



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

*Uuden edellä*

# Median suoratoisto musiikinkuuntelijan näkö- kulmasta

---

Dart, Teemu

2012 Kerava

Laurea-ammattikorkeakoulu  
Laurea Kerava

Median suoratoisto musiikinkuuntelijan  
näkökulmasta

Teemu Dart  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Lokakuu, 2012

## Sisällys

1	Johdanto.....	6
2	Tiedostomuodot .....	7
2.1	Häviöllisesti pakattu ääni .....	7
2.1.1	MP3 .....	7
2.1.2	AAC .....	8
2.1.3	Ogg.....	8
2.2	Häviöttömästi pakattu ääni .....	9
2.2.1	FLAC .....	9
2.2.2	ALAC .....	9
3	Suoratoisto .....	10
3.1	Historia.....	10
3.2	Suoratoiston toiminta .....	11
3.3	Palveluntarjoajat.....	12
3.4	Spotify.....	12
3.5	Muita palveluita .....	13
3.6	Oma kokoelma .....	14
3.7	Radio ja TV .....	15
4	Apple AirPlay.....	15
4.1	Kehitys .....	15
4.2	Laitteet .....	15
4.3	Tekniikka .....	17
5	Muita järjestelmiä .....	18
5.1	Mediapalvelimet.....	18
5.2	Logitech Squeezebox .....	19
5.3	Sonos .....	20
5.4	Audiofiilit .....	21
5.5	Muut sovellukset.....	22
6	Yhteenveto ja tulevaisuus .....	22
	Lähteet .....	24
	Kuvat .....	26
	Liitteet.....	27

Teemu Dart

### Median suoratoisto musiikinkuuntelijan näkökulmasta

Vuosi 2012 Sivumäärä 28

---

Tässä työssä tutkitaan erilaisia nykyaikaisia menetelmiä musiikin kuunteluun verkon välityksellä. Teknologian ja internetin valtakaudella eletessä uudet palvelut tekevät tuloaan ja uudet tekniikat muodostavat uusia standardeja. Näistä hyötyy moni tavallinen kansalainen, kuin musiikin vannoutunut harrastajakin.

Työn tarkoituksena oli selvittää mitä vaihtoehtoja musiikinkuuntelijalle tarjotaan median suoratoistoon ja miten nämä vaihtoehdot toimivat. Työssä tutkitaan erilaisia teknisiä ratkaisuja sekä suoratoistoa tarjoavia palveluita.

Aineistona työssä käytettiin internet-lähteitä ja lähdekirjallisuutta. Työ perustuu laadullisiin tutkimusmenetelmiin omaan harrastuneisuuteen pohjautuen. Tutkimuksen tavoitteet saavutettiin ja oma käsitys suoratoistosta ja sen tulevaisuudesta vahvistui.

Tutkimuksen perusteella median suoratoisto tulee vahvistamaan asemaansa ja lisääntymään huomattavasti tietotekniikan kehityksen myötä.

Teemu Dart

**Streaming media as seen by the music listener**

Year	2012	Pages	28
------	------	-------	----

---

This thesis is a research of different kinds of ways of listening to music via network. While we are living the era of technology and internet all new services rise and new techniques are making standards. These are the things that make every-day-life easier, not only for a normal citizen, but also to a devoted enthusiast.

The goal was to research what streaming options there are for music listener and how these options work. The main research subjects are technical solutions and streaming media service providers.

The sources used were internet sources and books about the subject. This thesis is based on qualitative methods and own experiences in music listening and streaming techniques. The goals of this research were achieved and my own opinions about streaming media and its future were strengthened.

Based on this research streaming media will solidify its position and it will grow fast while information technology grows.

Keywords: Streaming media, internet, wireless connectivity.

## 1 Johdanto

Musiikkia on ollut aina olemassa ja se on osa lähes jokaisen elämää. Alkujaan musiikkia on soitettu ja laulettu. Tekniikan kehittyessä musiikkia on alettu äänittämään ja tallentamaan erilaisille medioille. Oli savikiekkoja, vinyyleitä, kasetteja ja CD:tä. Vaikka CD-levy elää edelleen vahvasti, ja jo takavuosina kuopattu vinyylikin tekee, varsinkin harrastajien keskuudessa, jälleen vahvaa paluuta, on äänitteiden ja tallenteiden tulevaisuusnäkymät varsin selvillä. Nykyään tekniikka on kehittynyt niin paljon, että lähes jokainen kuuntelee musiikkia lähes joka paikassa. Tarjonta ei rajoitu enää radiokanaviin tai omiin ostettuihin tallenteisiin vaan nykyään jokainen saa itse päättää, mitä kuuntelee ja milloin se itselle parhaiten sopii. Yhä yleistyvät taskukokoiset mediasoitimet ja verkon välityksellä jaettava media saavuttaa jokaisen. Erilaiset palvelut tarjoavat kattavan tarjonnan musiikkia jokaisen makuun. Näistä palveluista tällä hetkellä todennäköisesti suurin on Spotify. Suurella osalla ihmisistä on nykyaikainen älypuhelin taskussa ja se on jo riittävä edellytys käyttää nykyaikaisia palveluita.

Suuri osa meistä kuitenkin haluaa nauttia musiikista ja mediasta omalla kotisohvalla. Stereot päälle ja levy lautaselle, näin ainakin ennen. Nykyään kiinteää mediaa ei välttämättä tarvita. Voit istahtaa työpäivän jälkeen kotisohvalle ja painaa napista stereot päälle. Voit kai-vaa puhelimen taskusta ja valita lempiartistin. Nappia painamalla musiikki alkaa soida stereo-ista. Enää ei tarvita välttämättä kiinteää mediaa, äänitettä, vaan kaiken tämän voi hoitaa langattomasti. Tätä on nykyaika. Uudet innovaatiot mahdollistavat uusia asioita, jotka helpottavat arkista elämäämme jatkuvasti ja suoratoisto on yksi näistä.

Laitteita langattomaan suoratoistoon löytyy nykyään hyvin laaja valikoima. Kotiteatterilaitteet, televisiot, keittiöradiot ja jopa huonekaluihin integroidut sovellukset. Mikä on sen helppoa, kuin puhelimen välityksellä musiikkia toistava keittiön pöytä? Laitteiden helppo käyttöönotto edesauttaa monia ihmisiä omaksumaan uusia tekniikoita. Ei tarvita valtavaa joutojen sekamelskaa eikä monia eri laitteita pöydällä rivissä tai lipastossa tilaa viemässä. Keittiön pöytäradio riittää toistamaan lempimusiikkisi. Nykyään keittiönradiokin osaa jopa kytkeytyä langattomaan verkkoon, ja sitä kautta on mahdollista kuunnella lukuisia radiokanavia internetin välityksellä.

Myös teleoperaattorit tarjoavat nykyään erilaisia tv-palveluita. Käyttäjälle annetaan päätelaitte, jolla voidaan tallentaa lähes rajattomasti tv-ohjelmia. Laitteessa ei kuitenkaan ole lainkaan fyysistä tallennuskapasiteettia vaan tallenteet ovat palveluntarjoajan palvelimella. Päätelaitteesta valitaan, mitä halutaan toistaa ja haluttu ohjelma alkaa toistua suoratoistona palveluntarjoajan palvelimelta internetin yli. Nämä palvelut mahdollistavat myös videoiden ja sarjojen vuokraamisen suoraan päätelaitteen kautta omalle tv-ruudulle.

## 2 Tiedostomuodot

Monille, varsinkin vanhemmille musiikinkuuntelijoille, on vuosien saatossa kertynyt satoja, jopa tuhansia levyjä hyllyyn tilaa viemään. Musiikin kuuntelua harrastavat usein haluavatkin pitää musiikkikokoelmansa esillä, mutta tavallinen musiikinkuuntelija haluaa monesti muita arkipäiväisiä tavaroita hyllyn täytteeksi ennemmin, kuin muovisia levykoteloita. Moni tallentaakin äänilevynsä tietokoneelle tai verkkopalvelimelle ja vie äänilevyt esimerkiksi kellariin pois tilaa viemästä. Moni jättää levyt kokonaan ostamatta ja lainaa äänitteensä esimerkiksi kirjastosta ja tallentaa kotona omaan järjestelmäänsä. Suomen laki sallii äänitteen tallentamisen omaan käyttöön, joten monen mielestä äänitteen lainaaminen kaverilta tai juuri kirjastosta on kätevä tapa hankkia musiikkia.

Nykyään kuitenkin suuri osa musiikista on ostettavissa ja ladattavissa suoraan verkosta, jolloin fyysistä tallennetta ei tarvita enää ollenkaan. Mitä sitten äänitteestä tulee, kun sen tallentaa biteiksi tietokoneelle?

### 2.1 Häviöllisesti pakattu ääni

#### 2.1.1 MP3

Toistettavaa sisältöä, mediaa, on nykyään paljon ja monen muotoista. 1990-luvun alkupuolella pinnalle nousi eräs tiedostomuoto, joka sittemmin vakiintui ehkä suosituimmaksi tiedostomuodoksi. Tätä tiedostomuotoa käytetään edelleen varsinkin kannettavissa mobiili- ja medialaitteissa sen ominaisuuksien takia. MP3, eli MPEG-1 Audio Layer 3 on häviöllinen tiedostomuoto. MP3:n suosio perustuu sen äänenlaadullisiin ominaisuuksiin yhdistettynä tehokkaiseen pakkaukseen, jolla tiedostokoko saadaan pieneksi. Tällä tavalla mahdollistetaan koko musiikkikirjaston mukaan ottaminen. (Wikipedia 2012.)

Mainospuheiden mukaan MP3:n äänenlaatu ylittää jopa CD-levyn tasolle, mutta tarkkakorvaisimmat tietävät, että tämä ei pidä paikkaansa. Pakkausmenetelmässä äänestä poistetaan ihmiskorvalle normaaliolosuhteissa kuulumatonta ääni-informaatiota. Äänestä poistetaan matalimmat ja korkeimmat äänet. Nämä ovat yleensä sellaisia mitä ihminen ei tavallisesti erota. (Wikipedia 2012.)

MP3-tiedoston äänenlaatu onkin suoraan verrannollinen käytettävään pakkauksen laatuun, bittinopeuteen. Pitkään suosittu ja vieläkin hyvin yleinen bittinopeus on 128 kilobittiä sekunnissa. Tällä laadulla äänenlaadun erot verrattuna esimerkiksi CD-laatuun alkavatkin olemaan helpommin kuultavissa. Nykyään suurentuneet tallennustilat tietokoneilla ja kannettavissa laitteissa mahdollistavatkin isompien tiedostokokojen käyttämisen ja myös äänenlaadun pa-

rantamisen. 192 kilobittiä sekunnissa onkin mielestäni nykyään eräänlainen minimi äänenlaadun pakkauksessa. Esimerkiksi Spotify-palvelu käyttää tarjoamassaan musiikissa bittinopeuksia 160 kilobittiä sekunnissa olevasta peruslaadusta 320 kilobittiä sekunnissa olevaan parannettuun äänenlaatuun, jota tarjotaankin extrana tilaajille, kun ilmaisversion käyttäjät saavat tyytyä matalampaan bittinopeuteen. 320 kilobittiä sekunnissa bittinopeudeltaan pakattu MP3-tiedosto onkin jo varsin laadukas. Tällaisen äänitiedoston erottaminen CD-laatusesta äänitteestä onkin jo lähes mahdotonta. (Wikipedia 2012; Spotify 2012.)

### 2.1.2 AAC

Toinen suosittu häviöllinen tiedostomuoto on Applen käyttämä AAC (Advanced Audio Coding). Tämä tiedostomuoto kehitettiin korvaamaan MP3, koska käyttäessä AAC-pakkausta saavutettiin parempi äänenlaatu samaa bittinopeutta käyttäen. (Wikipedia 2012.)

Vuonna 2003 Apple teki päätöksen alkaa käyttää kannettavissa laitteissaan ainoastaan AAC-muotoa. Yleisesti kuitenkin MP3 on edelleen suosituimmassa asemassa. (Wikipedia 2012.)

### 2.1.3 Ogg

Ogg on ilmainen avoimen standardin multimediasäiliötiedostomuoto. Koska Ogg on pelkästään säiliötiedostomuoto, tarvitaan varsinaiseen äänen pakkaamiseen erillinen *koodekki* (codec). Yleensä Ogg säiliötä käytetään yhdessä Vorbis-koodekin kanssa, jolloin tiedostomuodoksi muodostuu Ogg Vorbis. Ogg Vorbis onkin varsinkin Linux-ympäristössä suosittu muoto. (Wikipedia 2012.)

Myös Spotify-palvelu käyttää jakamassaan musiikissa Ogg Vorbis-formaattia. Spotify tarjoaa käyttäjän valittavaksi kolme eri laatuista vaihtoehtoa. Näistä heikkolaatusin on q3, joka on pakattu käyttäen noin 96 kilobittiä sekunnissa bittivirtaa. Niin sanotusti normaali äänenlaatu on tallennettu käyttäen 160 kilobittiä sekunnissa bittivirtaa ja paras äänenlaatu kulkee nimellä q9 ja se on pakattu käyttäen 320 kilobittiä sekunnissa bittivirtaa. (Spotify 2012.)

Varsinkin mobiililaitteilla heikkojen yhteyksien varassa on välillä tyydyttävä heikompaan laatuun, kun taas hyvällä yhteydellä voi huoletta kuunnella parasta mahdollista laatua.



## 2.2 Häviöttömästi pakattu ääni

Varsinkin äänentoistoa ja musiikin kuuntelua harrastavat vaativat äänentoistolta ja äänitteeltä enemmän. Monelle harrastajalle ei pakattu ääni kelpaa. Tähän on syynä monesti jo harrastajien pitkälle viedyt äänentoistojärjestelmät, jotka paljastavat äänitteen äänenlaadulliset heikkoudet välittömästi. Tästä syystä monet harrastajat vaativatkin vähintään CD-tasoista äänenlaatua.

Monella harrastajalla omat CD:t ovat tallennettu tietokoneelle, verkkolevyille tai mediatoistimelle pakkaamattomassa eli häviöttömässä muodossa.

### 2.2.1 FLAC

FLAC (Free Lossless Audio Codec) on ilmainen pakkausmuoto. FLAC on hyvin suosittu häviötön pakkausmuoto. FLAC-muotoa tukee moni järjestelmä ja varsinkin PC-käyttäjät suosivat FLAC-muotoa. (Wikipedia 2012.)

Kun ääni pakataan FLAC-muotoon siitä ei poisteta lainkaan ääni-informaatiota. Bittinopeuteen ei voida vaikuttaa ja näin ollen bittinopeus vaihtelee ääni-informaation mukaan. Monipuolinen äänite, joka sisältää paljon ääntä täydeltä taajuuskaistalta pakataan samalla bittinopeudella, kuin alkuperäinen äänite. Äänitteen hiljaiset kohdat puolestaan jätetään pois bittivirrasta, jolloin niiden bittinopeudeksi muodostuu mitä tahansa nollasta sataa prosenttia alkuperäisestä virrasta. Näin tiedostokokoa saadaan pienennettyä alkuperäiseen äänitteeseen nähden. FLAC-muotoa käytettäessä saadaan alkuperäinen ääni pakattua noin 30-50 % alkuperäiseen verrattuna. (Wikipedia 2012.)

### 2.2.2 ALAC

Applen oma häviötön pakkausmuoto on Apple Lossless eli ALAC (Apple Lossless Audio Codec). Varsinkin käytettäessä Applen omia laitteita tämä pakkausmuoto on todella suosittu. Applen iTunes-sovelluksesta puuttuu kokonaan tuli esimerkiksi FLAC-tiedostoille, joten ALAC on näin ollen oleellinen osa Apple-pohjaista järjestelmää. ALAC toimii samalla periaatteella, kuin FLAC pakaten alkuperäisen äänitteen noin 40-60 % tiedostokokoon alkuperäisestä. (Wikipedia 2012.)

Tekniikoiden ja laitteistojen kehittyessä, myös vaatimustaso äänenlaadulle kasvaa. Enää ei riitä pelkkä CD tai häviötön tiedosto, vaan nykyään vaaditaan myös korkearesoluutioisia tallenteita. Perinteisen cd:n näytteenottotaajuus on 44.1 kilohertziä ja resoluutio 16 bittiä näin

ollen signaalidynamiikka on 96 desibeliä. Nykyään yhä enemmän yleistyvät korkearesoluutiotallenteet ovat resoluutioltaan 24 bittiä. Tämä tarkoittaa sitä, että tallenteen signaalidynamiikka nousee 144 desibeliin. Dynamiikalla tarkoitetaan äänitteen hiljaisen ja voimakkaan äänen välistä eroa. (Wikipedia 2012.)

### 3 Suoratoisto

#### 3.1 Historia

Suoratoisto ei oikeastaan ole mikään uusi keksintö. Jo 1920-luvulla George O. Squierille myönnettiin patentteja järjestelmälle, joka osasi lähettää signaaleja sähköverkon yli. Tämä keksintö toimikin pohjana musiikin suoratoistolle ilman radion käyttöä. (Wikipedia 2012.)

1980-luvun lopulla alkoivat hiljalleen kuluttajille suunnatut tietokoneet olla tarpeeksi tehokkaita erilaisen median toistamiseen. Verkkoyhteydet ja tallennuskapasiteetti olivat vielä kuitenkin riittämättömät läpi 1990-luvun ja näin ollen rajoittivat suoratoistomahdollisuuksia. Vielä tuolloin olikin tehokkaampaa ja suositumpaa jakaa mediaa ladattavaksi etäpalvelimelta kuin käyttää suoratoistoa. Tällöin tiedostot usein myös tallennettiin CD-levylle vähäisen kova-levytilan säästämiseksi. (Wikipedia 2012.)

Ensimmäinen Internetin yli lähetetty live-esiintyminen nähtiin 4. kesäkuuta vuonna 1993. Yhtye, joka sai tämän kunnian, oli Severe Tire Damage. Yhtye soitti keikkansa Palo Altossa, Kaliforniassa, Xerox PARC:issa (nykyisin PARC, Palo Alto Research Center Incorporated), kun samaan aikaan toisaalla kyseisessä rakennuksessa tiedemiehet kehittivät uutta tekniikkaa, ryhmälähetystä (multicasting), internet-lähetystä varten. Todisteena tekniikasta yhtyeen esiintyminen lähetettiin yhtäaikaaisesti esimerkiksi Australiassa saakka. Myös RealNetworks toimi suoratoiston suunnannäyttäjänä esittäen baseball-ottelun, New York Yankees vastaan Seattle Mariners, internetin välityksellä vuonna 1995. RealNetworks esitteli vain kahta vuotta myöhemmin ensimmäisen suoratoistosovelluksensa, RealPlayerin, joka on käytössä edelleen. (Wikipedia 2012.)

Microsoft kehitti vuonna 1995 oman mediasoittimensa, ActiveMovien, joka tuki suoratoistoa. ActiveMovie oli vuonna 1999 julkaistun Windows Media Player 6.4:n edeltäjä. Samana vuonna Apple esitteli oman suoratoistoformaattinsa Quicktime 4-ohjelman myötä. Quicktimea käytettiin myöhemmin myös laajalti internetissä, kuten myös sen kilpailijoita, RealPlayeria ja Windows Media suoratoistoformaatteja. Kolmen kilpailijan käyttämät eri formaatit vaativat kuitenkin kuluttajalta kaikkien formaattien toistamiseen eri ohjelmistot. (Wikipedia 2012.)

Vuonna 2002 Adobe tuli mukaan kilpailuun esittelemällä oman suoratoistoformaattinsa, joka pohjautui laajalti levinneeseen Adobe Flashiin. Flashiin pohjautuneet suoratoistoformaattit ovat vieläkin käytössä monella suosituilla internetin suoratoistopalvelulla, kuten Youtube:lla. (Wikipedia 2012.)

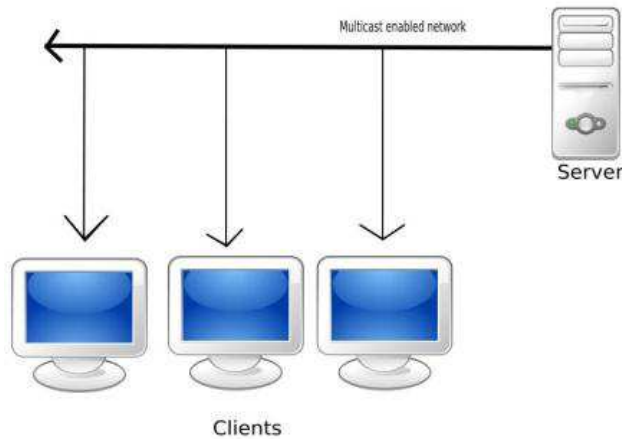
2000-luvun taitteessa verkkoyhteydet ja laitteistojen nopeudet ja tallennuskapasiteetti lähtivät huimaan nousuun. Internetin käyttö yleistyi ja siitä tuli jokaiselle mahdollista. Tämä mahdollisti myös kuluttajien lähettää omaa materiaalia internetin yli suoratoistettavaksi. (Wikipedia 2012.)

### 3.2 Suoratoiston toiminta

Mitä sitten oikeasti sisällölle, medialle, tapahtuu, kun sitä toistetaan suoraan verkon yli? Tätä käytetään termiä suoratoisto, eli striimaus (streaming). Suoratoistossa toistettavaa sisältöä ei tarvitse ensin ladata vaan toisto ja vastaanotto tapahtuu yhtäaikaisesti (kuva 1). Media latautuu vastaanottavan laitteen välimuistiin sitä toistettaessa ja toiston loputtua media häviää välimuistista. (Rayburn 2012, 24.)

Toiston laatu riippuu käytössä olevasta kaistanleveydestä. Huonolla verkkoyhteydellä ei ole mahdollista toistaa esimerkiksi teräväpiirtoista elokuvaa. Tavallisen videomateriaalin suoratoistoon vaaditaan verkkoyhteydeltä kaistanleveydeksi yleensä vähintään 2.5 Megatavua sekunnissa. Teräväpiirtomateriaali tarvitsee kaistanleveydeksi 10 Megatavua sekunnissa toimiakseen katkoitta. Tarvittavan tiedoston viemän tallennustilan laskuun käytetään kaavaa; tallennustila (megatavuina) = median pituus (sekunteina) x bittivirta (bittiä sekunnissa) / (8 x 1024 x 1024). (Wikipedia 2012.)

Esimerkki: Kahden tunnin video, joka on pakattu käyttäen bittivirtaa 700 kilobittiä sekunnissa, tarvitsee välimuistista tallennustilaa (7200 s x 700000 bit/s) / (8 x 1024 x 1024) 600 Megatavua. (Wikipedia 2012.)



Kuva 1: Median suoratoistaminen palvelimelta asiakkaille (The HD Standard 2012).

Suoratoistossa lähetettävä media on ensin muutettava eli koodattava lähetettävään muotoon. Esimerkiksi suoraa tv-lähetystä lähetettäessä lähetys koodataan ja pakataan käyttäen esimerkiksi H.264 video-koodekkia. H.264-koodekki on nykyään yleisimmin käytetty videon pakkaus ja koodaus muoto. H.264-koodekkia käytetään esimerkiksi nykyisten Blu-Ray-videoiden pakkauksessa, joten jokaisesta Blu-Ray-laitteesta löytyy tuki H.264-koodekille. (Wikipedia 2012.)

### 3.3 Palveluntarjoajat

Monet palvelut, jotka tarjoavat suoratoistomahdollisuutta mahdollistavat myös sisällöntuottajalle korvauksen saamisen tuotetusta mediasta. Sisältöä voi ostaa suoratoistettavaksi ja esimerkiksi vuokrata yksittäinen musiikkikappale tai elokuva tai ostaa esimerkiksi Spotify:n kaltainen palvelu käyttöön. Käyttäjä maksaa ensin tietyn korvauksen sisällöntuottajalle ja tämän jälkeen saa haluamansa palvelun käyttöönsä. Periaate on sama, kuin perinteisesti kaupasta esimerkiksi musiikkilevyä ostettaessa, jolloin korvaus tehdystä työstä ajautuu teoksen tekijälle saakka.

2000-luvun alussa yleistyi myös vertaisverkkojen käyttö ja sen mukana musiikin ja videotiedostojen laitton lataaminen. Näistä palveluista nousi aikanaan tunnetuimmaksi Napster, joka myöhemmin joutui myös oikeuteen palvelustaan. Vertaisverkot ovat edelleen suuressa suosiossa ja varsinainen artisti jääkin usein vailla korvausta tekemästään teoksesta. Onneksi kuitenkin musiikkia ja videoita tuodaan koko ajan helpommin saatavaksi ja korvauskin tehdystä työstä saadaan ohjattua oikeaan suuntaan.

### 3.4 Spotify

Musiikkia tarjoavista suoratoistopalveluista ruotsalainen Spotify (kuva 2) on tällä hetkellä yksi suurimmista ja ehkä tunnetuimmista. Spotify tekee yhteistyötä artistien ja kustannusyhtiöi-

den kanssa ja tarjoaa miljoonia musiikkikappaleita kuluttajan ulottuville. Spotify on kuin suuri musiikkikirjasto, josta käyttäjä voi itse valita mitä kuuntelee. Spotify toimii niin tietokoneilla, kuin mobiililaitteillakin ja tarjoaa käyttäjälle myös sosiaalisen median palveluja. Lempimusiikkia voidaan jakaa kavereiden kanssa palvelun sisällä, luoda omia tai yhteisiä soittolistoja tai vaikka kertoa kaikille kavereille Facebookissa, mitä juuri sillä hetkellä on kuuntelemassa. Osa näistä mahdollisuuksista on kuitenkin rajattu maksaville käyttäjille, kuten suurempi bittivirta, eli parempi äänenlaatu on maksavien asiakkaiden etu. Ilmaiskäyttäjät saavat kuitenkin Spotifyn laajan valikoiman käyttöönsä, mutta kuuntelu-aikaa ja laatua rajoitetaan. Maksaville asiakkaille tarjotaan myös mahdollisuutta ladata rajallinen määrä musiikkikappaleita omalle laitteelle kuunneltavaksi silloin, kun internetyhteyttä ei ole tarjolla. Spotify onkin saanut kritiikkiä näistä jatkuvasti koventuvista rajoitteista, jotka rajoittavat palvelun ilmaista käyttöä. Mielestäni on kuitenkin hyvä, että edes pieni osa rahasta, joka näiden palveluiden kautta saadaan, päättyy itse artistille. Näin ollen en katso pahaksi palveluiden ilmaisen käytön rajoittamista. (Spotify 2012.)



Kuva 2: Spotify-käyttöliittymä Applen iPad-laitteella iOS-ympäristössä (Engadget 2012).

### 3.5 Muita palveluita

Spotifyn suuren suosion vuoksi markkinoille on tullut uusia kilpailijoita. Yksi näistä on Grooveshark. Grooveshark toimii selaimen kautta ja on luonteeltaan saman tyylinen palvelu kuin esimerkiksi Youtube, mutta Grooveshark on suunnattu musiikinkuuntelijalle. Valikoima ei ole kuitenkaan vielä niin laaja kuin Spotifysssa ja palvelu onkin kärsinyt hieman tekijänoikeuskiistoista ja kyseenalaisesta sisällöstä. (Grooveshark 2012.)

Toinen kilpailija on Rdio. Rdio tarjoaa miljoonia kappaleita kuunneltavaksi. Rdio toimii niin selaimessa kuin tietokoneelle ladattavassa ohjelmassa. Mobiililaitteille on omat sovelluksensa palvelua varten. Rdio on yhteensopiva Sonos-järjestelmien kanssa. Rdio tarjoaa alkuisen tutustumisjakson, minkä palvelu muuttuu maksulliseksi. Käytäntönä tutustumisjakson tarjoava palvelu on erittäin hyvä. Tässäkin palvelussa, palvelusta saatavasta tuotosta osa päättyy artisteille. (Rdio 2012.)

Applen oma palvelu tarjoaa laajan valikoiman elokuvia, musiikkia, tv-sarjoja sekä mobiililaitesovelluksia. Applen iTunes-ohjelmalla pääsee käsiksi kaikkeen tähän mediaan. iTunes toimii niin tietokoneilla kuin mobiililaitteilla. Applen palvelusta voi ostamisen lisäksi vuokrata elokuvia ja sarjoja. Välillä järjestetään kampanjoita, jolloin tietty sisältö on jopa ilmaista kuluttajalla. (Apple 2012a.)

Kotimaiset teleoperaattorit ovat tuoneet kuluttajan kotisohvalle videovuokraamopalvelut. Elokuvan vuokraaminen onnistuu palveluntarjoajan tarjoamalla päätelaitteella oman television välityksellä. Videoiden vuokraaminen onnistuu mobiilisovelluksilla ja suoraan internet-selaimella. Sisältöä voidaan näin ollen katsella suoraan mobiililaitteella tai omalla tietokoneella.

### 3.6 Oma kokoelma

Vaikka elämmekin internetin, sosiaalisen median ja teknologian valtakautta, on vielä monia ihmisiä, jotka eivät tahdo käyttää nykyaikaisia palveluita. Monelle voi olla suuri kysymys antaa tietojansa internetissä tilataksaan jotain tai tietämys ei ole vielä käyttäjän mielestä tarvittavalla tasolla tällaisten palveluiden käyttämiseksi. Varsinkin musiikinkuuntelua harrastavilta käyttäjiltä kuitenkin saattaa tietokone löytyä. Ikähaitari harrastajissa on kuitenkin valtaisa, joten eritasoisia käyttäjiä on monia.

Osalla käyttäjistä on kuitenkin valtaisa kokoelma levyjä hyllyssä ja he ovat kiinnostuneita uuden kokeilusta. Moni tallentaakin levykokoelmansa tietokoneen kovalevylle. Tähän tarvitaan ohjelmisto, joka tallentaa levyn sisällön tietokoneelle musiikkikirjastoon. Ohjelmia on lukuisia, myös ilmaisia. Yksinkertaisimmillaan tämä onnistuu käytettäessä esimerkiksi Applen iTunes ohjelmaa Mac-tietokoneella. Kun asettaa CD-levyn tietokoneeseen avautuu iTunes automaattisesti, ollessaan järjestelmän oletus soittimena, ja kysyy halutaanko musiikkikappaleet tuoda levyltä kovalevylle. Näin oma kokoelma tallentuu omalle tietokoneelle ja on näin ollen käytettävissä suoraan omalta koneelta.

### 3.7 Radio ja TV

Monet radiokanavat lähettävät ohjelmistonsa rinnakkain internetin välityksellä. Näiden radiokanavien internet-sivuilta löytyy linkki suoratoistoa varten. Linkin avaamalla radiokanava latautuu muutaman sekunnin puskuriin ja alkaa toistua reaaliajassa.

Myös tv-kanavat ovat ottaneet suoratoistopalveluita käyttöönsä. Tiedetyt ohjelmat ovat katsottavissa yleensä varsinaisen esitysjän jälkeen suoratoistona internetissä. Näistä palveluista kotimaassa ovat tällä hetkellä suurimpia Ylen tarjoama Yle Areena, MTV3 Katsomo ja Nelonen Median Ruutu. Nykyään monista tapahtumista, kuten konserteista tai julkaisuutilaisuuksista, lähetetään suoratoistona videokuvaa tai ääntä.

## 4 Apple AirPlay

### 4.1 Kehitys

Vuonna 2004 Apple kehitti uuden tekniikan äänen ja kuvan siirtämiseksi langattomasti. Aluksi tekniikka tunnettiin nimellä AirTunes, ja sen avulla voitiin siirtää ainoastaan ääntä. Tässä vaiheessa ei tekniikka myöskään tukenut muita laitteita ja valmistajia, vaan oli vain Applen omien laitteiden ja sovelluksien käytössä. Vuonna 2010 Applen silloinen johtaja Steve Jobs julkaisi AirTunes-tekniikan tilalle uuden ja paljon laajemman tekniikan, AirPlayn. Tämä uudistus laajensi käyttökohteita ja mahdollisuuksia. AirPlayn myötä kuvan siirtäminen langattomasti tuli mahdolliseksi. (Wikipedia 2012.)

AirPlay sai vielä lisää ominaisuuksia vuonna 2011. Kun Apple julkaisi omille laitteilleen suunnatun uuden mobiilikäyttöjärjestelmän, iOS 5:n, pystyi Applen tabletista, iPadista, jakamaan työpöydän suoraan television kuvaruudulle käyttäen apuna Applen Apple TV-laitetta. Tämä ominaisuus on nimeltään AirPlay Mirroring. (Wikipedia 2012.)

### 4.2 Laitteet

AirPlay-laitteet koostuvat kahdesta eri ryhmästä. Toisen ryhmän laitteet ovat sisällön lähettäjiä ja toiset ovat vastaanottimia, jotka puolestaan toistavat lähetettyä sisältöä. Lähettävänä laitteena voi toimia lähes mikä tahansa tietokone, johon on asennettu Applen iTunes-ohjelmisto (kuva 3) tai jokin tätä toimintoa tukeva kolmannen osapuolen sovellus. Applen iOS-laitteet, joita ovat mm. Applen puhelimet, tabletit ja mediasoitimet, voivat toimia lähettäjinä. iOS-laitteilla sisällön lähettäminen ja sen ohjaus onnistuu helposti Applen omalla Remote-ohjelmalla. Markkinoilla on saatavilla yhä kasvava määrä kolmannen osapuolen ohjelmisto-

ja lähettämistä varten, kuten Rogue Amoeba kehittämä Airfoil. Airfoil ei kuitenkaan mahdollista kuvan lähettämistä. (Wikipedia 2012.)



Kuva 3: iTunes-ohjelmisto Applen laitteilla (Apple 2012b).

Kesällä 2012 julkaistu Applen tietokoneille suunnattu OS X Mountain Lion-käyttöjärjestelmä tukee myös työpöydän jakamista AirPlay Mirroring-ominaisuutta hyödyntäen. Tämän myötä esimerkiksi kannettavan tietokoneen käyttäminen isomman kuvaruudun kanssa on ollut helppoa. (Wikipedia 2012.)

Vastaanottavia laitteita tulee jatkuvasti lisää. Aluksi vastaanottimia oli vain Applen omat Airport Express (kuva 3) ja Apple TV. Nykyään monet kolmannen osapuolen laitteet tukevat ominaisuutta suoraan ilman lisälaitteita. Applen kanssa yhteistyössä on jo monia valmistajia, jotka lisäävät laitteisiinsa AirPlay-valmiuden. Näitä valmistajia ovat esimerkiksi Denon, B&W ja JBL. (Wikipedia 2012.)





Kuva 4: Apple AirPort Express (Apple Store 2012).

Airplay-tekniikka tukee yhtäaikaista lähettämistä kuuteen eri vastaanottimeen. Samasta lähteestä toistettu sisältö on käytettävissä yhtä aikaa vaikka kodin jokaisessa huoneessa. (Wikipedia 2012.)

#### 4.3 Tekniikka

Jotta langaton toisto olisi mahdollista, tarvitaan joukko erilaisia tekniikoita. Toiset niistä liittyvät suoraan toistettavaan sisältöön ja sen salaukseen, toiset taas liittyvät pelkästään verkon toimintaan.

Applen AirPlay käyttää musiikin suoratoistossa UDP-protokollaa, joka perustuu RTSP-verkonhallintaprotokollaan. Suoratoistossa datavirta muutetaan Applen omaan häviöttömään pakkausmuotoon eli Apple Lossless-muotoon. Tämä datavirta salataan käyttäen AES-protokollaa. Tämä vaatii vastaanottimeelta mahdollisuuden purkaa salattua dataa. (Wikipedia 2012.)

Applen AirPort Express käyttää Applen RAOP (Remote Audio Output Protocol) protokollaa suoratoistossa, joka on muunneltu RTSP/RTP protokollasta. Apple AirPort Express käyttää myös tukiasemien ketjutustoimintoa (WDS), jonka avulla sallitaan AirPlay-ominaisuuden ottaa yhteyttä muihin verkon langallisiin tai langattomiin verkkolaitteisiin. (Wikipedia 2012.)

UDP-protokollalla luodaan yhteys lähettävän ja vastaanottavan laitteen välille. Suoratoistettava media muunnetaan Applen Lossless-muotoon, salataan käyttäen AES-protokollaa ja lähe-

tetään vastaanottimeen käyttäen Apple omaa RAOP-protokollaa, jolla myös lähetettyä mediaa ohjataan. Protokollat löytyvät tarkemmin eriteltyinä liitteestä. (Liite 1) (Wikipedia 2012.)

Esimerkki: Applen matkapuhelimella otetaan yhteys musiikkikirjastoon Remote-ohjelmaa käyttäen. Musiikkikirjasto sijaitsee tietokoneella (palvelin) ja musiikkia soitetään käyttäen olohuoneen stereoita, johon on kytketty Applen AirPort Express-tukiasema. Matkapuhelin yhdistetään samaan verkkoon, jossa tietokone (palvelin) ja AirPort Express-tukiasema ovat. Musiikkikirjastoon päästään käsiksi yhdistämällä Remote-ohjelma kirjastoon käyttäen musiikkikirjaston luojan ennalta määrittelemää salasanaa. Kun yhteys on luotu, voidaan Remote-ohjelmalla hallita koko kirjastoa. Kirjastoa voidaan selata ja etsiä sieltä mieluisia kappaleita mitä toistetaan. Kun kappale on valittu, ottaa tietokone (palvelin) yhteyden AirPort Express tukiasemaan ja lähettää valitun kappaleen eli tiedoston suoratoistettavaksi stereoista. Soivan musiikkikappaleen hallinta tapahtuu reaaliajassa Remote-ohjelmalla. Kappale voidaan pysäyttää, sitä voidaan kelata eteenpäin ja taaksepäin. Musiikin soidessa voidaan kirjastoa halutessa selata koko ajan ja valita seuraava kappale tai kokonainen albumi.

## 5 Muita järjestelmiä

### 5.1 Mediapalvelimet

Markkinoilla on myös lukuisia niin sanottuja perinteisiä verkkotoistimia. Näissä media toistetaan yleensä suoraan tietokoneella, joka ohjaa verkkosoitinta tai verkkosoittimen omalla käyttöliittymällä. Näitä ratkaisuja on monia, mutta eriävät hieman edellä mainituista järjestelmistä. Monet verkkolevyt (kuva 5) tukevat median toistamista esimerkiksi pelikonsolien avulla. Näistä tunnetuimmat ja nykyaikaisimmat ovat Sony'n Playstation 3 ja Microsoftin Xbox 360. Kyseiset pelikonsolit, tai pikemminkin kodin viihdekeskukset, saa kytkettyä myös suoraan verkkoon tai verkkolevyyn ja tätä kautta tukevat lukuisia media formaatteja. Näillä laitteilla onnistuu musiikin kuuntelu ja elokuvien tai valokuvien katsominen. Nämä laitteet kuitenkin eroavat melkoisesti helppoudeltaan ja käytettävyydeltään AirPlay-tekniikkaan etenkin musiikin kuuntelussa, joten eivät siinä määrin tähän kategoriaan lukeudu. Nämä tarvitsevat lähes poikkeuksetta television tai muun kovalaitteen ja pelikonsolin oman kaukosäätimen tai peiliohjaimen käyttöä varten.

Perinteiset verkkolevyt tai oman tietokoneen käyttäminen mediapalvelimenä vaatiivat mediapalvelinprotokollia toimiakseen. Moni medialaite tulee nykyään DLNA (Digital Living Network Alliance) palvelua, joka mahdollistaa näiden laitteiden suoran linkittämisen keskenään

lähiverkon sisällä. Esimerkiksi DLNA-palvelua tukeva verkkolevy näkyy samassa lähiverkossa suoraan käyttäen Playstation 3 konsolia ja näin ollen konsolista pääsee suoraan käsiksi jaettuun mediaan. (DLNA 2012.)



Kuva 5: Verkkolevy (Tuurala, J. 2010).

Moni laite käyttää UPnP (Universal Plug and play) protokollaa. Tämä mahdollistaa usean laitteen toiminnan keskenään merkistä riippumatta. Näitä laitteita ovat esimerkiksi juuri mediapalvelit ja mediasoitimet. Joissain palomureissa ja reitittimissä on tuki UPnP-protokollalle laitteiden saumattoman toiminnan takaamiseksi saman lähiverkon sisällä. (Wikipedia 2012.)

## 5.2 Logitech Squeezebox

Tällä hetkellä markkinoilla on ainakin kaksi mainitsemisen arvoista järjestelmää Applen AirPlayn lisäksi. Näistä ehkä tunnetumpi on nytemmin jo lakkautettu Logitechin Squeezebox (kuva 6). Logitech valmisti laitteita, joilla otetaan yhteys käyttäjän omaan palvelimeen, jonne käyttäjä on tallentanut musiikkinsa. Laitteisiin on mahdollista ladata ohjelmia, kuten jo mainittu Spotify, ja näin ollen laajentaa omaa valikoimaa suoraan erilaisista verkkopalveluista. Vaikka Squeezeboxia ei enää valmisteta, on sen suosio silti vielä korkealla.



Kuva 6: Logitech Squeezebox (Tekniikanihmelapsi 2007).

Squeezebox toimii samalla periaatteella, kuin Applen AirPlay. Tässäkin tapauksessa tarvitaan lähettävä ja vastaanottava laite. Vastaanottava laite kytketään omaan televisioon tai stereoihin ja lähettävä laite kommunikoi vastaanottavan laitteen kanssa. Lähettävänä laitteena voi toimia esimerkiksi oma tietokone, kun siihen vain asentaa tarvittavan Logitechin ohjelmiston. Logitech tarjoaa omia ratkaisuitaan järjestelmän ohjaamiseksi. Langaton Logitech Squeezebox Touch esimerkiksi tarjoaa toimivan käyttöliittymän, jolla ohjata omaa kirjastoa tai kolmannen osapuolen palvelua. (Wikipedia 2012.)

Logitechilla on myös omia vastaanottavia laitteita, kuten Logitech Radio. Tämä pieni laite toimittaa esimerkiksi keittiöradion virkaa ja näin ollen mahdollistaa lempimusiikin kuuntelun vaikka ruokaa laittaessa. (Wikipedia 2012.)

### 5.3 Sonos

Toinen tunnettu musiikinkuuntelijalle suunnattu järjestelmä on Sonos (kuva 7). Sonos on ehkä vielä läheisemmin AirPlayta muistuttava järjestelmä. Sonosta voidaan ohjata mobiililaitteella, kuten puhelimella tai tabletilla. Sonos tarjoaa laajan valikoiman mahdollisuuksia erilaisten järjestelmien luomiseksi. Yksinkertaisin tapa Sonos-järjestelmän käyttöönottoon omassa kotistereolaitteistossa on hankkia Sonos Connect-laite, joka kytketään stereoihin Applen AirPort Expressin tapaan. Sonos Connect mahdollistaa musiikin suoratoiston monesta lähteestä suoraan stereoihin. (Sonos 2012.)

Sonos tarjoaa omat ratkaisunsa stereolaitteista lähtien. Sonokselta löytyy esimerkiksi vahvistinyksikkö, jolla jo olemassa olevat kaiuttimet saadaan toimimaan Sonoksen järjestelmän kanssa. Sonos tarjoaa erinäisiä kaiutintratkaisuja tavallisille kuluttajille. Kaikki nämä Sonoksen laitteet sisältävät mahdollisuuden liittyä olemassa olevaan langattomaan verkkoon ja sitä kautta yhteyden laajaan musiikkivalikoimaan. Edellä mainittu Spotify toimii Sonos-järjestelmässä. (Sonos 2012.)

Mikäli langatonta verkkoa ei ole saatavilla löytyy Sonokselta myös tähän tarkoitukseen laite. Laite kytketään olemassa olevaan verkkolaitteeseen ja laite luo oman langattoman verkon Sonos laitteille. Käytännössä koko järjestelmä voidaan rakentaa käyttäen Sonoksen tuotteita. (Sonos 2012.)



Kuva 7: Sonos-järjestelmä (Crunchbase 2012).

#### 5.4 Audiofiilit

Monelle musiikinkuuntelua vakavammin harrastavalle ei kuitenkaan tällaiset niin sanotusti normaalit ratkaisut, kuten Logitech Squeezebox, riitä. He vaativat äänenlaadulta kaiken mihiin nykyiset markkinoilla olevat järjestelmät vain pystyvät. Moni käyttääkin näiden normaali-en ratkaisuiden ohella erillisiä etenkin audiofiilikäyttöön suunnattuja DA-muuntimia. DA-muunnin on laite, joka muuntaa digitaalisen äänisignaalin analogiseksi. Kaikissa edellä mainituissa esimerkeissä musiikin suoratoissa ääni-informaatio kulkee digitaalisessa muodossa. Jokainen edellä mainittu laite osaa tehdä muunnoksen digitaalisesta signaalista analogiseksi, mutta edellä mainittuja laitteita ei ole kuitenkaan audiofiilitasolle suunniteltu ja näin ollen muunnoksen laatuun ei ole keskitytty. Tämän takia tarvitaankin erillinen DA-muunnin, joka sijoitetaan esimerkiksi Applen AirPort Express-laitteen ja varsinaisen stereolaitteen välille. Näin saadaan audiosignaali välittymään parhaalla mahdollisessa laadulla aina lähetyspäästä kaiuttimiin saakka.

Markkinoilta löytyy suoraan audiofiileille suunnattuja ratkaisuja. Näissä laitteissa on huomioitu kaikki näkökulmat, jotka liittyvät niin median suoratoistoon, kuin varsinaiseen äänenlaatuunkin. Näitä laitteita valmistaa esimerkiksi brittiläiset valmistajat Linn ja Naim Audio. Linn tarjoaa mediasoitimen, joka tukee suoraan AirPlay tekniikkaa. AirPlay tuki on lisätty Linn DS järjestelmissä käytettävään Songcast-ohjelmistoon, joka on yhteensopiva Applen mobiililaitteiden, kuten iPhone tai iPad, kanssa. (Linn 2012.)

Naim Audio tarjoaa oman verkkosoittimensa, jota voidaan ohjata esimerkiksi mobiililaitteella. Naim Audion verkkosoitin on ensisijaisesti tarkoitettu suoratoistamaan musiikkia omalta palvelimelta, mutta on olemassa ohjelmia, joilla voidaan lähettää esimerkiksi mobiililaitteesta suoratoistona, muutakin musiikkia, esimerkiksi Spotifyn kautta. (Naim Audio 2012.)

## 5.5 Muut sovellukset

Kotimainen Kaikuuu01 on kehittänyt jopa lasisen keittiöpöydän (kuva 8), joka toimii itsessään alustana musiikille. Pöydän sisälle on rakennettu kaiutin ja radio. Pöytä itsessään osaa vastaanottaa AirPlay-tekniikalla lähetettyä mediaa. Pöytä tarvitsee toimiakseen 230v verkkovirtaa, mutta muuten pöytä, tai pitäisikö sanoa laite, toimii langattomasti. (Kaikuuu01 2012.)



Kuva 8: Kaikuuu01 pöytä (Geek and hype 2012).

Applen tuotteille on saatavilla lukuisia lisälaitteita. Näitä ovat esimerkiksi pienet matkaradiot, matkakaiuttimet tai vaikka keittiöradiot. Näihin laitteisiin on mahdollista kytkeä esimerkiksi matkapuhelin perinteisesti johtoa käyttäen, mutta yhä useampi näistä laitteista tukee AirPlay-tekniikkaa ja näin ollen musiikin voi suoratoistaa omasta puhelimesta esimerkiksi matkakaiuttimiin vaikka uimarannalla tai automatkalla.

Monet autovalmistajat lisäävät uusiin automalleihinsa erilaisia mediajärjestelmiä, jotka tukevat langattomuutta.

## 6 Yhteenveto ja tulevaisuus

Viime vuosina teknologia on kehittynyt huimaa vauhtia. Kaistanopeudet ovat nousseet ja tekniikat, jotka olivat aiemmin vain yritysten ja laitosten käytössä, kuten valokuituyhteys tekevät tuloaan kovaa vauhtia tavalliselle kuluttajalle. Kehityksen myötä laitteiston suorituskyky ja tallennuskapasiteetti ovat nousset hintatason samalla laskiessa. Langattomuus, mobiililaitteet, pilvipalvelut ja suoratoisto kuuluvat vahvasti ajan henkeen. Mikäli sama suuntaus pysyy, päästään tulevaisuudessa kuluttajien osalta kokonaan eroon fyysisen median ja tallennustilan tarpeesta. Jääkö fyysiset tallenteet kokonaan historiaan, jää nähtäväksi, mutta vähentymään

ne tulevat varmasti. CD-levy on vielä voimissaan, mutta tuleeko siitä samankaltainen keräilykohde, kuin vinyylilevystä on tulossa? DVD-levyn kuolemaa ennustettiin muutama vuosi sitten, kun markkinoille tulivat uudet teräväpiirtoelokuvat, mutta ainakin toistaiseksi perinteinen DVD pitää vielä pintansa. Eihän sitä koskaan tiedä vaikka näkisimme vielä vanhemman tallenteiden, VHS-kasetin ja C-kasetin, uudelleen tulemisen.

Laitokset ja kaupungit tarjoavat mahdollisuutta käyttää omaa langatonta verkkoaan tavalliselle kuluttajalle. Lähes jokaiseen mobiililaitteeseen tarjotaan internetyhteyttä oletuksena. Ei mene aikaakaan, kun jokaisella kuluttajalla on yhteys verkkoon ja sitä kautta laajaan valikoimaan erilaisia palveluita.

Pilvipalvelut tarjoavat jo nyt tallennustilaa kuluttajien valokuvia ja muita dokumentteja varten. Musiikki ja videot ovat jo nyt saatavilla verkkopalveluista. Palveluntarjoajat tarjoavat kokonaisia tietokoneratkaisuja, jotka ovat jatkuvasti yhteydessä pilvipalveluun ja käyttävät ainoastaan pilvipalvelua tallennustilanaan. Mitä tulevaisuus tuo tullessaan? Se jää nähtäväksi, mutta kehityksen suunta on selvästi nähtävissä jo nyt.

## Lähteet

Donahoo, M. J.; Calvert, K. L. 2009. TCP/IP Sockets in C: Practical Guide for Programmers. Morgan Kaufmann.

Gast, M. 2005. 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide. O'Reilly Media.

Rayburn, D. 2012. Streaming and Digital Media: Understanding the Business and Technology. Taylor & Francis.

Tuurala, J. 2010. Tieto talteen verkkolevyille. Tietokone 4/2010, Viitattu 19.09.2012.  
[http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone\\_4\\_2010/tieto\\_talteen\\_verkkolevyille\\_8270](http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone_4_2010/tieto_talteen_verkkolevyille_8270)

Crunchbase 2012. Sonos, Viitattu 09.10.2012.  
<http://www.crunchbase.com/company/sonos>

Engadget 2012. Spotify for iPad launches: impressions and a visual tour of the new app, Viitattu 02.09.2012.  
<http://www.engadget.com/2012/05/02/spotify-for-ipad-app-impressions-hands-on-download/>

Geek and hype 2012. Kaikuuu01, Viitattu 30.09.2012.  
<http://www.geekandhype.com/kaikuuu01-10848/>

The HD Standard 2012. Unicast and multicast streaming, Viitattu 09.08.2012.  
<http://www.thehdstandard.com/hd-streaming/unicast-and-multicast-streaming/>

Linn 2012. New software for your Linn DS makes your computer and phone sound better, Viitattu 01.10.2012.  
<http://news.linn.co.uk/news/2011/12/songcast-shares-it-all.php>

Tekniikanihmelapsi 2007. Logitech Squeezebox - ensikokemukset, Viitattu 04.10.2012.  
<http://tekniikanihmelapsi.com/2007/11/18/logitech-squeezebox-ensikokemukset/>

Apple 2012 a. iTunes, Viitattu 16.05.2012.  
<http://www.apple.com/fi/itunes/>

Apple 2012 b. iTunes, Viitattu 04.10.2012.  
<http://www.apple.com/itunes/>

Apple Store 2012. Refurbished AirPort Express Base Station with 802.11n and AirTunes, Viitattu 04.10.2012.  
<http://store.apple.com/us/product/FB321LL/A/refurbished-airport-express-base-station-with-80211n-and-airtunes>

DLNA 2012. The Possibilities, Viitattu 08.10.2012.  
<http://www.dlna.org/consumer-home/The-Possibilities>

Grooveshark 2012, Viitattu 04.10.2012.  
<http://grooveshark.com/>

Kaikuuu01 2012. A table and a loudspeaker, Viitattu 30.09.2012.  
<http://www.kaikuuu.com/>



Naim Audio 2012. Network player, Viitattu 01.10.2012.  
<http://www.naimaudio.com/hifi-products/type/network-player>

Rdio 2012, Viitattu 04.10.2012.  
<http://www.rdio.com/>

Sonos 2012. The Wireless Hifi Music System, Viitattu 04.10.2012.  
<http://www.sonos.com/system>

Spotify 2012. What is Spotify?, Viitattu 02.09.2012.  
<http://www.spotify.com/fi/about/what/>

Spotify 2012. What quality does Spotify stream in?, Viitattu 02.09.2012.  
<http://www.spotify.com/fi/help/faq/tech/codec-quality/>

Wikipedia 2012. AAC, Viitattu 03.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/AAC>

Wikipedia 2012. Advanced Encryption Standard, Viitattu 19.09.2012.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_Encryption\\_Standard](http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard)

Wikipedia 2012. Apple\_Lossless, Viitattu 03.10.2012.  
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Apple\\_Lossless](http://fi.wikipedia.org/wiki/Apple_Lossless)

Wikipedia 2012. AirPlay, Viitattu 16.05.2012.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/AirPlay>

Wikipedia 2012. CD-levy, Viitattu 08.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/CD-levy>

Wikipedia 2012. FLAC, Viitattu 02.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/FLAC>

Wikipedia 2012. MP3, Viitattu 03.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/MP3>

Wikipedia 2012. Ogg, Viitattu 08.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ogg>

Wikipedia 2012. RAOP, Viitattu 19.09.2012.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/RAOP>

Wikipedia 2012. RTSP, Viitattu 08.10.2012.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Rtsp>

Wikipedia 2012. Streamin Media, Viitattu 09.08.2012.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Streaming\\_media](http://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_media)

Wikipedia 2012. Squeezebox (network music player), Viitattu 04.10.2012.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Squeezebox\\_\(network\\_music\\_player\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Squeezebox_(network_music_player))

Wikipedia 2012. UPnP, Viitattu 08.10.2012.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/UPnP>

## Kuvat

Kuva 1: Median suoratoistaminen palvelimelta asiakkaille (The HD Standard 2012). . . . .	12
Kuva 2: Spotify-käyttöliittymä Applen iPad-laitteella iOS-ympäristössä (Engadget 2012)..	13
Kuva 3: iTunes-ohjelmisto Applen laitteilla (Apple 2012). . . . .	16
Kuva 4: Apple AirPort Express (Apple Store 2012). . . . .	17
Kuva 5: Verkkolevy (Tietokone 4/2010). . . . .	19
Kuva 6: Logitech Squeezebox (Tekniikanihmelapsi 2007). . . . .	19
Kuva 7: Sonos-järjestelmä (Crunchbase 2012). . . . .	21
Kuva 8: Kaikuuu01 pöytä (Geek and hype 2012). . . . .	22

## Liitteet

Liite 1: Protokollat .....	28
----------------------------	----

## Liite 1: Protokollat

### UDP (User Data Protocol)

AirPlay käyttää UDP-protokollaa äänen välitykseen. UDP eli User Data Protocol keskustelee suoraan lähettävän ja vastaanottavan laitteen välillä. UDP ei tarvitse verkkoyhteyttä toimiakseen. UDP-protokolla tarjoaa virheentunnistuksen ja portinohjauksen ja se määrittelee itse tarvitsemansa osoitteen toimiakseen lähettävän ja vastaanottavan laitteen välillä.

UDP ei kuitenkaan tarkista meneekö lähetetty data perille. Näin ollen UDP-protokollan toiminta muistuttaa hyvin paljon perinteistä postilaatikkoa toiminnaltaan. Paketti lähetetään vastaanottajan osoitteeseen. Mikään ei kuitenkaan takaa paketin perille pääsyä eli lähetettyä ja vastaanotettua pakettia ei tarkisteta. (Donahoo, M. J.; Calvert, K. L. 2009, 53.)

### RTSP (Real Time Streaming Protocol) ja RTP (Real-Time Transport protocol)

RSTP-protokolla on kehitetty juuri median suoratoisto-ominaisuuksia varten, ohjaamaan media palvelimia. RSTP-protokolla ohjaa lähetettävää ja vastaanotettavaa puolta ja se hallitsee käyttäjän antamia komentoja, kuten median toistaminen ja pysäyttäminen reaaliaikaisesti.

RSTP-protokolla ei kuitenkaan vastaa varsinaisesti suoratoistettavan datan lähettämisestä vaan tähän tarvitaan RTP-protokollaa, joka toimii yhdessä RTCP (Real-Time Control Protocol) protokollan kanssa. (Wikipedia 2012.)

### RAOP (Remote Audio Output Protocol)

Apple on kuitenkin kehittänyt oman muunnelmansa RTSP/RTP, RAOP-protokollan. Esimerkiksi Apple AirPort Express käyttää suoratoistossaan tätä Applen omaa RAOP-protokollaa. (Wikipedia 2012.)

### WDS (Wireless Distribution System)

WDS-protokolla mahdollistaa usean langattoman verkkotukiaseman linkittämisen keskenään ilman, että niiden väliin tarvitsee kytkeä perinteistä verkkojohtoa. Päätukiasema on yleensä yhdistetty modeemiin tai muuhun verkkolaitteeseen internetyhteyden muodostamiseksi. Tähän päätukiasemaan voidaan linkittää langattomia verkkotukiasemia jatkamaan olemassa olevaa verkkoa. Tämä mahdollistaa myös monihuonejärjestelmät audio käyttöön. (Gast, M. 2005, 22.)

### AES (Advanced Encryption Standard)

AES on määrittely elektronisen datan salaamiseksi. Tässä salauksessa data salataan lähetys päässä ja puretaan vastaanottavassa päässä käyttäen samaa salausavainta. Nykyään AES on Yleistynyt ja sitä käytetään maailman laajuisesti. (Wikipedia 2012.)