

## Infonäyttö Raspberry Pi -minitietokoneella

Juha Kulmala



<b>Tekijä</b> Juha Kulmala	
<b>Koulutusohjelma</b> Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma	
<b>Opinnäytetyön otsikko</b> Infonäyttö Raspberry Pi minitietokoneella	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 41 + 0
<b>Opinnäytetyön otsikko englanniksi</b> Info screen with minicomputer Raspberry Pi	
<p>Tässä produktityyppisessä opinnäytetyössä selvitettiin, miten rakennettiin infonäyttöproto vähin kustannuksin keväällä 2018. Toimeksiantaja tarvitsi tiedotuskanavan, jonka kautta voisi ilmoittaa ajankohtaisista asioista henkilökunnalleen tehokkaammin ja tähän ratkaisuksi keksittiin infonäyttö. Infonäytöksi käsiteltiin tässä opinnäytetyössä minitietokoneen, näytön ja ohjelmiston kokonaisuutta. Minitietokoneeksi valittiin Raspberry Pi. Työstä rajattiin pois infonäytön sisällöntuottaminen.</p> <p>Teoriaosuuden ensimmäisessä osassa käytiin läpi, mikä Raspberry Pi on, mitä ominaisuuksia siitä löytyy ja minkälainen sen historia on. Toisessa osuudessa esiteltiin kolme ohjelmistoksi sopivaa vaihtoehtoa ominaisuuksineen. Empiirisen osuuden alussa verrattiin ohjelmistoja keskenään ja valittiin niistä sopivin toimeksiantajalle tehtyä infonäyttöprota varten. PiSignage -niminen ohjelmisto valikoitiin monipuolisten ominaisuuksien vuoksi. Infonäytönproton toteutuksesta syntyi raportti, joka toimisi toimeksiantajan ohjeina, mikäli he haluaisivat itse toteuttaa myöhemmin toisen infonäytön.</p> <p>Lopputuloksena syntyi toimiva infonäyttö, jolla toimeksiantaja pystyi tiedottamaan asioitaan tehokkaammin. Työn lopputuloksena pääteltiin, että yksittäisen infonäytön pystyi rakentamaan pienellä rahalla. Pienikokoinen Raspberry Pi sopi tähän tarkoitukseen hyvin ja siihen oli tarjolla useita infonäyttöohjelmistoja.</p>	
<b>Asiasanat</b> Raspberry Pi, Infonäyttö, minitietokone, tiedotus	

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	1
2	Raspberry Pi .....	3
2.1	Käyttökohteita .....	3
2.2	Valmistaja .....	5
2.3	Tekniikka.....	6
2.4	GPIO.....	6
2.5	Eri versiot ja mallit .....	7
2.6	Lisätarvikkeet .....	9
2.7	Järjestelmän käyttöönotto .....	11
2.8	Etäkäyttö kiinteällä IP-osoitteella.....	13
3	Infonäytöt ja niiden toteutuksia .....	15
3.1	Infonäyttö Rasbian -käyttöjärjestelmällä .....	15
3.2	Screenly .....	19
3.3	Pisignage .....	21
3.4	Infonäyttöjen toteutuksien ongelmia .....	23
4	Infonäytön prototyyppi toimeksiantajalle .....	25
4.1	Prototyypin valintojen perustelut .....	25
4.2	PiSignage toteutuksen aloitus .....	27
4.3	Toistimen rekisteröinti ja yhteysasetukset .....	27
4.4	Yhteys toistimeen.....	30
4.5	Sisältöjen lisääminen .....	31
4.6	Soittolistojen muokkaus .....	34
4.7	Ryhmän asetusten määrittäminen.....	35
5	Pohdinta.....	37
5.1	Opinnäytetyön kulku .....	37
5.2	Johtopäätökset.....	38
5.3	Jatkokehitysajatukset .....	39
	Lähteet .....	41

# 1 Johdanto

Monissa yrityksissä informaatio ei liiku tarpeeksi tehokkaasti suuntaan eikä toiseen. Tieto voi olla olemassa, mutta se on vaikeasti saatavilla. Yleiset ilmoitusluonteiset asiat kuuluvat kaikkien tietoon, mutta joskus tällaisia tietoja voi olla vaikea välittää esimerkiksi pois-  
saoleville työntekijöille. Vanhanaikaiselle ilmoitustaululle tiedotteet hukkuvat, eikä siellä ole helppoa erottua. Paperitulosteiden jakaminen ja niillä informaation esittäminen on vanhanaikaista. Työpaikoilla on usein paljon tietotaitoa niin sanottuna ”hiljaisena tietona”, mutta sen saaminen kaikkien tietoon vaatii viestintää.

Nykyaikaisessa yrityksessä päätöksiä pitäisi tehdä faktojen perusteella. Tässä apuna voisi olla infonäyttö, jossa on tuoretta ja oikeaa tietoa yrityksen tilanteesta. Näin esimiehet voivat helpommin päätellä, mihin yrityksen resursseja kannattaa käyttää. Tästä esimerkki voisi olla, mille osastolle työntekijöitä ohjataan tekemään seuraavaa työtä.

Tämä opinnäytetyö tehdään Power Stick OY:n toimeksiannosta. Power Stick OY on Helsingissä toimipaikkaansa pitävä pieni teollisuusyritys, joka valmistaa ja maahantuo urheilutarvikkeita (Asiakastieto 2018). Yrityksessä on tällä hetkellä vakituisia työntekijöitä noin 20 ja sesonkiaikana työntekijöiden määrä kasvaa noin 50 henkilöön. Kaikki työntekijät eivät ole aina samaan aikaan paikalla, jolloin onnistunut viestintä vaatii aikaa ja vaivaa (Turtiainen 13.3.2018.)

Infonäytöillä voitaisiin minimoida yrityksen sisäisen tiedottamisen toimivuuteen liittyvät ongelmat. Suurin osa henkilökunnasta työskentelee tuotantotiloissa ja loput työntekijöistä toimistossa. Sijoittamalla näytöt kyseisten alueiden välittömään läheisyyteen päästäisiin tilanteeseen, jossa työntekijät näkevät infonäytöt automaattisesti työpäivän aikana. Näyttöjen sisällöksi on suunniteltu reaaliaikaisia tilastoja ja kaavioita, jotka kuvaavat tilannetta esimerkiksi myynnin, avoimien tilauksien ja kokoonpanolinjaston työjonon osalta. Lisäksi mahdolliset työnantajan ilmoitusluonteiset asiat olisi tarkoitus esittää infonäytöllä. Infonäytöt vain esittävät niille annetut sisällöt eikä niiden tarvitse olla vuorovaikutteisia opastamiseen tarkoitettujen näyttöjen tapaan. (Turtiainen 13.3.2018.)

Yrityksen ensisijaisena tavoitteena infonäyttöjen avulla on parantaa yleistä tiedonkulkua ja yksittäisen työntekijän käsitystä yrityksen sen hetkisestä tilanteesta. Parhaimmillaan työntekijät voisivat halutessaan itsenäisesti ohjautua tekemään työtä, jolle on eniten tarvetta juuri sillä hetkellä. Mahdollisuus vaikuttaa omaan työhönsä voisi lisätä työntekijöiden työviihtyvyyttä ja siten parantaa myös työilmapiiriä. (Turtiainen 13.3.2018.)

Infonäytön sisällöksi yritys on hahmotellut pääsääntöisesti yrityksen eri tunnuslukuja, jotka saataisiin toiminnanohjausjärjestelmän tietokannasta. Kuvia tai videoita ei ole tarkoitus

esittää, vaan esimerkiksi pelkkää dataa esittävä HTML-sivu. Yhteys tietokantaan vaatinee verkkoyhteyden, joten ylimääräisen kaapeloinnin välttämiseksi yritys toivoo, että laitteisto olisi varustettu langattomalla verkkoyhteydellä. Silloin tällöin yritykselle voi tulla tarve esittää infonäytössä jokin ajankohtainen uutinen tai viesti henkilökunnalle. Tätä varten yrityksen pääkäyttäjällä pitäisi olla helppo ja nopea mahdollisuus päivittää tieto näytettäväksi infonäytön ruudulla. Yritys toivoo, että prototyypin kustannukset olisivat pienet ja maltilliset. Mahdollisia jatkuvia kuukausimaksullisia palveluita toivotaan vältettävän. (Turtiainen 13.3.2018.)

Oletusarvoisesti infonäyttö koostuu näytöstä tai televisiosta ja erillisestä laitteesta, jota voisi kutsua esimerkiksi toistimeksi. Yrityksellä on jo ylimääräinen iso televisio, joka sopisi tämän prototyypin näytöksi. Tämän opinnäytetyön toistimeksi valittiin minitietokone Raspberry Pi, koska se on opinnäytetyön tekijälle jo tuttu entuudestaan ja pienen kokonsa vuoksi sen saa yhdistettyä siististi infonäytön kokonaisuuteen. Raspberry Pi oli ensimmäisiä markkinoille tulleita minitietokoneita ja näin uranuurtaja omalla alueellaan. Käytännössä toistin voisi olla mikä tahansa tietokone ja markkinoilta löytyykin runsaasti minitietokoneita, jotka pystyvät ihan samaan kuin valittu Raspberry Pi.

Tämän opinnäytetyön tärkeimmät tutkimuskysymykset ovat:

1. Mikä on Raspberry Pi ja sen historia?
2. Mitä eri vaihtoehtoja Raspberry Pi:llä on toteuttaa infonäyttö?
3. Miten infonäyttö toteutetaan yrityksen tarpeen mukaisesti?

Tämä työ suoritetaan produktiivisena opinnäytetyönä, jonka toiminnallisessa osuudessa tehdään infonäyttöproto. Toteutusosasta syntyvä raportti toimisi samalla ohjeina toimeksiantajalle ja muille samankaltaisille yrityksille, jotka haluavat ottaa käyttöön infonäytön itsenäisesti ja edullisesti. Toimeksiantaja voisi toteuttaa vaikka toisenkin infonäytön näiden ohjeiden perusteella, mikäli infonäyttöproto vakuuttaisi heidät. Esitettävän sisällön tuottaminen on rajattu lopputuloksesta pois. Työssä ei käsitellä myöskään Dashboard-työkaluja, joilla voidaan nopeuttaa infonäyttöjen perustamista, niiden liittyessä vahvasti sisälöntuottamiseen. Toteutusosan valinnoissa pyritään huomioimaan, että infonäyttöproton loppukäyttäjän tehtävät olisivat käyttäjäystävällisiä ja toteutettavissa ilman tietoteknistä koulutusta. Lukijalta odotetaan perusymmärrystä tietokoneen komponenteista ja Linux -käyttöjärjestelmästä.

Henkilökohtainen tavoitteeni on, että yrityksen johto vakuuttuisi tästä opinnäytetyöstä ja ottaisi käyttöön tämän työn toteutusosassa esitetyn infonäyttöratkaisun. Mikäli infonäyttöproton tekeminen onnistuu, siitä tulee hyvä lisätyökalu päivittäiseen työntekoon ja helpottaa omaa esimiestyötä työpaikallani.

## 2 Raspberry Pi

Raspberry Pi on luottokortin kokoinen piirilevyä muistuttava tietokone, jota voi käyttää kuin tavanomaista tietokonetta liittämällä siihen virtalähteen, näytön, näppäimistön tai muita oheislaitteita. Kuvassa 1 on esitelty uusiin malli Raspberry Pi 3 model B. Sillä voi tehdä samoja asioita kuin tavallisella pöytätietokoneella, ja vaikka se on pienikokoinen, sillä riittää kapasiteettiä HD-videon näyttämiseen. Se on kokoonsa nähden kyvykäs tietokone, jossa on useita liitännäismahdollisuuksia. Tämän vuoksi sitä käytetään monipuolisesti elektroniikassa projekteissa. (Raspberry Pi 2018a.)



Kuva 1 Raspberry Pi 3 model B

### 2.1 Käyttökohteita

Minitietokoneille voi antaa samoja tehtäviä tehtäväksi kuin tietokoneille. Pöytätietokoneessa on tehokkaammat komponentit ja se suoriutuu tehtävistään nopeammin. Minitietokone sen sijaan on pienempi ja siten mahtuu ahtaisiin paikkoihin ja sopii helpommin sisustukseen. Minitietokone on lähes aina halvempi, ja riippuen projektista se voi silti olla riittävän tehokas suoriutuakseen tehtävästään. (Upton & Halfacree 2016, 127.)

Internetistä löytyy lukuisia tietokoneharrastelijoiden projekteja, joissa he käyttävät tehtävän suorittamiseen esimerkiksi Raspberry Pi -minitietokonetta. Yksi suosituimmista Raspberry Pi -projekteista on tehdä olohuoneeseen edullinen, hiljainen, vähävirtainen kotiteatterilaitte eli mediatoistin. Pieni tietokone vie vähän virtaa eikä tarvitse melua lisäävää tuuletinta. Edulliset komponentit ja ilmainen ohjelmisto eivät aiheuta liian suurta aloituskynnystä. Käytettäväksi malliksi suositellaan uusinta Raspberry Pi 3 model B:tä, jossa on tarpeeksi tehoa nopeatempoisen teräväpiirtovideon toistoa varten. Langaton verkkoyhteys ja

Bluetooth-ominaisuus ovat käteviä vähentämään kaapeleiden tarvetta ja tekevät lopputuloksesta siistin. Kaikissa nykyaikaisissa televisioissa on USB-liitin, jota voisi teoriassa hyödyntää kotiteatteri Raspberry Pi:n virtalähteenä. Televisioissa on valmistajakohtaisia eroja ja pitäisi varmistaa, että television tarjoama USB-liitin syöttää tarpeeksi virtaa Raspberry Pi:lle ja sen laitteille, ennen kuin oikean virtalähteen voi korvata USB-kaapelilla television USB-liittimeen. (Monk 2016, 4.1.)

Jotta Raspberry Pi:stä saa mediatoistimena eniten hyötyä, sitä varten kannattaa tallentaa käytettävälle muistikortille esimerkiksi OSMC-käyttöjärjestelmä, joka on ilmainen Linux - jakelu. Lyhenne tulee sanoista Open Source Media Center ja käyttöjärjestelmänä se perustuu kaupallisissa kotiteatterituotteissa pyörivään Kodi -ohjelmistoon. Ohjelmisto on optimoitu minitietokoneiden kotiteatterikäyttöön. Sillä voi toistaa videoita, kuunnella musiikkia tai selata internetin eri sisältöjä. (Upton & Halfacree 2016, 119.)

Toinen suosittu projekti Raspberry Pi:lle on tehdä siitä lähiverkon mainossuodatin. Projekti tunnetaan nimellä Pi-Hole ja sen ohjelmisto toimii nimipalvelimena, joka estää sisään tulevan mainosliikenteen kaikissa sitä käytävissä laitteissa. Se on Linux -pohjainen avoimen lähdekoodin projekti, joka on suunniteltu alun perin Raspberry Pi:lle, mutta toimii myös muissakin Linux-jakeluissa. Sen asentaminen omaan Raspberry Pi:hin vaatii Linuxin komentorivin tuntemista ja käyttämistä, mutta vähemmän kokeneet voivat kopioida tarkat komennot projektin sivuilta. (Comparitech 2018.)

Raspberry Pi liitetään lähiverkkoon ja reitittimen asetuksiin DNS-palvelimen osoitteeksi annetaan kyseisen Raspberry Pi:n IP-osoite. Mikäli reitittimen asetuksissa ei pääse muuttamaan DNS-asetuksia, Pi-Holessa on tätä varten oma DHCP-palvelin, jolla voi tehdä oman aliverkon. Kun muut laitteet tekevät palvelimelta pyyntöjä ladata verkkosivuston, niin liikenne menee Pi-Holen läpi. Pi-Holeen on ladattu listaus tunnetuista mainossivustoista ja mikäli jokin pyynnöistä kohdistuu mainossivustoon, sitä pyyntöä ei ladata. Koska mainokset blokataan ennen kuin ne ladataan, verkon suorituskyky paranee. Kaikki kodin lähiverkkoon yhdistetyt laitteet – myös televisiot ja kännykät, joihin ei ole ohjelmallisesti ollut tarjolla omaa mainosten estäjää - saavat saman palvelun. Lisäksi Pi-Holen voi asentaa omalle virtuaalipalvelimelle, jolloin sen palveluita voi käyttää ympäri Internetiä. Pi-Holessa on nettikäyttöliittymä, josta näkee tilastot estoista ja siitä, mihin sivustoihin estot ovat liittyneet. Käyttöliittymän kautta voi sallia tai estää vapaavalintaisesti eri kohteita. (Pi-Hole, 2018.)

## 2.2 Valmistaja

Raspberry Pi -tietokoneen on tuonut markkinoille Iso-Britanniassa vuonna 2008 perustettu Raspberry Pi Foundation -järjestö. Järjestön tavoitteena on kehittää aikuisten ja lasten teknistä osaamista sekä tietotaitoa liittyen yleisesti tietokoneisiin ja niillä tehtäviin monipuolisiin projekteihin. Järjestön perustajat huomasivat, että varsinkin nuoret osaavat kyllä käyttää tietokoneita, mutta käyttäjät eivät tiedäneet, miten tehdään itse sovelluksia tai kuinka niitä ohjelmoidaan. 1980-luvulla tietokoneen käyttäjien täytyi osata kirjoittaa komentoja suoraan komentoriville kursorin vilkkuessa. Vuosien saatossa sovellusten käyttöliittymät ovat muuttuneet suoraviivaisemmiksi ja käyttäjäystävällisemmiksi. Tämän vuoksi itse sovelluksista on tullut vähemmän muokattavia, joka on vähentänyt tietoteknisen osaamisen taitoja. (Raspberry Pi 2018b.)

Raspberry Pi -minitietokoneen syntyminen mahdollisti mobiiliteknologian nopea kehitys. Pienikokoisten ja tehokkaiden komponenttien tarve esimerkiksi älypuhelimien sai prosessorivalmistajat kehittämään tuotteitaan nopeammin ja tehokkaammin. Tätä kautta pienikokoisten prosessorien ja komponenttien markkinahinnat laskivat tasolle, jossa Raspberry Pi Foundation -järjestöllä oli mahdollisuus koota tavoittelemansa tietokone, jossa yhdistyy halpa hinta ja monipuolisuus. Tällä konseptilla pyrittiin laskemaan aloituskynnystä, jotta mahdollisimman moni tietotekniikasta kiinnostunut pystyisi aloittamaan oman projektinsa ja kehittämään näin omaa osaamistaan tekniikan maailmassa. (Cook & McManus 2013, 12; Raspberry Pi 2018b.)

Ensimmäinen Raspberry Pi:n prototyyppi valmistui vuonna 2011. Se oli muistitikun kokoinen, ja siinä oli vakiona kamera. Valmistajat tavoittelivat noin 25 punnan ulosmyyntihintaa, mutta pienikokoisen piirilevyn ahdas alusta nosti valmistuskustannuksia yli tavoitteen. Lisäksi protoon ei mahtunut kaikkia toivottuja liittimiä, joten ensimmäinen myyntiversio, model A, kasvoi lopulta luottokortin kokoiseksi ja ilmestyi myyntiin helmikuussa 2012. Käyttömuistina toimi halpa ja luotettavaksi todettu SD-muistikortti, josta ladattiin käyttöjärjestelmä piirilevyn käyttöön. Näyttöjä varten malli A:n piirilevystä löytyi kaksi liitintä: uudempi HDMI-liitin ja vanhoihin näyttöihin tarkoitettu komposiittivideoliitin. Virtaliittimeksi oli valittu Micro USB -liitin, joka oli muodostunut standardiksi mobiililaitteissa ja siksi niitä löytyi jo valmiiksi lähes joka kodista. (Upton & Halfacree 2016, 6.)

”Raspberry” valikoitui osaksi nimeä, koska perinteisesti tietokoneille oli annettu usein nimi hedelmien mukaan. Nimeen tuli mukaan ”Pi”, jolla viitattiin Python-ohjelmointikielen, koska valmistajat ajattelivat sen olevan ainoa käytettävä ohjelmointikieli laitteessa. Ensimmäiset Raspberry Pi -piirilevyt valmistettiin Kiinassa, mutta jo erittäin aikaisessa vaiheessa



tuotanto kotiutettiin Etelä-Walesiin. Valmistuskustannukset ovat lopulta laskeneet Walesissa halvemmiksi, kuin mitä ne alun perin olivat Kiinassa. (Upton & Halfacree 2016, 5-8.)

### 2.3 Tekniikka

Raspberry Pi on ns. single board computer (SBC), eli piirilevy toimii tietokoneena jo sellaisenaan. Piirilevy ei tarvitse lisäkortteja toimiakseen kuten tavanomainen tietokone, jonka emolevyllä pitää lisätä vähintään muistikammat ja prosessoriyksikkö. Yleensä edullista ja pientä kokoa tavoittelevat yhden kortin tietokoneet ovat karsittu ylimääräisistä osista ja liittimistä. Raspberry Pi 3 model B:n piirilevyllä löytyvät vain liittimet erillistä kameramoduulia ja kosketusnäyttöä varten sekä erikoisliitäntöihin varatut GPIO-pinnit. (Tecnopedia 2018; Raspberry Pi 2018a.)

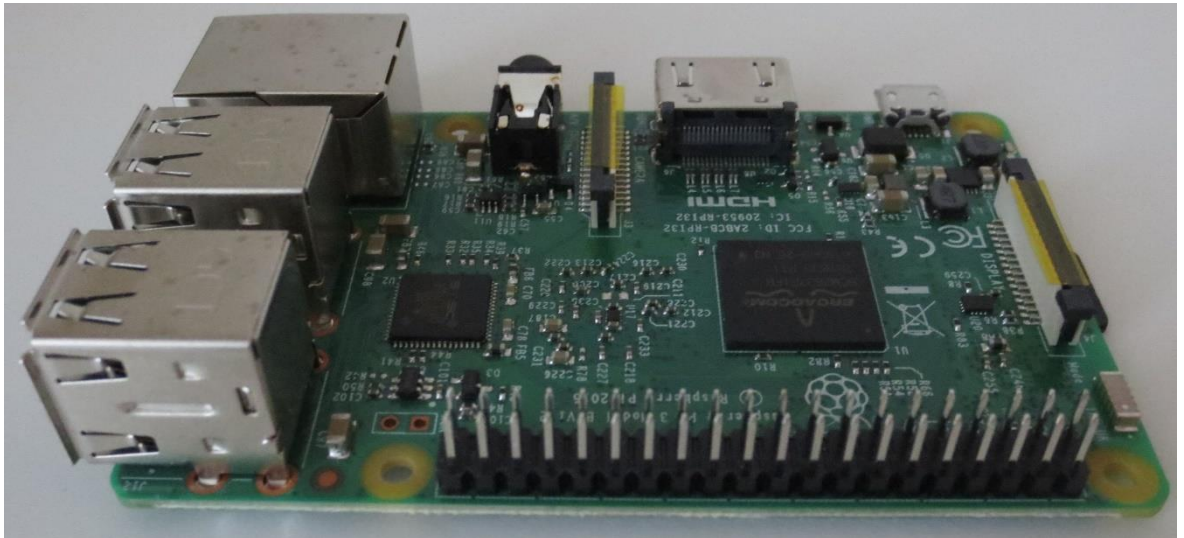
Raspberry Pi:n selkärankana toimii Broadcomin valmistama järjestelmäpiiri, joka vastaa prosessorista, grafiikanohjaimesta ja keskusmuistin käytöstä niiden välillä. Piiri perustuu ARM-arkkitehtuuriin, joka on suosittu etenkin mobiililaitteiden ja sulautettujen järjestelmien prosessoreissa. ARM-prosessorit ovat tehokkuuteensa nähden halpoja ja kuluttavat vähäisesti virtaa. Arkkitehtuuri on yhteensopiva tunnetuimpien käyttöjärjestelmien kanssa. (Cook & McManus 2013, 12; Bansode & Vijay 2015, 3386.)

Verrattuna tavanomaisiin tietokoneisiin Raspberry Pi:stä on karsittu pois paristo, joka ylläpitää järjestelmän kellonaikaa virran ollessa katkaistuna. Aina kun Raspberry Pi sammutetaan, sen kello pysähtyy ja uudelleen käynnistäessä järjestelmä hakee Internetistä ajan. Raspberry Pi on suunniteltu oletuksella, että mikäli se ei ole yhteydessä Internetiin, käyttäjä päivittää manuaalisesti järjestelmän ajan. Kun virta on sammutettu, järjestelmää ei pysty herättämään käyntiin haluttuun aikaan, koska järjestelmällä ei ole tallessa kellonaikaa. Mikäli verkkoyhteyttä ei ole saatavilla ja Raspberry Pi -projektissa on kellonajasta riippuvaisia ajastuksia, Raspberry Pi:hin kannattaa asentaa oma Real Time Clock -moduuli. Se kiinnitetään GPIO-pinneihin ja siinä on oma paikka nappiparistolle, joka antaa virtaa järjestelmän kellolle sähkövirran ollessa katkaistuna.

(Adafruit. 2018; Raspberry Pi 2018a)

### 2.4 GPIO

GPIO -pinnien kautta Raspberry Pi:hin voi kytkeä kaikenlaisia elektronisia laitteita ja komponentteja. Kuten kuvasta 2 näkyy, GPIO-pinnit erottuvat selvästi piirilevyllä ja ne on sijoitettu tarkoituksella helposti käytettäväksi. GPIO-pinnit puuttuvat yleensä tavallisista tietokoneista, ja tästä syystä Raspberry Pi sopii niitä monipuolisemmin elektronisiin projekteihin. (Upton & Halfacree 2016, 8.; Monk 2016, 9.0).



Kuva 2 GPIO-pinnit kampamaisena rivinä kuvan alaosassa

GPIO -lyhenne tulee englanninkielen sanoista General Purpose Input/Output, eli kyseiset pinnit ovat tarkoitettu lähettämään ja vastaanottamaan erilaisia signaaleja. Signaalit ovat sähkövirtaa, jonka määrää hallitaan ja seurataan ohjelmistolla. Ohjelmiston avulla eri elektroniset laitteet voidaan ohjelmoida keskustelemaan keskenään. (Cook & McManus 2013, 270-272.)

GPIO-pinnejä käytettäessä tarvitsee tutustua oman mallinsa GPIO-taulukkoon, josta näkee jokaisen pinnin tarkoituksen ja tyyppin. Pinnejä ohjelmoitaessa taulukon avulla pystyy viittaamaan juuri haluttuun pinniin, jotta sitä voi lukea tai kuunnella. Pinnien numerointi ja ominaisuudet on pyritty pitämään samoina läpi eri Raspberry Pi -mallien, vaikka pinnien määrä on lisääntynyt uusiin malleihin. Tiedetyt pinnit kestävät 5V ja 3.3V jännitteitä. Liitettäessä sitä suuremmalla jännitteellä toimiva ulkoinen laite GPIO-pinnien kautta Raspberry Pi:hin, on syytä huomioida, että todennäköisesti sähkövirrassa kulkeva ylisuuri jännite rikkoo herkemmän laitteen. Tämän estääkseen käyttäjän pitää ohjata sähkövirta sopivan kokoisten vastusten kautta, jotka laskevat jännitettä. (Monk 2016, 9.2; Monk 2016, 9.12.)

## 2.5 Eri versiot ja mallit

Raspberry Pi:stä on julkaistu neljä eri versiota, joita kutsutaan nimillä model A, model B, Zero ja Compute model. Viimeisin eli Compute model on suunniteltu teollisuuteen käytettäväksi erikoisvalmisteisien komponenttikorttien kanssa. Kuluttajakäyttöön suunnitellut model A ja B ovat ulkonäöltään hyvin pitkälti samanlaisia kortteja, joissa näkyviä eroja ovat fyysisen verkkoportin olemassaolo, USB-porttien määrä sekä molempien porttien ohjaamiseen tarkoitettu piirisarja. Zero -malli on kuluttajakäyttöön suunniteltu, mutta siitä on

riisuttu turhat liittimet, kun siitä on pyritty tekemään pienin ja halvin mahdollinen saatavilla oleva minitietokone. (Upton & Halfacree 2016, 13.)

Jokaisesta versiosta on ilmestynyt eri sukupolvien malleja. Alkuperäiset Raspberry Pi -mallit olivat nimeltään model A ja model B. Näitä malleja ei ole enää virallisesti myytävänä. Seuraavaksi ilmestynyt sukupolvi tunnistettiin nimen perässä olleesta + -merkistä. Sitten siirryttiin numeroihin, ja seuraavat mallit tunnistettiin nimen perässä olevista numeroista (kaksi tai kolme sukupolven mukaan). Eri sukupolvien välisten mallien merkittävimpiä eroja olivat järjestelmäpiirin malli, prosessorin suurempi nopeus, keskusmuistin kasvanut määrä ja sisäänrakennetun langattoman verkkoyhteyden sekä Bluetoothin mahdollisuus. GPIO-pinnien määrä on kasvanut alkuperäisestä 26 pinnistä uusien mallien 40 pinniin. (Raspberry Pi 2018a.)

Taulukko 1 – Raspberry Pi:n mallien ominaisuuksia (Raspberry Pi 2018a)

Raspberry Pi	Järjestelmäpiiri	Nopeus	RAM	USB-portit	Ethernet	WLAN/Bluetooth	Hinta
Model A+	BCM2835	700Mhz	512MB	1	Ei	Ei	\$20
Model B+	BCM2835	700Mhz	512MB	4	Kyllä	Ei	\$25
2 Model B	BCM2836 tai BCM2837	900Mhz	1GB	4	Kyllä	Ei	\$35
3 Model B	BCM2837	1200Mhz	1GB	4	Kyllä	Kyllä	\$35
Zero	BCM2835	1000Mhz	512MB	1	Ei	Ei	\$5
Zero W	BCM2835	1000Mhz	512MB	1	Ei	Kyllä	\$10

Taulukossa 1 on listattu saatavilla olevien Raspberry Pi -mallien ominaisuuksia (Raspberry Pi – FAQ, 2018). Mikäli omalle Raspberry Pi -projektille on tärkeää lisälaitteiden määrä, niin model B on paras vaihtoehto. Siitä löytyy useimmille projekteille riittävä määrä USB-portteja lisälaitteita varten sekä langallinen Ethernet -verkkoliitin, jolla laitteen saa kiinteästi verkkoon. Niin sanotuissa kolmannen sukupolven malleissa on sisäänrakennettu Bluetooth-vastaanotin sekä Wi-Fi-antenni. Jälkimmäisen ansiosta ei tarvitse uhrata yhtä USB-porttia Wi-Fi-adapterille, mikäli mahdollisessa projektissa tarvitaan yhdistämään laite

langattomaan verkkoon. Yhden USB-portin malleissa tarvitaan alkuun ainakin erillinen USB-hubi, jonka avulla saa liitettyä vähintään näppäimistön, hiiren ja mahdollisen Wi-Fi-adapterin kiinni ensimmäisten asetusten viimeistelemiseksi. Jatkossa asetuksia voi säätää esimerkiksi SSH-yhteyden avulla, ilman että Raspberry Pi:ssä on kiinni näyttöä tai näppäimistöä. Pienessä ja halvassa Zero -mallissa on vain yksi USB-liitin lisälaitteita varten. Siihen pitää liittää ns. Micro USB-OTG (on the go) kaapeli, jonka toiseen päähän voi taas liittää normaaliin USB-porttiin meneviä laitteita. Zerossa on mini HDMI -liitin, jonka vuoksi näytön kiinnittäminen Zeroon vaatii erikoiskaapelin tai adapterin. (Monk 2016, 1.1; Monk 2016, 9.2.)

Laskentateholtaan ja muistin määrältään tehokkaimmat mallit, Raspberry Pi 3 model B ja Raspberry Pi 2 model B, sopivat yleisesti kaikenlaisiin projekteihin. Niissä on tuplasti muistia verrattuna muihin malleihin ja niiden neliytimiset suorittimet hoitavat minitietokoneille tarkoitetut laskentatehtävät tehokkaasti. Yksinkertaisiin elektroniikkaprojekteihin vanhempi model A tai pienikokoinen malli Zero riittänee laskentatehon puolesta, jolloin niiden valinnalla pystyy säästämään kustannuksissa. Zero on hyvä valinta, jos laite täytyy sijoittaa todella pieneen tilaan. Zeron W -versiossa on tarjolla WLAN ja Bluetooth, jolloin siihen saa helposti yhteyden, vaikka se sijoitettaisiin hankalaan paikkaan. (Monk 2016, 1.1; Monk 2016, 9.2.)

## **2.6 Lisätarvikkeet**

Raspberry Pi:n virallinen myyntipakkaus sisältää vain piirilevyn. Kun piirilevyä halutaan käyttää tietokoneena, tarvitaan vielä vähintään virtajohto ja käyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmä ladataan tietokoneen käyttöön muistikortilta, jonka käyttöä varten piirilevyiltä löytyy valmis liitin. Karsitun tuotteen ideana on ollut saada hinta mahdollisimman matalaksi. Raspberry Pi:n valmistajat laskivat, että useimmilla minitietokoneen ostajilla löytyy jo valmiiksi kotoa ylimääräisiä tietokonetarvikkeita, jotka voidaan ottaa hyötykäyttöön eikä näin valmistajan tarvitse nostaa myyntipakkauksen hintaa lisälaitteilla. Kuvassa 3 on tarvikkeista näytiltä kotelo, virallinen virtalähde ja microSD-muistikortti. Muita yleisiä lisätarvikkeita Raspberry Pi:hin ovat näyttö/televisio, USB-hubi, näppäimistö, hiiri, USB-muistikortti, ulkoinen kiintolevy, kaiuttimet ja mahdolliset muut kaapelit kuten HDMI. (Cook & McManus 2013, 14-18; Raspberry Pi – FAQ, 2018a.)



Kuva 3 kotelo, muistikortti ja virtalähde

Sähkövirtaa Raspberry Pi saa Micro USB -mallisen virtaliittimen kautta. Virtaa voi syöttää myös USB-liittimien tai GPIO:n pinnien kautta, mutta silloin ohitetaan piirilevyyn rakennettu sulake, joka suojelee Raspberry Pi:tä virtapiikeiltä (ModMyPi 2015). Raspberry Pi:lle sopiva virtalähde syöttää säänneltyä tasavirtaa viiden voltin jännitteellä. Virtalähteen pitäisi tuottaa tarpeeksi sähköä itse Raspberry Pi:lle ja kaikille siihen liitetyille lisälaitteille, joilla ei ole omaa virtalähdettä. Liian vähän sähköä tarjoava virtalähde kuumenee kovassa käytössä ja mahdollisesti pettää tai pahimmassa tapauksessa syttyy tuleen. Liian vähän sähköä saava tietokone voi taas resetoitua itsestään. Raspberry Pi Cookbook -kirjan mukaan virtalähteen tuottaman sähkövirran minimiarvona kannattaa pitää vähintään 700mA. Jos käytössä on virtaa vieviä lisälaitteita, kuten USB-käyttöinen Wi-Fi-mokkula, niin virtalähteen pitäisi antaa sähkövirtaa vähintään 2 ampeeria. Älypuhelimien laturit ovat varustettu Micro USB -liittimillä ja voivat sopia Raspberry Pi:n virtalähteeksi. Ennen sellaisen käyttöönottoa omaan projektiin on syytä tarkistaa, että laturin käyttämä jännite ja tarjoama sähkövirta on riittävää. Virtalähteelle pitäisi aina jäädä reserviin käyttämätöntä virtaa. (Monk 2016, 1.3.)

Myynnissä oleviin Raspberry Pi -malleihin sopii vain microSD-muistikortti. Alkuperäisiin model A ja model B -malleihin sopii muistikortiksi vain täysikokoinen SD-kortti. Valmistaja suosittelee muistikortin vähimmäistallennustilaksi 8 gigatavua, jotta käyttöjärjestelmän vievän tilan jälkeen kortille jää tilaa käyttäjän omille tiedostoille ja ohjelmille. Tallennustilana

käytettävä muistikortti voi olla maksimissaan 128 gigatavun kokoinen. Käyttäjä voi tuki hyödyntää erillistä USB-muistitikkoa tai ulkoista kovalevyä tallennustilana. (Raspberry Pi 2018a.)

Näytön liittämistä varten Raspberry Pi model A ja B:stä löytyy kolme ulostuloa, jotka ovat HDMI -portti, composite video -portti sekä piirilevyn pinnasta löytyvä DSI -liitin (Display Serial Interface). DSI -liittimeen voi yhdistää vain erikoisvalmisteisen kosketusnäytön. Pienikokoisessa Zerossa on vain HDMI-portti, joka on malliltaan mini. Muissa versioissa nykyajan standardiksi muotoutunut HDMI- ja composite video -portit löytyvät piirilevyn kyljestä ollen näin helposti käytettävissä. HDMI-liittimen kautta laite pystyy toistamaan teräväpiirtokuvaa uusimmissa näytöissä. Composite video -portti on suunniteltu vanhemmille näytöille ja televisioille. Tarjolla on liittimiä ja adaptereja, joilla lähes kaikki mahdolliset näytöt saadaan kiinni Raspberry Pi:n portteihin. (Upton & Halfacree 2016, 23-26.)

## **2.7 Järjestelmän käyttöönotto**

Kaikkien Raspberry Pi -mallien virallinen käyttöjärjestelmä on nimeltään Rasbian, joka sopii tavanomaiseen tietokonekäyttöön. Käyttöjärjestelmä ladataan ja tallennetaan muistikortille, josta Raspberry Pi käyttää sitä. Käyttöjärjestelmistä on lukuisia jakeluita, joista osa on suunniteltu vain valjastaakseen Raspberry Pi vain tietyn tehtävän tekemiseen, kuten vaikka mediacentriksi tai infonäytöksi. Tällöin käyttöjärjestelmän kokoaja on valinnut kyseiseen jakeluun sopivimmat ohjelmistot ja optimoinut asetukset kyseistä tehtävää varten. (Monk, 2016, 1.4.)

Suuri osa tarjolla olevista käyttöjärjestelmistä on Linux-pohjaisia, jotka perustuvat vapaaseen lähdekoodiin. Vapaan lähdekoodin ideana on, että kenellä tahansa - kuten isolla kaupallisella yrityksellä tai vapaaehtoisella asiantuntijalla - on mahdollisuus tutkia ja muokata ohjelmiston koodia omaan tai muiden käyttöönsä haluamallansa tavalla. Linux on ilmainen ja sitä saa jakaa muille käyttäjille vapaasti. Se on siis vastakohta siihen, miten kaupallisia käyttöjärjestelmiä myyvät ohjelmistotalot suojelevat omia tuotteitaan liikesalaisuuksina. Useat ohjelmistot ovat Linuxissa ilmaisia. (Cook & McManus 2013, 12.)

Valitun käyttöjärjestelmäjakelun sisältävä muistikortti asetetaan piirilevyn alapuolella sijaitsevaan liittimeen huolellisesti. Mikäli muistikortti on vinossa, väärinpäin tai siinä on kosketushäiriö, järjestelmä ei edes aloita järjestelmän käynnistystä. Näyttö liitetään sopivalla kaapelilla, lisälaitteet liitetään USB-portteihin ja tarvittaessa verkkokaapeli yhdistetään Ethernet-porttiin. Viimeisimpänä liitetään virtalähde laitteessa sille tarkoitettuun liittimeen ja

virtalähteen pistoke sähköpistorasiaan. Laite käynnistyy heti liittämisen jälkeen, koska laitteessa tai virtalähteessä ei ole erillistä virtakytkintä. (Cook & McManus 2013, 31-42.)

Ensimmäisellä käynnistyskerralla vanhemmat jakelut Rasbian -käyttöjärjestelmästä avaavat ohjelman nimeltä raspi-config, jolla voi muokata laitteen tärkeimpiä asetuksia. Uudemmat jakelut käynnistyvät joko suoraan graafiselle työpöydälle tai komentoriville. Komentoriviltä tai graafisen työpöydän terminaalin ikkunasta käyttäjä voi avata raspi-config ohjelman komennolla:

```
$ sudo raspi-config
```

Tekstipohjainen raspi-config toimii vain näppäimistöllä, jonka nuolinäppäimien mukaan liikutaan ohjelman käyttöliittymässä. Ohjelman tarkoituksena on tehdä tavanomaisten asetusten määrittäminen tavalliselle käyttäjälle mahdollisimman helpoksi. Ohjelma muuttaa Linuxin tekstipohjaisia konfigurointi-tiedostoja, joista esimerkiksi yksi tiedosto on osoitteessa /boot/config.txt. Käyttäjä voi itse editoida kyseistä tiedostoa haluamallaan tekstieditorilla. Muutosten käyttöönotto vaatii lähes poikkeuksetta uudelleenkäynnistystä. (ELinux.org 2016.)

Tietoturvasyistä ensimmäisellä käyttökerralla on syytä muuttaa oletuskäyttäjän salasana. Oletuskäyttäjä on "pi" ja oletussalasanana on "raspberry", joilla tiedoilla pääsee kirjautumaan ensimmäisellä kerralla raspi-config ohjelmaan. Raspi-configin menussa on oma kohta, jonka valitsemalla käyttäjä pääsee vaihtamaan salasanansa. Salasanan vaihto on yksi harvoista muutoksista, joka ei vaadi uudelleenkäynnistystä. (Monk 2016, 1.11.)

Oletusarvoisesti Raspberry Pi:hin täytyy sen käynnistyessä kirjautua sisään ja manuaalisesti käynnistää graafinen työpöytä. Tämän prosessin voi muuttaa raspi-configistä automaattiseksi valitsemalla sen valikostaan kyseinen valinta. Muutos tulee voimaan vasta uudelleenkäynnistysten jälkeen. Käyttäjän suora kirjautuminen työpöydälle voi aiheuttaa tietoturvariskin. Jos Raspberry Pi:tä käyttää vain yksi käyttäjä henkilökohtaisena tietokoneena, suoran kirjautumisen käytännöllisyys voi olla käyttäjälle tärkeämpi kuin aiheutuneet tietoturvauhat. (Monk 2016, 1.12.)

Raspi-configistä määritellään langattoman verkon asetukset, muutetaan tietokoneen muille näkyvää nimeä ja asetetaan paikalliset asetukset (kuten käytettävä kieli, näppäimistön muoto ja aikavyöhyke). Raspi-config -ohjelman avulla voidaan tarvittaessa nostaa prosessorin nopeutta ohjelmallisesti, säätää näytön reunalla olevien mustien palkkien paikkaa, määrittää grafiikkaohjaimelle jaetun muistin määrää ja ohjata ääni tulemaan ulos joko HDMI-liittimen kautta tai composite-video liittimen kautta. Ensimmäisellä käyttökerralla

kannattaa tarkistaa, että käyttöjärjestelmä on määrätty ottamaan käyttöön muistikortilla oleva tyhjä tila, joka sinne jää ajettavan käyttöjärjestelmän jälkeen. Näin käyttäjällä on enemmän tilaa omille tiedostoille ja ohjelmille, eikä lisätilaa varten tarvitse välttämättä liittää USB-muistitikkoa tai ulkoista kovalevyä viemään yhtä USB-porttia. Toiminnon käyttöönotto vaatii uudelleenkäynnistyksen. (Raspberry Pi 2018c.)

## 2.8 Etäkäyttö kiinteällä IP-osoitteella

Pienen kokonsa takia Raspberry Pi:n saa mahtumaan ahtaaseen paikkaan. Tällöin ei välttämättä haluta käyttää näppäimistöä, hiirtä tai näyttöä, jolloin yhteys Raspberry Pi:hin voidaan hoitaa täysin toisen tietokoneen kautta ns. etähallinnalla. Tätä varten raspi-configin valikosta valitaan käyttöön SSH- tai VNC-palvelu. Yhteydenottoa varten tarvitsee tietää kohdetietokoneen IP-osoite. (Monk 2016, 2.7.)

IP-osoitteen voi määrittää kiinteäksi, jotta etähallinnalla voidaan ottaa helposti yhteys juuri tietyssä osoitteessa sijaitsevaan tietokoneeseen. Jokaiselle verkkoyhteydelle, niin kiinteälle kuin langattomallekin, on oma IP-osoite. Kiinteän IP-osoitteen asettaminen ei onnistu raspi-config ohjelman kautta, vaan komentorivillä täytyy muokata tiedostoa osoitteesta `/etc/network/interfaces`. Eri Linux-jakeluissa verkkoyhteydet on nimetty hieman eri tavalla. Käyttäjän pitää selvittää käyttöjärjestelmän käyttämä nimi verkkoyhteydelle, jonka yhteyttä halutaan muokata. Nimen voi päätellä antamalla esimerkiksi terminaaliin komennon:

```
$ ifconfig
```

Tämä käsky näyttää koneen kaikki käytössä olevat verkkoyhteydet ja niiden tilan. Langallinen verkkoyhteys alkaa yleensä e-kirjaimella (Ethernet) ja langaton verkkoyhteys w-kirjaimella (Wireless). Tämän jälkeen muokataan konfigurointi -tiedostoa komennolla:

```
$ sudoedit /etc/network/interfaces
```

Tiedostosta löytynee oletusarvoisesti rivi, jossa `ifconfig` -käskyllä löydetty verkkoyhteys on määriteltä. Se voisi näyttää esimerkiksi tältä: `iface wlan0 inet dhcp`. Vaihtamalla `dhcp` sanan tilalle `static`, määritellään wlan0-niminen langaton verkkoyhteys käyttämään kiinteitä osoiteasetuksia. Kyseisen rivin alle lisätään manuaalisesti laitteen haluttu kiinteä osoite (address), verkkomaski (netmask), reitittimen osoite (gateway) ja viittaus erilliseen `wpa_supplicant.conf` -tiedostoon, jossa on tunnettujen langattomien verkkojen nimet ja kirjautumiseen tarvittavat salasanat. Kiinteä IP-osoite langattomassa verkkoyhteydessä voidaan määritellä `Interfaces` -tiedostossa esimerkiksi näin:

```
iface wlan0 inet static
    address 192.168.1.5
```



```
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1
wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

Tiedostossa wpa\_supplicant.conf määritellään tunnetut verkot ja sen sisältö voisi näyttää esimerkiksi tältä:

```
network={
    ssid="verkonnimi"
    psk="verkonsalasana"}
```

Mahdolliset muutokset otetaan käyttöön sulkemalla ja käynnistämällä tietokone uudelleen. Nyt toisesta tietokoneesta on helpompaa luoda etäyhteys haluttuun tietokoneeseen, jolla on kiinteä IP-osoite. (Monk 2016, 2.3; Monk 2016, 2.5.)

### 3 Infonäytöt ja niiden toteutuksia

Infonäyttöjä käytetään tiedottamiseen, opastamiseen tai kaupallisissa kohteissa myynninedistämiseen. Perinteisesti tiedottamiseen riittää näyttö, joka vain toistaa sisältöä. Sisältö voi olla dynaamista, mikäli se haetaan esimerkiksi tietokannasta. Opastamiseen tarkoitettu näyttö voisi toimia vuorovaikutteisesti. Silloin käyttäjä ohjaa näyttöä esimerkiksi kosketusnäytön avulla ja infonäyttö vastaa käyttäjälleen ruudulla näkyvillä kuvilla tai äänillä. Kohteesta riippuen opastava infonäyttö voi korvata kokonaan aulatyötä tekevän työntekijän. Myynninedistämiseen tarkoitettut näytöt asetetaan strategisesti paikkoihin, joilla pyritään ohjaamaan ostoskäyttäytymistä. Tavoitteena on lisätä myyntiä ja parantaa asiakastytyväisyyttä. Näyttöihin voidaan myydä mainoksia, joilla ajan myötä voidaan saada kustannettua mahdolliset infonäytön aloituskulut. Mainostaessa infonäytöllä säästyy rahaa ja työaika, kun perinteisiä mainosjulisteita ei tarvitse enää tulostaa ja teipata seinille tai asentaa telineisiin. Infonäytöillä saadaan mainokset ja tiedotteet ajoitettua vaivatta kampanjoiden ja tuotetarjousten mukaisesti, jolloin haluttu viesti kohdentuu tehokkaasti. Uudet isot infonäytöt lisäävät nykyaikaista ilmettä ja niillä saa helposti muutettua vanhatkin työ- tai myymälätilat nykyaikaisiksi. (FirstView 2018a; FirstView 2018b)

Dave Heynes löysi jo vuonna 2013 kirjoittamaansa artikkeliin 19 eri ohjelmistovaihtoehtoa toteuttaa Raspberry Pi:llä infonäyttö (Haynes 2013). Tulevissa kappaleissa käydään läpi kolme eri infonäyttöjen toteutusvaihtoehtoja, joissa kaikissa on Raspberry Pi -tietokone järjestelmän toistimena. Varsinainen näyttö voi olla mikä tahansa, josta löytyy sopiva liitin vastaanottamaan signaalia. Esiteltävien ohjelmistojen minimivaatimuksena on ollut nettisivun toisto koko ruututilassa ja riittävä tuki JavaScriptille, jonka avulla piirretään visuaalisia kaavioita ruudulle.

#### 3.1 Infonäyttö Rasbian -käyttöjärjestelmällä

Yksinkertaisen infonäytön voi toteuttaa Raspberry Pi:llä käyttämällä Rasbian -käyttöjärjestelmää asentamalla siihen tarvittavat ohjelmat ja tekemällä halutut asetukset käyttöjärjestelmään. Toteutusvariaatioita voi olla lukuisia ja projektin tavoitteista riippuen joku toinen ohjelma tai asetukset voi sopia toiseen toteutukseen paremmin. Tässä esittelen yhden toteutusvaihtoehdon, jonka lähteinä toimii Dan Purdyn (Purdy 2014) ja Robert Pearmanin (Pearman 2016) tekemät oppaat. Aloitus kulkee samalla tavalla kuin 2.8 kappaleessa esitetty käyttöönotto. Raspberry Pi:n IP-osoite asetetaan kiinteäksi kohdassa 2.9 annettujen ohjeiden mukaan.

Riippuen tehdyistä asetuksista Raspberry Pi käynnistyy joko komentoriville tai työpöytä-versioon. Tässä ohjeessa käytetään komentorivikomentoja ja työpöytäversiolta pääsee komentoriville painamalla näppäimistöä WinLogo + T yhdistelmää, jolloin terminaali-ikkuna aukeaa. Ensin päivitetään hyvän käytännön mukaisesti pakettienhallintalista ja ladataan listan perusteella päivitettyt paketit. Se onnistuu kaksoiskomennolla:

```
$ sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade -y
```

Seuraavaksi asennetaan sopivat ohjelmat, kuten kevyempi versio Google Chromesta eli Chronium -selain, x11-xserver-utils, unclutter ja xdotool. X11-palvelin mahdollistaa komentorivillä graafisten ikkunoiden esittämisen. Chronium -selaimella voi esittää nettisivut kokoruututilassa ilman tehtäväpalkkeja tai ikoneita ja näin ollen tämä sopii infonäytön tarpeisiin. Unclutter poistaa hiiren kursorin näytöltä ja xdotool -ohjelmalla ohjelmoidaan näppäinkomentoja tai hiiren liikkeitä, joiden avulla saadaan ohjattua käyttöjärjestelmää. Nämä kaikki asentuvat komennolla:

```
$ sudo apt-get install chronium-browser x11-xserver-utils unclutter xdotool -y
```

Kun ohjelmat on asennettu, varmistetaan Raspi-configistä vielä, että pääkäyttäjän salasana on vaihdettu ja SSH-palvelin on päällä. Tämän jälkeen Raspberry Pi:n voi asettaa infonäytön taakse ja irrottaa näppäimistön ja hiiren. Jatkossa yhteys hoituu SSH-palvelimen kautta, johon saa yhteyden kiinteän IP-osoitteen avulla. (Pardy 2014; Pearman 2016.)

Tässä vaiheessa voi kirjautua käyttämään Raspberry Pi:n komentoriviä toiselta koneelta käyttäen SSH-ohjelmaa. Linux -käyttöjärjestelmistä se toimisi komentoriviltä komennolla:

```
$ ssh 'käyttäjätunnus'@'kiinteä_IP-osoite'
```

Windows -käyttöjärjestelmissä voi käyttää suosittua yhteysohjelmaa nimeltään PuTTY.exe. Kun etäyhteys on saatu, säädetään seuraavaksi Rasbian-käyttöjärjestelmän käynnistysasetuksia kyseisen käyttäjän kohdalta. Annetaan komento:

```
$ sudoedit /home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart
```

Näytönohjain poistetaan käytöstä antamalla kommenttimerkki # rivin alkuun, jossa lukee "@xscreensaver -no-splash". Lisäämällä rivit "@xset -dpms" ja "@xset s noblank" estetään virranhallintajärjestelmää sammuttamasta käyttämättömänä ollutta järjestelmää tai näyttöä. Vielä lisätään rivi "chromium-browser --noerrordialogs --kiosk --incognito", jolla avataan Chronium -selain kokoruututilaan. Esitettävät sivut voi kirjoittaa etukäteen Chromiumin asetuksiin, jossa määritellään avattavat välilehdet osoitteineen käynnistyksen yhteydessä. (Pardy 2014; Pearman 2016.)

Lopuksi säädetään infonäytön rutiineja crontab -ohjelman ja komentoscriptien avulla. Crontab toimii käyttöjärjestelmän taustalla ja se suorittaa sille annettuja tehtäviä ajastusai-kataulun mukaisesti. Se sopii tehtäviin, joita suoritetaan säännöllisesti esimerkiksi tunneit-tain, päivittäin tai viikoittain (Indiana University 2018). Skriptit ovat tiedostoja, jotka sisältä-vät komentorivikomentoja. Suurin osa skripteistä ajetaan Linux-jakeluissa Bash-komento-tulkin kautta, joka on järjestelmän ensisijainen käyttöliittymä. Bash-skripti tunnistetaan en-simmäisen rivin merkeistä `#!/bin/bash`. (Linux.fi 2017.) Skripteihin lisätään yleensä nimen perään päätte `.sh` ja ne täytyy muokata suoritettavaksi tiedoston ominaisuuksista, ennen kuin niitä voi ajaa komentotulkilla. Muokkaus tapahtuu `chmod` -komennolla ja oikeilla para-metreillä. Komento `chmod u+x vaihda_valilehti.sh` muuttaa kyseisen tiedoston oikeuksia niin, että vain kyseinen käyttäjä (`u=user`) saa suoritusoikeuden (`x = execute`) tiedostoon. (Cyberciti.biz 2018.)

Komennolla `crontab -e` avataan aktiivisen käyttäjän crontab -tiedosto. Tiedoston pohjalle lisätään rivi, jossa kerrotaan aikataulu, rivin suoritettava komentotulkin tiedostosijainti ja osoite itse suoritettavalle scriptille. Joka arkipäivä kahden minuutin välein toistuva scripti saadaan kirjoittamalla crontabiin `*/2 * * * 1-5 /bin/bash /home/pi/change_tab.sh`. Jos ha-lutaan vaihtaa esimerkiksi Chromium -selaimessa näkyvää välilehteä, se onnistuu ajamalla seuraava skripti, joka hyödyntää `xdotool` -ohjelmaa:

```
#!/bin/bash
#change_tab.sh
export DISPLAY=:0.0'
xdotool key ctrl+Tab
```

Skriptien avulla voidaan hallita infonäytön ruudun toimintaa ja tilaa. Näyttö käynnistyy skriptillä:

```
#!/bin/bash
#tv-on.sh
export DISPLAY=:0
tvservice -p
fbset -depth 8; fbset -depth 16;xrefresh
```

Ja näyttö sammuu skriptillä:

```
#!/bin/bash  
#tv-off.sh  
tvservice -off > /dev/null
```

Yleensä näyttö voidaan haluta avata arkisin työpäivän alussa esimerkiksi aamukahdeksalta, ja kun työvuoro iltapäivällä noin kello 17 loppuu, näyttö halutaan sulkea kuluttamasta virtaa. Crontabissa nämä rivit kirjoitettaisiin:

```
00 08 * * 1-5 /bin/bash /home/pi/tv-on.sh  
00 17 * * 1-5 /bin/bash /home/pi/tv-off.sh
```

(Pearman 2016.)

### 3.2 Screenly

Screenly on ohjelmisto, joka on suunniteltu varta vasten Raspberry Pi -tietokoneelle. Pääajatuksena on ollut saada pieneen kokoon mahtuva infonäyttötoistin, joka pystyy esittämään yleisimpiä tiedostomuotoja. Ohjelmistonvalmistaja tarjoaa valmiin levykuvan, joka tallennetaan muistikortille ja käynnistetään Raspberry Pi:ssä. Näiden lisäksi minimitoteutukseen tarvitaan vielä monitori/televisio sekä lähiverkkoyhteys. Mikäli haluaa toistaa vain kuvia ja videoita, ne voi tallentaa paikallisesti eikä lähiverkkoyhteyskään ole pakollinen. Näppäimistöä tarvitsee vain alussa järjestelmäasetusten säätämiseen, jos ei käytä valmistajan tarjoamaa levykuvaa, jossa oletusasetukset mahdollistavat SSH -etäyhteyden toiselta koneelta. Itse levykuva on Linux Rasbian -käyttöjärjestelmän, jonka päälle on ohjelmoitu vain infonäytölle ominaiset toiminnot. Edullisella Raspberry Pi:n laitteistokustannuksella sekä millä tahansa televisiolla tai näytöllä saadaan rakennettua jo yksinkertainen infonäyttötoteutus. (Screenly 2018a; Screenly 2018b.)

Screenlystä on tarjolla ilmainen OSE (Open Source Edition) -käyttöjärjestelmä, jonka käyttö on ilmaista eikä sen aloittaminen vaadi rekisteröitymistä. OSE-version käyttöön kelpaa mikä tahansa Raspberry Pi -malli. OSE-versiossa saa ilmaiseksi käyttöön yhden infonäytön. Käyttäjä voi tuki perustaa useita infonäyttöjä, jotka toimivat toisistaan riippumatta. Tällöin mahdollisten asetusten ja näytettävän sisällön muuttaminen vaikuttaa vain kyseiseen näyttöön. Useamman näytön yhtäaikaista hallitseminen ei ole valmistajan ilmaisversiota käyttämällä mahdollista. (Screenly 2018c.)

Tarjolla on olemassa Screenly Pro, joka on maksullinen palvelu. Screenly Pro:n käyttämiseen sopii vain uusien Raspberry Pi 3 model B -malli. Kuten taulukosta 2 näkyy, hinnoittelu perustuu kuukausimaksuihin riippuen näyttöjen määrästä. Screenly Pro:n etuja ovat ilmaisversioon verrattuna automaattinen laitteiston asennus ja päivitys, monen infonäytön yhtäaikaista sisältöjen hallinta, etähallinta, pilvitalennus, videoiden automaattinen koodaus, laitteiston monitorointi ja tilan seuranta. (Screenly 2018c.)

Taulukko 2. Screenly Pro -tuotteen hinnoittelu (Screenly 2018c)

Palvelu	Bronze	Silver	Gold	Enterprise
Hinta / kk	\$ 19.95	\$ 99.95	\$ 199.95	\$ 799.95
Näyttöjen määrä	2	12	28	130
Tallennustila	15 GB	100 GB	250 GB	1100 GB
Lisänäyttö hinta / kk	\$ 9.95	\$ 8.95	\$ 7.95	\$ 6.95
1 GB lisää hinta / kk	40 c	30 c	24 c	22 c

Screenlyn infonäytöllä voi toistaa kuvia, videoita ja nettisivuja. Kuvia varten hyväksyttävät tiedostomuodot ovat JPG, PNG ja GIF. Windowsista tuttua BMP-formaattia ei kuitenkaan tueta. Kuvien käsittelyssä tavoiteltava pikselikoko olisi syytä olla mahdollisimman lähellä kokoa 1920 x 1080, jotta kuvat näkyisivät mahdollisimman terävinä isolta näytöltä.

Screenly Pro:ssa ei tarvitse huolehtia videoiden muodosta tai koosta, koska palveluun kuuluu automaattisesti lisättyjen videoiden pakkaus. Sen sijaan ilmaisversion videoistoin on nimeltään OMXplayer, joka on komentorivipohjainen ja oli alun perin suunniteltu Raspberry Pi:n kotiteatteritoteutuksiin. Se toistaa moitteetta videot tarvittaessa teräväpiirtona, kunhan toistettava materiaali on koodattu vain tismalleen haluttuun H264 MPEG4 -muotoon. Screenly pystyy toistamaan nettisivuja Internetistä ja lähiverkosta. Paljon JavaScript-koodia sisältävät sivut eivät välttämättä toistu täydellisesti. Nettisivutkin olisi hyvä olla optimoitu koolle 1920 x 1080 parhaan lopputuloksen saamiseksi. (Screenly 2018c; OMXplayer 2018.)

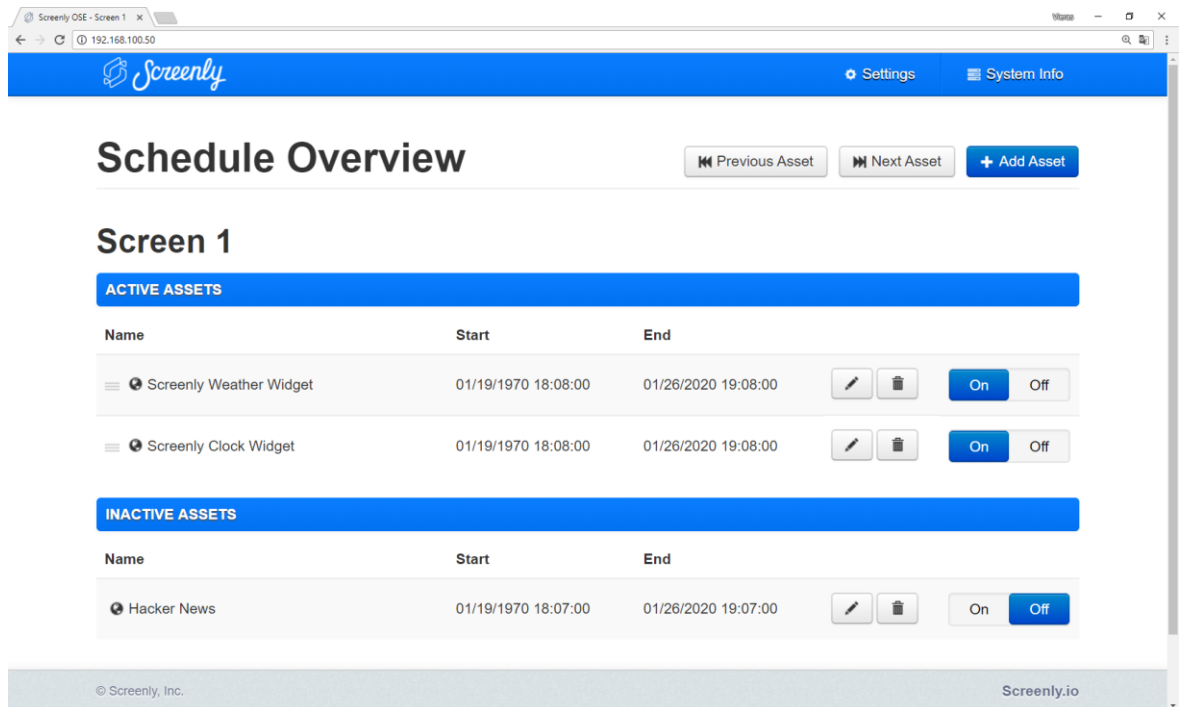
Screenlyllä ei ole tiedostotukea suoraan Microsoftin Powerpoint -tiedostojen esittämiseen. Sama pätee vastaaviin tiedostoihin Apple Keynote- tai Google Slides -ohjelmista. Jokaisessa ohjelmassa on silti ominaisuus, jonka avulla esitys voidaan muuttaa kuviksi.

Screenlyllä kuvat voi ajastaa näkymään haluamassa järjestyksessä. Powerpointissa on mahdollisuus tehdä esityksestä liikkuvaa animaatiota sisältävä video, jolla saa oman esityksensä vaivattomasti näkyviin Screenlyn infonäytöissä. (Screenly 2018d.)

Ensimmäisellä käynnistyksellä Screenly pyrkii liittymään paikalliseen lähiverkkoon ja näyttämään aloitusruudullaan saamansa IP-osoitteen, joka on samalla infonäytön sisällönhallinnan web-käyttöliittymän osoite. Mikäli laitetta ei yhdistetä Ethernet-portin kautta verkkoon, langattoman verkon tunnistetiedot pitää käydä antamassa manuaalisesti. Kun näppäimistöä painaa CTRL+ALT+F1 -yhdistelmän, pääsee Screenlyn alla pyörivän Rasbian-käyttöjärjestelmän komentoriville. Oletuskäyttäjätunnus on "pi" ja -salasana "raspberrypi", jolla saa pääkäyttäjän oikeudet järjestelmään. Järjestelmän asetuksia pääsee helpoimmin muokkaamaan Raspi-config -ohjelmalla, jonka käyttöä esiteltiin jo aikaisemmin. Ohjelmalla pitää asettaa muistikortilla oleva tyhjä tila käyttöjärjestelmän käytettäväksi, muuten tallennustila loppuu nopeasti. Jos asettaa SSH-palvelun päälle asetuksista, on tärkeää vaihtaa oletuskäyttäjän salasana. Raspi-configin kautta annetaan kirjautumistiedot langattomaan lähiverkkoon. Vaihdetut asetukset tulevat voimaan vasta uudelleenkäynnistämisen jälkeen. (Screenly 2018e.)

Screenlyn sisältöjä ja esitystä hallitaan web-käyttöliittymällä, johon pääsee samassa lähiverkossa olevalta toiselta tietokoneelta kirjoittamalla selaimen osoiteriville Screenlyn IP-osoitteen. Käyttöliittymä on jaettu aktiiviseen sisältöön ja ei-aktiiviseen sisältöön, kuten

kuva 4 esittää. Sisältö lisätään yksinkertaisesti Add asset -napista, jonka jälkeen sisältö siirtyy ei-aktiiviselle listalle. Kun sisällön haluaa esittää infonäytön ruudulla, se pitää lisätä vielä aktiiviselle soittolistalle valitsemalla ON -nappi kyseiseltä riviltä. Jokainen yksittäinen sisältö voidaan määrittää näkymään jokaisella toistokerralla halutun ajan. Jokaiselle sisällölle voidaan määrittää aika, jolloin sen näkyminen alkaa ja loppuu aktiivisella soittolistalla. (Screenly 2018e; Screenly 2018a)



Kuva 4 Screenly OSE:n Web-käyttöliittymä

Käyttöliittymää ei ole salasanasuojattu, vaan kuka tahansa, joka samassa lähiverkossa kirjoittaa selaimensa osoiteriville Screenlyn IP-osoitteen, pääsee muokkaamaan näytettävää esitystä. Mikäli tämä halutaan estää, voidaan siihen käyttää http-protokollan tarjoamaan pääsynhallintaa, joka estää sivulle pääsyn ilman määriteltyä käyttäjätunnusta ja salasanaa. Tämä ominaisuus otetaan käyttöön editoimalla `~.screenly/screenly.conf` -tiedostoa ja kirjoitetaan `[auth]` -kohdan alle haluttu käyttäjänimi ja sen salasana (Petersson 2017a).

### 3.3 Pisignage

PiSignage on pilvipalveluna toimiva digitaalisten infonäyttöjen kokonaisuus, jonka toistimina pyörivät Raspberry Pi -minitietokoneet. PiSignage -pilvipalvelun käyttö vaatii rekisteröitymisen heidän sivuillaan. Rekisteröidylle käyttäjälle varataan käyttöä varten oma tila PiSignagen palvelimelta. Käyttäjä voi perustaa tililleen useita infonäyttötoistimia, jotka voi



jakaa omiin ryhmiin. Ryhmän infonäyttötoistimet voivat sijaita eri verkoissa ympäri maailman, kunhan toistimet ovat ensin rekisteröity palvelimelle ja niillä on myös yhteys palvelimeen. PiSignage hyväksyy monipuolisemmin sisältöjä kuin edellä esitetty Screenly. Esitettäväksi halutut sisällöt lisätään soittolistalle, joka annetaan tietylle ryhmälle toistettavaksi. Yhden ryhmän kaikki infonäyttötoistimet jakavat samat asetukset ja toistavat samaa soittolistaa samoina sisältöineen. (PiSignage 2017a.)

PiSignagen hinnoittelu koostuu toistimien käyttöoikeuslisensseistä ja niiden perusteella muodostuneesta palvelimen käytön tilausmaksusta. Lisenssi yhdelle toistimelle maksaa \$25 ja se maksetaan vain kerran. Tilausmaksu kuukaudessa on \$2 yhdelle toistimelle ja se veloitetaan kuukausittain. Etukäteen voi ostaa 12 tilausmaksua \$20 hintaan ja käyttää niitä haluamalla tavalla kaikille toistimilleen. Rekisteröinnin yhteydessä käyttäjä saa kuitenkin ikuiset käyttöoikeuslisenssit kolmelle toistimelle ja niiden ilmaiset tilausmaksut palvelimille. Tällä tavalla käyttäjä voi ottaa huoletta palvelun käyttöön ja huomata, onko palvelu sopiva omaan käyttötapaukseensa. Samalla käyttäjä hahmottaa, miten palvelu voisi toimia suuremmille toteutuksille. (PiSignage 2018b.)

PiSignage tarjoaa halukkaille asennettavaksi oman palvelimen omaan lähiverkkoon. Se perustuu vapaaseen lähdekoodiin ja on kloonattavissa GitHub -palvelusta omaan käyttöön ilmaiseksi. Sitä varten palvelimelle pitää asentaa etukäteen ilmaiset MongoDB-, node.js-, npm-, ffmpeg-, imagemagick- ja Git -nimiset ohjelmat. Tämän lisäksi tarvitaan vielä toistimien käyttöoikeuslisenssit, joita siis saa kolme ilmaiseksi rekisteröinnin yhteydessä. Toistimet rekisteröidään omaan palvelimeen ja se tarkistaa PiSignagelta lisenssien voimassaolon. Tilausmaksuja ei tule maksettavaksi omaa palvelinta käytettäessä. Omalla palvelimella ei ole kaikkia samoja ominaisuuksia, joita saa käyttämällä PiSignagen palvelinta. Esimerkiksi käyttäjien hallinta, toistimien tilan raportointi ja muutamat muut ominaisuudet löytyvät vain PiSignagen ylläpitäältä palvelimelta. (PiSignage 2017a; PiSignage 2017c.)

Sisällöksi PiSignagelle kelpaa video-, ääni-, kuva- ja PDF-tiedostot, html5-sivut, html-projektin sisältävän zip-tiedostot, RSS-syötteet ja netin suosituimpien suoratoistovideopalveluiden formaatit. PiSignagen palvelin muuttaa sille ladattavat yleisimmät videotyypit automaattisesti Raspberry Pi:lle sopivaan muotoon ja kokoon. Suoratoistona PiSignage pystyy toistamaan suojaamattomat videot esimerkiksi YouTubesta, jonka sisältö toistuu livestreamer -nimisellä ohjelmalla. Muut videot PiSignage toistaa omxplayerillä. Palvelimella on oma sisällönlisäystoiminto, jossa käyttäjä voi nopeasti ja helposti lisätä infonäytöllä näkymään koko ruudun ilmoituksen tai ruudun alareunassa jatkuvasti liukuvan viestisyötteen, jota kutsutaan nimellä ticker. (PiSignage 2018d; PiSignage 2017e.)

PiSignagessa on valmis toiminto, jossa näytettävät sisällöt voidaan kätevästi esittää ruudulla valmiiden pohjapiirrosten mukaan. Tämä toiminto on nimeltään Layout käyttöliittymässä. Infonäytön koko ruutu jaetaan tarvittaessa useampaa pienempään osaan ns. pohjapiirroksiksi. Valmiita pohjapiirroksia on käytettävänä 15 kappaletta, joissa ruutu on jaettu kahteen tai kolmeen osaan. Osat ovat nimetty dokumentaatioissa sivu-, pohja- ja pääruuduiksi. Jokaiseen osaan voidaan määrittää näkyväksi eri sisältö, jolloin näytettävän infon määrä näytöllä monikertaistuu. Käyttäjä voi tehdä oman mielensä mukaisen pohjapiirroksen. PiSignage -infonäyttö voidaan kääntää pystyasentoon, jolloin pohjapiirrosten avulla sisällöt saadaan näkymään oikeassa asennossa. (PiSignage 2018f.)

PiSignage -palvelussa kaikki toistimet rekisteröidään, jotta ne voidaan yksilöidä ja lisätä tiettyyn ryhmään. Toistimen ensimmäisen käynnistyksen yhteydessä sen ruudulle tulee nähtäväksi kyseisen toistimen oma uniikki koodi, joka syöttämällä PiSignagen palveluun rekisteröi kyseisen toistimen palveluun. Tässä yhteydessä lisenssi ladataan toistimeen ja uudelleenkäynnistyksen jälkeen toistin voi alkaa esittää sille määriteltyä sisältöä. (PiSignage 2018g.)

PiSignagen toistimina voi käyttää Raspberry Pi:n lisäksi Google Chrome -selainta ja Google Chromecast -mediatoistinta, kunhan asentaa niihin PiSignagen oman applikaation. Valmistaja on julkaisemassa Linux Ubuntu -käyttöjärjestelmään ohjelmaa, jolla voi tehdä tietokoneesta oman toistimen. Koko järjestelmää ja sisällönhallintaa varten valmistajalla on tarjolla web-käyttöliittymä, jonka voi kirjautua osoitteessa [pisignage.com](http://pisignage.com). Valmistaja on tehnyt omat applikaatiot Androidin mobiililaitteille ja Google Chrome -selaimelle, joilla voi ottaa samassa lähiverkossa olevan PiSignagen haltuun. Applikaatiota voi käyttää kaukosäätimenä, jolla ohjataan reaaliaikaisesti ruudulla esitettävää sisältöä. (PiSignage 2018h.)

### **3.4 Infonäyttöjen toteutuksien ongelmia**

Screenlyllä ja PiSignagella ei pysty toistamaan kaikkia haluttuja sivuja. Esimerkiksi sivut, joihin vaaditaan salasanalla kirjautuminen, ovat ongelmallisia. Jos sisällöksi lisätään nettisivu, Screenly ja PiSignage tarkistavat, mitä kyseisen nettisivun osoite vastaa takaisin. Mikäli sivu on suojattu http-protokollan pääsynhallinnalla, vastaus http-pyyntöön on kielteinen ja sisältöä ei voi lisätä. Tämän voi kiertää lisäämällä käyttäjätunnuksen ja salasanan osoitteeseen esimerkiksi näin:

`http://käyttäjätunnus:salasana@www.nettisivu.com`

Suurin osa salasuojuista sivustoista käyttää kuitenkin erilaista suojausta, johon ei löydy suoraa ratkaisua Screenlyltä tai PiSignagelta. Mikäli tällaisen sivun lisää sisällöksi, se yleensä hyväksytään, koska pyyntö ohjautuu yleensä sivuston kirjautumissivustolle, joka ei anna kielteistä vastausta http-pyyntöön. Jos haluaa esittää yritysten ajankohtaisia tietoja infonäytöllä, on se yleensä ongelma, koska yritysten tiedot ovat lähes poikkeuksetta Internetissä salasanan takana. (Pearman 2016; Screenly 2013f.)

Screenly ja PiSignage esittävät omilla nettisivuillaan muutamia ratkaisuja, joilla voisi ratkaista salasanoilla suojattujen sivujen esittämisen. Yhtenä vaihtoehtona voisi antaa näyttävälle sivulle pitkä ja salainen URL-osoite, jota ihminen ei pysty arvaamaan. Samalla pitää huolehtia siitä, ettei hakukoneet indeksoi sivua muistiinsa, jos sivulla on kriittistä tietoa. Toinen vaihtoehto on käyttää SSH-tunnelia ja esimerkiksi lisätä Raspberry Pi:n julkinen avaimen suoraan nettisivuja esittävälle palvelimelle. Kolmas vaihtoehto voisi olla se, että manuaalisesti kirjaudutaan infonäytön nettiselaimen ja tallennetaan evästeet muistiin ja asetetaan niiden vanhenemisaika mahdollisimman pitkälle. (PiSignage 2018i.)

Mikäli Screenlyä tai PiSignagea käyttää ilman nettiyhteyttä ns. offline-tilassa, sisältöjen ajoittaminen voi epäonnistua. Molempia ohjelmia toistava Raspberry Pi päivittää kellonai- kansa netin kautta, ja ilman Internetyhteyttä kuluva aika vääristyy viimeistään uudelleen- käynnistyksen yhteydessä. Pääkäyttäjä voi toki manuaalisesti käydä asettamassa kellon oikeaan aikaan, mutta tilanne ei ole ideaali. (Petersson 2017b).

Screenly ja PiSignage molemmat varoittavat, että paljon JavaScript -koodia sisältävät sivut eivät välttämättä toimi tarkoitetulla tavalla. Tämä koskee enimmäkseen nettisivuja, jotka ovat suunniteltu esiteltäviksi pöytätietokoneen tasoisella prosessorilla ja silloin Rasp- berry Pi:n prosessorilta voi loppua tehot sulavaan toistoon. Samoin niin sanottua Flash si- sältöäkään Raspberry Pi ei pysty toistamaan. (PiSignage 2018; Screenly 2018b.)

## 4 Infonäytön prototyyppi toimeksiantajalle

Edellä olleessa teoriaosuudessa esiteltiin kolme vaihtoehtoa Power Stick OY:lle edullisen infonäytön toteuttamiseen. Kaikkiin toteutuksiin yhtä prototyyppiä kohtaan tarvitaan vähintään tietokone, itse näyttö ja joku ohjelmisto, joka yhdistää osat infonäyttökokonaisuudeksi. Esitetyissä vaihtoehdoissa selvisi, että PiSignagella tietokoneen ei tarvitse olla Raspberry Pi. Mikä tahansa tietokone riittää, kunhan siihen saa asennettua Google Chrome -selaimen ja siihen PiSignagen laajennuksen. Toisaalta Raspberry Pi saadaan piiloon pienen kokonsa vuoksi, toisin kuin tavalliset tietokoneet.

### 4.1 Prototyypin valintojen perustelut

Ensimmäisen infonäytön prototyypin kustannukset olisivat kaikissa esitetyissä toteutuksissa hyvin samankaltaiset. Suurin kustannus olisi itse näyttö, jonka hinta määräytyy pitkälti ruudun koon ja ominaisuuksien mukaan. Tätä toteutusta varten toimeksiantajalta löytyy ylimääräinen televisio, jossa on HDMI-liitin ja joka kelpaa infonäytöksi koon puolesta. Jos televisio halutaan asettaa seinälle, tarvitaan vielä oikean mallinen seinäteline. Muita kustannuksia ensimmäiseen näyttöön olisivat Raspberry Pi -tietokone sekä HDMI-kaapeli, virtalähde, muistikortti ja kotelo. Kotelo ei tarvitse käyttää, jos Raspberry Pi:n ulkonäkö ei haittaa ja sähkövirran voi saada televisiosta USB-liittimestä, kuten tämän opinnäytetyön teoriaosuudesta tulee ilmi. HDMI-kaapeleita ja muistikortteja voi löytyä valmiiksi jo omasta takaa yritykseltä. Nämä kaikki osat ja tehokkain Raspberry Pi löytyivät yleisesti myytävänä olevista aloituspaketista, joka maksoi noin 70 euroa (kirjoitushetkellä). Laitteistossa piti olla langaton verkkokortti, jonka vuoksi laitteiston piti olla suhteellisen uutta, eli vähintään kolmannen sukupolven malli. Tässä toteutuksessa esitettävä sisältö olisi pääsääntöisesti nettisivuja, joiden toistamiseen ei kuitenkaan tarvinnut tehokkainta Raspberry Pi -laitetta. Hintaaero kalleimman ja halvimman laitteen välillä koettiin kuitenkin toimeksiantajan puolelta minimaaliseksi, joten laitteista valittiin uusin ja helpoimmin saatavilla oleva Raspberry Pi 3 model B -malli.

Kaikkien toteutusvaihtoehtojen ohjelmistot olivat ilmaisia infonäytön ensimmäistä prototyyppiä varten. Rasbian –käyttäjärjestelmällä toimivia infonäyttöjä voidaan asentaa rajoituksetta. Screenly OSE:llä voi toteuttaa niin monta yksittäistä näyttöä kuin vain haluaa, mutta silloin niitä ei voi hallita yhtenä kokonaisuutena. PiSignage -ohjelmistolla voi ottaa käyttöönsä kolmen infonäytön kokonaisuuden ilman kuluja. PiSignagen kolme näyttöä toimivat yksittäin tai tarvittaessa yhtenä ryhmänä.

Kun ohjelmistojen teknisiä ominaisuuksia ja toimintoja verrattiin, lopulta päädyin valitsemaan toteutuksen PiSignagella. Rasbian -käyttäjärjestelmällä tehty toteutus vaatii tietoteknistä osaamista ja siinä ei ole helppoa käyttöliittymää, jolla hallita sisältöjä. Sen käyttäminen vaatisi pääkäyttäjiltä Linux -käyttäjärjestelmien komentorivin osaamista ja se ei välttämättä ole mahdollista toimeksiantajan puolelta. Siitä puuttuu ominaisuus, jolla lisätä pikaviestejä infonäytöille heti nähtäväksi. Sen sijaan Screenly OSE:ssä on helppokäyttöinen käyttöliittymä, jolla kokematonkin pääkäyttäjä pystyy hallitsemaan sisältöjä ja aikatauluttaa niitä infonäytöllä esitettäväksi. Nettisivun lisääminen näytettäväksi onnistuu todella nopeasti ja selkeästi käyttöliittymästä. Screenly -ilmaisversion puutteena on se, ettei sen näyttöjä voi ohjata ryhmänä. PiSignageen verrattuna Screenlystä puuttuu helppokäyttöinen html-generaattori, jolla tietotekniikkaa vähemmän osaava voi helposti tehdä sisältöä infonäytölle. PiSignageessa on monipuolisin ohjelmisto ja valmistaja on julkaissut kiitettävästi dokumentaatiota, jolla selviää yleisimmistä tehtävistä. PiSignagella on kattavin tiedostotuki verrattuna muihin toteutuksiin. PiSignagella on Android -laitteille ja Google Chrome -selaimelle tehty kaukosäädinapplikaatio, jolla voi pyörittää infonäytön sisältöä oman tahonsa mukaan.

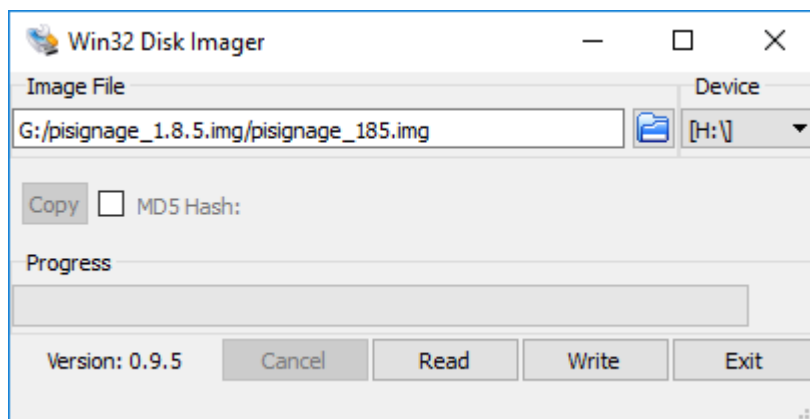
Screenly esittelee tukevansa useaa Dashboard-työkalua suoraan. Dashboard-työkalut voisivat olla tärkeitä palasia kokonaisuuden kannalta, mutta tässä projektissa ne rajattiin pois, koska ne liittyvät liikaa sisällöntuottamiseen. Dashboard-työkalun lopputulos on nettisivu ja sen näyttäminen onnistuu kaikilla esitetyillä ohjelmistoilla. Lisäksi parhaat Dashboard-työkalut ovat hintavia käyttää tai sitten ne ovat optimoitu erilaisten applikaatioiden, palvelimien ja tietokoneiden tilan seuraamiseen. Toimeksiantajalla ei ollut tarvetta näitä tarkkailla, vaan oman toiminnanohjausjärjestelmän tietokannan muuttuvia lukuja.

Tähän toteutukseen valikoitui käytettäväksi siis PiSignagen ohjelmisto. Ennen aloitusta käytiin läpi palvelun käyttöehdot (PiSignage 2016j). Kohdassa 15. mainittiin, että PiSignage kerää tietoja käyttäjistä, toistimien lokitiedoista sekä asetuksista ja palvelimelle ladatusta sisällöstä. Lisäksi samassa kohdassa todettiin, että kerättyjä tietoja voidaan käyttää ongelmatapauksien selvittämiseen ja palvelun kehittämiseen, mutta kerättyjä tietoja ei jaeta kolmannelle osapuolelle ilman lupaa. Riippuen esitettävästä sisällöstä ja infonäytön käyttötapauksesta, tiettyjen tietojen esittäminen tällaisilla käyttöehdoilla voisi olla kyseenalaista yritykselle, joka ei halua salaisten tietojen joutuvan toisen osapuolen tietoon. Joten PiSignagea ei voi suositella kaikkiin toteutuksiin täysin varauksetta. Tämän toteutuksen toimeksiantaja ei nähnyt tässä ongelmaa. Esitetyt Screenly OSE tai Rasbian infonäyttötoteutukset toimivat itsenäisinä toistimina, eivätkä ole yhteydessä pilvipalvelimelle.

## 4.2 PiSignage toteutuksen aloitus

PiSignage voidaan asentaa omalle palvelimelle tai palveluntarjoajan palvelimelle osoitteeseen <https://www.pisignage.com>. Toteutukseen valittiin palveluntarjoajan palvelin, koska silloin ohjelmistossa on enemmän ominaisuuksia käytettävänä. Isännöity palvelu on hallittavissa Internetistä etänä, toisin kuin oma palvelin, jonka toteutus voisi jäädä vain lähiverkon sisällä käytettäväksi. Toimeksiantaja voi ottaa käyttöön kolme infonäyttöä, ennen kuin tästä monipuolisesta palvelusta tulisi heille ylimääräisiä kuukausikustannuksia isännöidyn palvelimen ylläpidosta.

Toteutus alkoi rekisteröitymällä PiSignage -palveluun osoitteessa: <https://www.pisignage.com/signup>. Onnistuneen rekisteröinnin jälkeen sähköpostiin tuli viesti onnistuneesta tilin perustamisesta ja lyhyet asennusohjeet. Ne alkoivat PiSignagen tarjoaman levykuvan latauksella, joka löytyi osoitteesta: <https://github.com/colloqi/pisignage>. Valitsin tähän toteutukseen uusimman levykuvan, joka oli optimoitu Raspberry Pi 3 model B -mallille. Lataushetkellä uusin versio oli 1.8.5., ja jonka levykuva oli nimetty `pisignage_185.img`. Latauksen jälkeen se tallennettiin muistikortille erillisellä ohjelmalla. Esimerkiksi Windows -käyttöjärjestelmällä se onnistui pääkäyttäjän oikeuksilla Win32DiskImager -ohjelmalla. Kuvassa 5 näkyy kyseisen ohjelman näkymä. Image File -kohtaan asetettiin ladattu levykuva ja Device -kohtaan muistikortin kohdeaseman kirjainlyhenne, joka oli siis muistikortin osoite. Muistikortin suosituskoko on vähintään 8 gigatavua ja suositusluokitus class 10. Levykuvan tallentamisessa kesti muutama minuutti.

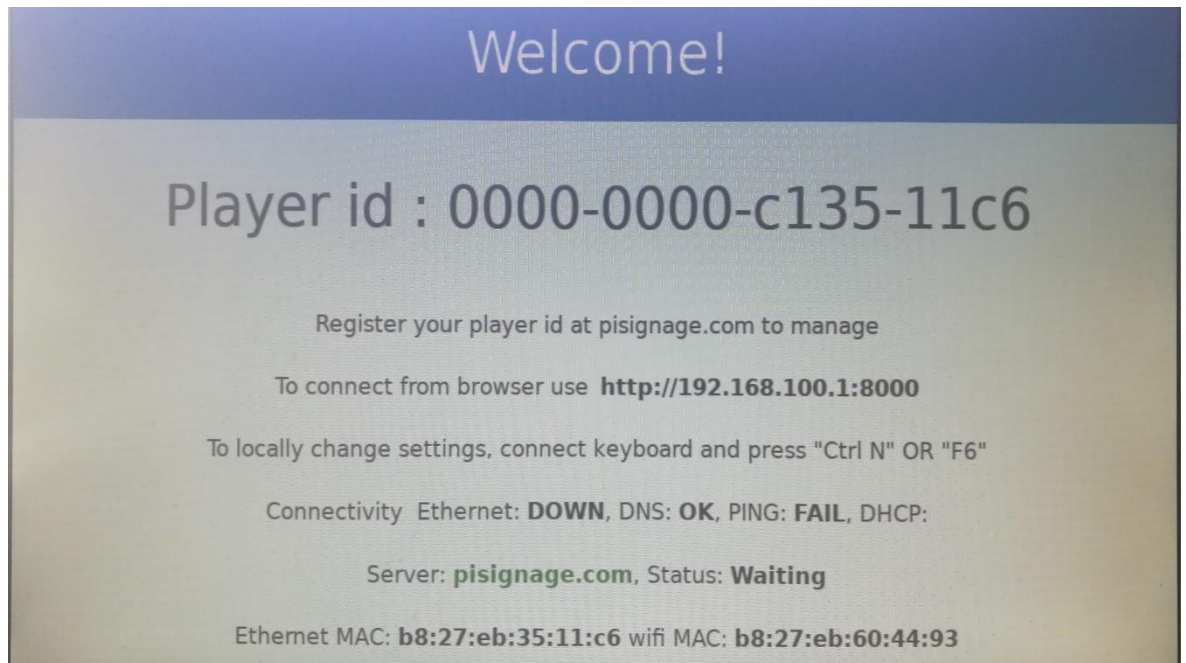


Kuva 5 Win32DiskImager -ohjelman näkymä

## 4.3 Toistimen rekisteröinti ja yhteysasetukset

Levykuvalla tallennettu muistikortti asetettiin Raspberry Pi:n liittimeen ja virtalähteen kiinnittämisen jälkeen Raspberry Pi käynnistyi heti. Ensimmäisessä PiSignagen käynnistyk-

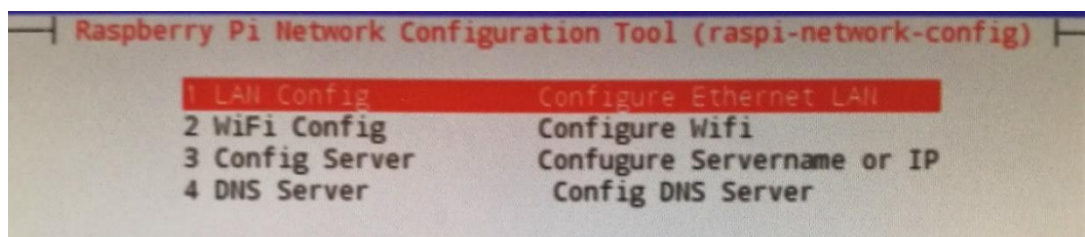
sessä kesti normaalia kauemmin, kun ohjelma tarkisti järjestelmän kunnon sekä käytettävissä olevat verkkoyhteydet. Käynnistyksen jälkeen infonäyttöön ilmestyi kuvan 6 mukainen ruutu, jossa toivotettiin käyttäjä tervetulleeksi.



Kuva 6 Esimerkki ensimmäisen käynnistyksen aikana näkyvästä tervetuloruudusta

Kyseisestä tervetuloruudusta löytyi isolla kyseisen Raspberry Pi -toistimen tunnistenumero eli Player id PiSignage -palvelussa. Tätä Player Id:tä tarvittiin myöhemmin rekisteröinnissä, joten se piti kirjoittaa talteen. Ilman rekisteröintiä toistimen ohjelmistolle ei voinut vielä antaa sisältöjä esitettäväksi. Tervetuloruudusta näkee verkkoyhteyden tilan ja sen, onko toistin saanut yhteyden palvelimeen.

Tässä vaiheessa vain langatonta verkkoyhteyttä käyttävällä toistimella ei ollut vielä yhteyttä Internetiin, jonka kautta pystyisi lataamaan toistimen käyttöoikeuslisenssin toistimen omaan muistiin. Tätä varten näppäimistö piti kiinnittää Raspberry Pi:n USB-porttiin ja painaa näppäinyhdistelmää CTRL+N tai F6, jolloin päästiin muokkaamaan verkkoyhteyksiä. Esiin tullut valikko perustui teoriaosuudessa esitettyyn Raspi-config -ohjelmaan. Tähän valikkoon, josta on esimerkki kuvassa 7, ei tarvitse käyttäjätunnusta ja salasanaa.



Kuva 7 PiSignage Raspi-config -valikko verkkoyhteyksien hallitsemiseen

Ensimmäisestä kohdasta (LAN Config) asetetaan langallista verkkoyhteyttä käyttävälle Pi-Signage -toistimelle kiinteä IP-osoite tai pyydetään hakemaan IP-osoite paikalliselta DHCP-palvelimelta. Toisesta kohdasta (WiFi Config) voidaan määrittää käytetyn langattoman verkon asetukset kuten verkon nimi ja salausavain. Tässä toteutuksessa toimeksiantajan tiloissa käytettiin langatonta verkkoa, joten Wifi Config -kohdan alta asetettiin toimeksiantajan käyttämän langattoman verkon nimi ja sen salasana. Kolmannesta, Config Server -kohdasta, asetettiin kyseisen toistimen käyttämän palvelimen IP-osoite, joka tässä toteutuksessa oli pisignage.com. Jos käyttää teoriaosuudessa esitettyä omaa palvelinta, niin silloin tähän tulisi kyseisen palvelimen osoite. Neljännessä kohdassa nimipalvelimien osoitteiksi oli annettu oletuksena Googlen tarjoamat osoitteet, joita ei ollut tarvetta muuttaa. Ohjelmasta poistuminen aiheutti uudelleenkäynnistyksen, jonka jälkeen tervetuloruu dusta löytyi tieto, että toistin oli saanut verkkoyhteyden kuntoon ja sillä oli yhteys palvelimelle.

Raspi-config -valikosta ei pysty asettamaan langattomalle yhteydelle kiinteää IP-osoitetta. IP-osoitteen tulee tietää, mikäli halutaan ottaa SSH -etäyhteys tai käyttää web-käyttöliittymää nettiselaimen kautta lähiverkossa. Mikäli haluaa PiSignagen toistimen aina löytyvän samasta IP-osoitteesta omasta langattomasta lähiverkosta, niin toistimen asetuksia täytyy muuttaa manuaalisesti komentorivin kautta. Komentoriville pääsee painamalla näppäimistöltä CTRL+ALT+T -yhdistelmää. Kiinteän IP-osoitteen määrittäminen esiteltiin teoriaosuiden kappaleessa 2.8, joka perustui Raspberry Pi Cookbook (Monk 2016) -nimisen kirjan ohjeisiin. Lähiverkon ylläpitäjältä pitää ensin varmistaa vapaa käytettävä IP-osoite. Teoriaosuudessa mainittiin PiSignage -palvelun tarjoamat omat Android- ja Google Chrome -applikaatiot, jotka toimivat esitettävän sisällön kaukosäätiminä, mutta tarvittaessa selaavat lähiverkon laitteet ja löytävät PiSignage -toistimien IP-osoitteet automaattisesti. Näitä applikaatioita käyttämällä katoaa tarve ja perusteet asentaa toistimelle langatonta yhteyttä käyttävä staattinen IP-osoite. Tämän vuoksi tässä toteutuksessa päätettiin, että langaton verkko käyttää vain DHCP-palvelimelta annettua osoitetta, joka vaihtuneen aika ajoin.

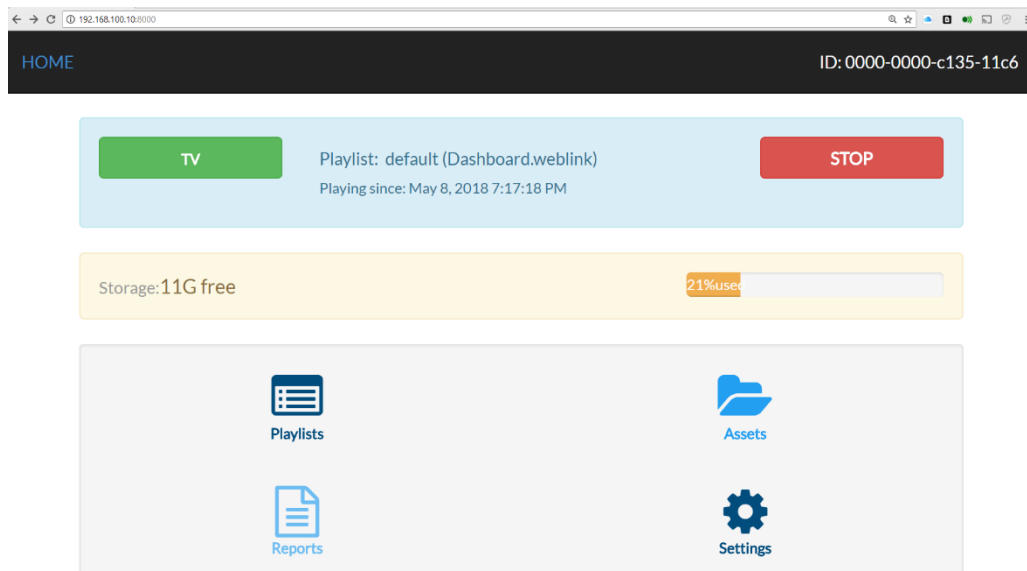
Kun verkkoyhteydet olivat kunnossa, päästiin rekisteröimään toistinta. Toistimen rekisteröinti tapahtuu kaikissa tapauksissa nettiselaimella osoitteessa [www.pisignage.com](http://www.pisignage.com) ja se tehdään vain kerran per toistin. Yksi rekisteröity toistin voi kuulua vain yhteen tiliin, joten toteutuksessa kirjauduttiin toimeksiantajalle perustetulle tilille, johon toistin haluttiin yhdistää. Rekisteröintiin tarvittiin aikaisemmin talteen kirjattu 16-merkkinen Player id -numero. Rekisteröinnin yhteydessä määriteltiin, minkä nimiseen ryhmään kyseinen toistin laitetaan, mitä aikavyöhykettä toistin käyttää, mitä nimeä kyseinen toistin tottelee ja vapaamuotoisesti ilmoitettiin toistimen sijainti. Onnistuneen rekisteröinnin jälkeen toistin piti uudelleen



käynnistää, jolloin toistin lataisi palvelimelta käyttöoikeuslisenssin muistiinsa. Tämän jälkeen toistin voi toistaa sisältöjä tarvittaessa paikallisesti, vaikka sillä ei olisi yhteyttä palvelimeen.

#### 4.4 Yhteys toistimeen

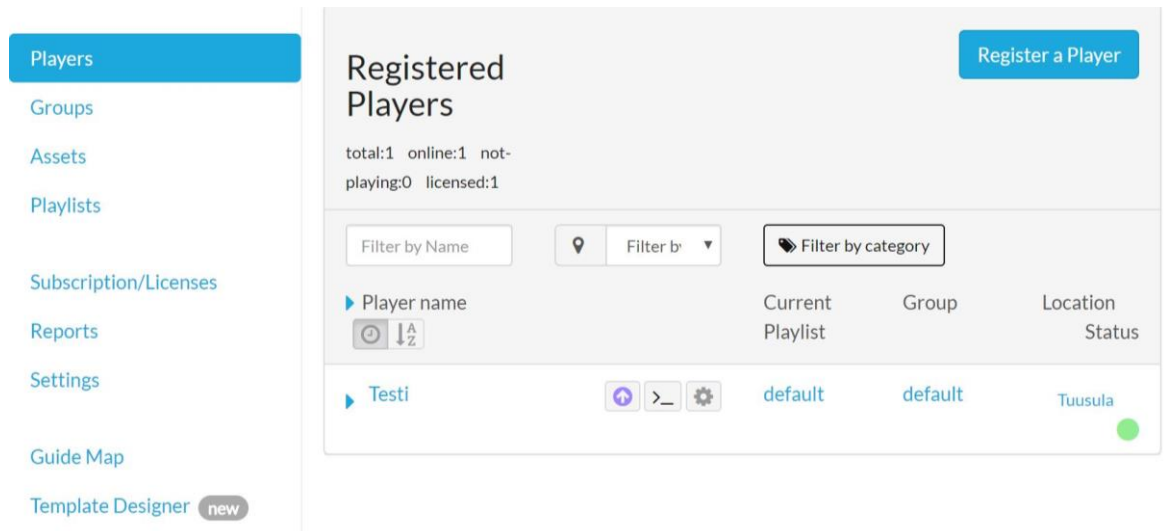
Kun verkkoyhteys ja rekisteröinti oli kunnossa, otettiin yhteys toistimeen sisältöjen lisäämiseksi. Sen voi tehdä pilvipalvelun kautta tai lähiverkon sisällä toistimen web-käyttöliittymästä. Joka käynnistyksen alussa tervetulo ruutu näkyy infonäytöllä hetken ajan. Siitä löytyi toistimen käyttämä lähiverkon IP-osoite ja http-yhteydessä käytetty porttinumero. Http-protokollan oletusporttinumero on 80, mutta PiSignage -toistin kuuntelee vain porttia 8000. Kun otettiin yhteys lähiverkossa sijaitsevaan toistimen web-käyttöliittymään, selaimen osoiteriville täytyi kirjoittaa IP-osoitteen jälkeen vielä kaksoispiste ja käytetty porttinumero. Asetuksia voi muuttaa vain pääkäyttäjät onnistuneen kirjautumisen jälkeen. PiSignagessa pääkäyttäjän oletustunnus ja salasana ovat molemmat "pi".



Kuva 8 Toistimen web-käyttöliittymä

Toistimen lähiverkossa tarjoama web-käyttöliittymä esitetään kuvassa 8. Kyseisestä käyttöliittymästä näkee, mikä soittolista on parhaillaan käynnissä ja mitä sisältöä se juuri sillä hetkellä toistaa. Aikaisemmin tehdyn soittolistan voi ottaa käyttöön vihreästä TV -painikkeesta ja punaisesta stop-näppäimestä käynnissä oleva soittolista pysähtyy. Lisäksi tästä liittymästä voi lisätä sisältöjä (Assets), sijoittaa sisältöjä soittolistoihin (Playlist) sekä muokata niiden näkymistä ja muuttaa laitteen yksikertaisimpia asetuksia (Settings). Raportit - ominaisuus ei toiminut paikalliselta web-käyttöliittymästä. Lähiverkon web-käyttöliittymä voi olla tarpeen, mikäli verkolla ei ole Internet-yhteyttä PiSignagen palvelimelle. Web-käyttöliittymä on ominaisuuksiltaan rajoitetumpi, joten palvelusta saa enemmän irti käyttämällä pilvipalvelua.

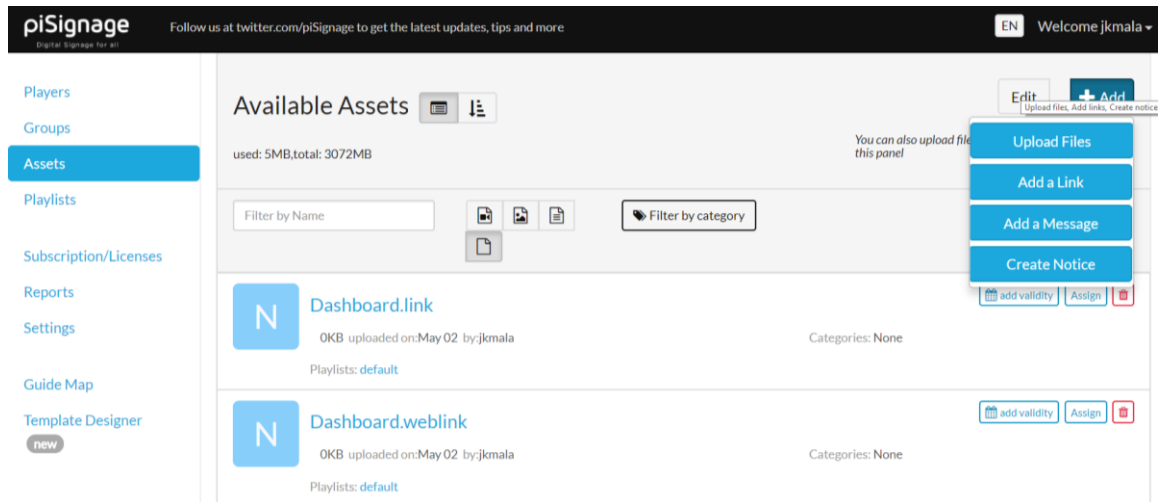
Kirjautumalla pilvipalveluun eli samaan paikkaan, jossa toistin rekisteröitiin, saadaan käyttöön kaikki toiminnot, joita paikallisessa web-käyttöliittymässä esiteltiin. Pilvipalvelussa voi perustaa toistimille ryhmiä, tarkistaa toistimien tilan raporteista ja hallita tilin käytössä olevia toistimien lisenssejä, pilvipalvelun tilausmaksuja sekä lisätä käyttäjiä hallinnoimaan sisältöjä. Kuva 9 kuvaa pilvipalvelun Players -näkyä, jossa voi hallita toistimen asetuksia.



Kuva 9 Pilvipalvelun käyttöliittymä

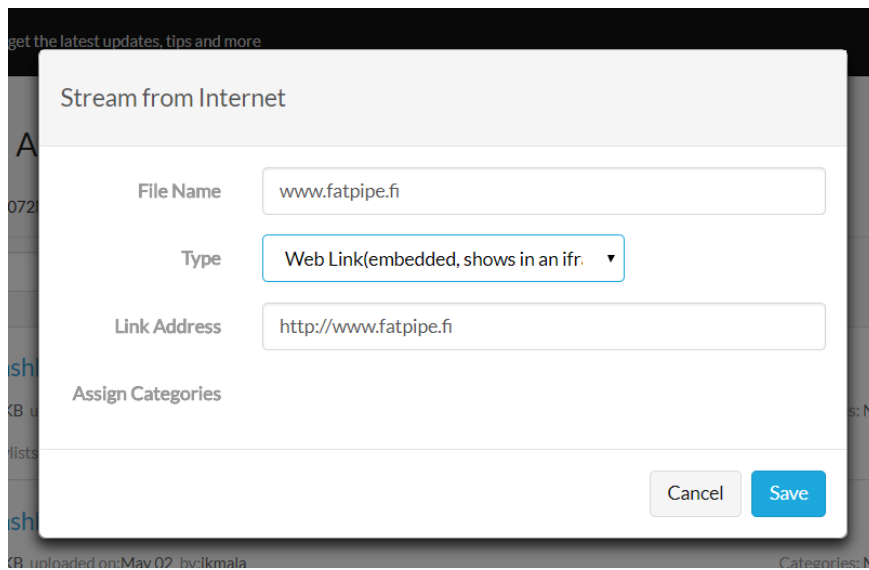
#### 4.5 Sisältöjen lisääminen

Sisällöt lisättiin Assets -linkin kautta. Toimeksiantaja halusi esittää pääsääntöisesti tietoja toiminnanohjausjärjestelmästä tai yleisiä viestejä henkilökunnalle. Tavanomaisin keino saada tiedot toiminnanohjausjärjestelmästä näkyviin infonäytölle on esittää ne dynaamisesti tietoja päivittävällä nettisivulla. Tässä opinnäytetyössä ei puututa tämän sisällön tuottamiseen. Valmiin nettisivun osoite lisättiin linkkinä Assets-sivun ylänurkasta löytyvän Add -painikkeen kautta, josta valittiin Add a Link -kohta toimeksiantajan haluamaa nettisivun lisäämistä varten. Kuva 10 esittää kyseistä tilannetta.



Kuva 10 Assets -näkökulman oikeasta ylänurkasta alkaa sisältöjen lisääminen

Add a Link -kohtaa klikkaamalla ruudulle ilmestyi kuvassa 11 näkyvä laatikko, johon täytyi täyttää sisällön nimi, alusvetovalikosta linkin tyyppi ja linkin osoite. Nettisivulle valittiin tyyppi Web Link. Osoitteen alussa piti olla mukana käytetty tiedonsiirtoprotokolla, eli esimerkiksi http. Ohjelma tarkisti, että nettisivu vastaa pyyntöihin, ennen kuin se tallennettiin yhdeksi sisällöksi Assets-sivulle.

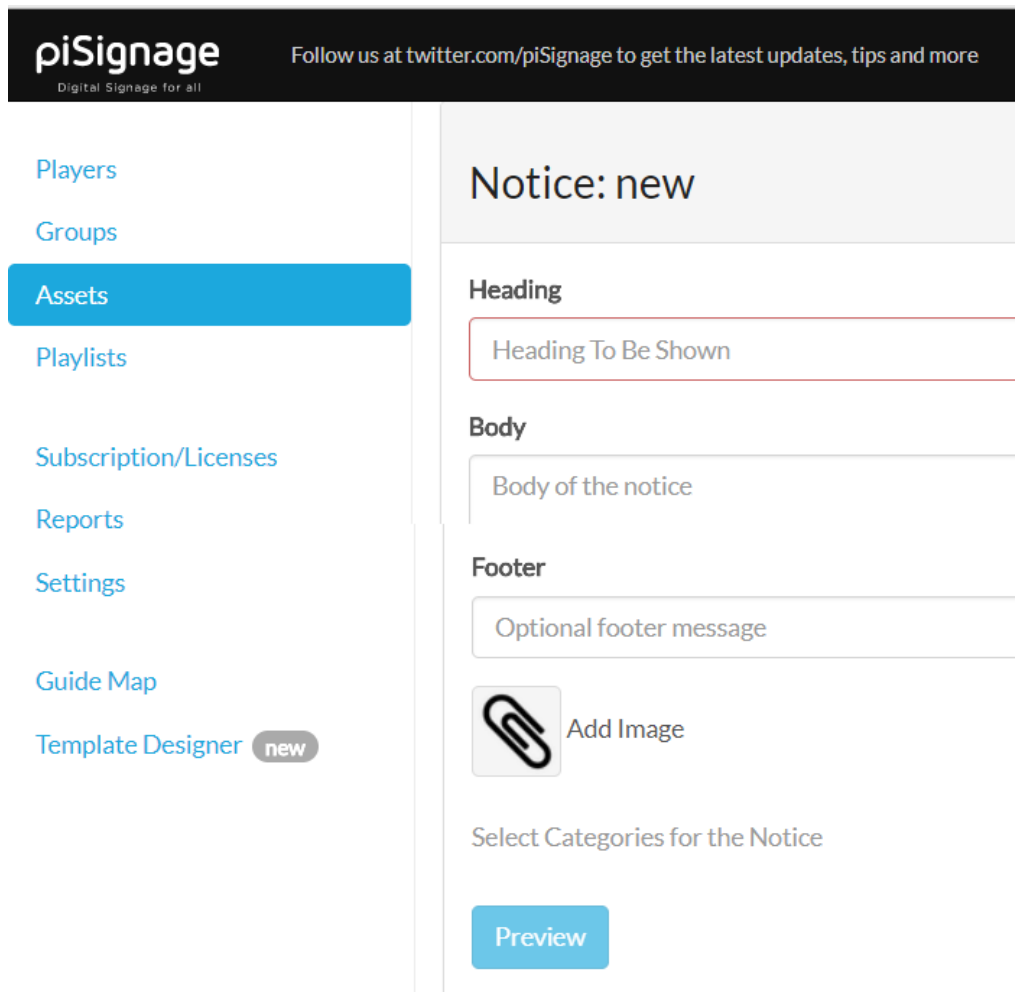


Kuva 11 Tavallisen nettisivun esittämistä varten tarvitaan vähintään kolme tietoa

Toimeksiantaja halusi, että pääkäyttäjä pystyy tuottamaan viestin nopeasti ja vaivatta infonäytön ruudulle. Mikäli siinä kestää kauan, viesti ei ehdi tavoittaa lukijoitaan, ennen kuin viesti mahdollisesti vanhenee. Tätä varten PiSignagessa Assets-sivun Add-painikkeesta voi valita Create Notice -toiminnon, joka on html-generaattori. Tällä kokematonkin käyttäjä voi tehdä nopeasti oman nettisivun infonäytölle nähtäväksi. Kuvassa 12 näkyy Notice -

sivu, jossa nettisivulle täytetään oma otsikko, leipäteksti sekä tarvittaessa alatunniste ja kuva. Valmis nettisivu ilmestyi Assets -sivun valikkoon, muiden sisältöjen sekaan.

Kuva 12 Create New Notice -sivu on yksinkertainen html-generaattori



piSignage  
Digital Signage for all

Follow us at [twitter.com/piSignage](https://twitter.com/piSignage) to get the latest updates, tips and more


Players  
Groups  
Assets  
Playlists  
Subscription/Licenses  
Reports  
Settings  
Guide Map  
Template Designer **new**

## Notice: new

**Heading**  
Heading To Be Shown

**Body**  
Body of the notice

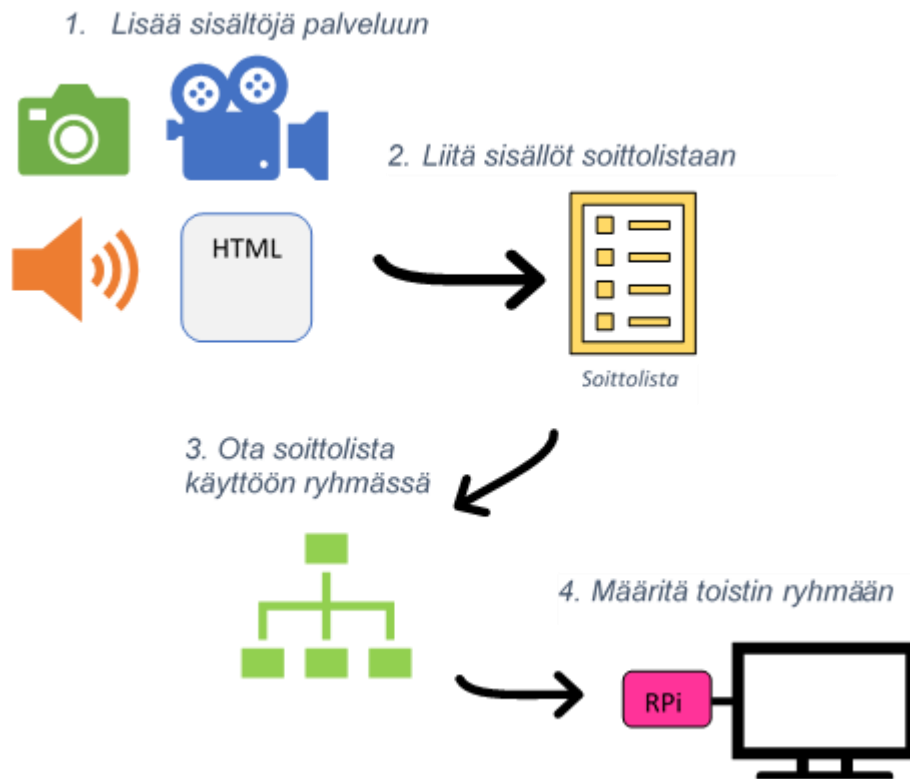
**Footer**  
Optional footer message

 Add Image

Select Categories for the Notice

Preview

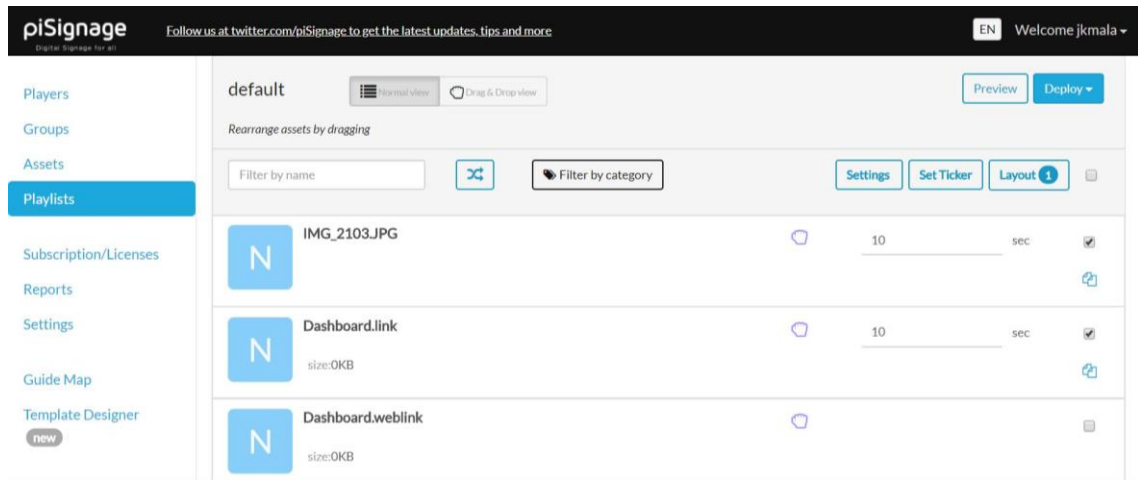
Assets -sivulla kaikki lisätyt sisällöt ovat listattu allekkain. Jokaiselle sisällölle voidaan tehdä kolme asiaa. Ensinnäkin sisällön voi poistaa roskakoriin, jos sisältöä ei haluta jatkossa toistaa. Toiseksi sisällölle voidaan määrittää Add validity -painikkeella aika, jonka se on näkyvillä. Tämä sopii esimerkiksi mainoskampanjoille tai viesteille, jotka ovat ajankohtaisia vain tiettyyn ajan. Kolmanneksi, sisältö voidaan Assign -painikkeella osoittaa haluttuun soittolistaan. Sisältö voi kuulua useaan soittolistaan samaan aikaan. Sisällön esittämisen työkulku on kuvattu kuvassa 13. Vasta kun sisältö on soittolistassa ja soittolista on asetettu tietyn ryhmän toistettavaksi, saadaan sisältö näkyviin kyseiseen ryhmään määritetyistä infonäytöistä.



Kuva 13 PiSignagen työnkulku sisällön esittämiseen infonäytön ruudulla

#### 4.6 Soittolistojen muokkaus

Soittolistoja pääsee muokkaamaan Playlist -linkin takaa. Alustavasti soittolistoja on valmiina kaksi, nimeltään default ja TV\_OFF. Soittolistoja voi tehdä lisää oman mielensä mukaan. Liittämällä soittolistan ryhmään sille voi tehdä oman aikataulun, jolloin se esitetään infonäytössä. Samalla voidaan määritellä, mikä soittolista esitetään infonäytössä, mikäli minkään soittolistan aikataulu ei ole aktiivinen kyseisellä hetkellä. TV\_OFF -soittolista kannattaa aikatauluttaa esimerkiksi yöaikaa varten, kun infonäytön ei tarvitse olla päällä kuluttamassa energiaa ja näytön komponentteja. TV\_OFF -soittolistan aikana infonäyttö menee valmiustilaan ja näyttö pimenee.



Kuva 14 Soittolistan muokkausnäky

Yksittäisen soittolistan muokkausnäky on nähtävissä kuvassa 14. Kaikki aktiiviset sisällöt näkyvät listalla ja yksittäinen sisältö, kuten toimeksiantajan sisällöksi haluama nettisivu, otettiin käyttöön laittamalla merkki ruutuun rivi oikeassa laidassa. Käyttöön otetuilla sisällöillä näkyy omalla rivillä sekunnit, jonka ajan kyseinen sisältö esitetään yhdellä toistokierroksella. Sisältöjen esitysjärjestys on kyseinen lista ylhäältä alas. Esitysjärjestystä muutettiin ottamalla kiinni kyseisellä rivillä olleesta käsimerkistä ja raahaamalla se haluttuun kohtaan.

#### 4.7 Ryhmän asetusten määrittäminen

Seuraavaksi muokattu soittolista otettiin käyttöön liittämällä soittolista johonkin ryhmään. Se tapahtui valitsemalla soittolista -näkyvän oikeasta yläkulmasta sinisen Deploy -painikkeen, jonka alle ilmestyi kaikki PiSignage -tilille perustetut ryhmät eli Groups. Tulleesta valikosta valittiin ryhmä, johon soittolista haluttiin liittää. Samalla käyttöliittymä siirtyi automaattisesti kyseisen ryhmän näkymään, josta esimerkki löytyy kuvasta 15. Ryhmä on joukko toistimia, joilla kaikilla on samat asetukset ja samat soittolistat aikatauluineen esitettävänä. Oletuksena PiSignage -ohjelmistoon on perustettu default -niminen ryhmä, johon kaikki toistimet asetetaan rekisteröinnin yhteydessä, mikäli muita ryhmiä ei ole perustettu. Mikäli ryhmällä on monta soittolistaa, niiden tarkka toistojärjestys ja aikataulu voidaan määrittää tarkasti. Mikäli niille ei tehdä aikataulua, ne toistuvat peräkkäin jatkuvassa kierrossa. Lopulta ryhmän asetukset lähetetään toistimiin ja otetaan käyttöön valitsemalla ruudun alaosasta vihreästä Deploy -painikkeesta, joka näkyy kuvassa 15. Tässä vaiheessa toteutusosuutta on päästy tilanteeseen, että oma lisätty sisältö pitäisi näkyä info-näytön ruudulla.

Kuva 15 default -nimisen ryhmän näkymä PiSignage palvelussa

Lopulta voi vielä hienosäätää esimerkiksi ryhmän asetuksia kuvan 15 ryhmänäkymän yläreunasta löytyvästä Settings -kohdasta. Sieltä asetetaan infonäyttöjen teknisiä asetuksia kuten koko kuvan resoluutiota ja orientaatiota. Sieltä voidaan määrittää, haluaako oman logon tai kellonajan näkyviin kyseisen ryhmän infonäyttöjen ruutuihin ja mihin kohtaan ruuduissa. Kun soittolistalla on sisältönä vain yksi dynaaminen nettisivu, niin uudet tiedot tietokannasta eivät itsestään päivity infonäytön ruudulle, koska sivu ladataan vain kerran esittämiskierroksen alussa. Joskus sisällölle määritelty esittämisaika voi olla niin pitkä, että tietokantaan on tullut jo uutta tietoa, joka ei näy ruudulla. Tämän voi ratkaista nettisivun laatija määrittelemällä koodissa, kuinka usein sivu lataa itsensä. Jos se ei ole mahdollista, niin ryhmän asetuksista voi asettaa ajan sekunneissa, kuinka usein infonäytön nettiselain päivittää näkymänsä.

## 5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa toimeksiantajalle ohjeet, miten he voisivat ottaa käyttöön Raspberry Pi -minitietokoneella toimivan infonäytön. Toiminnallisessa osuudessa toteutin infonäytön ja samalla kirjoitin etenemisestä raportin. Tämä raportti toimi ohjeena, joiden perusteella toimeksiantaja saisi rakennettua itselleen halutessaan uuden identtisen infonäytön. Ohjeet käyvät läpi tarpeellisimmat käyttötapaukset ja ominaisuudet, joita toimeksiantaja voi joutua pohtimaan toteutuksessa. PiSignage -ohjelmistosta löytyy vielä lisää toimintoja, joita ei tässä raportista käsitellä. Niitä varten voi käydä läpi ohjelmiston valmistajan omaa dokumentaatiota.

### 5.1 Opinnäytetyön kulku

Opinnäytetyö alkoi tietoperustan rakentamisesta. Raspberry Pi:n käsittelyyn kului huomattavan paljon aikaa, mutta sen historia ja ominaisuudet kerrattiin kattavasti läpi. Tietoperustan toisessa osassa esiteltiin infonäyttöjen käyttötapauksia sekä ohjelmistoja, joilla saisi toteutettua infonäytön. Kyseisessä vaiheessa oli tarkoitus selvittää eri vaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet. Niitä pohdittiin toiminnallisen osuuden alussa, ja pohdinnan jälkeen valittiin toimeksiantajan toteutukseen PiSignagen ohjelmisto. Opinnäytetyön alussa ajatus oli kirjoittaa toteutusosuudessa raportti Rasbian -käyttöliittymän infonäytöstä. Syy muutokseen oli PiSignagesta löytyneet monipuoliset ominaisuudet, jotka selvisivät minulle vasta opinnäytetyön edetessä. Se tuntui valmiilta kokonaisuudelta, jossa olisi kaikista vähiten haasteita toimeksiantajalle ja heidän pääkäyttäjälleen, jolla ei ehkä olisi laajaa tietoteknistä osaamista.

Raspberry Pi:n teoriaosuutta varten löytyi hyvin lähteitä, joita pyrin monipuolisesti keräämään. Tärkeimpinä lähteinä olivat muutamat E-kirjat koulun kirjastosta. Tietoperustan toisessa osassa esiteltiin infonäyttöjen käyttötapauksia sekä ohjelmistoja, joilla saisi toteutettua infonäytön. Läpikäydyistä ohjelmistoista oli haasteellista löytää kirjoiksi painettuja lähteitä. Muutama opinnäytetyö löytyi, jossa toteutettiin infonäyttö Rasbian- tai Screenly -toteutuksina, mutta niissäkin oli käytetty nettilähteitä, jotka olivat vanhentuneet tai jotka lopulta johtivat Screenlyn sivuille. PiSignagesta en löytänyt viittauksia eri opinnäytetöistä tai kirjallisista lähteistä. Näiden syiden vuoksi tässä opinnäytetyössä ohjelmistojen tutkiminen teoriaosuudessa jäi pitkälti valmistajien lähteiden varaan.

Opinnäytetyö aiheutti haasteita, joista suurin oli työn rajauksessa pysyminen. Vaikka tässä työssä ei käyty läpi sisällön tuottamista ollenkaan, se oli merkittävä asia, johon kului aikaa. Ilman oleellista ja merkittävää sisältöä infonäyttö on vain näyttö. Olin työsuhteessa



toimeksiantajalla ja osittain tulosvastuussa sisällön tuottamista, vaikka se ei suoraan ollut opinnäytetyön aihe. Ennen kuin pystyi etenemään opinnäytetyön toteutusosuuteen, piti varmistaa mitkä olisivat tarvittavat työvaiheet, että tietokannan datasta saataisiin piirrettyä ruudulle visuaalinen kaavio. Siitä syntyneet huomiot olisivat voineet vaikuttaa infonäytön ohjelmiston valintaan. Ensin tutustuin toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan ja jouduin tekemään monimutkaisia tietokantalauseita, joilla saataisiin halutut tiedot infonäytölle. Tietokantalauseiden rakentamisessa kului paljon aikaa, koska lauseet olivat paljon vaikeampia, kuin mihin olin koulun projekteissa tähän mennessä tottunut. Toiseksi selvisi, että yleisin tapa tuottaa nettisivulle graafinen kaavio oli koodata näkymään se JavaScriptillä, josta oli varoitettu, että paljon JavaScriptiä sisältäneet sivut eivät ehkä toimisi oikein Raspberry Pi:llä. Etsinnän jälkeen löysin ja testasin Googlen tarjoamaa ilmaista Google Chart -palvelua, jossa ei ollut raskasta JavaScript -koodia, joten Raspberry Pi pystyi piirtämään visuaaliset tilastokaaviot. Tämän jälkeen yhdistin kaksi edellä mainittua osaa ja mietin, olisiko aikaisemmin mainituilla Dashboard -työkaluilla pystynyt nopeuttamaan sisällönkehitystä. Jälkikäteen mietittynä olisi pitänyt tehdä ensin sisältö valmiiksi ja sitten vasta keskittyä opinnäytetyöhön eli valitsemaan infonäytölle paras ohjelmisto ja toteutus. Nyt toimintani oli epäjärjestelmällistä, enkä aina tiennyt päivän alussa, kumman ongelman selvittämiseen käytän aikani.

Jälkikäteen pohdittuna PiSignagen runsaista ominaisuuksista löytyi myös negatiivinen näkökanta. Käyttäjäkokemuksen perusteella selvisi, että hyvin dokumentoidun PiSignage -ohjelmiston käyttö ei ollut niin yksinkertaista runsaiden ominaisuuksien ja toimintojen vuoksi. PiSignagen käyttöliittymä ei tuntunut niin suoraviivaiselta ja intuitiiviselta kuin hie-man yksinkertaisemman Screenlyn. Screenlyssä oli silti riittävästi ominaisuuksia, jotta sillä saataisiin infonäyttö toteutettu mainiosti.

## **5.2 Johtopäätökset**

Raspberry Pi:n historiaa tutkiessa selvisi, että se on ollut jo markkinoilla kohta seitsemän vuotta ja saavuttanut minitietokoneiden kategoriassa merkittävän aseman. Sitä käytetään useissa projekteissa ja Internetistä löytyy niistä paljon ohjeita ja toteutuksia. Tietotekniikkaa tuntematon voisi saada käsityksen, että kyseessä on pienen kokonsa vuoksi lelu, jolla ei välttämättä voi tehdä mitään merkittävää tai yhdistää sitä liiketoimintaan. Tämä ajatus on kumottu vääräksi eri yritysten toimesta, jotka pyörittävät Raspberry Pi:llä toteutettuja maksullisia palveluita, kuten Screenly. Raspberry Pi häviää tehossa tavanomaiselle tietokoneelle, mutta jokaisen uuden julkaisun myötä tehoero on kaventunut. Langaton liitettävyyys on uusissa malleissa jo vakiona, joten laitteen sijoittelu on muuttunut vielä helpommaksi ja vapaammaksi.

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi kolme ohjelmistoa. Teoriaosuudessa viitattiin viisi vuotta vanhaan artikkeliin (Haynes. 2013), jossa listattiin 19 Raspberry Pi:n infonäyttöohjelmistoa. Kirjoittajan subjektiivisen arvion mukaan erilaiset infonäytöt kaupoissa, bussipysäkeillä, julkisissa kulkuneuvoissa, työpaikoilla ja taloyhtiöiden auloissa ovat lisääntyneet runsaasti. Kysyntä siis erilaisille infonäytölle on siis varmasti ollut viimeisen viiden vuoden aikana merkittävä. Tästä syystä artikkelissa esitetyt ohjelmistot ja niiden julkaisijat ovat markkinoilla tarjoten palveluitaan. Kaikissa toteutuksissa käytettiin Raspberry Pi:tä toistimena, johon asennettiin ohjelmisto ja koko kokonaisuus liitettiin suurikokoiseen televisioon. Esitettävät tiedostotyypit olivat kaikissa toteutuksissa hyvin pitkälti samoja ja tiettyjen videoiden tai JavaScriptillä koodattujen sivujen esittämisen esti mahdollisesti vain Raspberry Pi:n laitteiston matala prosessointiteho. Ohjelmistoihin liittyvän toteutusten merkittävin ero oli se, että PiSignagen käytti pilvipalvelintä. Rasbian ja Screenly OSE tarvitsivat vain paikallisen lähiverkon toimiakseen. Ohjelmistoja oli kuitenkin runsaasti tarjolla, mutta ne olivat hyvin samankaltaisia.

Toteutuksessa huomioitiin toimeksiantajan tarpeet, jotta sille saatiin toteutettua infonäyttö. Yrityksen yhtenä tarpeena oli saada toiminnanohjausjärjestelmästä tietoja helpommin työntekijöiden nähtäville. Toimisto- ja tuotantoympäristössä toimivalle yritykselle arvioitiin parhaaksi ratkaisuksi nettisivun esittäminen isolla infonäytöllä. Ohjelmistoksi valittiin PiSignage, koska se oli monipuolisin ja siinä oli käyttöä helpottavia ominaisuuksia enemmän kuin muissa vaihtoehdoissa. Screenly OSE olisi myös kelpo valinta infonäytön toteutukseen vastaavanlaiseen projektiin.

### **5.3 Jatkokehitysajatuks**

Jos infonäyttöjen ohjelmistoja haluaisi jatkokehittää, niin mielestäni pitäisi keskittyä salasana suojattujen sivustojen kirjautumisen automatisointiin. Rasbian -käyttöjärjestelmässä xdotool -ohjelman avulla pystyin automatisoimaan yksinkertaisen salasana suojattujen kirjautumisen. Tämä oli Rasbian -toteutuksen etu, koska muut ohjelmistot eivät suoraan pystyneet ratkaisemaan tätä ongelmaa. Toisaalta xdotoolin käyttö Screenlyssä tai PiSignagessa ei ole niin yksinkertaista, koska niissä on koodattu käyttöjärjestelmän päälle infonäyttöohjelmistoa, jonka huomioiminen xdotool scriptissä vaatisi jo oman tutkimuksen.

Tämän työn infonäytöt koostuivat minitietokoneesta, näytöstä ja ohjelmistosta. Opinnäytetyötä tehdessä selvisi, että on olemassa infonäyttöjä, joihin Raspberry Pi on integroitu suoraan käytetyn monitorin kansien sisälle. Ainakin Screenly esittelee malleja jo omilla si-

vuillaan ja uutisoi tekevänsä yhteistyötä televisiovalmistajien kanssa integroitujen infonäyt-  
töjen valmistamisessa. Televisiovalmistajilla on varmasti omia sisäisiä ratkaisuja integ-  
roidun toistimen ja infonäytön toteutuksista. Verkkokaupoista löytyvien mallien hintahaa-  
rukka on hyvin laaja ja siten ominaisuudet varmaan hieman erilaiset kuin Raspberry Pi to-  
teutuksessa. Jatkossa voisi tutkia, onko näiden infonäyttöjen toteutus samankaltainen  
kuin tässä opinnäytetyössä. Vai täytyykö niissä huomioida jotain, mikä ei tässä opinnäyte-  
työssä tullut julki.

Dashboard-työkalut rajattiin pois tästä työstä, sillä ne liittyivät vahvasti infonäyttöjen toteu-  
tukseen. Dashboard-työkaluja kannattaisi jatkossa tutkia lisää ja niiden soveliaisuutta eri  
projekteihin. Huomasin, että tietojen muuttaminen tietokannasta kaavioksi infonäytön ruu-  
dulle vaatii tietoteknistä osaamista. Dashboard-työkalujen käyttö olisi varmaan nopeutta-  
nut tätä työtä ja tuonut apua heille, jotka eivät halua tai osaa toteuttaa vaihetta itse. Vilka-  
isin pikaisesti muutamaa Dashboard-työkalua ja ne olivat mielestäni hinnakkaita, mutta il-  
meisesti hyvin skaalautuvia eri tarkoituksiin. Niitä pystyi käyttämään 14 päivää ilmaiseksi,  
jonka aikana voisi selvittää niiden hyvät ja huonot puolet. Huomasin myös, että on ole-  
massa valmiita seurantaohjelmia, jotka tarkkailevat juuri tietyn ohjelman, tietokoneen tai  
resurssien tilaa ja automaattisesti esittävät niistä nettisivulle visuaalisen kaavion. Näistä  
molemmista näkökulmista voisi tehdä tutkimuksen, jossa selviää työkalujen mahdollisuu-  
det.

## Lähteet

Adafruit 2018. Adding a Real Time Clock to Raspberry Pi. Luettavissa: <https://learn.adafruit.com/adding-a-real-time-clock-to-raspberry-pi>. Luettu: 18.4.2018.

Asiakastieto 2018. Power Stick OY taloustiedot. Luettavissa: <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/power-stick-oy/08440473/taloustiedot>. Luettu 14.3.2018.

Bansode, B. & Vijay, J.V. 2015. Arm Processor Architecture. International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), 4, 10, s. 3386. Luettavissa: <http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2015/10/IJSETR-VOL-4-ISSUE-10-3385-3387.pdf>. Luettu 16.3.2018.

Comparitech 2018. How to block mobile ads with Raspberry Pi and Pi-Hole. Luettavissa: <https://www.comparitech.com/blog/vpn-privacy/block-mobile-ads-raspberry-pi-pihole/>. Luettu: 24.4.2018.

Cook, M. & McManus, S. 2013. Raspberry Pi for Dummies. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

Cyberciti.biz 2018. Execute shell script. Luettavissa: <https://www.cyberciti.biz/faq/run-execute-sh-shell-script/>. Luettu: 25.4.2018.

Elinux 2018. RPi raspi-config. Luettavissa: [https://elinux.org/RPi\\_raspi-config](https://elinux.org/RPi_raspi-config). Luettu 27.3.2018.

FirstView 2018a. Myynninedistämiseen. Luettavissa: <http://www.firstview.fi/kayttokohteet/myynninedistamiseen/>. Luettu 10.4.2018.

FirstView 2018b. Tiedota ja opasta. Luettavissa: <http://www.firstview.fi/kayttokohteet/tiedota-opasta/>. Luettu 10.4.2018.

Haynes, D. 2013. 19 slices of Raspberry Pi for digital signage. Luettavissa: <http://www.sixteen-nine.net/2013/12/13/10-slices-raspberry-pi-digital-signage/>. Luettu 10.5.2018.

Indiana University 2018. Crontab. Luettavissa: <https://kb.iu.edu/d/afiz>. Luettu: 24.4.2018.

Linux.fi 2017. Bash-skriptaus. Luettavissa: <https://linux.fi/wiki/Bash-skriptaus>. Luettu: 24.4.2018.

ModMyPi 2015. How Do I power my Raspberry Pi. Luettavissa: <https://www.modmypi.com/blog/how-do-i-power-my-raspberry-pi>. Luettu: 22.4.2018.

Monk, S. 2016. Raspberry Pi Cookbook, 2nd Edition. O'Reilly Media, Inc. Sebastopol, CA

Omxplayer 2013. Readme. Luettavissa: <https://github.com/huceke/omxplayer>. Luettu: 15.4.2018.

Pearman, R. 2016. Configuring a Raspberry Pi as a Dashboard display. Luettavissa: <https://windowserveressentials.com/2016/05/12/configuring-a-raspberry-pi-as-a-dashboard-display/>. Luettu: 21.4.2018.

Petersson 2017a. HTTP Basic authentication. Luettavissa: <https://github.com/Screenly/screenly-ose/blob/master/docs/http-basic-authentication.md>. Luettu: 19.4.2018.

Petersson 2017b. Screenly in off-line mode. Luettavissa: <https://support.screenly.io/hc/en-us/articles/115002570873-Can-I-use-Screenly-OSE-in-offline-mode->. Luettu: 20.4.2018.

Pi-Hole 2018. Luettavissa: <https://pi-hole.net/>. Luettu: 13.4.2018.

PiSignage 2017a. Blog. Luettavissa: <https://blog.pisignage.com/open-source-digital-signages/>. Luettu: 22.4.2018.

PiSignage 2018b. Pricing. Luettavissa: <https://pisignage.com/homepage/pricing.html>. Luettu: 22.4.2018.

PiSignage 2017c. PiSignage-server. Luettavissa: <https://github.com/colloqi/pisignage-server>. Luettu: 22.4.2018.

PiSignage 2018d. Content types. Luettavissa: <https://help.pisignage.com/hc/en-us/articles/360001225852-Content-types-supported>. Luettu: 22.4.2018.

PiSignage 2017e. Streaming. Luettavissa: <https://blog.pisignage.com/streaming-web-links-in-pisignage/>. Luettu: 23.4.2018.

PiSignage 2018f. Bye bye flash drives. Luettavissa: <https://blog.pisignage.com/bye-bye-flash-drives/>. Luettu: 22.4.2018.

PiSignage 2017g. User guide. Luettavissa: [https://help.pisignage.com/hc/en-us/article\\_attachments/360001383571/pisignage-userguide.pdf](https://help.pisignage.com/hc/en-us/article_attachments/360001383571/pisignage-userguide.pdf). Luettu: 21.4.2018.

PiSignage 2018h. Documentation. Luettavissa: <https://www.pisignage.com/homepage/documentation.html>. Luettu: 23.4.2018.

PiSignage 2018i. How to display webpages and dashboard s that require login. Luettavissa: <https://help.pisignage.com/hc/en-us/articles/360001455892-How-to-display-webpages-and-dashboards-that-require-login>. Luettu: 10.5.2018.

PiSignage 2016j. Terms of service. Luettavissa: <https://s3.amazonaws.com/pisignage/legal/piSignage-TOS.html>. Luettu: 11.5.2018.

Purdy, D. 2015. Raspberry Pi kiosk screen tutorial. Luettavissa: <https://www.dan-purdy.co.uk/web-development/raspberry-pi-kiosk-screen-tutorial/>. Luettu 22.3.2018.

Raspberry Pi 2018a. Frequently asked questions. Luettavissa: <https://www.raspberrypi.org/help/faqs/>. Luettu: 1.3.2018.

Raspberry Pi 2018b. Raspberry Pi Foundation Strategy 2018-2020. Luettavissa: <https://static.raspberrypi.org/files/about/RaspberryPiFoundationStrategy2018%E2%80%932020.pdf>. Luettu: 1.3.2018.

Raspberry Pi 2018c. Raspi-config. Luettavissa: <https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/raspi-config.md>. Luettu 26.3.2018.

Screenly 2018a. Tour. Luettavissa: <https://www.screenly.io/tour/>. Luettu: 13.4.2018.

Screenly 2018b. FAQ. Luettavissa: <https://www.screenly.io/faq/>. Luettu: 13.4.2018.

Screenly 2018c. Pricing. Luettavissa: <https://www.screenly.io/pricing/>. Luettu: 13.4.2018.

Screenly 2018d. Powerpoint. Luettavissa: <https://www.screenly.io/use-cases/applications/powerpoint/>. Luettu: 18.4.2018.

Screenly 2018e. Open Source Edition. Luettavissa: <https://www.screenly.io/ose/>. Luettu: 19.4.2018.

Screenly 2013f. Login credentials – issue 19. Luettavissa: <https://github.com/Screenly/screenly-ose/issues/19>. Luettu: 20.4.2018.

Techopedia 2018. Single Board Computer. Luettavissa: <https://www.techopedia.com/definition/9266/single-board-computer-sbc>. Luettu: 17.4.2018.

Turtiainen, S. 13.3.2018. Varatoimitusjohtaja. Power Stick OY. Haastattelu Helsinki.

Upton, E. & Halfacree, G. 2016. Raspberry Pi User Guide. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.