

Helena Korte

ÄLYTELEVISION HYBRIDISOVELLUKSET

Mahdollisuudet ja haasteet

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Kandidaatintutkielma
Tammikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Helena Korte: Älytelevision hybridisovellukset – mahdollisuudet ja haasteet
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Tammikuu 2023

Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellään keskeinen älytelevision hybridisovelluksiin liittyvä tekniikka ja tunnistetaan älytelevision hybridisovellusten tarjoamia mahdollisuuksia ja hybridisovelluksiin liittyviä haasteita. Aihe on suurtakin yleisöä kiinnostava, sillä älytelevioiden hybridisovellukset voisivat viedä televisionkatselun aivan uudelle tasolle. Hybridisovellukset ovat kuitenkin vielä useille television käyttäjille tuntemattomia, ja niistä kertova tieto on vaikeaselkoista. Aiheesta on myös melko vähän tieteellistä tutkimusta ja lähdekirjallisuutta. Tutkielmassa etsitään vastausta tutkimuskysymykseen *minkälaisia mahdollisuuksia älytelevision hybridisovellukset tarjoavat ja minkälaisia haasteita niihin liittyy?* Samalla tämä tutkielma jalostaa lähdekirjallisuuden pohjalta kootun tiedon kansantajuiseksi johdannoksi älytelevision hybridisovellusten maailmaan.

Älytelevision hybridisovellus on ominaisuus, jossa digitaalitelevioliiketykseen yhdistetään internetyhteydellä lisäominaisuuksia. Älytelevision hybridisovellukset mahdollistavat ohjelmasuosituksen tarjoamisen, televioliiketyssisällön ominaisuuksien räätälöinnin katsojakohtaisesti ja voivat lisätä yhteenkuuluvuuden tunnetta katsojan voidessa olla vuorovaikutuksessa muiden katsojien tai ohjelmantarjoajan kanssa. Ne mahdollistavat myös televioliiketyksen uusilla tavoilla, joista keskeisin on mainonnan kohdentaminen. Hybridisovelluksena voi toteuttaa esimerkiksi mahdollisuuden osallistua televioliiketysohjelmaan kotisohvalta tai mahdollisuuden seurata urheiluliiketystä vain haluamastaan kuvakulmasta.

Älytelevision hybridisovellukset perustuvat kaksisuuntaiseen yhteyteen ohjelmaa lähettävän tahon ja vastaanottavan tahon eli älytelevision välillä. Hybridiominaisuuksiin liittyy tiiviisti erilaisia standardeja, joista keskeisin on HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV). Älytelevision hybridisovelluksiin liittyy myös haasteita. Koska hybridisovellus yhdistää sisältöä eri jakeluteiltä, sisältöjen synkronointi on tärkeää. Muita hybridisovelluksiin liittyviä haasteita ovat hybridisovellusten vaatimus laajakaistayhteydelle, päätelaitteiden suorituskykyvaihtelu ja kova kilpailu ihmisten ajasta muiden viihdykkeiden kuten suoratoistopalveluiden kanssa.

Avainsanat: hybridi-TV, älytelevioliiketyso, HbbTV, hybridisovellus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Älytelevision hybridisovellusten tekninen perusta	3
3	Älytelevision hybridisovellusten tarjoamat mahdollisuudet	6
3.1	Ohjelmatiedot ja -suositukset	6
3.2	Sisältöä mukauttavat hybridisovellukset	7
3.3	Yhteenkuuluvuuden tunnetta edistävät hybridisovellukset	8
3.4	Mainonta	9
4	Älytelevision hybridisovelluksiin liittyvät haasteet	11
4.1	Synkronointi	11
4.2	Muut haasteet	12
5	Keskustelu	14
6	Yhteenveto.....	16
	Lähdeluettelo.....	17

1 Johdanto

Älytelevisioiden hybridisovellus tarkoittaa sitä, että digitaalitelevisiolähetystykseen yhdistetään internetyhteydellä lisäominaisuuksia (Boronat et al., 2018). Hybridisovelluksia voi käyttää niiden tekniikkaa tukevalla älytelevisiolla eli hybridi-TV:llä. Tutkielmassa etsitään vastausta tutkimuskysymykseen *minkälaisia mahdollisuuksia älytelevisioiden hybridisovellukset tarjoavat ja minkälaisia haasteita niihin liittyy?* Lukijan riittävien lähtötietojen varmistamiseksi vastataan myös kysymykseen *minkälaiseen tekniikkaan älytelevisioiden hybridisovellukset perustuvat?*

Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Tutkimusartikkeleita sekä konferenssijulkaisuja on etsitty erityisesti IEEE-, Andor- ja ACM-tietokannoista. Hakulauseina olen käyttänyt esimerkiksi ”HbbTV OR ’hybrid TV’ OR IBB (integrated broadcast broadband)”. Hybriditekniikasta käytetään eri termejä eri teoksissa. Olen hakenut tutkimusartikkeleita ja konferenssijulkaisuja myös kohdennettumilla hakulauseilla kuten ” HbbTV OR ’hybrid TV’ OR IBB AND challenges” tai ” HbbTV OR ’hybrid TV’ OR IBB AND advertis*” löytääkseni lisää näkökulmaltaan oleellisia artikkeleita.

Olen valikoinut lähdeaineisiin vertaisarvioituja artikkeleita ja tunnettujen, luotettavina pidettyjen konferenssien julkaisuja. Mahdollisuuksien mukaan olen priorisoinut uusimpia lähteitä sekä pyrkinyt sisällyttämään usean toisistaan erillisten tutkimusryhmien tutkimuksia työhön. Mainitsemisen arvoinen tutkielmassa käytetty keskeinen lähde on Boronatin ja muiden (2018) tutkimus älytelevisioiden hybridisovellusten käyttäjäkokemuksista ja synkronoinnista, koska siinä käsiteltiin monipuolisesti tutkielman eri osa-alueiden asiaa. Tehdäkseni tutkielmasta ajankohtaisemman ja kiinnostavamman olen sisällyttänyt tutkielmaan myös otteita hybridisovellusten ja niihin liittyvien tekijöiden nykytilasta Suomessa. Aiheeseen liittyvien yritysten, kuten Digitan, nettisivuilta poimitut tiedot tukevat ja täydentävät tieteellisistä lähteistä kerättyjä tietoja. Mikäli sama tieto on käynyt ilmi useammasta lähteestä, olen valinnut lähdeviitteeseen uusimman taikka muuten asian kannalta oleellisimman tieteellisen lähteen.

Lähdeaineiston perusteella käy ilmi, että älytelevisioiden hybridisovellukset tarjoavat monipuolisia mahdollisuuksia parantaa katsojan käyttäjäkokemusta laajennetulla ohjelmaoppaalla ja ohjelmasuosituksilla (Kovacik et al., 2017), sisältöä mukauttavilla sovelluksilla sekä yhteenkuuluvuuden tunnetta edistävillä ominaisuuksilla (Boronat et al., 2018). Lisäksi hybridisovelluksilla voi tehostaa televisiomainontaa (Anedda et al., 2022). Hybridisovelluksiin liittyy myös haasteita, kuten perinteisen televisiolähetystyksen ja internetvälitteisen sisällön synkronointi yhteen riittävän hyvin toimivalla tavalla (Beloqui Yuste et al., 2016).

Luvussa 2 vastaan kysymykseen *minkälaiseen tekniikkaan älytelevision hybridisovellukset perustuvat* esittelemällä tiedonsiirtoon ja ohjelmistotekniikkaan liittyviä aiheen kannalta keskeisiä tekniikoita ja standardeja. Luvussa 3 esittelen hybridisovellusten tarjoamia mahdollisuuksia sovellusesimerkkien avulla. Neljännessä luvussa nostan esille hybridisovelluksiin liittyvänä haasteena erityisesti synkronoinnin. Viides luku on keskusteluluku ja viimeinen luku on yhteenveto tutkielmasta.

2 Älytelevision hybridisovellusten tekninen perusta

Hybridisovellukset perustuvat laajakaistayhteydellä saavutettavaan kaksisuuntaiseen yhteyteen sisältöä lähettävän ja vastaanottavan tahon välillä ja toimintaa yhtenäistäviin standardeihin (Boronat et al., 2018). Hybridiominaisuuksien toteuttaminen edellyttää televisiolähetysten jakelusta digitaalisena signaalina (Ariyanti & Yuniarti, 2020). Digitaalinen signaali hyödyntää saatavilla olevaa, rajallista kaistanleveyttä analogista signaalia tehokkaammin. Tehokkaammin hyödynnetty kaistanleveys mahdollistaa useampia kanavapaikkoja ja näin ollen laajemman kanavatarjonnan (Topalli & Kilinc, 2016) sekä paremman kuvanlaadun (Ariyanti & Yuniarti, 2020). Televisiolähetykset lähetetään Suomessa digitaalisena signaalina (Digita, 2022).

Televisiolähetykset ovat perinteisesti yksisuuntaisia eli lineaarisia (Boronat et al., 2018). Se tarkoittaa sitä, että päätelaite vastaanottaa lähetysten sellaisenaan kommunikoimatta lähettävän tahon kanssa. Perinteiset televisiolähetykset lähetetään satelliitti-, kaapeli- tai terrestriaalisen antenniverkon välityksellä (Boronat et al., 2018). Eurooppalainen standardijoukko DVB (Digital Video Broadcasting) kattaa jakelua säätelevät jakelukanavakohtaiset standardit. Satelliitti-, kaapeli- ja antenniverkolle on omat DVB:n alaiset standardinsa. (Boronat et al., 2018) On olemassa myös muita jakelustandardeja kuin Euroopassa käytetty DVB, kuten esimerkiksi Etelä-Amerikassa käytettävä ISDB-T (Sotelo et al., 2018), jonka nimi on lyhenne sanoista Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial (Dibeg, 2022). DVB-standardijoukkoon kuuluva IPTV-standardi (Internet Protocol Television) mahdollistaa TV-lähetysten jakelun myös internetin välityksellä. Internetyhteys on kaksisuuntainen eli signaalia ei ainoastaan vastaanoteta, vaan siihen voidaan reagoida paluukanavan kautta. Paluukanavan olemassaolo mahdollistaa televisiolähetysten interaktiiviset ominaisuudet. (Beloqui Yuste et al., 2016)

Kaksisuuntainen yhteys voidaan saavuttaa myös yhdistämällä lineaariseen televisiolähetykseen internetin kautta jaeltavia ominaisuuksia. Tällöin on kyse hybridiominaisuudesta. (Boronat et al., 2018) Hybridilaite voi olla joko itse älyteleviio tai erillinen TV-sovitin (set-top-box) (Ivesic et al., 2017). Älytelevision hybriditekniikasta käytetään myös termiä IBB (integrated broadcast broadband) (Ariyanti & Yuniarti, 2020). Keskeisin ja käytetyin hybridiominaisuuksiin liittyvä standardi ja tekniikka on HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV). Muita vaihtoehtoisia IBB-standardeja ovat Hybridcast, Ginga sekä ATSC 3.0. (Ariyanti & Yuniarti, 2020) IBB-standardit ovat yhteensopivia tiettyjen jakelustandardien kanssa. Esimerkiksi DVB ja HbbTV ovat keskenään yhteensopivia sekä ISDB-T on yhteensopiva Hybridcastin ja Gingan kanssa. Siis HbbTV-ominaisuus ei toimisi esimerkiksi ISDB-T-lähetysignaalin kanssa. (Sotelo et al., 2018)

Tutkielman kirjoitushetkellä HbbTV-standardin uusin versio on 2.0.3. HbbTV-standardi on määritelty tukemaan hybriditelevisiopalveluiden kehitystä. Se yhdistää olemassa olevia standardeja, jotka liittyvät muun muassa kuvan skaalautuvuuteen, kuvan pakkaamiseen ja www-protokollaan. (HbbTV, 2022) HbbTV-standardi ei siis ole sinänsä uusi tekniikka vaan yhdistelmä jo olemassa olevia standardeja. Standardien idea on yhtenäistää toimintatapoja ja tekniikoita niin, että ne ovat mahdollisimman hyvin yhteensopivia, ja näin ollen paremmin toimivia (TEPA-termipankki, 2022).

Suomessa useimmat vuoden 2014 jälkeen ostetut älytelevisiot tukevat HbbTV-tekniikkaa. Hybridiominaisuudet ovat saatavilla Suomessa antenni-TV-verkossa sekä tietyin rajoitukset kaapelitalouksissa. HbbTV-ominaisuus voi olla erikseen aktivoitava televisiosta. (Digita, 2022) Hybridiominaisuudet aktivoituvat tyypillisesti painettaessa kaukosäätimen punaista nappia (Sotelo et al., 2018) (kuva 1). Esimerkiksi Englannissa HbbTV-tekniikan tukeminen on määrätty pakolliseksi ominaisuudeksi uusissa älytelevisioissa (Digital TV Europe, 2021). Se viittaa siihen, että hybriditekniikkaa pidetään tärkeänä ominaisuutena tulevaisuudessa. HbbTV-standardin kehittämistä varten on perustettu myös kansainvälinen yhdistys HbbTV Association (Bonet et al., 2022).



Kuva 1. Hybriditelevision kaukosäädin.

Osa hybridiominaisuuksista voidaan toteuttaa myös oheislaitteen, esimerkiksi matkapuhelimen, avulla niin, ettei varsinaista yhden laitteen hybriditoteutusta tarvitse toteuttaa (Boronat et al., 2018). Tällaiset ominaisuudet luetaan tutkielman

lähdeaineistossa kuitenkin hybridisovelluksiksi, koska niissä yhdistyy televisiolähetysominaisuus internetvälitteiseen ominaisuuteen – vaikkakaan ei samassa laitteessa.

Pelkästään internetin välityksellä käytettäviä videopalveluita kutsutaan OTT (over-the-top) -palveluiksi. Älytelevisioita käytetään myös tilausvideopalveluiden (VOD, video-on-demand) kulutukseen. (Zhang, 2017) Tilausvideopalvelut tarjoavat käyttäjälle nimensä mukaisesti mahdollisuuden tilata haluamaansa videosisältöä katsottavaksi milloin tahansa. Tällaisia sekä VOD- että OTT-sovelluksia ovat siis esimerkiksi Netflix ja Disney+. Kuvan 1 kaukosäätimen painikkeissa näkyvät Netflix ja YouTube ovat valmiiksi asennettuina kuvan kaukosäätimen älytelevisioon. OTT- ja VOD-sovellukset poikkeavat hybridisovelluksista, mutta niiden olemassaolo on luontevaa tuoda esille.

3 Älytelevision hybridisovellusten tarjoamat mahdollisuudet

Suurin osa uudehkoista älytelevioista tukee HbbTV-tekniikkaa. Koska sama hybriditoteutus toimii kaikissa näissä laitteissa, hybridisovellukset mahdollistavat laajan yleisön tavoittamisen (Topalli & Kilinc, 2016). Älytelevision hybridisovellukset tarjoavat monipuolisia mahdollisuuksia parantaa katsojakokemusta ja televisiomainontaa. Hybridisovelluksilla voidaan lisätä katsojan valtaa vaikuttaa siihen, minkälaista sisältöä hän katsoo televisiosta, saada katsoja kokemaan positiivisia yhteisöllisyyden tunteita sekä kohdentaa ja kehittää televisiomainontaa. Gomez-Barquero ja muiden (2020) mukaan hybridiominaisuudet ovat olleet menestys useissa maissa.

3.1 Ohjelmatiedot ja -suositukset

Katsojalle voidaan antaa juuri hänelle räätälöityjä ohjelmasuosituksia. Anedda ja muut (2022) arvioivat, että lähitulevaisuudessa katsojat tulevat vaatimaan juuri heille räätälöityjä televisiokokemuksia.

Zhangin ja muiden (2017) tekemässä tutkimuksessa saatiin selville, että jopa 80 % katsojista ei löydä mieluisaa televisiokanavaa nopeasti. HbbTV-tekniikka mahdollistaa katsojan katselutottumusten seuraamisen ja niihin perustuvan profiilin luomisen (Fondevila-Gascón et al., 2021). Katsojalle voidaan näin tarjota ohjelmasuosituksia hänen katseluhistoriansa perusteella käyttäen apuna koneoppimista (Topalli & Kilinc, 2016). Ehdotukset voisivat perustua myös VOD-palveluiden katseluhistoriaan ja ohjelmaehdotusten mukana voisi olla myös VOD-sisältöä (Zhang et al., 2017). Näin esimerkiksi erityisesti suoratoistopalveluita käyttävä katsoja voisi löytää helposti sisältöä myös televisiolähetyksistä ja siirtyä kuluttamaan myös niitä – ja toisin päin. Sisällön kohdentamiseen liittyy ongelma, että samaa päätelaitetta voivat käyttää eri ihmiset vuorotellen (Topalli & Kilinc, 2016). Topalli ja Kilinc (2016) ehdottavat, että käyttäjä valittaisiin aina, kun televisio avataan, jotta eri käyttäjien preferenssit eivät sekoittuisi toisiinsa. Myös Kovacik ja muut (2017) arvioivat, että jokaiselle laitteen käyttäjälle tulisi luoda oma profiili.

Elektroninen ohjelmaopas voidaan toteuttaa hybridiominaisuutena. Hybridiohjelmaoppaalla katsoja voi nähdä tulevaa sisältöä usean päivän päähän. (Kovacik et al., 2017) Suomessa on käytössä hybridisovelluksena toteutettu laajennettu ohjelmaopas kaikilla hybridipalveluja tarjoavilla kanavilla. Laajennetulla ohjelmaoppaalla voi muun muassa asettaa muistutuksia ohjelmista sekä nähdä enemmän informaatiota ohjelmista. (Digita, 2022) Kovacikin ja muiden (2017) mukaan muistutusmahdollisuus parantaa katsojakokemusta. Kovacikin ja muiden (2017) kuvaama ohjelmaopas sisältää myös hakutoiminnon, jolla sisältöä voi etsiä esimerkiksi genren tai tietyn näyttelijän nimen perusteella.

3.2 Sisältöä mukauttavat hybridisovellukset

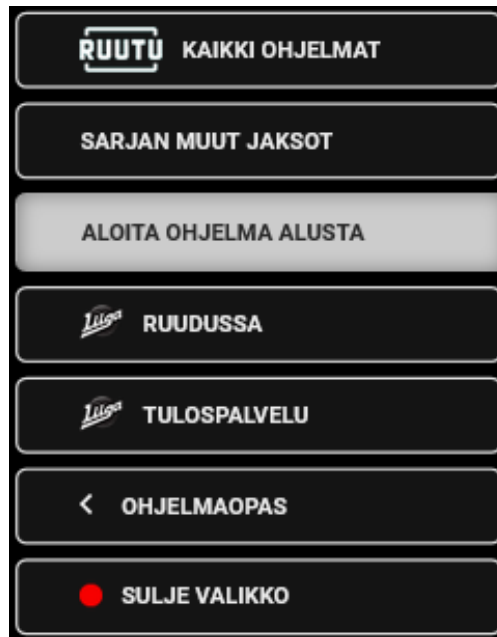
Älytelevisiion hybridisovelluksina voidaan toteuttaa erilaisia tapoja mukauttaa televisio-ohjelman sisältöä tai ominaisuuksia katsojakohtaisesti. Katsoja voisi esimerkiksi valita vaihtoehtoisista äänivirroista, kuvakulmista ja informaationäkymistä mieleisensä sekä kelata ohjelmaa.

Hybriditelevisiolähetys voi sisältää useita laajakaistavälitteisiä, lisättyjä äänivirtoja, joista katsoja voi valita mieleisensä (Boronat et al., 2018). Suomessa joihinkin televisiolähetysiin sisältyy vaihtoehtoisia televisiolähetys-signaalissa jaeltavia äänivirtavaihtoehtoja: käyttäjä voi valita suomen, ruotsin tai ohjelman alkuperäiskielen väliltä katsoessaan Ylen dokumenttiohjelmaa (Yle, 2018). Yle myös tarjoaa synteettisen äänitekstityksen kaikkiin käännettyihin ohjelmiinsa (Yle, 2018). Hybridisovelluksina olisi teknisesti mahdollista tarjota tätä enemmän äänivirtavaihtoehtoja.

Moninäkömätelevisio (Multi-view TV) mahdollistaa tapahtuman katsomisen useista eri vaihtoehtoisista näkökulmista (Boronat et al., 2018). Myös esimerkiksi Gomez-Barquero ja muut (2020) tunnistavat moninäkömätelevisiön ominaisuuden kehitettäväksi HbbTV-ominaisuudeksi. Boronat ja muut (2018) ehdottavat ominaisuuden toteutukseksi yhden näkymän lähettämistä lineaarisena televisiolähetysnäkökulmana ja muiden näkymien lähettämistä laajakaistayhteyksin. Katsoja voisi siis katsoa oletusnäkökulmaa tai valita saatavilla olevista muista vaihtoehdoista mieleisensä näkymän. Esimerkiksi yleisurheilukilpailujen televisiolähetyksissä katsojakokemusta voisi parantaa käyttäjän mahdollisuus valita itse, minkä lajin kilpailua kuvaavan kameran kuvaa hän tahtoo nähdä päätelaitteellaan. Katsojalla saattaa myös olla preferenssi siitä, mistä näkökulmasta kuvattuna hän tahtoo katsoa esimerkiksi live-viihdeohjelmaa. Katsoja voisi esimerkiksi valita nähdä koko lavan taikka pelkästään lähikuvaa esiintyjästä.

Moninäkömätelevisiön toimintaperiaatetta mukaillen on myös olemassa sovellus, jolla televisiokuvan ohkeen liitetään viittomakielistä käännöstä esittävä videovirta hybriditekniikalla (Sotelo et al., 2018). Väärinkäsitysten ehkäisemiseksi mainittakoon, että Samsung on lanseerannut uusiin älytelevisioihinsa Multi View -nimisen ominaisuuden, mutta sillä tarkoitetaan eri ominaisuutta kuin se, mitä tässä on kuvattu. Samsungin Multi View -toiminto mahdollistaa televisioruudun jakamisen pienemmiksi näkymiksi, ikään kuin auki oleviksi välilehdiksi, joilla voi katsoa useampaa sisältöä tai televisiokanavaa samanaikaisesti yhdeltä näytöltä (Samsung, 2021).

Ohjelman kiinniottotoiminto (catch-up) ja eteen- ja taaksepäin kelaaminen voidaan tarjota television katsojille hybridiominaisuuksina (Boronat et al., 2018). Tällainen ominaisuus on käytössä esimerkiksi Nelosen ohjelmissa. Meneillään olevaa ohjelman jaksoa voi siirtyä katsomaan ohjelmavirran mukana jaeltavaan Ruutu-sovellukseen. Hybridisovelluksessa ohjelman kelaaminen ja muut lisäominaisuudet ovat mahdollisia. (Digita, 2022)



Kuva 2. Nelosen kanavien hybridiominaisuuksien valikko (Digita, 2022).

Mukautettuja web-syötteitä voidaan sisällyttää televisiolähetyskuvaan hybridisovelluksena. Web-syötteiden integraatio televisiolähetyskuvaan tarkoittaa esimerkiksi oleellisen informaation ja tilastojen sisällyttämistä kuvaan. (Boronat et al., 2018) Ominaisuus voisi mahdollistaa käyttäjälle esimerkiksi vapauden päättää, kuinka paljon informaatiota hän haluaa nähdä videokuvan päällä. Esimerkiksi jääkiekkopeliä voisi katsoa ilman lähetyskuvaan kiinnitettyä pistetilanteen ja erän keston kertovaa informuutua, mutta vastaavasti toinen katsoja voisi katsoa peliä oletusta suuremmalla informaatiomäärällä. Esimerkiksi pelaajien tietoja tai muuta oheistietoa voisi näkyä halukkaiden televisioissa varsinaisen videokuva-lähetyskuvan ohessa.

Marfil ja muut (2022) toteavat tutkimuksessaan, että hybriditekniikalla voidaan toteuttaa myös mulsemmediaominaisuuksia (multi sensorial media). Tällaisissa ominaisuuksissa katsoja pääsisi käyttämään näkö- ja kuuloaistin lisäksi esimerkiksi tuntoaistiaan (Marfil et al., 2022). Marfilin ja muiden (2022) tutkimuksessa kokeiltiin tuulitehostetta ja istuinta värisyttävää tehostetta. Mulsemmediaominaisuudet vaativat erillisiä laitteita tehosteiden aikaansaamiseksi sekä kontrollerilaitteen. Tehosteiden ajoittamiseen ja voimakkuuteen liittyvää metadataa jaeltaisiin televisiolähetysvirran mukana. (Marfil et al., 2022)

3.3 Yhteenkuuluvuuden tunnetta edistävät hybridisovellukset

Älytelevisioiden hybridisovellukset, joihin liittyy yhteydenpito muihin katsojiin tai ohjelman tarjoajaan, voivat edistää katsojien tunnetta yhteenkuuluvuudesta. Yhteydenpitoa voi olla esimerkiksi viestittely ystävälle paraikaa katsottavaan televisio-ohjelmaan liittyen tai osallistuminen ohjelmaan etänä.

Termillä sosiaalinen televisio (Social TV) kuvataan sitä, että televisionkatselukokemus on yhteisöllinen, vaikka lähetystä ei katsota fyysisesti yhdessä. Sosiaalisen television sovelluksissa televisiolähetysten katsomiseen yhdistetään viestitai videoyhteys ohjelmasta keskustelemista tai muuta sosiaalista vuorovaikutteisuutta varten. (Boronat et al., 2018) Sosiaalista televisiota on siis sekin, että katsoo laulukilpailua televisiosta ja keskustelee matkapuhelimen pikaviestinsovelluksella esiintyjien suorituksista läheistensä kanssa. Tällainen television katsomiseen liittyvä sosiaalinen vuorovaikutteisuus etäyhteyksin voi olla monille arkipäivää.

Katsojan on mahdollista osallistua televisio-ohjelmaan älytelevisiollaan (Boronat et al., 2018). Boronatin ja muiden (2018) kuvauksen perusteella esimerkiksi tietovisaohjelmaan voisi toteuttaa hybridilisäominaisuuden, jolla katsoja voisi itse kaukosäätimellä valita, mitä itse vastaisi kysymykseen, ja seurata omaa edistymistään. Katsojan valitsemat vastaukset voitaisiin lähettää myös ohjelman tarjoajalle ja kotikatsomoissa oikein vastanneita katsojia olisi mahdollista mainita ja vaikka palkita live-lähetyksessä. Esimerkiksi Posse-viihdeohjelma on ottanut käyttöön hybriditoimintona kaukosäätimellä äänestämisen (Telia, 2021). Televisiolähetykseen osallistuminen etänä voidaan toteuttaa myös oheislaitteen, kuten älypuhelimien, avulla (Boronat et al., 2018).

Hen ja muiden (2022) tekemän livestriimauksen interaktiivisuutta käsittelevän tutkimuksen mukaan katsojan yhteys lähetysten tarjoajaan saa katsojan kokemaan itsensä osaksi virtuaalista yhteisöä, kuluttamaan palvelua pidempään tai voi jopa olla keskeisin syy kuluttaa palvelua lainkaan. Tutkija He ja muut (2022) tutkivat interaktiivisuuden merkitystä livestriimauksen näkökulmasta, mutta merkittävät löydökset videopalvelun interaktiivisuuden merkityksestä voinevat implikoida myös sosiaalisesti interaktiivisten TV-ominaisuuksien hyötyjä.

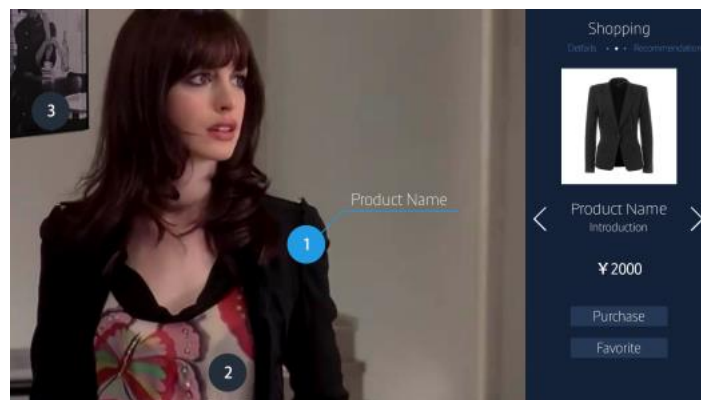
3.4 Mainonta

Hybridi-TV mahdollistaa kohdennettujen mainosten näyttämisen TV:ssä (Anedda et al., 2022) sekä aivan uudenlaisia tapoja mainostaa televisiossa. TV-lähetykseen on mahdollista upottaa kaupallisia linkkejä esimerkiksi lähetyksessä nähtyyn tuotteeseen tai henkilöön. (Zhang et al., 2017) Interaktiiviset tavat mainostaa ovat herättäneet mainostajien kiinnostuksen (Fondevila-Gascón et al., 2021).

Kuten aiemmin todettua, HbbTV-tekniikkaa voidaan käyttää katsojan preferenssien seuraamiseen, ja näin tarjota katsojalle suunnattua sisältöä. Preferenssien seuraamista voidaan hyödyntää myös mainonnan kohdentamiseen. Kohdennettu mainonta älytelevision hybridisovelluksena voidaan toteuttaa niin, että televisiolähetyksessä on oletusmainokset, jotka näkyvät, mikäli kohdennettuja mainoksia ei käyttäjäprofiilin puuttumisen takia ole. (Anedda et al., 2022) Toteutustapa vaikuttaa samantapaiselta kuin Boronatin ja muiden näkemys edellä mainitun moninäköominaisuuden toteutuksesta.

Kaikille samaa oletussisältöä lähetetään lineaarisesti, ja muuta sisältöä, kuten kohdennettu mainos tai vaihtoehtoisia videokuvaa eri näkymästä, voidaan tarjota laajakaistayhteydellä. Aneddan ja muiden (2022) tutkimuksessa todetaan, että katsojat kokevat heille kohdennetut televisiomainokset kohdentamattomia mainoksia mielekkäämpinä katsottavina.

Zhang ja muut (2017) esittävät idean tuotteen tai henkilön etsimisestä pysäytetystä hybridilähetyskuvasta (kuva 3). Se tarkoittaisi käytännössä sitä, että katsoja voisi pysäyttää ohjelman toistamisen, ja tekoälyn avulla pysäytyskuvasta pyrittäisiin löytämään kyseinen tuote taikka vastaavia tuotteita. Vastaavasti ominaisuudella voisi etsiä tietoa ruudulla näkyvästä henkilöstä. (Zhang et al., 2017)



Kuva 3. Tuotteen etsiminen hybriditelevisiolähetyksessä (Zhang et al., 2017).

4 Älytelevision hybridisovelluksiin liittyvät haasteet

Hybridisovellusten kehitykseen ja yleistymiseen liittyy haasteita kuten synkronointi, vaatimus nettiyhteydelle ja tietämyksen puute olemassa olevista sovelluksista. Hybridisovellukset eivät ole yleistyneet odotetulla tavalla (Boronat et al, 2018).

4.1 Synkronointi

Erityisesti Boronat ja Marfil (2018) sekä Beloqui Yuste (2016) ovat tutkimusryhmineen tutkineet hybriditelevisiolähetysten synkronointia viime vuosina. Aihe on niin spesifi ja uudehko, että siitä ei ole paljoa tutkimusartikkeleita (Ivesic et al., 2017). On huomionarvoista mainita, että Boronatin, Marfilin ja Beloqui Yusten tutkimusryhmissä on joitakuuta samoja tutkijoita. Tarve hybridisisältöjen synkronoinnille nousi esiin useissa lähteissä, mutta tarkemmin asiaa tutkivat edellä mainitut tutkijat. Siksi tämä alaluku perustuu pääosin näiden espanjalaisten tutkijaryhmien tutkimuksiin.

Koska hybridiominaisuudet yhdistävät eri jakelukanavia pitkin tulevaa sisältöä yhdeksi kokonaisuudeksi, on tärkeää kiinnittää huomiota synkronointiin ja sisältöjen välisen viiveen minimointiin (Beloqui Yuste et al., 2016). Synkronointi tarkoittaa ”eri tapahtumien saattamista ilmenemään täsmälleen samalla hetkellä” (TEPA-termipankki, 2022). Synkronoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä hybridisovelluksen laajakaistavälitteisen ja televisiolähetysten välisen yhtäaikaaisuutta sekä eri laitteiden saavuttamista yhtäaikaaisesti. Boronatin ja muiden (2018) mukaan hybridiominaisuuksien synkronointi on oleellinen ongelma hybriditelevisiopalveluissa ja vaikeuttaa niiden potentiaalin hyödyntämistä.

Lähtökohtaisesti laajakaistavälitteinen sisältö kulkee hitaammin kuin televisiolähetysten signaali. Lisäksi toimenpiteet, joita internetvälitteiselle sisällölle on tehtävä päätelaitteissa, hidastavat sisällön näyttämistä. (Boronat et al, 2018) Sisällöt voivat siis saapua päätelaitteeseen eri aikaan, koska televisiolähetysten signaali voi saavuttaa päätelaitteen laajakaistasisältöä aiemmin. Sisältöä vastaanottavan päätelaitteen on synkronoitava sisällöt (Beloqui Yuste et al., 2016).

Eri päätelaitteiden välinen viive vaatii myös synkronointia (Ivesic et al., 2017). Eri päätelaitteiden välinen viive tarkoittaa sitä, että lähetys saapuu eri katsojien päätelaitteisiin eri aikoina (Boronat et al., 2018). Boronatin ja muiden (2018) tutkimuksen mukaan se on ongelma hybridiominaisuuksista erityisesti sosiaalisen television palveluissa. Eri päätelaitteiden välinen viive vaikuttaa olevan ongelma siis esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa katsojat keskustelevat meneillään olevasta ohjelmasta esimerkiksi viesti- tai ääniyhteyksin. Esimerkiksi voi olla häiritsevää, jos katsojalle välittyy toisen katsojan reaktio johonkin katsotun ohjelman tapahtumaan ennen kuin tapahtuma on näkynyt ensimmäisen katsojan ruudussa. Boronatin ja muiden (2018) tutkimuksessa havaittiin, että sosiaalisen television viive on kaikista häiritsevintä ääni- ja videoyhteyksillä, mutta se voi häiritä myös kirjoitettuja viestejä käytettäessä.

Havainnollistava esimerkki eri päätelaitteiden välisen viiveen ongelmallisuudesta on myös se, että kun jääkiekkopeliä katsoo OTT-palvelun kautta, sisältö saattaa saapua myöhemmin kuin niille katsojille, jotka katsoivat lähetystä televisiolähetysenä. Jos näin käy, naapurista saattaa kuulua hurrausta ennen kuin OTT-palvelua käyttävä katsoja on ehtinyt nähdä maalia.

Lähdekirjallisuudesta käy ilmi, että eri ominaisuudet vaativat eri tason synkronointia toimiakseen tyydyttävällä tavalla. Esimerkiksi ihmisen puhumista kuvastavan ääni- ja kuvavirran yhtäaikaisuus (lip sync) vaatii toimiakseen tyydyttävällä tavalla korkean tason synkronisuutta. Jopa millisekuntin kymmenyksen asynkronisuus voidaan kokea häiritsevä. (Boronat et al., 2018) Sosiaalisen television ominaisuuksille taas riittää matalan tason yhtäaikaisuus (500 ms – 2000 ms) (Boronat et al., 2018). Toisaalta esimerkiksi äänestys hybridisovelluksena voi kestää viivettä ominaisuutena hyvin. Se, kuinka nopeasti äänestysvalikko näkyy katsojan näytöllä ei liene oleellista toiminnon onnistumisen kannalta. Toisaalta esimerkiksi moninäköominaisuutta voi olla häiritsevää katsoa, mikäli televisiolähetys- ja laajakaistasisältöjen välillä on merkittävää viivettä. Esimerkiksi yleisurheilukisoja katsoessa viive ei välttämättä haittaa: siirryttäessä katsomaan toista urheilulajia eri näkymään sekunninkaan suuruinen ero tuskin on ongelmallinen. Toisaalta esimerkiksi nopeatempoista jääkiekkopeliä seurattaessa ja kuvakulmaa vaihtaessa olisi toivottavaa, että näkymän vaihdoksessa ei menetä hetkeäkään ottelusta. Aiheen kirjallisuuden perusteella viiveen häiritsevyys riippuukin viiveen määrästä ja katsotun sisällön tyypistä. Boronatin ja muiden (2018) mukaan voidaan todeta, että tämänhetkiset viive-erot ovat suuria suhteessa ominaisuuskohtaisiin viive-erojen raja-arvoihin.

HbbTV standardi pyrkii tarjoamaan ratkaisuja synkronointiin liittyviin ongelmiin (HbbTV, 2022). Boronatin ja muiden (2018) mukaan HbbTV:n versiossa 2.0.1 on vielä puutteita liittyen synkronointiin. Tämän tutkielman kirjoitushetkellä HbbTV-standardin viimeisin versio on 2.0.3 (HbbTV, 2022). Tutkielman lähdeaineistoon ei sisälly tutkimusta, jossa arvioitaisiin HbbTV:n version 2.0.3 toimivuutta synkronoinnin näkökulmasta. Version spesifikaatiodokumentista (ETSI TS 102 796, 2021) käy kuitenkin ilmi, että uudessa versiossa synkronointiin liittyvät aiheet nousevat edelleen vahvasti esiin, joten asia ei vaikuta korjaantuneen heti Boronatin ja muiden arvioiman version 2.0.1 jälkeen.

4.2 Muut haasteet

Yuniarti ja Ariyanti (2022) toteavat, että älytelevision hybridiominaisuuksien kehittämisen taustalla vaikuttaa erityisesti ohjelmantarjoajien halu estää katsojia siirtymästä OTT-palveluiden pariin televisio-ohjelmien katsomisen sijasta. Myös Bonetin ja muiden (2022) mukaan televisiolähetykset joutuvat kamppailemaan suoratoistopalveluita vastaan ja mukautumaan kilpailuun uusien hybridiominaisuuksien

avulla. Tämän perusteella ihmisten ajasta kilpailevia viihdykkeitä, kuten suoratoistopalveluita ja sosiaalisen median palveluita, voi siis pitää keskeisenä älytelevision hybridisovellusten menestymiseen liittyvänä haasteena.

Interaktiiviset ominaisuudet vaativat laajakaistayhteyden tarjoaman kaksisuuntaisen yhteyden, joka käyttäjän on lähtökohtaisesti hankittava ja maksettava erikseen. Se vähentää joidenkin käyttäjien mielenkiintoa hybridisovelluksiin. (Boronat et al., 2018) Riittämätön tai puuttuva nettiyhteys onkin hybridisovellusten kehitykseen liittyvä haaste (Yuniarti & Ariyanti, 2022). Kuitenkin laajakaistayhteys alkaa olla helposti saatavilla oleva varustus suomalaisiin kotitalouksiin. Suomessa 78 %:lle kotitalouksista on saatavilla nopea, vähintään 30 Mbit/s, kiinteä laajakaistayhteys. 4G-mobiililaajakaistayhteys on saatavilla 100 %:lle suomalaisista kotitalouksista. Verkon kattavuus on parantunut vuosi vuodelta. (Ficom, 2022)

Älytelevisioiden hybridisovelluksiin liittyy myös laitteistoa ja tietoturvaa koskevia haasteita. Vaihtelu hybriditelevisioiden suorituskehoissa ja ominaisuuksissa on haaste hybridisovellusten kehittämisessä (Yuniarti & Ariyanti, 2022), sillä kaikki laitteet käyttävät samaa toteutusta hybridisovelluksesta (Topalli & Kilinc, 2016). Myös se, että ei ole käytössä yhtä universaalista hybridistandardia, on haaste. HbbTV-standardin yleistämistä universaaliksi standardiksi on suunniteltu, jotta samaa hybridisovelluksen toteutusta voisi käyttää kaikissa maissa. (Sotelo et al., 2018) Älytelevision hybridisovellus kerää tietoa käyttäjästä, ja täten siihen liittyy tietoturvariskejä (Fondevila-Gascón et al., 2021). Lisäksi joissakin Aasian maissa televisiolähetys sisältöä kontrolloidaan laeilla niin tarkasti, että hybridiominaisuuksien toteuttaminen aiheuttaa byrokraattisia ongelmia (Yuniarti & Ariyanti, 2022).

Käyttäjät eivät välttämättä tiedä, mitä hybridisovelluksia heille on tarjolla (Boronat et al., 2018). Ihmisten tietämys hybridiominaisuuksista vaikuttaa siis olevan myös oleellinen näkökulma. Hienoimmatkin lisäominaisuudet ovat turhia, mikäli katsojat eivät tiedä käyttää niitä. Kuten mainittua, HbbTV-ominaisuus voi olla erikseen kytkettävä päälle television asetuksista (Digita, 2022). Joillekin käyttäjille voi olla vaikeaa saada aikaiseksi kytkeä asetus päälle – varsinkin, jos ei oikein tiedä ominaisuuksien olemassaolosta. Jos palveluja ei syystä tai toisesta hyödynnetä, viestii se palveluntarjoajalle, että ominaisuuksia ei kannata kehittää.

5 Keskustelu

Tutkielmassa esiteltiin hybridisovellusten tekniikkaa ja tunnistettiin hybridisovellusten tarjoamia mahdollisuuksia erilaisten sovellusten näkökulmasta ja tunnistettiin sovelluksiin liittyviä haasteita. Osa lähdetutkimuksista käsitteli hybridisovelluksia tästä tutkielmasta eroavista näkökulmista ja painotti jotakin teknistä ratkaisua tietyn ominaisuuden toteuttamisessa, kuten Aneddin ja muiden (2022) tutkimus interaktiivisen television kohdennetusta mainonnasta. Tässä kirjallisuuskatsauksessa olisi ollut hedelmällisempää käsitellä tutkimusta, jossa olisi mukana tätä tutkielmaa vastaava mahdollisuudet ja haasteet -näkökulma. Sellaiset tutkimukset olisivat antaneet mielenkiintoista tietoa siitä, miten mahdollisuudet ja haasteet suhteutuvat tutkimuksen mukaan toisiinsa. Olisi kiinnostavaa tietää, mitä haasteita pidetään vaikeina voittaa ja mitä mahdollisuuksia kaikista potentiaalisimpina. Tämänkaltaista vertailua ei saatavilla olevien lähteiden vuoksi voitu toteuttaa tähän tutkielmaan, vaan tutkielman näkökulma rajoittuu tunnistamaan mahdollisuuksia ja mahdollisia haasteita. Toisaalta tutkielma pyrki vastaamaan kysymyksiin, joihin ei ollut helposti löydettävissä jo olemassa olevia vastauksia – se teki tästä tutkielmasta tarpeellisen toteuttaa.

Käytettyjen lähteiden tutkimusmenetelmät eivät olleet aina aukottomia. Esimerkiksi Boronatin ja muiden (2018) tekemässä hybridisovellusten synkronointia ja käyttäjäkokemuksia arvioivassa tutkimuksessa käyttäjille ei tarjottu hybridisovelluksia, joissa laajakaistaominaisuus ja televisiolähetys yhdistyisivät samassa laitteessa. Muun muassa tutkimuksessa ollut moninäköominaisuus toteutettiin vain yhtä jakelukanavaa käyttäen eikä kuten Boronat ja muut esittelivät moninäköominaisuuden hybridisovelluksena. Myös esimerkiksi tietovisaan osallistuminen hoidettiin erillisellä, toisesta laitteesta käytettävällä sovelluksella. Siksi heidän tekemä tutkimus ei tarjoa käytännön tietoa synkronointiongelmien ilmenemisestä oheislaitteettomassa älytelevision hybridisovelluksessa.

Älytelevision hybridisovellusten tekniikasta, mahdollisuuksista ja haasteista ei löytynyt paljoa tietoa, joka ei olisi niin yksinkertaistettua kuin kuluttajille suunnattu informaatio, mutta toisaalta ei niin vaikeaselkoista kuin mitä alan asiantuntijoiden kirjoitukset ja raportit voivat asiaan perehtymättömälle lukijalle olla. Se loi tarpeen tämänkaltaisen tutkielman kirjoittamiselle. Tämä tutkielma voi helpottaa jonkun muun perehtymistä aiheeseen, sillä tässä asiat selitetään alusta asti olettamatta lukijalta lähtötietoja. Lisäksi, jos tiedon puute on yksi haaste hybridisovellusten kehityksessä, niin tämä työ voi lisätä jonkun tietoisuutta aiheesta ja olla myös siten hyödyllinen.

Aihe oli mukaansatempaava ja olisi mielenkiintoista perehtyä syvemmin esimerkiksi kaikille käyttöjärjestelmille ja laitteille yhteisen sovelluksen kehittämisen haasteisiin. On myös kiinnostava ajatus, voisiko hybridiominaisuudet mahdollistaa täysin uudenlaisia televisio-ohjelmakonsepteja. Hybridiominaisuutta ei lisättäisikään olemassa olevaan

ohjelmaan, vaan voitaisiin tehdä konsepti, jossa nimenomaan hybriditelevision katsojat ovat keskiössä. Esimerkiksi sen sijaan, että visailuohjelmassa olisi hybridilisäominaisuus tehtäisiinkin ohjelma, jossa kotikatsomon pelaajat ovat ainoat pelaajat. Olisi toisaalta myös kiinnostavaa saada tutkimusta, jossa arvioitaisiin kriittisemmin hybridisovelluksia ja niiden potentiaalia tulla toteutetuiksi käytännössä. Älytelevision hybridisovelluksissa on paljon tutkimusmahdollisuuksia. On kiinnostavaa seurata millainen älytelevision hybridisovellusten tulevaisuus tulee olemaan erityisesti, kun kilpailu erilaisten muiden palveluiden kanssa on kova.

6 Yhteenveto

Älytelevision hybridisovellukset yhdistävät digitaalitelevisiolähetykseen internetyhteydellä lisäominaisuuksia. Tiedonsiirtoon ja tiedon käsittelyyn liittyy toimintaa yhtenäistäviä standardeja. Keskeinen älytelevision hybridisovelluksiin liittyvä standardi on HbbTV (hybrid broadcast broadband TV), joka yhdistää standardeja luoden lähtökohdat hybridisovellusten kehitykselle.

Tutkielmassa etsittiin vastausta kysymykseen: *Minkälaisia mahdollisuuksia älytelevision hybridisovellukset tarjoavat ja minkälaisia haasteita niihin liittyy?* Lähdeaineiston perusteella käy ilmi, että älytelevision hybridisovellusten avulla on mahdollista parantaa televisionkatsojan katsojakokemusta sekä mainontaa. Lähdekirjallisuudesta tunnistetut katsojakokemusta parantavat ominaisuudet lisäävät katsojan valtaa vaikuttaa katsomansa televisiolähetyksen sisältöön ja lisäävät positiivisia yhteenkuuluvuuden tunteita. Keskeisin tapa kehittää televisiomainostusta hybridiominaisuuksien avulla on lähdekirjallisuuden perusteella mahdollisuus kohdentaa mainontaa. Älytelevision hybridisovellukset voivat saada katsojan viihtymään televisio-ohjelman parissa linearitelevisiota paremmin.

Älytelevision hybridisovellusten kehittämiseen liittyy monenlaisia haasteita, joista lähdekirjallisuudessa nousee esiin erityisesti eri siirtoteitä kulkevien sisältöjen synkronointi. Muita kirjallisuudessa esiin nousseita hybridisovelluksiin liittyviä haasteita ovat päätelaitteiden suorituskykyvaihtelu, ihmisten mahdollinen tietämyksen puute saatavilla olevista sovelluksista sekä se, että hybridisovellukset vaativat toimiakseen internetyhteyden toisin kuin linearitelevisio. Myös ihmisten ajasta kilpailevat OTT-videopalvelut ovat haaste älytelevision hybridisovellusten menestymiselle.

Älytelevision hybridisovelluksista on olemassa jokseenkin vähän tieteellistä tutkimusta. Tämä tutkielma vastaa tutkimuskysymykseen, johon ei ole helposti löydettävissä vastauksia, mutta joka on kiinnostava ja suurta yleisöä koskettava. Se selkeyttää tavallisellekin kuluttajalle älytelevision hybridisovellusten mahdollisuuksia ja haasteita. Aihe on laaja, ja kattavampi tutkimus aiheesta vaikuttaisi tulevan tarpeeseen älytelevision hybridisovellusten mahdollisuuksien, haasteiden ja niiden myötä tulevaisuuden näkymien kartoittamiseksi.

Lähdeluettelo

- Anedda, M., Fadda, M., Popescu, V., Farina, M., Muntean, G.-M., & Giusto, D. (2022). Targeted Advertisement in HbbTV Multimedia Content. *IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/BMSB55706.2022.9828780>
- Ariyanti, S., & Yuniarti, D. (2020). Challenges and opportunities for Integrated Broadcast Broadband (IBB) implementation in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1502(1), 12018–. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1502/1/012018>
- Beloqui Yuste, L., Boronat, F., Montagud, M., & Melvin, H. (2016). Understanding Timelines Within MPEG Standards. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 18(1), 368–400. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2488483>
- Bonet, M., Guimerà, J. À., & Casado, M. Á. (2022). The Spanish HbbTV service LOVEStv: When technology facilitates new strategies for survival. *Media International Australia*, 185(1), 139–152. <https://doi.org/10.1177/1329878X211061879>
- Boronat, F., Montagud, M., Marfil, D., & Luzón, C. (2018). Hybrid Broadcast/Broadband TV Services and Media Synchronization: Demands, Preferences and Expectations of Spanish Consumers. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 64(1), 52– 69. <https://doi: 10.1109/TBC.2017.2737819>
- Dibeg. (2022). *What is ISDB-T*. <https://www.dibeg.org/techp/what/> (Haettu 19.1.2023)
- Digita. (2022). *Hybriditv-palvelut*. <https://www.digita.fi/antennitv/hybriditv/hybriditv-palvelut/> (Haettu 18.8.2022)
- Digital TV Europe. (2021). *DTG's D-Book makes HbbTV mandatory for the first time*. <https://www.digitaltveurope.com/2021/10/28/dtgs-d-book-makes-hbbtv-mandatory-for-first-time/> (Haettu 24.1.2023)
- ETSI TS 102 796 V1.6.1. (2021). *Hybrid Broadcast Broadband TV. Technical Specification*.
- FiCom. (2022). *Laajakaistaliittymien saatavuus*. <https://www.ficom.fi/ictala/tietopankki/viestintaverkot-tietopankki/kiintea-ja-mobiililaajakaista/laajakaistaliittymien-saatavuus/#suomi> (Haettu 12.6.2022)
- Fondevila-Gascón, J.-F., Vidal-Portés, E., Muñoz-Sánchez, O., & Polo-López, M. (2021). Interactive Advertising on HbbTV: An Experimental Analysis of Emotions. *Sustainability*, 13(14), 7794. <https://doi.org/10.3390/su13147794>
- Gomez-Barquero, D., Lee, J.-Y., Ahn, S., Akamine, C., He, D., Montalaban, J., Wang, J., Li, W., & Wu, Y. (2020). IEEE Transactions on Broadcasting Special Issue on: Convergence of Broadcast and Broadband in the 5G Era. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 66(2), 383–389. <https://doi.org/10.1109/TBC.2020.2985493>
- He, D., Yao, Z., Tang, P., & Ma, Y. (2022). Impacts of different interactions on viewers' sense of virtual community: an empirical study of live streaming platform. *Behaviour & Information Technology*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2053884>

- Ivesic, Z., Grbic, R., Stefanovic, D., & Kaprocki, Z. (2017). Verification of devices synchronization in HbbTV systems. *IEEE 7th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, 203-206. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Berlin.2017.8210628>
- Kovacik, T., Bencel, R., Mato, J., Bronis, R., Truchly, P., & Kotuliak, I. (2017). Enhanced hybrid TV platform with multiscreen, advanced EPG and recommendation enablers. *Journal of Electrical Engineering*, 68(3), 224–234. <https://doi.org/10.1515/jee-2017-0034>
- Marfil, D., Boronat, F., Gonzalez, J., & Sapena, A. (2022). Integration of multi-sensorial effects in synchronised immersive hybrid TV scenarios. *IEEE Access*, 10, 79071–79089. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3194170>
- Samsung. (2021). *Multi View -toiminnon käyttäminen*. <https://www.samsung.com/fi/support/tv-audio-video/multi-view-toiminnon-kayttaminen/> (Haettu 18.8.2022)
- Sotelo, R., Joskowicz, J., & Rondan, N. (2018). An Integrated Broadcast-Broadband System That Merges ISDB-T With HbbTV 2.0. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 64(3), 709–720. <https://doi.org/10.1109/TBC.2017.2786021>
- Telia. (2021). *Mikä on HybridiTV ja miten sillä voi äänestää*. <https://yhteiso.telia.fi/telia-tv-107/mikae-on-hybriditv-ja-miten-sillae-voiaeenestaeae-2668> (Haettu 19.1.2023)
- TEPA-termipankki. (2022). *Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma – Sanastokeskus*. <https://termipankki.fi/tepa/fi/> (Haettu 7.11.2022)
- Topalli, I., & Kilinc, S. (2016). Modelling user habits and providing recommendations based on the hybrid broadcast broadband television using neural networks. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 62(2), 182–190. <https://doi.org/10.1109/TCE.2016.7514718>
- Yle. (2018). *Usein kysyttyä. Äänivalinnat – millä äänilähdöllä, millä kielellä?* <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/11/21/aanivalinnat-milla-aanilahdolla-milla-kielella> (Haettu 9.9.2022)
- Yuniarti D., & Ariyanti, S. (2022). Towards Indonesia’s integrated broadcast-broadband implementation policy: A comparative analysis of Singapore, Japan and Malaysia. *Journal of Digital Media & Policy*, 13(3), 369-387. https://doi.org/10.1386/jdmp_00041_1
- Zhang, R., Deng, Y., & Shi, L. (2017). User Research and Design for Live TV UX in China. *ACM International Conference on Interactive Experiences for Tv and Online Video*, 9–14. <https://doi.org/10.1145/3084289.3089916>