



Jari Puhakka

Perheen digitaalinen ilmoitustaulu

Raspberry Pi ja kolmannen osapuolen sovellukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Insinöörityö

1.10.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Jari Puhakka
Otsikko:	Perheen digitaalinen ilmoitustaulu – Raspberry Pi ja kolmannen osapuolen sovellukset
Sivumäärä:	42 sivua
Aika:	1.10.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Monimuoto/Verkkototeutus
Ohjaaja(t):	Osaamisaluejohtaja Janne Salonen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä erilaisiin Raspberry Pi toteutuksiin, jotka soveltuvat perheen digitaalisiksi ilmoitustauluiksi, ja toteuttaa paras mahdollinen ratkaisu oman perheen käyttöön.

Opinnäytetyön alkuosassa tutustutaan erilaisiin Raspberry Pi verkkopohjaisiin ilmoitustaulu toteutuksiin. Tämän jälkeen perehdytään hiukan Raspberry Pi:n historiaan, käyttöön, sekä sen erilaisiin malleihin. Syväällisimmin perehdytään työssä käytettävään Raspberry Pi Zero 2 WH -malliin. Lisäksi käydään läpi käyttöjärjestelmän asennusprosessi, ja perehdytään laitteen käyttöönottoon fyysisen laitteiston sekä etähallinnan keinoin.

Lopuksi toteutetaan avoimen lähdekoodin InkyPi projekti Raspberry Pi minitietokoneella sekä siihen kytketyllä E Ink -näytöllä. Laitteiston viimeistelemiseksi tulostetaan 3D-tulostimella laitteelle muovikuoret.

Lopputuloksena syntyi toimiva perheen digitaalinen ilmoitustaulu, joka korvasi paperisen kuukausikalenterin.

Avainsanat: Tietokoneet, Linux, verkkoselaimet, tietoliikenneverkot

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Jari Puhakka
Title: Digital Family Bulletin Board – Raspberry Pi and Third-Party App Integration
Number of Pages: 42 pages
Date: 1 October 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Information and communication technology
Specialisation option: Blended/Online studies
Instructor: Janne Salonen, Director of school

The purpose of this thesis was to familiarize ourselves with various Raspberry Pi implementations that are suitable as family digital bulletin boards, and to implement the best possible solution for our own family.

In the first part of the thesis, we will get acquainted with various Raspberry Pi network-based bulletin board implementations. After this, we will learn a little about the history, use, and different models of Raspberry Pi. We will study the Raspberry Pi Zero 2 WH model used in the work in depth. We will also go through the operating system installation process, and we will learn about the device's deployment using physical hardware and remote control.

Finally, we will implement the open source InkyPi project with a Raspberry Pi mini-computer and an E Ink display connected to it. To complete the hardware, plastic covers for the device will be printed with a 3D printer.

The end result was a functional family digital bulletin board that replaced the paper monthly calendar.

Keywords: Computers, Linux, web browsers, telecommunications networks

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Erilaiset verkkopohjaiset ilmoitustaulut	2
2.1	Google-kalenteri	3
2.2	DAKboard	4
2.3	MagicMirror	5
2.4	InkyPi	7
3	Raspberry Pi	8
3.1	Historia	8
3.2	Laitteen käyttäminen	8
3.3	Käyttöjärjestelmät	8
3.4	Mallien kehitys	9
3.5	Raspberry Pi Zero 2 W -malli	11
4	Raspberry Pi Zero 2 WH käyttöönotto	14
4.1	Tarvittavat oheislaitteet ja tarvikkeet	14
4.2	Käyttöjärjestelmän asentaminen	15
4.3	Käyttö näppäimistöllä ja hiirellä	17
4.4	Käyttö SSH sekä VNC etäyhteyksillä	18
4.5	Käyttöjärjestelmän päivittäminen ja varmuuskopiointi	23
5	InkyPi, perheen ilmoitustaulun toteutus	24
5.1	Laitteisto	24
5.2	Ohjelmisto	25
5.3	Asennus	26
5.4	Kalenterinäkymän asettelu	28
5.5	Kehykset	36
6	Pohdinta	39
	Lähteet	42

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä erilaisiin Raspberry Pi toteutuksiin, jotka soveltuvat perheen digitaalisiksi ilmoitustauluiksi. Tutustua erilaisiin toteutustapoihin, ja löytää paras mahdollinen ratkaisu oman perheen käyttöön.

Idea tähän työhön syntyi tarpeesta korvata jääkaapin oveen magneeteilla kiinnitetty kuukausikalenteri. Perheelle oli muodostunut tavaksi kirjoittaa menonsa ja tapahtumat tähän kynällä. Ensimmäinen askel digitalisoitumiseen oli, että perheen jäsenten yhteiseen käyttöön otettiin jaettu Google kalenteri. Vaikka perhe siirtyi Google kalenterin käyttöön, niin silti jääkaapin ovesa säilyi kalenteri, johon edelleen merkittiin kaikista tärkeimmät tapahtumat. Tämä herätti mielenkiinnon, että voisiko tällaisen tapahtumakalenterin korvata jonkinlaisella kodin digitaalisella ilmoitustaululla.

Kyseinen kehitysidea on selkeästi kiinnostanut ympäri maailman muitakin ihmisiä, sillä erilaisia avoimen lähdekoodin (open source) projekteja, sekä kaupallisia sovelluksia ja valmistuotteita löytyy etsimällä internetistä. Tulen tässä opinnäytetyössä esittelemään muutaman löytämäni mielenkiintoisimman toteutuksen. Kerron Raspberry Pi:n kehityshistoriasta, sekä kuinka uusi laite valmistellaan ja asennetaan käyttökuntoon. Lopuksi toteutan yhden parhaiten tarvettani vastaavan digitaalisen ilmoitustaulun käytännössä, ja kerron käyttökokemuksista, sekä päästiinkö työssä asetettuihin tavoitteisiin.

2 Erilaiset verkkopohjaiset ilmoitustaulut

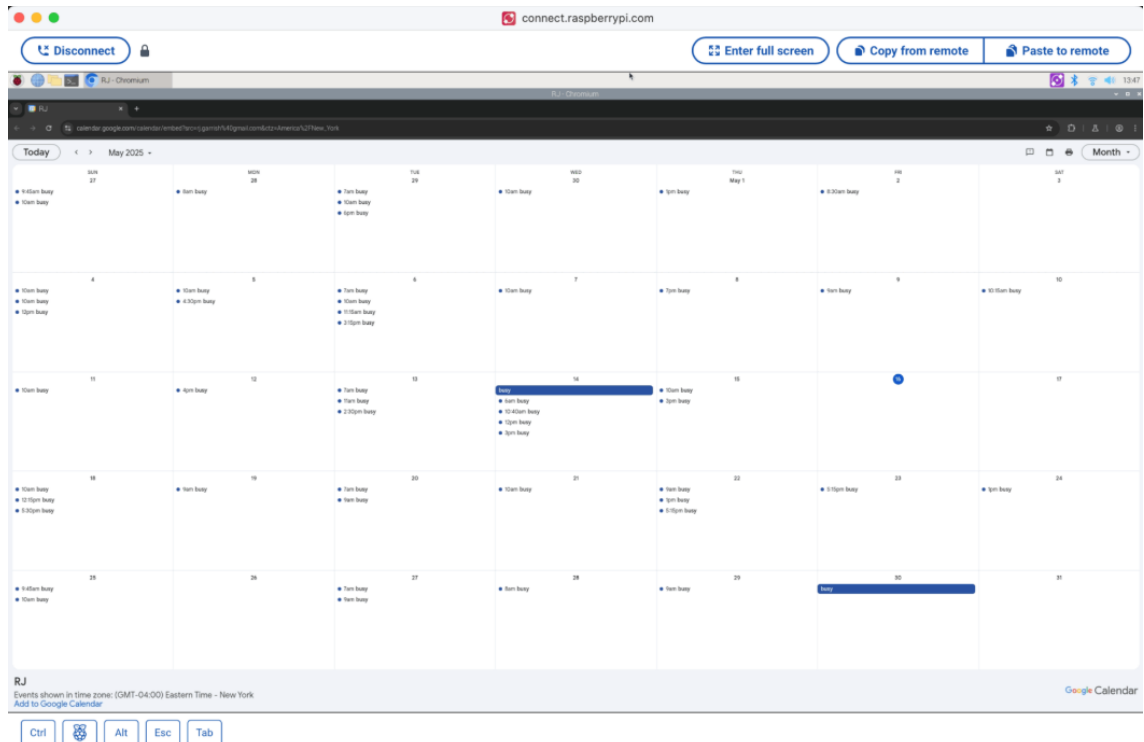
Internetistä löytyy suuri määrä erilaisia toteutuksia. On mahdotonta sanoa, että olenko edes löytänyt kaikkia erilaisia variaatioita. Osa toteutuksista on yhden ihmisen oma harraste projekti, osa yhteisön avoimen lähdekoodin (Open Source) projekti, osa kaupallisia tuotteita siten, että perusominaisuudet ilmaisia, mutta täydet ominaisuudet maksullisia. Löytyypä täysin valmisasennettuja laitteita. Yh-

teistä kaikille kuitenkin on, että tarvitaan näyttö ja sitä ohjaava laite, sekä tarvittavat ohjelmistot. Lisäksi ainakin osa tiedoista noudetaan ulkopuolisista tietojärjestelmistä, ja tähän tarvitaan internet-verkkoyhteys.

Aluksi löytämistäni toteutuksista mielenkiintoisimmilta ratkaisuilta vaikuttivat sellaiset, joissa käytettiin Raspberry Pi -minitietokonetta, siihen ladattua kolmannen osapuolen sovellusta, sekä keskimäärin 22” - 32” monitorinäyttöä. Lisää tutkittuani kiinnostuin eniten Raspberry Pi toteutuksista, joissa näyttönä käytettiin E Ink näyttöä. Syynä, että E Ink näyttö on ohuempi ja se käyttää sähköä vain kuvaa päivitetessä. Näytössä ei ole taustavalaistusta, joten sen katsominen ei rasita silmiä. Lisäksi se on huomaamattomampi kodin sisutuksessa, ja siten sulautuu hyvin muuhun ympäristöön. Esimerkkitoteutuksissa kerrottiin, että jos Raspberry Pi minitietokoneelle hankkii akku-laajennusosan, sekä asettelee tietokoneen menemään pienitehoiseen tilaan, niin tämä yhdistelmä toimii E Ink näytön kanssa jopa useamman kuukauden ilman ulkopuolista virtalähdettä. Virtalähde tarvitaan ainoastaan akun lataamiseen aika-ajoin.

2.1 Google-kalenteri

Yksinkertaisin toteutus lienee hankkia Raspberry Pi-minitietokone, näyttö, näppäimistö ja hiiri. Kosketusnäytöllä voidaan korvata näppäimistö ja hiiri, mutta vaihtoehtoisesti järjestelmää voidaan hallita eri työasemalta ottamalla etäyhteys (SSH/VNC). Laitteistoon asennetaan Raspberry Pi OS with Desktop -käyttöjärjestelmä, sekä verkkoselain. Verkkoselaimena voi käyttää esimerkiksi Chromium-selainta, johon aukaistaan perheen yhteinen kalenteri.



Kuva 1. Google-kalenteri asennettuna Raspberry Pi:hin [1]

Chromium voidaan lisäksi asettaa halutessa kiosk-tilaan, sekä niin, että tämä käynnistyy automaattisesti laitteen uudelleen käynnistytyn yhteydessä. Saata-villa on useita eri kiosk-sovellusjakeluja. Esimerkiksi FullPageOS, sekä Puppy Linux Kiosk Edition ovat tällaisia.

2.2 DAKboard

Yksi mielenkiintoisimmista kaupallisista tuotteista on ehdottomasti DAKboard. Sivuston mukaan DAKboard on digitaalinen seinäkalenteri. Se tukee kalenterin synkronointia Google-kalenterin, iCloud-kalenterin, Facebookin ja muiden on-line-kalenteripalveluiden kanssa. Kalenterinäkymän esitysmuotona voidaan va-lita esimerkiksi lähipäivät, tai kuukausinäkymä. Lisäksi näytölle voidaan lisätä kello, säätiedot, taustakuva jne. DAKboardia mainostetaankin siten täydellisenä digitaalisena perhesuunnittelijana. [2]



Kuva 2. DAKboard kuukausikalenterinäkömä. [2]

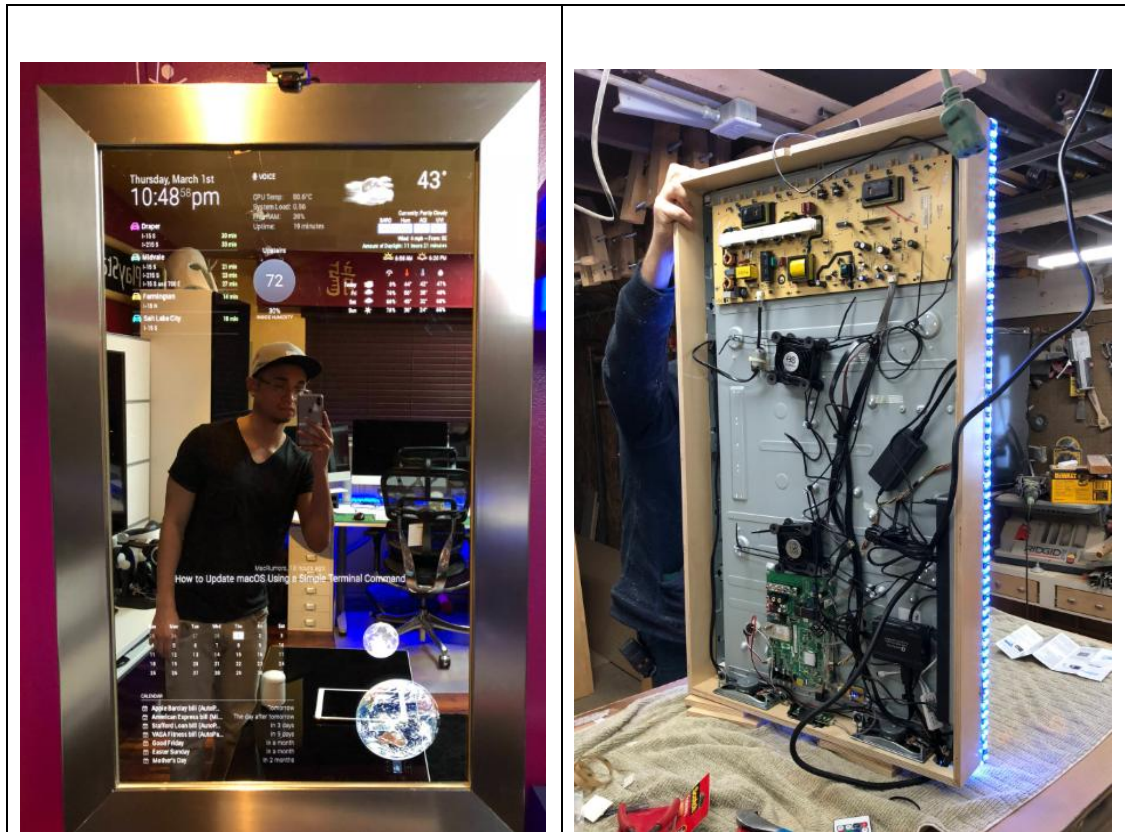
DAKboard soveltuu erilaisiin käyttötarpeisiin. Sitä voidaan käyttää selainkäyttöisenä erilaisissa käyttöjärjestelmissä. Raspberry Pi laitteisiin löytyy taas kokonainen oma DAKboard OS -käyttöjärjestelmä. Lisäksi on saatavilla valmiiksi asennettuja DAKboard laitteita. Nämä ovat itse hankittuihin näyttöihin kytkettäviä valmisasennettuja minitietokoneita. Myös täysin käyttövalmiita DAKboardin sisältäviä kosketusnäyttöjä on saatavissa.

DAKboardin sovellusohjelman saa käyttöönsä rajoitetuilla toiminnoilla ilmaisoin. Monipuolisemmat Essential ja Plus versiot ovat maksullisia.

2.3 MagicMirror

MagicMirror on yksi mielenkiintoisimmista avoimen lähdekoodin (open source) projekteista. Parhaan kuvauksen rakentamisen vaiheista saa katselemalla aiheesta löytyviä lukuisia Youtube.com-videoita. Kyseessä on "tee-se-itse" rakenteluprojekti, jossa avoimen lähdekoodin (open source) ohjelmisto ladataan Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmään. Näyttönä tulee käyttää mieluiten 32", tai

isompaa monitoria. Laitteistolle rakennetaan puinen kehys, ja siihen asennetaan puoliläpäisevä peili. Peilin taakse piiloon asennetaan näyttö, sekä Raspberry Pi kytkentöineen. Peilinäytöstä tulee erittäin mielenkiintoisen näköinen, sillä vain valaistu teksti tai kuva pääsee sen takaa läpi. Muutoin peili toimii normaalin peilin tavoin.



Kuva 3. MagicMirror edestä ja takaa kuvattuna [3]

MagicMirror:in toinen hienous on sen sadoissa ladattavissa lisämoduuli ohjelmistoissa. Näitä lisäosia asentamalla, ja sijoittamalla ne haluttuun kohtaan näytöllä, käyttäjä voi rakentaa näkymästä halutunlaisen. Perusasennuksen mukana latautuu yleisimmät komponentit sisältäen muun muassa kalenterin.

2.4 InkyPi

Kaikista mielenkiintoisimmaksi itselleni osoittautui avoimen lähdekoodin (open source) projekti InkyPi. Kyseessä on Raspberry Pi käyttöjärjestelmään asennettava sovellus. Näyttönä toimii E Ink näyttöelementti. Näyttö ei kuluta juuri lainkaan virtaa, sillä virtaa tarvitaan vain kuvan päivityksessä. Näytössä ei ole taustavalaistusta. InkyPi:n valittavissa olevat näkymät on tehty yksinkertaisiksi ja selkeiksi. Näyttöelementti voidaan asentaa esimerkiksi kaupasta ostettavaan valokuvakehykseen, jonka taakse saadaan piilotettua Raspberry Pi kytkentöineen.



Kuva 4. InkyPi automaattisesti päivittyvällä säätiedolla. [4]

Raspberry Pi:lle voidaan hankkia akkuvarmennuselementti, jolloin laitteiston ei tarvitse olla koko aika verkkovirrassa. Näyttöelementit ovat kokoonsa nähden huomattavasti kalliimpia kuin vastaavan kokoiset LCD- tai LED-näytöt. Näyttöelementti ei sovellu liikkuvan kuvan esittämiseen, vaan kuvan päivitys vie ele-

mentin mallista riippuen noin 10–20 sekuntia. Harvakseltaan päivitettävien kuvien, kalenteritietojen, ja säätietojen esittämiseen se sopii mainiosti. Näyttöelementti on myös erittäin ohut, joten tämä toteutus ei tarvitse isosti huonetilaa. Saatavilla on myös kosketustoiminnollisia E Ink näyttöelementtejä.

3 Raspberry Pi

3.1 Historia

Hyväntekeväisyysjärjestö Raspberry Pi Foundation loi Raspberry Pi:n Iso-Britannian Cambridgessä. Kyseessä oli joukko insinöörejä, joilla oli huoli tietojenkäsittelytieteiden opiskelun kiinnostuksen hiipumisesta. Tarkoituksena heillä oli luoda edullinen tietokone opiskelijoiden käyttöön, ja lisätä näin kiinnostusta tietotekniikkaan. Ensimmäinen Raspberry Pi tietokone julkaistiin vuonna 2012. [5]

Raspberry Pi tietokoneet valmistetaan Sony Pencoed'in tehtaalla Walesissa, sekä Kiinassa. Tietokone on saavuttanut suuren suosion. Syyskuuhun 2016 mennessä tietokoneita oli myyty jo 10 miljoonaa kappaletta. [6] Maaliskuuhun 2025 näitä oli myyty jo 68 miljoonaa kappaletta. [7]

3.2 Laitteen käyttäminen

Raspberry Pi:n käyttö tapahtuu kuten minkä tahansa muunkin tietokoneen osalta. Tietokone kytketään televisioon tai näyttöön, ja ohjauslaitteena voi käyttää USB-näppäimistöä sekä hiirtä. Massamuistina, johon esimerkiksi käyttöjärjestelmä asennetaan, käytetään microSD-korttia. Virtalähteenä voi käyttää ihan tavallista matkapuhelinlaturia. [8]

3.3 Käyttöjärjestelmät

Raspberry Pi:n virallinen käyttöjärjestelmä on Raspberry Pi OS, aiemmalta nimeltään Rasbian. Se on Debian Linuxin ARM-versio. Käyttöliittymänä toimii PIXEL, joka on kehitetty LXDE:stä. Käyttöjärjestelmästä löytyy sekä 32- että 64-

bittiset versiot, ja siinä on edelleen Raspberry Pi:n ylläpitämä oma Linux-kerneli. Käyttöjärjestelmän mukana asentuu myös perussovellusohjelmia. Lukuisista Linux-jakeluista on Raspberry Pi:lle sovitettuja epävirallisia käyttöjärjestelmäversioita. [8]

3.4 Mallien kehitys

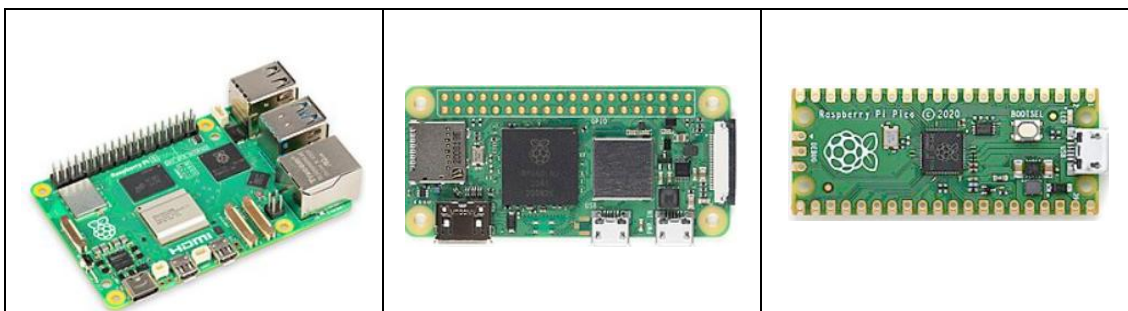
Raspberry Pi julkaistiin vuonna 2012. Tietokoneen ensimmäisestä mallista on olemassa neljä versiota: Model A, Model A+ ja Model B sekä Model B+.

Seuraava malli **Raspberry Pi 2** julkaistiin vuonna 2015. Sen prosessori oli suorituskyvyltään noin kuusinkertainen entiseen malliin nähden.

Raspberry Pi 3 julkaistiin vuonna 2016. Parannuksina muun muassa Bluetooth sekä WLAN. Tietokoneen prosessori muutettiin tässä vaiheessa 32-bittisestä 64-bittiseksi. Tästä julkaistiin mallit 3A+, 3B+ ja Zero.

Raspberry Pi 4 julkaistiin vuonna 2019. Erona edelliseen malliin oli noin 3 kertaa tehokkaampi prosessori. Myös grafiikkapiiriä oli paranneltu. Mallista julkaisiin vuonna 2020 myös Raspberry Pi 400 malli, jossa Raspberry Pi 4 on integroitu näppäimistön sisään, kuten 1980-luvulla Commodore 64 ja Amiga 500 peritietokoneiden toteutuksessa.

Raspberry Pi 5 julkaistiin vuonna 2023. Tämän prosessori on yli 2 kertaa nopeampi kuin edellisessä mallissa. Muistikortin lisäksi tähän voidaan asentaa SDRAM-muistia, joka kytkeytyy suoraan suorittimen käyttöön. Tietokoneessa on myös ensimmäisen kerran paristovarmennettu kello. Aiemmat mallit noutivat ajan internetistä jokaisen uudelleenkäynnistyksen yhteydessä. [6]



Kuva 5. Vasemmalta oikealle Raspberry Pi 5, Zero 2 W ja Pico [6]

Raspberry Pi Zero on Pi:n pienikokoisen, halvempi ja riisutumpi versio. Se julkaistiin vuonna 2015. Siitä on tullut vuosien varrella useita eri versioita. [6]

Raspberry Pi Pico on Pi:n tuotteista poiketen mikrokontrolleri. Se julkaistiin vuonna 2021. Siinä ei ole käyttöjärjestelmää, vaan siinä voidaan ajaa suoraan esimerkiksi Micropythonilla tehtyjä ohjelmia. [6]

Taulukko 1. Raspberry Pi mallien eroavaisuudet

Ominaisuus	Pico 2 W	Zero 2 W	Pi 4B	Pi 500	Pi 5
Suoritin	RP2040	BCM2710	BCM2711	BCM2712	BCM2712
Muistikorttipaikka	Ei (4MB Flash)	microSD	microSD	microSD	microSD
Keskusmuistin määrä	256 KB	512 MB	2 / 4 / 8 GB	8 GB	4 / 8 / 16 GB
HDMI-liitäntä	Ei (vain PIO)	Mini HDMI	2 × micro HDMI	2 × micro HDMI	2 × micro HDMI
USB-portit	1	1	4	3	4
GPIO-pinnit	26	40	40	40	40
Ethernet-liitäntä	0	0	1	1	1
Wi-Fi-yhteys	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Bluetooth-yhteys	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Keskim. virrankulutus	0.06 A	0.24 A	0.8 A	1.2 A	1.4 A
Fyysinen koko	51 × 21 mm	65 × 30 mm	85 × 56 mm	286 × 122 mm	85 × 56 mm

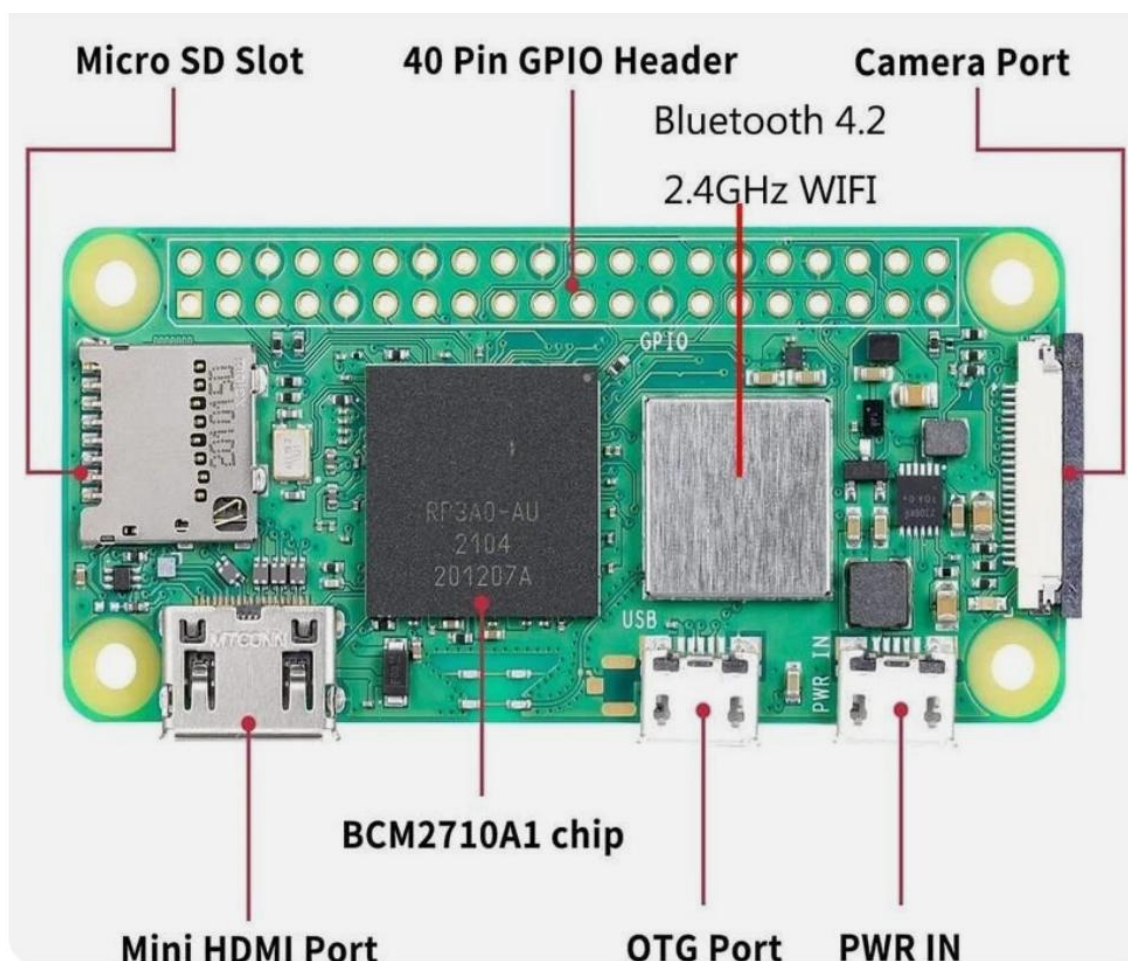
Taulukosta käy hyvin ilmi, että mallistosta löytyy erilaisia tuotteita eri tarpeisiin. Suorituskyvyn kasvaessa virrankulutus ja laitteen koko kasvaa jonkin verran. WiFi- ja Bluetooth-yhteys on vakiintunut käyttöön kaikkiin laitemalleihin.

3.5 Raspberry Pi Zero 2 W -malli

Raspberry Pi -säätö esitteli mallin Zero 2 W lokakuussa 2021. Tämän aiempi malli Zero W julkaistiin helmikuussa 2017, ja taas tämän edeltäjä Zero marraskuussa 2015. Zero-sarjan erikoisuus ja sen suosio piilee laitteen kompaktissa koossa (65 x 30 mm). Zero 2 W -mallissa prosessorin laskentatehoa on lisätty suhteessa aiempiin malleihin. Aiemmissa malleissa heikko laskentateho koettiin haasteena. Kuitenkin laitteen hinta on pyritty pitämään edelleen alhaisena. [9]

Laitteessa on suorittimena nelilytiminen ARM Cortex-53, jonka kellotaajuus on 1GHz. Prosessoriytimien valikoima mahdollistaa sujuvamman moniajon, joka tekee siitä ihanteellisen projekteihin, jotka vaativat enemmän prosessointiominaisuuksia. [9]

Laite sisältää RAM-muistia 512 Mt. Vaikka muistin määrä tuntuu rajoittavalta, niin tämä on suhteutettu laitteen muihin ominaisuuksiin. Käyttäjät voivat käyttää microSD-kortteja tallennustarpeisiin. Kortin koko ja ominaisuudet ovat valittavissa projektin vaatimusten mukaisesti. [9]

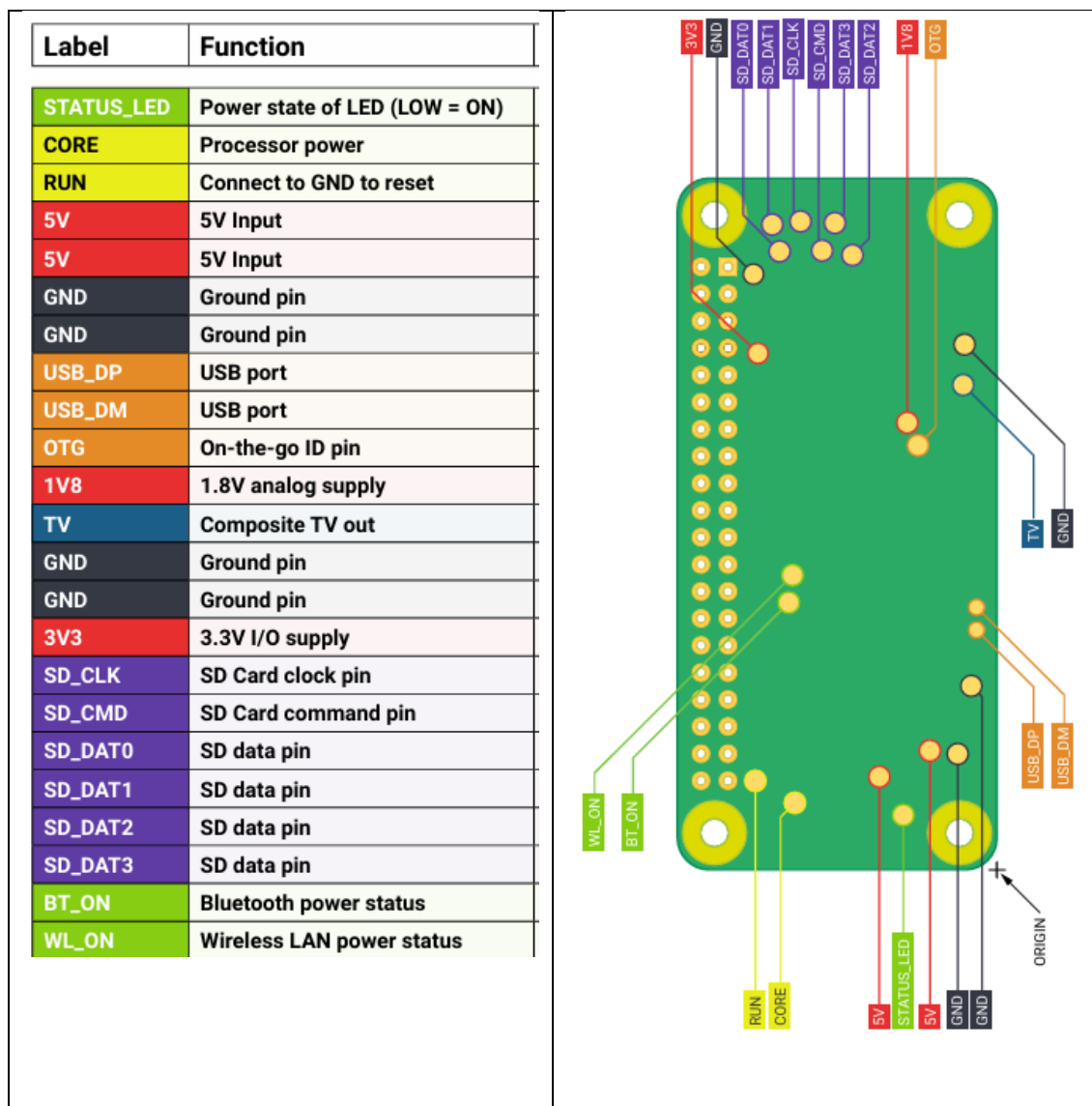


Kuva 6. Raspberry Pi Zero 2 W yläpuolelta, komponentit ja liitännät [10]

Laitteesta löytyy Wi-Fi ja Bluetooth 4.2 ominaisuudet. Tämän avulla laite voi kommunikoida oheislaitteiden kanssa, sekä mahdollistaa pääsyn internetiin. [9]

Laite mahdollistaa I/O:n. Siinä on 40 GPIO-nastaa, joita käyttäjät voivat hyödyntää. Tähän on saatavissa valmiita laitteen laajennusosia (HAT = Hardware Attached on Top), sekä lisävarusteita. [9]

Laitteen tehonkulutus tyhjäkäynnillä on 0,5 wattia. Tämä tekee laitteesta houkuttelevan akkukäytöllä. [9]



Kuva 7. Raspberry Pi Zero 2 W alapuolelta, liitännät [11]

Laitteen käyttömahdollisuudet ovat laajat. Harrastajat voivat käyttää sitä erilaisissa DIY-projekteissa (tee-se-itse). Sillä voi luoda esimerkiksi mediakeskuksia, retropelikonsoleja, sekä kodin automaatiojärjestelmiä. Robotiikassa laite voi toimia keskusyksikkönä pienille roboteille, droneille, tai jopa robottikäsivarsille. Esineiden internet (IoT) ratkaisussa se on pieni, tehokas ja sopii ihanteellisesti tällaisiin sovellutuksiin. Kehittäjät voivat rakentaa esimerkiksi älykkäitä valvontaantureita, yhdyskäytäviä IoT-laitteille, tai tietojen yhdistämisyjärjestelmiä, jotka hakevat tietoja eri lähteistä, ja lataavat ne pilveen. Myös ohjelmoinnin ja elektronikan opiskeluun se sopii mainiosti. [9]

4 Raspberry Pi Zero 2 WH käyttöönotto

Tässä osiossa käyn läpi Raspberry Pi Zero 2 WH käyttöönottoa. Esitelen tarvittavat oheislaitteet, sekä ohjelmistot ja komennot. Laite voidaan ottaa käyttöön kytkemällä näyttö, näppäimistö sekä hiiri, tai muodostamalla SSH-etäyhteys verkon yli. Zero 2 W ja WH mallien ero on vain siinä, että WH-mallissa GPIO liitin on valmiiksi juotettu paikalleen.

4.1 Tarvittavat oheislaitteet ja tarvikkeet

Tarvittavat oheislaitteet ja tarvikkeet riippuvat käyttöönottavasta. Laite voidaan ottaa käyttöön, joko kytkemällä siihen näyttö, näppäimistö sekä hiiri, tai verkon yli etäyhteydellä.

Laitteen voi ostaa aloituspakkauksena (starter kit), jolla on helppo lähteä liikkeelle. Nämä sisältävät yleensä itse minitietokoneen, virtalähteen, mini HDMI-sovittimen, Micro-USB-sovittimen (OTG), microSD -muistikortin, SD – Micro SD -adapterin, sekä laitekotelon. Laitteen käyttöönotto verkon yli onnistuu suoraan edellä mainitulla kokoonpanolla.



Kuva 8. Esimerkki Raspberry Pi Zero 2 WH aloituspakkauksesta. [12]

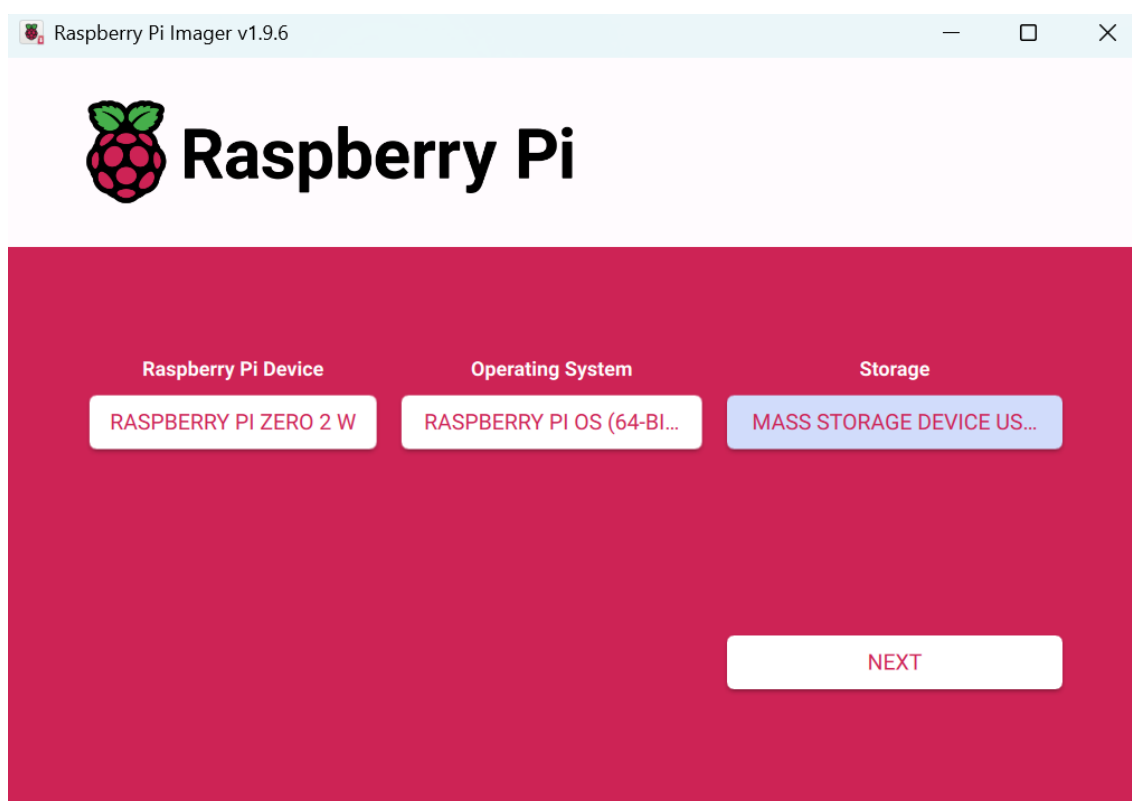
Jos laite halutaan kytkeä näyttöön, niin tällöin tarvitaan lisäksi HDMI-johto. Koska laitteessa on vain yksi USB-portti, niin tällöin tarvitaan hiirellinen näppäimistö, tai USB-hubi, johon näppäimistö sekä hiiri voidaan liittää.

4.2 Käyttöjärjestelmän asentaminen

Jotta Raspberry Pi minitietokonetta voi käyttää, niin tälle tarvitsee ladata ja asentaa käyttöjärjestelmän. Käytännössä tämä tapahtuu lataamalla levykuva Raspberry Pi Imager -ohjelmiston avulla microSD -muistikortille. Raspberry Pi

Imager -ohjelmisto on ladattavissa Raspberry Pi:n kotisivuilta osoitteesta <https://www.raspberrypi.com/software/>. Sovelluksesta on ladattavissa versiot Windowsille, Linuxille, sekä macOS:lle. [13]

Sovellus asennetaan klikkaamalla ladattua imager.exe -tiedostoa. Aluksi valitaan käytettävä kieli. Suomen kieli ei ole tuettuna, vaan voidaan käyttää esimerkiksi englannin kieltä. Hyväksytään käyttöehdot, sekä asetetaan sovelluksen tallennuspolku. Lopuksi voidaan valita, että sovellus luo pikakuvakkeen työpöydälle. Asennuksen jälkeen sovellus käynnistyy automaattisesti.



Kuva 9. Käyttöjärjestelmän asentaminen muistikortille.

Käyttöjärjestelmän asentaminen muistikortille alkaa siten, että ensiksi valitaan minkä malliseen Raspberry Pi:hin asennus tehdään, mikä käyttöjärjestelmä siihen asennetaan, sekä valitaan massamuistiväline, joka tässä tapauksessa on microSD-muistikortti.

Valintojen jälkeen painetaan NEXT, jonka jälkeen tulee valittavaksi, että halutaanko tässä vaiheessa asetella käyttöjärjestelmän asetuksia ennalta valmiiksi vai ei. Valitsin, että haluan tehdä ennakoasetukset. Tällöin aseteltavissa on muun muassa isäntänimi, käyttäjätunnus sekä tämän salasana, WLAN nimi sekä tämän salasana, aikavyöhyke, näppäimistön kielivalinta, SSH ja tämän autentikointiasetukset. Asettelin kaikki mahdolliset asetukset valmiiksi jo tässä vaiheessa olettaen, että tämä helpottaa itse laitteen käyttöönottoa myöhemmin.

Lopuksi sovellusohjelma varoittaa, että kaikki mahdollinen aiempi data tuhoutuu microSD-muistikortilta asennuksen yhteydessä. Hyväksynnän jälkeen sovellus asentaa käyttöjärjestelmän microSD-muistikortille. Asennus kestää noin 5–15 minuuttia riippuen asennuksessa käytettävän tietokoneen sekä muistikortin nopeudesta. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Raspberry Pi Imager -sovelluksen käyttö on tehty erittäin selkeäksi ja suoraviivaiseksi.

4.3 Käyttö näppäimistöllä ja hiirellä

Käyttöjärjestelmän asennuksen jälkeen siirsin microSD-muistikortin minitietokoneeseen. Kytkin laitteeseen USB-hubin kautta näppäimistön sekä hiiren. Lisäksi kytkin HDMI-näytön, sekä virtalähteen. Virtojen kytkemisen jälkeen laitteen vihreä LED-valo syttyi, ja osoitti vilkkumalla suorittimen toimintaa. Käyttöjärjestelmän graafinen käyttöliittymä käynnistyi noin 5 minuutin kuluttua virtojen kytkemisestä. Ensimmäinen käynnistyskerta kestää kauemmin, koska käyttöjärjestelmän viimeistellään tässä yhteydessä. Seuraavilla käynnistyskerroilla käynnistyminen tapahtuu kohtuullisessa ajassa, eli noin 1-2 minuutissa.

Laitteessa on vain yksi microUSB-portti. Tästä syystä liitin tähän käytettävissäni olevan usb-hubin, jossa ei ollut erillistä virtalähdettä. Tähän usb-hubiin kytkin langallisen hiiren sekä langallisen näppäimistön. Jostain syystä nämä eivät suostuneet toimimaan laitteessa edes erikseen kytkettäessä. Myöhemmin onnistuin lisäämään testimielessä bluetooth näppäimistön laitteen graafisen käyttöliittymän avulla VNC-etäyhteydellä.

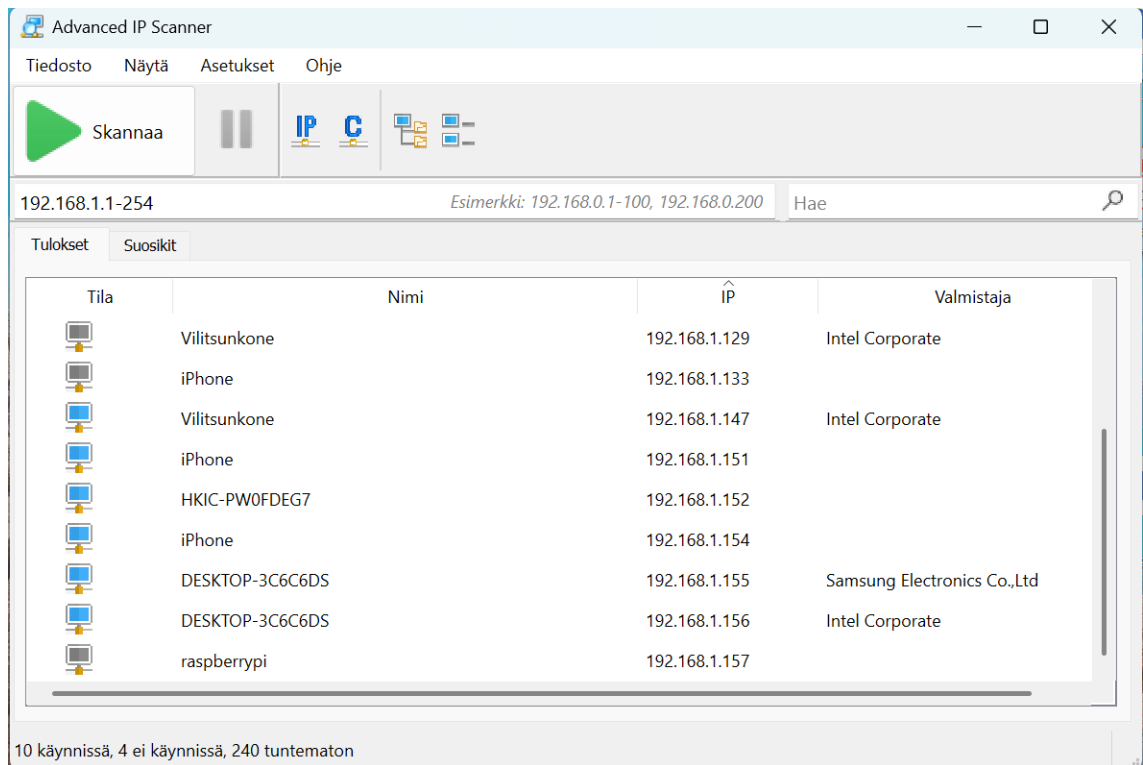
4.4 Käyttö SSH sekä VNC etäyhteyksillä

Koska en saanut laitetta toimimaan fyysisillä syöttölaitteilla, niin päätin muodostaa etäyhteyden minitietokoneeseen Windows työasemaltani. Tämä onkin toinen tapa käyttää Raspberry Pi minitietokonetta.

Koska Raspberry Pi Imager sovelluksessa jo asettelin valmiiksi WLAN nimen sekä salasanan, niin laite yhdistyi lähiverkkoon automaattisesti. Tämän pystyin toteamaan HDMI kytkentäiseltä näytöltä. Laite ei tue 5 GHz WLAN:ia, joten laite tulee yhdistää 2,4 GHz WLAN-verkkoon. Lisäksi olin asetellut ennalta SSH yhteyden käyttöön ja tunnukset tälle. Mikäli asetuksia ei tee Raspberry Pi Imager sovelluksen avulla, niin toinen tapa on luoda määrittelytiedostot microSD-kortille asennetun käyttöjärjestelmän käynnistysosioon. [14]

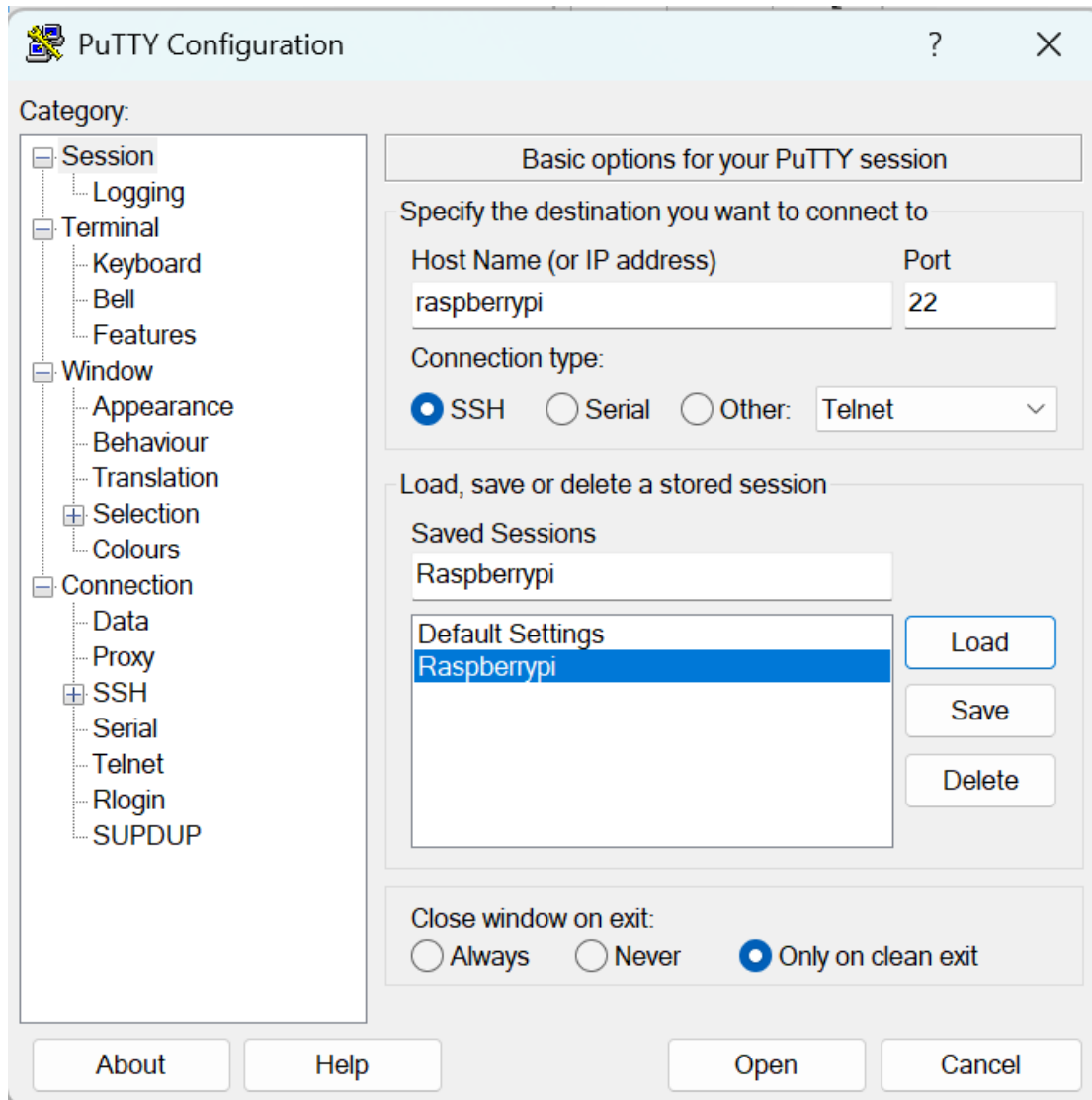
VNC:n käytön määrittäminen Raspberry Pi:hin onnistuu muodostamalla SSH-yhteys PuTTY-sovellusohjelmalla (tai vastaava). Pi:n oletuskäyttäjä on pi ja salana on raspberry. Itse asettelin Raspberry Pi Imager sovelluksessa suoraan omat haluamani kirjautumistunnukset. PuTTY on ilmainen sovellus, jonka voi Windows työasemaan asentaa helpoiten suoraan Microsoft Store:sta. [14]

Jotta etäyhteyden voi muodostaa PuTTYllä, niin tähän tarvitsee tietää laitteen IP-osoitteen, tai isäntänimen (Hostname). Nämä voidaan selvittää verkkoskanneri-sovellusohjelmalla, tai katsomalla reitittimen hallinnasta. Reititin voi jakaa laitteelle vaihtuvan IP-osoitteen, tai sille voidaan määrittää staattinen IP-osoite. Esimerkiksi ilmainen Advanced IP Scanner -verkkoskanneri sovellusohjelma on kätevä tietojen selvittämiseen. Sen voi ladata osoitteesta <https://www.advanced-ip-scanner.com/fi/>.



Kuva 10. Advanced IP Scannerin käyttö IP-osoitteen selvittämiseen.

Jos kotiverkossa toimii mDNS (Multicast DNS), niin PuTTY:llä voidaan yhdistää suoraan myös pelkän Isäntänimen (Hostname) perusteella. Esimerkiksi tässä tapauksessa syöttämällä nimi raspberrypi. Lisäksi tulee varmistua, että käytetään porttia numero 22, sekä yhteystyyppi on SSH. Lopuksi muodostetaan yhteys painamalla *Open*.



Kuva 11. PuTTY yhteyden luominen.

Yhteyden muodostumisen jälkeen avautuu komentokehote. Komentokehoteeseen tulee syöttää käyttäjätunnus (*login as*), sekä tämän salasana (*password*). Onnistuneen kirjautumisen jälkeen laitetta voidaan käyttää tekstikomennoilla.

```

login as: jari
jari@raspberrypi's password:
Linux raspberrypi 6.12.25+rpt-rpi-v8 #1 SMP PREEMPT Debian
1:6.12.25-1+rpt1 (2025-04-30) aarch64

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

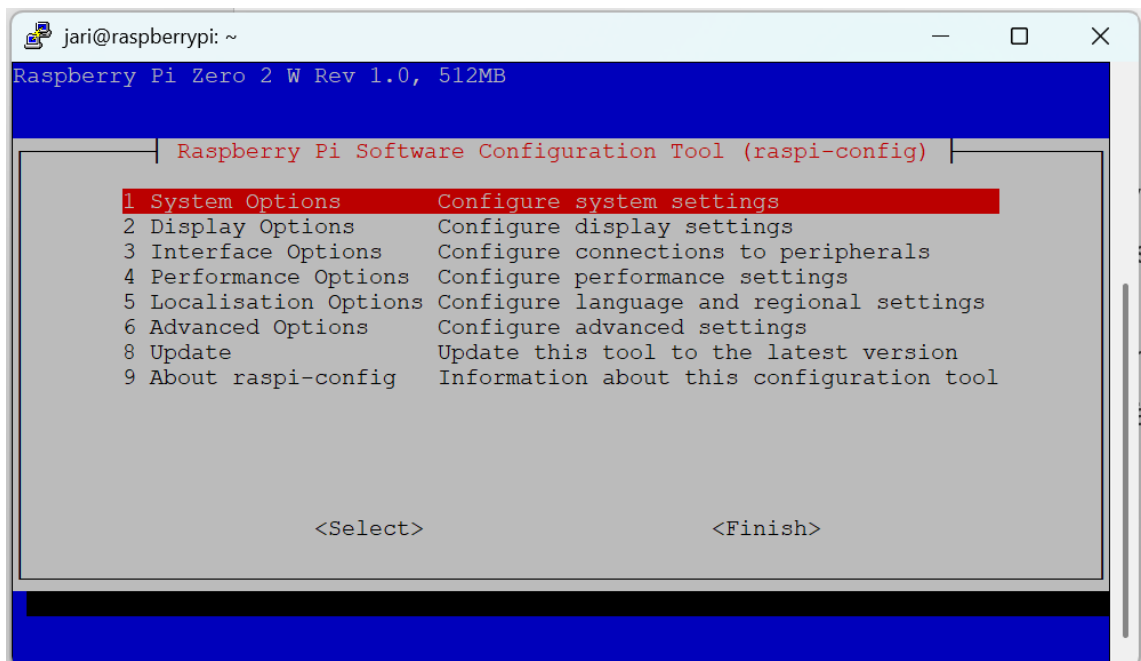
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Wed Sep 10 20:37:33 2025 from
2001:14bb:69f:4a7a:686b:d239:1873:8533
jari@raspberrypi:~ $

```

Kuva 12. Raspberry Pi komentorivinäkymä.

VNC tulee aluksi asetella käyttöön. Tämä onnistuu asetusvalikon kautta, johon päästään antamalla alla oleva komento. [14]

```
jari@raspberrypi:~ $ sudo raspi-config
```

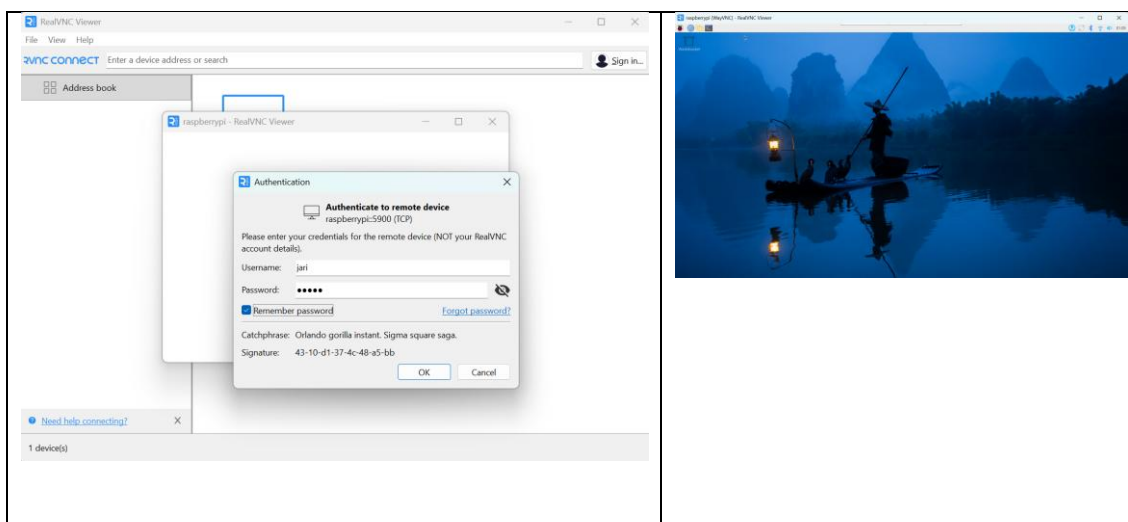


Kuva 13. Raspi-config valikko.

Valikossa kuljetaan nuolinäppäimillä, ja valitaan kohta *3 Interface Options*, ja hyväksytään valinta painamalla *Enter*. Avautuvasta valikosta valitaan kohta *I3 VNC*, ja asetetaan tämä päälle valitsemalla *Yes*. Hetken päästä sovellus ilmoittaa, että VNC on käynnissä. Lopuksi valitaan *Finish*, ja raspi-config valikko sulkeutuu. [14]

Tämän jälkeen ladataan etättyöasemalle VNC Viewer -sovellusohjelma. Saatavilla on ilmaisia ja maksullisia VNC-sovellusohjelmia. Käytin tässä työssä ilmaista RealVNC Viewer -sovellusohjelmaa, joka on ladattavissa polusta <https://www.realvnc.com/en/connect/download/viewer/>.

Aluksi RealVNC Viewer -sovellusohjelmasta valitaan valikko *File*, ja sieltä *New connection*. *Address* kohtaan syötetään Raspberry Pi:n IP-osoite tai isäntänimi (Hostname), sekä painetaan lopuksi *Ok*. Käytin yhdistämiseen isäntänimeä raspberrypi. Tämän jälkeen päänäkymään muodostuu yhteyspainike. Yhteyspainikkeesta painettaessa sovellus muodostaa yhteyden, ja sovellus pyytää antamaan Raspberry Pi:n käyttäjätunnuksen sekä salasanan. Sovelluksessa voidaan valita, että tämä muistaa jatkossa salasanan. Lopuksi painetaan valinta *Ok*.



Kuva 14. VNC etättyöyhteyden muodostaminen.

Tämän jälkeen etäyhteys käynnistyy, ja Raspberry Pi:n graafinen työpöytä näkymä tulee esille. Laitetta voidaan käyttää jatkossa suoraan etätyöasemalta.

4.5 Käyttöjärjestelmän päivittäminen ja varmuuskopiointi

Käyttöjärjestelmä kannattaa aluksi päivittää. Se onnistuu antamalla komentokohdassa komento

```
jari@raspberrypi:~ $ sudo apt-get update
```

Komento koostuu seuraavasti. *Sudo* eli Super User antaa käyttöön pääkäyttäjän oikeudet tarvittavien komentojen suorittamiseksi. *Apt-get* on pakettinhallinnan komento noutaa asennuspaketit. *Update* taas nimensä mukaisesti lataa ja päivittää järjestelmän kaikki paketit. [13]

Lopuksi on hyvä käynnistää laite uudestaan. Se tapahtuu komennolla.

```
jari@raspberrypi:~ $ sudo reboot
```

Toisinaan on myös tarve sammuttaa laite. Se tapahtuu komennolla.

```
jari@raspberrypi:~ $ sudo shutdown -h now
```

Käyttöjärjestelmä ja kaikki siihen ladatut sovellukset ja tiedostot tallentuvat käytännössä microSD-muistikortille. Muistikortista kannattaa ottaa tarvittaessa varmuuskopio. Tämä taas onnistuu helposti irrottamalla muistikortti laitteesta, ja luomalla muistikortista levykopio (image) erillisellä työasemalla esimerkiksi laitteen kiintolevyille. Palautus onnistuu asentamalla levykopio erilliseltä työasemalta microSD-muistikortille. Window-käyttöjärjestelmässä tämä onnistuu esimerkiksi käyttämällä Win32 Disk Imager -sovellusohjelmaa. [15]

5 InkyPi, perheen ilmoitustaulun toteutus

Erilaisia digitaalisia perheen ilmoitustauluja vertailtuani innostuin avoimen lähdekoodin (open-source) InkyPi toteutuksesta. Vastaavanlaisia muitakin Raspberry Pi + e-Ink toteutuksia löytyy, mutta tämän kalenterin visuaalinen ulkoasu miellytti eniten. Aluksi olin innostunut Raspberry Pi toteutuksista, joissa käytettiin LCD- tai LED-näyttöä. Enemmän mietittyäni asiaa en kuitenkaan halunnut asuntooni isoa valoa hohtavaa katseenvangitsijaa. Lisäksi tällainen jatkuvasti päällä oleva näyttö kuluttaa myös jonkin verran sähköenergiaa. Näin ollen päädyin e-Ink näyttöön, joka vaikutti tyylikkäältä, hillityltä, ja vähemmän huomiota herättävältä toteutukselta.

5.1 Laitteisto

Toteutuksessa käyttämäni laitteisto lueteltuna. Sivustolta löytyy myös muita laitemalleja, jotka ovat tuettuna sovelluksessa.

- Raspberry Zero 2 WHC, Starter Kit
- Waveshare UPS HAT (C), virranvarmennus
- Pimoroni Inky Impression 13,3", e-Ink näyttö
- Creality Ender 3 V3 KE, 3D-tulostin

Raspberry Pi Starter Kit:in, sekä UPS HAT:in tilasin suoraan kiinasta. Vastavaa valmiskokoonpanoa en löytänyt Suomalaisista verkkokaupoista. Pimoroni Inky Impression näytön tilasin suoraan valmistajalta Iso-Britanniasta, koska en löytänyt sitä miltään jälleenmyyjältä. 3D-tulostimen tilasin Verkkokauppa.comista. 3D tulostimien hinnat ovat edullistuneet isosti, ja ulkomailta tilaaminen ei siten toisi juurikaan säästöä. Lisäksi laitteelle sai näin tilattuna 12kk takuun.

5.2 Ohjelmisto

Ohjelmisto on ladattavissa sen kotisivuilta osoitteesta <https://github.com/fatihak/InkyPi>. Sivustolla kerrotaan, että kyseessä on avoimen lähdekoodin muokattavissa oleva E-Ink-näyttö, joka toimii Raspberry Pi:llä. Se on suunniteltu yksinkertaiseksi ja joustavaksi, ja sen avulla voi näyttää vaivattomasti tärkeää sisältöä yksinkertaisella verkkokäyttöliittymällä, joka tekee asennuksesta ja määrittämisestä vaivatonta. [15]

Ominaisuudet:

- Luonnollinen, paperimainen visuaalinen ilme, joka on miellyttävä silmille ilman häikäisyä, tai taustavaloa.
- Web-käyttöliittymä, jonka avulla voi päivittää ja määrittää näytön mistä tahansa verkon laitteesta helposti ja vaivattomasti.
- Avoimen lähdekoodin projekti, jonka avulla voi muokata, mukauttaa ja luoda omia laajennuksia.
- Mahdollisuus määrittää ajoitetusti näyttämään erilaisia laajennuksia tiettyinä aikoina.

[15]

Laajennukset:

- Kuvan lataus: Lataa ja näytä mikä tahansa kuva selaimestasi.
- Päivittäinen sanomalehti/sarjakuva: Näytä päivittäiset sarjakuvat ja etusivut suurista sanomalehdistä ympäri maailmaa.
- Kello: Mukautettavat kellotaulut ajan näyttämiseen.
- AI-kuva/teksti: Luo kuvia ja dynaamista tekstiä kehoitteista OpenAI:n mallien avulla.
- Sää: Näytä nykyiset sääolosuhteet ja usean päivän ennusteet mukautettavalla asettelulla.
- Kalenteri: Visualisoi kalenterisi Googlesta, Outlookista tai Applen kalenterista mukautettavilla asetteluilla.
- Lisää laajennuksia on kehitteillä.

[15]

5.3 Asennus

InkyPi sovellusohjelma asennetaan Raspberry Pi:hin seuraavassa järjestyksessä. Sovelluksen asentaminen vaatii, että Raspberry Pi tietokone on kytketty e-Ink-näyttöön.

ASENTAMINEN

1. Ensin tulee kloonata arkisto.

```
jari@raspberrypi:~ $ git clone https://github.com/fatihak/InkyPi.git
```

2. Siirytään projektikansioon.

```
jari@raspberrypi:~ $ cd InkyPi
```

3. Suoritetaan asennuskomentosarja sudolla.

```
jari@raspberrypi:~/InkyPi $ sudo bash install/install.sh
```

Kun asennus on valmis, komentosarja kehottaa käynnistämään Raspberry Pi:n uudelleen. Kun Raspberry Pi on käynnistetty uudelleen, se päivittyy näyttämään InkyPi-aloitusnäytön. Jos tarve suorittaa uudelleen käynnistys erikseen, niin se onnistuu komennolla.

```
jari@raspberrypi:~ $ sudo reboot
```

PÄIVITTÄMINEN

Voit päivittää InkyPi:n uusimmilla koodimuutoksilla seuraavasti:

1. Siirytään projektihakemistoon.

```
jari@raspberrypi:~ $ cd InkyPi
```

2. Haetaan uusimmat muutokset arkistosta.

```
jari@raspberrypi:~/InkyPi $ git pull
```

3. Suoritetaan päivityskomentosarja sudolla.

```
jari@raspberrypi:~/InkyPi $ sudo bash install/update.sh
```

Tämä prosessi varmistaa, että kaikki uudet päivitykset, mukaan lukien koodi-muutokset ja lisäriippuvuudet otetaan käyttöön oikein ilman täydellistä uudelleenasetusta.

POISTAMINEN

Siirytään projektihakemistoon.

```
jari@raspberrypi:~ $ cd InkyPi
```

InkyPi asennuksen poistaminen tapahtuu suorittamalla seuraava komento.

```
jari@raspberrypi:~/InkyPi $ sudo bash install/uninstall.sh
```

KÄYTTÖLIITTYMÄ

1. Kirjoita verkkoselaimeen Raspberry Pi:n IP-osoite tai isännänimi (Hostname), esim.

<http://192.168.1.157> tai <http://raspberrypi>

2. Jos et tiedä IP-osoitetta, voit selvittää sen komennolla.

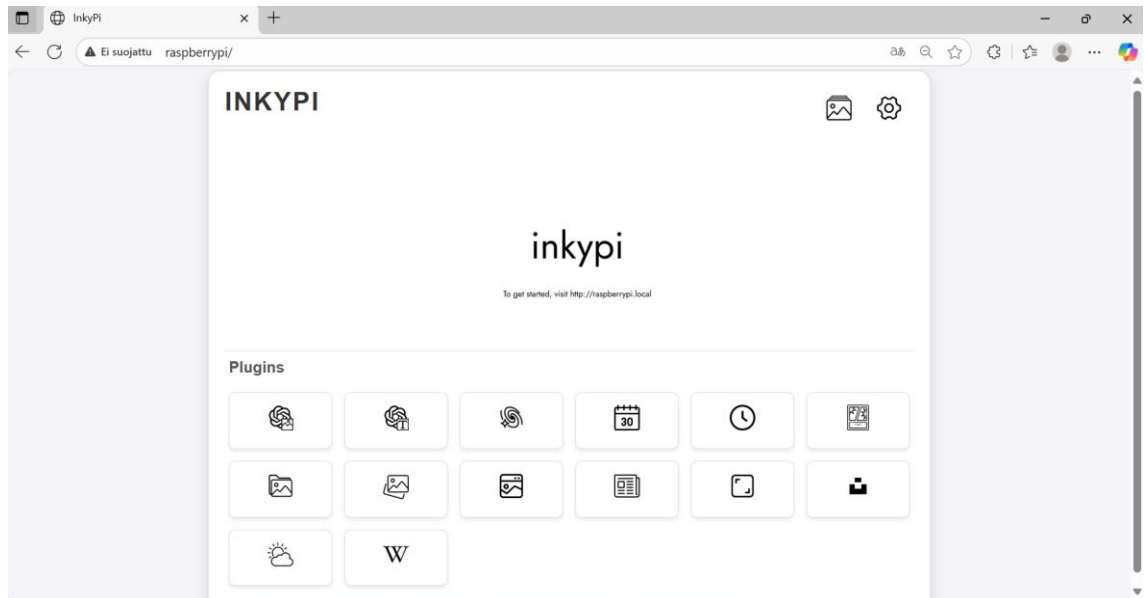
```
jari@raspberrypi:~ $ hostname -I
192.168.1.157 2001:14bb:69f:4a7a:455d:50bc:e714:7e04
```

3. Yhdistämisen jälkeen pääset käyttämään selainpohjaista käyttöliittymää. Käyttöliittymässä voit tehdä seuraavaa:

- Valita ja aktivoida eri plugin-moduuleja (esim. sää, kalenteri, kello, kuvat).
- Asettaa aikatauluja ja päivitysjaksoja.
- Ladata kuvia tai syöttää tekstiä.
- Muokata ulkoasua ja asettelua.

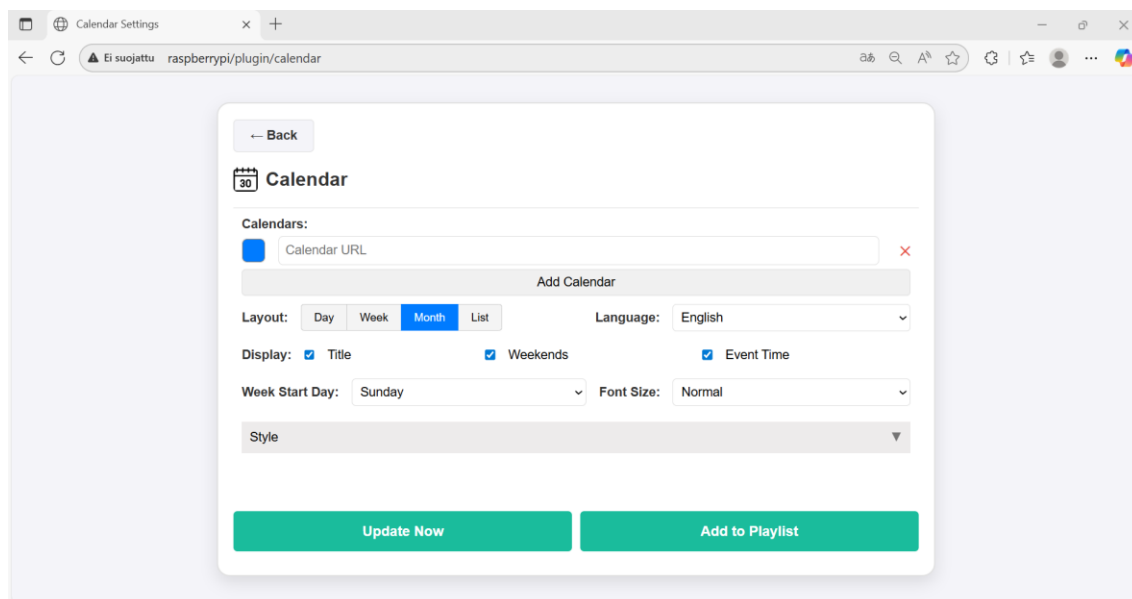
5.4 Kalenterinäkymän asettelu

Selainliittymän aloitusnäky näyttää alla olevan mukaiselta.



Kuva 15. InkyPi selaimen aloitussivu.

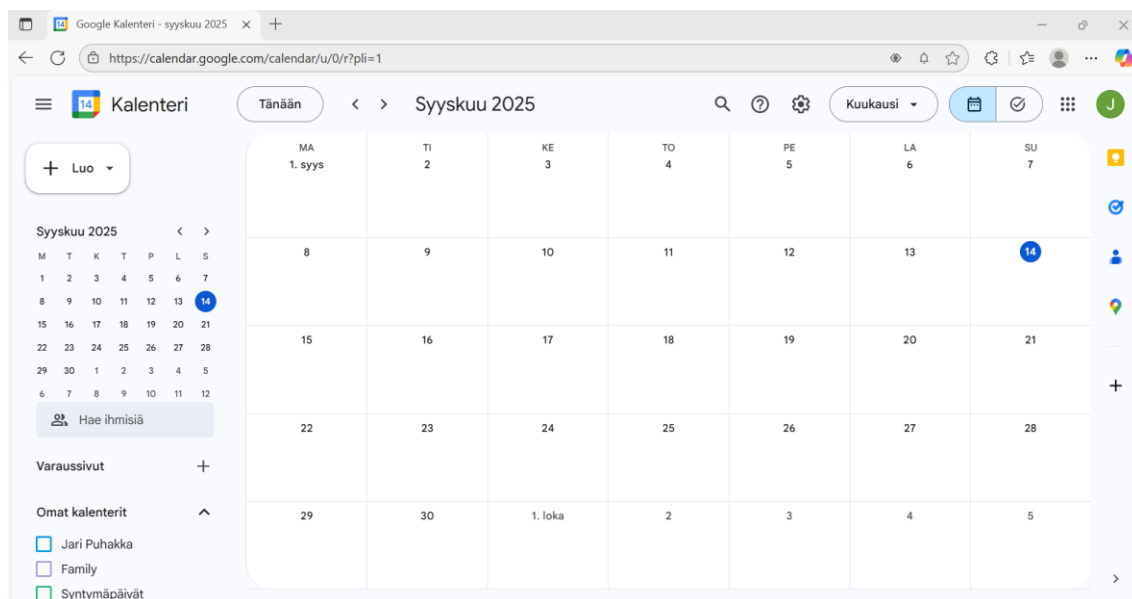
Aluksi klikataan kalenterisymbolia, ja päästään kalenteriasetuksien määrittämisen sivulle.



Kuva 16. InkyPi kalenteriasetukset.

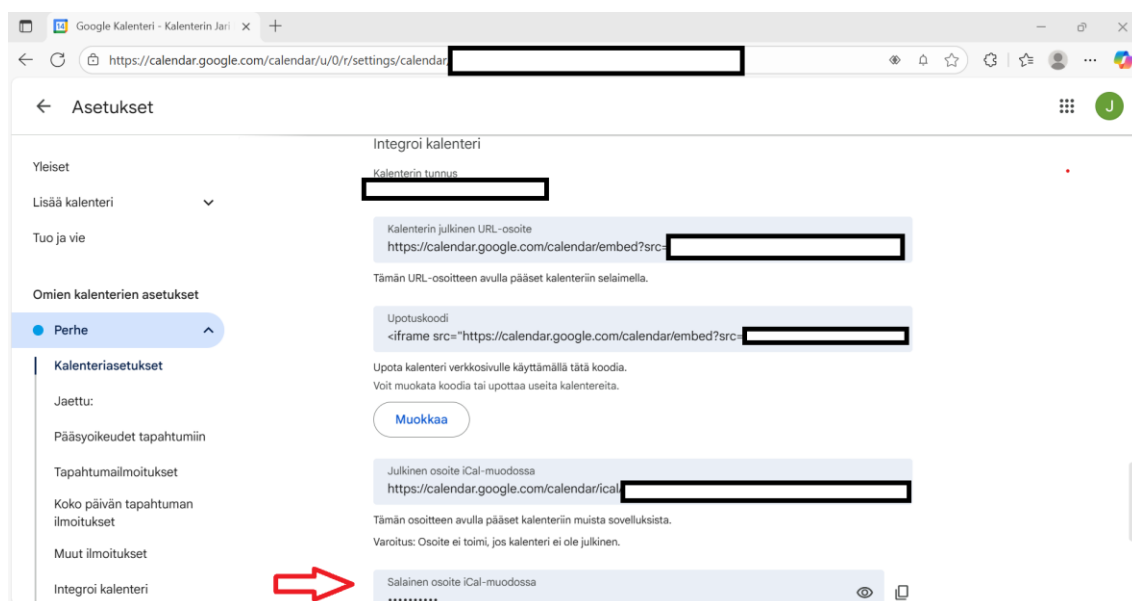
Kalenteriasetusten määrittäminen on tehty varsin suoraviivaiseksi ja selkeäksi toimenpiteeksi. Näkymään voidaan asetella useampi kalenteri. Kalenterien URL-osoitteet tulee syöttää. Voidaan valita päivä-, viikko-, kuukausikalenteri, tai listaus tapahtumista. Myös kalenterin ulkoasuun voi tehdä asetuksia.

Oman perheeni kalenteri on laadittu Googlen kalenteriin. Tämän kyseisen kalenterin URL-osoite tuli ensin selvittää. Aluksi tulee kirjautua web-selaimella Google tilin tunnuksilla kalenterinäkymään.



Kuva 17. Google kalenterinäkömä.

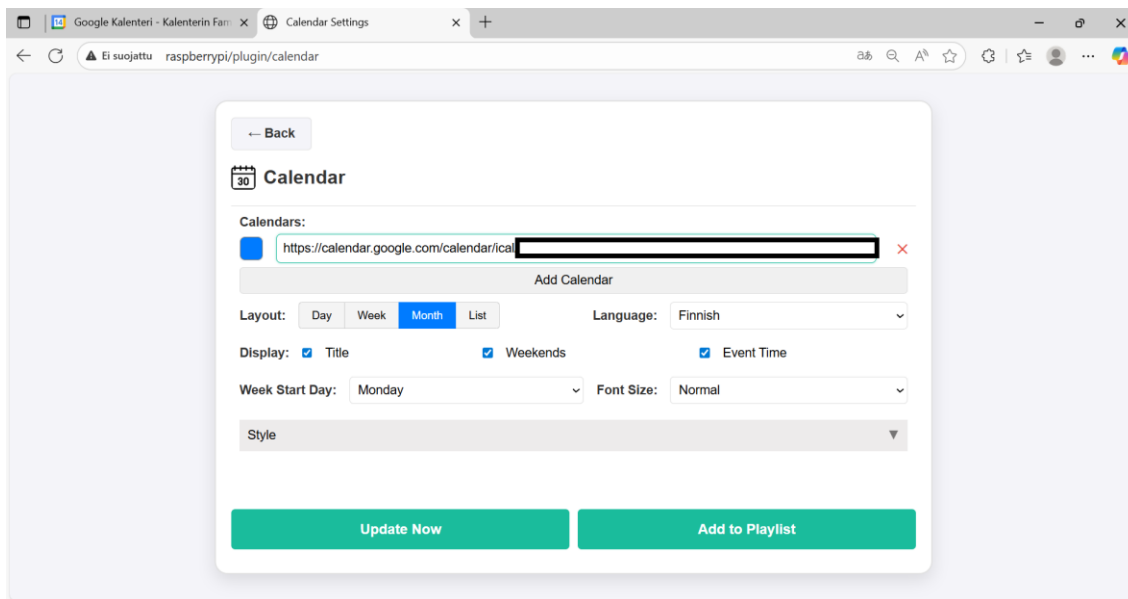
Tämän jälkeen valitaan kalenterinäkömästä ylhäältä oikealta rattaankuva ja asetukset.



Kuva 18. Google kalenterin salainen iCal-muotoinen URL-osoite.

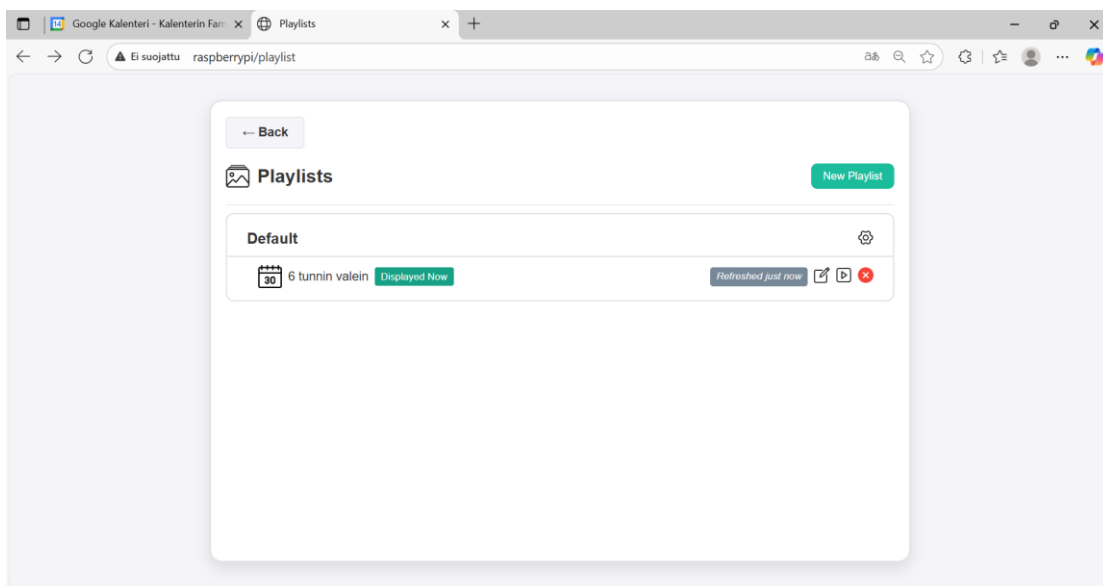
Valitsemalla haluttu kalenteri, päästään selvittämään kalenterin salainen iCal-muotoinen URL-osoite, joka viedään InkyPi kalenterin Calendar URL -kenttään.

Alla kuva asettelujen jälkeisestä tilasta.



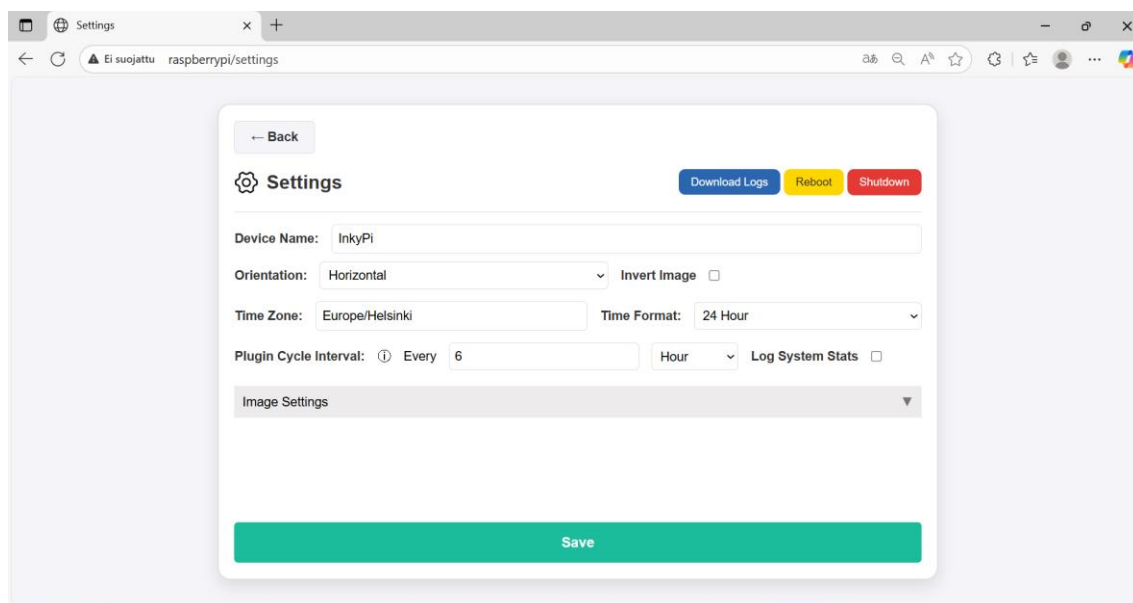
Kuva 19. InkyPi kalenteriasetukset.

Näkymä voidaan joko viedä heti senhetkisellä datan sisällöllä näytölle toiminnolla *Update Now* tai datan päivitystiheyden voi säätää automaattiseksi. Tämä pystytään ajastamaan valitsemalla toiminto *Add to Playlist*. Ajastukselle voidaan antaa nimi, kuten alla olevassa kuvassa näkyy teksti *6 tunnin valein*.



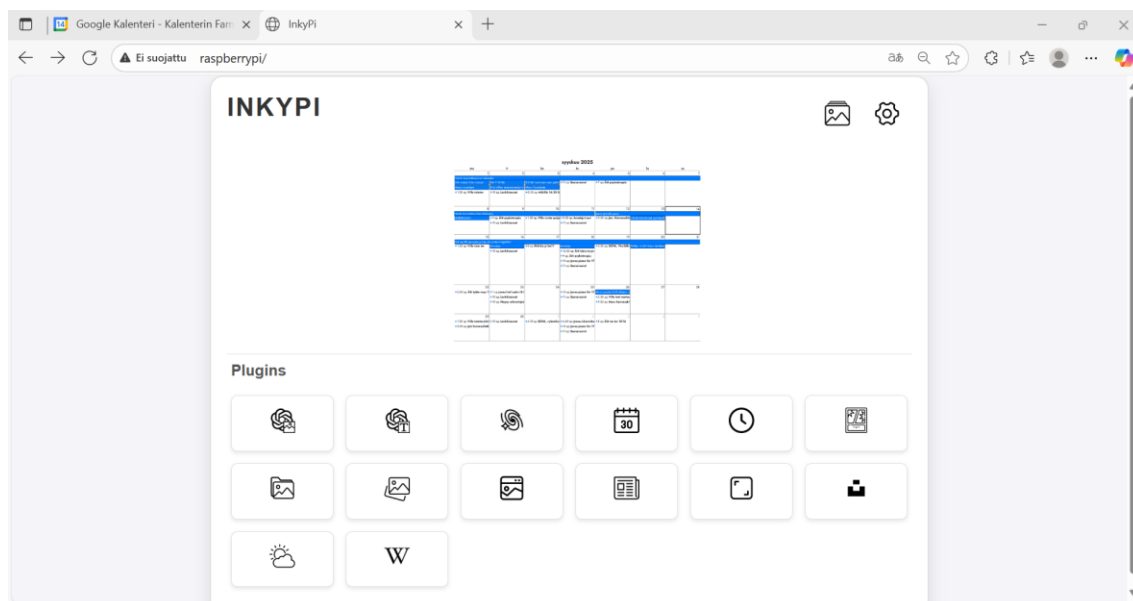
Kuva 20. InkyPi Playlist näkymä.

Ajastukset listautuvat *Playlist* näkymään, jossa asetuksia voi vielä muuttaa ja kuvan päivittää halutessa välittömästi.



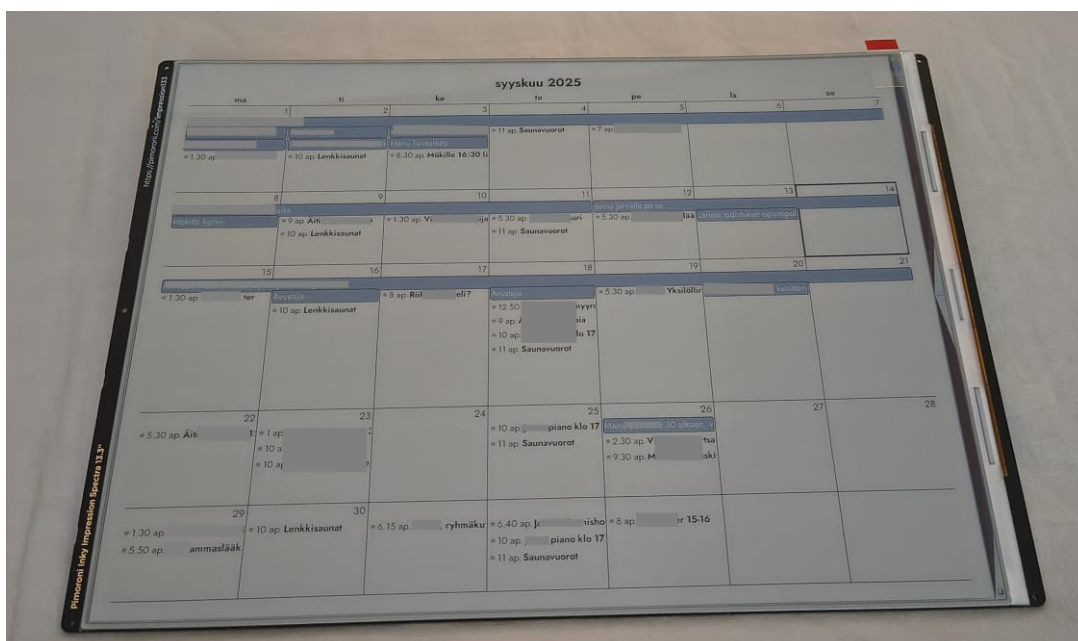
Kuva 21. InkyPi Settings näkymä.

Asetusnäkyssä on tärkeää valita oikea aikavyöhyke. Kalenterin ajan esityksen muodon voi valita esitettäväksi 12 tai 24 tunnin muodossa. Lisäksi jos *Playlist* toimintoon on lisännyt useita Plugin näkymiä, niin näiden näkymien vaihtosyklin, voi säätää kohdassa *Plugin Cycle Interval*. Esimerkiksi säätiedot, kalenteri ja uutiset voi kierrättää näytössä näppärästi vaikkapa minuutin välein.



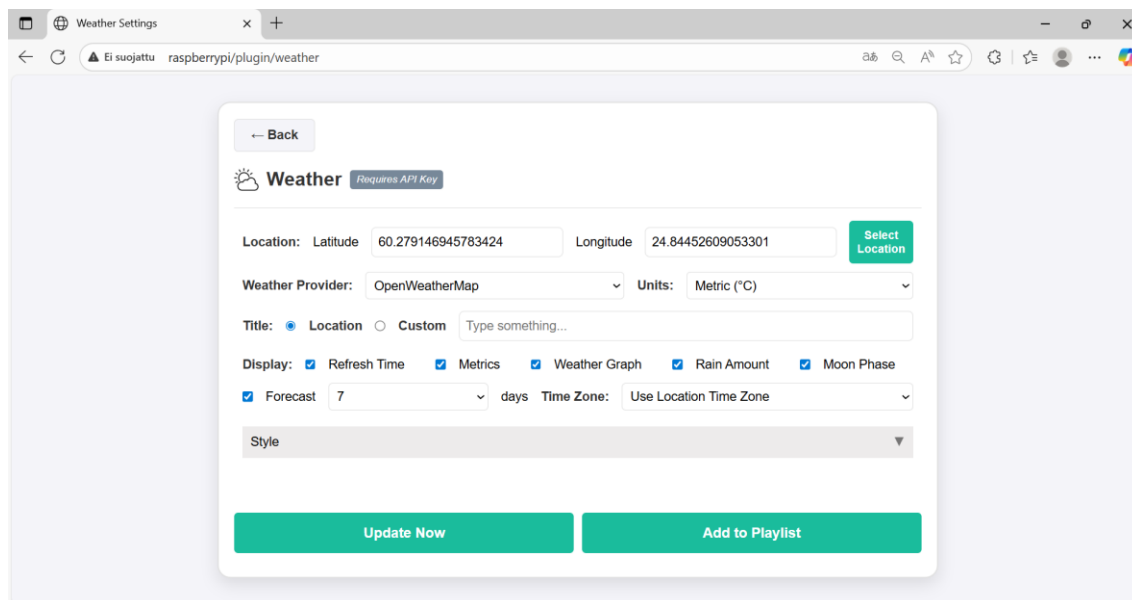
Kuva 22. InkyPi aloitusnäky kalenteriasetusten jälkeen.

E Ink näytölle viety kuva esitetään verkkoselaimen aloitussivulla. Kaiken kaikkiaan käyttöliittymä vaikuttaa selkeältä, ja helpolta käyttää.



Kuva 23. InkyPi kalenteri E Ink-näytöllä (henkilökohtaisia tietoja peitetty harmaalla värillä).

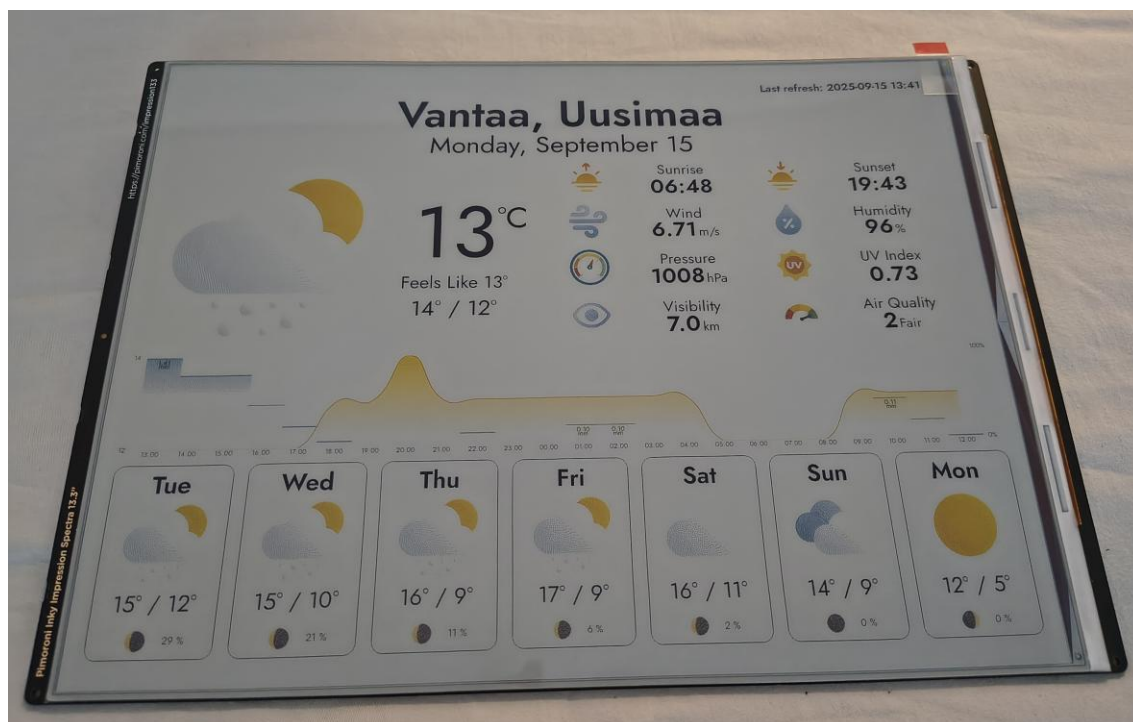
Kalenteri kuva on näytöllä varsin selkeä. Kuvassa 23. on hieman peitetty harmaalla värillä henkilökohtaisia tietoja pois. Mutta kuvasta saa kyllä hyvän käsityksen näytön laadusta.



Kuva 24. Sää näkymän asetukset.

Sää näkymän asetteluun tarvitsee hankkia API avaimen, ja se tulee lisätä soveluksen asetuksiin komentokehötteen kautta. InkyPi:ssä on myös muita aseteltavia näkymiä, joihin tarvitaan API avain. Näiden tekemiseen löytyy selkeät ohjeet osoitteesta https://github.com/fatihak/InkyPi/blob/main/docs/api_keys.md.

Itse käytin sää tietojen palveluna <https://openweathermap.org/> -sivustoa. Palveluun tulee rekisteröityä ja antaa maksuvälineen tiedot esim. VISA-kortti. Sää tietoja saa noudettua ilmaisoin 1 000 kpl vuorokaudessa. Suurempi määrä on hinnoiteltu.



Kuva 25. InkyPi Weather -sää, E Ink-näytöllä

API tieto vietään sovellukseen komentokehötteen kautta. Ensin siirrytään kansioon komennolla `cd InkyPi`, ja tämän jälkeen luodaan tiedosto ja avataan se tekstieditoriin komennolla `nano .env`. Tekstieditoriin kirjoitetaan API avain muodossa `OPEN_WEATHER_MAP_SECRET=your-key`, ja poistutaan tekstieditorista tallennuksen kautta. Tämän jälkeen sovellus pystyy noutamaan ja esittämään säätiedot näytöllä.



Kuva 26. Raspberry Pi + UPS HAT (C) + E Ink 13,3”-näyttö, takaa kuvattuna.

Yllä olevasta kuvasta saa hyvän käsityksen, kuin hyvin laitteisto on fyysisesti yhteensopiva ja kompaktin kokoinen.

Virran varmuuden UPS HAT -laajennus itse tietokone päälle asennettuna mahdollistaa noin kolmen tunnin yhtäjaksoisen käytön ilman verkkovirtaa. Myös hallittu käyttöjärjestelmän alas-ajo akun varauksen lähestyessä loppua on aseteltavissa. Tämän toteutukseen löytyy valmiit sovellettavissa olevat ohjeet valmistajan kotisivuilta [https://www.waveshare.com/wiki/UPS_HAT_\(C\)](https://www.waveshare.com/wiki/UPS_HAT_(C)). Itse toteutin tämän laitteistooni, koska mielestäni vaarana on käyttöjärjestelmän mahdollinen rikkoontuminen, mikäli virrat katkeavat hallitsemattomasti kesken käytön.

Kuvassa laitteessa on virrat päällä akun kautta, ja tästä syystä kuvassa näkyy heijastunutta merkkilampun vihreää valoa.

5.5 Kehykset

Lopuksi näyttö tulee kehystä. Helpoin ja edullisin tapa on ostaa valmiit kehykset. Esimerkiksi IKEA:sta saa edullisesti tarkoitukseen sopivia kehyksiä, joihin laitteiston saa kokonaisuudessaan upotettua piiloon. Toinen tapa on 3D-tulostaa kehykset. Päädyin tulostamaan kehykset itse. Löysin valmiiksi suunnitellut

kehykset kyseiselle näyttöelementille, ja Raspberry Pi toteutukselle osoitteesta <https://www.printables.com/model/1357882-inky-impression-pimoroni-133-frame/files>.



Kuva 27. Laitteisto kehyksen takaa kuvattuna, ilman peitelevyjä.

Kyseiset kehykset oli julkaistu vapaasti käytettäväksi ja muokattavaksi, jos käyttötarkoitus on "ei kaupalliseen tarkoitukseen". Latasin sivustolta saatavat STL-tiedostot, jotka taas vein työasemaltani löytyvään Creality Print -sovellusohjelmaan. Sovellusohjelmassa jouduin suurimmat kappaleet vielä katkaisemaan kahteen osaan, sillä 3D tulostimeni ei pystynyt tulostamaan näin suuria osia. Kahtia jaetut osat taas kasasin kuumaliimalla.



Kuva 28. Laitteisto kehyksen takaa kuvattuna, peitelevyt ruuvattuna paikalleen.

Jostain syystä muovi PLA-filamenttiini ei tarttunut Gorilla Super Glue -pikaliima, jota on isosti kehattu PLA-muovin liimaamiseen. Lisäksi tilasin Sintosen palvelut-verkkokaupasta kasaamisessa käytettävät ruuvit sekä vastakierreosat. Vastakierreosat, eli insertit kiinnitin muoviin tavallisella tinajuotoskolvilla kuumentamalla, jolloin kierreosa upposi muoviin, ja jäähtyttyä kiinnittyi siihen tukevasti.



Kuva 29. Valmis tuote. Laitteisto kehystettynä ja edestäpäin kuvattuna.

Valmis tuote on mielestäni näyttävän näköinen kokonaisuus. Olin kehyksiin ja koko toteutukseen erittäin tyytyväinen.

6 Pohdinta

Mielestäni tämän päättötyön lopputuloksena syntyi erittäin havainnollinen ja käytännöllinen perheen digitaalinen infotaulu. Perheeni oli erittäin tyytyväinen lopputulokseen, ja se aiheutti ihastelua näytön muistuttaessa paperitulostetta.

Kun aloitin työn tekemisen, niin minulla oli vahva käsitys, että haluan toteuttaa jonkinlaisen LCD- tai LED-näyttö ratkaisun. Enemmän asiaan perehdyttyäni, vaikutuin kovasti E Ink näytöistä. En sittenkään ollut valmis uhraamaan isoa tilaa asunnon seinältä isokokoiselle valoa loistavalle LCD- tai LED-näytölle. Näin ollen vaihdoin toteutuksen ratkaisun E Ink näyttöön.

Minulla ei ollut minkäänlaista kokemusta Raspberry Pi:stä työtä aloittaessani. Olen hyvin vaikuttunut tällaisten minitietokoneiden käyttömahdollisuuksista. Lisäksi yllätyin, kuinka paljon minitietokoneelle on saatavissa valmiita lisälaitteita, sekä valmiskäyttöjärjestelmiä. Vain mielikuvitus on rajana erilaisille toteutuksille ja tieteellisille kokeiluille. Minitietokoneen käyttö perehdyttää isosti Linux käyttöjärjestelmän käyttöön. Tämä oli itselleni todella mielenkiintoinen ja mielekäs oppimistapahtuma.

InkyPi on avoimen lähdekoodin projektina mielenkiintoinen. Sitä kehitetään aktiivisesti edelleenkin. Sivustolta on seurattavissa kehitteillä olevat ominaisuudet. Havaitsin puutteena, että eri kuvanäkymien vaihto pitäisi olla mahdollistettu näyttöön integroiduilla painikkeilla. Kun etsin asiasta tietoa sivustolta, niin tämä olikin jo noussut esille, ja sen kehittäminen oli aloitettu.

Kokemus osoitti, että graafisella käyttöliittymällä asennettava käyttöjärjestelmä on turhan raskas prosessi pienitehoiselle laitteelle. Aika pian asensin version, jossa ei ole graafista käyttöliittymää. Tämä teki laitteen ja sovelluksen käytöstä nopeampaa ja sulavampaa. Jostain syystä laite menee jumiin graafisella käyttöliittymällä olevalla käyttöjärjestelmällä noin vuorokaudessa, ja ilman graafista käyttöliittymää noin kolmessa vuorokaudessa. Häiriö lokeista ei löytynyt mitään syytä jumittumiselle. Tämän ongelman ratkaisin ajastamalla laitteen uudelleen käynnistymään aamuyöstä joka päivä. Oma käyttömieltymys näytön näkymien osalta osoitti sen, että kätevintä oli vaihdella 20 minuutin välein sää- ja kuukausikalenterinäkömään välillä.

3D tulostaminen oli myös itselleni aivan uusi asia. Ostin tulostimen tätä työtä varten. Tosin aion hyödyntää laitetta jatkossa muuhunkin tarve-esineiden tulostamisiin. Olin yllättynyt kuinka laadukkaasti ja tarkasti hieman yli kahdensadan euron tulostin voikaan tulostaa. Tulostinten hinnat ovat laskeneet viime vuosina todella isosti. Myös tällaisen edullisen laitteen nopeus on jo todella hyvää tasoa. Kappaleiden muotoileminen laitteen mukana tulleella sovelluksella oli todella helppoa. Sovellus osasi asetella tulostettavat kappaleet tulostusta varten optimaaliseen järjestykseen tulostusalustalle, sekä sellaiseen asentoon, jossa ne

voidaan teknisesti tulostaa. Isojen kappaleiden katkaisu, sekä muotoilu onnistui varsin helposti. Kiinnitysreikien lisäykset ja katkaistujen kappaleiden erilaiset yhdistämisen kiinnikkeiden lisäykset oli tehty erittäin helpoiksi.

InkyPi projekti onnistui mielestäni täydellisesti. Tämä työ herätti itsessäni suuren kiinnostuksen minitietokoneisiin sekä Linuxiin, ja tarkoitukseni on toteuttaa mielenkiintoisimpia DIY tee-se-itse projekteja myös jatkossa.

Lähteet

- 1 Richard Garrish. 2025. Create a Raspberry Pi Digital Wall Calendar (Works with Google Calendar). Verkkodokumentti. <https://bulkmemory-cards.com/create-a-raspberry-pi-digital-wall-calendar/> Viitattu:30.8.2025
- 2 DAKboard. 2025. Verkkodokumentti. <https://dakboard.com/site> Viitattu: 20.8.2025
- 3 REDNAVE. 2018. Modern 40" Magic Mirror First Try. Verkkodokumentti. <https://forum.magicmirror.builders/topic/6698/modern-40-magic-mirror-first-try> Viitattu 20.8.2025
- 4 AKZ Dev. 2025. E-ink Weather Dashboard with a Raspberry Pi. Verkko-
deodokumentti. <https://www.youtube.com/watch?v=65sda56519Y> Viitattu 20.8.2025
- 5 Antonio Armenta. 2022. Introduction to Raspberry Pi: History, Hardware, and Software. Verkkodokumentti. <https://control.com/technical-articles/introduction-to-raspberry-pi-history-hardware-and-software/> Viitattu 22.8.2025
- 6 Wikipedia. 2024. Raspberry Pi. Verkkodokumentti. https://fi.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi Viitattu 23.8.2025
- 7 Wikipedia. 2025. Raspberry Pi. Verkkodokumentti. https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi Viitattu 23.8.2025
- 8 Getting started with your Raspberry Pi. 2025. Verkkodokumentti. <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html> Viitattu 23.8.2025
- 9 UMATechnology. Getting started with your Raspberry Pi. 2025. Verkkodokumentti. <https://umatechnology.org/raspberry-pi-releases-new-zero-2-w-model/> Viitattu 30.8.2025
- 10 Ebay.com. zaishuiyifanglixiaojie. Motherboard BCM2710A1 64 Bit Quad-Core for Raspberry Pi Zero 2W. 2025. Verkkodokumentti. https://www.ebay.co.uk/itm/297546407667?chn=ps&_ul=GB&_trkparms=ispr%3D1&amdata=enc%3A1AKpIDVI6QD20yAP3vJxEIlg6&norover=1&mkevt=1&mkrid=710-169684-076987-9&mkcid=2&itemid=297546407667&targetid=325425753764&device=c&mktype=pla&googleloc=9195628&poi=&campaignid=20646531284&mkgroupid=154544387436&rlsarget=pla-325425753764&abclid=&merchantid=5321506479&gad_source=1&gad_campaignid=20646531284&gbraid=0AAAAAD_QDh8gsTXclm-wmuoqVPbZ1N3jsH&gclid=EAlaIQobChMI45rlkJqzjwMV9luRBR38RRD-EAQYCCABEgKfufD_BwE Viitattu 30.8.2025

- 11 Raspberry Pi. raspberry-pi-zero-2-w-reduced-schematics. Pi. 2025. Verkkodokumentti. <https://pip.raspberrypi.com/categories/584-raspberry-pi-zero-2-w/documents/RP-008360-DS/raspberry-pi-zero-2-w-reduced-schematics.pdf> 30.8.2025
- 12 HiTech Chain. Raspberry Pi Zero WH Starter Kit. 2025. Verkkodokumentti. <https://hitechchain.se/iot/raspberry-pi-zero-wh-starter-kit> 1.9.2025
- 13 Sparkfun Electronics. Getting Started with the Raspberry Pi Zero Wireless. 2025. Verkkodokumentti. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-the-raspberry-pi-zero-wireless/all> 9.9.2025
- 14 Niko Uusitalo. How to Run a Raspberry Pi Zero 2 W Headless. 2022. Verkkodokumentti. <https://www.nikouusitalo.com/blog/how-to-run-a-raspberry-pi-zero-2-w-headless/> 9.9.2025
- 15 Itigic. Kuinka tehdä varmuuskopio Raspberryn microSD-kortista. 2022. Verkkodokumentti. <https://itigic.com/fi/make-a-backup-of-the-microsd-of-the-raspberry/> 10.9.2025
- 16 Fatihak. InkyPi. 2025. Verkkodokumentti. <https://github.com/fatihak/InkyPi> 11.9.2025