



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Arttu Hautala

RASPBERRY PI -POHJAISEN TUOTTEEN KEHITTÄMINEN

Mediasoitin

Tekniikan yksikkö
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Arttu Hautala
Opinnäytetyön nimi	Raspberry Pi -pohjaisen tuotteen kehittäminen
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 7 liitettä
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoululle pilottiprojektina syksyllä 2015 alkavia tuotekehitysprojekteja varten. Tehtävänä oli suunnitella ja toteuttaa opiskelijoille esimerkkityö Raspberry Pi -pohjaisesta tuotteesta. Työssä tuli osoittaa huomioonotettavat seikat kehitettäessä uutta tuotetta. Pääpainona tuotesuunnittelussa tulevat olemaan muotoilu, ergonomia sekä materiaalit.

Uudeksi tuotteeksi päätettiin suunnitella ja kehittää 7-tuumaisella näytöllä varustettu mediasoitin, jossa on Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä. Mallintaminen ja piirustukset toteutettiin Siemens NX -ohjelmistolla. Osat valmistettiin pikamallinnuskoneella ja laser-koneella.

Lopputuloksena saatiin toimiva Raspberry Pi -pohjainen prototyyppi mediasoittimesta. Opinnäytetyössä on kerrottu huomioonotettavat seikat uutta tuotetta kehitettäessä.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Arttu Hautala
Title	Development of Raspberry Pi -Based Product
Year	2015
Language	Finnish
Pages	43 + 7 Appendices
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

The purpose of this thesis was to design and produce a new Raspberry Pi -Based Product for the product development project that starts in autumn 2015. The purpose was to show considerations for the development of a new product. The main focus of the development was on the design of the product paying attention to ergonomics and materials.

We decided to design and develop a Linux operating system -Based media player with the 7 inch display. The modelling and drawing were done with Siemens NX -program. The parts are manufactured with a rapid prototyping machine and a laser machine.

The end result was a functioning Raspberry Pi -Based prototype of the media player. The thesis shows the considerations for the development of a new product.

Keywords Raspberry Pi, Mediaplayer, Product development, Project

SISÄLLYS

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO.....	9
2	RASPBERRY PI.....	10
3	KONSEPTI.....	12
	3.1 Vaatimukset	12
	3.2 Aiheen valinta	12
	3.3 Spesifikaatiot.....	13
4	SUUNNITTELU	14
	4.1 Laitteiston ja materiaalien valinta.....	14
	4.1.1 Virtalähde.....	14
	4.1.2 SD-kortti.....	14
	4.1.3 Äänikortti	15
	4.1.4 Näyttö.....	15
	4.1.5 Näytön virtalähde	16
	4.1.6 HDMI-kaapeli	16
	4.1.7 USB Wi-Fi -sovitin	16
	4.1.8 Näppäimistö-hiiri yhdistelmä.....	17
	4.2 Karkea mallinnus	i
	4.3 Ratkaisu.....	20
5	KEHITTELY	21
	5.1 Muotoilu.....	21
	5.1.1 Etupaneeli.....	21
	5.1.2 Takakansi	22
	5.1.3 Takakotelo.....	23
	5.1.4 Teline.....	25
	5.2 Ergonomia.....	26
	5.3 Materiaalit.....	26
6	VIIMEISTELY	28

7	PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN JA TESTAUS	30
7.1	Komponentit	30
7.1.1	Näppäimistö-hiiri-yhdistelmä	30
7.1.2	Näyttö	31
7.1.3	Äänikortti	31
7.1.4	USB Wi-Fi -sovitin	31
7.2	Työstetyt osat	32
7.3	Ohjelmisto	33
7.3.1	Käyttöjärjestelmä	33
7.3.2	Lisäosat	34
7.4	Kokoonpano	35
8	TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	39
9	YHTEENVETO	41

LÄHTEET

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	Raspberry Pi B -malli liitäntöineen	s.9
Kuva 2.	Hifiberry RCA	s.12
Kuva 3.	Kosketusnäyttö 7"	s.13
Kuva 4.	Logitech K400	s.14
Kuva 5.	Komponenttien kokoonpano	s.15
Kuva 6.	Luonnos 1	s.16
Kuva 7.	Luonnos 2	s.16
Kuva 8.	Ratkaisu	s.17
Kuva 9.	Etupaneeli	s.19
Kuva 10.	Takakansi	s.19
Kuva 11.	Takakotelo komponentteineen	s.21
Kuva 12.	Takakotelo	s.21
Kuva 13.	Takakotelon kylkilevy	s.22
Kuva 14.	Teline	s.23
Kuva 15.	Pikamallinnuslaite	s.24
Kuva 16.	Laser-kone	s.24
Kuva 17.	Kokoonpanopiirustus 1	s.25
Kuva 18.	Kokoonpanopiirustus 2	s.26
Kuva 19.	Laitteistokomponentit	s.27
Kuva 20.	Työstetyt osat ennen maalausta	s.29
Kuva 21.	Raspbian-käyttäjärjestelmä	s.30
Kuva 22.	OpenELEC-, ja KODI-käyttäjärjestelmä	s.31
Kuva 23.	Etupaneelin kokoonpano	s.32
Kuva 24.	Takakannen sekä näytönohjainkortin kiinnitys	s.33
Kuva 25.	Raspberry Pi:n kiinnitys	s.34

Kuva 26.	Takakotelon kiinnitys	s.34
Kuva 27.	Kylkilevyjen kiinnitys	s.35
Kuva 28.	Käyttöönotto	s.35
Taulukko 1.	Raspberry Pi:n tekniset tiedot	s.8

LIITELUETTELO

- LIITE 1.** Etupaneelin piirustus
- LIITE 2.** Takalevyn piirustus
- LIITE 3.** Takakotelon piirustus
- LIITE 4.** Takakotelon kylkilevyn piirustus
- LIITE 5.** Telineen piirustus
- LIITE 6.** Etupaneelin kokoonpanopiirustus
- LIITE 7.** Loppukokoonpanopiirustus

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella, kehittää ja toteuttaa Raspberry Pi -pohjainen tuote. Tehtävänä oli vastata kysymykseen; ”Mitä pitää ottaa huomioon Raspberry Pi -pohjaisen tuotteen kehittäessä, kun se tehdään opiskelijaprojektina?”

Opinnäytetyön ohjaavan opettajan kanssa sovittiin aluksi työn laajuudesta, kehiteltävästä tuotteesta ja käytettävissä olevasta budjetista. Koululla oli valmiiksi joitain laitteita työtä varten, ja pieniä hankintoja voitiin tehdä projektiin.

Lähtökohtana päättötyössä oli toteuttaa tuote, joka olisi tarpeeksi monipuolinen toiminnoiltaan. Erityisesti tuotteen suunnitteluun, kehittelyyn sekä ergonomiaan tulisi kiinnittää huomiota.

Uudeksi tuotteeksi päätettiin suunnitella ja kehittää 7” TFT-näytöllä varustettu mediasoitin, jossa on Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä. Valmiin mediasoitimen hinnaksi arvioitiin 225 euroa. Hinnassa ei otettu huomioon käytettyjä materiaaleja. Valmiiden mediasoitin-tietokoneiden hinnat ovat yleensä vähintään 200 euroa. Näissä tietokoneissa ei ole näyttöjä eikä oheislaitteita, joten loppuhinta on paljon suurempi.

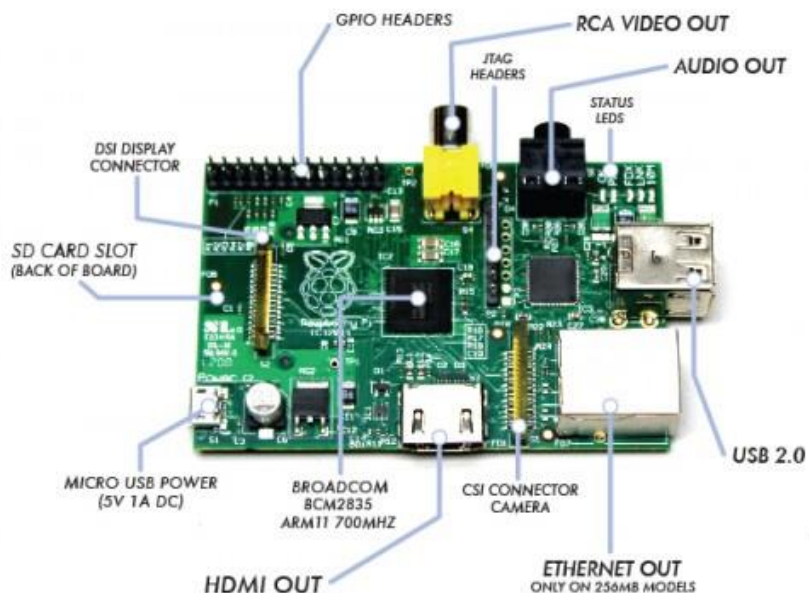
Työ toteutetaan mallintamalla ja piirtämällä tuote Siemens NX -ohjelmistolla. Tiedostojen hallinta tehdään Teamcenter-järjestelmällä. Osat valmistetaan Technobothnian pikamallinnuskoneella ja laser-koneella. Mediasoitimen kokoonpano ja testaus tehdään Technobothnian laboratoriossa.

2 RASPBERRY PI

Raspberry Pi on luottokortin kokoinen yhden piirilevyn tietokone, johon voidaan kytkeä esim. televisio/näyttö, näppäimistö, hiiri ja kaiuttimet. Raspberry Pi pohjautuu ARM-arkkitehtuuriin, ja sitä voidaan käyttää useisiin samoihin tarkoituksiin kuin normaalia tietokonetta, esim. Internet, taulukkolaskenta, tekstinkäsittely ja pelit. Laitteen käyttömahdollisuudet ovat lähes rajattomat (Wikipedia 2014 a.) Raspberry Pi liitäntöineen kuvassa 1. (TechEnterWorld 2014.)

Tietokoneen on valmistanut englantilainen Raspberry Pi -säätiö. Säätiö kehitti tuotteen alun perin parantamaan ATK-opetusta kouluissa. (Wikipedia 2014 a.)

Raspberry Pi on suunniteltu käytettäväksi Linux-käyttöjärjestelmällä. Yleisesti suositellaan asennettavaksi Raspbian-nimistä Debianiin perustuvaa käyttöjärjestelmää, sillä siinä tulee kaikki oleellinen mukana. (Linux 2014.) Taulukossa 1 on luetteloitu Raspberry Pi B -mallin tekniset tiedot (Wikipedia 2014 a.)



Kuva 1. Raspberry Pi B-malli liitännöineen (TechEnterWorld 2014.)

Taulukko 1. Raspberry Pi:n tekniset tiedot (Wikipedia 2014 a.)

	Raspberry Pi Model B
Myyntihinta:	35 USD
Proessori:	700 MHz ARM11
Näytönohjain:	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p h.264
Muisti:	512 MB (jaettu näytönohjaimen kanssa)
USB 2.0 portit:	2 (integroitu USB-hubi)
Videoulostulot:	komposiitti RCA (PAL & NTSC), HDMI (rev 1.4)
Ääni:	HDMI, 3,5 mm jakki
Massamuisti:	SD / MMC / SDIO-muistikortti
Verkkosovitin:	10/100 Ethernet (RJ45)
Tehonkulutus:	700 mA (3,5 W)
Virtalähde:	5 V MicroUSB
Koko:	85,60 × 53,98 × 17 mm
Paino:	45 g
Käyttöjärjestelmät:	Debian, Fedora, Arch Linux, RISC OS

3 KONSEPTI

3.1 Vaatimukset

Tämä työ on pilottiprojekti syksyllä 2015 tehtäviä tuotekehitysprojekteja varten. Siinä testataan laitteet, ohjelmistoympäristö ja menetelmät. Tässä työssä keskitytään enemmän laitteen tuotteistamiseen, eikä niinkään ohjelmointiin.

Työn tehtävänä on selvittää, mitä tulee ottaa huomioon Raspberry Pi -pohjaisen tuotteen kehittäessä, kun se tehdään opiskelijaprojektina.

3.2 Aiheen valinta

Työhön annettiin melko vapaat kädet valita itse aihe. Erilaisia kiinnostavia Raspberry Pi -projekteja löytyikin useita. Projektit, jotka erityisesti kiinnostivat, olivat retropelikonsoli, digitaalinen valokuvakehys sekä mediasoitin.

Päämääränä oli kuitenkin kehittää laite, joka kiinnostaisi tuotekehitysprojektissa mukana olevia opiskelijoita sekä innostaisi kehittämään uusia ideoita ja tuotteita. Tuotteen tulisi olla mahdollisimman monipuolinen toiminnoiltaan ja ennen kaikkea muotoiluun sekä rakenteeseen olisi kiinnitettävä paljon huomiota.

Vertailuja tehtäessä, parhaimmaksi ratkaisuksi osoittautui mediasoitin monipuolisuutensa vuoksi. Tämän jälkeen selvitettiin Raspberry Pi:n ominaisuudet, suorituskyky, rajoitteet sekä käyttäjien kokemukset laitteen soveltuvuudesta mediasoittimeksi.

3.3 Spesifikaatiot

Mediasoittimen vaatimuksiin kuuluu digitaalisten kuvien, videoiden sekä musiikin toisto. Toisto tapahtuu muistitikulta, ulkoiselta tallentimelta, nettipalveluista tai verkkolevyiltä (Wikipedia 2014 b.) Laitteessa tulee olla mediakäyttöön soveltuva tarkkuudeltaan riittävä näyttö, Internet-yhteys ja/tai langaton ohjain soittimen käyttöä varten. Soitin tulee voida liittää näyttöön, kuten televisioon, ja sen voi myös liittää vahvistimeen tai muuhun äänilähteeseen.

Käyttöjärjestelmäksi tavoitteena oli löytää näyttävä, yksinkertainen ja ennen kaikkea kevyt käyttöjärjestelmä, jossa olisi tuki kaikkia edellä mainittuja oheislaitteita varten, sekä eri ohjelmia ja tiedostomuotoja varten.

Rakenteellisesti soittimen tulee olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta välttyään ongelmilta sitä mallintaessa, rakentaessa ja kokoonpantaessa. Soittimen täytyy olla tarpeeksi kestävä arkipäiväiseen käyttöön, ja malliltaan sekä muotoilultaan sellainen, että se sopii vaikkapa kirjahyllylle tai pöydälle esille asetettavaksi. Mediasoittimen koko haluttiin pitää mahdollisimman pienenä, ettei se vie turhaa tilaa ja olisi helpommin kuljetettava.

Käyttömukavuuden lisäämiseksi laitteessa tulee olla hyvä teline. Myös telineen säätömahdollisuus tuo lisää käyttömukavuutta. Medialaitteen ohjaukseen tulee löytää nopea ja helppokäyttöinen tapa. Tapoja voi olla esimerkiksi kaukosäädin, langaton näppäimistö ja hiiri tai kosketusnäyttö.

4 SUUNNITTELU

4.1 Laitteiston ja materiaalien valinta

Laitteistosuunnittelussa tulee huomioida erityisesti Raspberry Pi B -mallin liitäntöjen pieni määrä. HDMI- ja RJ45 Ethernet -liitännät sekä kaksi USB-paikkaa ja yksi SD-korttipaikka rajoittavat hyvin paljon asennettavien laitteiden määrää.

Raspberryn Pi:n asettamia vaatimuksia oheislaitteille sekä oheislaitteiden yhteensopivuuksia on myös hyvä selvittää etukäteen, jotta ei tule yllätyksiä laitteita asennettaessa. Vaatimukset ja yhteensopivat laitteet löytyvät Elinux.org -sivustolta. (elinux 2014 a.)

4.1.1 Virtalähde

Micro USB -virtalähdettä hankkiessa tulee ottaa huomioon, että Raspberry Pi B -malli vaatii vähintään 700 mA:n virtaa ja 5 V:n tasavirtajännitettä, eli noin 3.5 W:n tehoa. (Wikipedia 2014 a.)

Jotta tehoa olisi tarpeeksi, päädyttiin teholtaan 6 W:n virtalähteeseen, joka syöttää 1,2 A:n virran, sekä 5 V:n jännitteen.

4.1.2 SD-kortti

Yleisesti ottaen Raspberry Pi:n käyttöjärjestelmän asennukseen suositellaan vähintään 2GB:n SD-korttia, mutta jos kortille haluaa asentaa ohjelmia ja multimediaa, on tilaa jätettävä enemmän. (elinux.org 2014 b.)

Muistikortiksi valittiin Kingston-merkkinen CLASS 10-nopeuksinen 8GB:n SD-kortti, jotta käyttöjärjestelmä käynnistyisi nopeasti ja ohjelmat pyörisivät sulavasti. Kortille asennettaisiin käyttöjärjestelmä, ja jäljelle jäävä tila kortilla valjastettaisiin ohjelmille sekä multimedialle.

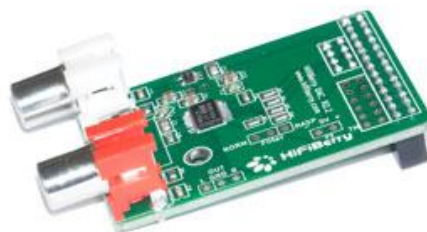
4.1.3 Äänikortti

Raspberry Pi:n käyttäjien kommenttien ja arvostelujen perusteella selvisi, että laitteen äänentoisto ei ole erityisen hyvä, joten tämä ongelma tulee selvittää ennen mediasoittimen suunnittelun jatkamista. Äänentoisto kuuluu mediasoittimen tärkeimpiin ominaisuuksiin.

Etsittäessä Raspberry Pi:lle yhteensopivia USB-äänikortteja, tultiin käyttäjäkokemusten perusteella siihen tulokseen, että USB-äänikortti ei ole hyvä vaihtoehto sen huonon äänenlaadun sekä häiriöäänten takia.

Raspberry Pi:lle integroitavat kortit sen sijaan vaikuttivat heti paljon lupaavammilta. Näistä vaihtoehtoina löytyvät Raspberry Pi:n kehittäjältä tuleva Wolfson audiocard, sekä Hifiberryn DIGI+-, RCA- ja Phonejack -kortit.

Vaihtoehdoista päädyttiin kuvassa 2 olevaan Hifiberryn RCA -liitännöin varusteltuun integroitavaan korttiin. Se vaikutti parhaimmalta vaihtoehdolta valmistajan lupaaman 192kHz/24bit äänenlaadun, pienen koon, ja liittimien perusteella (Hifiberry 2014 a.) Kortti ei myöskään tarvitse erillistä virtalähdettä, toisin kuin muut vertailut kortit (Farnell 2015.)



Kuva 2. Hifiberry RCA (Hifiberry 2014 a.)

4.1.4 Näyttö

Näytön koolla ja tarkkuudella on hyvin suuri merkitys mediasoittimessa, jotta se voi toistaa videot ja pienellä fontilla kirjoitetun tekstin vaivatta. Myös käytön mukavuuden kannalta katselukulmien tulisi olla laajat.

Vaihtoehtoisia tuotteita olivat värilliset PiTFT 2.8", 3.2" TFT -kosketusnäyttö, ja isompi 7" TFT LCD -kosketusnäytöllä, sekä ilman kosketusnäyttöominaisuutta.

Hinta-laatusuhteeltaan Sainsmart -verkkokaupan 7” TFT LCD -näyttö vaikutti parhaimmalta vaihtoehdolta yhteensopivuuden sekä kokonsa puolesta. Sainsmartin tavallisen ja kosketusnäytön hintaero oli kuitenkin niin pieni, että kuvassa 3 näkyvä kosketusnäyttö vaikutti vaihtoehtona paremmalta.

Käyttäjien kokemukset kosketustoiminnon soveltuvuudesta Raspberry Pi:lle olivat melko huonoja. Kosketusnäytön tuen puuttumisen takia näytön kosketustoiminto olisi melko haasteellista saada toimimaan, joten näytön kalibroimisessa oli varauduttava vaikeuksiin.



Kuva 3. Kosketusnäyttö 7" (Sainsmart 2014.)

4.1.5 Näytön virtalähde

Näytön valmistajan Internet-sivuilla neuvottiin hankkimaan 12 V:n tasavirtalähde. (Sainsmart 2014.) Sopivaksi muuntajaksi löydettiin 900 mA:n virtalähde, joka on teholtaan 11 W.

4.1.6 HDMI-kaapeli

Raspberry Pi:ssä on kaksi videoulostuloa; analoginen RCA-ulostulo sekä digitaalinen HDMI-ulostulo.

Näytön kytkemiseksi Raspberry Pi:hin, paras valinta oli HDMI-kaapeli. Kaapeliksi valittiin laadukas Clicktronicin kullattu HDMI-kaapeli.

4.1.7 USB Wi-Fi -sovitin

Langaton USB-sovitin on ehdoton laite mediasoitimen varustuksessa, koska se mahdollistaa yhteydenoton aina silloin, kun ei ole mahdollisuutta kytkeä ethernet-kaapelia kiinni.

4.1.8 Näppäimistö-hiiri yhdistelmä

Mediasoittimen ohjaamiseen tulee löytää helppo ja monipuolinen ratkaisu, jolla laitteen käytöstä saa yksinkertaista ja nopeaa.

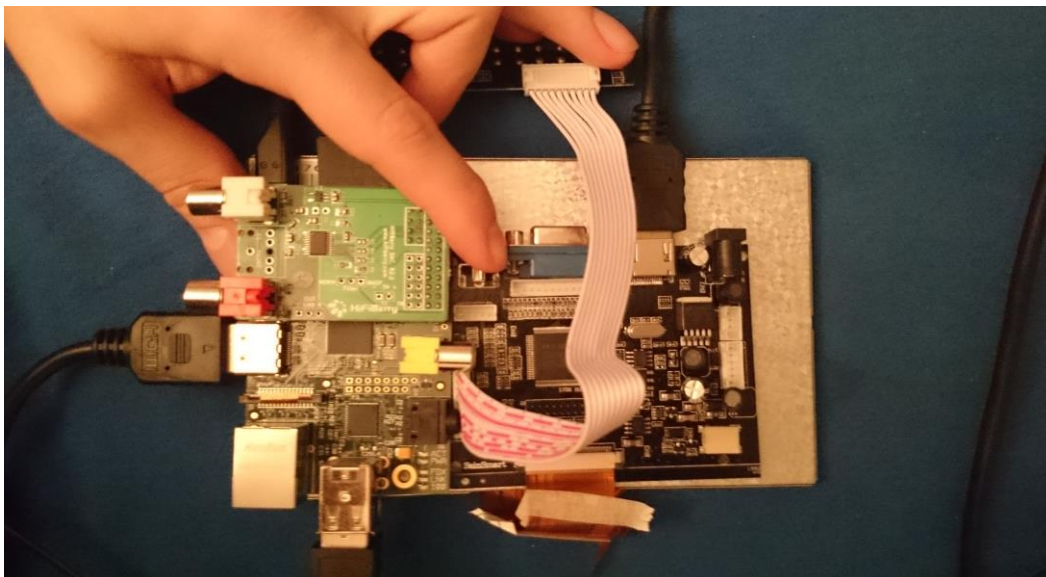
Vaihtoehtoiksi mietittiin yleiskaukosäätimiä, mutta ne ovat hitaita käyttää. Tämän vuoksi siirryttiin vertailemaan erilaisia hiiri-näppäimistöyhdistelmiä. Pääasiassa keskityttiin vertailemaan Rii Mini-, ja Logitech K400 -langaton hiiri-näppäimistöyhdistelmiä.

Päädyttiin valitsemaan kuvassa 4 näkyvä Logitech K400 sen yhteensopivuuden ja laadun takia. Se oli myös kooltaan käytännöllisempi, joten kirjoittaminen ja kursorin käyttäminen oli vaivattomampaa kuin Rii Miniä käytettäessä. (Youtube 2014.)



4.2 Karkea mallinnus

Mallinnuksessa lähdettiin liikkeelle **Kuva 4.** Logitech K400 (Logitech 2014.) kokoonpanemalla kuvassa 5 näkyvät mediasoittimen komponentit, siten saatiin mitoitettua karkeasti komponenttien tilantarve kokoonpanossa. Tämän jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan rakennetta, ja erilaisia toimivia muotoja laitteen kuorille.

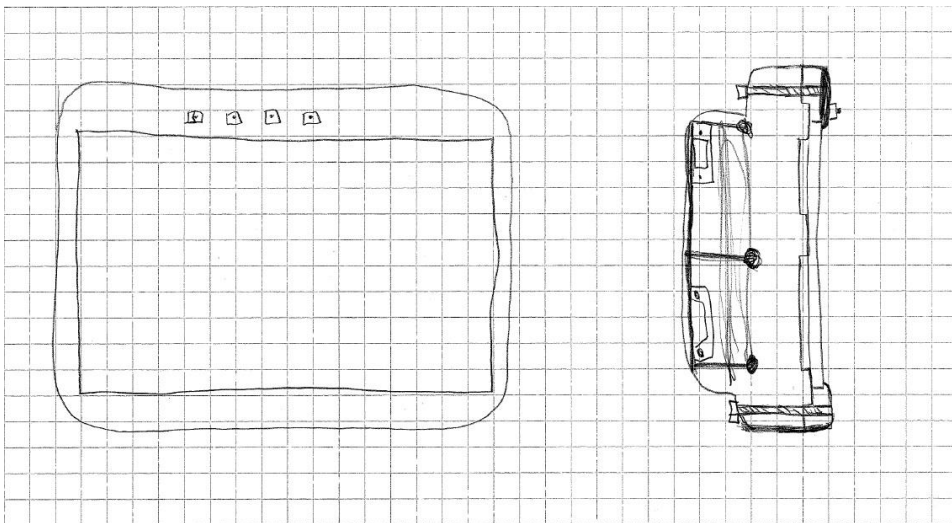


Kuva 5. Komponenttien kokoonpano. (Kuva: Hautala, A., 04.12.2014)

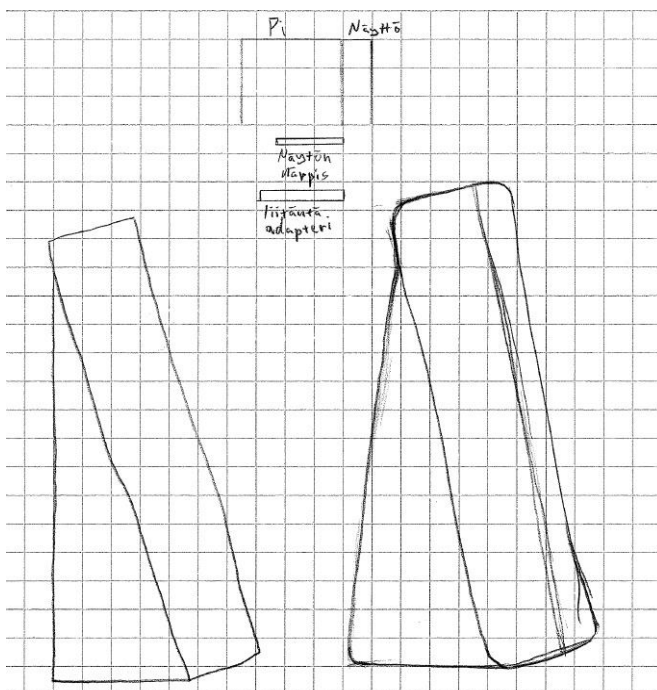
Kuoria suunniteltaessa tuli miettiä piirikorttien liitännöiden kannalta yksinkertaisin, alle 200 mm * 200 mm kotelo, jotta sen voi pikamallinnuslaitteella tulostaa. Koska näytön ja näyttöohjainkortin välinen lattaakaapeli on hyvin lyhyt, tulee kortti asentaa hyvin lähelle näyttöä.

Käyttömukavuutta ajatellen tuli miettiä miten näytön näppäimistö asennetaan laitteelle niin, että pieniä näppäimiä saa käytettyä. Myös eri kulmiin säädettävä tuenta laitteelle oli tärkeä käyttömukavuuden kannalta. Laitteen koko ja muoto sekä liitinjohtojen sijainti vaikuttavat tuentaan, joten ne tuli ottaa huomioon myös mallinnettaessa.

Alla olevissa kuvissa on varhaisimpia luonnoksia laitteen ulkonäöstä ja koteloiden kiinnityksistä. Kuvassa 6 on etupaneeli ja laite sivulta päin sekä ruuvikiinnitykset. Kuvassa 7 näkyy kotelon luonnostelua sivulta päin sekä hieman osien kokoja ylöskirjattuna.



Kuva 6. Luonnos 1 (Kuva: Hautala, A., 13.11.2014)

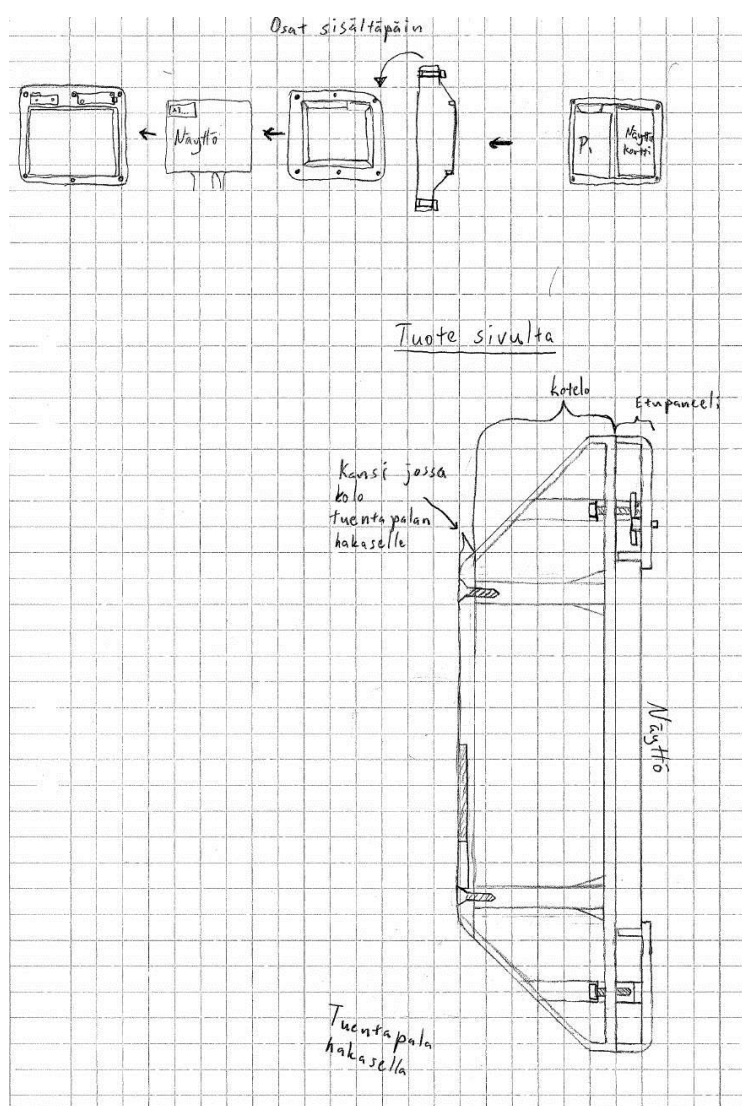


Kuva 7. Luonnos 2 (Kuva: Hautala, A., 13.11.2014)

4.3 Ratkaisu

Ratkaisuna päätettiin mallintaa kotelo, jossa olisi kolme pikamallinnuskoneella rakennettavaa osaa, sekä kaksi akryylilevystä leikattavaa osaa.

Laitteen osat olisivat tulostettava etupaneeli sekä tulostettu komponenttikotelo, joka on liimattu akryylilevystä leikattuun etu- ja takalevyyn kuvan 8 mukaisesti. Tuentakappale tulostettaisiin kappaleen takakanteen kiinni.



Kuva 8. Ratkaisu (Kuva: Hautala, A., 13.11.2014)

5 KEHITTELY

5.1 Muotoilu

Mediasoitimen muotoilu suunniteltiin niin, että laitteen kaikki osat olisivat kiinnitettävissä ruuveilla takapuolelta. Ruuveiksi valittiin Würth elektronik - valmistajan Plastofast-ruuvit. Osien haluttiin myös pysyvän mahdollisimman pienikokoisina ja yksinkertaisina.

Osia mallinnettaessa todettiin edellisten karkeiden mallien olevan hieman liian monimutkainen ja epäkäytännöllinen toteuttaa, joten malleja muokattiin yksinkertaisemmiksi, varsinkin liitännän kiinnityksiä ja jalustaa varten.

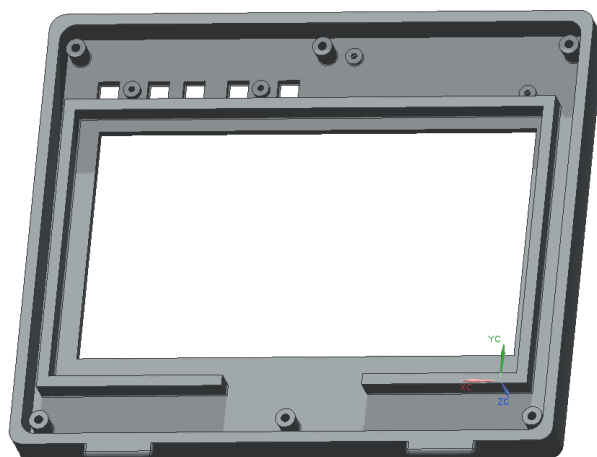
5.1.1 Etupaneeli

Etupaneelin mallinnus aloitettiin mitoittamalla ja mallintamalla näyttö, ohjainkortti sekä kosketustoiminnon mahdollistava USB-adapterikortti. Kun nämä etupaneeliin kiinnitettävät osat oli mallinnettu, oli helppo alkaa mitoittaa tarkemmin niiden vaatimaa tilantarvetta.

Ulkonäön vuoksi näyttö sijoitettiin keskelle paneelia, johon sille mallinnettiin sopiva tila. Johdoille jätettiin tarvittava tila toiselle sivulle. Mallintaessa tuli myös huomioida näytön upotus etupaneeliin siten, että näytöstä tulee näkyviin vain näyttöosa, eikä sen rakenneosat. Etupaneeliin mallinnettiin korotuspalat, joiden päälle myös takakansi asetettiin ja ruuvattiin kuudella 3.5 mm:n ruuvilla.

Ohjainkorttia kiinnitettäessä oli otettava huomioon näppäinten erittäin pieni koko, joka toi hyvin paljon haastetta ohjainkortin kiinnitykselle etupaneeliin. Lopulta päädyttiin ratkaisuun tehdä vain 4 mm paksu etupaneeli, jossa on 2 mm korkeat korotuspalat kortille. Näytön ohjainkortti sekä USB-adapterikortti kiinnitetään neljällä 2.5 mm:n ruuvilla.

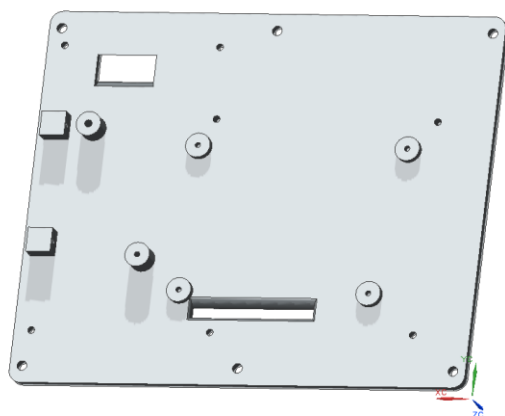
Etupaneelin mallinnus voitiin suorittaa loppuun vasta kun mediasoitimen teline oli suunniteltu. Lopullinen malli näkyy kuvassa 9.



Kuva 9. Etupaneeli (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

5.1.2 Takakansi

Etupaneelin mallintamisen jälkeen saatiin takakannen ulkomitat helposti poimittua mallista. Takakansi suunniteltiin upotettavaksi etupaneeliin niin, että se painaa näytön omaan lokeroonsa. Takakansi näkyy kuvassa 10.



Kuva 10. Takakansi (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

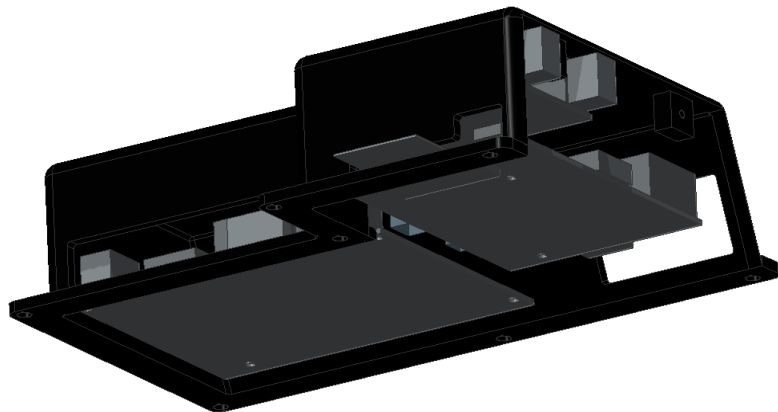
Takakantta ei voinut mallintaa loppuun ennen kuin kanteen ruuvattavat näyttöohjainkortti sekä Raspberry Pi koteloineen oli mallinnettu ja rei'itetty ruuveja varten. Myös takakotelon kylkiosa vaati kiinnityspalat ruuvikiinnitystä varten takakanteen. Takakotelo ja kylkiosa tuli mallintaa ennen kuin voitiin tehdä lopullinen versio takakannesta.

5.1.3 Takakotelo

Takakoteloä toteutettaessa piti ensin selvittää miten piirilevyt ja kaapelit tulevat sen sisälle kiinni. Mallinnus tehtiin kiinnittämällä näyttö ja näyttöohjainkortti kaapeleineen yhteen, minkä jälkeen saatiin selville näyttöohjainkortin viitteellinen sijainti takakannesta. Takakansi ei ole kovin suuri, joten Raspberry Pi:tä varten ei jäänyt näyttöohjainkortin viereen paljoa ylimääräistä tilaa.

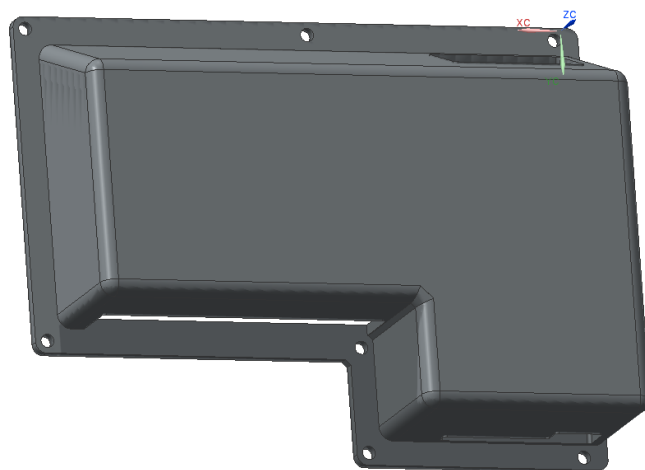
Kompakteinta ratkaisua selvitettiin kokeilemalla näyttöohjainkortin ja Raspberry Pi:n eri asentojen yhdistelmiä. Tässä tuli ottaa huomioon liitäntöjen ja takakotelon mahtuminen takakanteen.

Ennen takakotelon mallintamista täytyi mallintaa Raspberry Pi ja näyttöohjainkortti, jotta saatiin tarkat mitat tilan tarpeesta. Takakotelon piirtäminen oli myös paljon helpompaa, kun Raspberry Pi ja näyttöohjainkortti oli valmiiksi sijoitettu takakanteen. Ratkaisuna päätettiin asentaa Raspberry Pi korotuspaloilla hieman ylemmäs kuin näyttöohjainkortti, jotta ne juuri mahtuvat vierekkäin takakannelle. Kuvassa 11 näkyy takakotelo komponentteineen.



Kuva 11. Takakotelo komponentteineen (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

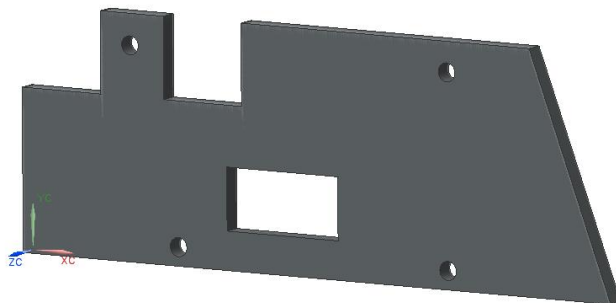
Takakotelosta mallinnettiin toiselta puolelta viistetty ja toiselta puolelta suora kotelo niin, että kotelon pinnat mukailevat Raspberry Pi:tä. Liitännöillekin oli näin helpompi tehdä reiät. Kotelon muodot näkyvät kuvasta 12.



Kuva 12. Takakotelo (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

Alunperin tarkoituksena oli tehdä takakotelosta suljettu kotelo. Raspberry Pi:n ja näyttöohjainkortin sijoitus takakannella oli kuitenkin takakotelon malliin nähden sellainen, että yhden seinämän täytyisi olla avoin takakotelo asennettaessa. Takakoteloon päätettiin tehdä erillinen kylkilevy.

Kuvassa 13 näkyvää kylkilevyä aloitettiin mallintamaan takakotelon pohjalle. Se suunniteltiin asennettavaksi kiinni neljällä 2.5 mm:n ruuvilla takakotelon kylkeen.

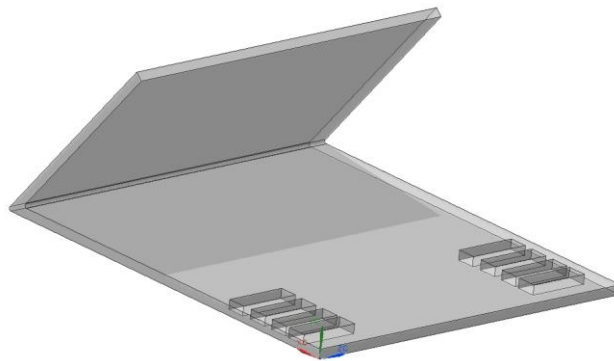


Kuva 13. Takakotelon kylkilevy (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

5.1.4 Teline

Telineelle yritettiin löytää mahdollisimman yksinkertainen ratkaisu, jotta sen suunnitteluun ja mallintamiseen ei kuluisi liikaa aikaa. Ratkaisu löydettiin yleismallin tablettitelineistä, joiden toimintaperiaatetta tässäkin telineessä päätettiin käyttää. Materiaaliksi valittiin läpinäkyvä 4 mm:n akryyli ja työstötavaksi laserleikkaus.

Mallinnus voitiin aloittaa vasta kun mitat mediasoitimen kokoonpanomallista oli tiedossa. Telineeseen mallinnettiin kahdeksan reikää, joihin mediasoitimen saa kiinni neljään eri kiinnityskulmaan. Kiinnityskulmat ovat 60, 65, 72 ja 80 astetta. Mallinnettu teline näkyy kuvassa 14.



Kuva 14. Teline (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 14.01.2015.)

5.2 Ergonomia

Ergonomian kannalta mediasoittimessa otettiin huomioon katselukulmat, soittimen helppokäyttöisyys ja sijoitus pienen kokonsa puolesta. Soittimen pystyy myös helposti liittämään HDMI-kaapelilla televisioon. Langaton hiirinäppäimistö-yhdistelmä tuo vapauden käyttää laitetta langattomasti jopa 10 metrin säteellä laitteesta, joten laite on juuri niin ergonominen kuin käyttäjä itse haluaa. Mediasoittimen telineen avulla käyttäjä voi säätää laitteelle katselukulmat 60, 65, 72 ja 80 astetta.

5.3 Materiaalit

ABS-muovi

Monimutkaisen mallin ollessa kyseessä, oli selvää että tuote tulostettaisiin pääosin pikamallinnuslaitteella. Koululla pikamallinnuslaitteita on kolme kappaletta. Kaksi on kuitenkin liian pieniä tulostamaan mallin, joten käytimme isointa, johon mahtuu enintään 200*300 mm:n kappale. Pikamallinnuslaite näkyy kuvassa 15.

Pikamallinnuslaitteella kappale valmistuu pursottamalla kerroksittain sulaa muovia. Kappaleen materiaali on ABS-muovia, joten sitä voi työstää ja pintakäsitellä monin tavoin. Kappale valmistetaan *.stl-tyyppisestä tiedostosta. (Technobothnia Research centre 2015.)



Kuva 15. Pikamallinnuslaite (Technobothnia 2015.)

Akryyli

Yksinkertaiset kappaleet päätettiin tehdä akryylista. Kappaleet leikattiin ja kaiverrettiin koulun laserkoneella, jossa kaiverrusalaa on 610*305 mm. Laserkone näkyy kuvassa 16.

Laserkone sopii erinomaisesti tuotteiden nopeaan merkitsemiseen, kaivertamiseen ja leikkaamiseen. Työstettäväksi sopivat monet eri materiaalit, esimerkiksi muovi, puu, akryyli, pinnoitettu metalli, lasi ja nahka. (Gravox oy 2015.)

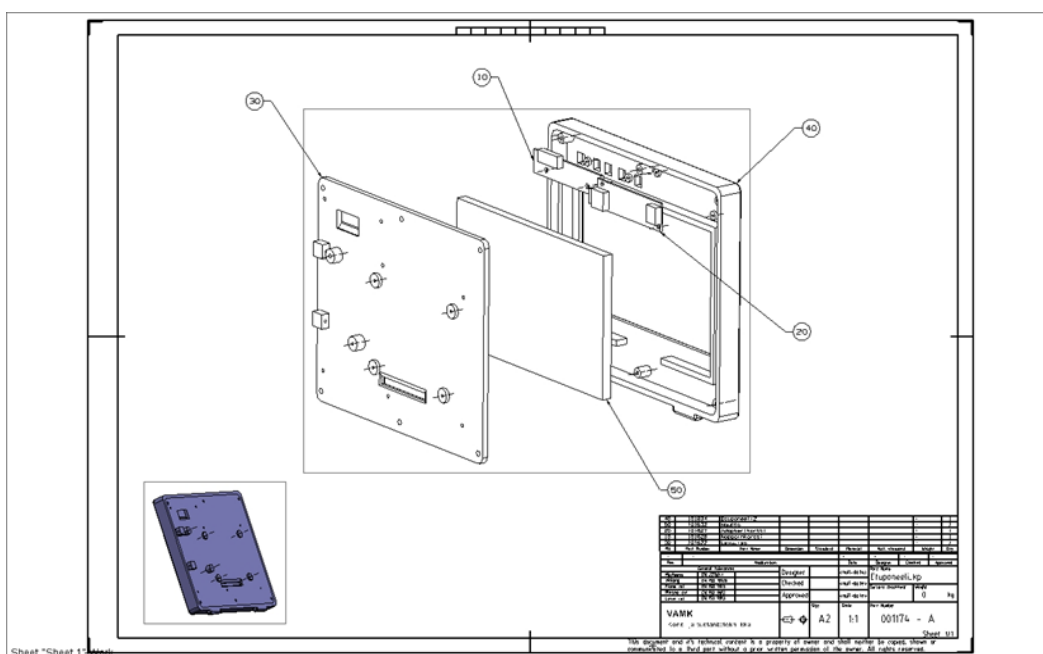


Kuva 16. Laserkone (Research centre Technobothnia 2015.)

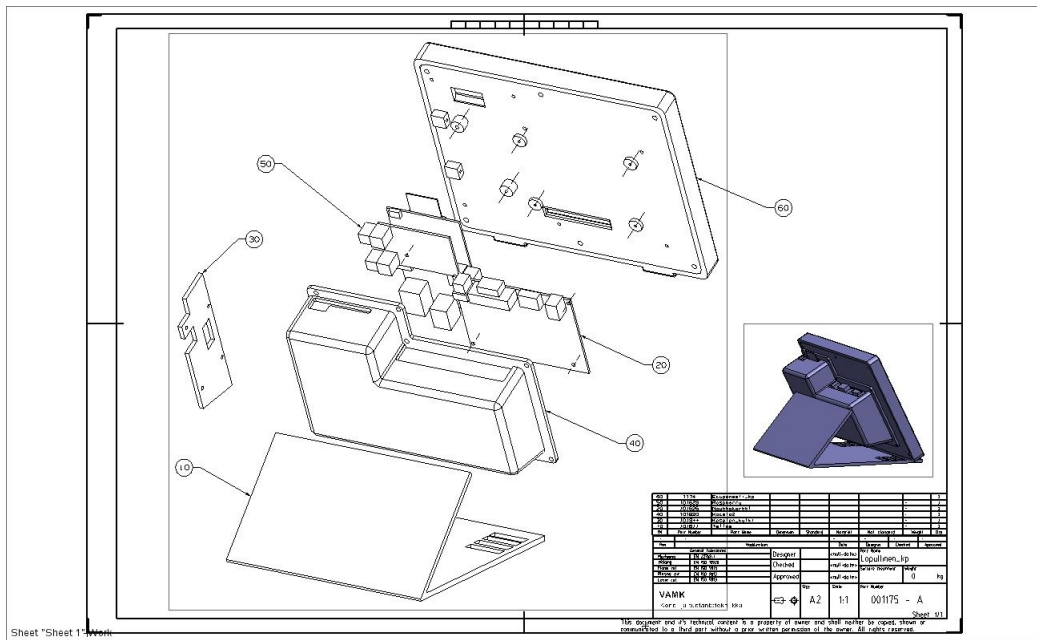
6 VIIMEISTELY

Kappalemallinnuksen jälkeen malleista tehtiin osapiirustukset sekä kokoonpanopiirustukset. Mitoissa ei otettu huomioon pinnan karheuksia, pinnan suoruuksia eikä mittatoleransseja, koska pikamallinnuskone ei pysty tekemään kovin tarkkaa jälkeä. Osat pitää lopuksi itse viimeistellä hiomalla.

Osapiirustukset löytyvät liitteistä 1-5. Osakokoonpanopiirustus päätettiin toteuttaa kahdessa osassa kokoonpanon selventämiseksi. Kokoonpanokuvat näkyvät kuvissa 22 ja 23 sekä liitteissä 6 ja 7.



Kuva 17. Etupaneelin kokoonpanopiirustus (Siemens NX. Tekijä: Hautala, A., 27.01.2015.)



Kuva 18. Mediasoitimen kokoonpanokuva (Siemens NX, Tekijä: Hautala, A.,27.01.2015.)

7 PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN JA TESTAUS

7.1 Komponentit

Ensimmäinen käytännön työvaihe projektissa oli laitteistokomponenttien testaus. Ennen kuin testaus voitiin suorittaa, piti Raspberry Pi:lle asentaa käyttöjärjestelmä. Kun käyttöjärjestelmä oli asennettu SD-kortille, voitiin laite käynnistää. Ensimmäisellä käynnistyskerralla Raspberry Pi:hin liitettiin tietokoneen isompi näyttö sekä erillinen hiiri ja näppäimistö, joiden avulla se testattiin toimivaksi. Kuvassa 19 on mediasoitimen komponentit testauksessa.



Kuva 19. Laitteistokomponentit (Kuva: Hautala, A., 15.01.2015)

7.1.1 Näppäimistö-hiiri-yhdistelmä

Näppäimistö-hiiri-yhdistelmää asennettaessa käytössä oli OpenELEC-käyttöjärjestelmän vanhempi versio. Alussa syntyi ongelmia, kun Raspberry Pi:llä oli vaikeuksia tunnistaa näppäimistö-hiiri-yhdistelmää. Syy oli onneksi kuitenkin yksinkertainen; yhdistelmä pitää laittaa päälle ennen kuin Raspberry Pi käynnistetään, muuten se ei tunnista yhdistelmää. Kävi ilmi, että Raspberry Pi ei tunnista USB-laitetta, joka lisätään kesken sen käytön.

7.1.2 Näyttö

Näyttö lähti toimimaan heti kun se kytkettiin kiinni. Sille ei tarvinnut asentaa erillisiä ajureita, vaan Raspberry Pi tunnisti näytön heti, kun virran laittoi päälle. Kosketusnäyttöominaisuutta toimintaan pistäessä ilmeni useita ongelmia. Toiminto asennettiin engineering-diy.blogspot.fi -sivustolta saatavien ohjeiden mukaisesti (Engineering Blog 2013.) Prosessiin kuuluu aikaa vievä OpenELEC-käyttöjärjestelmän rakentaminen, joka kestää päälle vuorokauden, mikäli kaikki sujuu suunnitellusti. Prosessissa ilmeni kuitenkin useita ongelmia, joten kosketusnäyttöominaisuus jätettiin pois tuotteesta aikarajan takia. Kosketusnäyttövalmius laitteeseen kuitenkin jätettiin.

7.1.3 Äänikortti

Äänikortti kiinnitettiin juottamalla ensin Raspberry Pi:n P5-paikkaan 8-pinninen liitin. Kun liitin oli kiinnitetty, äänikortin ja Raspberryn Pi:n välille laitettiin korokepala ja tämän jälkeen äänikortti oli mahdollista painaa paikoilleen. Ohjeet ja video ovat saatavilla Hifiberry.com -sivustolla. (Hifiberry 2015 a.)

Äänikortin kanssa oli aluksi hieman ongelmia, sillä se ei alkanut toimia. Ongelman ratkaisemiseksi ohjeet löytyivät Hifiberry.com -sivustolta. (Hifiberry 2015 b.)

7.1.4 USB Wi-Fi -sovitin

USB Wi-Fi -sovittimen käyttöönotto sujui ilman hankaluuksia, kunhan asetukset oli ensin laitettu kuntoon. Kun asetukset oli tehty, Raspberry Pi piti käynnistää uudelleen, jolloin se tunnisti Wi-Fi -sovittimen ja löysi useita langattomia verkkoja.

7.2 Työstetyt osat

Pikamallinnuskoneen työstöjälki oli hieman epätasainen, joten osien mitat olivat hieman pielessä. Ensimmäisenä osia piti hioa, että ne menivät paikoilleen ja pinta saatiin tasaisemmaksi. Reiät piti myös porata sekä kierteyttää 3 mm:n ja 4 mm:n ruuveja varten. Tämän jälkeen laserkoneella työstettyyn takakanteen tehtiin syvennys ohjainkortin johdoille, sekä liimattiin kuvassa näkyvä valkoinen korokepala keskelle takakantta. Korotuspalan tehtävänä oli asettaa näyttö oikeaan kohtaan etupaneelissa. Mediasoitin teline taitettiin 50-asteen kulmaan lämmittämällä akryylista leikattua muoviaihiota. Ennen kokoonpanoa osat maalattiin mattamustalla spraymaalilla. Kuvassa 20 näkyy osat ennen maalausta.



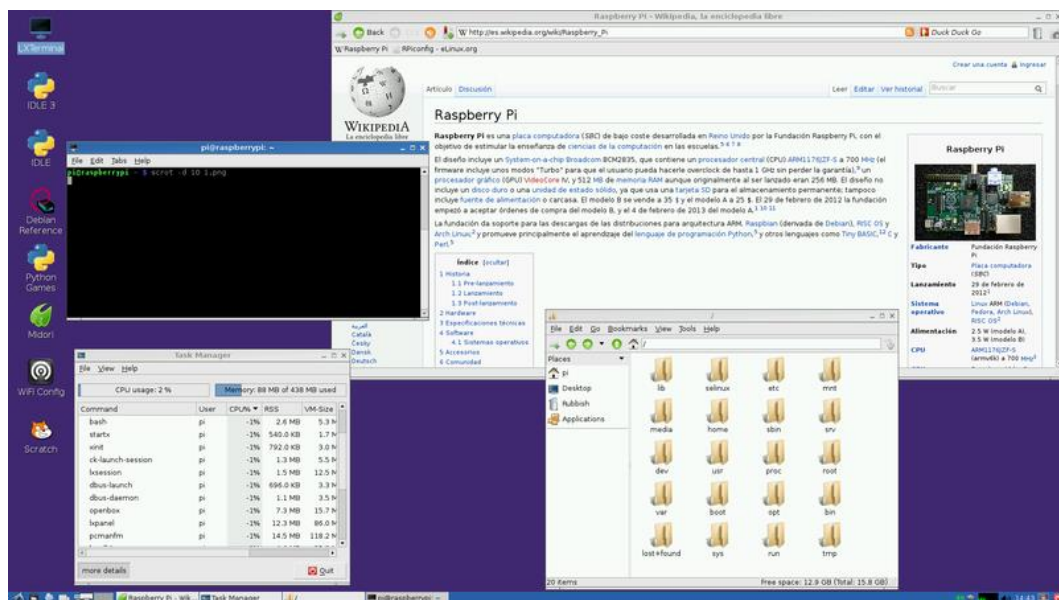
Kuva 20. Työstetyt osat ennen maalausta (Kuva: Hautala, A., 15.01.2015)

7.3 Ohjelmisto

7.3.1 Käyttöjärjestelmä

Raspberry Pi:lle on saatavilla useita käyttöjärjestelmiä moneen eri käyttötarkoitukseen. Ensimmäisenä tuli miettiä mihin käyttötarkoitukseen laitetta haluaa käyttää, ja sen jälkeen tehdä käyttöjärjestelmän asennus SD-kortille. Ohjeet käyttöjärjestelmän asennukseen löytyivät Raspberrypi.org -sivustolta. (Raspberry Pi 2015.)

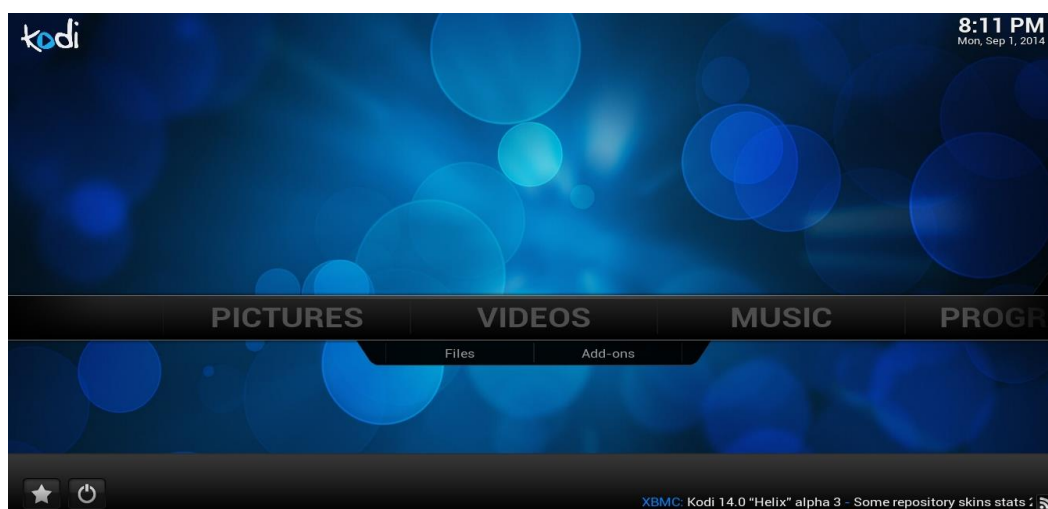
Ensimmäisenä Raspberry Pi:tä testattiin Debian-pohjaisella Raspbian-käyttöjärjestelmällä. Raspbian on monipuolisin käyttöjärjestelmä Raspberry Pi:lle ja muistuttaa ulkoasultaan hieman Windows-käyttöjärjestelmää. Raspbian-käyttöjärjestelmän vahvuutena on sen muokattavuus, runsas ohjelmistotarjonta sekä jatkuva kehitys. (Efytimes 2014.) Laitteeseen haettiin kuitenkin jotain yksinkertaisempaa ja tyylikkäämpää mediasoittimeen soveltuvaa käyttöympäristöä, joten Raspbian-käyttöjärjestelmää ei asennettu lopullisesti. Kuvassa 21 näkyy Raspbian -käyttöjärjestelmä.



Kuva 21. Raspbian-käyttöjärjestelmä (Wikimedia commons 2013.)

Seuraavaksi kokeiltiin OpenELEC- käyttöjärjestelmää, joka oli hyvä vaihtoehto mediasoittimelle, se oli hyvin nopea, tyylikäs ja yksinkertainen. Sen huonona puolena oli suppeahko laitteistotuki sekä huono muokattavuus.

Lopulta käyttöjärjestelmäksi asennettiin Kodi. Se on uusiin XBMC-käyttöjärjestelmistä ja sen vahvuuksina ovat monipuolinen laitteistotuki, joustavuus, keveys, näytettävyyys ja helppokäyttöisyys. Kodille on saatavilla runsaasti eri mediasovelluksia ja uusia kehitetään jatkuvasti. Kodi on ulkoasultaan lähes identtinen OpenELECin kanssa. Kuvassa 22 näkyy Kodin käyttöliittymä.



Kuva 22. Kodi-käyttöjärjestelmä (Linuxg 2014.)

7.3.2 Lisäosat

Kodille on saatavilla laaja valikoima lisäosia. Ensimmäisenä käyttöjärjestelmälle ladattiin SuperRepo-lisäosapaketti, koska se sisältää kattavan valikoiman lisäosia.

Mediasoittimeen asennetut lisäosat olivat Spotify-palvelun mahdollistava Spotimc, Project free TV, jonka avulla voi katsoa sarjoja ja elokuvia Internetistä. Käyttöjärjestelmään asennettiin myös Youtube ja Google-lisäosat.

Käyttöjärjestelmälle on saatavilla myös suomalaisia lisäosia, kuten MTV Katsomo, Ruutu.fi ja YLE Arena.

7.4 Kokoonpano

Kokoonpano aloitettiin kiinnittämällä etupaneelin oikeaan yläkulmaan kosketusnäytön USB-adapteri, sekä vasemmalle sen viereen ohjainkortti. Kummatkin kortit asennettiin kahdella 3 mm:n ruuvilla kiinni etupaneelin korotuspaloihin. Näyttö painettiin kehykseen, lattakaapeli osoittamaan alaspäin. USB-adapterin johdot kytkettiin näytön johtoon kiinni, ja laitettiin kulkemaan näytön oikealla puolella. Kuvassa 23 näkyy näyttö, johdotus, ohjainkortti sekä USB-adapteri asennettuna.



Kuva 23. Etupaneelin kokoonpano (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Seuraavaksi vedettiin ohjainkortilta, USB-adapterilta sekä näytöltä tulevat johdot takakannen reikien läpi ja kansi painettiin paikoilleen. Takakansi kiinnitettiin paikoilleen kuudella 3 mm*10 mm ruuvilla. Tämän jälkeen kanteen asennettiin näyttöohjainkortti, johon ensin kytkettiin kiinni näytön lattakaapeli.

Näytönohjainkortti asennettiin 2 mm korkeiden korotuspalojen päälle kanteen neljällä 3 mm:n ruuveilla. Kuvassa 24 näkyy näytönohjainkortti kiinnitettynä paikoilleen.



Kuva 24. Takakannen sekä näytönohjainkortin kiinnitys (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Raspberry Pi asennettiin näyttökortin viereen 7 mm korkeiden korotuspalojen päälle. Ohjainkortin punavalkoinen kaapeli laitettiin menemään Raspberry Pi:n alta näytönohjainkortille, jonka jälkeen Raspberry Pi kiinnitettiin kanteen kahdella 3 mm:n ruuvilla. Kuvassa 25 on Raspberry Pi ja näytönohjainkortti kiinnitettynä paikoilleen.



Kuva 25. Raspberry Pi:n kiinnitys (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Takakotelo voitiin asentaa paikoilleen kun komponentit oli liitetty ja kiinnitetty. Takakotelo kiinnitettiin kanteen kuudella 4 mm:n ruuveilla. Kuvassa 26 näkyy takakotelon kiinnitys.



Kuva 26. Takakotelon kiinnitys (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Kylkilevy kiinnitettiin takakanteen sekä takakotelon kylkeen neljällä 3 mm:n ruuveilla, kuten kuvassa 27 näkyy.



Kuva 27. Kylkilevyn kiinnitys (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Osakokoonpanon jälkeen mediasoittimeen kytkettiin SD-kortti, USB-wifi-sovitin, näppäimistö-hiiri-yhdistelmän USB-sovitin, HDMI-kaapeli ja näytön virtajohto. Tämän jälkeen näppäimistö-hiiriyhdistelmään kytkettiin virta, ja lopuksi voitiin käynnistää Raspberry Pi. Kuvassa 28 mediasoitinta testataan.



Kuva 28. Mediasoitin edestä (Kuva: Hautala, A., 22.01.2015)

Etupaneelissa sijaitsevat näytön näppäimet. Oikealta vasemmalle ovat virta, asetukset, liikkuminen asetuksissa alas, liikkuminen ylös, paluu/liittännän valinta.

8 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

Aikaisempaa kokemusta minulla ei Raspberry Pi -mikrotietokoneesta tai Linux-käyttöjärjestelmistä ollut, joten asiaan tuli perehtyä huolellisesti. Ohjelmoinnin osalta aikaa tulikin kulutettua turhan paljon kosketusnäytön asentamiseen. Kulutetun ajan olisi voinut käyttää hyödyllisemmin mallintamiseen. Sain kuitenkin käyttöjärjestelmän sekä ohjelmat pyörimään suunnitellun mukaisesti.

Mallinnuksen sekä suunnittelun osalta työ onnistui hyvin, mutta tekninen piirtäminen oli aluksi hieman unohduksissa. Viimeisistä piirroksista kun oli jo vierähtänyt aikaa. Suunniteltaessa pikamallinnuskoneella tehtävää kappaletta, tulee huomioida materiaalin hauraus sekä koneen heitto mittojen suhteen, sillä mittoihin tulee aina hieman ylimääräistä. Ympyrämuotoja tulostaessa kone teki niistä hieman soikeita.

Työstötavasta sekä koneen toimintaperiaatteesta tulisi aina ottaa selvää etukäteen. Tällä tavoin pystyttäisiin säästämään aikaa, eikä osia tarvitsisi myöhemmin muokata. Ongelmia minulla tuli osien kiinnityksen suhteen, koska en tiennyt, että kone tekee kuoren alle ohuempaa tukimateriaalia. Oletin, että kappale on yhtä tiivistä joka puolelta. Tulostetut osat olivat siis melko hauraita paikoin, joten materiaalia olisi pitänyt varata enemmän, varsinkin ruuvien kiinnityskohtiin. Esimerkiksi ohjainkortin kiinnityskohta on erityisen ohut. Mallintaessa tulee myös huomioida hyvin varhaisessa vaiheessa ruuvikiinnitykset. Minulla tuli ongelmia asian suhteen lopuksi, koska en ollut varautunut siihen, että suunnittelemani ruuveja ei löytyisikään. Sain ongelmat ratkaistua kokoonpanovaiheessa tekemällä ruuveille kierteet sekä katkaisemalla ruuvit tarvittavan mittaisiksi.

Projektin vaatimukset tuotteistamisen suhteen tuli täytettyä. Tulostamistani kappaleista piti hieman poistaa materiaalia tulostuksen jälkeen, mutta osat olivat kuitenkin onnistuneita ja kokoonpano sujui hyvin. Ensimmäiseksi prototyyppiksi

tuote oli mielestäni hyvin onnistunut ergonomian, ulkonäkönsä sekä kompaktin kokonsa puolesta.

Jatkokehitysideoina ehdottaisin parempaa tuentaa piirikorteille kotelossa ja enemmän ainepaksuutta osiin, ottaen huomioon standardikokoisten ruuvien käyttö. Telinettä voisi kehittää monipuolisemmaksi, esimerkiksi ratkaisu, jossa olisi enemmän katselukulmia sekä johdoille reikä takapuolelle. Kosketusnäytön toimintaanpano mediasoittimessa olisi myös hyvä parannus.

Mediasoitin kokonaisuudessaan onnistui mielestäni hyvin. Soittimen yleiset vaatimukset tuli täytettyä, kuten musiikin ja videoiden hyvälaatuinen toisto. Digitaalisten kuvien katselussa ei ole ongelmaa. Lisäksi laitteen saa nykyisellä ohjelmistolla toistamaan käyttäjän omavalintaisia kuvia näytönsäästäjässä. Laite toimii siis valokuvakehyksenä, kun sitä ei käytetä sen varsinaiseen käyttötarkoitukseen.

9 YHTEENVETO

Projektin vaatimukset täyttyivät. Projektissa tärkeintä oli laitteen tuotteistaminen, jossa tuli ottaa huomioon erityisesti muotoilu, ergonomia ja materiaalit.

Projektin aihe oli hyvin kiinnostava, joten otin työn hyvin mielelläni vastaan. Aikaisempaa kokemusta minulla ei Raspberry Pi:stä ollut, joten laitteeseen ja sopivien ohjelmistojen testailuun menikin aluksi aikaa.

Raspberry Pi -pohjaisen tuotteen kehitystyö oli mielestäni päättötyöksi sopivan laaja ja haastava projekti. Työ vaati melko paljon mallintamista, mutta myös tuotteiden kokoonpano ja työstäminen vei yllättävän paljon aikaa. Raspberry Pi sopii erinomaisesti olohuoneen kokonaisvaltaiseksi viihdekeskukseksi, ja on noin kolme kertaa halvempi kuin valmiina pakettina myytävät pienikokoiset tietokoneet.

Työ oli minulle hyvin tärkeä, sillä monet työssäni läpikäytyt osa-alueet olivat päässeet unohtumaan, sillä niitä oli käyty läpi opiskelujen alkuaikoina. Tällaisia olivat varsinkin tekninen piirustus ja mallinnus, jotka ovat insinöörille tärkeitä taitoja.

LÄHDELUETTELO

Efytimes 2014, 5 Best Raspberry Pi Operating Systems Of All Time! Viitattu 11.11.2014. <http://www.efytimes.com/e1/141254/Best-Raspberry-Pi-Operating-Systems-Of-All-Time>

Elinux 2014 a, RPi Verified peripherals. Viitattu 18.8.2014. http://elinux.org/RPi_VerifiedPeripherals

Elinux 2014 b, RPi Verified peripherals. Viitattu 18.8.2014. http://elinux.org/RPi_SD_cards

Engineering Blog 2013, OpenELEC with support for eGalax touch screen. Viitattu 4.12.2014. <http://engineering-diy.blogspot.fi/2013/08/openelec-with-support-for-egalax-touch.html>

Farnell 2015, Wolfson microelectronics Wolfson audio card, for use with Raspberry Pi. Viitattu 14.1.2015. <http://fi.farnell.com/wolfson-microelectronics/wolfson-audio-card/audio-card-for-use-with-raspberry/dp/2347264>

Gravox oy 2015, LS100Ex Laserkaiverruskone. Viitattu 17.1.2015. <http://www.gravox.fi/tuotteet/laserkoneet/ls100ex/>

Hifiberry 2014, DAC – Improve your sound. Viitattu 17.12.2014 <https://www.hifiberry.com/dac>

Hifiberry 2015, Enable HiFiBerry support in Raspbmc. Viitattu 15.1.2014. <https://www.hifiberry.com/guides/hifiberry-raspbmc/>

Hifiberry 2015, Soldering HiFiBerry. Viitattu 21.1.2015. <https://www.hifiberry.com/soldering-hifiberry/>

Linux 2014, Raspberry Pi. Viitattu 4.11.2014. http://linux.fi/wiki/Raspberry_Pi

Linuxg 2014, How To Install Kodi 14.0 Alpha 3 (Ex XBMC) On Ubuntu 14.04, Ubuntu 12.04 And Derivative Systems. Viitattu 27.1.2015. <http://linuxg.net/how-to-install-kodi-14-0-alpha-3-ex-xbmc-on-ubuntu-14-04-ubuntu-12-04-and-derivative-systems/>

Logitech 2014, Logitech Wireless Touch Keyboard K400. Viitattu 17.12.2014. <http://www.logitech.com/product/wireless-touch-keyboard-k400r>

OpenELEC 2015, Open Embedded Linux Entertainment Center (OpenELEC). Viitattu 27.1.2015. <http://openelec.tv/>

Raspberry 2015, Noobs setup. Viitattu 25.1.2015. <http://www.raspberrypi.org/help/noobs-setup/>

Research centre Technobothnia 2015, Pictures of all the devices in the lab. Viitattu 27.1.2015. http://new.technobothnia.fi/en_GB/web/12595/list-of-devices-in-cad/cam

Sainsmart 2014, 7 Inch TFT Touch Screen LCD Monitor for Raspberry Pi + Driver Board HDMI VGA 2AV. Viitattu 17.12.2014. <http://www.sainsmart.com/7-inch-tft-lcd-monitor-for-raspberry-pi-touch-screen-driver-board-hdmi-vga-2av.html>

TechEnterWorld 2014, Raspberry Pi. Viitattu 15.1.2015. <http://www.techenterworld.com/raspberry-pi/>

Technobothnia 2015, Pikamallinnus Technobothniassa. Viitattu 17.1.2015. http://www.technobothnia.fi/attachment/68beb9c5946317c1ab2931ead6b05737/61a5fb74c90382b252164e89846c0000/kone_pikamalli_t.pdf

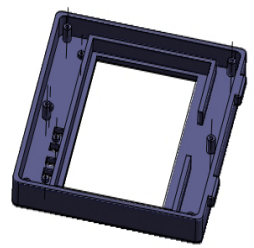
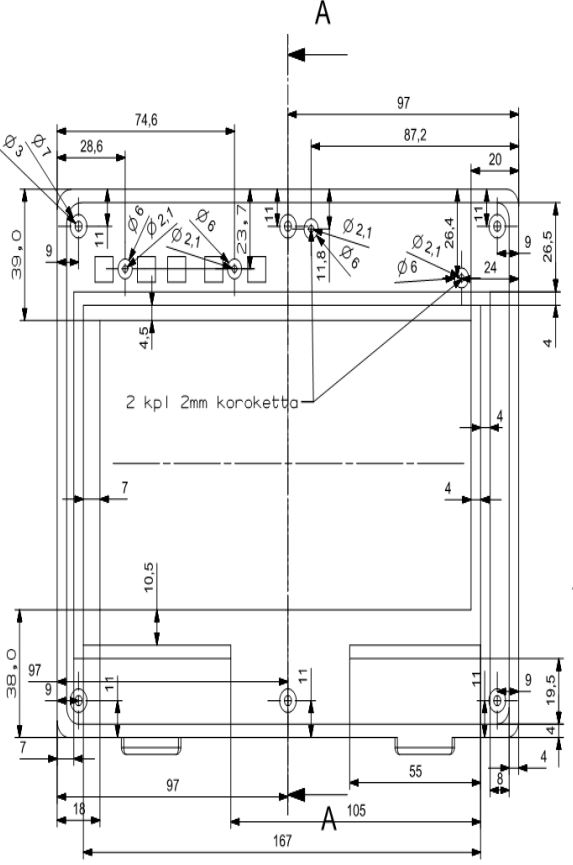
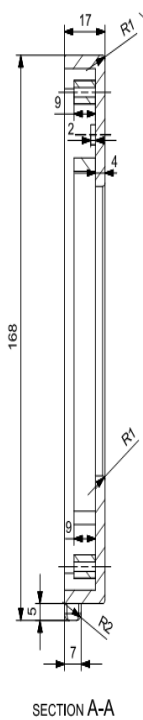
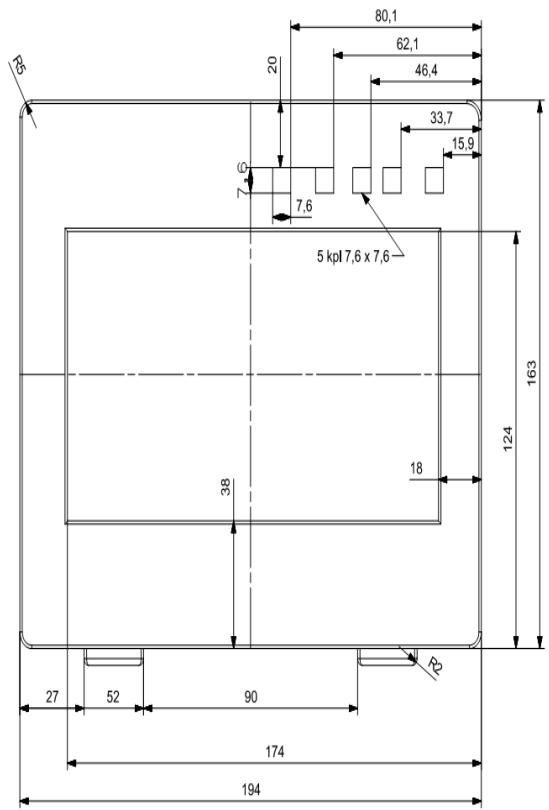
Wikimedia commons 2013, File: Raspbian screenshot.png. Viitattu 20.1.2015. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raspbian_screenshot.png

Wikipedia 2014 a, Raspberry Pi. Viitattu 4.11.2014. http://fi.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

Wikipedia 2014 b, Mediasoitin. Viitattu 18.1.2015. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Mediasoitin>

Youtube 2014, XBMC / RaspBMC / KODI remote comparison and review. Viitattu 25.1.2015. <https://www.youtube.com/watch?v=Fx180ZvGdII>

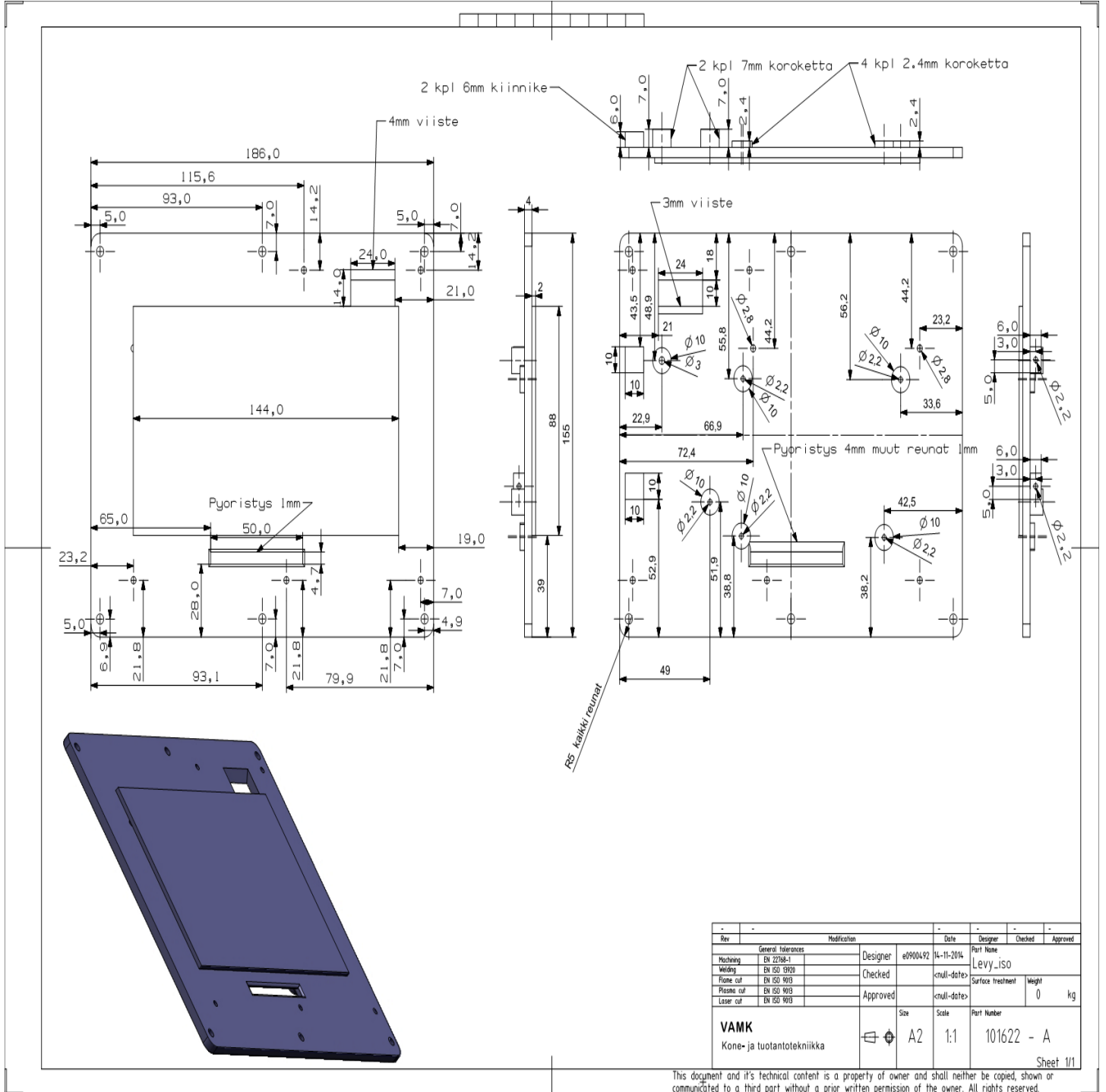
Etupaneeli



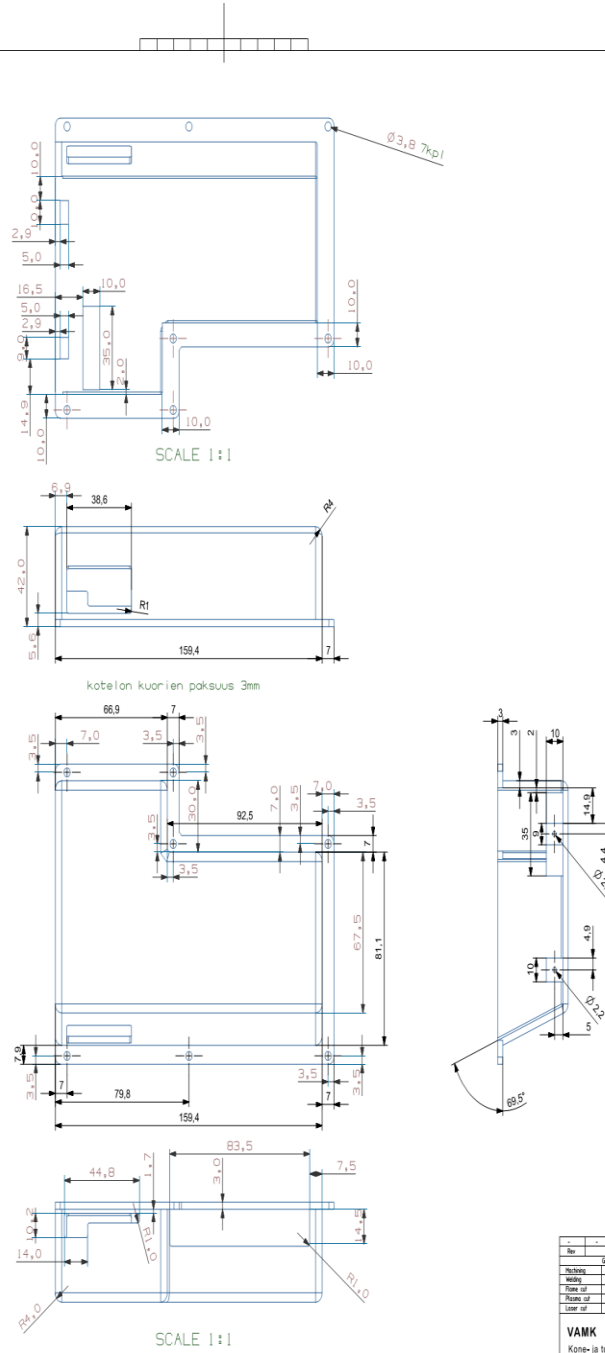
Rev	Modification	Date	Designer	Checked	Approved
General tolerances					
Machining	EN 22768-1		Designer	e0900492	17-12-2014
Milling	EN ISO 1902		Checked	<nll-datex>	<nll-datex>
Flame cut	EN ISO 9019		Approved	<nll-datex>	<nll-datex>
Plasma cut	EN ISO 9019				
Laser cut	EN ISO 9019				
Part Name: Etupaneeli2					
Surface treatment: 0 kg					
Size: A2					
Scale: 1:1					
Part Number: 101834 - A					
Sheet 1/1					

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

Takalevy



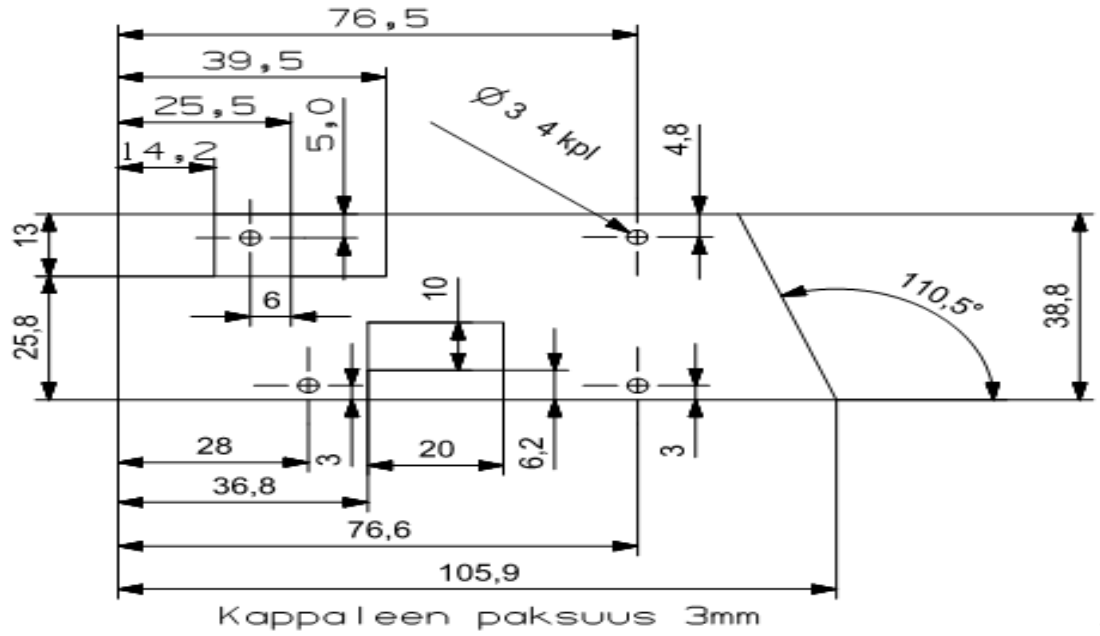
Takakotelo



Rev	General Remarks	Modification	Date	Designer	Checked	Approved
1	01.01.2014			el@vamm.fi		
2	01.02.2014	Checked			Kotelo2	
3	01.02.2014	Approved				0 kg
VAMK		Size	Scale	Part Number		
Kone- ja tuotantotekniikka		A1	1:1	101820 - A		

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

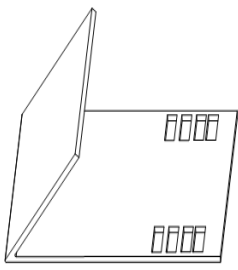
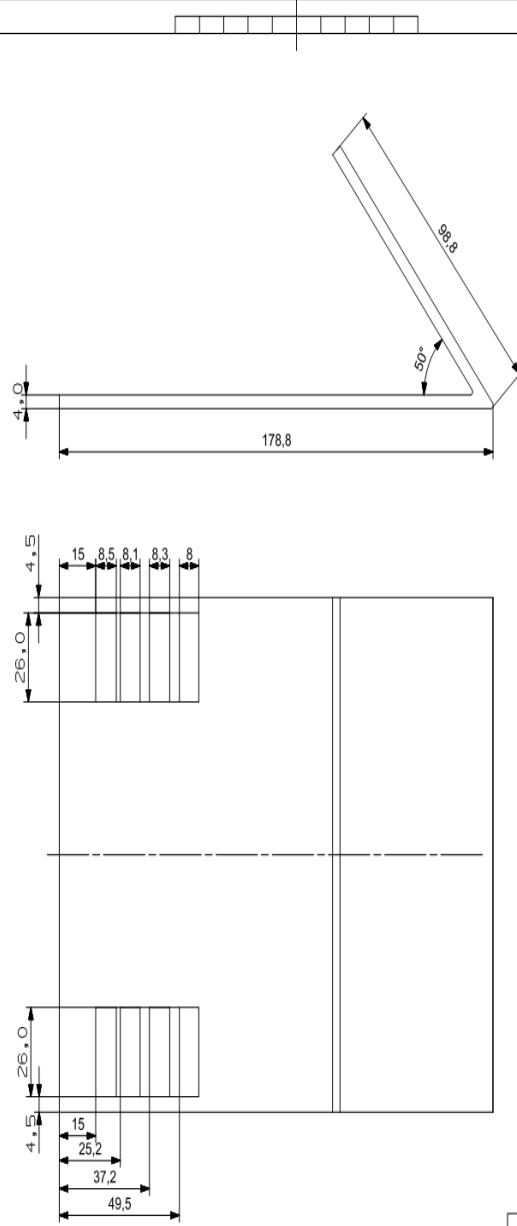
Takakotelon sivulevy



This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

Rev	-	Modification	-	Date	Designer	Checked	Approved
General tolerances		Designer	e0900492	19-12-2014	Part Name		
Machining	EN 22768-1	Checked		<null-date>	Kotelon_kylki		
Welding	EN ISO 13920	Approved		<null-date>	Surface treatment	Weight	
Flame cut	EN ISO 9013					0	kg
Plasma cut	EN ISO 9013				Part Number		
Laser cut	EN ISO 9013				297.0 1:1210.0101844 - A		
VAMK Kone- ja tuotantotekniikka			Size	Scale	Part Number		
					Sheet 1/1		

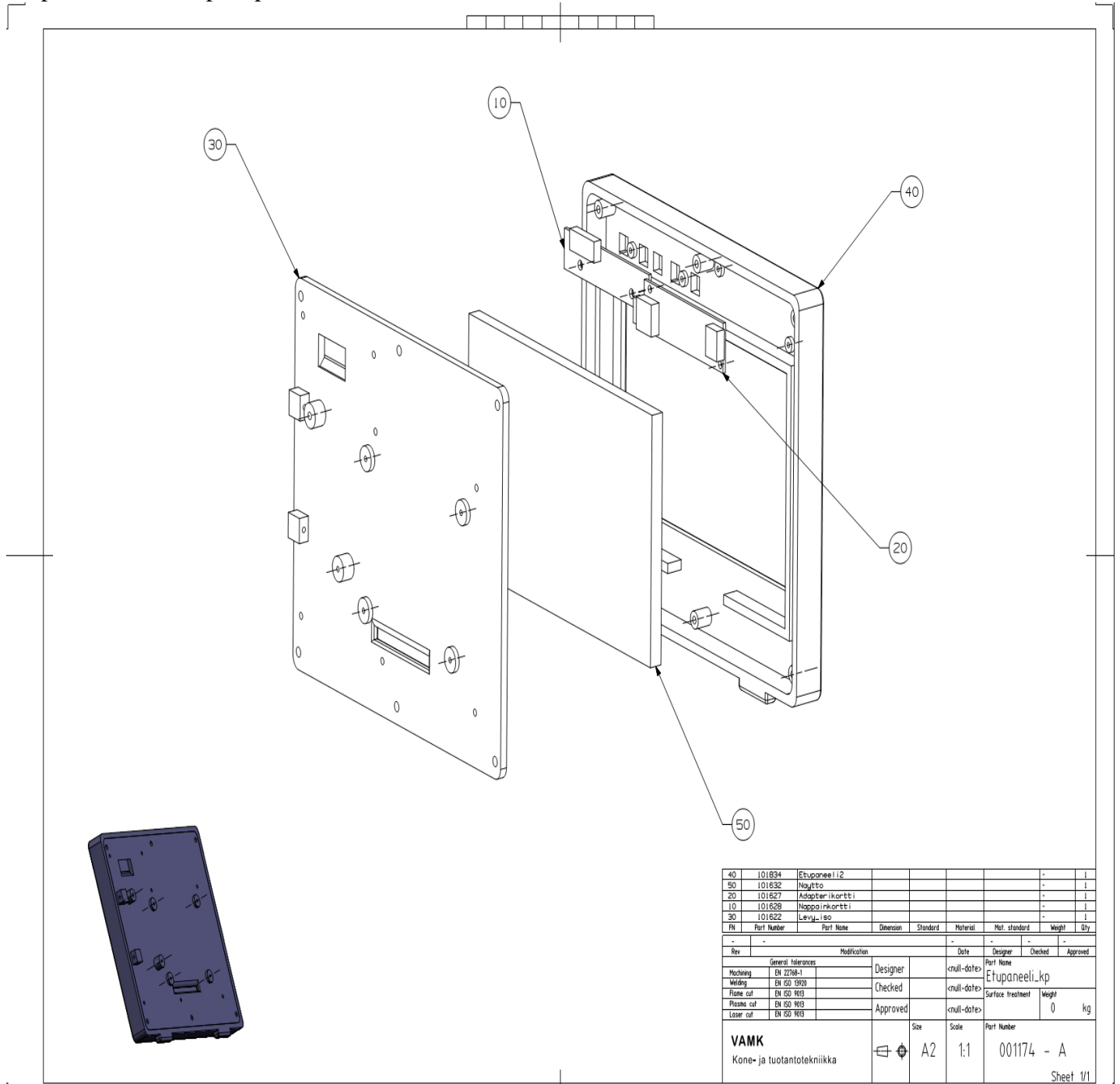
Teline



Rev	Modification	Date	Designer	Checked	Approved
	General tolerances		Designer	e/900492	12-12-2014
	Machining	EN 22768-1	Checked		
	Welding	EN ISO 9933			
	Flame cut	EN ISO 9915	Approved		
	Plasma cut	EN ISO 9915			
	Laser cut	EN ISO 9013			
VAMK Kone- ja tuotantotekniikka			Size A2	Scale 1:1	Part Number 101811 - A
				Surface treatment	Weight
					0 kg
					Sheet 1/1

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

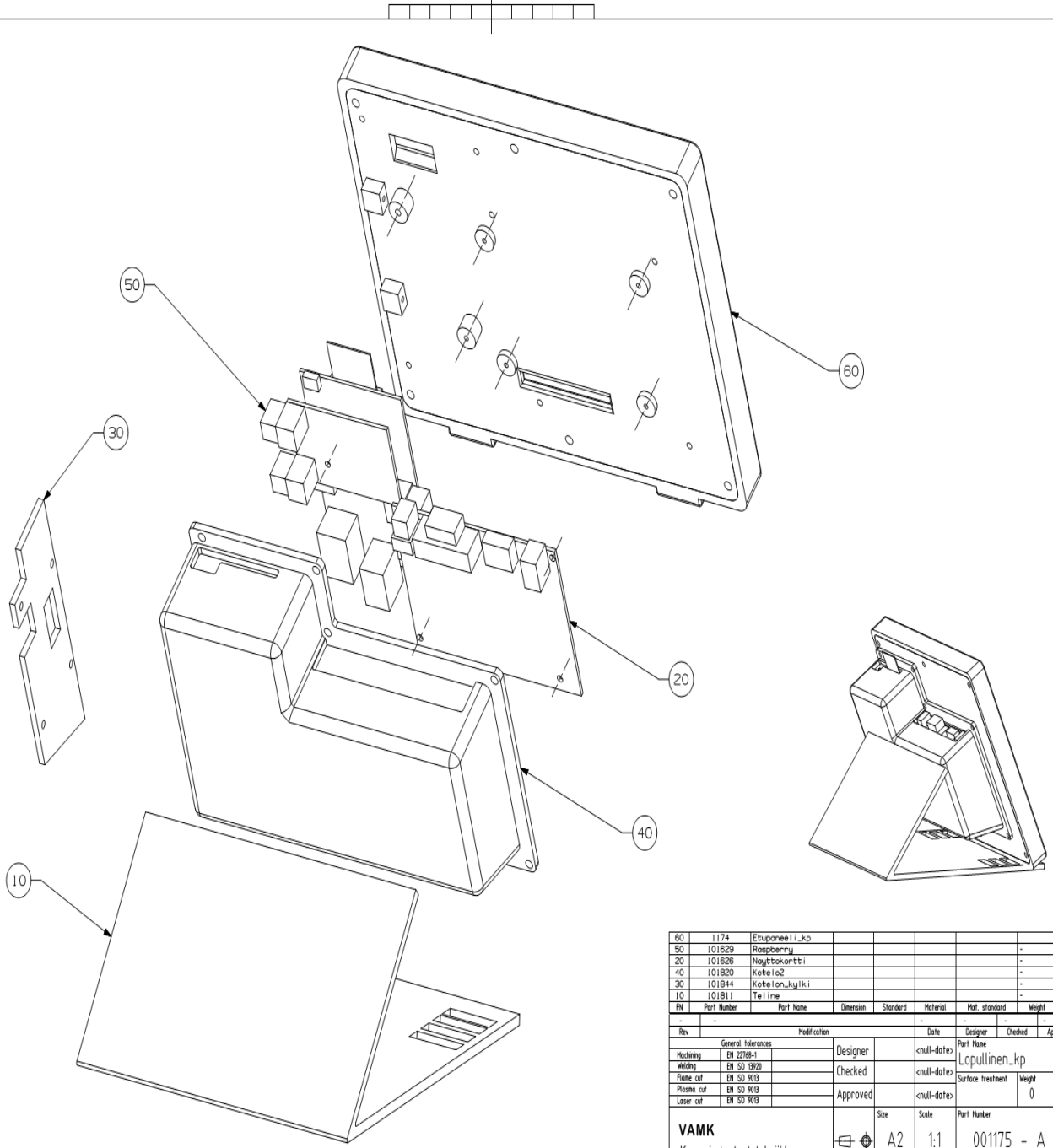
Etupaneelin kokoonpanopiirustus



40	101834	Etupaneeli 12						-	1
50	101832	Näyttö						-	1
20	101827	Asiakasliikentä						-	1
10	101828	Naappaliikentä						-	1
30	101822	Levy_1so						-	1
PN	Part Number	Part Name	Dimension	Standard	Material	Mat. standard	Weight	Qty	
Rev	Modification		Date	Designer	Checked	Approved			
General tolerances			Designer			Part Name			
Machining	EN 2768-1		Checked			Etupaneeli_kp			
Welding	EN ISO 9003				Surface treatment	Weight			
Plasma cut	EN ISO 9003				Approved	<null-date>	0	kg	
Laser cut	EN ISO 9003				Size	Scale	Part Number		
VAMK			A2		1:1	001174 - A			
Kone- ja tuotantotekniikka			A2		1:1	001174 - A			
							Sheet 1/1		

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

Mediasoitinmen kokoonpanopiirustus



60	1174	Etupaneeli_kp							1
50	101829	Raspberry							1
20	101828	Nauhtokortti							1
40	101820	Kotelosa							1
30	101844	Kotelon_kylki							1
10	101811	Talline							1
RI	Part Number	Part Name	Dimension	Standard	Material	Mat. standard	Weight	Qty	
Rev	Modification		Date	Designer	Checked	Approved			
Machining		EN 22769-1	Designer	<null-date>		Part Name			
Molding		EN ISO 9128	Checked	<null-date>		Lopullinen_kp	Surface treatment	Weight	
Plasma cut		EN ISO 9103	Approved	<null-date>				0	kg
Laser cut		EN ISO 9103		<null-date>					
VAMK Kone- ja tuotantotekniikka			Size	Scale	Part Number				
			A2	1:1	001175 - A	Sheet 1/1			

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.