



# **RETROPIE-PROJEKTI**

Emulointiaseman konfigurointi ja  
käyttöönotto

Eero Räsänen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka ja  
tietoverkot

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

EERO RÄSÄNEN

RetroPie-projekti  
Emulointiaseman konfigurointi ja käyttöönotto

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 6 sivua  
Toukokuu 2015

---

Opinnäytetyön aiheena oli tutustua Raspberry Pi:lle tehtyyn RetroPie-projektiin, sekä sen konfigurointiin ja käyttöönottoon. Työssä esitellään itse RetroPie-projekti, sen toteuttamiseen tarvittavat ohjelmat ja laitteet, sekä kerrotaan "How to" -näkökulmasta projektin toteuttaminen. Projektia voidaan muokata haluamalla tavalla, mutta tähän on sisällytetty oma näkemykseni parhaasta mahdollisesta RetroPie-projektista ja sen sisällöstä.

RetroPie-projekti mahdollistaa helpon tavan asentaa yli 30 erilaista emulaattoria Raspberry Pi:n sisälle. Projekti käyttää EmulationStationia graafisena front-endinä, ja RetroPie Setup -skriptiä back-endinä tarvittavien Rasbian-pakettien asentamiseen. Tämä on yksi suosituimmista Raspberry Pi:lle toteutetuista projekteista, jolla pääsee nauttimaan nostalgisesta retropelaamisesta.

Opinnäytetyön ohjeet RetroPie-projektin toteuttamisesta sopivat hyvin tavalliselle Raspberry Pi -pohjasta kiinnostuneelle henkilölle, jolla ei ole juurikaan aikaisempaa Linux-osaamista. Työ sisältää välttämättömät konfiguraatiot, jotta RetroPie saadaan toimimaan tavallisen videopelikonsolin tavoin. Lisäksi työssä on lisäominaisuutena Kodin asentaminen RetroPiehin, tällä tavoin projektin viihdeominaisuudet monipuolistuvat pelkän pelaamisen ulkopuolelle.

---

Asiasanat: projekti konfigurointi käyttöönotto retropelaaminen linux

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in ICT Engineering  
Telecommunication and Networks

EERO RÄSÄNEN

The RetroPie Project  
Configuration and Commissioning of the Emulator Station

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 6 pages  
May 2015

---

The purpose of this thesis was to explore a project called RetroPie that was made for Raspberry Pi and orientate about its configuration and deployment. The thesis presents the RetroPie project itself, the necessities of its implementation programs and devices as well as making the project in "How to" perspective. The project can be modified as desired, but this is the best possible RetroPie project in my point of view.

The RetroPie project provides an easy way to install more than 30 different emulators inside Raspberry Pi. The project uses EmulationStation as a graphical front-end and includes a back-end called RetroPie Setup Script which is essential for installing Raspbian packages. This is one of the most popular projects implemented for Raspberry Pi where you can enjoy the feeling of nostalgic retrogaming.

The instructions of this thesis are well-suited for a person who is interested in Raspberry Pi as a development basis and which doesn't have much earlier Linux expertise. The work part contains the most essential configurations in order to make the RetroPie project to work like a normal video game console. In addition, this part includes the Kodi installation as an additional feature to the project in order to provide more diversified entertainment features.

---

Key words: project configuration introduction retrogaming linux

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	RETROPIE-PROJEKTI .....	10
2.1	RetroPie-projektin sisältö .....	10
2.2	RetroPie Setup -skripti.....	11
2.3	Emulaattorit .....	12
2.4	RetroArch ja Libretro API .....	14
2.5	Rasbian-käyttöjärjestelmä pohjana .....	14
2.6	Kodi-mediasoitin .....	15
2.7	Samba Sharing -tiedostojen jako .....	16
2.8	USB Daemon -työkalu.....	17
3	OHJELMISTOT JA LAITTEET.....	18
3.1	Ohjelmistot.....	18
3.1.1	RetroPie 2.6 Raspberry Pi 2.....	18
3.1.2	SD Formatter .....	18
3.1.3	Win32 Disk Imager .....	19
3.1.4	7-Zip.....	19
3.1.5	FileZilla.....	19
3.1.6	PuTTY.....	19
3.1.7	Notepad++.....	20
3.2	Laitteet ja välineet.....	20
3.2.1	Raspberry Pi 2.....	20
3.2.2	MicroSD-muistikortti.....	21
3.2.3	ZyXEL-reititin.....	21
3.2.4	SNES-ohjaimet.....	22
3.2.5	Langattomat Xbox 360 -ohjaimet .....	22
3.2.6	Langaton vastaanotin .....	23
3.2.7	Muut tarvikkeet .....	23
4	RETROPIEN ASENNUS.....	24
4.1	MicroSD-muistikortin alustaminen .....	24
4.2	RetroPien kirjoittaminen muistikortille .....	25
4.3	Yhteyden muodostaminen .....	26
4.4	RetroPien esiasetukset .....	28
4.4.1	Tiedostojärjestelmän laajentaminen.....	30
4.4.2	Ylikellottaminen.....	30
4.4.3	Kuva- ja ääniasetukset.....	31
4.4.4	Muistin jako .....	33

5	KÄYTTÖLIITTYMÄN MUOKKAUS .....	34
5.1	Ylimääräisten emulaattoreiden poistaminen.....	34
5.2	Gameboy Advance BIOS -tiedosto.....	35
5.3	ROMien lataaminen .....	36
5.4	Pelien dokumentointi .....	37
5.5	Kodi-mediasoitin asentaminen .....	40
6	OHJAINTEEN KONFIGUROINTI .....	44
6.1	SNES-ohjainten konfiguraatiot.....	45
6.2	Langattomien Xbox 360 -ohjainten konfiguraatiot .....	49
6.3	Kodi-ohjainten konfiguraatiot.....	52
6.4	Ohjainten testaus .....	54
6.4.1	RetroPie-päävalikon testi .....	54
6.4.2	SNES-ohjain testi.....	55
6.4.3	Xbox 360 -ohjain testi.....	56
6.4.4	Kodi-ohjain testi.....	57
7	POHDINTA.....	58
	LÄHTEET .....	59
	LIITTEET .....	62

**ERITYISSANASTO**

API	Ohjelmointirajapinta, jonka mukaan eri ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja vaihtaa tietoja eli keskustella keskenään.
Back-end	Sovellus tai ohjelma, joka hoitaa laskentaa tai muuta ylläpitoa. Palvelee välillisesti front-endiä.
Bugi	Tietokoneohjelman lähdekoodissa oleva virhe, joka aiheuttaa ongelmia ohjelman toimintaan tai kaataa sen kokonaan.
Debian	Vapaa käyttöjärjestelmä, joka perustuu Linux-ytimeen.
Direct3D	Graafisen sovellusohjelmoinnin rajapinta (API).
Front-end	Käyttöliittymä, johon käyttäjä on suoraan yhteydessä. Yhdistää käyttäjän back-endiin.
FTP	Tiedostonsiirtomenetelmä kahden tietokoneen välillä.
GPIO-nasta	Yleiskäyttöinen portti mikro-ohjaimissa ja mikroprosessoreissa.
Komentorivi	Graafisen käyttöliittymän vastakohta, järjestää käyttäjän ja tietokoneen välisen kommunikoinnin.
Linux	Tietokoneen käyttöjärjestelmän alin osa eli käyttöjärjestelmäydin, joka mahdollistaa kaikkien muiden tietokoneen ohjelmien toiminnan.
OpenGL	Laitteistoriippumaton ohjelmointirajapinta interaktiivisen tietokonegrafiikan tuottamiseen.

Pingaaminen	Ping-työkalua hyödynnetään kokeilemaan määrätyn laitteen saavutettavuutta.
Plug-In	Liitännäinen on tietokoneohjelma, joka toimii vuorovaikutuksessa isäntäsovellukseen.
Retropelikonsoli	Pelikonsoli, jolla voidaan pelata vanhoja tietokone-, video- ja kolikkopelejä 1970-luvulta 2000-luvulle saakka.
Skripti	Komentosarja; ajon aikana tulkittava lyhyt tietokoneen ohjelma, joka on automatisoitu ja toimii ilman varsinaisia ohjelmointikieliä.
USB	Sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen.
Verkkoprotokolla	Yhteyskäytäntö tai standardi, joka määrittelee ja mahdollistaa laitteiden ja ohjelmien väliset yhteydet tietoverkkojen kautta.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheeni on RetroPie-projekti. Löysin aiheen etsiessäni internetistä erilaisia mielenkiintoisia toteutuksia Raspberry Pi:lle. Tietokoneilla ja konsoleilla pelaaminen on ollut minulle aina hyvin läheinen harrastus, joten kiinnostuin heti projektista, jolla mikrotietokoneen voisi muuttaa kehittyneeksi retropelikonsoliksi.

Raspberry Pi on luottokortin kokoinen tietokone Linux-käyttöjärjestelmällä, joka julkaistiin ja tuli myyntiin helmikuussa 2012. Se on erittäin innovatiivinen laite, jonka voittoa tavoittelemattoman kehittäjäjärjestön tarkoituksena on edistää tietokonealan ja koodaamisen opiskelua, ymmärrystä ja oppimista (Cellan-Jones, Rory 2011). Laitteen hyöty- ja etulyöntiasema kehityspohjana muodostuu sen monipuolisista mahdollisuuksista, sillä se on edullinen, pienikokoinen ja sen mitätön sähkönkulutus tekee siitä ekologisen. Näiden ominaisuuksien vuoksi Raspberry Pi soveltuu moneen erikoiskäyttöön joihin perinteiset pöytäkoneet ja kannettavat tietokoneet eivät sovellu (Jari Sarja 2013). Laitteelle on jo kehitetty lukemattomia ohjelmistoja, laboratoriotöitä ja elektronisia sovelluksia. Se saavutti nopeasti suuren suosion eri tietotekniikan alojen ihmisten keskuudessa ympäri maailmaa.

Vuosien mittaan Raspberry Pi:stä on julkaistu erilaisia entistä tehokkaampia malleja, kuten B ja B+, jotka sisältävät enemmän prosessointitehoa, muistia ja lisää liitäntä paikkoja. Helmikuussa 2015 Raspberry Pi:stä julkaistiin kokonaan uusi versio nimeltä Raspberry Pi 2. Se mukailee ulkoasultaan ja liitettävyyksiltään aikaisempaa mallia B+, mutta sisältää jopa kuusi kertaa enemmän tehoa (Leo Kelion 2015). Tämä mahdollistaa raskaampien ja kehittyneempien sovellusten toteuttamisen Raspberry Pi:llä, kuten itse RetroPie-projekti.

Työn tavoitteena oli asentaa, konfiguroida ja käyttöönottaa Raspberry Pi:lle kehitetty RetroPie-projekti. RetroPie-projekti sai alkunsa ideasta, että Raspberry Pi:n voisi jollain tavalla muuttaa kokonaisvaltaiseksi retropelikonsoliksi. Modernin retropelikonsolin etu vanhoihin konsoleihin verrattuna on muokattavuus, esimerkiksi käyttöliittymän ja kontrollien osalta. Sen lisäksi kehittyneemmät komponentit tarjoavat enemmän tehoa pelien prosessointiin, ja kasvaneet muistimäärät mahdollistavat monien eri konsolisukupolvien pelien sisällyttämisen yhteen tietokoneeseen.



Opinnäytetyössäni esitellään kaikki tarvittavat laitteet ja ohjelmat RetroPie-projektin toteuttamiseen Raspberry Pi:lle. Toteuttamiseen sisältyy projektin käyttöliittymän muokkaaminen selkeämmäksi ja helppokäyttöisemmäksi. Ohjainten konfigurointi, jossa luodaan kahdet eri ohjainasetelmat eri emulaattoreille. Lisäksi asennetaan Kodi-mediasoitin RetroPien sisälle. Työn tavoitteena on luoda ideaalinen ja monikäyttöinen retropelikonsoli.

## 2 RETROPIE-PROJEKTI

Raspberry Pi:n käyttäjät ovat luoneet uskomattomia projekteja mikrotietokoneen avulla. Edullista tietokonetta on käytetty pyörittämään erilaisia automaatiokoneita, palvelimia, mediakeskuksia ja monia tee-se-itse-projekteja. Yksi hienoimmista Raspberry Pi:lle toteutetuista töistä on RetroPie-projekti. Se muuttaa mikrotietokoneesi retropelikonsoliksi, jolla voidaan pelata tuttuja klassikkopelejä kuten esimerkiksi Super Mario Bros, Space Invaders, Sonic The Hedgehog ja monia muita. Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin, mikä RetroPie-projekti on ja mitä se pitää sisällään.

### 2.1 RetroPie-projektin sisältö

RetroPie-projekti on kokoelma emulaattoreita, joiden avulla Raspberry Pi voidaan muuttaa moderniksi retropelikonsoliksi. RetroPien etuna vanhoihin konsoleihin on sen tietokonepohja, jonka puolesta konsoli on räätälöitävissä esimerkiksi ohjaimien ja graafisen käyttöliittymän kannalta. Lisäksi yhden konsolin pelivalikoiman sijaan RetroPiehin voidaan sisällyttää monien konsolisukupolvien kaikki pelit ilman, että tarvitsee huolehtia aluekoodauksista. Kehittynyt tietokone mahdollistaa myös pelien paremman toimivuuden mm. lyhentäen latausaikoja sekä parantaen ruudunpäivitystä.

Projekti käyttää Rasbian-käyttöjärjestelmää pohjana, johon on integroitu suuri määrä emulaattoreita monenlaisilta tietokonejärjestelmiltä ja pelikonsoleilta viime vuosikymmeniltä. Graafiseksi käyttöliittymäksi ja front-endiksi on valittu EmulationStation, jota voidaan tarvittaessa muokata haluamalla tavalla. Back-end -toiminnasta huolehtii RetroPie Setup -skripti, jolla on myös helppo asentaa tarvittavia lisäosia ja ajureita (Petrockblock 2015). Nämä kaikki tekevät RetroPie-projektista ainutlaatuisen, toimivan ja muokattavan kokonaisuuden.

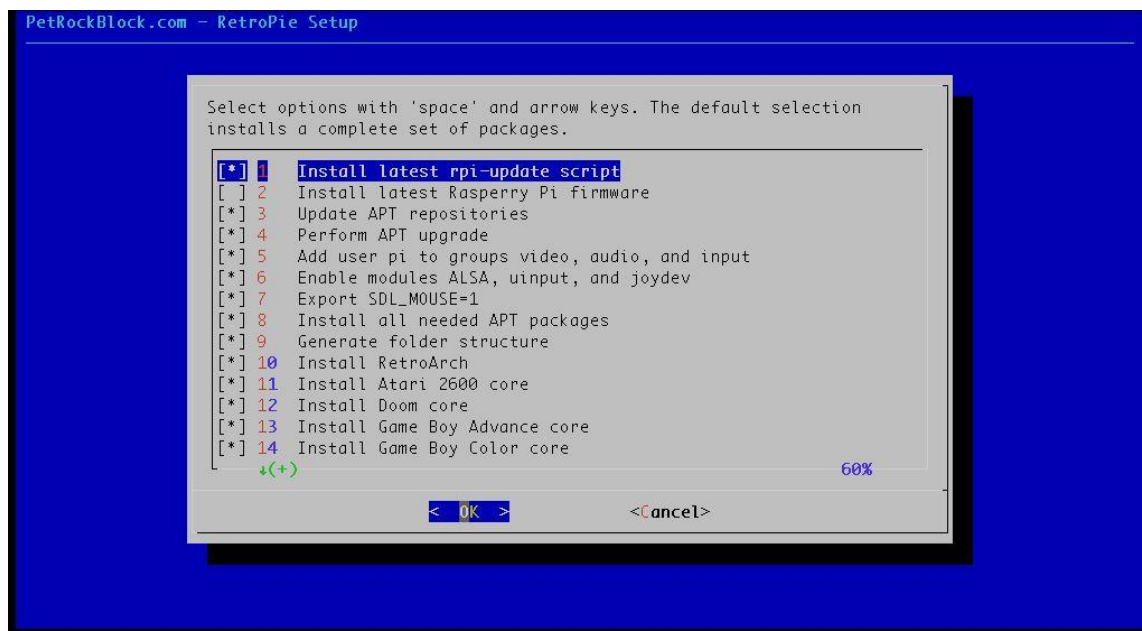
RetroPie asennetaan levynäköistiedostona SD-muistikortille. Tiedosto sisältää kaikkien emulointijärjestelmien asennukset ja toiminnot, jotka tukevat RetroPie Setup -skriptiä. Se myös sisältää tyylikkään ja selkeän graafisen käyttöliittymän pelien dokumentointiin ja selailuun, joka käynnistyy automaattisesti Rasbian-komentoriviltä. Paketissa on valmiiksi asennettu muutamia esikonfiguroituja ohjainasetuksia ja aloitusruutu. Molempia voidaan muokata tarvittaessa haluamalla tavalla. Lisäksi tiedostoon sisältyy Samba Shares -

tiedostojen jako, sekä USB daemon -työkalu helpottamaan ja tukemaan ROMien siirtämistä (Petroblock 2015).

## 2.2 RetroPie Setup -skripti

RetroPie Setup -skripti on keskeinen osa ohjelmiston asennusta ja komponenttien konfigurointia, se on ikään kuin valmis kirjasto sisältäen emulaattoriytimiä, käyttöliittymäkomponentteja ja muita ajureita. RetroPie Setup -skripti sisältyy RetroPie-levynnäköistiedostoon, mikä asennetaan SD-muistikortille.

RetroPie Setup -skriptin avulla voidaan asentaa ajureita ja emulaattoreita, muokata graafista käyttöliittymää ja muita retropelikonsolin komponentteja. Teknisesti se on vain skripti, joka koostuu muutamasta tuhannesta rivistä koodia, joita ajetaan komentoriviltä tai yksinkertaisen graafisen valikon kautta (Kuva 1). Github-niminen internetsivusto hallinnoi lähteitä asennuksille ja päivityksille, se myös vastaa palautteesta, yhteistyöstä ja virheraportoinnista (Petroblock 2015).



KUVA 1. RetroPie Setup -skriptin graafinen valikko

## 2.3 Emulaattorit

Emulaattori on tietokoneelle tehty ohjelma tai laitteistolaajennus. Se mahdollistaa ohjelmien ja pelien käytön sekä pelaamisen muunlaisella tietokoneella tai käyttöjärjestelmällä, kuin mille ne on alun perin tarkoitettu (Kuva 2). Nykyiset emulaattorit ovat erittäin kehittyneitä ja pääosin ohjelmallisia. Ne pystyvät emuloimaan kokonaisia tietokonelaitteita suorittimineen, näytönohjaimineen ja muine osineen (Wikipedia 2015a). Suosituimpia emulaattoreita ovat klassisia kotitietokoneita ja pelikonsoleita emuloivat ohjelmat, joita RetroPie-projektikin sisältää.

Pelit ovat emulaattoreissa ROM-tiedostomuodoissa. ROM on tietokonetiedosto, joka sisältää täydellisen luetun kopion muistisirusta, kuten videopelikasetista, tietokonepelin laiteohjelmistosta tai arcadepelin emolevystä. ROM luodaan lukemalla kasettipohjaisen pelin muistisiru ja teettäen siitä digitaalinen tiedosto (Wikipedia 2015b). Eri konsolien ROM-tiedostot ovat erityyppisiä. Esimerkiksi Super Nintendon ROMit ovat SMC-päätteisiä ja Playstationin ISO-päätteisiä tiedostoja. Pelikonsoliemulaattorit joita RetroPie sisältää, lukevat ROM-tiedostoja ja emuloivat ne toimiviksi peleiksi.



KUVA 2. NES-pelikonsolin emulointi Windows-käyttöjärjestelmässä (Emulator-zone 2015)

Emuloinnilla voidaan digitaalisesti säilyttää vanhentuneita järjestelmiä. Emulointi keskittyy uudelleen luomaan alkuperäisen tietokoneen tai konsolin ympäristön (Koninklijke Bibliotheek 2007). Sillä pyritään jäljittelemään alkuperäistä laitteistoa ja sen ohjelmistoa, sekä uudelleen luomaan se nykyisen laitteiston sisällä (tässä tapauksessa

RetroPie:ssä). Emulaattorin avulla käyttäjä voi esimerkiksi pelata mitä tahansa peliä, mitä alkuperäiselläkin konsolilla tai tietokoneella pystyy.

Pelikonsolien emuloinnilla saavutetaan usein parempi graafinen suorituskyky kuin alkuperäisellä laitteistolla ja mahdollisia uusia lisäominaisuuksia. Monet alkuperäisen laitteiston tai ohjelmiston epämukavuudet ja huonot ominaisuudet voidaan korjata uutta alustaa käytettäessä (Muir, Gregory 2007). Tärkein syy emulointiin pelien tapauksessa on kuitenkin se, että voidaan pelata lopetettujen konsolien pelejä. Emulaattoreiden ja ROMien saatavuus on parempi verrattuna vanhojen pelikonsolien ja pelien hankintaan (Muir, Gregory 2007). Jos emulaattorin kehittämiseen tarvittavia kuluja ei oteta huomioon, niin yleensä emuloimalla saadaan tulos saavutettua edullisemmin, kuin hankittaessa alkuperäinen laite (Granger, Stewart 2008). Lisäksi liitännäsongelmat häipyvät, kun voidaan käyttää moderneja liitännäisiä uusilla laitteilla (Van der Hoeven, Jeffrey, Bram Lohman, Remco Verdegem 2007).

RetroPie-projekti sisältää lähes kaikki pelihistorian suosituimpien pelikonsolien ja tietokoneiden emulaattorit. Liitteenä olevasta emulaattorilistasta nähdään, että osa konsoleista on ns. virtuaalikonsoleita, joten niitä ei ole fyysisesti olemassa, vaan ne ovat harrastelijoiden koodaamia emulaattorikokoelmia vanhoista konsoleista. Lisäksi RetroPien emulointikohteisiin lukeutuu itse tietokoneet, käsi-, video- ja pelihallien arcade-konsolit. Emulaattoreita löytyy jokaiselle konsolille ja joillekin jopa monia vaihtoehtoja, kuten Super Nintendo -tapauksessa (PocketSNES, SNES9X ja PiSNES). Monen eri emulaattorin käyttö mahdollistaa paremman toimivuuden, esimerkiksi 3D-graafiset pelit voivat pyöriä toisella emulaattorilla paremmin ja 2D-graafiset toisella.

Opinnäytetyön lopullinen RetroPie sisältää vain osan liitteenä olevista emulaattoreista. Näin saadaan hieman emulaattorialuetta rajattua, ja taattua parempi toimivuus peleille. On helpompi keskittyä vain tärkeimpiin ja olennaisimpiin emulaattoreihin, jotta saadaan koko laite toimimaan nopeammin, ja välttämään ylimääräisiltä bugeilta. Työssä on käytössä vain seuraavien konsolien emulaattorit: GameBoy, GameBoy Advance, GameBoy Color, Playstation 1, Nintendo, Super Nintendo ja Nintendo 64.

## 2.4 RetroArch ja Libretro API

Liitteenä olevasta emulaattorilistasta nähdään monen emulaattorin sisältyvän RetroArchiin. RetroArch on avoimen lähdekoodin monialustainen edustaohjelma Libretro API:lle. RetroArch on suunniteltu olemaan nopea ja kevyt monijärjestelmäinen emulaattori. Se on saatavilla Windowsille, OS X:lle, Androidille, Blackberry 10:lle, Raspberry Pi:lle, Playstation 3:lle, Xbox:lle, Xbox 360:lle, Gamecubelle, Nintendo Wiille ja Playstation Portablelle (Emulation-general 2015).

RetroArch sisältyy Libretro APIin. Libretro on yksinkertainen API, joka mahdollistaa pelien ja emulaattoreiden pyörittämisen. Se on koodiltaan yksinkertainen, mutta silti erittäin tehokas. Libretro APIa käyttävä ohjelma kääntyy yhdeksi kirjastotiedostoksi nimeltään ”Libretro Core”. RetroPien front-end tukee Libretro APIa, ja voi tällöin ladata sen sisältämän kirjaston ja suorittaa sovelluksia. Front-end on vastuussa kaikista toteuttamiseen liittyvistä yksityiskohdista, kuten videosta, audiosta ja sisääntulosta. Libretro-ydin on vastuussa tarjoamaan ainoastaan pääohjelman (Libretro 2015). Libretro-ytimen ansiosta ei tarvitse erikseen huolehtia Direct3D- ja OpenGL-videoajureiden asennuksista, ja mahdollisista sisääntulo- ja ääni-APIen tuesta eri ohjaimille (Libretro 2015).

## 2.5 Rasbian-käyttöjärjestelmä pohjana

Rasbian on vapaa käyttöjärjestelmä, joka perustuu Raspberry Pi:lle optimoituun Debianiin. Käyttöjärjestelmä koostuu joukosta perus- ja apuohjelmia, jotka saavat Raspberry Pi:n toimimaan normaalin Windows-käyttöjärjestelmällä varustetun tietokoneen tavoin. Rasbian tarjoaa kuitenkin enemmän kuin tavallinen käyttöjärjestelmä, nimittäin sille on luotu yli 35000 valmiiksi niputettua Rasbian-pakettia, jotka ovat tarvittaessa mahdollisia asentaa vain muutamalla klikkauksella tai komentorivikäskyllä (Rasbian 2015).

Alkuperäinen Raspberry Pi:lle optimoitu Rasbian valmistui kesäkuussa 2012. Rasbianin kehitys on kuitenkin edelleen aktiivista, ja uusia versioita sekä päivityksiä, jotka parantavat laitteiston vakautta ja suorituskykyä, julkaistaan jatkuvasti (Rasbian 2015).

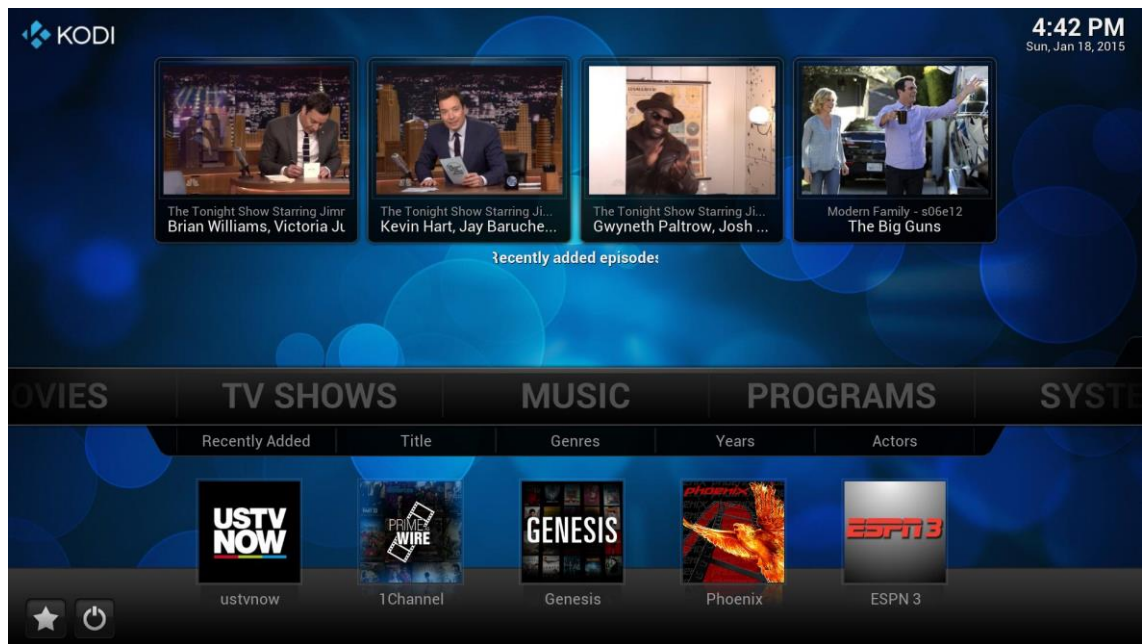
RetroPie ei ole erillinen käyttöjärjestelmä, vaan se on ohjelma, mikä toimii Rasbianin päällä. Se käyttää Rasbianin komentoriviä sekä konfiguraatioita Rasbian-pakettien ja binäärien lataamiseen. Toisin sanoen RetroPie-levynnäköistiedosto sisältää Rasbian-käyttöjärjestelmän, johon on esiasennettu RetroPie. Sen sisältämä Rasbian-käyttöjärjestelmä on kuitenkin erittäin karsittu alkuperäiseen versioonsa nähden. Tämä sen vuoksi, että itse RetroPie saadaan toimimaan nopeammin, kun monia Rasbianin toiminnallisuuksia on rajattu pois.

Opinnäytetyössä tarvitaan Rasbian-komentoriviä asennus- ja konfigurointivaiheissa. Lisäksi monien Rasbian-pakettien lataaminen on projektin puolesta välttämätöntä.

## **2.6 Kodi-mediasoitin**

Kodi oli alun perin avoimenlähdekoodin omaava mediasoitin Xbox-pelikonsolille (Kodi 2015). Nykyään se on tarjolla useille eri käyttöjärjestelmille ja laitealustoille. Sen avulla käyttäjät voivat toistaa ja katsella videoita, musiikkia tai vaikkapa podcasteja internetistä (Kuva 3). Myös kaikkien yleisimpien digitaalisten mediatiedostojen toistaminen onnistuu joko paikallisesta, tai verkon ylitse sijaitsevalta tallennusvälineeltä. Nykyään Kodi tukee erilaisia plug-insseja, jotka mahdollistavat online-sisällön käytön, kuten Spotify, Grooveshark ja Pandora Radio (Kaushik Patowary 2009).

Kodi on saavuttanut suosituksen aseman etenkin Raspberry Pi:n käyttäjien keskuudessa. Se on vaihtoehtoinen valinta Windows Media Centerin tilalle PC-käyttöön. Kuitenkin Raspberry Pi:n tapauksessa Media Center ei toimi kovin ideaalisesti, joten Kodista on tullut yleisin mediantoistotapa Raspberry Pi -ympäristössä. Kodi on yleinen valinta mediantoistoksi myös älytelevisioissa, digisovittimissa, hotellitelevisioissa ja muissa verkkoon kytketyissä mediasoittimissa. Sen avoin lähdekoodi, cross-platform -toiminta ja C++ koodikielellä kirjoitettu pohja tekevät siitä ohjelman, jota voidaan käyttää melkein missä tahansa laitteessa (Kevin Andersson 2009).



KUVA 3. Kodin päävalikko

Kodi-mediasoitin asennetaan opinnäytetyössä RetroPien sisälle. Siihen pääsee käsiksi helposti omasta käynnistysruudustaan RetroPien päävalikossa. Lisäksi sille luodaan omat ohjainkonfiguraatiot, niin että Kodia voidaan käyttää Xbox-ohjaimella hiiren ja näppäimistön sijaan. Kodiin ja sen muihin asetuksiin sekä ominaisuuksiin ei perehdytä opinnäytetyössä sen enempää. Se lisätään kuitenkin osaksi tätä projektia, koska Kodi mahdollistaa RetroPien käyttämisen muihinkin viihdemahdollisuuksiin, kuin pelkästään pelien pelaamiseen.

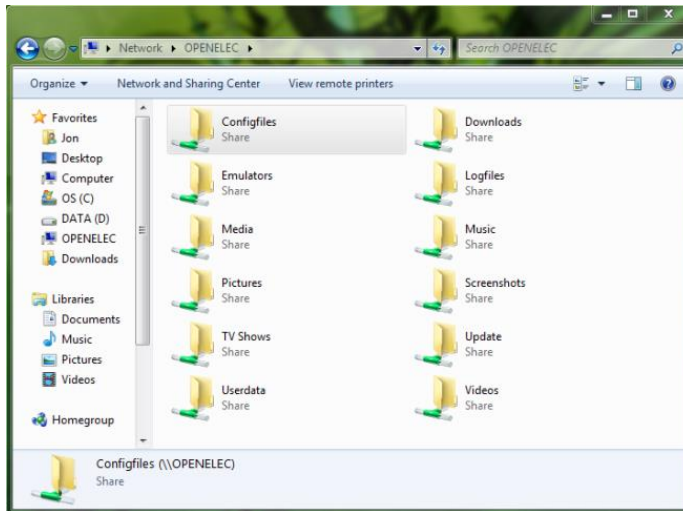
## 2.7 Samba Sharing -tiedostojen jako

Samba on ilmainen uudelleen suunniteltu ohjelmisto käyttäen SMB- ja CIFS-verkkoprotokollia. Ohjelmiston perusidea on saada Microsoftin verkkojärjestelmä toimimaan muissakin kuin Windows-ympäristöissä. Ohjelma tarjoaa Windows-verkkojen palvelut ja yhteensopivuuden niiden kanssa Unix-tyylisille käyttöjärjestelmille, kuten Linuxille, Solarikselle ja tässä yhteydessä Rasbianille (Andrew Tridgell 2002).

Samba Sharing mahdollistaa RetroPie-projektille samanlaiset tiedostojen jako, siirto ja kopiointi toteutukset, kuin missä tahansa Windows pohjaisessa käyttöjärjestelmässä.



Tämän ansiosta RetroPien tiedostoja voidaan siirtää helposti kansioista toiseen Windows-ympäristössä (Kuva 4).



KUVA 4. Samba Sharing tarjoaa Windows-tyyliset tiedostojen jaot.

## 2.8 USB Daemon -työkalu

USB Daemon -työkalua käytetään USB-laitteiden jakamiseen verkon ylitse. Työkalun avulla voidaan käyttää USB-laitteita, jotka sijaitsevat fyysisesti muualla. Tulostimet, skannerit ja muistitikulle tallennetut tiedostot voidaan jakaa ja käyttää etänä (Alexandru Pintilie 2014). RetroPiella tätä työkalua käytetään lähinnä USB-ajureiden liitännän tunnistamiseen, ja sitä kautta tiedostojen siirtämiseen, mutta joissain tapauksissa siitä voi olla muutakin hyötyä. Tämän kaltainen tapaus on esimerkiksi, jos tyhjiä USB paikkaa ei ole Raspberry Pi:ssä enää jäljellä.

### 3 OHJELMISTOT JA LAITTEET

Kappaleessa 3 esitellään tarvittavat ohjelmistot ja laitteet, mitä käytetään RetroPie-projektin toteuttamiseen. Jokaisesta ohjelmasta on kerrottu lyhyesti, mitä sillä yleisesti voidaan tehdä ja mikä on sen tehtävä projektissa. Jälkimmäisessä osassa esitellään käytetyt laitteet ja kaapelit. Kuvat käytetyistä välineistä löytyvät liitteestä nimeltä laitteet ja välineet.

#### 3.1 Ohjelmistot

Tämä kappale sisältää RetroPie-projektin toteuttamiseen tarvittavat ohjelmat. Jotkin ohjelmat voidaan korvata tarvittaessa vaihtoehtoisella ohjelmalla. Seuraavat ohjelmat ovat kaikki ladattavissa ilmaiseksi internetistä.

##### 3.1.1 RetroPie 2.6 Raspberry Pi 2

Kaikkein olennaisin eli RetroPie-projektin levynnäköistiedosto. Opinnäytetyössä käytetään Raspberry Pi 2:lle tarkoitettua RetroPie 2.6 versiota, joka oli opinnäytetön aikaan uusien mahdollinen versio. Oikealle alustalle tarkoitettu versio varmistaa, että ohjelmisto ja Raspberry Pi:n komponenttipuoli ovat yhteensopivia. RetroPie 2.6 -projektin SD-kortin levynnäköistiedosto voidaan ladata internetistä osoitteesta <http://blog.petrockblock.com/retropie/retropie-downloads/>.

##### 3.1.2 SD Formatter

SD Formatterilla voidaan alustaa kaikkia SD-muistikortteja. Se mahdollistaa nopean ja helpon tavan päästä käsiksi SD-, SDHC- ja SDXC-muistikorttien täysiin ominaisuuksiin (SDcard Formatter 2014). On suositeltavaa käyttää erillistä alustusohjelmaa sen sijaan, että käyttäisi käyttöjärjestelmän mukana tulleita alustustyökaluja. Muistikortin suorituskyky saattaa laskea alle optimoidun taso, jos käytetään yleisiä käyttöjärjestelmän työkaluja. Opinnäytetyössä SD Formatterilla alustetaan muistikortti valmiiksi RetroPie-levynnäköistiedostoa varten. SD Formatter -ohjelma voidaan ladata internetistä osoitteesta [www.sdcard.org](http://www.sdcard.org).

### 3.1.3 Win32 Disk Imager

Ohjelma on suunniteltu kirjoittamaan levynnäköistiedostoja siirrettäville laitteille tai varmuuskopioimaan irrotettava laite tiedostoksi. Se on erittäin hyödyllinen sulautettujen kehitykseen eli erilaisille ARM-pohjaisille kehitysprojekteille kuten Android ja Ubuntu. Win32 Disk Imageria käytetään lähes jokaisessa Raspberry Pi -projektissa, kuten tässäkin opinnäytetyössä, jossa täytyy kirjoittaa levynnäköistiedosto muistikortille. Win32 Disk Imager voidaan ladata internetistä osoitteesta [www.sourceforge.net](http://www.sourceforge.net).

### 3.1.4 7-Zip

7-Zip on tiedostonpakkaus- ja arkistointiohjelma Windowsille. 7-Zip toimii joko komentoriviohjelmana, tai käyttäen sen graafista käyttöliittymää. Se on avoimen lähdekoodin kilpailija suljetun lähdekoodin WinRARille ja WinZipille (7-zip 2015). 7-Zip tukee monia erilaisia tiedostonpakkausformaatteja, mutta oletuksena se käyttää omaa 7z-formaattiaan. Opinnäytetyössä 7-Zip:iä tarvitaan purkamaan internetistä ladattuja tiedostoja, kuten esimerkiksi RetroPie-projektin levynnäköistiedosto.

### 3.1.5 FileZilla

FileZilla on ilmainen alustariippumaton FTP:tä tukeva tiedonsiirto-ohjelma, joka koostuu FileZilla Clientistä ja FileZilla Serveristä (Wiki FileZilla 2009). Ohjelmaa voidaan käyttää hyödyksi kansioissa navigointiin RetroPie-projektissa. Se mahdollistaa helpon tavan siirtää, ladata, poistaa ja editoida tiedostoja tietokoneen kautta RetroPiessa. Ohjelmalla on mahdollista myös siirtää monia tiedostoja samaan aikaan helpottaen ja nopeuttaen asennusprosessia.

### 3.1.6 PuTTY

PuTTY on Telnet- ja SSH-asiakasohjelma ja pääte-emulaattori. Sen suosituin käyttökohde on Windows-käyttöjärjestelmien SSH-palvelimien käyttäminen. Useimmista ohjelmista poiketen PuTTY toimii pelkällä exe-tiedostolla ilman erillistä asennusta, jolloin se on helposti haettavissa pikaista käyttöä varten. PuTTY on vapaa avoimen lähdekoodin ohjelmisto, josta on nykyään saatavissa versiot myös Linuxille, Unixille, Symbian OS:lle ja Windows Mobilelle (Simon Tatham 2015).

Opinnäytetyössä PuTTYä käytetään muodostamaan SSH-yhteys tietokoneesta Raspberry Pi:hin, jotta päästään käsiksi komentoriviin. "SSH-yhteyden (Secure Shell) perusidea on, että sen avulla voidaan muodostaa kahden koneen välille turvallinen ja salattu verkkoyhteys, vaikka koneet olisivat epäturvallisissa verkoissa missä tahansa päin maapalloa. Näistä koneista toinen on aina palvelin ja toinen asiakas. Kun yhteys koneiden välille halutaan muodostaa, asiakas ottaa aina yhteyden palvelimelle." (Wikibooks 2010)

### **3.1.7 Notepad++**

Notepad++ on lähdekoodin muokkausohjelma, jolla voidaan myös korvata tietokoneen tavallinen muistio. Se tukee muutamia koodikieliä ja pyörii tavallisella Windows käyttöjärjestelmällä. Notepad++ perustuu vapaaseen Scintilla-komponenttiin, jolla voidaan muokata erilaisia koodikieliä. Ohjelma on kirjoitettu C++ -kielellä, joka takaa koodin nopean kääntämisen ja vähäiset teho vaatimukset tietokoneelta (Don Ho 2015).

Opinnäytetyössä Notepadia käytetään ohjainkonfiguraatitiedostojen lukemiseen ja muokkaamiseen.

## **3.2 Laitteet ja välineet**

Tämä kappale sisältää RetroPie-projektin toteuttamiseen tarvittavat laitteet ja välineet. Reititin ja muistikortti voivat olla muiden valmistajien merkkisiä. Ohjaimien suositellaan olevan mahdollisimman samankaltaisia kuin opinnäytetyössä käytetyt. Esimerkiksi niin että langattomat ohjaimet sekä vastaanotin ovat molemmat virallisia Microsoftin valmistamia laitteita.

### **3.2.1 Raspberry Pi 2**

Raspberry Pi 2 on entisestään paranneltu versio suositusta yhden piirilevyn tietokoneesta. Alkuperäiseen Raspberry Pi:hin verrattuna tämä uusi malli on saanut 512 Mt:tä lisää muistia, sekä pyörii neljällä 900 MHz Cortex-A7 -ytimisellä prosessorilla yhden 700 MHz prosessorin sijaan. Liitäntäpaikkojen määrää on nostettu, GPIO nastoja on 40 alkuperäisen 26 nastan sijasta ja USB-portteja on neljä kappaletta kahden sijaan (Petrus

Laine 2015). Muulla tavalla Raspberry Pi 2 -malli muistuttaa pitkälti aikaisempaa B+ mallia.

Uuden mallin prosessori on suorituskyvyltään noin kuusinkertainen entiseen nähden (Petrus Laine 2015). Lisätty laskenta- ja suoritusteho mahdollistavat entistä raskaampien sovellusten ja muiden teknisten toteutuksien käytön. RetroPie-projektissa Raspberry Pi 2:sen tehollinen ero aikaisempiin malleihin on huomattava. Uudella mallilla voidaan emuloida pelejä huomattavasti paremmalla ruudunpäivityksellä. Aikaisemmalla mallilla uudempien konsolien 3D-grafiikalla varustetut pelit emuloituivat heikosti, ja huono ruudunpäivitys teki niiden pelaamisen hankalaksi.

### **3.2.2 MicroSD-muistikortti**

Raspberry Pi 2 -malli käyttää muistinaan MicroSD-mallista muistikorttia. MicroSD on SD-korttiperheen pienin mahdollinen korttityyppi tällä hetkellä. Työssä käytetty kortti on kooltaan 16 GB. RetroPie-projektin vähimmäistilavaatimus muistikortilta on 4 GB, mutta suositellaan 8 GB:tä. Käytetyn muistikortin nopeusluokka on Class 10 eli 10 Mt/s, luokka määritellään minimi kirjoitusnopeudella. Class 10 on tällä hetkellä nopein luokka. Useilla sovelluksilla ja laitteilla on oikein toimiakseen asetettu minimivaatimukset tallennusmedialle. Tyypillinen esimerkki vaativammasta sovelluksesta on HD-videokuvaus, joka useimmiten vaatii vähintään Class 6 -luokan kortin virheettömään toimintaan (SDcard 2014). RetroPie-projekti ei aseta nopeusluokitukselle vaatimuksia, mutta paremman kirjoitusnopeuden omaava kortti säästää aikaa ROMien lataamisessa muistikortille.

### **3.2.3 ZyXEL-reititin**

Internet- ja lähiverkkoyhteyksien muodostamiseen käytetään ZyXelin NBG-418N v2 -mallista laajakaistareititintä. Siitä löytyy kaikki tarvittavat ominaisuudet, mitä normaalilta nykyaikaiselta reitittimeltä voidaan odottaa, kuten 4-porttinen kytkin, NAT-osoitteenmuunnos ja Wifi-tukiasema. Laitteesta löytyy kolme erilaista toimintatilaa: Tukiasema, reititin ja toistin (Verkkokauppa.com 2015).

Työssä laitetta käytetään reititin toimintatilassa. Yhteydet on muodostettu niin, että internet tulee TOASnet-verkosta taloon, josta se kulkee ethernet-kaapelilla ZyXEL-

reitittimeen, ja reititin jakaa internetin sekä tietokoneelle että RetroPielle. Näin saadaan muodostettua samalla lähiverkkoyhteys tietokoneen ja RetroPien välille, jolloin voidaan hallita Raspberry Pi:tä helposti tietokonetta käyttäen.

### **3.2.4 SNES-ohjaimet**

Suurin osa emuloitavista peleistä on niin vanhoja, ettei niiden pelaamiseen vaadita kovin erikoista ohjainta. Tässä RetroPie-projektissa toteutetaan ohjainkonfiguraatiot niin, että vanhoja 2D-pelejä pelataan yhdellä tai kahdella SNES-ohjaimella. Super Nintendo -tyyppisessä ohjaimessa on ristiohjain, 8 painiketta ja vanhan esikuvansa kaltainen tuntuma ja muotoilu. Ohjaimissa on alkuperäisen Nintendo-liitännän sijaan tavallinen USB-liitin, jolla ne saadaan kytkettyä RetroPiehin. Ohjain on näppäimiensä puolesta ideaalinen valinta retropelejen pelaamiseen. Samalla muotoilunsa ansiosta se tuo emulaattori- ja arcadepeleihin nostalgista syvyyttä ja tunnelmaa.

### **3.2.5 Langattomat Xbox 360 -ohjaimet**

3D-grafiikoilla varustettujen uudempien pelien pelaaminen on mukavampaa käyttäen ohjaimia, joissa on analogiset tatit ristiohjaimen sijasta. Playstation 1 - ja Nintendo 64 -pelikonsolit myös tukevat yli kahden pelaajan moninpelejä, jolloin tarvitaan enemmän ohjaimia. Moninpelejä pelatessa, kun käytetään langattomia ohjaimia, niin säästytään johtojen aiheuttamista ongelmista. Xbox 360 -ohjaimessa on 10 metrin kantama, ja se käyttää integroitua 2,4 gigahertsin langatonta tekniikkaa. Virta tulee kahdesta AA-paristosta tai ohjaimen ladattavasta akusta. Ohjain sisältää 11 digitaalista näppäintä, kaksi analogista liipaisinta, kaksi analogista tattia ja digitaalisen ristiohjaimen. Kaikki kuusi analogista painiketta ohjaimessa omaavat 256 eri herkkyyystasoa (Puolenkuunpelit 2007). Opinnäytetyössä näitä ohjaimia käytetään yhteensä neljää kappaletta, ja ne yhdistetään RetroPiehin langattoman vastaanottimen avulla, josta kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa.

### 3.2.6 Langaton vastaanotin

Langattomat Xbox 360 -ohjaimet vaativat toimiakseen vastaanottimen. Vastaanotin liitetään USB-liitännällä RetroPiehin. Vastaanottimessa on samankaltainen sync-painike taajuuksien etsimiseen kuin langattomissa ohjaimissa, jolla saadaan laitteet yhdistettyä keskenään. Laitteella voidaan liittää maksimissaan neljä langatonta ohjainta, joka tarvittava määrä projektia varten (Xbox 2015).

### 3.2.7 Muut tarvikkeet

Raspberry Pi:lle suositellaan 1.8 ampeerin micro-USB virtalähdettä. Modernien älypuhelimien laturit ovat 1.2 ampeeria, mikä ei riitä RetroPieille, varsinkaan jos kaikki kuusi ohjainta ovat kiinni porteissaan. Työssä on käytetty 2.1 ampeerin micro-USB virtalähdettä.

Internet- ja lähiverkkoyhteyksien muodostamiseen tarvitaan tavallisia RJ-45 ethernet -parikaapeleita. Näitä tarvitaan yhteensä kolme kappaletta, jotka tulevat seinästä tulevan internetin ja reitittimen välille, tietokoneen ja reitittimen välille, sekä itse Raspberry Pi:n ja reitittimen välille.

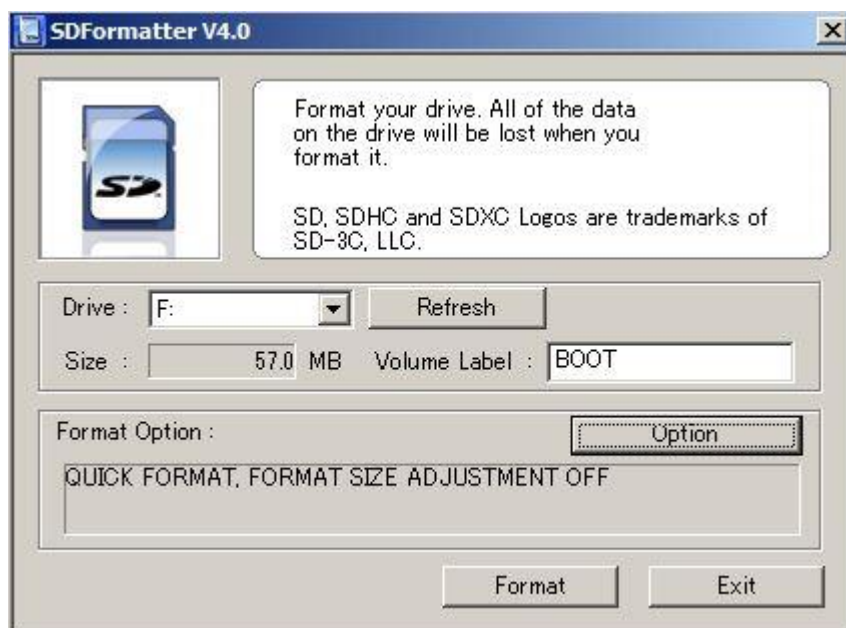
Projektissa käytetään HDMI-kaapelia (High Definition Multimedia Interface), joka tarkoitettu on kuvan ja monikanavaäänänen siirtämiseen digitaalisten näyttölaitteiden kanssa. HDMI-standardi tukee yleisimpiä resoluutioita: 480i:tä, 576i:tä, 720p:tä, 1080i:tä ja 1080p:tä. HDMI-liitäntä löytyy valmiiksi Raspberry Pi:n piirilevystä, tätä liitäntää käytetään myös esimerkiksi televisioissa, DVD-soittimissa, pelikonsoleissa, tietokoneen näytönohjaimissa ja vahvistimissa (Hdmi 2007). HDMI-kaapeli tulee tässä työssä television ja RetroPien välille.

## 4 RETROPIEN ASENNUS

Kappaleessa 4 tarkastellaan yksitellen kaikki esivalmisteluun ja asentamiseen liittyvät asiat. Oletetaan, että edellä mainitut ohjelmat on jo ladattu ja asennettu tietokoneelle valmiiksi.

### 4.1 MicroSD-muistikortin alustaminen

Alustaminen toteutetaan käyttäen SD Formatter -ohjelmaa. Ohjelma on toiminnaltaan yksinkertainen. Se tyhjentää muistikortin kaikesta sisällöstä, sekä alustaa sen valmiiksi seuraavaa käyttöä varten. Pöytätietokoneessani ei ole muistikortinlukijaa, joten tämä osuus suoritetaan kannettavalla tietokoneellani. Kannettavassa tietokoneessa on vain SD-muistikortin lukupaikka, joten täytyy käyttää korttiadapteria, että saadaan microSD-muistikortti kannettavaan kiinni.



KUVA 5. SD Formatterin käyttöliittymä

Kuvassa 5 nähdään SD Formatterin käyttöliittymä. Huomataan, että vaikka muistikortti on täysin käyttämätön, niin se näyttää tilakseen vain 57 MB. Tämä johtuu siitä, että muistikorttia ei ole vielä alustettu, joten sen koko tilaa ei ole vielä vapautettu käytettäväksi. Alustusasetuksista valittiin nopea alustus (Quick Format), sillä se suorittaa kaiken tarvittavan RetroPie-projektia varten. Alustuskoon säätö (Format Size

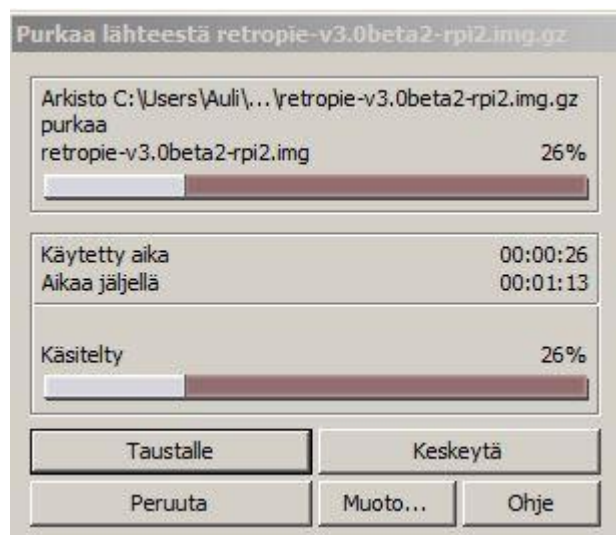


Adjustment) jätetään pois, koska halutaan muistikortti alustaa kokonaan. Alustamisen jälkeen huomataan muutos muistikortin tilamäärässä. Nyt ohjelma näyttää sen tilaksi 14,8 GB:tä. Vaikka muistikortti on 16 GB:n luokkaa, niin se ei kuitenkaan koskaan saavuta tätä kokoa. Kaikilla muistikorteilla osa tilasta varataan tiedostojaon hallintaan, sekä "ylimääräiseksi" hallintamuistiksi. Tällä tavoin saadaan pidettyä muistikortti toimivana, vaikka se täytyisikin täyteen tilaansa (Udi Tirosh 2013).

## 4.2 RetroPien kirjoittaminen muistikortille

RetroPien kirjoittamiseen käytetään Win32 Disk Imageria. Tämä ohjelma kirjoittaa RetroPie-projektin muistikortille, jonka jälkeen projekti on valmis käytettäväksi. Tässä osuudessa käytetään vielä kannettavaa tietokonetta, koska muistikortin täytyy olla liitettynä tietokoneeseen, jolla ohjelma on asennettuna.

RetroPie-levynnäköistiedosto on pakatussa muodossa, kun sen lataa petRockBlock-sivuilta. Tiedosto täytyy purkaa, ennen kuin se voidaan kirjoittaa muistikortille. Purkamiseen käytetään 7-Zip -ohjelmaa (Kuva 6).



KUVA 6. RetroPie-levynnäköistiedoston purkaminen

Win32 Disk Imager -ohjelmalla etsitään RetroPie-levynnäköistiedosto tietokoneelta, ja aloitetaan sen kirjoittaminen (Write) muistikortille (Kuva 7).



KUVA 7. RetroPie-levynnäköistiedoston kirjoittaminen muistikortille

### 4.3 Yhteyden muodostaminen

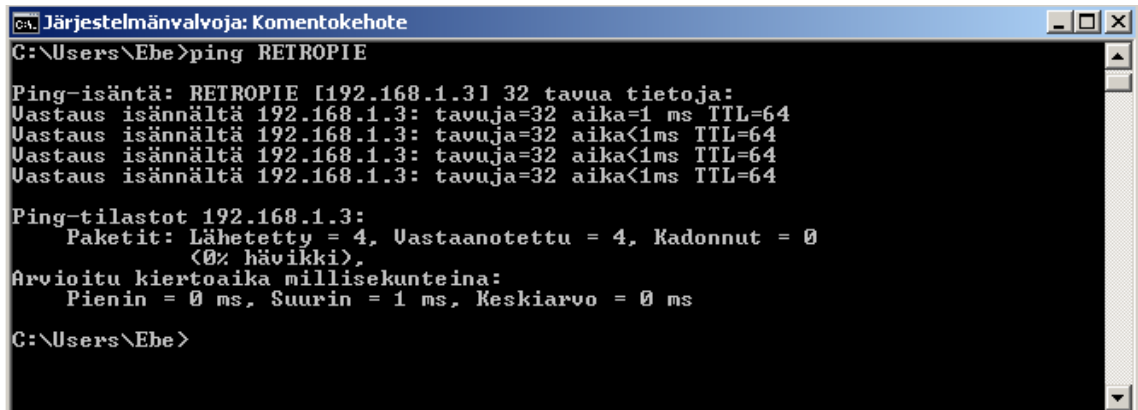
Seuraavaksi muodostetaan yhteys tietokoneen, RetroPien ja internetin välille. Seinästä tuleva internet-yhteys yhdistetään reitittimen WAN-porttiin. WAN-porttiin liitetään kaapeli, kun halutaan jakaa muista porteista internet-yhteys muihin koneisiin. Tietokone liitetään ethernet-kaapelilla reitittimen porttiin 1 ja RetroPie porttiin 2 (Kuva 8).



KUVA 8. Yhteyden muodostaminen

Selvitetään RetroPien ip-osoite lähiverkossa, jotta saadaan muodostettua yhteys PuTTY-ohjelmalla. Tämä tapahtuu helpoiten pingaamalla RetroPieta käyttäen tietokoneen komentoriviä (Kuva 9). Tiedetään, että konfiguroimaton RetroPie löytyy lähiverkosta nimellä RETROPIE (Github 2015). Tätä tietoa hyödyntäen pingataan suoraan RetroPieta komennolla:

- 1) ping RETROPIE



```
CA. Järjestelmänvalvoja: Komentokehote
C:\Users\Ebe>ping RETROPIE

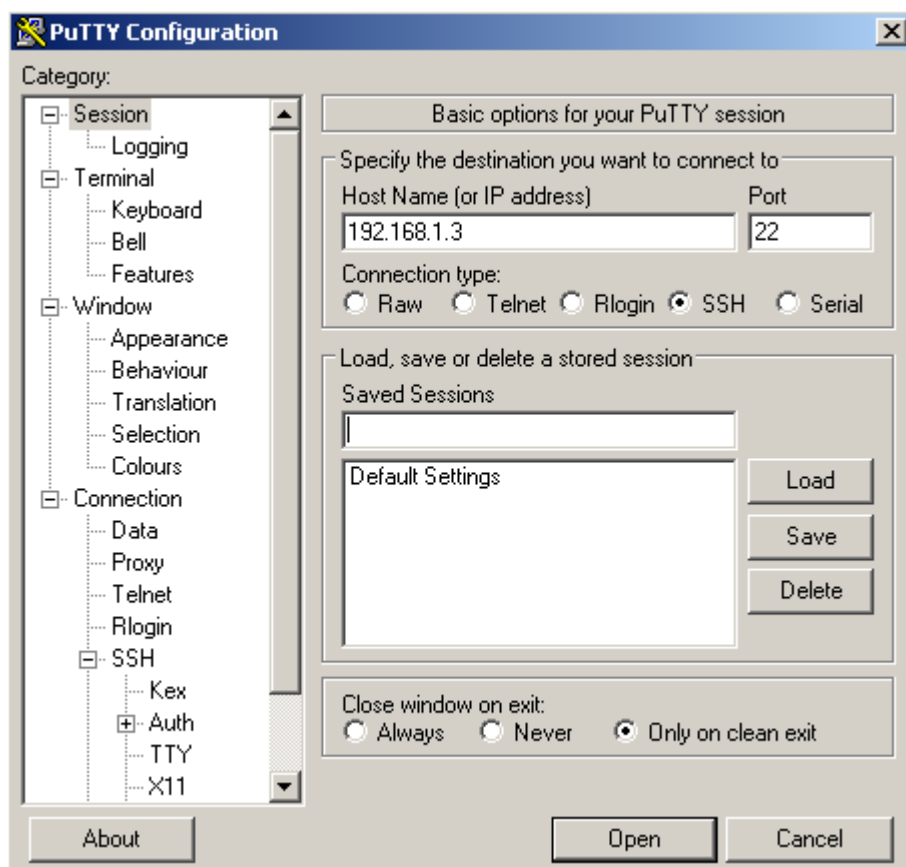
Ping-isäntä: RETROPIE [192.168.1.3] 32 tavua tietoja:
Vastaus isännältä 192.168.1.3: tavuja=32 aika=1 ms TTL=64
Vastaus isännältä 192.168.1.3: tavuja=32 aika<1ms TTL=64
Vastaus isännältä 192.168.1.3: tavuja=32 aika<1ms TTL=64
Vastaus isännältä 192.168.1.3: tavuja=32 aika<1ms TTL=64

Ping-tilastot 192.168.1.3:
    Paketit: Lähetetty = 4, Vastaanotettu = 4, Kadonnut = 0
             <0% hävikki>,
Arvioitu kiertoaika millisekunteina:
    Pienin = 0 ms, Suurin = 1 ms, Keskiarvo = 0 ms

C:\Users\Ebe>
```

KUVA 9. Pingaaminen käyttäen komentoriviä

Kuvasta 9 nähdään, että 192.168.1.3 on RetroPien ip-osoite (eri verkoissa osoite ei ole sama). Seuraavaksi avataan PuTTY-ohjelma, jotta päästään muodostamaan SSH-yhteys RetroPiehin (Kuva 10).



KUVA 10. PuTTYn asetukset yhteyden muodostamiseen

PuTTYssä kirjoitetaan Host Name -kenttään RetroPien ip-osoite. Porttinumeroksi valitaan 22 ja yhteystyyppiksi SSH. Portti 22 on SSH-yhteyksille määritetty vakioportti. Kuvassa 10 nähdään PuTTYn asetuksen yhteyden muodostamiseen.

#### 4.4 RetroPien esiasetukset

Kirjautuessa RetroPiehin laite pyytää käyttäjätunnusta ja salasanaa. Rasbian-käyttöjärjestelmässä on oletuksena asetettu käyttäjätunnus *pi* ja salasana *raspberry* (Raspberry Pi Foundation 2012). Seuraavaksi päivitetään Raspberry Pi:n komentoriviltä pakettiluettelot ja itse Rasbian-paketit (Kuva 11).

Update-komennolla ladataan pakettiluetteloiden arkistot, ja päivitetään ne hankkimaan jatkossa uusimpia Rasbian-paketteja.

- 2) `sudo apt-get update`

Upgrade-komennolla haetaan jo valmiiksi olevista paketeista uusimmat versiot ja päivitetään ne.

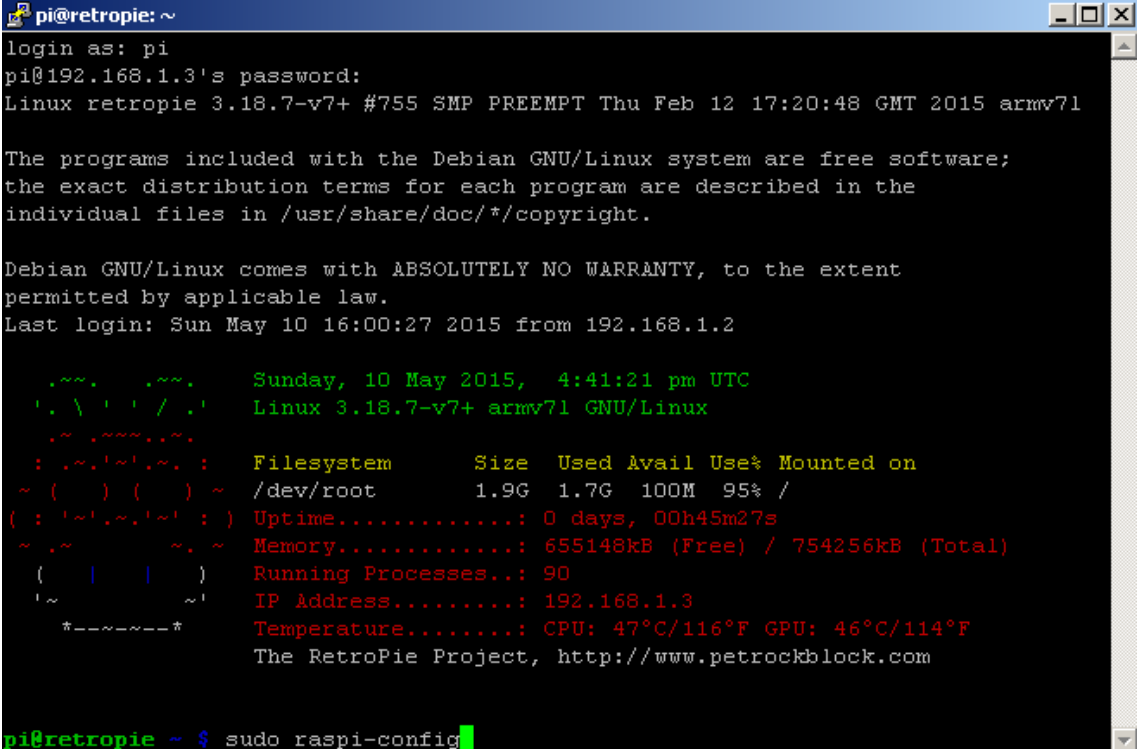
3) `sudo apt-get upgrade`

Autoremove on kätevä työkalu. Sitä käytetään poistamaan paketteja, jotka asentuvat automaattisesti muiden pakettien mukana, ja joita ei enää tarvita asentamisen jälkeen.

4) `sudo apt-get autoremove`

Seuraavaksi avataan Raspberry Pi:n konfigurointityökalu, jotta päästään käsiksi mikrotietokoneen asetuksiin. Seuraavalla komennolla päästään kyseiseen työkaluun:

5) `sudo raspi-config`



```

pi@retropie: ~
login as: pi
pi@192.168.1.3's password:
Linux retropie 3.18.7-v7+ #755 SMP PREEMPT Thu Feb 12 17:20:48 GMT 2015 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sun May 10 16:00:27 2015 from 192.168.1.2

      .~.~.  .~.~.  Sunday, 10 May 2015,  4:41:21 pm UTC
    !. \ ! ! / .!  Linux 3.18.7-v7+ armv7l GNU/Linux
      ~.~.~.~.~.~.
    : .~. !~. !~. :  Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
 ~ ( ~ ) ( ~ ) ~  /dev/root      1.9G  1.7G  100M  95% /
 ( : !~. !~. !~. : ) Uptime.....: 0 days, 00h45m27s
 ~ .~          ~. ~ Memory.....: 655148kB (Free) / 754256kB (Total)
 ( | | | )       Running Processes..: 90
 !~          ~!  IP Address.....: 192.168.1.3
 *~--~--*       Temperature.....: CPU: 47°C/116°F GPU: 46°C/114°F
                    The RetroPie Project, http://www.petrockblock.com

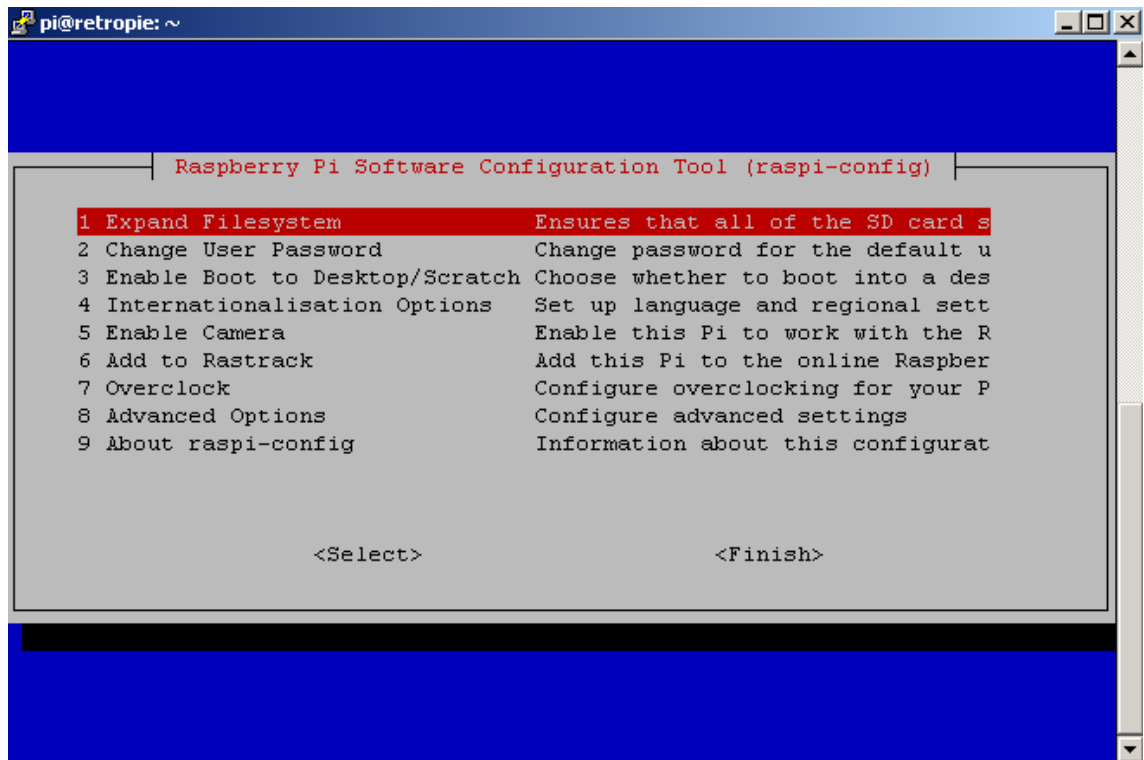
pi@retropie ~ $ sudo raspi-config

```

KUVA 11. Raspbian-komentorivi

#### 4.4.1 Tiedostojärjestelmän laajentaminen

Raspberry Pi Software Configuration -työkalulla on graafinen käyttöliittymä (Kuva 12), jossa aloitetaan tiedostojärjestelmän laajentamisesta. Uudesta näkymästä valitaan ensimmäinen valinta eli expand filesystem. Tiedostojärjestelmän laajennus takaa sen, että kaikki mahdollinen SD-muistikortin tila on käytössä Raspberry Pi:lle asennetulle käyttöjärjestelmälle (Alex Bradbury 2015).



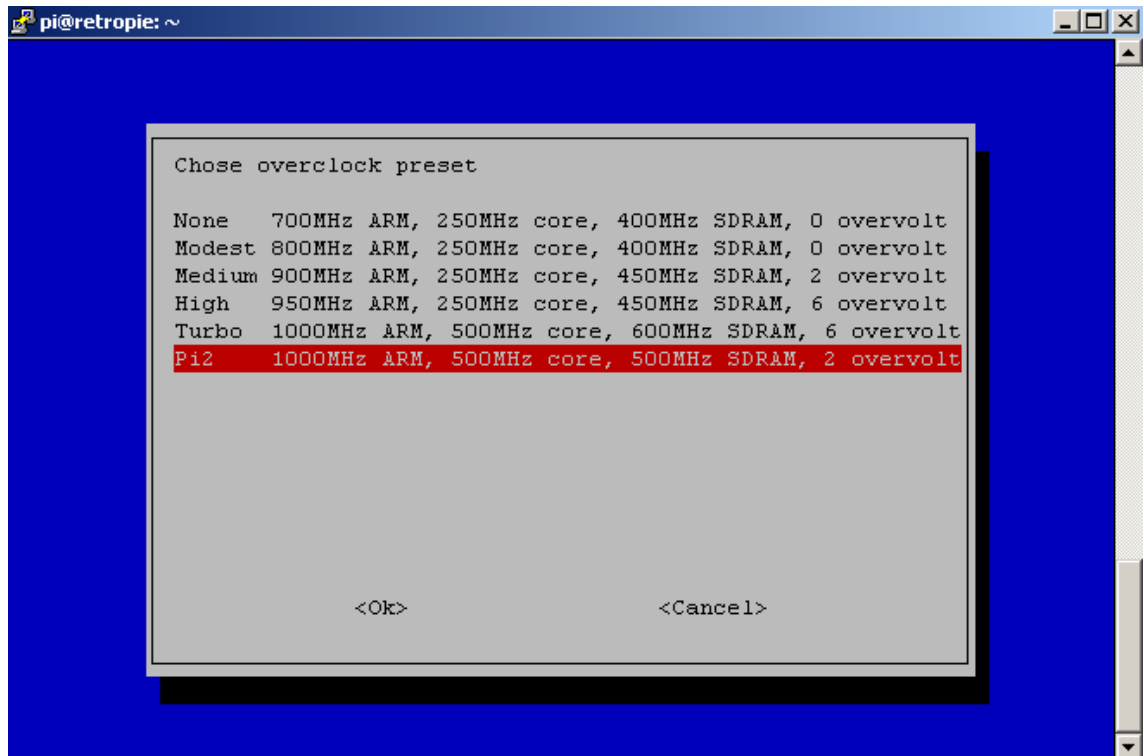
KUVA 12. Rasbian-ohjelmiston hallintatyökalu

Laajentaminen tulee käytäntöön vasta laitteen uudelleenkäynnistämisen yhteydessä, joten voidaan jatkaa seuraavaan vaiheeseen käynnistämättä laitetta uudelleen.

#### 4.4.2 Ylikellottaminen

Ylikellotus ei ole pakollista, mutta erittäin suositeltavaa, jos halutaan emuloida raskaammilla grafiikoilla varustettuja pelejä. "Ylikellottaminen tarkoittaa tietokoneen komponentin tai komponenttien käyttämistä suuremmalla kellotaajuudella, kuin sen valmistaja on tarkoittanut. Tämä parantaa suorituskykyä, mutta saattaa heikentää tietokoneen vakautta, nostaa kellotettujen komponenttien lämpötilaa ja virrankulutusta, sekä yleensä lopettaa takuun." (Wikipedia 2014). Kellottaminen onnistuu Raspberry

Pi:llä ohjelmiston hallintatyökalun kautta käyttäen valmiita ylikellotusasetuksia (Kuva 13). Ylikellottaminen löytyy työkalun valinnasta 7. Ylikellotuksen esiasetuksista valitaan *Pi2*, joka on kevytmuotoinen ylikellotus tarkoitettu nimenomaan Raspberry Pi 2:lle. Asetus nostaa prosessorin kellotaajuutta 300 MHz:llä, ytimen kellotaajuutta 250 MHz:llä ja muistikortin RAM-muistin kellotaajuutta 100 MHz:llä, sekä lisää jännitettä kahdella voltilla normaaliin asetuksiin nähden.



KUVA 13. Raspberry Pi 2:sen ylikellottaminen

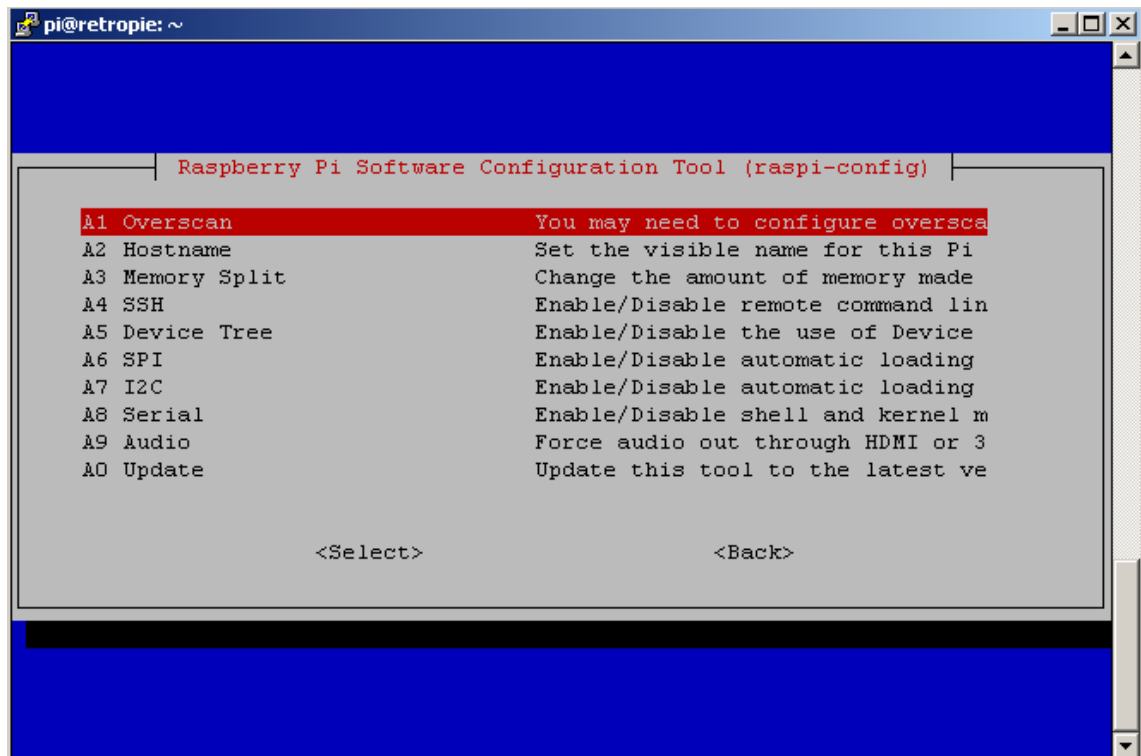
Ylikellotus tulee käytäntöön vasta laitteen uudelleenkäynnistämisen yhteydessä, joten voidaan jatkaa seuraavaan vaiheeseen uudelleenkäynnistämättä.

#### 4.4.3 Kuva- ja ääniasetukset

RetroPie ei välttämättä toimi täysin ideaalisesti kuvan ja äänen osalta. Seuraavtkaan asetukset eivät takaa täydellistä toimivuutta kaikkien näyttöjen ja kaiuttimien kanssa, mutta ne korjaavat yleisimmät ongelmat näiden suhteen. Valitaan konfigurointi työkalu näkymästä valinta 8 eli lisäasetukset.

Avautuvasta valikosta valitaan ensimmäinen vaihtoehto nimeltä Overscan (Kuva 14), ja asetetaan se pois päältä eli disabled. Overscania käytettiin vanhemman mallisilla

televisioilla, koska niillä oli tuotetun kuvan koossa merkittäviä vaihteluita. Tästä syystä asetettiin kuvan reunoille musta reunus, jotta osa kuvasta ei kadonnut kuvakoon muuttuessa. Modernit televisiot ja monitorit eivät kuitenkaan tarvitse tätä mustaa reunusta, koska ne skaalaavat kuvaa automaattisesti. Jotkin mallit eivät edes salli Overscan-asetusta. Uusilla näytöillä ja televisioilla saattaa esiintyä mustia laatikoita ympäri näyttöä, jos Overscan on sallittu. Tämä aiheutuu siitä syystä, että musta reunus yrittää tasoittaa näytöllä väkisin (Alex Bradbury 2015).



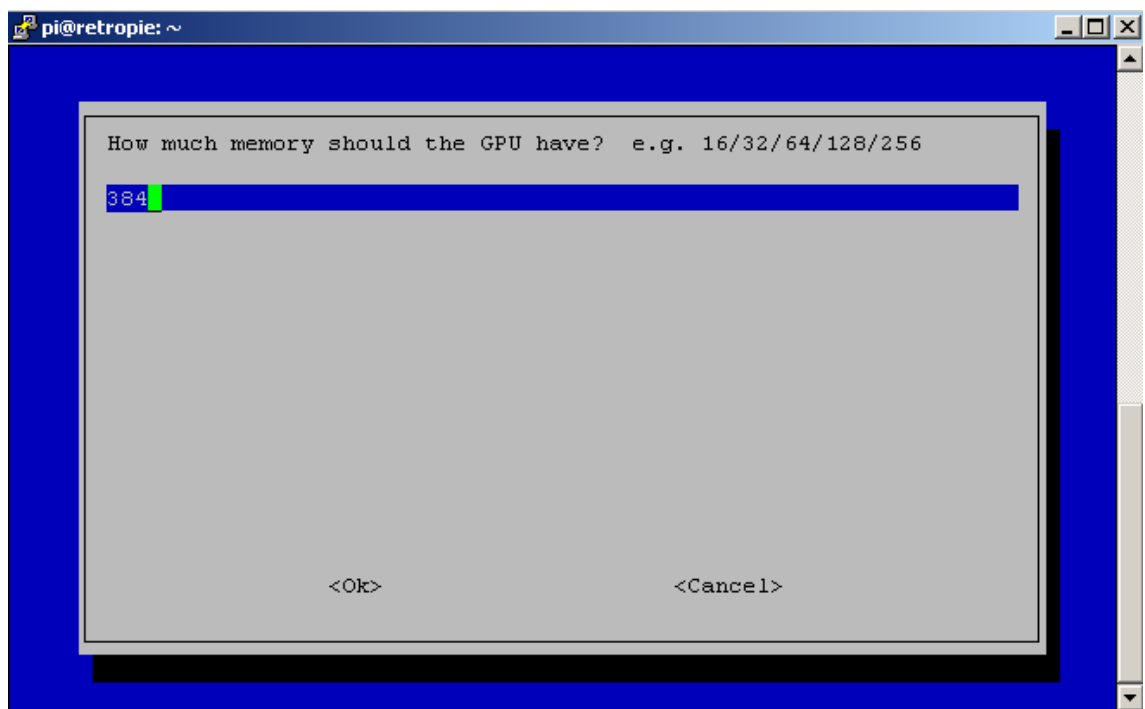
KUVA 14. Raspberry Pi Software Configuration -työkalun lisäasetukset

Overscanin lisäksi äänentoistossa esiintyvät häiriöt voivat aiheuttaa ongelmia. Ääni saattaa ”rätistää”, varsinkin korkeiden äänien kohdalla. Tämä johtuu todennäköisimmin siitä, että Raspberry Pi:ssä on kaksi äänen ulostuloasetusta: HDMI ja 3.5 mm kuulokeliitännä. Jos on valittuna väärä ulostulo, niin ääni voi vääristyä tai jäädä pois kokonaan. Opinnäytetyössä käytetään HDMI-asetusta, sillä RetroPie on liitettyä TV:seen HDMI:n kautta. Tällöin ääni kulkee tätä samaa reittiä käyttäen TV:n kaiuttimia. Valitaan lisäasetuksista valinta 9 eli Audio, ja tämän jälkeen avautuvasta valikosta asetusta ”Force HDMI”.



#### 4.4.4 Muistin jako

Kuvassa 14 nähdään lisäasetuksissa valinta 3 Memory Split eli muistin jako. Muistin jaolla voidaan määrittää kuinka paljon RAM-muistia on GPU:lla (Graphics Processor Unit) käytössään, ja kuinka paljon jätetään itse käynnissä oleville ohjelmille. Mitä enemmän RAMia on varattu GPU:lle, niin sitä intensiivisempää grafiikkaprosessointia voidaan pyörittää. Toisaalta mitä enemmän RAMia jätetään ohjelmille, niin sitä sulavammin ne toimivat. Ei ole olemassa "oikeata" vastausta muistin jaolle, mutta etenkin 3D-pelit vaativat asettamaan GPU-muistin korkeaksi. Työssä muistin jako asetetaan arvoon 384 (Kuva 15), koska sillä saadaan graafisesti vaativimmatkin pelit pyörimään, niin että laite kuitenkin toimii sujuvasti.



KUVA 15. Muistin jaon asettaminen

## 5 KÄYTTÖLIITTYMÄN MUOKKAUS

Kappaleessa 5 poistetaan RetroPiesta ylimääräisiä ja ladataan tarvittavia emulaattoreita. Siirretään ROM-tiedostot RetroPielle, ja lisätään peleille dokumentointi valikossa selaamisen helpottamiseksi. Lopuksi asennetaan Kodi-mediasoitin RetroPien sisälle ja luodaan sille oma valinta päävalikkoon.

### 5.1 Ylimääräisten emulaattoreiden poistaminen

RetroPie sisältää valmiiksi valtavan määrän eri konsolien emulaattoreita. Opinnäytetyössä kuitenkin rajataan emulaattorialuetta, sillä sopivien ohjainkonfiguraatioiden asettaminen kaikille emulaattoreille olisi pitkä prosessi. Poistetaan ylimääräiset emulaattorit ja niiden konfiguraatiotiedostot RetroPielta. Tällä tavoin säästetään tilaa muistikortilta. Lisäksi tämä vähentää tiedostojen määrää, mitä Raspberry Pi:n täytyy ladata käynnistyksessä ja suorittaessaan muita toimintoja.

Otetaan RetroPiehin yhteys PuTTYä käyttäen, jotta päästään komentoriville. Alkuun poistetaan ylimääräisten emulaattoreiden konfiguraatiotiedostot. Ne sijaitsevat seuraavassa hakemistossa:

6) `/opt/retropie/configs`

Poistetaan seuraavalla komennolla emulaattoreiden konfiguraatiotiedostot:

```
7) sudo rm -R
/opt/retropie/configs/{atari2600,atarilynx,c64,doom,fba,mame,mastersystem,mastersystem-genesis,msx,pcengine,quake,vectrex}
```

Tämän jälkeen poistetaan itse emulaattorit, jotka löytyvät hakemistosta:

8) `/opt/retropie/emulators`

Poistetaan seuraavalla komennolla ylimääräiset emulaattorit:

- ```
9)      sudo rm -R
        /opt/retroPie/emulators/{advname,atari800,basilisk,cpc,dgen,dosbox,fbzx,
        gngeopi,hataari,jzintv,linapple,mame4all,mupen64plus,osmose,pifba,pisnes
        ,scummvm,snes9x,uae4all,vice}
```

## 5.2 Gameboy Advance BIOS -tiedosto

Jokainen emulaattori vaatii toimiakseen BIOS-tiedoston, joka täytyy olla sijoitettuna oikeaan kansioon, jotta emulaattori toimisi virheettää. BIOS (Basic Input-Output System) on ohjelma, joka lataa käyttöjärjestelmän keskusmuistiin ja käynnistää sen, kun kyseistä järjestelmää tarvitaan. RetroPien tapauksessa jokainen emulaattori on ikään kuin erilainen käyttöjärjestelmä, joka vaatii sille oikean BIOS-tiedoston toimiakseen.

RetroPie sisältää valmiiksi suurimman osan tarvittavista BIOS-tiedostoista, jotta emulaattorit toimisivat virheettää. Joissain tapauksissa on kuitenkin jätetty BIOS-tiedosto pois, koska ei ole löydetty tarpeeksi stabiilia versiota, että sen voisi sisällyttää RetroPie-projektiin valmiiksi. Opinnäytetyössä käytettävistä emulaattoreista Gameboy Advencelta puuttuu BIOS-tiedosto, joten se täytyy erikseen ladata.

Olen testannut muutamia erilaisia Gameboy Advancen BIOS-tiedostoja ja valinnut niistä toimivimman. Tiedosto ladataan RetroPiele dropboxiani käyttäen. Se täytyy sijoittaa seuraavaan hakemistoon:

- ```
10)     /opt/retroPie/emulators/gpsp
```

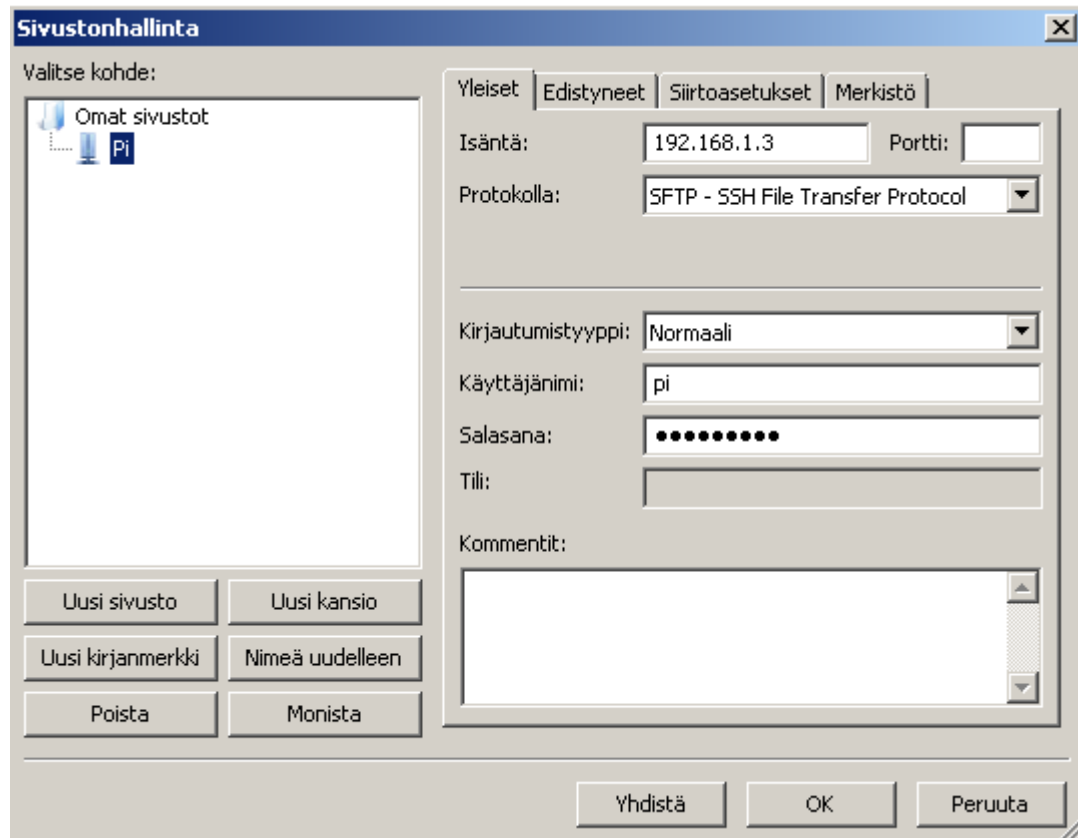
Tämä on Gameboy Advance -emulaattorin kansio. Tiedosto ladataan dropboxista käyttäen wget-komentoa. Wget on ohjelma, joka ajetaan Rasbian-komentoriviltä ja sillä voidaan hakea tiedostoja palvelimilta. Hakemiseen se käyttää HTTP-, HTTPS- ja FTP-protokollia (Wikipedia 2015c). BIOS-tiedosto ladataan dropboxiltani seuraavalla komennolla:

```
11) sudo wget -P /opt/retropie/emulators/gpsp
https://www.dropbox.com/s/72zehagfvlddo1b/gba_bios.bin
```

Vaihtoehtoisesti ei tarvitse käyttää juuri tätä BIOSia. RetroPie kuitenkin vaatii BIOSien tiedostopäätteeksi *.bin* ja tiedostonimen oikeaksi, esimerkiksi GBA-emulaattorin BIOSin täytyy olla nimeltään *gba\_bios*.

### 5.3 ROMien lataaminen

Oletetaan, että ROMit löytyvät tietokoneelta valmiiksi. Ensiksi avataan FileZilla-ohjelma ja sieltä sivustonhallintapaneeli. Isäntä kenttään syötetään RetroPien ip-osoite (selvitettiin jo aiemmin), ja protokollaksi valitaan SSH-tiedostonsiirto. Alemmasta kentästä kirjautumistyyppiä valitaan normaali, ja käyttäjänimeksi sekä salasananaksi syötetään Raspberry Pi:n oletukset (Kuva 16).

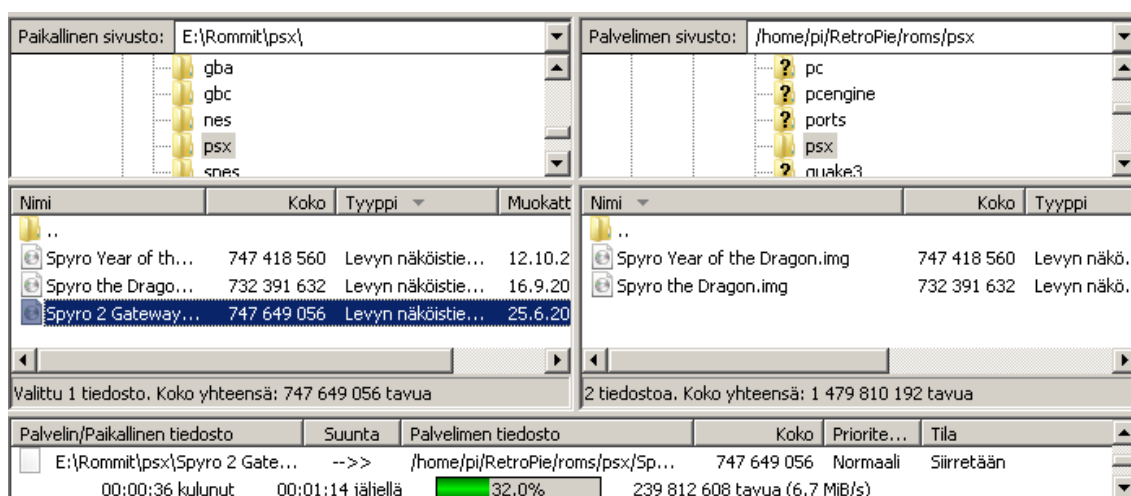


KUVA 16. FileZillan sivustonhallintapaneeli

Nyt on muodostettu SSH-yhteys RetroPiehin Filezillan avulla. Tämän jälkeen voidaan helposti siirtää ROMit RetroPiehin (Kuva 17). Seuraavaksi avataan vasemmalle paikalliselle puolelle tietokoneen kansio, johon ROMit on sijoitettu. Oikealle palvelimen puolelle (RetroPien sisältö) avataan seuraava osoite:

12) /home/pi/RetroPie/roms

Tästä hakemistosta löytyy kaikkien konsolien ROM-kansiot, joista emulaattorit hakevat itselleen ROM-tiedostot. Kansioiden nimet ovat lyhenteitä, esimerkiksi *psx* tarkoittaa Playstation 1 -pelikonsolia ja *gbc* Game Boy Color -käsikonsolia.



KUVA 17. ROMien siirtäminen RetroPiehin

## 5.4 Pelien dokumentointi

Pelejä on helpompi selata RetroPieissa, jos ne on dokumentoitu oikein ja asiallisesti. Normaalisti RetroPie näyttää vain nimelistana jokaiselle pelialustalle löytyvät ROM-pelit. Jos kuitenkin käytetään ES-scaperiä, niin saadaan haettua peleille muutakin informaatiota valikkoon kuin pelin nimi.

ES-scrapet on Python-koodikielellä kirjoitettu skripti, joka käyttää dataa eri internet-lähetistä (thegamessdb.net ja archive.vg) ja kerää ne XLM-tiedostoksi, jota EmulationStation (front-end) voi lukea (ES-Scrapet 2015). ES-scrapet etsii dokumentaatiot lähteistä pelien nimen perusteella, ja hakee niille mm. pelikannen kuvan, arvosanan, julkaisupäivämäärän ja lyhyen kuvauksen. Skripti toimii niin, että se

tarkastelee ROM-tiedostojen lähdehakemistot ja etsii niille mahdollisia laajennuksia. Kun se löytää netistä sopivan otsikon, joka vastaa jonkin ROM-tiedoston kanssa, niin se poistaa otsikosta muut turhat merkit ja kirjaimet ja lataa kyseiselle pelille dokumentaatiot (Kuva 18). ES-scraper kokoaa löytämistään tiedoista gamelist.xml -tiedostoa, johon on tallennettu kaikki data pelien dokumentoinnista.

Otetaan ensin yhteys PuTTYä käytten RetroPiehin, jotta päästään komentoriville. ES-scaperin käyttöä varten asennetaan itsenäinen skripti, joka muuttaa pelien kansikuva koot sopiviksi. Skripti haetaan seuraavalla komennolla:

```
13) sudo apt-get install python-imaging
```

Tämän jälkeen ladataan itse scraper-tiedosto, joka suorittaa ROM-tiedostojen ja internetin välisten tietokantojen vertailun. Seuraavalla komennolla ladataan scraper-tiedosto:

```
14) go get github.com/sselph/scraper
```

Seuraavaksi puretaan kyseinen tiedosto käytettäväksi:

```
15) go build github.com/sselph/scraper
```

Tämän jälkeen navigoidaan komentoriviä käyttäen oikea kansio RetroPie:ssä. Esimerkiksi jos halutaan etsiä dokumentaatiot Super Nintendo Entertainment System -peleille, niin navigoidaan seuraavaan kansioon:

```
16) /home/pi/RetroPie/roms/snes
```

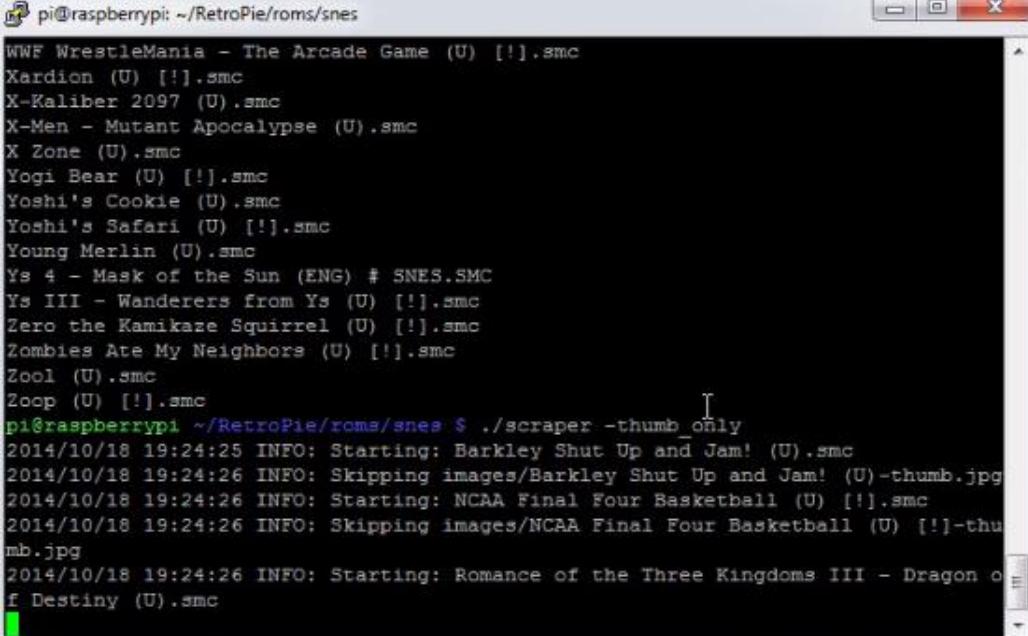
Komentoriviä käyttäen kyseiseen kansioon päästään komennolla:

```
17) cd RetroPie/roms/snes
```

Kun kansioon on navigoitu, niin voidaan aloittaa scraperin toiminta. Scraperin ajamisessa suositellaan käyttämään thumb only -lisäkomentoa. Tämä muuttaa pelin kansikuvadatan hakemista niin, että kannesta tallennetaan vain pienikokoinen kuva täysikokoisen sijaan. Thumb only -lisäkomennon käyttäminen vähentää latausaikoja pelivalikoita selatessa.

Seuraavalla komennolla haetaan sen hetkisen hakemiston sisältämien ROMien dokumentaatiot:

18) `scraper -thumb_only`



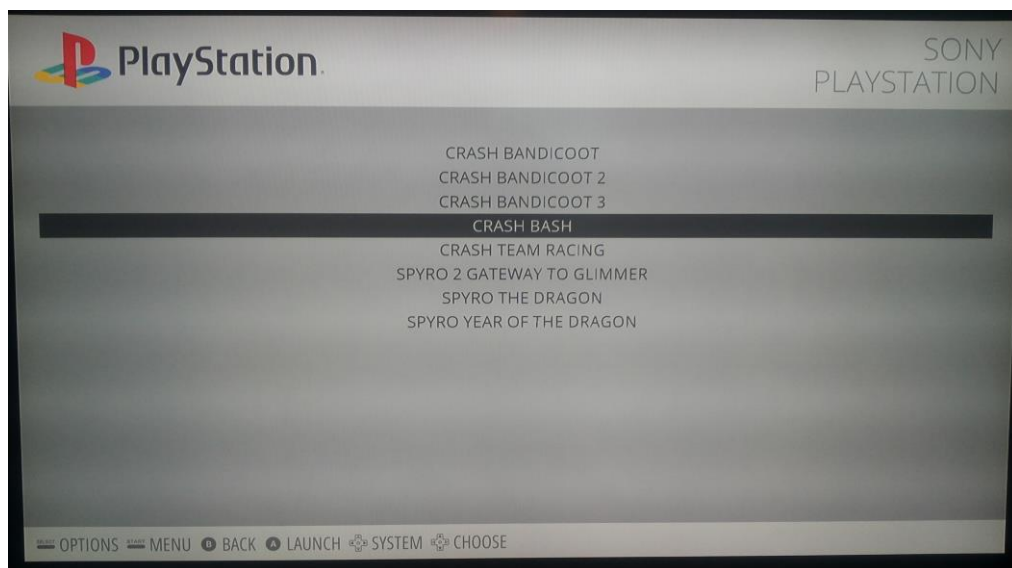
```

pi@raspberrypi: ~/RetroPie/roms/snes
NWF WrestleMania - The Arcade Game (U) [!].smc
Xardion (U) [!].smc
X-Kaliber 2097 (U).smc
X-Men - Mutant Apocalypse (U).smc
X Zone (U).smc
Yogi Bear (U) [!].smc
Yoshi's Cookie (U).smc
Yoshi's Safari (U) [!].smc
Young Merlin (U).smc
Ys 4 - Mask of the Sun (ENG) # SNES.SMC
Ys III - Wanderers from Ys (U) [!].smc
Zero the Kamikaze Squirrel (U) [!].smc
Zombies Ate My Neighbors (U) [!].smc
Zool (U).smc
Zoop (U) [!].smc
pi@raspberrypi ~/RetroPie/roms/snes $ ./scraper -thumb_only
2014/10/18 19:24:25 INFO: Starting: Barkley Shut Up and Jam! (U).smc
2014/10/18 19:24:26 INFO: Skipping images/Barkley Shut Up and Jam! (U)-thumb.jpg
2014/10/18 19:24:26 INFO: Starting: NCAA Final Four Basketball (U) [!].smc
2014/10/18 19:24:26 INFO: Skipping images/NCAA Final Four Basketball (U) [!]-thumb.jpg
2014/10/18 19:24:26 INFO: Starting: Romance of the Three Kingdoms III - Dragon o
f Destiny (U).smc

```

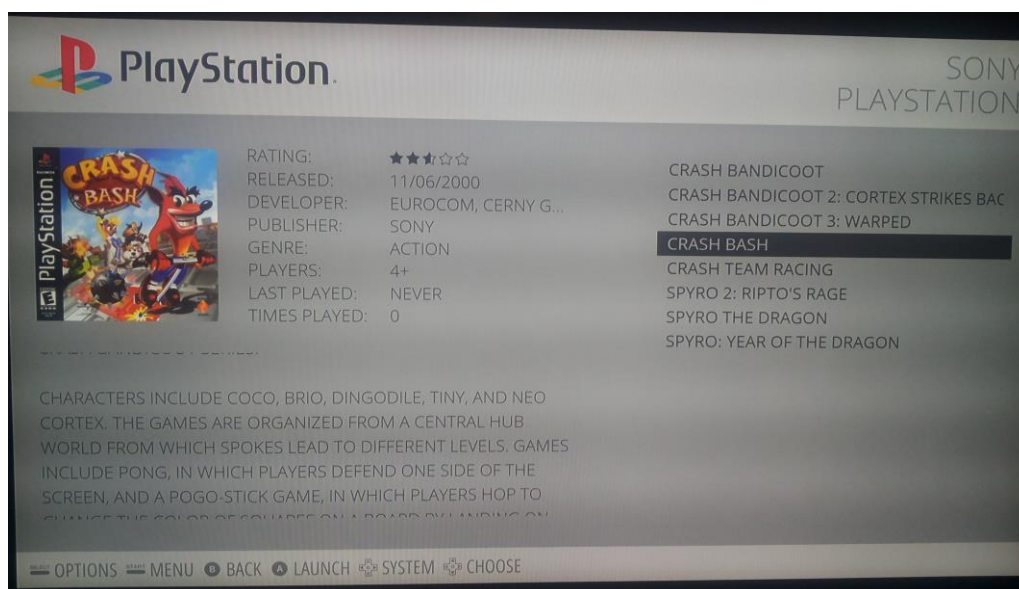
KUVA 18. ES-scaper hakee peleille dokumentaatiota.

Kuvassa 19 nähdään Playstation 1 -emulaattorin pelivalikoima ilman ES-scaperin ajamista. Peleistä ei näy muuta tietoa kuin nimi, joka saattaa olla väärä (Spyro 2), tai nimessä voi esiintyä kummallisia merkkejä.



KUVA 19. Emulaattorin pelivalikko ilman ES-scaperin ajamista

Kuvassa 20 huomataan positiivinen muutos pelivalikossa, kun ES-scaper on ajettu. Dokumentaatiosta nähdään kyseisen pelin kansikuva, keskimääräinen käyttäjien antama arvosana, julkaisupäivä, tuottaja, julkaisija, tyyllilaji, pelaajien määrä, viimeksi pelattu, pelikertojen määrä ja pelin kuvaus. Lisäksi pelien nimet on korjattu oikein (Spyro 2). Dokumentoitua valikkoa on huomattavasti mukavampi selata, ja siitä voidaan helposti tarkistaa esimerkiksi moninpelimahdollisuus.



KUVA 20. Emulaattorin pelivalikko ES-scaperin ajamisen jälkeen

## 5.5 Kodi-mediasoitimen asentaminen

Tässä kappaleessa asennetaan Kodi-mediasoitin RetroPien sisälle, niin että luodaan sille muokattu käynnistysruutu päävalikkoon. Alkuun navigoidaan RetroPien Setup -skriptiin, josta Kodi voidaan asentaa. RetroPien Setup -skripti löytyy hakemistosta:

```
19) /home/pi/RetroPie-Setup
```

Sinne navigoidaan PuTTYä käyttäen seuraavasti:

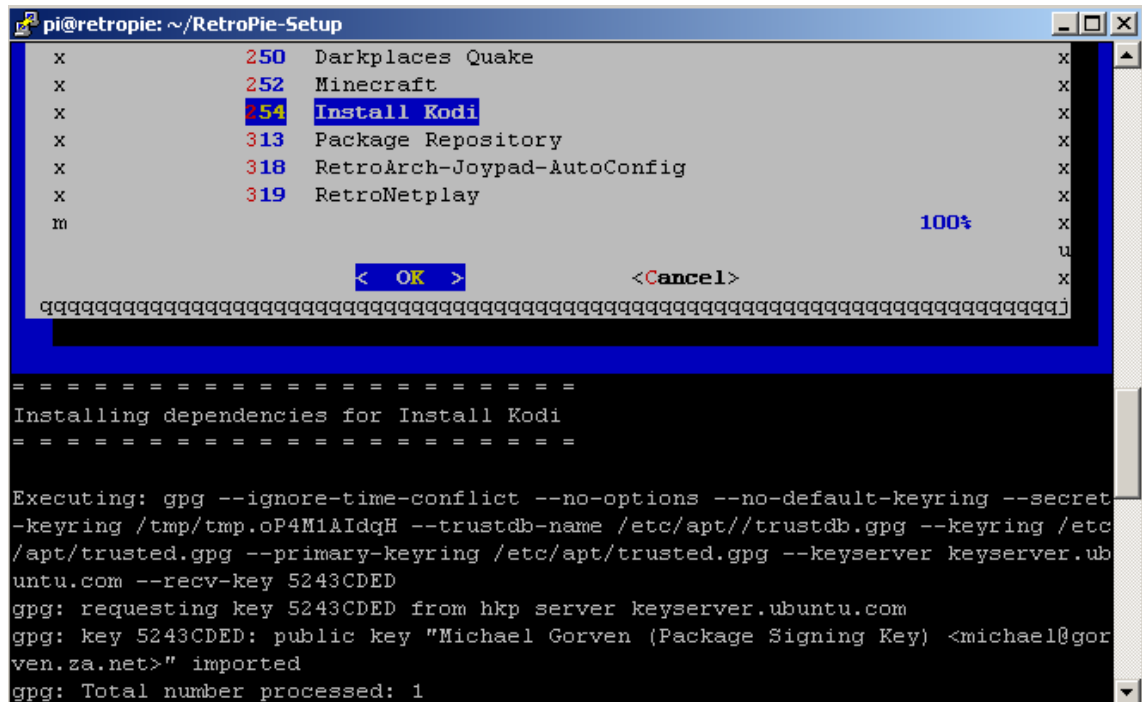
```
20) cd /home/pi/RetroPie-Setup
```



Tästä kansioista löytyy `retropie_setup.sh` -tiedosto, joka ajetaan käskyllä:

21) `sudo ./retropie_setup.sh`

Graafisesta valikosta valitaan valinta 4 eli `Experimental packages`. Sen sisältä löytyy valinta 254, jolla Kodin asentaminen käynnistyy. Kodi asennetaan Rasbian-kirjaston paketteja käyttäen (Kuva 21).



KUVA 21. Kodin asentaminen Rasbian-paketeilla.

Kodin asentamisen jälkeen luodaan sille RetroPien päävalikkoon käynnistysruutunsa, jotta ohjelma voidaan käynnistää helposti. EmulationStationin teemat löytyvät seuraavasta hakemistosta:

22) `/etc/emulationstation/themes/simple`

Kyseiseen hakemistoon luodaan uusi teemakansio Kodian varten:

23) `sudo mkdir /etc/emulationstation/themes/simple/kodi`

Seuraavaksi haetaan internetistä Kodin tekijöiden luoma tiedosto, joka sisältää kuvat päävalikkoa varten, teema- ja käynnistystiedostot, sekä ohjainkonfiguraatioita. Tiedosto sijaitsee osoitteessa:

- 24) `https://mega.co.nz/#!sZNGxRiZ!FVxrNU2RoFZmipecYbgrj0hQmEijnGsQX_1YhdAqrWs`

Puretaan ladattu kodi-pi.zip -niminen tiedosto 7-Zip -ohjelmaa käyttäen. Haetaan sen sisältä art-kansio ja theme-tiedosto, jotka siirretään RetroPiehin FileZillaa käyttäen. Siirrettävä hakemisto on sama, joka luotiin aikeisemmassa kohdassa:

- 25) `/etc/emulationstation/themes/simple/kodi`

Tämän jälkeen palataan takaisin PuTTYyn. Seuraavaksi avataan emulationstation-kansiosta järjestelmälistauksen konfigurointitiedosto. Tiedosto aukeaa komennolla:

- 26) `sudo nano /etc/emulationstation/es_systems.cfg`

Tämä tiedosto hallinnoi kaikki päävalikon sisältämät emulaattorit, niiden hakemistot ja tiedostopäätteet. Kuvassa 22 on kahden eri emulaatiojärjestelmän listaukset kyseisessä tiedostossa.

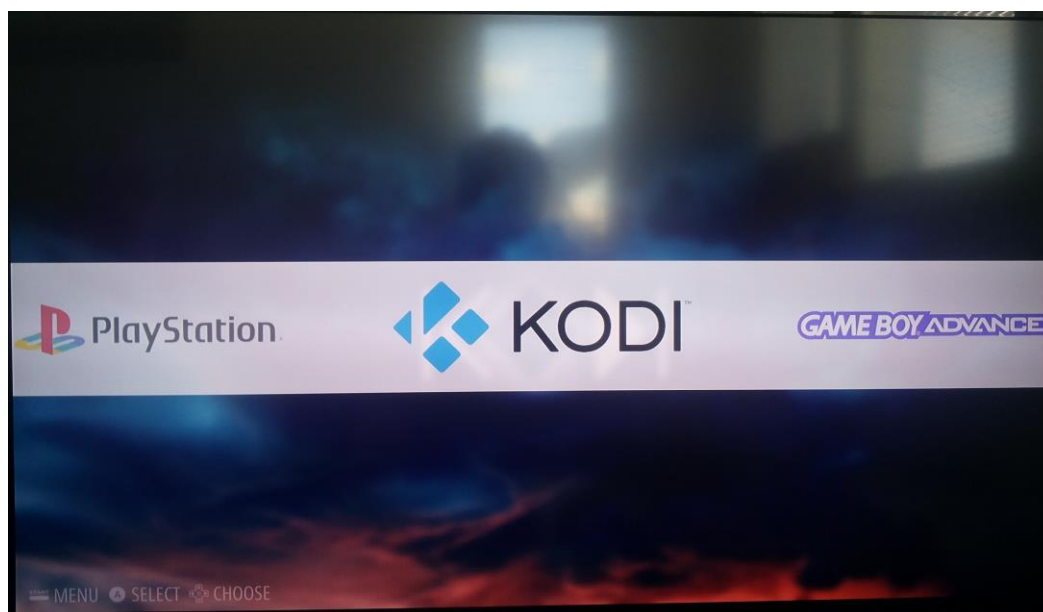
```
<system>
  <fullname>MAME</fullname>
  <name>mame-advname</name>
  <path>~/RetroPie/roms/mame-advname</path>
  <extension>.zip .ZIP</extension>
  <command>/opt/retropie/supplementary/runcommand/runcommand.sh 0 "/opt/retro$
  <platform>arcade</platform>
  <theme>mame</theme>
</system>
<system>
  <fullname>Atari 800</fullname>
  <name>atari800</name>
  <path>~/RetroPie/roms/atari800</path>
  <extension>.xex .XEX</extension>
  <command>/opt/retropie/supplementary/runcommand/runcommand.sh 0 "/opt/retro$
  <platform>atari800</platform>
  <theme>atari800</theme>
</system>
```

KUVA 22. Järjestelmälistaus päävalikkoa varten

Kodia varten lisätään tiedostoon seuraavanlainen järjestelmä ja sille parametrit, jotta Kodi saadaan lisättyä päävalikkoon:

```
27) <system>
    <fullname>Kodi</fullname>
    <name>kodi</name>
    <path>~/RetroPie/roms/kodi</path>
    <extension>.sh .SH</extension>
    <command>%ROM%</command>
    <platform>kodi</platform>
    <theme>kodi</theme>
</system>
```

Nyt Kodille löytyy oma käynnistysruutunsa RetroPien päävalikosta. Sillä on oma graafinen logo ja tausta muiden pelikonsoliemulaattoreiden tavoin (Kuva 23).



KUVA 23. Kodin käynnistysruutu RetroPien päävalikossa

## 6 OHJAINTEEN KONFIGUROINTI

RetroPien päävalikossa toimivat melkein kaikki mahdolliset USB-ohjaimet suoraan kytkemisen jälkeen ilman erillistä konfigurointia. Sen sijaan emulaattoreiden kanssa täytyy asetuksia muuttaa, ja keksiä sopivat ohjainratkaisut eri konsolialustoille. Konsolien välinen ohjainongelma on se, että niiden ohjaimissa on eri määrä painikkeita, jonka vuoksi toisessa ohjaimessa esimerkiksi painikkeen "A" sisääntulo voi olla eri paikassa kuin toisessa. Lisäksi ohjaimien ominaisuudet voivat olla erilaiset (ristinäppäimet verrattuna analogisiin tatteihin).

Ohjaimet konfiguroidaan käytetyille emulaattoreille siten, että 1 - 2 SNES-ohjainta käytetään Gameboy, Gameboy Color, Gameboy Advance, Nintendo ja Super Nintendon pelaamiseen. Näiden pelikonsolien alkuperäiset ohjaimet sisältävät vähemmän näppäimiä ja toimivat hyvin ristiohjauksella, sekä niiden maksimi pelaajamäärä on kaksi. Nintendo 64 - ja Playstation 1 -emulaattoreita pelataan 1 - 4 Xboxin ohjaimella. Näiden konsolien alkuperäiset ohjaimet tukevat analogisia tatteja, ja suurin osa niiden peleistä on 3D-graafisia, joissa ristiohjaimella liikkuminen on hankalaa. Lisäksi ne tukevat yli kahden pelaajan moninpelejä, jonka vuoksi tarvitaan enemmän ohjaimia.

RetroPien ohjainkonfiguraatiot sijaitsevat hakemistossa:

28)        /opt/retroPie/configs

Kyseisessä hakemistossa on jokaiselle emulaattorille oma kansionsa, jossa sijaitsee niiden retroarch.cfg -nimiset ohjainkonfiguraatiotiedostot. Hakemistossa on myös yhteinen kansio "All". Yhteinen kansio toimii siten, että jos jollekin emulaattorille ei ole erikseen määritelty konfiguraatioasetuksia, niin se käyttää All-kansion asetuksia oletuksinaan.

## 6.1 SNES-ohjainten konfiguraatiot

SNES-ohjaimet ovat yksinkertaisia USB-ohjaimia. RetroPiestä löytyy valmiiksi ajuri 12 painikkeen USB-ohjaimelle, joten konfigurointi voidaan aloittaa ilman ajureiden lataamista.

Ensimmäiseksi katkaistaan virrat Raspberry Pi:stä ja kytketään siihen toinen SNES-ohjaimista. Sen jälkeen voidaan käynnistää laite uudelleen ja ottaa yhteys PuTTYllä. Navigoidaan komentorivillä seuraavaan hakemistoon:

```
29) /opt/retroPie/emulators/retroarch/
```

Käyttäen komentoa:

```
30) cd opt/retroPie/emulators/retroarch/
```

Kansiossa löytyy tiedosto nimeltä retroarch-joyconfig, jolla konfiguroidaan painikkeet ohjainta käyttäen. Ohjelma aukeaa komennolla:

```
31) sudo ./retroarch-joyconfig -j 0 >> /opt/retroPie/configs/all/retroarch.cfg
```

Edellinen komento tarkoittaa sitä, että ajetaan painikkeiden kyselyohjelma ohjainportissa numero 0, ja tallennetaan nuolten näyttämään tiedostoon. SNES-ohjainten konfiguraatiot tallennetaan suoraan All-kansioon, koska muulloin täytyisi käydä kaikkien emulaattoreiden kanssa konfigurointi erikseen läpi.

Huom! Jos virheilmoitus ”Couldn’t open joystick #0” ilmenee, niin vaihda edellisen komennon numero 0 joko 1, 2, tai 3:seen. Virhe aiheutuu siitä, että ohjain on kytketty eri USB-porttiin, kuin mitä ohjelma yrittää hakea.

Ohjelman auettua seurataan näytölle ilmestyviä ohjeita ja painetaan ohjaimen painikkeita ohjeen mukaan (Kuva 24). SNES-ohjaimessa on vähemmän painikkeita, kuin mitä ohjelma kysyy (R2, L2, R3, L3 ja analogiset tatit puuttuvat). Siksi valitaan valepainike (tässä työssä vasen liipaisin L1), jolla ohitetaan painikkeet, joita ei ole käytetyssä ohjaimessa.

```
pi@retropie: /opt/retropie/emulators/retroarch
Configuring binds for player #1 on joypad #0.

B button (down)
    Joybutton pressed: 6
Y button (left)
    Joybutton pressed: 8
Select button
    Joybutton pressed: 4
Start button
    Joybutton pressed: 11
Up D-pad
    Joybutton pressed: 0
Down D-pad
    Joybutton pressed: 1
Left D-pad
    Joybutton pressed: 2
Right D-pad
    Joybutton pressed: 3
A button (right)
    Joybutton pressed: 5
```

KUVA 24. Painikkeiden kyselyohjelma

Kyselyn loputtua käynnistetään RetroPie uudelleen seuraavalla komennolla:

32) `sudo reboot`

Avataan FileZilla, jotta voidaan muokata tallennettua konfiguraatitiedostoa. Muokattava tiedosto nimeltä `retroarch.cfg` löytyy hakemistosta:

33) `/opt/retropie/configs/all`

Tiedosto avataan ladatulla Notepadilla, jotta sen muokkaaminen onnistuu helposti. Avatun tiedoston lopusta löytyy kuvassa 25 näkyvä osio, josta muokataan ylimääräiset osuudet pois.

```

744
745 input_enable_hotkey = nul
746 input_player1_joypad_index = "0"
747 input_player1_b_btn = "2"
748 input_player1_y_btn = "3"
749 input_player1_select_btn = "8"
750 input_player1_start_btn = "9"
751 input_player1_up_axis = "-1"
752 input_player1_down_axis = "+1"
753 input_player1_left_axis = "-0"
754 input_player1_right_axis = "+0"
755 input_player1_a_btn = "1"
756 input_player1_x_btn = "0"
757 input_player1_l_btn = "4"
758 input_player1_r_btn = "5"
759 input_player1_l2_btn = "4"
760 input_player1_r2_btn = "4"
761 input_player1_l3_btn = "4"
762 input_player1_r3_btn = "4"
763 input_player1_l_x_plus_btn = "4"
764 input_player1_l_x_minus_btn = "4"
765 input_player1_l_y_plus_btn = "4"
766 input_player1_l_y_minus_btn = "4"
767 input_player1_r_x_plus_btn = "4"
768 input_player1_r_x_minus_btn = "4"
769 input_player1_r_y_plus_btn = "4"
770 input_player1_r_y_minus_btn = "4"
771

```

KUVA 25. SNES-ohjaimen sisääntulot

SNES-ohjaimen tapauksessa rivin 759 jälkeen voidaan poistaa loput koodit. Näitä painikkeita ei kyseisestä ohjaimesta löydy, joten niissä on käytetty valepainiketta, minkä vuoksi niiden sisääntulovalinta näyttää samaa (4). Nyt on määritetty ohjainkonfiguraatiot ensimmäisen pelaajan ohjaimelle, seuraavaksi määritetään toinen pelaaja.

Poistamisen jälkeen kopioidaan loput koodit ja liitetään ne jäljelle jääneen koodin perään. Muokataan jälkimmäisestä koodista kaikilta riveiltä pelaaja ykkösen tilalle pelaaja kaksi. Esimerkkinä "Y" näppäimen sisääntulo:

```
34)      input_player1_y_btn = "3" --> input_player2_y_btn = "3"
```

Lisäksi muutetaan toisen pelaajan ohjaimen porttipaikka. Ensimmäisellä pelaajalla ohjain on portissa "0", toisella pelaajalla täytyy valita portiksi seuraava vapaa paikka eli "1". Koodia muutetaan seuraavasti:

35)       input\_player2\_joypad\_index = "0" --> input\_player2\_joypad\_index = "1"

```
745 input_enable_hotkey = nul
746 input_player1_joypad_index = "0"
747 input_player1_b_btn = "2"
748 input_player1_y_btn = "3"
749 input_player1_select_btn = "8"
750 input_player1_start_btn = "9"
751 input_player1_up_axis = "-1"
752 input_player1_down_axis = "+1"
753 input_player1_left_axis = "-0"
754 input_player1_right_axis = "+0"
755 input_player1_a_btn = "1"
756 input_player1_x_btn = "0"
757 input_player1_l_btn = "4"
758 input_player1_r_btn = "5"
759
760 input_enable_hotkey = nul
761 input_player2_joypad_index = "1"
762 input_player2_b_btn = "2"
763 input_player2_y_btn = "3"
764 input_player2_select_btn = "8"
765 input_player2_start_btn = "9"
766 input_player2_up_axis = "-1"
767 input_player2_down_axis = "+1"
768 input_player2_left_axis = "-0"
769 input_player2_right_axis = "+0"
770 input_player2_a_btn = "1"
771 input_player2_x_btn = "0"
772 input_player2_l_btn = "4"
773 input_player2_r_btn = "5"
```

KUVA 26. SNES-ohjainten valmis koodi

Tallennetaan tiedosto ja SNES-ohjainten konfigurointi on valmis. Jatkossa täytyy muistaa mihin USB-portteihin SNES-ohjaimet on liitetty, ettei vahingossa liitä Xbox-ohjainten vastaanotinta väärään porttiin.



## 6.2 Langattomien Xbox 360 -ohjainten konfiguraatiot

Langallisten Xbox 360 -ohjainten ajurit löytyvät RetroPiesta jo valmiiksi. Ne ovat yhteensopivia langattomien ohjainten kanssa, joten ajureita ei tarvitse asentella. Vastaanottimen ajurit sen sijaan haetaan erikseen. Vastaanottimelle löytyy valmiit Rasbian-paketit internetistä, jotka haetaan RetroPie Setup -skriptin avulla. Skriptiin päästään PuTTYllä samalla tavalla, kuin tehtiin kappaleessa 5.5.

Avautuvasta valikosta valitaan "Setup", ja sen sisältä Install Xbox 360 Wireless Receiver Driver -valinta. Kun RetroPie on saanut ajurit asennettua, niin käynnistetään laite uudelleen komennolla:

```
36) sudo reboot
```

Kiinnitetään tässä vaiheessa kolmanteen USB-porttiin langaton vastaanotin (annetaan SNES-ohjaimien olla porteissa 1 ja 2). Tämän jälkeen navigoidaan retroarch-kansioon ja käynnistetään retroarch-joyconfig -niminen tiedosto. Tiedosto avataan samalla komennolla, mutta konfiguraatioiden tallennuspaikkaa muutetaan. Tällä kertaa konfiguraatiotiedostot tallennetaan seuraaviin hakemistoihin:

```
37) /opt/retroPie/configs/n64/
```

```
38) /opt/retroPie/configs/psx/
```

Näin aukeavat eri ohjainkonfiguraatiot Nintendo 64 - ja Playstation 1 -emulaattoreiden käynnistyessä. Avataan retroarch-joyconfig tiedosto seuraavalla komennolla:

```
39) sudo ./retroarch-joyconfig -j 2 >> /opt/retroPie/configs/n64/retroarch.cfg
```

Numero 2 määrittää, että luetaan porttia 3 (0 on portti yksi ja 1 on portti 2). Tällä kertaa ei tarvitse erikseen määritellä konfiguraatiotiedostoon portin paikkaa, koska kaikki neljä ohjainta sijaitsevat samassa vastaanottimen portissa. Ohjelma käy nyt läpi kaikki painikkeet, jotka Xbox 360 -ohjain kattaa, joten valepainiketta ei tarvita. Käynnistetään RetroPie uudelleen konfiguraatioiden päivittämiseksi.

Avataan FileZilla ja navigoidaan seuraavaan hakemistoon:

40) `/opt/retroPie/configs/n64/`

Muokataan FileZillan avulla `retroarcj.cfg`-tiedostoa käyttäen Notepadia. Tiedoston lopusta löytyy taas ohjelman tallentamat sisääntulopainallukset. Nyt ei tarvitse poistaa mitään, koska kaikkia kysytyjä painikkeita tarvitaan. Kopioidaan kaikki tallennettu ja liitetään ne loppuun neljään kertaan, sillä käytetään neljää ohjainta. Tällä kertaa ohjaimen porttipaikka pysyy samana kaikille neljälle ohjaimelle, koska vastaanotin vie vain yhden USB-portin. Muutetaan vain pelaajien numerot ykkösestä neloseen eri sarakkeissa. Valmiin koodin jokaiselle kyseiselle pelaajalle tulisi näyttää samalta kuin kuvissa 27 - 30.

```

87 input_player1_joypad_index = "2"
88 input_player1_b_btn = "6"
89 input_player1_y_btn = "8"
90 input_player1_select_btn = "4"
91 input_player1_start_btn = "11"
92 input_player1_up_btn = "0"
93 input_player1_down_btn = "1"
94 input_player1_left_btn = "2"
95 input_player1_right_btn = "3"
96 input_player1_a_btn = "5"
97 input_player1_x_btn = "7"
98 input_player1_l_btn = "9"
99 input_player1_r_btn = "10"
100 input_player1_l2_axis = "+2"
101 input_player1_r2_axis = "+5"
102 input_player1_l3_btn = "13"
103 input_player1_r3_btn = "14"
104 input_player1_l_x_plus_axis = "+0"
105 input_player1_l_x_minus_axis = "-0"
106 input_player1_l_y_plus_axis = "+1"
107 input_player1_l_y_minus_axis = "-1"
108 input_player1_r_x_plus_axis = "+3"
109 input_player1_r_x_minus_axis = "-3"
110 input_player1_r_y_plus_axis = "+4"
111 input_player1_r_y_minus_axis = "-4"

```

KUVA 27. Ensimmäisen Xbox-ohjaimen valmis koodi

```

113 input_player2_joypad_index = "2"
114 input_player2_b_btn = "6"
115 input_player2_y_btn = "8"
116 input_player2_select_btn = "4"
117 input_player2_start_btn = "11"
118 input_player2_up_btn = "0"
119 input_player2_down_btn = "1"
120 input_player2_left_btn = "2"
121 input_player2_right_btn = "3"
122 input_player2_a_btn = "5"
123 input_player2_x_btn = "7"
124 input_player2_l_btn = "9"
125 input_player2_r_btn = "10"
126 input_player2_l2_axis = "+2"
127 input_player2_r2_axis = "+5"
128 input_player2_l3_btn = "13"
129 input_player2_r3_btn = "14"
130 input_player2_l_x_plus_axis = "+0"
131 input_player2_l_x_minus_axis = "-0"
132 input_player2_l_y_plus_axis = "+1"
133 input_player2_l_y_minus_axis = "-1"
134 input_player2_r_x_plus_axis = "+3"
135 input_player2_r_x_minus_axis = "-3"
136 input_player2_r_y_plus_axis = "+4"
137 input_player2_r_y_minus_axis = "-4"

```

KUVA 28. Toisen Xbox-ohjaimen valmis koodi

```

139 input_player3_joypad_index = "2"
140 input_player3_b_btn = "6"
141 input_player3_y_btn = "8"
142 input_player3_select_btn = "4"
143 input_player3_start_btn = "11"
144 input_player3_up_btn = "0"
145 input_player3_down_btn = "1"
146 input_player3_left_btn = "2"
147 input_player3_right_btn = "3"
148 input_player3_a_btn = "5"
149 input_player3_x_btn = "7"
150 input_player3_l_btn = "9"
151 input_player3_r_btn = "10"
152 input_player3_l2_axis = "+2"
153 input_player3_r2_axis = "+5"
154 input_player3_l3_btn = "13"
155 input_player3_r3_btn = "14"
156 input_player3_l_x_plus_axis = "+0"
157 input_player3_l_x_minus_axis = "-0"
158 input_player3_l_y_plus_axis = "+1"
159 input_player3_l_y_minus_axis = "-1"
160 input_player3_r_x_plus_axis = "+3"
161 input_player3_r_x_minus_axis = "-3"
162 input_player3_r_y_plus_axis = "+4"
163 input_player3_r_y_minus_axis = "-4"

```

KUVA 29. Kolmannen Xbox-ohjaimen valmis koodi

```

165 input_player4_joypad_index = "2"
166 input_player4_b_btn = "6"
167 input_player4_y_btn = "8"
168 input_player4_select_btn = "4"
169 input_player4_start_btn = "11"
170 input_player4_up_btn = "0"
171 input_player4_down_btn = "1"
172 input_player4_left_btn = "2"
173 input_player4_right_btn = "3"
174 input_player4_a_btn = "5"
175 input_player4_x_btn = "7"
176 input_player4_l_btn = "9"
177 input_player4_r_btn = "10"
178 input_player4_l2_axis = "+2"
179 input_player4_r2_axis = "+5"
180 input_player4_l3_btn = "13"
181 input_player4_r3_btn = "14"
182 input_player4_l_x_plus_axis = "+0"
183 input_player4_l_x_minus_axis = "-0"
184 input_player4_l_y_plus_axis = "+1"
185 input_player4_l_y_minus_axis = "-1"
186 input_player4_r_x_plus_axis = "+3"
187 input_player4_r_x_minus_axis = "-3"
188 input_player4_r_y_plus_axis = "+4"
189 input_player4_r_y_minus_axis = "-4"

```

KUVA 30. Neljännen Xbox-ohjaimen valmis koodi

Tallennetaan tiedosto ja langattomien Xbox 360 ohjainten konfigurointi on valmis. Jatkossa täytyy muistaa mihin USB-porttiin vastaanottimen liittää, ettei vahingossa liitä vastaanotinta SNES-ohjainten paikalle.

### 6.3 Kodi-ohjainten konfiguraatiot

Normaalisti Kodi toimii hiiri ja näppäimistö yhdistelmällä. RetroPiesta halutaan kuitenkin tehdä käytännöllinen retropelikonsoli, jonka käyttöön ei tarvita muuta kuin peliohjaimet normaalin videopelikonsolin tapaan. Tämän takia luodaan muutamia uusia asetuksia, jotta Kodia voidaan hallita langattomilla Xbox 360 -ohjaimilla.

Ohjainten konfiguroimisessa tarvitaan Kodin asentamisessa ladattua tiedostoa nimeltä kodi-pi, se sisältää tarvittavia ohjainkonfiguraatio- ja käynnistystiedostoja.

Alkuun luodaan uusi kansio nimeltä "kodi" RetroPien roms-hakemistoon. Kansio luodaan FileZillaa käyttäen seuraavaan hakemistoon:

```
41) /home/pi/RetroPie/roms
```

Avataan luotu kansio ja siirretään sinne FileZillan avulla kodi-pi:stä löytyvä tiedosto nimeltä kodi.sh. Tämä on skriptitiedosto, joka käynnistyy samalla kun päävalikosta avataan Kodi. Skriptiä tarvitaan, että Xbox-ohjaimen ajurit toimisivat myös Kodin sisällä, koska näitä ajureita ei normaalisti ole tarkoitettu muulle kuin emulaattoreille.

Seuraavaksi navigoidaan FileZillassa seuraavaan hakemistoon:

```
42) /home/pi
```

Siirretään tähän kansioon kodi-pi:stä löytyvä kodi.ini-konfiguraatitiedosto. Kodi.ini sisältää Xbox-ohjaimelle asetetut konfiguraatiot.

Avataan tämän jälkeen ini.d-kansio, joka löytyy hakemistosta:

```
43) /etc/ini.d
```

Siirretään sinne xboxdrv-niminen konfiguraatitiedosto kodi-pi:stä FileZillaa käyttäen. RetroPien ini.d-kansiossa sijaitsee ajureiden konfiguraatitiedostoja. Ne määräävät milloin ajureita käytetään ja milloin ne ovat pois käytöstä. Tämä kyseinen tiedosto ohjaa langattomien Xbox 360 -ohjainten ajureiden käyttöä.

Tässä vaiheessa täytyy päivittää uudelleen Xbox-ohjainten ajuri, jotta se löytää uuden konfiguraatitiedoston. Päivitys tapahtuu seuraavalla komennolla:

```
44) sudo update-rc.d xboxdrv start
```

Lopuksi valitaan käytettävien ohjainten määrä Kodissa. Käytännössä yksikin ohjain riittää sovelluksen käyttämiseen, mutta koska tässä työssä käytämme maksimissaan neljää langatonta Xboxin ohjainta, niin valitsemme maksimimäärän. Siirretään xboxdrv-

wireless -niminen konfiguraatiodosto kodi-pi:stä RetroPiehin FileZillan avulla. Tiedosto siirretään seuraavaan hakemistoon:

```
45)      /etc/default/xboxdrv
```

Kyseisessä kansiossa sijaitsee Xbox-ohjaimen ajurille tehdyt lisäasetukset, jotka ajetaan tarvittaessa. Käytännössä tämä konfiguraatiodosto erottelee eri ohjaimet toisistaan, niin että kaikkia neljää ohjainta voidaan käyttää Kodin sisällä samaan aikaan. Siirretty tiedosto avataan esimerkiksi Notepadia käyttäen ja koodin alusta muokataan käytettävien ohjainten määrä oikeaksi:

```
46)      # How many Controllers? (support up to 4 Controllers)
          CONTROLLER_NUM=4
```

## 6.4 Ohjainten testaus

Tässä kappaleessa testataan kaikkia edellä asetettuja ohjainkonfiguraatioita. Testejä suoritetaan yhteensä neljä kappaletta: RetroPien päävalikolle, SNES-ohjaimille, langattomille Xbox 360 -ohjaimille ja Xbox 360 -ohjaimille Kodi-ympäristössä. Jokaisesta testauksesta löytyy lyhyt kommentointi ja kuva kyseisestä tilanteesta.

### 6.4.1 RetroPie-päävalikon testi

Kaikkien ohjainten toimivuutta testattiin RetroPien päävalikossa. Ohjaimet toimivat kaikki yhtä aikaa moitteettomasti ilman virheitä (Kuva 31). Lisäksi tässä testissä todettiin RetroPien tunnistavan kaikki ohjaimet oikeilla asetuksilla uudelleen käynnistämisen yhteydessä ja liitäntöjen irrottamisen jälkeen.



KUVA 31. RetroPie-päävalikon testi

#### 6.4.2 SNES-ohjain testi

SNES-ohjaimia testattiin Super Nintendo -emulaattorin pelillä nimeltä Super Mario Kart. Pelissä oli mukana kaksi pelaajaa (Kuva 32). Ohjainkonfiguraatiot toimivat juuri niin kuin ne asetettiin, ilman virheitä ja viivettä.



KUVA 32. SNES-ohjain testi

### 6.4.3 Xbox 360 -ohjain testi

Langattomia Xbox 360 -ohjaimia testattiin Playstation 1 -emulaattorin pelillä nimeltä Crash Bash. Pelissä oli mukana neljä pelaajaa (Kuva 32). Ohjainkonfiguraatiot toimivat juuri niin kuin ne asetettiin, ilman virheitä ja viivettä. Langattomat ohjaimet eivät myöskään kadottaneet signaalia kertaakaan n. 30 minuutin pelisession aikana.

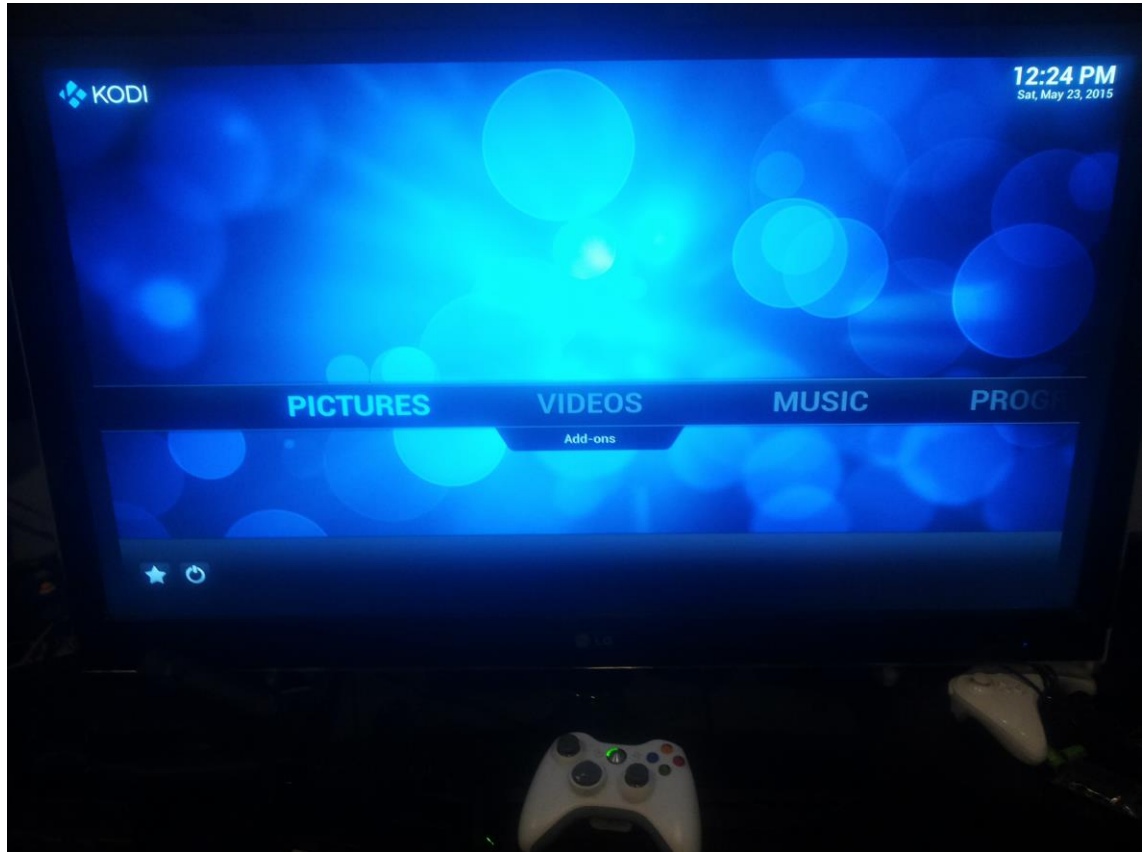


KUVA 33. Xbox 360 -ohjain testi



#### 6.4.4 Kodi-ohjain testi

Langattomia Xbox 360 -ohjaimia testattiin Kodi-mediasoittimen sisällä. Kaikkia neljää ohjainta testattiin samaan aikaan. Ohjaimilla päästiin kulkemaan valikoissa sujuvasti, ilman virheitä ja viivettä. Langattomat ohjaimet eivät myöskään kadottaneet signaalia kertaakaan n. 10 minuutin testaamisen aikana.



KUVA 34. Kodi-ohjain testi

## 7 POHDINTA

Pidin RetroPie-projektin työstämistä hyvin mielenkiintoisena. Olen aina halunnut rakentaa oman pelikonsolin ja lopulta sain sen toteutettua. Vaikka RetroPie onkin pitkälti jo valmiiksi rakennettu, niin sitä kuitenkin voidaan muokata lähes rajattomasti haluamallaan tavalla. Opinnäytetyössä toteutin RetroPien juuri sillä tavalla, kuin itse näen projektin parhaana, eli poistin ylimääräisiä osia ja lisäsin muita hyödyllisiä mm. Kodi-mediasoitimen. Todellisuudessa olen muokannut omaa RetroPietani paljon enemmän, mutta liiallisen pituuden takia jätin vähemmän tärkeät muokkaukset mainitsematta.

RetroPie-projekti on kehittynyt nopeaa vauhtia. Raspberry Pi 2:sen julkaisu sai aikaan nopean harppauksen RetroPien kehityksessä. Tämä johtuu ilmeisimminkin siitä, että Raspberry 1 on tehoiltaan hieman riittämätön hyvän emulointituloksen aikaansaamiseksi. Aloitin projektin helmikuussa 2015 ja silloinen uusin versio RetroPiesta oli 2.1. Projektin valmiiksi saatuaani uudempia versioita oli keretty julkaista jo 6 kappaletta ja senhetkinen uusin versio oli 3.0 beta. Työn aikana päivitin projektini versiota moneen otteeseen, ja tämä aiheutti ongelmia, koska hakemistot ja muut asetukset muuttuvat hieman eri versioiden välillä.

RetroPien jatkuva kehitys on avannut projektin muillekin, kuin Linux-pohjan osaaville henkilöille. Jokaisen version jälkeen itse tehtävä konfigurointi ja asetusten säätäminen vähenee, ja RetroPie muuttuu enemmän ja enemmän valmiiksi kokonaisuudeksi. Uudemmat versiot sisältävät enemmän valmiiksi asennettuja ajureita ja asetuksia käytetyimmille ohjaimille. Lisäksi parissa viimeisimmässä versiossa monia asetuksia on liitetty suoraan graafiseen käyttöliittymään, jotta ei tarvitsisi lähteä muokkaamaan asetuksia komentorivin kautta.

RetroPien valtava suosion kasvu on johtanut siihen, että monia emulaattoreita kehitetään jo pelkästään RetroPieta varten. Kun suosio vielä kasvaa, niin uskon että jossain vaiheessa aloitetaan jo täysin lisensoitujen emulaattoreiden kehitys RetroPielle. Tällä hetkellä tekijänoikeudet ovat ongelma emulaattoreiden ja ROM-tiedostojen kanssa, mutta kun pelistudiot huomaavat paremmin RetroPien menestyksen, niin ehkä tulevaisuudessa voidaan nähdä jopa jotain yhteistyötä pelifirmojen ja RetroPie-kehittäjien välillä.

## LÄHTEET

Alex Bradbury 2015. Raspi-Config. 2015. Luettu 3.5.2015.

<https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/raspi-config.md>

Alexandru Pintilie 2014. DAEMON Tools USB. 28.11.2014. Luettu 11.3.2015.

<http://www.softpedia.com/get/CD-DVD-Tools/Virtual-CD-DVD-Rom/DAEMON-Tools-USB.shtml>

Andrew Tridgell 2002. 10 years of Samba!. 1.2002. Luettu 10.3.2015.

<https://www.samba.org/samba/docs/10years.html>

Cellan-Jones, Rory. 2011. A 15 pound computer to inspire young programmers. 5.6.2014. Luettu 20.2.2015.

[http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a\\_15\\_computer\\_to\\_inspire\\_young.html](http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young.html)

Don Ho 2015. About Notepad++. 2015. Luettu 22.4.2015.

<https://notepad-plus-plus.org/>

Emulation-general 2015. RetroArch. 2015. Luettu 4.3.2015.

<http://emulation-general.wikia.com/wiki/RetroArch>

Emulator-zone 2015.

<http://www.emulator-zone.com/doc.php/nes/fceux.html>

ES-Scraper 2015. ES scraper. 22.4.2015. Luettu 6.5.2015.

<https://github.com/petrockblog/RetroPie-Setup/wiki/ES-scraper>

Github 2015. Getting Started. 20.4.2015. Luettu 1.5.2015

<https://github.com/petrockblog/RetroPie-Setup/wiki>

Granger, Stewart 2008. Emulation as a Digital Preservation Strategy. 29.8.2008. Luettu 3.3.2015. D-Lib aikakauslehti nro. 6 sivu 19.

HDMI 2007. FAQ. 2007. Luettu 27.5.2015.

<http://www.hdmi.org/learningcenter/faq.aspx>

Igor Pavlov 2015. 7-Zip. 2015. Luettu 14.3.2015.

<http://www.7-zip.org/>

Jari Sarja. 2013. Raspberry Pi: Käyttöönotto ja sovellustestaus. 4.2013. Luettu 21.2.2015.

[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61574/Sarja\\_Jari.pdf](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61574/Sarja_Jari.pdf)

Kaushik Patowary 2009. "XBMC is the best media center application. Period.". 28.8.2009. Luettu 8.3.2015.

<http://www.instantfundas.com/2009/08/xbmc-is-best-media-center-application.html>

Kevin Andersson 2009. Thinking inside the box. 7.9.2009. Luettu 9.3.2015.

<http://www.theguardian.com/technology/2009/oct/07/boxee-web-video-software>

Kodi 2015. About Kodi. 2015. Luettu 7.3.2015.  
<http://kodi.tv/about/>

Koninklijke Bibliotheek 2007. What is emulation?. 11.12.2007. Luettu 1.3.2015.  
[http://www.kb.nl/hrd/dd/dd\\_projecten/projecten\\_emulatiewatis-en.html](http://www.kb.nl/hrd/dd/dd_projecten/projecten_emulatiewatis-en.html)

Leo Kelion. 2015. Raspberry Pi 2 unveiled with faster processor and more memory. 2.2.2015. Luettu 22.2.2015.  
<http://www.bbc.com/news/technology-31088908>

Libretro 2015. Libretro. 2014. Luettu 5.3.2015.  
<http://www.libretro.com/>

Muir, Gregory 2007. Pushing the Boundaries of Traditional Heritage Policy: maintaining long-term access to multimedia content. 8.2007. Luettu 2.3.2015. IFLA aikakauslehti nro. 33 sivut 323-326.

Petrockblock 2015. The RetroPie Project. 2015. Luettu 23.2.2015.  
<http://blog.petrockblock.com/retropie/>

Petrus Laine 2015. Raspberry 2 julki, mukana tuki Windows 10:lle. 2.2.2015. Luettu 21.4.2015  
<http://muropaketti.com/raspberry-pi-2-julki-mukana-tuki-windows-10lle>

Puolenkuunpelit 2007. Xbox 360 langaton ohjain. 15.8.2007. Luettu 25.4.2015.  
[http://www.puolenkuunpelit.com/kauppa/product\\_info.php?products\\_id=20794](http://www.puolenkuunpelit.com/kauppa/product_info.php?products_id=20794)

Rasbian 2015. Welcome to Rasbian. 2015. Luettu 6.3.2015.  
<http://www.rasbian.org/>

Raspberry Pi Foundation 2012. Quick Start Guide. 2012. Luettu 2.5.2015  
<https://www.raspberrypi.org/help/quick-start-guide/>

SDcard 2014. Speed Class. 2014. Luettu 23.4.2015.  
[https://www.sdcard.org/developers/overview/speed\\_class/index.html](https://www.sdcard.org/developers/overview/speed_class/index.html)

SDcard Formatter 2014. SD Formatter 4.0 for SD/SDHC/SDXC. 2014. Luettu 12.3.2015.  
[https://www.sdcard.org/downloads/formatter\\_4/](https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/)

Simon Tatham 2015. PuTTY: A Free Telnet/SSH Client. 19.4.2015. Luettu 20.4.2015.  
<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>

Udi Tirosh 2013. Memory cards have "less space" than advertised, here is why. 10.9.2013. Luettu 28.4.2015.  
<http://www.diyphotography.net/memory-cards-have-less-space-advertised-here-why/>

Van der Hoeven, Jeffrey, Bram Lohman, Remco Verdegem 2007. Emulation for Digital Preservation in Practice: The Results. 2.2.2007. Luettu 4.3.2015. The International Journal of Digital Curation sivut 123-132.

Verkkokauppa 2015. ZyXEL NBG-418N v2 3-in-1 -WiFi-reititin. 2015. Luettu 24.4.2014.  
<http://www.verkkokauppa.com/fi/product/26882/dvgmq/ZyXEL-NBG-418N-v2-3-in-1-WiFi-reititin>

Wikibooks 2010. SSH. 5.2.2010. Luettu 20.4.2015.  
<http://fi.wikibooks.org/wiki/SSH>

Wikipedia 2014. Ylikellottaminen. 29.9.2014. Luettu 4.5.2015.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ylikellottaminen>

Wikipedia 2015a. Emulaattori. 9.4.2013. Luettu 24.2.2015.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Emulaattori>

Wikipedia 2015b. ROM image. 10.4.2015. Luettu 25.2.2015.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/ROM\\_image](http://en.wikipedia.org/wiki/ROM_image)

Wikipedia 2015c. Wget. 26.4.2015. Luettu 5.5.2015  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Wget>

Wiki FileZilla 2009. FileZilla Wiki. 6.11.2009. Luettu 15.3.2015.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/FileZilla>








Xbox 2015. Xbox 360 Wireless Gaming Receiver for Windows -vastaanotin. 2015. Luettu 26.4.2015.  
<https://support.xbox.com/fi-FI/xbox-on-other-devices/windows/xbox-360-wireless-gaming-receiver-windows>

## **8 LIITTEET**

Liite 1. Emulaattorilista

Liite 2. Laitteet ja välineet

Julkaisuvuosi	Kuva	Nimi	Tyyppi	Emulaattori
1977		Atari 2600	Pelikonsoli	Stella (RetroArch)
1977		Apple 2	Tietokone	LinApple
1979		Atari 800	Tietokone	Atari 800
1979		Intellivision	Pelikonsoli	jzintv
1979		Z-machine	Virtuaalikonsoli	Frotz
1981		IBM PC	Tietokone	rpix86
1982		Commodore C 64	Tietokone	Vice
1982		Vectrex	Pelikonsoli	Vecx (RetroArch)
1982		ZX Spectrum	Tietokone	Fuse FBZX

1983		MSX	Tietokone	OpenMSX
1983		Nintendo Entertainment System	Pelikonsoli	FCEUMM (RetroArch)
1984		Apple Macintosh	Tietokone	Basiliks 2
1984		Amstrad CPC	Tietokone	CPC4Rpi
1985		Commodore Amiga	Tietokone	UAE4ALL
1985		Atari ST	Tietokone	Hatari
1985		Sega Master System	Pelikonsoli	Picodrive (RetroArch)
1985		Sega System 16	Arcade-pelikonsoli	Final Burn Alpha
1987		TurboGrafx-16	Pelikonsoli	Mednafen (RetroArch)



1988		Sega Genesis	Pelikonsoli	Picodrive (RetroArch)
1988		CP System	Arcade- pelikonsoli	Final Burn Alpha
1989		Atari Lynx	Käsi-konsoli	Handy (RetroArch)
1989		Game Boy	Käsi-konsoli	Gambatte (RetroArch)
1990		Sega Game Gear	Käsi-konsoli	Osmose
1990		Neo Geo	Arcade- pelikonsoli	Final Burn Alpha
1990		Super Nintendo Entertainment System	Pelikonsoli	PocketSNES (RetroArch), SNES9X, PiSNES
1991		Sega CD	Pelikonsoli	Picodrive (RetroArch)
1993		CP System 2	Arcade- pelikonsoli	Final Burn Alpha

1994		Sega 32X	Pelikonsoli	Picodrive (RetroArch)
1994		Sony Playstation	Pelikonsoli	PCSX Rearmed (RetroArch)
1996		CP System 3	Arcade- pelikonsoli	Final Burn
1996		Nintendo 64	Pelikonsoli	Mupen64plus, Mupen64plus- libetro
1998		Game Boy Color	Käsikonsoli	Gambatte (RetroArch)
2001		Game Boy Advance	Käsikonsoli	GPSP
2001		ScummVM	Virtuaalikonsoli	ScummVM

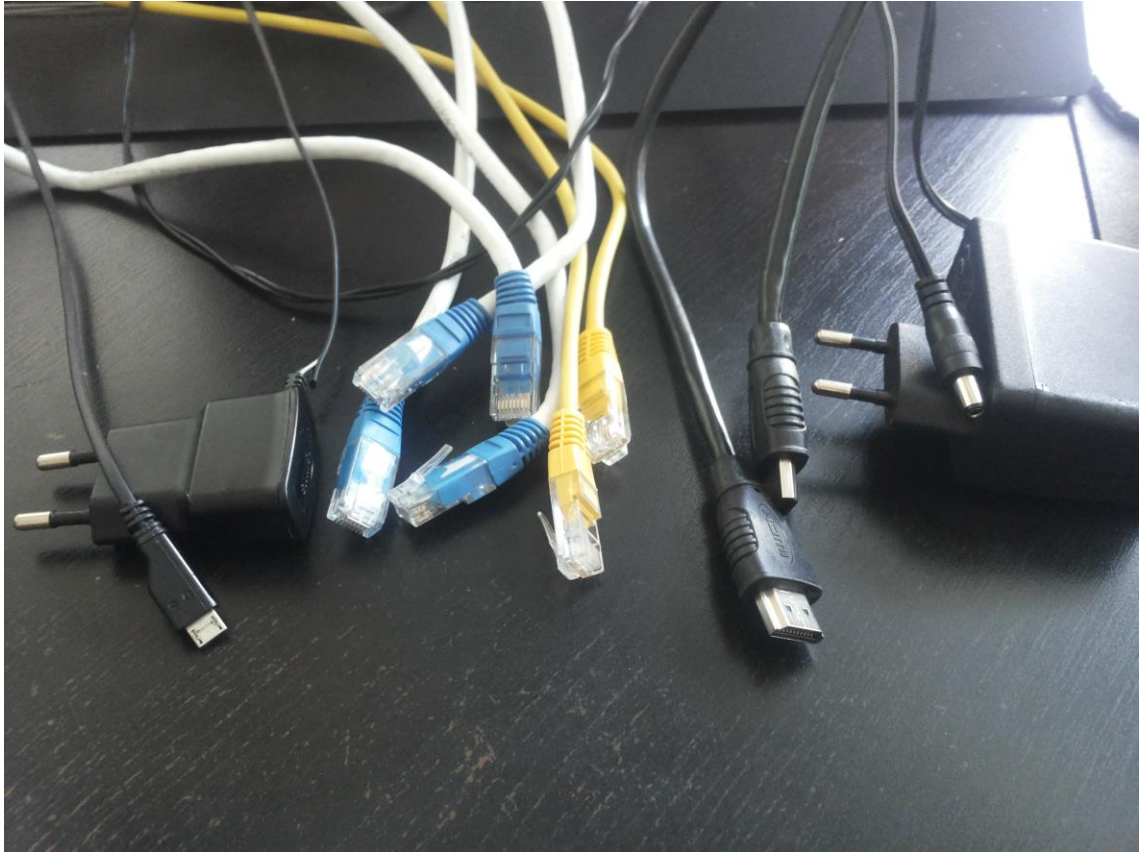
<http://blog.petrockblock.com/retropie/arcade-systems-game-consoles-and-home-computers-in-retropie/>



Raspberry Pi 2, ZyXel-reititin, MicroSD-muistikortti ja Pi:n suojakotelo



2 kpl SNES-ohjaimia, 4 kpl langattomia Xbox 360 -ohjaimia ja Xbox 360 langaton USB vastaanotin



Micro-USB -virtajohto, 3 kpl RJ-45-ethernet -kaapeleita, HDMI-kaapeli ja Zyxel-reitittimen virtajohto