivat katsoa ohjelmista vain kiinnostavimmat osat:

”En jaksanut katsoa elokuvia loppuun asti, katsoin niitä noin 15 - 20 minuuttia. Luulen myös, että katsoin enemmän uutisia kuin yleensä.”
(Nainen, 29)

Sisällön tuttuus oli tärkein kriteeri mobiilitelevision sisällön valinnassa. Vuorovaikutteiset lisäpalvelut, kuten TapahtumaTV:n palvelut, nähtiin kiinnostavina, mutta lähinnä viihteellisinä tai joidenkin pienten asioiden ostamiseen tarkoitettuina alustoina.

Mobiilitelevision tärkeimpänä ominaisuutena pidettiin mukana kuljetettavuutta ja varsinkin ElisaTV:ssa kanavien määrää. Mukana kuljetettavuus mahdollisti television katsomisen missä tahansa esimerkiksi ajan kuluttamiseen. Joissain tapauksissa ElisaTV mahdollisti sellaisten ohjelmien katsomisen, joita ei tavallisesti kodin isosta televisiosta edes nähnyt ilman maksullisia kanavia. Kaikenkaikkiaan kokemukset tällaisesta monen erilaisen kanavan paketoivasta palvelusta olivat positiivisia. Vaikka käyttäjät katsoivat mobiilitelevision kautta paljon uutisia, oli mobiilitelevisio silti ennemminkin viihteellinen ja ajan kuluttamiseen käytetty ominaisuus kuin hyötykäyttöön käytetty.

Jotta mobiilitelevision käytöstä tulisi jokapäiväistä, pitäisi käyttäjien mielestä sisällön olla reaaliaikaisempaa ja katsojalle henkilökohtaisesti räätälöityä sisältöä.

5. Tilausvideot ja podcasting

Tilausvideot ja podcasting testattiin Tampereella käytettävyysslaboratoriossa marras-joulukuussa 2006 kymmenen koekäyttäjän kanssa. Itse osallistuin laboratoriotestin suunnitteluun ja toteutukseen, sekä tulosten analysointiin. Olin mukana jokaisessa suoritettussa testissä, joko koekäyttäjän kanssa laboratorion puolella testiä suorittamassa tai tarkkamossa tallentamassa testitilannetta videolle ja tekemässä muistiinpanoja. Olin myös mukana kehittämässä testattuja Podracing- ja Podsync-sovelluksia.

5.1. Testiympäristö

Testaus suoritettiin käytettävyysslaboratoriossa (Kuva 12) kahden tutkijan voimin. Toinen oli koehenkilön kanssa laboratorion puolella ja toinen tarkkaamon puolella. Testitilanne tallennettiin videokameroin, jotta kaikki mahdollinen informaatio saatiin talteen. Käytettävyysslaboratoriossa oli käytössä nopea WLAN-yhteys (8Mbit/s) ja testilaitteessa Soneran 3G-matkapuhelinliittymä.



Kuva 12. Testit suoritettiin VTT:n käytettävyysslaboratoriossa. Huone on tehty olohuonemaiseksi, jotta testaus sujuu mahdollisimman aidossa ympäristössä. Peililasien takana sijaitsee tarkkaamo.

5.2. Nokia N93-päätelaite

Laboratoriotesteissä päätelaitteena oli Nokian valmistama N93-malli (Kuva 13). Se valittiin lähinnä sen perusteella, että siinä on 90-astetta kääntyvä näyttö, joka mahdollistaa videoleikkeiden ja videolähetysvirtojen katsomisen vaakatasossa koko näytöllä. N93 vastasi ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvin kenttätesteissä käytettyä N92-mallia, jota laboratoriotestien aikaan ei vielä ollut julkisesti saatavilla. Myös myöhemmin esiteltävä, kokeilussa testisovelluksena

käytetty PodRacing-selain toimii parhaiten juuri vaakatasoon käännetyllä näytöllä. Näyttönä laitteessa on 2.4-tuumainen, 320x240 pikselin tarkkuuksinen QVGA-aktiivimatriisinäyttö, joka pystyy toistamaan 262 144 väriä. Näyttö on N92:een verrattuna hiukan pienempi ja väritoistomäärältään alhaisempi. Näyttöjen tarkkuus on kuitenkin täsmälleen sama. N92:n tavoin myös N93 sisältää WLAN-tuen, kameran ja kattavat datasiirto-ominaisuudet.



Kuva 13. Nokia N93 päätelaite [Nokia, 2008].

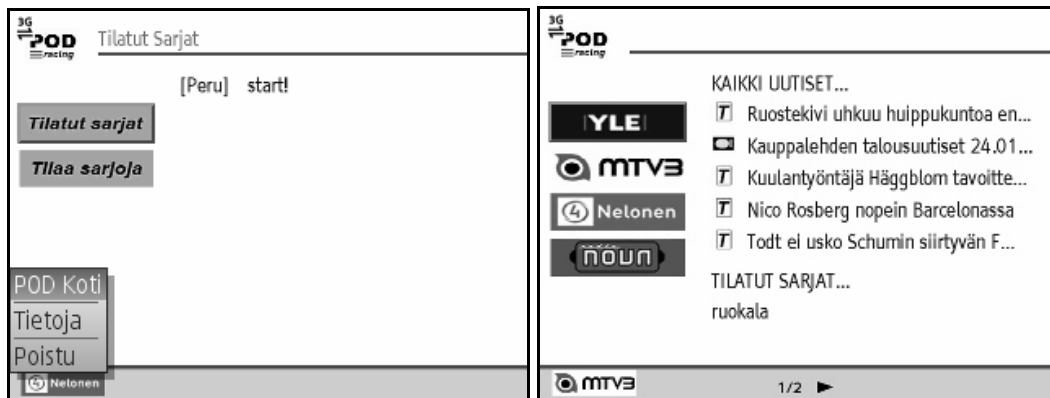
5.3. Podracing- ja Podsync-sovellukset

Podracing-prototyyppi toteutettiin Sofia Digitalin kehittämän Sofia Backstage® Mobile Digtex -selaimen avulla [Sofia Digital, 2008]. Selain kykenee muodostamaan web-sivujen kaltaisia sivuja Podracing-palvelimen sisältämästä materiaalista. Kokeilussa käytettiin myös erillistä Podsync-sovellusta, joka latsi podcasting-sisällön päätelaitteen muistiin. Molemmat sovellukset löytyivät puhelimen sovellusvalikosta (Kuva 14). Podracing ja Podsync toimivat joko matkapuhelinverkon tai WLAN:in ylitse, joskin WLAN:in käyttö on paljon suotavampaa latausaikojen lyhentämiseksi. Seuraavaa Podracing- ja Podsync-sovelluksien esittelyä yksityiskohtaisempaa (lähinnä teknistä) tietoa löytyy Carlos Herreron ja kumppaneiden artikkelista [Herrero *et al.*, 2007].



Kuva 14. Podracing ja Podsync olivat erilliset sovellukset päätelaitteessa.

Podracing-sovelluksessa käyttäjä navigoi sivulta toiselle, kuten web-selaimella, käyttäen puhelimen selausnäppäintä kursorin liikuttamiseen ja valinnan tekemiseen. Sovelluksessa ovat käytössä myös puhelimen näytön alapuolella olevat toimintonäppäimet (voivat olla myös näytön vieressä, riippuen näytön asennosta, eli onko näyttö taitettu 90-asteen kulmaan vai ei). Toinen näppäin avaa Podracingin valikon ja toista käytetään Takaisin-painikkeena, kuten web-selaimissa.



Kuva 15. Podracingin navigointinäkymiä. Vasemmalla – Podracingin valikko. Oikeassa kuvassa – kehys osoittaa kursorin nykyisen sijainnin (YLE valittuna). Alasivujen sivumäärä näkyy keskellä alhaalla. Selattavan sisällön brändi näkyy vasemmalla alakulmassa.

Navigoiminen Podracingissä on suhteellisen helppoa, mutta sisältää joitakin epäjohtonmukaisuuksia. Jos sivulla on alasivuja, eli kaikki esitettävä tieto ei mahdu näkyviin olevalle näytölle (näyttöön ilmestyy keskelle alareunaan 1/X, X on alasivujen lukumäärä), muuttuu navigointi erilaiseksi, kuin ilman alasivuja. Normaalisti navigointi on helppoa, eli kursori hyppää palstalta

toiselle kun käytetään puhelimen selausnäppäintä vasemmalle tai oikealle, mutta jos sivulla on alasivuja, vasen ja oikea selaavat sivun alasivuja, eivätkä siis liikuta itse kursoria. Tässä tilanteessa kursoria liikutetaan selausnäppäimellä ainoastaan ylös ja alas. Esimerkiksi, jos käyttäjä on vasemman palstan ylimmässä linkissä (kuten kuvassa 15 YLE -ikonissa) ja haluaa kursorin siirtyvän vaikkapa ”Kuulantyöntäjä Häggblom tavoitte...” linkkiin, tapahtuu navigoiminen siihen painamalla 7 kertaa alaspäin, kelaten ensin läpi vasemman palstan kolme brändi-linkkiä läpi ja sitten hyppäämällä vasta oikeanpuoleiseen palstaan ja lopulta haluttuun linkkiin. Jos sivulla ei ole alasivuja, navigointipolku on oikealle ja kolme kertaa alas eli paljon loogisempi. Navigoinnin toimintaan ei voitu tässä tilanteessa vaikuttaa, koska ominaisuus kuului Podracing-selaimen pohjana käyttämämme Sofia Digitalin selaimen.

Sisältö on jaettu sisällöntuottajien brändien (YLE, MTV3, Nelonen ja Radio Nova) mukaan ja kulloinkin selattavan sisällön brändi näkyy näytössä vasemmalla alakulmassa. YLE:ltä mukana on niin teksti- kuin videomuotoisia uutisia, MTV3:lta ja Neloselta teksti- ja videomuotoisia uutisia, sekä joitakin tilattavia sarjoja. Novalta on tarjolla yhden radio-ohjelmansa jaksoja. YLE:n videot ovat videolähetysvirtoja, kuten myös MTV3:n ja Nelosen uutislähetykset. Novan radiosisältö on äänilähetysvirtaa eli muuten samaa kuin videolähetysvirta, mutta ilman kuvaa. MTV3:n ja Nelosen sarjat ovat tilattavissa podcast-tyyppisesti päätelaitteen muistiin.

Podracing-sovelluksessa on neljä mediatyyppiä; tekstiuutisia, uutisvideoita (videolähetysvirtoja), radiokuunnelmia (äänilähetysvirtoja) sekä mahdollisuus tilata sarjoja päätelaitteen muistiin (podcasting). Eri mediatyypit on erotettu sovelluksessa ikonein, jotka sijaitsevat otsikoiden vieressä, lukuunottamatta podcastausta, jolla on oma käyttöliittymänsä. Tekstiartikkelilla on vieressään T-ikoni, videolähetysvirralla videokasetti-ikoni ja radiosisällöllä (äänilähetysvirta) kuuloke-ikoni (kuvassa 16).

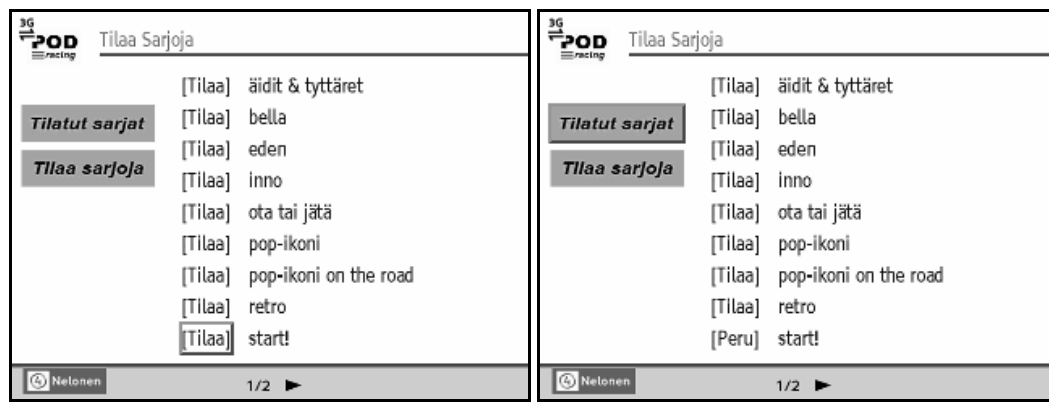


Kuva 16. Eri mediatyyppien tunnukset. Ylärivillä ikonit ovat luonnollisessa koossa ja alhaalla suurennettuna. Vasemmalla tekstiuutisen, keskellä videolähetysvirran ja oikealla äänilähetysvirran ikoni.

Kaikki Podracing-palvelussa olevat ääni- ja videotiedostot tai videolähetysvirrat avautuvat päätelaitteen erillisessä RealPlayer-sovelluksessa

eli Podracing-sovellus ei itsessään sisällä minkäänlaista ääni- tai videosoitinta mediatiedostojen katseluun.

Sarjojen tilaaminen Podracingissa tapahtuu etsimällä ”Tilattavat sarjat”-linkin takaa haluttu sarja. Kun halutun sarjan ”Tilaa”-linkki valitaan, lähetään palvelimelle tieto sarjan tilauksesta. Linkki muuttuu tämän jälkeen ”Peru”-linkiksi. Peruminen hoidetaan samalla tavalla ”Peru”-linkin avulla, joka perumisen jälkeen vastaavasti muuttuu ”Tilaa”-linkiksi (Kuva 17).



Kuva 17. Vasemmalla – sarjan tilaaminen. Oikealla – sarjan ”Tilaa”-linkki on tilaamisen jälkeen muuttunut ”Peru”-linkiksi ja sarja voidaan perua.

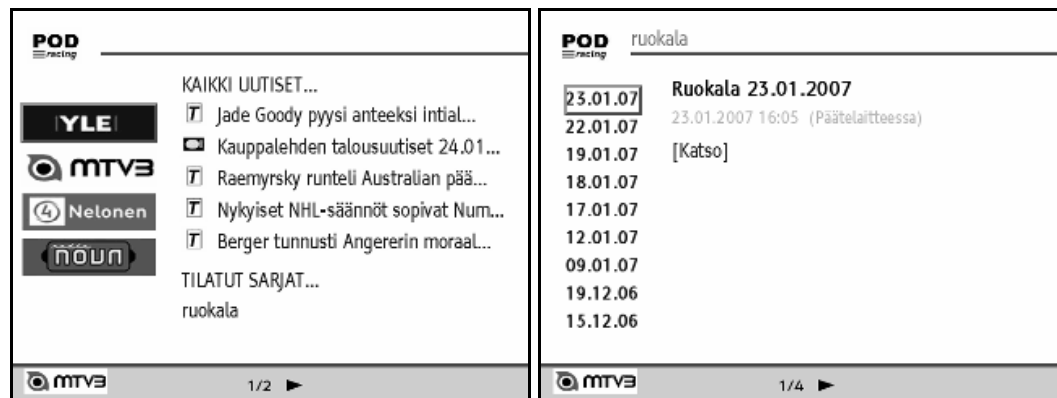
Tilauksen jälkeen käyttäjän pitää poistua Podracing-sovelluksesta ladatakseen tilatut sarjat laitteen muistiin. Sarjojen lataamisen päätelaitteen muistiin hoitaa erillinen Podsync-sovellus, joka hakee tilattujen sarjojen tiedot palvelimelta ja lataa sen mukaan uudet, päätelaitteen muistista puuttuvat jaksot. Mitään suoraa keinoa päästä lataamaan tilaamia sarjoja ei tällä hetkellä ole, suunnitteilla kylläkin.

Podsync on suhteellisen yksinkertainen, Java-ohjelmointikielellä toteutettu sovellus, joka sisältää vain kaksi varsinaista toimintoa: uusien jaksojen lataamisen päätelaitteen muistiin ja vanhojen jaksojen, joita ei enää tarvita, poistamisen päätelaitteen muistista. Ladatessa eli synkronoitaessa sarjoja Podsync näyttää latauksen tietoja käyttäjälle, jotta käyttäjä voi arvioida, kuinka kauan lataaminen vielä kestää ja mitä sarjoja ja niiden jaksoja parhaillaan ladataan päätelaitteen muistiin (Kuva 18).



Kuva 18. Podsync-sovelluksen käyttöliittymä. Vasemmalla on sovelluksen päävalikko ja oikealla parhaillaan tapahtuvan latauksen näkymä.

Latauksen päätyttyä käyttäjä voi katsoa ladattuja jaksoja käynnistämällä Podracing-sovelluksen uudelleen ja navigoimalla tilatun sarjan jaksoihin (Kuva 19). Podracing ilmoittaa käyttäjälle, onko kyseinen jaksoksi ladattu päätelaitteen muistiin vai pitääkö jaksoksi ladata Podsync-sovelluksen avulla jos sitä ei vielä ole muistissa. Jakson katsominen käynnistetään "Katso"-linkin avulla, joka käynnistää kyseisen jakson puhelimen RealPlayer-sovelluksessa. Katsominen lopetetaan sulkemalla RealPlayer.

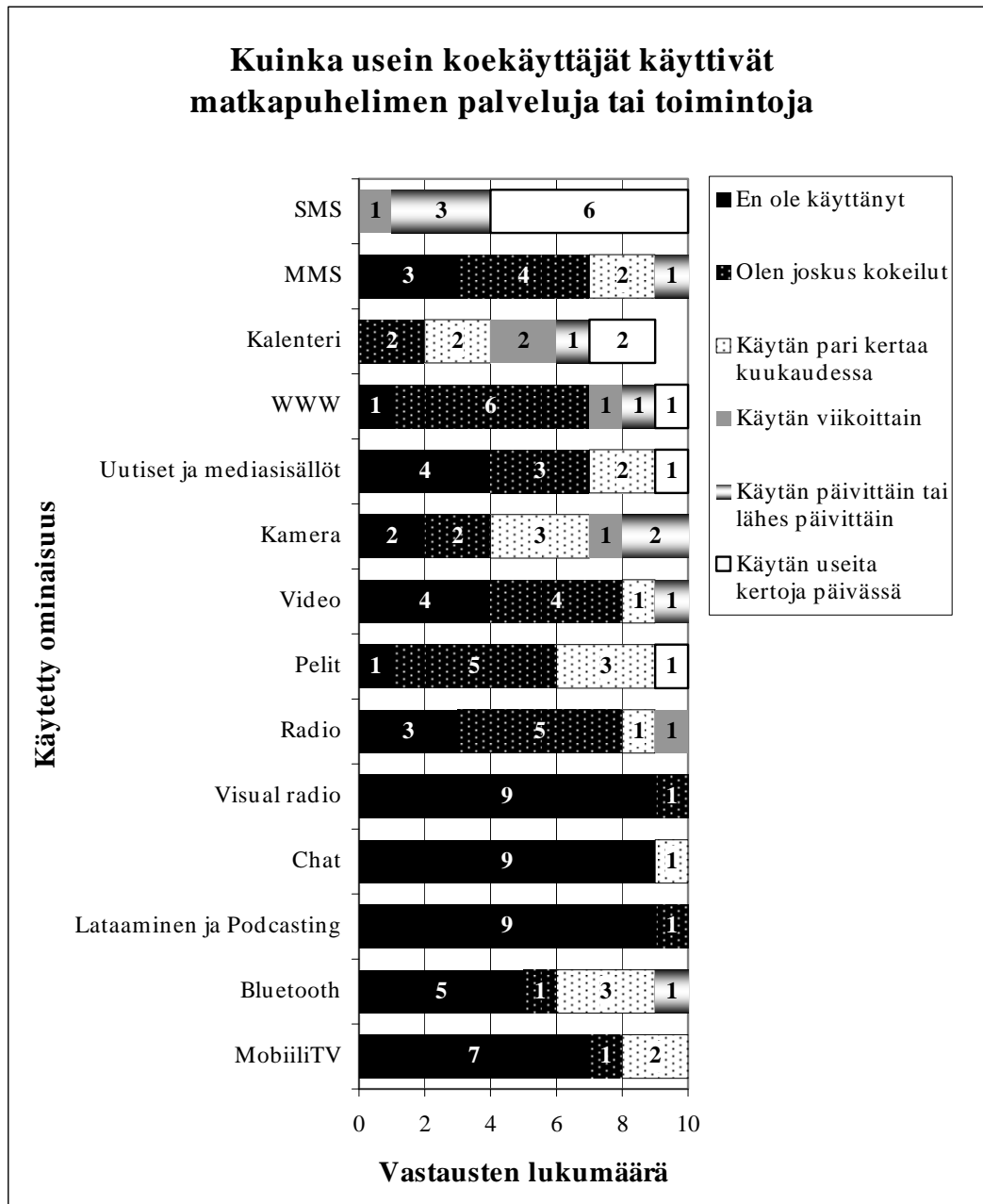


Kuva 19. Vasemmalla näkyy tilattuna sarjana Ruokala ja oikealla Ruokalan jaksot.

Tulevaisuudessa Podracingiä ja Podsynciä kehitetään siten, että ne muodostavat yhden kokonaisuuden eli kahta erillistä sovellusta ei tarvita. Podcastauksen on tarkoitus toimia Podracing-selaimen taustalla, ladaten tilattujen sarjojen uusia jaksoja automaattisesti. Näin käyttäjä voi lukea ja selata artikkeleita ja samalla odotella jaksoksi latautumista. Suunnitelmassa on myös tehdä Podracing-selaimesta nopeampi, koska käytetty prototyyppi on suhteellisen hidas.

5.4. Käyttäjät

Laboratoriotesteihin osallistui kymmenen koehenkilöä, joista seitsemän oli miehiä ja loput kolme naisia. Iältään käyttäjät olivat 24-48-vuotiaita (keski-ikä 33,7 vuotta) ja suhteellisen korkeasti koulutettuja (6/10 korkeakoulusta valmistuneita).



Kuva 20. Podracing-koekäyttäjien aikaisempi matkapuhemien ominaisuuksien käyttökokemus.

5.5. Menetelmät

Podracing-tutkimuksessa menetelminä käytettiin haastattelua ja kyselylomakkeita, joiden avulla käytöstä kerättiin niin määrällistä kuin laadullista palautetta koekäyttäjiltä. Testissä koehenkilölle annettiin erilaisia tehtäviä liittyen Podracing- ja Podsync-sovellusten käyttöön. Jokaiseen tehtävään kulunut aika ja virheiden määrä ja laatu kirjattiin ylös myöhempää arviointia varten. Koekäyttäjiä pyydettiin myös arvioimaan sovellusten hyödyllisyyttä ja helppokäyttöisyyttä heti suoritettua tehtävän jälkeen [Sauro and Kindlund, 2005]. Käyttäjää pyydettiin lisäksi arvioimaan jokaisen palvelun ominaisuuden tärkeys hänelle itselleen. Testeissä arvioitiin myös tiedonsiirtoteiden luotettavuutta ja video-, ääni- ja tekstisisällön laatua, sekä sovellusta kokonaisuutena.

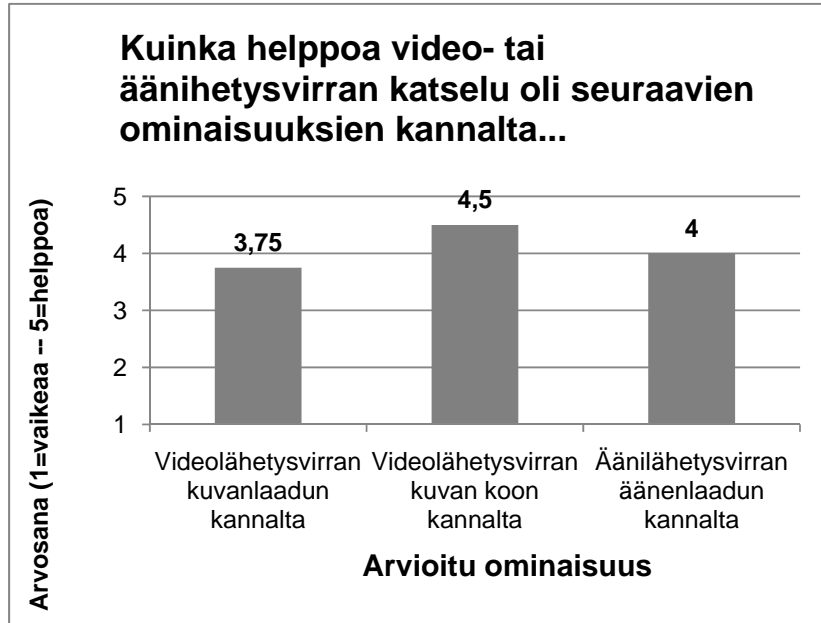
5.6. Tuloksia

Samoin kuin DVB-H- ja 3G-televisio kokeilussa, ei Podracing-kokeilussakaan arvioitu erikseen käytettyä päätelaitetta, vaikka se katsomiskokemuksen määritelmässä mainitaankin. Laboratoriotesteissä tähän ei yksinkertaisesti ollut tarpeeksi aikaa, koska painopiste oli itse palvelun ja sisällön arvioinnissa.

5.6.1. Tekninen suorituskyky ja luotettavuus

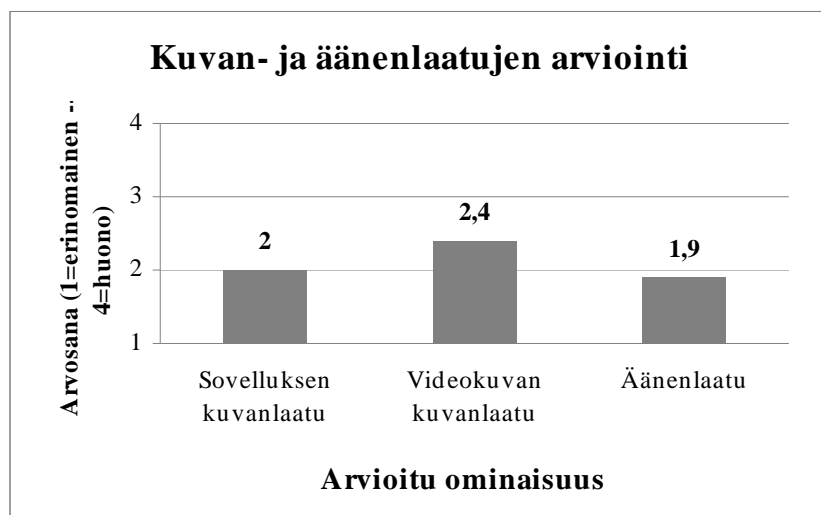
Koekäytön aikana oli tapauksia, joissa verkkoyhteydet toimivat aivan normaalisti, mutta silti videolähetysvirtojen katseleminen ei jostain syystä onnistunut lainkaan. Joskus toisto saattoi myös jumiutua paikalleen parin sekunnin katselun jälkeen ja toistoa ei pystytty jatkamaan. Testasimme laitteella myös YLE:n tarjoamia suoratoistoja (<http://www.yle.fi/mobiiliuutiset/mobiilisali>), jotka nekään eivät aina suostuneet toimimaan. Vika ei siis varmastikaan ollut Podracing-palvelussa vaan sen täytyi siis olla verkkoyhteyksissä. Vikaa ei myöskään korjannut eri päätelaitteen kokeileminen (sama N93-malli).

Kuvan- ja äänenlaatua arvioitiin video- ja äänilähetysvirtojen katsomisen ja kuuntelemisen yhteydessä. Videon kohdalla kuvanlaatua arvioitiin niin kuvan laadun kuin koon kannalta. Kysymyksissä kysyttiin kuinka helppoa katseleminen tai kuunteleminen oli juuri kyseisen ominaisuuden kannalta (Kuva 21). Käyttäjien mielestä videolähetysvirtojen videoiden kuvan koon kannalta katselu oli helpointa (arvosanan keskiarvo 4,5/5), mutta laadun kannalta vaikeampaa (3,75/5). Äänilähetysvirtojen (radio-ohjelmien) äänenlaadun kannalta kuuntelu oli suhteellisen helppoa (arvosana 4/5).



Kuva 21. Kuinka helppoa lähetyksien katselu oli kuvanlaadun, kuvan koon ja äänenlaadun kannalta.

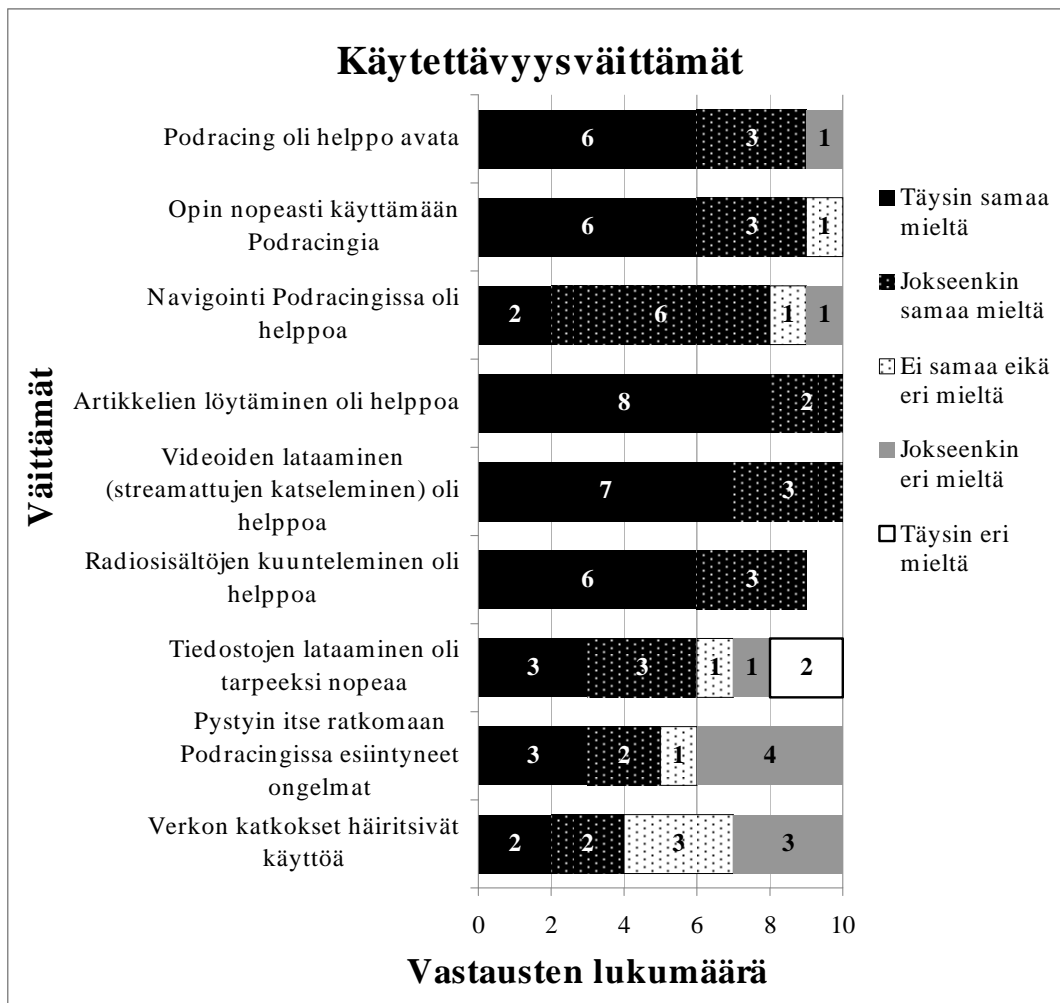
Myös itse Podracing-sovelluksen kuvanlaatu, sekä videokuvan kuvanlaatu ja äänenlaatu arvioitiin koekäytön lopuksi yleisellä tasolla asteikolla yhdestä neljään (1 = erinomainen, 4 = huonoin) (Kuva 22). Äänenlaatu arvioitiin parhaaksi keskiarvolla 1,9. Sovelluksen kuvanlaatu arvioitiin 2,0 arvoiseksi ja huonoimman arvosanan sai videokuvan kuvanlaatu arvolla 2,4. Kokonaisuudessaan kuvan- ja äänenlaadut koettiin suhteellisen hyväksi.



Kuva 22. Podracing-sovelluksen, videokuvan kuvan- ja äänenlaadun arviot.

5.6.2. Palvelun käytettävyys ja käytön motivaatio

Podracingin yleistä käytettävyyttä arvioitiin kaikkien tehtävien suorittamisen jälkeen yhdeksällä väittämällä (Kuva 23). Käytettävyyttä arvioitiin myös jokaisen suoritetun tehtävän jälkeen. Käyttäjä arvioi käytettävyyttä omalta osaltaan ja testin havainnoija arvioi käytettävyyttä käyttäjän tekemien virheiden perusteella (Kuva 24). Tehtävien suorittamiseen käytettyä aikaa päätettiin olla arvioimatta, koska aika vaihteli niin suuresti koekäyttäjien välillä, vaikka tehtävien suorittaminen olisi onnistunutkin vaivatta.



Taulukko 23. Yleistä käytettävyyttä selvitettiin väittämien avulla.

Podracing-sovellusta pidettiin koekäyttäjien keskuudessa suhteellisen helppokäyttöisenä. Suurimmat ongelmat koettiin erinäisten verkkokatkokosten muodossa ja hitaana datasiirtona. Sarjojen jaksojen latausaikaa pidettiin pitkänä langattoman lähiverkon suuresta siirtokaistasta huolimatta. Näytti siltä, että nopea verkkoyhteys ei nopeuttanut lataamista tarpeeksi, ja että ongelmana oli

luultavasti päätelaitteen ominaisuus, johon ei voitu suoraan vaikuttaa yhteyttä nopeuttamalla. Aika, joka sarjan jakson lataamiseen kului, muodostui tiedon hausta palvelimelta ja sen tallentamisesta laitteen muistiin. Juuri tallentamisen hitaus saattoi olla suurimpana syynä koko latausprosessin hitauteen. Yhden koekäyttäjän kanssa sarjan lataamista jouduttiin kokeilemaan 3G-verkon ylitse, koska WLAN-yhteyttä ei sillä hetkellä ollut saatavilla. Tässä tapauksessa lataaminen jouduttiin lopulta keskeyttämään sen hitauden takia. Suoratoistojenkaan katselu ei onnistunut täysin sujuvasti, koska niiden katselua hankaloittivat erillisen Realplayer-sovelluksen verkkoyhteykselyt katselua aloitettaessa.



Kuva 24. Podracingin eri toimintojen käytettävyyssarvioinnin tuloksia. Virheluokitus on asiantuntijan arvio käyttäjän toiminnasta, käyttäjän arvio on käyttäjän itse tekemä arvio helppokäyttöisyydestä.

Toinen suuri ongelma oli Podracing-sovelluksen navigointi, johon tottuminen kesti koekäyttäjiltä jonkin aikaa. Ongelma korostui varsinkin kokemattommilla koekäyttäjillä, joille navigointi aiheutti paljon ongelmia.

Kokeneemmat käyttäjät oppivat navigoinnin nopeasti. Artikkelien alisivujen linkkeihin navigointi oli monimutkaista, koska käyttäjien tuli kelata kaikki sivun vasemman palstan linkit läpi ennen kuin kursori hyppäsi oikealle palstalle. Jotkut käyttäjät sanoivat myös, etteivät pystyisi itse ratkomaan Podracingissa esiintyviä ongelmia ilman ulkopuolista apua. Kyseessä olivat kuitenkin vähän kokemattomammat matkapuhelinten käyttäjät verrattuna koekäyttäjiin, jotka uskoivat pystyvänsä itse ratkomaan esiintyvät ongelmat.

Vaikeimmat tehtävät Podracingissa olivat sarjan tilaus ja peruminen, tilatun sarjan lataaminen puhelimen muistiin, sekä tilattujen sarjojen jaksojen katseleminen puhelimen muistista. Suurimmalle osalle käyttäjistä sarjan tilaaminen laitteen muistiin oli asiana aivan uusi ja he eivät aluksi oikein osanneet suorittaa kyseisiä tehtäviä ilman pientä avustusta.

Sarjaan tilaamiseen liittyvissä tehtävissä myös navigoiminen muodostui yhä suuremmaksi ongelmaksi. Näissä tehtävissä tuli mennä syvälle navigointihierarkiassa, jotta vaadittavat toiminnot sarjan tilaamiseen ja perumiseen löytyivät. Käyttäjille oli jokseenkin epäselvää, kuinka tilata kokonainen sarja, eikä vain yhtä jaksoa, mikä sekin oli mahdollista. Myös palvelun vähäinen palaute käyttäjälle ja toimintojen vahvistusten vähäisyys tai suoranainen puuttuminen aiheuttivat sekaannusta. Käyttäjät eivät osittain tämän takia aina tienneet, menikö tilaus läpi vai ei. Joskus tilaaminen saattoi koekäyttäjältä epäonnistua ja tilaamista jouduttiin yrittämään uudelleen.

Käytön alussa "Tilaa sarja"- ja "Tilatut sarjat"-linkkien merkitykset olivat joskus epäselviä käyttäjille, mutta onnistuneen tilauksen tehtyään, jolloin tilattu sarja ilmestyi "Tilatut sarjat"-linkin alle, linkkien merkitykset ymmärrettiin. Näiden linkkien käytettävyydessä oli kuitenkin ongelmia:

"Oranssi kehys (kursori), joka ympäröi "Tilaa sarja"- ja "Tilatut sarjat"-linkkejä ei erotu itse linkeistä! Tämä on heikoin lenkki navigoinnissa tähän asti." (Nainen, 35)

Erillisen Podsync-sovelluksen käyttämistä sarjojen lataamiseksi päätelaitteen muistiin pidettiin suhteellisen sekavana toteutuksena. Podsync-sovellus sisälsi myös monia vahvistuksia ja kysymyksiä datayhteyttä avattaessa ja päätelaitteen muistiin tallennettaessa, joka teki sen käytöstä vaikeaa ja hidasta. Sovelluksessa käytettiin myös käyttäjien vähemmän tuntemaa komentoa "synkronoi", jota ihmeteltiin vähän aikaa. Lataaminen onnistuttiin kuitenkin käynnistämään helposti, koska sovellus oli niin yksinkertainen.

Kun uudet jaksot oli saatu ladattua päätelaitteen muistiin Podsync-sovelluksella, olisivat käyttäjät halunneet nähdä ne heti jonkin valikon tai linkin

takaa. Nyt heidän piti navigoida kyseisen sarjan lähettävän brändin kautta sarjan sivulle ja avata sieltä ladatut jaksot. Tätä pidettiin monimutkaisena ja pitkänä navigointipolkuna:

”Ei kovin loogista. Pitää muistaa minkä brändin lähettämän sarjan oli tilannut.” (Mies, 35)

Osa käyttäjistä olisi myös halunnut sarjan jaksolistassa nähdä, kuinka pitkiä jaksot olivat.

Podracingin vaikein tehtävä oli sarjan tilauksen peruminen. Sen suorittamisessa tapahtui eniten virheitä, eikä yksi käyttäjä pystynyt edes suoriutumaan tehtävästä. Kaksi käyttäjää teki tehtävää suorittaessaan paljon virheitä. Keskeytyminen ja suuret virhemäärät osuivat kokemattomien käyttäjien kohdalle.

Sarjan peruminen tapahtui samalla tavalla kuin sarjan tilaaminenkin, ilman mitään vahvistuksia, mikä teki perumisesta liian helppoa käyttäjien mielestä:

”Se oli vähän liian helppoa (sarjan tilauksen peruminen)...ilman mitään vahvistuksia.” (Nainen, 35)

Lisäksi moni käyttäjä olisi halunnut sarjan perumistoiminnon sarjan jaksojen katsomisen yhteyteen.

Käyttäjiltä kysyttiin myös vapaamuotoisesti, mikä Podracing-sovelluksessa oli hyvää ja mikä huonoa. Käyttäjää pyydettiin kertomaan enintään kolme hyvää ja kolme huonoa asiaa. Kyselyn tulos nähdään taulukossa 2.

Hyvää		Huonoa	
Nopea	5	Navigointi	7
Monipuolinen sisältö	4	Yhteysongelmat	4
Hieno käyttöliittymä	3	Podsync	3
Hyvin määriteltä	3	Tekstin luettavuus	2
Sarjojen tilaaminen	3	Hidas jaksojen lataus	2
Ei liikaa tekstiä	1	Hinnoittelu?	2
Paljon toimintoja	1	Pienet ikonit	1
Toimii hyvin	1	Videon kvanlaatu	1
Tekninen laatu	1	Puhelimen painikkeet	1
Tekstiutiset	1	Hidas	1
Pikavalintapainikkeet	1	Kunnollinen aloitussivu puuttuu	1

Taulukko 2. Podracingin hyviä ja huonoja puolia. Numeerinen arvo kuvaa kuinka monta kertaa ominaisuus mainittiin kyseisessä kategoriassa.

Puolet käyttäjistä (5/10) piti Podracing-palvelua nopeana käyttää ja lähes yhtä moni kertoi palvelun sisällön olleen monipuolista. Kolme käyttäjää kertoi sisällön olevan myös hyvin määriteltyä ja jaoteltua. Myös palvelun käyttöliittymää kehuttiin ja sarjojen tilaamista pidettiin hyvänä ominaisuutena.

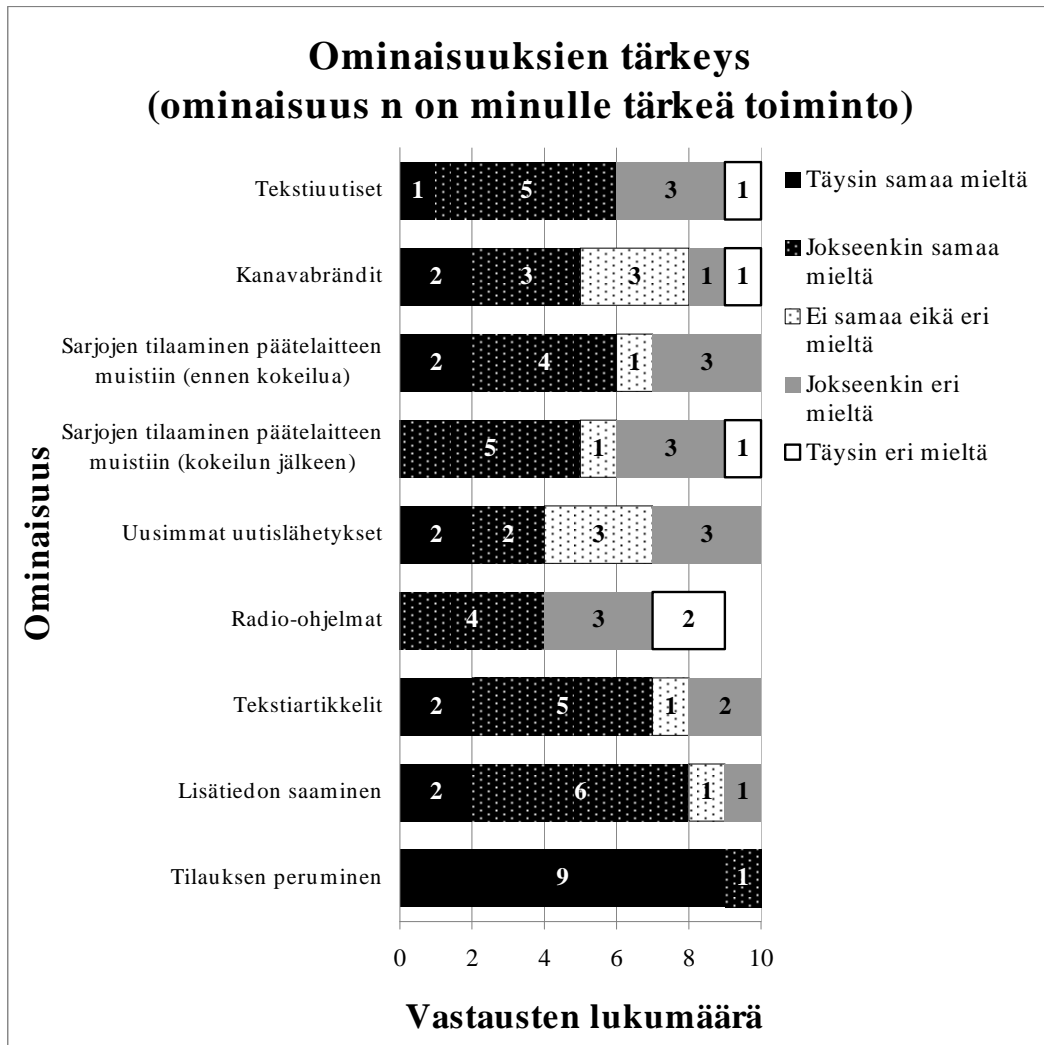
Podracing-palvelun huonoimpana puolena pidettiin ongelmallista navigointia, jonka mainitsi seitsemän kymmenestä koekäyttäjistä. Verkon yhteysongelmat (4 mainintaa) ja erillisen Podsync-sovelluksen käyttö sarjojen jaksojen lataamiseen (3 mainintaa) olivat seuraavaksi huonoimmat ominaisuudet. Kaksi mainintaa sai myös tekstin huono luettavuus, sekä jaksojen hidas lataaminen. Kahta koekäyttäjää askarrutti myös tällaisen palvelun hinnoittelu. Jos esimerkiksi verkko-ongelmia ilmenee kesken jaksojen lataamisen, niin miten asiakkaita laskutetaan?

Koekäyttäjää pyydettiin jokaisen tehtävän jälkeen arvioimaan myös Podracingin kyseisen ominaisuuden tärkeyttä heille itselleen (Kuva 25). Lähes kaikkien mielestä (yhdeksän kymmenestä) sarjan tilauksen peruminen oli palvelun tärkein ominaisuus. Syyksi tähän kerrottiin muun muassa palvelun mahdollinen maksullisuus, jotta maksuja ei kertyisi jatkuvasti tilatuista sarjoista, joita ei ehkä edes katsoisi. Toinen yleinen syy oli muistin kulutus; koekäyttäjät eivät haluaisi laitteen täyttyvän tilatuista sarjoista, joiden uudet jaksot haetaan automaattisesti päätelaitteen muistiin:

”Palvelussa ei olisi mitään järkeä ilman mahdollisuutta perua tilausta.”
(Mies, 48)

Tärkeitä ominaisuuksia olivat myös tekstimuotoiset artikkelit ja -uutiset, sekä lisätiedon saaminen edellisiin liittyen. Sarjojen tilaamisen tärkeyttä kysyttiin kahdessa eri yhteydessä; ensin ominaisuuden tärkeyttä kysyttiin tehtävässä, jossa käyttäjän tuli katsoa päätelaitteen muistiin jo valmiiksi ladattua sisältöä ja toisen kerran käyttäjän itse tilattua sarjan. Tilaamista pidettiin tärkeänä ominaisuutena molemmissa tilanteissa.

Lähes joka toinen käyttäjä (neljä kymmenestä) piti mahdollisuutta katsoa uusimmat uutislähetykset vähintään jokseenkin tärkeänä ominaisuutena. Vähiten tärkein ominaisuus koekäyttäjien mielestä oli radio-ohjelmat, jota yli puolet käyttäjistä ei pitänyt kovinkaan tärkeänä ominaisuutena. Suurin osa käyttäjistä oli tottunut kuuntelemaan suorina radiolähetyksiä ja osa ei kuunnellut radiota laisinkaan.



Kuva 25. Podracingin eri ominaisuuksien tärkeys koekäyttäjien mielestä.

Yhden käyttäjän mielestä sovellus voisi myös ilmoittaa käyttäjälle uusista uutisista tai kun sarjojen uusia jaksoja ilmestyy palveluun. Ilmoitus voisi olla jokin muistutus ruudulla tai esimerkiksi tekstiviesti käyttäjälle:

"Puhelin voisi kertoa kun jotain uutta ilmestyy, kuten uutisia tai itselleni tärkeitä asioita. Se voisi olla muistilappu ruudulla tai vaikkapa tekstiviesti."
(Nainen, 30)

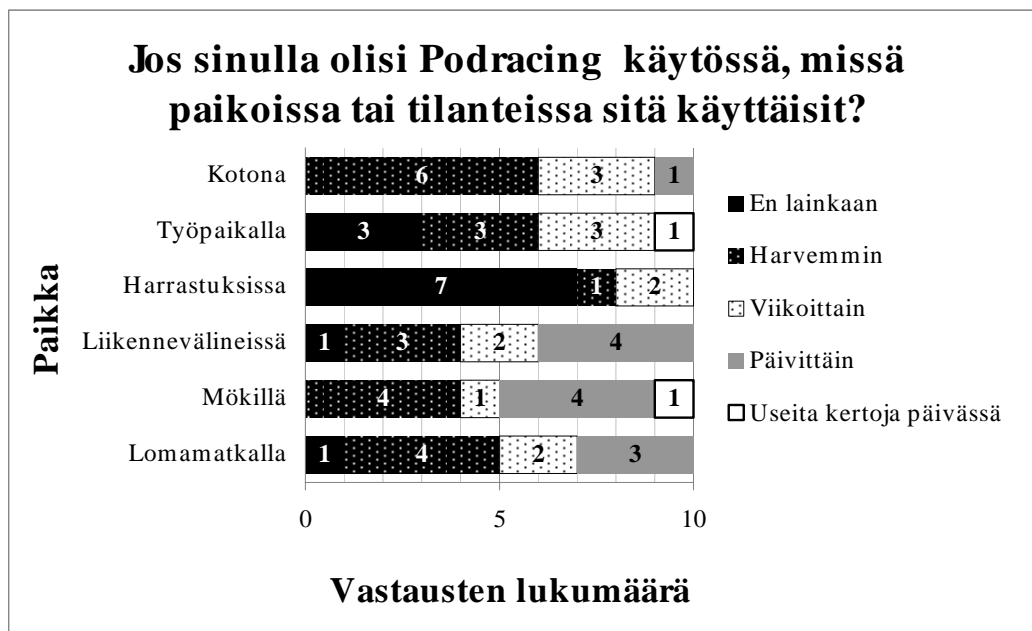
Kun koekäyttäjiltä kysyttiin, missä paikoissa tai tilanteissa Podracingin kaltaista mobiilia mediapalvelua käytettäisiin (Kuva 26), kolme vaihtoehtoa nousi ylitse muiden: mökillä, liikennevälineissä ja lomamatkalla.

Mökillä palvelua käyttäisi päivittäin viisi eli puolet käyttäjistä, liikennevälineissä neljä ja lomamatkalla kolme. Kotona tai työpaikalla Podracingia käyttäisi neljä kymmenestä käyttäjästä, tämä kuitenkin viikoittain:

”Voisin katsella jotain viihdettä matkustaessani junassa Helsinkiin. Koulussa voisin käyttää sitä uutisten tarkastamiseen. Kotona voisin katsoa vanhoja Salattujen elämien jaksoja” (Mies, 25)

”Töissä voisin käyttää tätä kahvituntikeskustelujen aikana. Mökillä katsoisin Simpsonit. Ulkomailla saattaisin katsella uutisia jos sattuisin missaamaan uutiset Suomesta. ” (Mies, 35)

Vähiten palvelua käytettäisiin harrastuksissa, joissa seitsemän kymmenestä käyttäjästä ei käyttäisi sitä laisinkaan.



Kuva 26. Missä paikoissa tai tilanteissa koekäyttäjät arvelisivat käyttävänsä Podracing-palvelua jos se olisi heillä käytössään.

Koekäyttäjät mainitsivat Podracing-palvelun mahdollisiksi käyttötilanteiksi myös erilaiset odotusajat, kuten odotushuoneissa sisäänpääsyä odotellessa tai lentokentällä koneen lähtöä odotellessa.

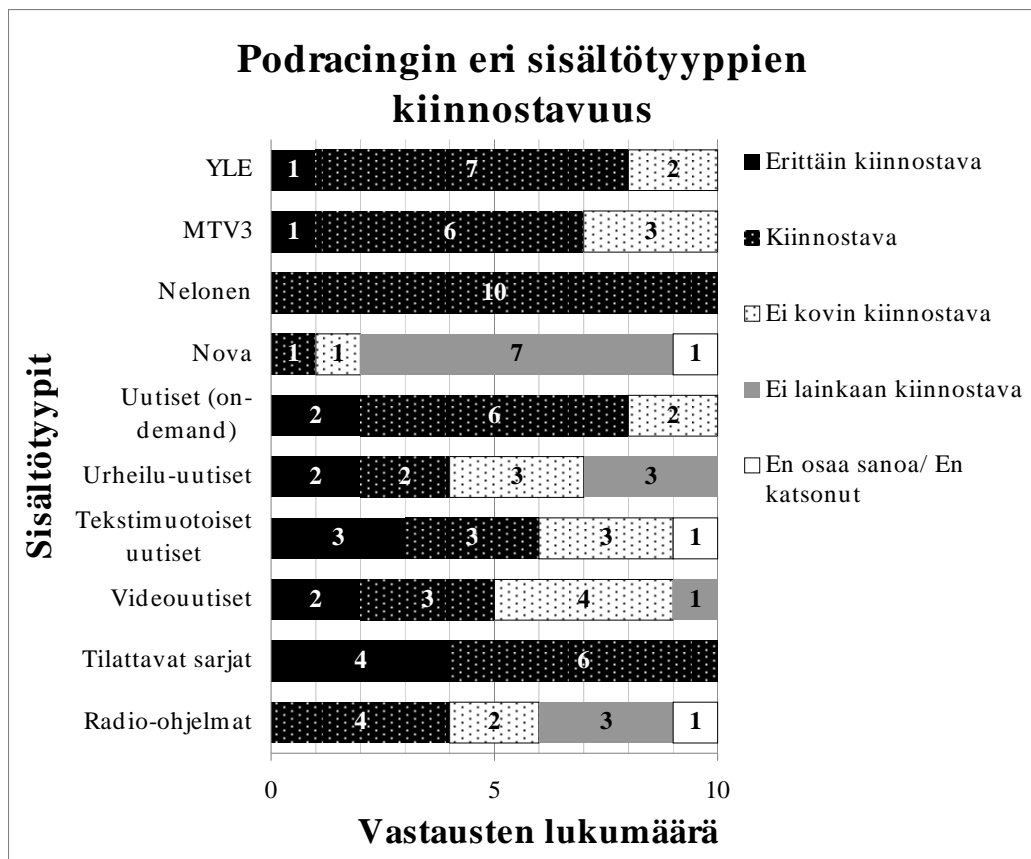
5.6.3. Sisältö

Sisällön kiinnostavuutta arvioitiin niin sisällönoimittajan kuin sisällön tyyppin mukaan (Kuva 27).

Kaikki käyttäjät pitivät Nelosen sisältöä kiinnostavana. YLE:n sisältö oli yhden mielestä erittäin kiinnostavana ja seitsemän mielestä kiinnostava. MTV3:n sisältö oli lähes yhtä kiinnosta kuin YLE:n (yhden mielestä erittäin kiinnostava, kuuden mielestä kiinnostava). Vähiten koekäyttäjää kiinnosti Novan tuottama sisältö (vain yksi käyttäjä sanoi olevansa kiinnostunut).

Palvelun eri sisällöistä käyttäjiä kiinnostivat eniten viihde ja uutiset. Tilattavat sarjat olivat kaikkien käyttäjien mielestä kiinnostavia tai erittäin kiinnostavia. Uusimmat uutiset (uutiset on-demand) kiinnostivat kahdeksaa kymmenestä käyttäjästä. Arkistoidut uutislähetykset kiinnostivat viittä ja urheilu-uutiset kuutta käyttäjää. Vähiten käyttäjiä kiinnostivat radio-ohjelmat. Uutisten eri formaateista käyttäjiä kiinnostivat eniten tekstimuotoiset uutiset, jotka sopivat käyttäjien mielestä hyvin mobiililaitteella luettaviksi:

"Lukisin mieluummin tekstimuotoisia uutisia. Se on nopeampaa, eikä tarvitse käyttää kuulokkeita." (Mies, 24)



Kuva 27. Podracingin eri sisältötyyppien kiinnostavuus.

Monet koekäyttäjistä odottivat Podracingin kaltaisen mobiilin mediapalvelun sisältävän samankaltaista sisältöä kuin mitä he normaalistikin katsoivat. Ne käyttäjät, jotka katsoivat paljon uutisia, halusivat palveluun uutisia ja ne, jotka katsoivat paljon viihdettä, halusivat katsella esimerkiksi tilattavia sarjoja. Paljon viihdettä kuluttavilla uutissisällöt nousivat myös tärkeäksi jos he esimerkiksi matkustaisivat ulkomaille.

Kysyttäessä, mitä sisältöä Podracingin kaltaisessa mediapalvelussa tulisi olla, käyttäjiltä tuli ehdotuksia musiikista, saippuasarjoista, dokumenteista, talousuutisista ja sarjojen jaksojen lyhennelmistä aina aikakausilehtiin asti.

6. Tulosten analysointia ja pohdintaa

Kenttätestauksessa korostui DVB-H-lähetysten laadullinen paremmuus verrattuna 3G:n kautta lähetettyihin videolähetysvirtoihin. Ero oli selkeä ja varsinkin kuvanlaatu, sekä tekstityksen luettavuus olivat käyttäjien mielestä DVB-H-lähetyksissä omaa luokkaansa 3G:hen verrattuna. Podracing-testeissä 3G-videolähetysvirtojen kautta katseltujen tilausvideoiden laatua pidettiin kuitenkin vähintään kohtalaisena, joten kenttätestauksessa saatu laatuero luultavasti korostui käyttäjien ihastellessa DVB-H:n laatua. Ehkä 3G-tekniikan kautta lähetettyyn sisältöön ei ole panostettu tarpeeksi ja tutkittu millä koodausasetuksilla laadusta saataisiin paras mahdollinen. Vaikuttaa siltä, että palveluntarjoajat ovat vain halunneet saada nopeasti jonkinlaisia mobiilitelevisiopalveluja markkinoille, ottamatta selvää laadun vaikutuksista mobiilitelevision katsomiskokemukseen.

Koska kenttätestiin osallistuneet käyttäjät kokivat DVB-H:n laadullisesti niin paljon paremmaksi kuin 3G:n kautta lähetetyn sisällön, siirtyivät he katsomaan enimmäkseen DVB-H-lähetysiä, vaikka 3G:n kautta lähetetty sisältö oli monipuolisempaa useampine kanavineen. Kokeilun perusteella mobiiliteleviossa tulisi keskittyä varsinkin laatuun. Tulevaisuudessa, kun matkapuhelinverkkojen nopeudet ovat kasvaneet nykyisestä, saadaan laatu varmasti vastaamaan DVB-H-lähetysiä, jolloin herää kysymys, mihin erillisiä mobiiliTV-verkkoja tarvitaan.

Tutkimuksessa selvisi myös 3G-tekniikan epävakaa toiminta, joka aiheutti katkoksia lähetyksissä tai esti lähetysten katsomisen kokonaan. Syytä epävakaiseen toimintaan ei kuitenkaan saatu selville ja ongelmat jäivät ratkaisematta. Luulisi, että 3G:n tekniset ongelmat olisi jo ratkaistu, koska tekniikka on jo yleisesti käytössä. Ilmeisesti näin ei kuinkaan ole ja ongelmat ovat yleisiä. Siitä, vaikuttavatko esimerkiksi sääolosuhteet enemmän 3G- kuin DVB-H-vastaanottoon, ei ole varmaa tietoa, mutta tämän voisi varmasti tutkia suhteellisen helposti.

Langattoman lähiverkon (WLAN) käyttämistä mobiiliteleviosisällön jakamiseen puolustaa sen nopeus verrattuna esimerkiksi 3G-tekniikkaan. Tutkimuksessa WLAN:ia käytettiin podcasting-sisällön lataamiseen päätelaitteen muistiin, mikä toimi suhteellisen nopeasti ja tuntui, että itse päätelaite oli hidastava tekijä sisältöä muistiin tallennettaessa. WLAN:in kautta yhä parempilaatuisen sisällön jakaminen ei tuota ongelmia, koska tiedonsiirtokapasiteetti riittää tällä hetkellä mainiosti mobiilille videosisällölle. Ainut huono puoli langattomassa lähiverkossa on sen paikallisuus, joten sisällön lataaminen pitää suorittaa suhteellisen rajatussa paikassa. Langattoman

lähiverkon pystytys on nopeaa ja ylläpito halpaa, joten tulevaisuudessa tullaan varmasti näkemään erilaisia hotspot-tyyppisiä jakelupisteitä, joista saadaan ladattua sisältöä mukana kannettaviin päätelaitteisiin. Päätelaitteeseen ladatun sisällön merkitys korostuu varsinkin syrjäseuduille matkustettaessa, koska siellä ei mahdollisesti ole saatavilla 3G- tai DVB-H-lähetysverkkoja mobiilitelevisiion katseluun, jolloin podcastattu sisältö on ainoa mahdollisuus ohjelmien katseluun.

Yleisesti DVB-H, 3G-videolähetysvirta ja podcastaus olivat suhteellisen helpokäyttöisiä, joskin podcastauksessa käytetty erillinen Podsync-sovellus vaikeutti podcastien lataamista päätelaitteen muistiin. Tämä ongelma ratkaistiin Podracingin seuraavassa versiossa sisällyttämällä Podsync-sovelluksen toiminnallisuus itse Podracing-selaimen, joka valmistui myöhempiä testauksia varten. Podcastien katsomista hankaloitti myös Podracing-selaimen vaikea navigaatio, jonka takia ladattujen videoiden löytäminen oli varsinkin aluksi vaikeaa. Serco [Serco, 2006] kehottaakin testaamaan navigoinnin rakenteen käyttäjien kanssa ennen palvelun julkaisemista. Testaamamme prototyypin navigointiongelmat voitaisiin varmasti ratkaista yksinkertaistamalla navigoinnin rakennetta.

Kenttäkokeen ElisaTV- ja laboratoriossa suoritetuissa Podracing-testeissä tuli ilmi, että 3G-videolähetysvirtojen katselua hidastivat Realplayer-sovelluksen yhteyskyselyt, joita lukuun ottamatta lähetysvirtojen katselu oli helppoa. Jos 3G-mobiilitelevisiion katsominen kerran vaatii useamman eri sovelluksen ja asetusten käyttöä, niin eikö asiaa voisi hoitaa yksinkertaisemmin. Miksi katselusovellus kysyy erikseen lupaa verkkoyhteyden ottamiseen, kun ilman verkkoyhteyttä ei katsottavaa sisältökään ole voitu valita? Päätelaitteellehan on siis jo annettu lupa verkon käyttöön. Toivottavasti laitteet ja palvelut kehittyvät yksinkertaisemmiksi, koska nykyisellä tasollaan ne eivät välttämättä houkuttele tarpeeksi käyttäjiä, jotta mobiilitelevisio yleistyisi.

Mobiilitelevisiota katsottiin eniten liikennevälineissä, kotona ja töissä. Tämä vahvistaa aikaisempien tutkimusten tuloksia, jotka ovat samankaltaisia [Mäki, 2005], [Södergård, 2003], [Cui *et al.*, 2007], [Ikonen, 2006], [Arqiva and O2, 2006]. Uusina mielenkiintoisina katselupaikkoina tulivat esille kesämökki ja lomamatkat, joihin ei kuitenkaan tämän tutkimuksen aikana voitu keskittyä tutkimuksen ajankohdasta johtuen. Myös teknisesti lähetysten vastaanottaminen ulkomailla ja mökillä oli käytännössä mahdotonta, koska DVB-H- ja 3G-verkot eivät olleet tarpeeksi kattavia.

Katselu keskittyi suurimmaksi osaksi aamuun (työmatka) ja iltapäivään (kun tultiin töistä kotiin), sekä hetkiin, jolloin ei ollut mitään tekemistä, kuten

odotellessa jotain. Katselukerran keskimääräinen pituus vaihteli noin viidestä kymmeneen minuuttiin, pisimpien ollessa noin 40 minuutin luokkaa. Samankaltaisia tuloksia on saatu myös muualla [Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, 2006], [Arqiva and O2, 2006], [Cui *et al.*, 2007,] [Mäki, 2005], [Södergård, 2003].

Mobiilitelevisiota katsottiin useimmiten yksin, kuten on todettu myös muualla [Knoche and Sasse, 2007]. Yhdessä toisten kanssa sitä katsottiin vain lähinnä esittelymielessä. Mobiilitelevision katsominen yhdessä toisen kanssa ei kuitenkaan ole mahdotonta, kuten Repo ja kumppanit ovat todenneet [Repo *et al.*, 2003]. Sivustakatsojat olivat usein erittäin kiinnostuneita mobiiliteleviosta ja yllättyivät sen hyvästä laadusta (DVB-H). Tulevaisuudessa mobiilitelevision katselusta voi tulla yhä sosiaalisempi kokemus palveluiden ja päätelaitteiden kehittyessä. Kohta voi olla mahdollista esimerkiksi heijastaa mobiilitelevision kuva bussipysäkin seinälle matkapuhelimen sisäänrakennetun videoprojektorin avulla, jolloin näytön koko ei ole rajoitteena.

Mobiilitelevision paras ominaisuus käyttäjien mielestä oli riippumattomuus paikasta, jolloin esimerkiksi lempiohjelmansa pystyi seuramaan missä tahansa. Paikasta riippumattomuus onkin varmasti yksi mobiilitelevision perimmäisistä tarkoituksista.

Sisällöistä käyttäjiä kiinnostivat eniten uutiset ja viihde, kuten monissa muissakin kokeiluissa [Knoche and McCarty, 2004], [Mäki, 2005], [Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, 2006]. Varsinkin uusimmat uutiset (on-demand) kiinnostivat käyttäjiä paljon. Myös urheilu koettiin kiinnostavaksi sisällöksi. Osaa koekäyttäjistä kiinnostaisi myös mahdollisuus sisällön räätälöintiin. Kanavista suosituimpia olivat perinteisestä televisiosta tutut kotimaiset kanavat. Tämä ei ole yllätys, koska käyttäjät odottavat mobiiliteleviossa olevan saatavilla vähintään samat kanavat kuin perinteisessä televisiossa [Serco, 2006]. Lisäkanavia pidettiin mukavana lisänä varsinkin, jos perinteisestä televisiosta ei kyseisiä kanavia näkynyt. Podracing-testeissä selvisi myös, että tilattavat sarjat ovat erittäin kiinnostavia, mutta niiden tilaamisesta ja katselusta tulisi tehdä yksinkertaisempaa ja helpompaa. Sisällön tulisi myös koostua suhteellisen lyhyistä videoista, koska mobiilitelevisiota ei katsota pitkää aikaa kerrallaan. Pitkistä ohjelmista voidaan nykytekniikalla jo automaattisesti koostaa lyhyempiä ja paremmin mobiilitelevioon sopivia ohjelmia [Voldhaug *et al.*, 2005], [Holmstrom, 2003], joten lyhyiden mobiilivideoiden tuottamisen ei pitäisi enää olla ongelma.

Eniten jakelutapojen eroista katselukokemukseen vaikuttivat laadulliset tekijät (kuvan- äänen- ja tekstityksen laatu), jakelutapojen tekniset rajoitteet, sekä palveluiden käytettävyys. Erot laaduissa lisäsivät selvästi

parempilaatuisen DVB-H:n käyttöä, kun taas jakelutavasta riippuen DVB-H:n ja 3G:n kantamat eivät olleet käyttäjien mielestä riittäviä. 3G:n kanssa esiintyi myös vakavia yhteysongelmia, jotka paikoin estivät mobiilitelevision käytön täysin. Myös palveluiden käytettävyydessä oli puutteita, kuten Podracing-sovelluksen navigoinnissa, sekä erillisen Podsync-sovelluksen käytössä podcastien lataamiseen. Myös 3G-videolähetysvirtojen katseluun käytetyn erillisen RealPlayer-sovelluksen yhteyskyselyt hidastivat käyttöä.

Koska koekäyttöjakso oli suhteellisen lyhyt (noin kuukauden mittainen), koekäyttäjät olivat matkapuhelinten suurkuluttajia ja laboratoriotesti vain nopeahko kokeilu, ei mobiilitelevision käytöstä voi näiden perusteella vielä muodostaa selkeää kuvaa oikeasta mobiiliTV-käytöstä. Tulokset ovat kuitenkin hyvin suuntaa-antavia ja vahvistavat aikaisempien tutkimusten tuloksia, sekä tunnistavat keskeisiä parannuskohteita

7. Yhteenveto

Tutkimuksessa esiteltiin mobiilitelevisiion keskeisiä jakelutapoja ja tekniikoita, sekä tutustuttiin mobiilitelevisiion katsomiskokemukseen vaikuttaviin tekijöihin lähdekirjallisuuden avulla. Tutkimuksessa suoritettiin myös käytännön kokeiluja kenttätestauksen ja laboratoriotestien avulla, joissa testattiin DVB-H-lähetysten vastaanottoa ja lähetysten katsomista 3G-verkon ylitse, sekä arkistoidun TV-sisällön katsomista ja lataamista päätelaitteen muistiin. Katsomiskokemuksen osana kokeiluissa tutkittiin myös koettua videon- ja äänenlaatua, sekä sisällön kiinnostavuutta ja käyttökonteksteja.

Helsingissä kokeilu suoritettiin kenttätestinä, jossa kokeiltiin DVB-H-lähetyksiä ja lähetysten katsomista 3G:n ylitse. Tampereella suoritettiin laboratoriotestaus Podracing- ja Podsync-sovelluksilla, joiden avulla voitiin katsoa tilausvideoita (on-demand) 3G:n ylitse ja ladata tilattuja sarjoja päätelaitteen muistiin langattoman lähiverkon ylitse (podcasting). Kenttäkokeiluun osallistui 10 koehenkilöä, kuten myös Tampereen laboratoriotestaukseen.

Tutkimusten tuloksissa korostuivat mobiilitelevisiion laadulliset tekijät. Kenttäkokeen koekäyttäjät siirtyivät katsomaan yhä enemmän DVB-H-lähetyksiä kuin 3G:n kautta lähetettyjä lähetyksiä, koska kokivat niiden välisen laatueroa niin suureksi. Edes 3G-lähetysten huomattavasti monipuolisempi sisältö ei vaikuttanut asiaan. Tutkimuksessa havaittiin myös teknisiä ongelmia varsinkin 3G-tekniikassa, joka vaikutti negatiivisesti katsomiskokemukseen. Katsomiskokemukseen vaikutti myös käytetyn palvelun käytettävyys. Koekäyttäjät katsoivat mobiiliTV:a eniten liikennevälineissä, kotona ja töissä, jotka ovat selkeästi olleet suosittuja katselupaikkoja myös aikaisempien tutkimusten perusteella. Katseluajankohdat keskittyivät aamuun ja iltapäivään. Kanavatarjonnasta käyttäjiä kiinnostivat eniten kotimaiset kanavat ja sisällöistä uutiset ja viihde. Podcastingin tuoma mahdollisuus sarjojen tilaamiseen päätelaitteen muistiin oli käyttäjien mielestä erittäin mielenkiintoinen ominaisuus.

Mobiilitelevisiion jatkokehitystä ajatellen olisi palveluntarjoajien ja laitevalmistajien tärkeä ymmärtää katsomiskokemukseen vaikuttavia tekijöitä, koska jos niitä ei oteta huomioon palveluja ja laitteita suunniteltaessa ja toteutettaessa, ei mobiilitelevisio ehkä koskaan saavuta katsojien suosiota. Varsinkin laatuun, teknisten ongelmien ratkaisuun ja palveluiden käytettävyteen tulisi panostaa.

Viiteluettelo

- [Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, 2006] Abertis Telecom, Nokia and Telefónica Móviles, Press release - Results of first digital mobile TV pilot in Spain. Available as: <http://dvh-h.org/PDF/060220.Spain%20DVB-H%20Release.pdf> (tarkistettu 7 toukokuuta 2008).
- [Ankrum, 1996] Dennis R. Ankrum, Viewing distance at computer workstations. In: *Work Place Ergonomics*, 10-12, 1996.
- [Apple, 2008] Apple Inc., 2008. Available as <http://www.apple.com/itunes/store/podcasts.html> (tarkistettu 16. huhtikuuta 2008).
- [Apteker *et al.*, 1994] Ronnie T. Apteker, James A. Fisher, Valentin Kisimov and Hanoch Neishlos, Distributed multimedia: user perception and dynamic QoS. In: *Proceedings of SPIE SPIE – The International Society for Optical Engineering*, **2188**, 226-234, April 1994.
- [Argillander, 2006] Timo Argillander, Johdatus Mobiilitelevisioon, AdMobi-koulutus 25.10.2006.
- [Arqiva and O2, 2006] Arqiva and O2, Press release - Oxford field trial final results. Available as: <http://dvh-h.org/PDF/060626.Oxford-Final-Results.pdf> (tarkistettu 7. toukokuuta 2008).
- [Bakhuizen and Horn, 2005] Martin Bakhuizen and Uwe Horn, Mobile broadcast/multicast in mobile networks. *Ericsson review*, **1**, 2005. Available as: http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2005_01/files/2005015.pdf (tarkistettu 16. huhtikuuta 2008).
- [Burow *et al.*, 1998] R. Burow, K. Fazel, P. Hoehner, O. Klank, H. Kussmann, P. Robertson and M.J. Ruf, On the performance of the DVB-T system in mobile environments. *Multimedia Applications, Services and Techniques – ECMAST'98*. Springer Berlin / Heidelberg, 1998, 2198-2204.
- [Cui *et al.*, 2007] Yanqing Cui, Jan Chipchase and Younghee Jung, Personal TV: A qualitative study of mobile TV users. In: Cesar P., Chorianopoulos, K., Jensen, J. (eds.) *Interactive TV: A Shared Experience*. 5th European Conference, EuroITV Proceedings, Amsterdam. The Netherlands, 195-204, 2007.
- [Digita, 2007] MobiiliTV esite. Verkkoviite: <http://www.digita.fi/binary.asp?path=9874;9173&field=FileAttachment> (tarkistettu 22 huhtikuuta 2008).
- [DVB Project Office, 2007] DVB-H Global Mobile TV : Services, Trials & Pilots. Available as: <http://www.dvh-h.org/services.htm> (Tarkistettu 19. toukokuuta 2008).
- [Elisa, 2008] Elisa Oyj, 2008. Verkkoviite: <http://www.elisa.fi/> (tarkistettu 26 Helmikuuta 2008).

- [Ghinea and Thomas, 1998] G. Ghinea and J.P. Thomas, QoS impact on user perception and understanding of multimedia video clips. In: *Proceedings of the sixth ACM international conference on multimedia*, Bristol, United Kingdom, 49-54, 1998.
- [Gwinn and Hughlett, 2005] E. Gwinn and M. Hughlett, Mobile TV for your cell phone. Chicago Tribune, 2005.
- [Hands, 2004] David S. Hands, A basic multimedia quality model, *IEEE Transactions on Multimedia*, **6**, 6, December 2004.
- [Hartung *et al.*, 2007] Frank Hartung, Uwe Horn, Jörg Huschke, Markus Kampmann, Thorsten Lohmar and Magnus Lundevall, Delivery of broadcast services in 3G networks. *IEEE Transactions on Broadcasting* **53**, 1 (March 2007), 188-189.
- [Herrero *et al.*, 2007] Carlos Herrero, Pia Ojanen and Petri Vuorimaa, PODracing: platform-independent mobile TV system. In: *Proceedings of the European Interactive Television Conference 2007, EuroITV 2007, Amsterdam, Netherlands, 23-25 May 2007*, 156-160.
- [Holmstrom, 2003] Daniel Holmstrom, Content based pre-encoding video filter for mobile TV. Umea University, 2003.
- [IEEE, 1990] Institute of Electrical and Electronics Engineering, IEEE standard computer dictionary: A compilation of IEEE standard computer glossaries. New York, NY, 1990.
- [Ikonen, 2006] Ari Ikonen, Mobiili-tv tänään ja sen kehitys tulevaisuudessa. Nokia Multimedia, Watch New, 27.09.2006, Tampere.
- [ISO, 1998] ISO, Draft International Standards (DIS) 9241-11 (1997a), Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 11: Guidance on usability. International Standards Organisation, Geneva, Switzerland, 1998.
- [Jumisko-Pyykkö, 2008] Satu Jumisko-Pyykkö, "I would like to see the subtitles and the face or at least hear the voice": Effects of picture ratio and audio-video bitrate ratio on perception of quality in mobile television, *Multimedia Tools and Applications*, **36**, 1-2, 167-184, Springer Netherlands, January 2008.
- [Jumisko-Pyykkö *et al.*, 2006] Satu Jumisko-Pyykkö, Vinod Kumar Malamal Vadakital, Marja Liinasuo and Miska M. Hannuksela, Acceptance of audiovisual quality in erroneous television sequences over a DVB-channel. In: *Proceedings of the Second International Workshop in Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics*.

- [Kbar and Mansoor, 2005] Ghassan Kbar and Wathiq Mansoor, Testing the performance of wireless LAN. In: *Asia-Pacific Conference on Communications 2005, Perth, Western Australia*, 3-5 October 2005, 492-496.
- [Knoche and McCarty, 2004] Hendrik Knoche and John D. McCarty, Mobile users' needs and expectations of future multimedia services, *Proceedings of the WWRF12*, Toronto, Canada, 10-12 November 2004.
- [Knoche and Sasse, 2007] Hendrik Knoche and Martina Angela Sasse, Getting the big picture on small screens: Quality of Experience in mobile TV. In Lekakos, G. Chorianopoulos, K. (eds.) *Interactive Digital Television: technologies and applications*, Idea Group, 2007.
- [Knoche et al., 2005] Hendrik Knoche, John D. McCarty and Martina Angela Sasse, Can small be beautiful?: assessing image resolution requirements for mobile TV. In: *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, 829-838, 2005.
- [Knoche et al., 2006] Hendrik Knoche, John D. McCarty and Martina Angela Sasse, Reading the fine print: the effect of text legibility on perceived video quality in mobile TV. In: *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia*, 727-730, 2006.
- [Korndelf, 2004] Michael Kornfeld, DVB-H - The emerging standard for mobile data communication. *IEEE International Symposium on Consumer Electronics* 193- 198, 2004.
- [Lemay-Yates Associates Inc., 2005] Lemay-Yates Associates Inc., *Mobile TV technology discussion final report*, 2005.
- [Lombard et al., 1997] Matthew Lombard, Theresa B. Ditton, Maria Elizabeth Grabe and Robert D. Reich, The role of screen size in viewer responses to television fare. *Communication Reports*, **10**, 1, Winter 1997.
- [McCarty et al., 2004] John D. McCarty, Martina Angela Sasse and Dimitrios Miras, sharp or smooth?: comparing the effects of quantization vs. frame rate for streamed video. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 535-542, 2004.
- [MediaLab TeliaSonera Finland, 2004] Mobile Broadcast/Multicast Service (MBMS), White Paper, August 2004. Available as: <http://www.medialab.sonera.fi/workspace/MBMSWhitePaper.pdf> (tarkistettu 4. huhtikuuta 2007).
- [Mäki, 2005] Juri Mäki, *Finnish Mobile TV Pilot*, Research International Finland, 2005.
- [Neumann et al., 1991] W. R. Neumann, A. N. Crigler and V. M. Bove, Television sound and viewer perceptions. In: *Proc. Joint IEEE/Audio Eng.Soc.Meetings*, 101-104, 1991.

- [Nokia, 2008] Nokia Oyj, 2008. Verkkoviite: <http://www.nokia.fi/> (tarkistettu 26 helmikuuta 2008).
- [Owens and Wolfe-Kelly, 1987] D.A. Owens and K. Wolfe-Kelly, Near work, visual fatigue and variations of oculomotor tonus. *Ophthalmology and Visual Science*, 28, 743-749, 1987.
- [Pappas and Hinds, 1995] Thrasyvoulos N. Pappas and Raynard O. Hinds, On video and audio data integration for conferencing. In: *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, **2411**, 120-127, February 1995.
- [Qualcomm, 2007] FLO™ Technology Overview. Available as: http://www.qualcomm.com/mediaflo/news/pdf/tech_overview.pdf (tarkistettu 12. huhtikuuta 2007).
- [Reeves and Nass, 1996] Byron Reeves and Clifford Nass, *The Media Equation: How People Treat Computers, Television and New Media Like Real People and Places*. Cambridge University Press, 1996.
- [Reeves, et al., 1999] Byron Reeves, Annie Lang, Eun Young Kim and Deborah Tatar, The effects of screen size and message content on attention and arousal, *Media Psychology*, **1**, 1999.
- [Repo et al., 2003] Petteri Repo, Kaarina Hyvönen, Mika Pantzar ja Päivi Timonen, *Mobiili Video*. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja, 2003.
- [Roto, 2006] Virpi Roto, Web browsing on mobile phones – characteristics of user experience, *TKK Dissertations 49*, Espoo 2006.
- [Sauro and Kindlund, 2005] Jeff Sauro and Erika Kindlund, A method to standardize usability metrics into a single score. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Portland, Oregon, USA, 2005*, 401-409.
- [Schatz et al., 2007] Raimund Schatz, Siegfried Wagner, Sebastian Egger and Norbert Jordan, Mobile TV becomes social – integrating content with communications. In: *Proceedings of the 29th International Conference on Information Technology Interfaces, ITI2007*, 263-270.
- [Selier and Chuberre, 2005]. Satellite digital multimedia broadcasting (SDMB) system presentation. In: *Proceedings of 14th IST Mobile & Wireless Communications Summit*, 2005.
- [Serco, 2006] Serco Usability Services, Usability guidelines for Mobile TV design. Available as: http://www.serco.com/Images/Mobile%20TV%20guidelines_tcm3-13804.pdf (tarkistettu 24. huhtikuuta 2008).

- [SiliconMotion, 2007] SiliconMotion Technology Corp., Winning the global mobile tv trend, August 7, 2007. Available as: <http://www.digitimes.com.tw/PDF/DTF960807/2007080702.pdf> (tarkistettu 19. toukokuuta 2008).
- [Sofia Digital, 2008] Sofia Digital Oy, 2008. Verkkoviite: <http://sofiadigital.com/> (tarkistettu 27 Helmikuuta 2008).
- [Song *et al.*, 2002] Seungho Song, Youjip Won and Injae Song. In: *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, 327-330, 2002.
- [Stockbridge, 2006] Lucy Stockbridge, Mobile TV: Experience of the UK Vodafone and Sky service. In: *Proceedings of EuroITV, Athens, Greece, 2006*.
- [Södergård, 2003] Södergård Caj (ed.), Mobile television – technology and user experiences, Report on the Mobile –TV Project. Espoo: VTT Publications 506, 2003.
- [Voldhaug *et al.*, 2005] Jan Erik Voldhaug, Stian Johansen and Andrew Perkis, Automatic football video highlights extraction. In: *Proceedings of NORSIG-05*, 2005.
- [Wang *et al.*, 2003] Demin Wang, Filippo Speranza, André Vincent, Taali Martin and Phil Blanchfield, Towards optimal rate control: a study of the impact of spatial resolution, frame rate, and quantization on subjective video quality and bit rate. In: T. Ebrahimi and T. Sikora (eds.), *Visual Communications and Image Processing*, 198-209, 2003.
- [Winkler and Faller, 2005] Stefan Winkler and Christof Faller, Maximizing audiovisual quality at low bitrates. In: *Proceedings of Workshop on Video Processing and Quality Metrics*, 2005.
- [Westerink and Roufs, 1989] J. H. Westerink and J. A. Roufs, Subjective image quality as a function of viewing distance, resolution and picture size, *SMPTE Journal*, **98**, 113-119, 1989.