

Thomas Tallqvist

Hammasröntgenlaitteen potilastuentavarren konseptointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu / Teollinen muotoilu / Muotoilun koulutusohjelma / Opinnäytetyö / 2013

Tekijä(t) Otsikko	Thomas Tallqvist Hammasröntgenlaitteen potilastuennan konseptointi
Sivumäärä Aika	63 sivua + 1 liite 8.3.2013
Tutkinto	Muotoilija (AMK)
Koulutusohjelma	Muotoilun koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Teollinen muotoilu
Ohjaaja(t)	Juha Ainoa, Lehtori, Metropolia AMK Kari Malmén, Muotoilujohtaja, Planmeca Oy
<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja, Planmeca Oy, on suomalainen korkean teknologian hammashoitolaiteita valmistava yritys. Työn tavoitteena oli hammasröntgenlaitteen potilastuennan uudelleen konseptointi. Työssä käydään läpi mahdollisuuksia parantaa nykyisen laitteen käytettävyyttä ja muotokieltä sekä kehitetään ideoita potilaan tukemiseksi ProMax 3D -hammasröntgenlaitteeseen kuvauksen ajaksi. Työn tavoitteena oli luoda tuotekonsepteja käyttämällä muotoilun keinoja, kuten luonnostelua, hahmomallien rakentamista ja 3D-visualisointia. Planmecan puolelta yhteyshenkilönä ja ohjaajana toimi muotoilujohtaja Kari Malmén.</p> <p>Tutkimusosiossa selvitetään, mitä kolmiulotteinen hammasröntgenkuvaaminen on ja mitä vaatimuksia se asettaa suunnittelulle. Osiossa kerrotaan lääkintälaitteiden suunnitteluperiaatteista, ergonomiasta, potilasviihtyvyydestä ja hoitotilanteesta. Asiantuntijahaastatteluiden ja havainnoinnin avulla haettiin tarkempaa tietoa ja käytännön kokemuksia suunnittelun tueksi. Työssä myös arvioidaan tarkasti kilpailevien laitevalmistajien potilastuentoja ja vertaillaan niitä keskenään pistetaulukon avulla.</p> <p>Tutkimusosiossa kerätty tieto pyrittiin hyödyntämään tehokkaasti muotoiluprosessin aikana. Tiedon pohjalta ideoitiin ja luonnosteltiin uudenlaisia ratkaisuja hammasröntgenlaitteen potilastuennaksi. Hahmomallien avulla erilaisia ideoita realisoitiin, minkä jälkeen niitä arvioitiin laitteelle tärkeitä ominaisuuksia pisteyttämällä. Lopuksi kolmesta parhaasta ideasta tehtiin 3D-mallit sekä esityskuvat ja niitä ehdotettiin jatkokehitettäväksi. Seuraava askel olisi valmistaa konseptien pohjalta 1:1 prototyyppi, jonka avulla voitaisiin testata potilastuentaominaisuuksia todellisuudessa.</p>	
Avainsanat	lääkintälaitesuunnittelu, käytettävyys, ergonomia, konseptointi

Author(s) Title	Thomas Tallqvist Concepting of patient support arm for dental imaging machine
Number of Pages Date	63 pages + 1 appendice 8 March 2013
Degree	Bachelor of Culture And Arts
Degree Programme	Design
Specialisation option	Industrial design
Instructor(s)	Juha Ainoa, Lecturer Kari Malmén, Design director, Planmeca Ltd
<p>The project was assigned to me by Planmeca Ltd which is a Finnish company specialized in manufacturing dental equipment. The brief was to conceptualize a patient support arm of a dental x-ray device ProMax 3D. The thesis explores new ways to improve the usability and appearance of the existing device as well as searches for solutions to support the patient during the imaging. The main goal was to create concepts by using design methods such as sketching, prototyping and 3D visualization. Kari Malmén, design director of Planmeca Ltd worked as my contact person and instructor during the project.</p> <p>The aim of the research was to specify what three dimensional imaging is and what requirements have to be met in the design process. Also the principles of medical device design, ergonomics, patient comfort and the care situation were explored. With the help of expert interviews and observation more specific knowledge and practical experiences were gathered to support the design work. Competing manufacturers patient supports are compared in an affinity diagram.</p> <p>The research findings were exploited efficiently during the design process. Ideas and sketches were created based on the research findings. Different ideas were realized by making quick prototypes, which were evaluated by comparing different features. Finally the three most promising ideas were visualized, 3D modeled and selected to be developed further. The next phase would be to create 1:1 functional prototype and test its patient support properties in reality.</p>	
Keywords	medical device design, usability, ergonomics, concepting

Sisällys

1.Johdanto	1
1.1.Potilastuenta	1
1.2.Tavoitteet.....	1
1.3.Teoreettinen viitekehys.....	2
1.4.Keskeiset käsitteet	3
1.5.Tärkeimmät kysymykset.....	4
2.Planmegan esittely	6
3.Tuotekonseptointi	8
3.1.Konseptointimenetelmät	8
3.2.Konseptoinnin hyödyntäminen ja arviointi.....	8
4.Tiedonkeruuprosessi	9
4.1.Hammaslääketieteessä käytetty kuvantaminen	10
4.2.ProMax -tuoteperhe	11
4.3.Potilastuenta	12
4.3.1.Tuentavarsi	12
4.3.2.Selvitys tuentatavoista ja välineistä	12
4.3.3.Aalto yliopiston tuotekehitysprojekti 2011	13
4.4.Lääkintälaitteen suunnitteluperiaatteet.....	14
4.5.Hoitotilanteen analyysi	15
4.5.1.Hoitotilanteen storyboard	15
4.5.2.Hävainnointi ja haastattelu yliopistosairaalassa	17
4.5.3.Haastattelujen yhteenveto	18
4.6.Ergonomia.....	19
4.6.1.Kuvantamislaitteen mitat	20
4.6.2.Ihmisen mitat	21
4.6.3.Tuentavarren fyysinen ergonomia	22
4.6.4.Käyttöliittymän sijainti	22
4.6.5.Lääkintälaitteen estetiikka	22
4.6.6.Hoitokokemus	23
4.7.Kilpailijoiden analysointi	24
4.8.Tutkimuksen yhteenveto	25
4.9.Design Drivers.....	26

5.Muotoiluprosessi.....	27
5.1.Konseptoinnin reunaehdot	28
5.2.Inspiraatiota muotoilutyöhön	30
5.2.1.Muiden laitevalmistajien potilastuentoja	31
5.2.2.Moodboard.....	36
5.2.3.HÅG - Capisco tuoli	37
5.2.4.Palkittuja lääkintälaitteita	38
5.3.Potilaan asettuminen suhteessa laitteeseen ja hoitajaan	39
5.4.Potilaan käsiasennot.....	41
5.5.Nykyisen tuentavarren epäkohdat.....	42
5.6.Luonnostelua ja ideointia	43
5.6.1.Käsikahvojen muototutkielma	47
5.6.2.Luonnoksia laitekokoonpanoista.....	48
5.7.Pikamalleja.....	49
5.8.Konseptien arviointi ja valinta.....	50
5.9.Valitujen konseptien jatkokehitys ja visualisointi	54
5.9.1.Konsepti 1	55
5.9.2.Konsepti 2	57
5.9.3.Konsepti 3	59
6.Työn yhteenveto	61
6.1.Jatkoa.....	61
6.2.Johtopäätökset	61

Lähteet.....	62
---------------------	-----------

LIITE

1. Johdanto

1.1. Potilastuenta

Tässä hankkeistetussa opinnäytetyössä tavoitteena on luoda uusia tuotekonsepteja Planmeca Oy:lle. Planmeca on suomalainen, erilaisia hammashoitolaitteita valmistava yritys. Tämän työn tavoitteena on kehittää uusia ideoita potilaan tukemiseksi hammasröntgenlaitteeseen kuvauksen ajaksi. Kyseisessä laitteessa kuvataan leukojen alueen rakenteita, joten pään tukeminen liikkumattomaksi kuvauksen ajaksi on tärkeää. Planmeca Oy toivoo uudistusta nykyisen potilastuennan laiterakenteeseen, koska vaatimukset tuentaan ovat muuttuneet uusien kuvaamisteknologioiden myötä. Myös tuentavarren estetiikkaa ja muotokieltä tulisi nykyaikaistaa. Tässä opinnäytetyössä kartoitan, mitä erilaisia mahdollisuuksia potilastuennan uusimisessa on.

1.2. Tavoitteet

Projektin tavoitteena on luoda Planmecan Promax 3D-röntgenlaitteiden tuoteperheelle uusia konsepteja. Konseptien on tarkoitus parantaa potilaan tuentaan liittyviä seikkoja. Tärkeää on myös huomioida hoitohenkilökunnan työergonomia. Projektissani keskityn sellaisten konseptien tuottamiseen, joita voidaan hyödyntää tulevaisuuden potilastuenta- ja suunniteltaessa. Projektin tarkoituksena ei ole kuitenkaan suunnitella tuotantovalmiita tuoteideoita. Tarkoituksena on tuottaa visuaalista materiaalia erilaisista tuentakonsepteista kuvien ja hahmomallien muodossa. Lopuksi konseptien joukosta valitaan kolme varteenotettavinta konseptia, joista tehdään 3D-mallit ja visualisoinnit jatkokehitystä silmällä piitäen.

1.3. Teorettinen viitekehys

Dentaaliröntgenlaitteen potilastuentavaran tärkein tehtävä on tukea sekä seisovaa että istuvaa potilasta kuvantamistilanteessa. Potilas tulisi kiinnittää mahdollisimman tukevasti laitteeseen, mutta samalla pitäisi pitää mielessä potilaan viihtyvyys ja hoitotilanteen sujuvuus sekä nopeus. Kuvaustilanteessa pieninkin potilaan tekemä liike vaikuttaa negatiivisesti kuvan laatuun ja näin ollen myös diagnoosin tekemiseen. Hoitajan kannalta olennaiset tutkimusaiheet liittyvät potilasasettelun helpottamiseen ja työnkulun nopeuttamiseen. Laitte on hoitajalle työväline, jonka kanssa saatetaan työskennellä useita tunteja päivässä. Kaikki turhat liikkeet kertautuvat helposti ja lisäävät työstä aiheutuvaa raskautta. Potilastuentaa suunniteltaessa on erittäin tärkeää huomioida ergonomia niin potilaan kuin hoitajankin näkökulmasta.

Projektiin liittyy käytännössä kolme Planmecan kanssa sovittua reunaehto, jotka asettavat tietyt rajoitteet suunnittelulle:

- Tärkein reunaehto on, että kuvattavan potilaan pään tulee asettua suunnilleen samaan kohtaan kuin mihin se asettuu nykyisessä tuennassa. Potilaan tulee myös asettua kylki kohti laitteen runkoa. Tämä haluttiin säilyttää ennallaan, jotta röntgenvarsiston ajoratoja ei tarvitsisi muuttaa liikaa.

- Toinen reunaehto on, että potilastuennan tulee kiinnittyä samaan rungon rajapintaan kuin vanha tuenta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että uusi tuentavarsi voidaan pultata rungossa jo olemassa oleviin reikiin.

- Viimeinen reunaehto on säilyttää potilaan pääntuentavälineiden (leukakuppi, purupala, ohimotuenta ym.) liitäntärajapinnat potilastuentavarteen ennallaan. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska haluttiin rajata projektista pois pääntuentavälineiden suunnittelu.

Lisäksi potilastuentakonseptien muotokielen tulee sopia yhteen sekä Promax tuoteperheen että Planmecan muiden tuotteiden kanssa. Hammasröntgenlaitteen muotokielen tulee olla mahdollisimman ajaton, sillä laitteet ovat usein käytössä jopa 20 vuotta. Väri- ja materiaalivalinnoilla pyritään luomaan Planmecalle yhtenäisempi tuoteportfolio, jossa röntgenlaitteet ja hoitokoneet ovat helposti tunnistettavissa saman valmistajan laitteiksi. Väreillä, materiaaleilla ja muotokielellä voi myös vaikuttaa potilaan emootioihin ja sitä kautta mielekkäämpään hoitokokemukseen. Potilastuennan suunnittelussa otetaan huomioon sekä potilaan että hoitajan kannalta tärkeät seikat. Potilaan osalta tutkimuksen tärkeimpiä ohjaavia tekijöitä ovat esimerkiksi hoitotilanteen viihtyvyyteen vaikuttavat asiat. Tutkimuksen avulla pyritään selvittämään myös mitä lääketieteellisen laitteen suunnittelussa tulee huomioida ja miten kokonaisvaltaiseen käyttökokemukseen voi vaikuttaa.

1.4. Keskeiset käsitteet

CBCT – Cone beam computed tomography, Hammasröntgenlaitteissa käytettävä röntgenkuvantamisteknologia, joka perustuu keilamaisen röntgensäteiden ampumiseen kuvattavan alueen läpi.

KKTT – Kartiokeilatietokonetomografia, CBCT suomeksi.

Konseptointi – ”tuotekehityksen sumea alkupää”(Jääskö, Keinonen 2004, 7), ”Konseptoinnin aikana määritellään suunnittelun päälinjat, jonka jälkeen voidaan yksityiskohtien kanssa jatkaa rinnakkaisen tuotekehityksen toimintatapaa noudattaen” (Jääskö, Keinonen 2004, 29). Konseptoinnin työkaluina voidaan käyttää luonnostelua, mallien rakentelua, tietokoneohjelmia sekä muita ideointityökaluja.

Ergonomia – ”Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi”(Launis, Lehtelä 2011, 19).

Käyttäjäkeskeinen suunnittelu – Käyttäjän huomioivaa suunnittelua, jossa pidetään käyttäjän näkökulma mukana koko suunnitteluprosessin läpi, hyvän käytettävyyden saavuttamiseksi.

Design for All – Tuotteiden ja palveluiden suunnittelua, jolla pyritään edistämään esteettömyyttä kaikille käyttäjille. (THL, 2012.)

Storyboard – Visuaalinen suunnittelun apuväline, jonka avulla jokin tilanne tai tapahtuma esitetään sarjakuvamuodossa paremman tilannekäsityksen saamiseksi.

1.5. Tärkeimmät kysymykset

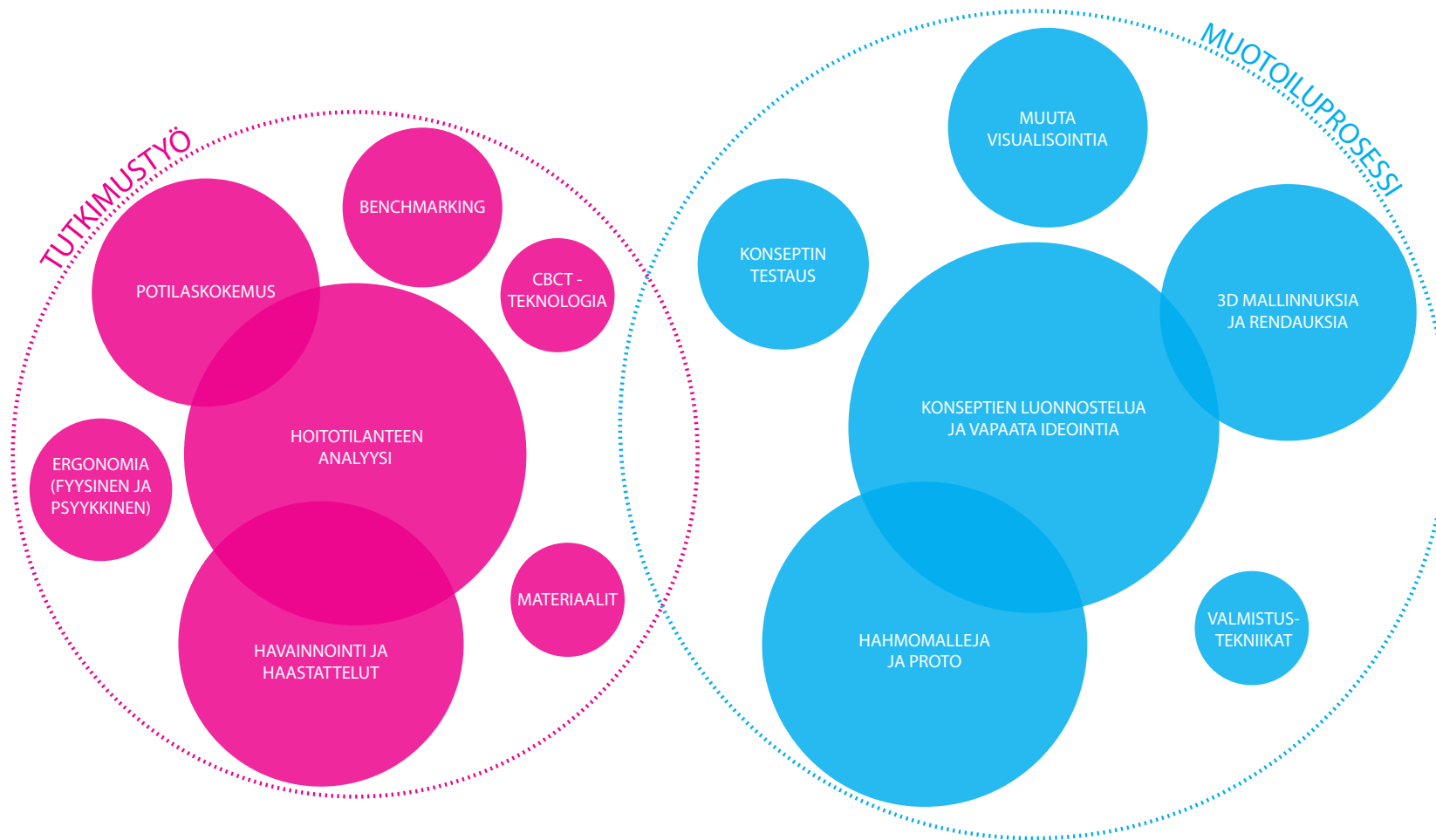
Mitkä asiat vaikuttavat potilaan hoitokokemukseen?

Miten hoitajan ja potilaan psyykinen sekä fyysinen ergonomia tulee huomioida tuentavarren suunnittelussa?

Miten potilasasettelua voisi helpottaa/parantaa?

Mitä yleisiä periaatteita liittyy lääkintälaitteen suunnitteluun?

Minkälaisia tuentoja kilpailevissa tuotteissa käytetään?



Kuva1. Opinnäytetyöprosessi visualisoituna tutkimusosuuteen ja muotoiluprosessiin. Ympyröiden keskenäinen kokoero kertoo aiheen painoarvon työssä, niin että suurin ympyrä indikoi suurinta painoarvoa ja pienin vastaavasti vähiten huomioitavaa aihetta. Kaavioon on kerätty työn kannalta oleellimmat aihealueet.



Kuva 2. Toimeksiantajanani toimii hammashoitolaitteita valmistava Planmeca Oy (Kuva: Planmeca).

2. Planmecan esittely

Planmeca Oy on suomalainen korkean teknologian hammashoitolaitteita valmistava yritys. Planmeca Oy on perustettu vuonna 1971 ja se on Planmeca Groupin emoyhtiö. Kaikki Planmeca Groupin yritykset toimivat terveysteknologian alalla. Yritysryhmään kuuluu kuusi eri yhtiötä: Planmeca Oy, Plandent Oy, Planmed Oy, LM-Instruments Oy, Opus Systemer AS ja Triangle Furniture Systems Inc. (Planmeca 2012a).

Planmeca on kolmanneksi suurin hammaslääketieteen laitevalmistaja alallaan ja sillä on hyvä asema hammashoitomarkkinoilla ympäri maailman. Planmecan tuotteista noin 98 % menee vientiin, yli 100 maahan. Tärkeimpiä vientimaita ovat mm. Yhdysvallat ja Japani. Planmecan kantavana ajatuksena on kokonaisvaltainen (*all in one*) ajatusmalli, joka tarkoittaa, että asiakas saa täydellisen hammashoitokokonaisuuden hankkiessaan Planmecan

laitteen. Palvelut ovat räätälöityjä ja toimivat saumattomasti yhteen oheispalveluiden sekä muiden laitteiden kanssa. (Planmeca 2012a.)

Planmecan tuoteryhmiin kuuluvat: Hammashoitokoneet, hammasröntgenlaitteet sekä digitaalisen kuvantamisen ohjelmistot ja laitteet (Planmeca 2012a). Planmeca Groupin palveluksessa työskentelee noin 2400 henkeä. Vuoden 2012 liikevaihdoksi ennustetaan noin 750 miljoonaa euroa (Planmeca 2012a).



Kuva 3. Planmedin sekä Planmecan valmistamia hoitolaitteita (Kuva: Planmeca).

3. Tuotekonseptointi

Jatkuvasti muuttuvat markkinat ja teknologian huima kehitys vaativat yrityksen tuotekehitykseltä nopeita liikkeitä. Menestyvän tuotteen tulee olla yhdistelmä innovatiivisia ratkaisuja, hyvää muotoilua ja viimeisintä teknologiaa. Pärijätäkseen kovassa kilpailussa yrityksen on pystyttävä luomaan tuotteita, joilla on kysyntää. Jos tässä epäonnistutaan, saatetaan tuotekehityksessä ajautua tilanteeseen, jossa tarjonta ei enää vastaa asiakkaiden odotuksiin. Tuotekonseptoinnin avulla yritetään tutkia tulevaisuutta ja hahmottelemaan tulevia tuotteita. Tarkoituksena ei ole viedä tuotekonsepteja markkinoille, vaan luoda pohjaa tulevaisuuden tuotteille ja kehittää liiketoimintaa pidemmällä aikavälillä. (it2010.)

Konseptointi on tuotteita valmistavalle yritykselle tapa ottaa etäisyyttä tuotannon ja markkinoinnin asettamiin tavoitteisiin. Se on myös mahdollisuus toteuttaa viljelejäkin tuoteideoita luovin keinoin. Konseptoinnin avulla voidaan ideoida pelkäämättä epäonnistumista. Usein ratkaisut ongelmiin löytyvät kokeilun, virheiden ja epäonnistumisten kautta. (Jääskö, Keinonen 2003.) Konseptointiprojektit eivät ole kovin yksiselitteisiä kokonaisuuksia ja ne rönsyilevät usein moneen suuntaan.

Käytännössä konseptisuunnittelu voidaan jakaa kahden tyyppisiin projekteihin: projekteihin, joissa keskitytään kokonaan uuden tuotteen konseptointiin sekä tuotekehitysprojektin sisällä tehtävään konseptointityöhön. Viimeksi mainitussa keskitytään tuotteen jonkin piirteen suunnitteluun ja kehittämiseen. (it2010.)

Konseptointityö johtaa usein tuotekonseptiin, joka vaatii teknologian kehittymistä ollakseen toteutettavissa. Näin konseptointi puskee teknologiaa eteenpäin (it2010). Asiat voivat edetä tietenkin myös toisinpäin, jolloin konseptointi on teknologiavetoista ja tavoitteena voi olla esimerkiksi ideoida tuotemahdollisuuksia uudelle teknologialle.

3.1. Konseptointimenetelmät

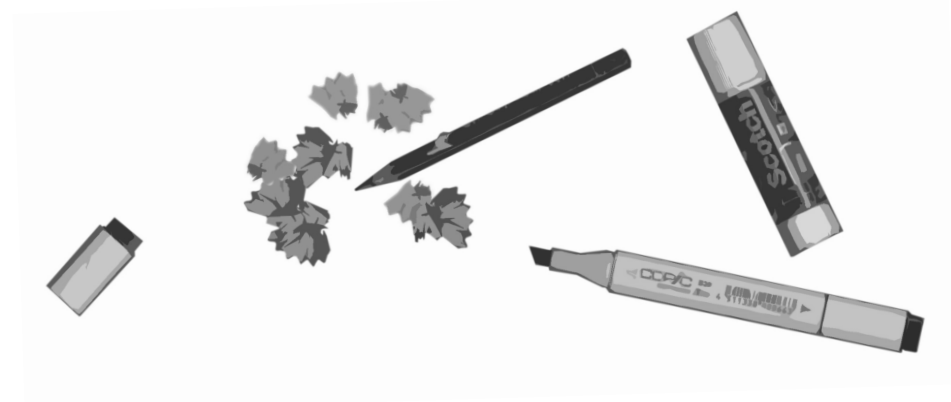
Konseptoinnissa käytetään työkaluina tuotesuunnittelulle ominaisia työtapoja, joita ovat esimerkiksi luonnostelu, hahmomallien rakentaminen, skenaarioiden luominen ja workshop -työskentely. Käytännössä kaikki luovuutta ja innovatiivisuutta edistävät keinot ovat käytössä.

3.2. Konseptoinnin hyödyntäminen ja arviointi

Yritykset hyötyvät konseptoinnista monella tavalla. Konseptointityö on tapa irrottaa työntekijät tavallisista rutineistaan ja hyödyntää heidän tietoaan konseptoinnissa. Konseptointiprojekti vaatii yleensä poikkiteollisen ryhmän, johon tulisi osallistuttaa mm. yrityksen johtoa, teknistä osaamista, markkinointia sekä muotoilua. Konseptoinnissa käytettävät työtavat yhdistävät ihmisiä yrityksen sisällä ja ruokkivat näin luovuutta myös päivittäisessä työssä. Osallistuttamalla työntekijöitä yrityksen tulevaisuuden kehittämiseen luodaan myös henkilökohtainen side yrityksen toimintaan. (it2010.) Konseptointiprojektin hyötyjä voivat olla heti hyödynnettävät tuoteparannukset tai tulevaisuuden tuoteideat. Konseptointityön tulisi myös luoda selkeämpi kuva siitä mihin suuntaan yrityksen kehitystä pitäisi viedä ja mitä strategisia päätöksiä tulisi tehdä. (Jääskö, Keinonen 2003, 30.)

Konsepteja arvioidaan usein erilaisten kriteerien avulla, jotka määräytyvät sen mukaan mitä projektissa tavoitellaan. Usein luodaan jonkinlainen pisteytystaulukko, jonka avulla eri konsepteja on helpompi verrata keskenään. Tämän tyyppiset arviointimenetelmät soveltuvat parhaiten käytettäväksi, kun kyseessä on jo jollain tavoin rajattu konseptointialue. (Jääskö, Keinonen 2003, 59-63.)

Pisteyttäminen sopii mielestäni hyvin niiden potilastuentakonseptien arvioimiseen, joita tuotannon opinnäytetyöprojektini aikana. Pisteytysmenetelmällä voidaan arvioida myös kilpailijoiden vastaavia tuontoja. Näin uusia konsepteja on helppo verrata muihin markkinoilla oleviin tuentavarsiin.



4. Tiedonkeruuprosessi

Tuotekehittelyn tueksi tarvitsen tietoa siitä, mitä hammaslääketieteessä käytettävä röntgenkuvaaminen pitää sisällään ja mitä yleisiä periaatteita siihen liittyy. Tiedon keräämisessä käytän havainnointia sekä haastattelua tutkimusmenetelminä. Niiden avulla pyrin luomaan kokonaisvaltaisen käsityksen hoitotilanteesta ja siitä, miten potilasasettelua voitaisiin parantaa. Havainnointi suoritetaan Helsingin yliopistosairaalan tiloissa, jossa on käytössä Planmegan Pro-Max 3D-laite.

Haastatteluilla ja havainnoinnilla pyrin selvittämään, mitkä asiat vaikuttavat potilaan hoitokokemukseen ja laitteen yleiseen käyttömukavuuteen. Pohdin myös sitä, miten kyseisiä asioita voi huomioida tuentavarren konseptoinnissa. Kerättyjen tietojen pohjalta saadaan käsitys siitä, mitkä asiat ovat merkittävässä roolissa tuentavartta suunniteltaessa. Tämän taustatiedon avulla voidaan luoda suunnittelun periaatteet, *design driverit*, joiden pohjalta aloitetaan luonnostelu ja varsinainen konseptointityö.

4.1. Hammaslääketieteessä käytetty kuvantaminen

Hammaslääketieteessä käytetty kuvantaminen perustuu röntgensäteilyyn, joita ammutaan potilaan suun ja leuan läpi. Röntgensäteet läpäisevät suun eri kudokset ja osuvat sen jälkeeseen filmiin tai digitaaliseen sensoriin. Hampaat ja luut näkyvät kuvassa vaaleampina, koska ne päästävät vähemmän säteilyä läpi. (Wikipedia 2012a.)

Hammasröntgenkuvaaminen voidaan jakaa kaksikulotteiseen ja kolmiulotteiseen kuvaamiseen. Perinteisessä 2D-kuvassa, esimerkiksi panoramakuvassa voidaan nähdä potilaan koko suu kaksikulotteisessa muodossa. 3D-kuvassa kuvattua volyymiä voidaan tarkastella kolmiulotteisesti tietokoneen avulla. (Learndigital 2007.)

Suomessa otetaan noin 1,5 miljoonaa suun alueen röntgenkuvaa vuodessa. Röntgensäteily on terveydelle erittäin haitallista, mutta hammaskuvauksessa säteilyannokset pysyvät pieninä. (STUK 2011.)

Digitaalinen röntgenkuvaaminen eli tietokonetomografia (CT, computed tomography) on syrjäyttänyt lähes kokonaan filmille otettavat kuvat. Planmeca on lähes täysin siirtynyt digitaaliseen aikakauteen.

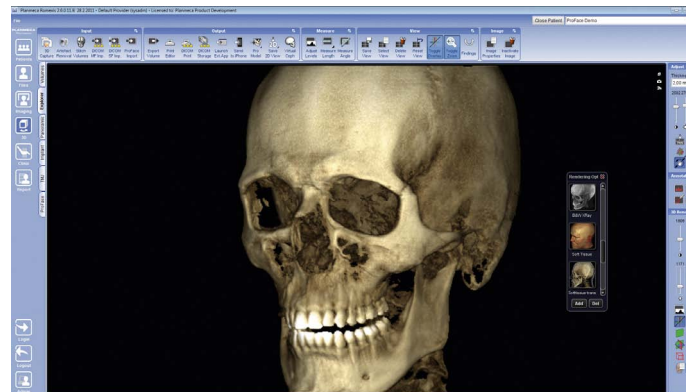
Kuva 4. Kartion muotoinen keila ammutaan potilaan suun ja leuan läpi (Alkuperäinen kuva: Planmeca).



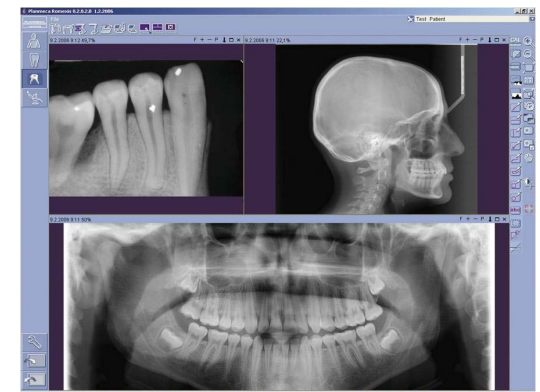
Uutena tulokkaana hammaslääketieteen digitaalisen röntgenkuvaamisen saralla on vuonna 2001 esitelty kartiokeilatietokonetomografia (CBCT, cone beam computed tomography). Tämä uusi keksintö mahdollistaa erittäin tarkan kolmiulotteisen volyymien kuvaamisen pienellä säteilyannoksella. Käytännössä kuva saadaan aikaiseksi asettamalla potilas röntgenputken ja digitaalisen sensorin väliin. Röntgenputkesta ammutaan kartion muotoinen röntgensädekeila, joka liikkuu 360 astetta potilaan pään ympäri. Näin saadaan aikaiseksi suuri määrä kuvia, joista tietokone rekonstruoi kolmiulotteisen mallin. (Learndigital 2007.)

CBCT-kuvaaminen tarjoaa monia uusia mahdollisuuksia perinteiseen kaksikulotteiseen kuvaamiseen verrattuna. Yksi tärkeimmistä hyödyistä on se, että potilaaseen kohdistunut säteilyannos on huomattavasti pienempi kuin normaalissa CT-laitteissa. Kuvaaminen on myös nopeampaa ja tarkempaa. (Marcilan 2011.)

Kolmiulotteisesta kuvasta on huomattavasti helpompi tutkia suun ja leuan anatomioita, kuin perinteisestä kaksikulotteisesta röntgenkuvasta. Kuvaa on myös mahdollista mitata ja jakaa kaksikulotteisiin leikkeisiin tietokoneohjelmien avulla. (Learndigital 2007.) 3D-teknologia on avannut uusia mahdollisuuksia myös implanttisuunnittelussa sekä hammas- ja leukakirurgian saralla (Plandent 2009).



Kuva 5. Kolmiulotteinen röntgenkuva (Kuva: Planmeca).



Kuva 6. Kaksikulotteinen röntgenkuva (Kuva: Planmeca).

4.2. ProMax -tuoteperhe

ProMax -tuoteperhe pohjautuu vuosituhatosen vaihteessa suunniteltuun ProMax -laitteeseen. Alkuperäisellä ProMax -laitteella oli mahdollista kuvata ainoastaan perinteisiä kaksikulotteisia kuvia. Teknologian kehityksen myötä ja kolmiulotteisen kuvaamisen yleistyessä hammaslääketieteen saralla, laitteeseen suunniteltiin parannuksia. Muutokset liittyivät pääosin uuteen röntgen- ja sensoritekologiaan, mutta myös joitain laitteen rakenteita jouduttiin uudistamaan.

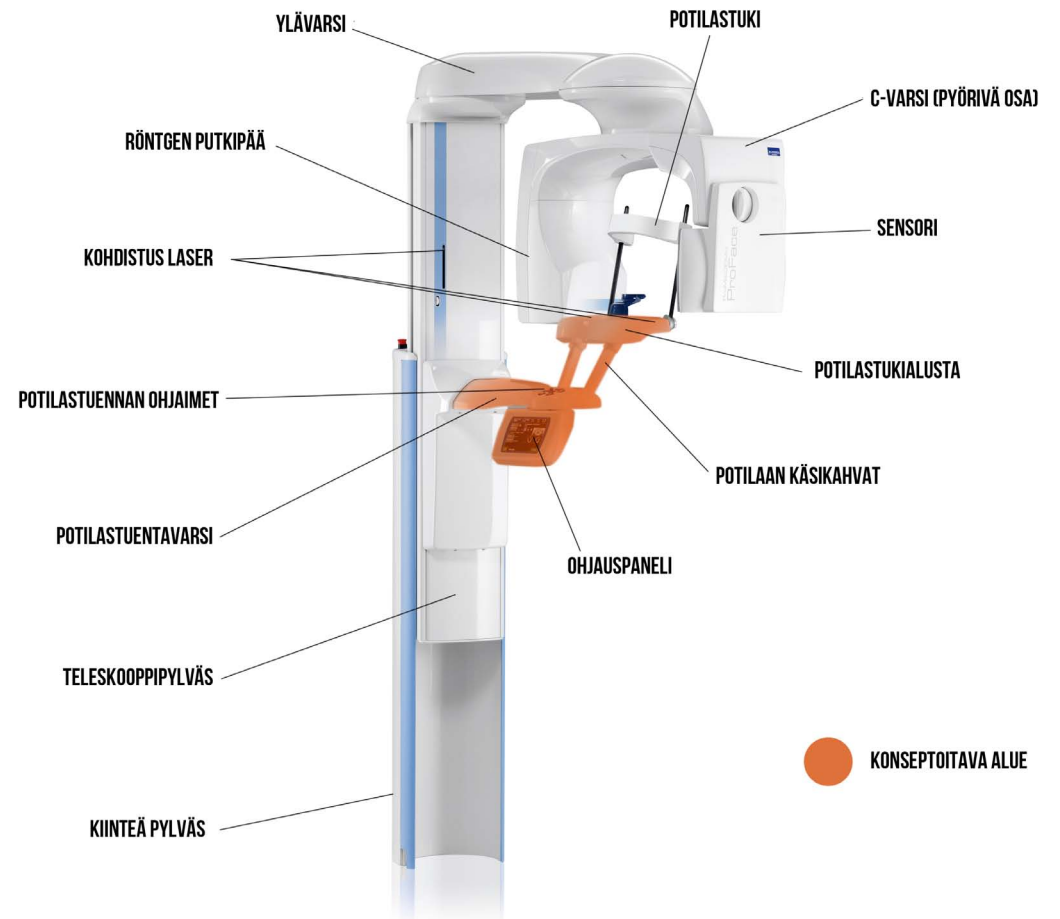
3D-kuvaaminen on huomattavan paljon herkempää potilaan liikehännälle kuin 2D-kuvaaminen. Tästä syystä potilaan pääntuennassa käytetyt välineet jouduttiin suunnittelemaan uudelleen.

Nykyään Planmegan 3D-aikakauden ProMax -laitteet on jaettu neljään laitekoonpanoon, jotka kaikki eroavat hieman toisistaan. Merkittävimpänä erona laitteiden välillä on sensoreiden koko sekä erot kuvausohjelmissa.

ProMax 3D -laitteet (Planmeca 2012b.):

- ProMax 3D, kattaa koko hampaiston.
- ProMax 3D s, ihanteellinen pienien yksityiskohtien kuvaukseen.
- ProMax 3D Mid, tarjoaa volyymikoot kaikkiin tarpeisiin.
- ProMax 3D Max, mahdollistaa koko leuka-alueen kuvauksen.

Uusin tulokas ProMax 3D -tuoteperheessä on Planmegan kehittämä ProFace-sensori, joka tuottaa kuvattavasta potilaasta röntgenkuvan lisäksi realistisen kasvokuvan. Sensorin voi asentaa kaikkiin ProMax 3D -laitteisiin ja se mahdollistaa myös kolmiulotteisen valokuvaamisen ilman röntgenkuvaa. (Planmeca 2012c.) Kolmiulotteinen valokuvaus luo uusia haasteita potilastuennan suunnittelulle. Potilaan kasvojen alue tulee jättää vapaaksi, sillä kaikki tuentavälineet, jotka asettuvat korvalinjaa edemmäs, näkyvät valokuvassa. Tuennan tulisi myös olla erittäin vakaa, sillä pieninkin potilaan tekemä liike näkyy epätarkkuutena valokuvassa.



Kuva 7. Promax 3D -laitteen osat (Alkuperäinen kuva: Planmeca).

4.3. Potilastuenta

Hammasröntgenlaitteen potilastuennalla tarkoitetaan laitteen osia, jotka ovat suorassa kontaktissa kuvattavaan potilaaseen ja jotka siten vaikuttavat potilaan asettumiseen laitteessa. Tuennan ensisijainen tarkoitus on mahdollistaa helppo, nopea ja turvallinen potilaan asemoiminen kuvaamista varten.

Dentaaliröntgenlaitteissa on laitevalmistajasta riippuen käytössä suuri määrä erilaisia potilastuentatapoja. Valtaosassa laitteita potilas kuvataan seisovassa tai istuvassa asennossa. Joissain laitteissa potilas voidaan myös kuvata puoli-istuvassa tai makaavassa asennossa. Keskityn työssäni kuvaamaan ainoastaan tehtävänannon kannalta vartenotettavia tuentoja, eli istuvalle ja seisovalle potilaalle suunniteltuja tuentoja.

Istuvan tai seisovan potilaan kuvaamisessa käytettävät laitteet voi käytännössä jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat laitteet, joissa on sisäänrakennettu istuin, jolloin kaikki potilaat kuvataan istualtaan. Näille laitteille ominaista on usein melko suuri koko ja järeä rakenne. Järeytensä ansiosta ne ovat myös hyvin vakaita, eikä potilas pääse liikkumaan yhtä paljon kuin seisovassa asennossa.

Toiseen ryhmään kuuluvissa laitteissa ei ole sisäänrakennettua istuinta ja kuvaaminen suoritetaan yleensä seisten. Näin ollen laitteet vievät vähemmän tilaa ja ovat sirompia. Tämän tyyppisillä laitteilla on myös mahdollista kuvata istuvia potilaita käyttämällä erillistä tuolia, jolloin kuvausasennosta saadaan vakaampi. Planmecan Promax 3D -laitteet kuuluvat jälkimmäiseen ryhmään.

4.3.1. Tuentavarsi

Hammasröntgenlaitteen tuentavarrella tarkoitetaan röntgenlaitteen vaakasuuntaista varsi-maista osaa, joka kiinnittyy laitteen pystyrunkoon. Tuentavarsi on merkittävä osa potilastuentaa ja siihen liitetään usein potilaan pään asettelussa tarvittavat tuentavälineet, kuten ohimo-, otsa- ja leukatuennat.

Myös laitteen käyttöliittymä on usein liitetty tuentavarteeseen, mutta valmistajakohtaisia eroja kuitenkin ilmenee. Tuentavarressa on myös lähes poikkeuksetta jonkinlaiset kahvat tai tartuntapinnat, joihin potilas voi tarttua pitääkseen asentonsa vakaana. Planmecan Promax 3D -laitteissa potilasasettelussa tarvittavat laservalot ovat myös sijoitettu tuentavarteeseen. Tuentavartta suunniteltaessa käyttäjälähtöisyys ja käytettävyyden nousu ovat hyvin tärkeitä osia.

4.3.2. Selvitys tuentatavoista ja välineistä

Dentaaliröntgenlaitteessa on lukuisten erilaisten kuvausohjelmien ja kuvaustarpeiden takia olemassa suuri määrä erilaisia välineitä, joilla potilaan pää tai leuka saadaan asetettua tiettyyn asentoon. Tuentavälineet vaihtelevat valmistajakohtaisesti, mutta lähes poikkeuksetta potilaan pää tuetaan leuasta, ohimoista tai otsasta. Myös potilaan hampaiden väliin asetettavaa purupalaa käytetään yleisesti.

Tässä opinnäytetyössä en syvenny potilaan pääntuentavälineisiin syvällisesti. Teen kuitenkin lyhyen yhteenvedon Aalto yliopiston opiskelijoiden Planmecalle tekemästä tuotekehitysprojektista, jossa pyrittiin konseptoimaan uusia tapoja potilaan pään tukemiseksi.

Kuva 8. Promax 3D -laitteen potilastuentavarsi ja erilaisia leukapaloja (Kuva: Planmeca).



4.3.3. Aalto yliopiston tuotekehitysprojekti 2011

Product Development Project (PDP) on Aalto yliopistossa vuosittain järjestettävä kurssi, jonka tavoitteena on tuottaa uusia tuoteideoita projektiin osallistuville yhteistyöyrityksille. Kurssille osallistuvat opiskelijat jaetaan poikkitieteellisiin ryhmiin, jotka koostuvat tuotekehityksestä kiinnostuneista tekniikan, liiketalouden ja muotoilun opiskelijoista. (Pdp 2012.)

Vuoden 2011 kurssin yhteydessä yksi tuotekehitysryhmistä työskenteli yhteistyössä Planmecan kanssa. Ryhmä sai tehtäväkseen kehittää uusia tuotekonsepteja potilaan pään paikoillaan pitämiseksi Promax 3D -laitteessa.

Erona oman opinnäytetyöni aiheeseen ryhmä keskittyi ainoastaan pään tuennan parantamiseen ja sen liikehdinnän minimointiin. Raportista on kuitenkin löydettävissä hyödyllistä tietoa myös tuentavarren konseptointia silmälläpitäen.

Tuotekehitysryhmä päätyi monen mutkan kautta suunnittelemaan Promax 3D -laitteen nykyiseen tuentavälinerajapintaan liitettävän tuennan. Konsepti tukee potilaan päätä takaapäin, mikä osoittautui lasermittauksissa nykyisiä tuentatapoja tehokkaamaksi tavaksi pitää potilaan pää liikkumattomana. (Freezer tuotekehitysprojektin raportti 2010.)

Kuva 9. Promax 3D -laitteeseen suunniteltu potilaan pään tuenta (Kuva: Planmeca).



4.4. Lääkintälaitteen suunnitteluperiaatteet

Lääkintälaitteiden suunnittelusta puhuttaessa törmää usein termiin *human factors and ergonomics*, joka suomennettuna tarkoittaa laajaa ergonomia käsitettä. Kyseessä on monialainen kenttä, joka huomioi sekä fyysiset että psyykkiset tekijät suunnitteluprosessissa. Ergonomian keinoin pyritään löytämään parhaat ratkaisut käyttäjän kokonaisvaltaista hyvinvointia silmälläpitäen. (Wikipedia 2012b.)

Ergonomialla tieteenalana on vielä paljon annettavaa lääketieteellisten laitteiden suunnittelun saralla. Ergonomia pitää sisällään paljon tietoa ihmisten ja laitteiden välisestä vuorovaikutuksesta. Sen avulla laitteista voidaan suunnitella yhä helpommin käytettäviä sekä turvallisempia. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, ix.)

Hoitolaitteen suunnittelussa törmää usein haasteellisiin tilanteisiin, joissa laitteen ominaisuuksien ja koon tulisi soveltua todella erityyppisten käyttäjien tarpeisiin. Tällöin joudutaan usein päättämään jonkinlaisiin kompromisseihin. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 477.) Myös kulttuurien väliset erot vaikuttavat suunnittelupäätöksiin. Eri puolilla maailmaa tulkitaan ja koetaan asioita täysin eri tavoin. Nämä erot tulee muistaa huomioida. (Bate, Robert 2007, 35.)

Lääkintälaitteen suunnittelussa tulisi ennen kaikkea huomioida käyttäjän ja potilaan turvallisuus. Hoitajan tai potilaan ei pitäisi pystyä käyttämään laitetta väärin tai aiheuttaa toiminnallaan minkäänlaista vaaratilannetta. Vaaratilanteita voivat aiheuttaa esimerkiksi terävät nurkat, liikkuvat osat tai säteilylähteet. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 477.)

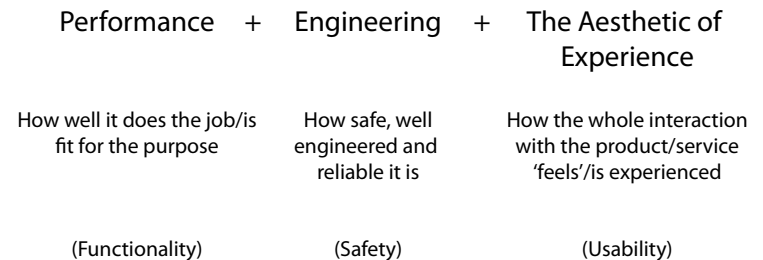
Japanilaisen Shigeo Shingon 60-luvulla kehittämä termi *Poka Yoke* tarkoittaa laitteen väärinkäytön estämistä. Hyvänä esimerkkinä *Poka Yokesta* voidaan mainita puhelinten SIM-kortit, joiden väärin asentaminen on tehty käyttäjälle mahdolltomaksi kortin muodon avulla. (Wikipedia 2012c.) Tätä ajattelutapaa tulisi hyödyntää myös potilastuentaa suunniteltaessa.

Hyvin suunnitellun lääketieteellisen laitteen tulisi vaikuttaa positiivisesti hoitohenkilökunnan sekä potilaan fyysiseen ja henkiseen hyvinvointiin. Laitteen tulisi mahdollistaa hoitohenkilökunnan tehokas työskentely. Hyvää hoitolaitetta voidaan verrata luotettavaan avustajaan, jonka avulla kaikki toimenpiteet sujuvat nopeasti ja mutkitta. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 473.)

Käyttäjän huomioon ottavalla suunnittelulla on myös suora vaikutus laitteen myyntiin. Hyviä tuntemuksia herättävä käyttäjäystävällinen hoitolaite on helpommin perusteltavissa oleva hankinta kuin hankalasti käytettävä epäesteettinen laite (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 474.)

Suunnittelussa on myös hyvä huomioida lääketieteellisten laitteiden pitkä elinkaari. Hammasröntgenlaitetta saatetaan käyttää jopa vuosikymmeniä, mikä asettaa suunnittelulle tiettyjä vaatimuksia. Käytännössä tämä vaikuttaa laitteen muotokieleeseen ja värikyseen, jotka eivät saa olla sidoksissa ajan trendeihin, vaan niiden pitää kestää aikaa ja toimia laitteen elinkaaren loppuun asti.

Kirjassa *Bringing User Experience to Healthcare Improvement* esitellään Scott Berkun tekemä kaaviokuva, jonka mukaan kaikki hyvä suunnittelu täyttää kolme kohtaa: suorituskyky, insinööritaito ja estetiikka & käytettävyys. Nämä kohdat pätevät myös lääkitäilaitteiden suunnitteluun. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 5.)



Kuva 10. Hyvän suunnittelun kriteerit (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 5).

Lääkintälaitteiden ominaisuuksia valvotaan myös viranomaisten määrittelemien turvallisuusstandardein (Kylmälä, Pöyhönen 2010). En kuitenkaan tässä työssä syvenny näihin määräyksiin tarkemmin, sillä ne saattaisivat rajoittaa konseptointityössä tarpeellista luovaa ajattelua liikaa. Työn tavoitteena on konseptoida vapaasti, eikä niinkään suunnitella valmis tuotetta, joka täyttää kaikki standardit.



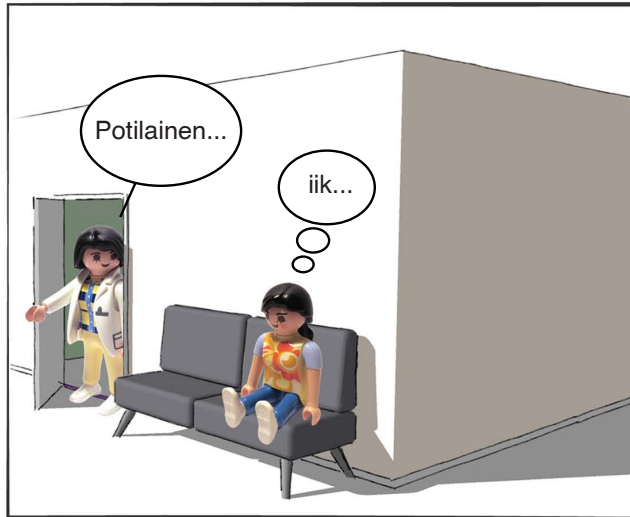
Kuva 11. Hyvä potilaskontakti (Kuva:Planmeca).

4.5. Hoitotilanteen analyysi

Hoitotilanteen analysointi on keskeinen osa tuentavarren konseptointityötä. Haastatteluiden ja havainnoinnin avulla pyrin selvittämään, mitä ominaisuuksia hammasröntgenkoneiden kanssa päivittäin työskentelevät henkilöt vaativat potilastuennalta. Pohdin myös, mitkä asiat vaikuttavat hoitajan ja potilaan käyttäjäkokemuksiin ja sitä, miten niitä voitaisiin parantaa. Pyrin avaamaan hoitotilannetta myös kuvallisin keinoin, storyboard -menetelmän avulla.

4.5.1. Hoitotilanteen storyboard

Storyboard on tapa esittää jokin tilanne tai tapahtuma kuvallisin keinoin. Mielestäni röntgenkuvaustilanne oli yksinkertaisinta ja selkeintä esittää storyboard -muodossa, jolloin hoitotilanteelle oleellimmat kohdat käyvät ilmi.



Röntgenhoitaja kutsuu potilaan sisälle. Potilasta jännittää hieman, koska häntä ei ole kuvattu aikaisemmin.



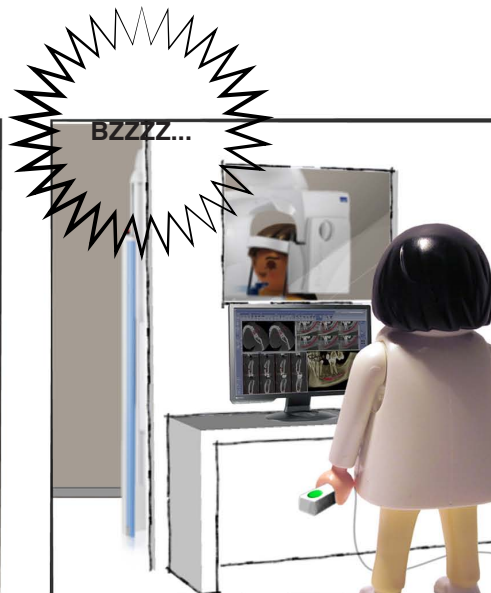
Potilas ja hoitaja tervehtivät.



Hoitaja näyttää potilaalle laitteen ja pyytää tätä riisumaan kuvaamista hankaloittavan omaisuuden, kuten silmälasit, lävistykset ja paksumman paidan. Potilaalle puetaan myös lyijyliivi säteilyn estämiseksi.



Hoitaja asettelee potilaan haluttuun kuvausasentoon (riippuen siitä mitä kuvataan), jonka jälkeen hän valitsee kuvausohjelman ja kuvausarvot potilaan mukaan. Hoitaja pyytää potilasta olemaan mahdollisimman paikoillaan.



Kun kaikki on valmista, hoitaja siirtyy lyijyseinän taakse suojautuakseen säteilyltä. Hän painaa nappia ja kuvaus alkaa. Kuvaus kestää noin 30 s.



Potilas jää odottamaan röntgenlääkärin diagnoosia. Kuvat toimitetaan lääkärille sähköisessä muodossa. Hoitaja pyyhkii vielä laitteen desinfiointiaineella ja valmistelee laitteen seuraavalle potilaalle.



Kuva 13. Hammaslääketieteen laitos.

4.5.2. Havainnointi ja haastattelu yliopistosairaalassa

Halusin taustatutkimuksessa kuulla mielipiteitä laitteen parissa päivittäin työskenteleviltä ihmisiltä ja kerätä siten heidän kokemuksiaan ProMax 3D -laitteesta ja sen potilastuenasta. Luonnollinen tapa tutkia tätä oli asiantuntijahaastattelu. Otin yhteyttä Helsingin yliopiston Hammaslääketieteen laitokselle ja sovin tapaamisen. Siellä kuvataan eniten potilaita Suomessa, mikä on noin 20 - 40 henkilöä kuukaudessa. Sairaalassa on käytössä Planmegan ProMax 3D -laite sekä Instrumentariumin OP300 kuvauslaite.

Tapasin kaksi radiologian erikoishammaslääkäreitä sekä röntgenhoitajan 7.11.2012. Olin valmistellut yksitoista haastattelukysymystä, joiden avulla halusin selvittää miten laitteen kanssa työskennellään todellisuudessa. Erityisesti minua kiinnosti, oliko haastateltavilla joitakin niksejä käytössä kuvaustilanteessa. Tämän tyyppiset käyttäjien itse kehittämät toimintatavat ovat yleensä hyvin mielenkiintoisia ja hyviä lähtökohtia suunnittelutyölle. Ensimmäinen haastateltava oli radiologian erikoishammaslääkäri, joka oli yleisesti ottaen

hyvin tyytyväinen Planmecan laitteeseen. Hänen mielestään parasta laitteessa oli avoin potilasasettelu, jota ei tulisi muuttaa. Avoimella asetelulla hän tarkoitti sitä, että potilas seisoo kylki kohti laitteen runkoa, jolloin katsekontakti potilaan ja hoitajan välillä säilyy lähes koko kuvaamisen ajan.

ProMax 3D -laitteen epäkohtina hän mainitsi näytön koon ja sen toiminnallisuuden. Hän vertasi näyttöä viereisessä huoneessa olevaan Instrumentariumin valmistamaan laitteeseen, jonka näyttö oli huomattavasti isompi ja parempi resoluutioltaan. Muita epäkohtia ilmeni kohdistusvalojen ohjauksessa. Valojen ohjaus oli hänen mielestään epälooginen ja samoja asioita saattoi säätää kahdesta kohtaa (sekä joystickista että potilaspöydän alla olevasta rullasta). Hän toivoi myös lisää nopeutta kohdistusvalojen säätöön. Tuentavarren ohjausnapeista hän ei käyttänyt kaikkia, ja joihinkin joystickin ympärillä oleviin nappeihin ei kuulemma kosketa koskaan. Hän kertoi idean, että kaikki kuvaamiseen liittyvä säätö tapahtuisi kosketusnäytöltä, jolloin muita nappeja ei tarvittaisi.

Valojen ohjausta ei päästy kokeilemaan, sillä Planmecan laite oli epäkunnossa ja siihen ei saatu virtaa päälle.

Keskustelun aikana paikalle saapui röntgenhoitaja. Hän työskentelee päivittäin ProMax -laitteen kanssa ja hänen ensisijainen työtehtävänsä on kuvata potilaita. Hoitaja oli samaa mieltä lääkärin kanssa potilasasettelun toimivuudesta ja laservalojen ohjauksen hitaudesta. Hänen mielestä näytön koon kasvattaminen ei kuitenkaan ollut tärkeää. Hän kertoi myös kuvaavansa lähes kaikki potilaat istuvassa asennossa paremman tuennan saavuttamiseksi.

Ongelmallisia asiakkaita olivat hänen mielestään lapset, jotka eivät tahtoneet millään pysyä paikoillaan kuvauksen ajan. Myös hartiakkaat ja lyhytkaulaiset henkilöt tuottivat vaikeuksia, koska pään ympärillä pyörivä C-varsi tahtoi osua potilaan hartioihin. Näissä tapauksissa hoitaja saattoi ohjeistaa potilasta tarttumaan ristiotteella kahvoihin tai jopa vetämään käsiä alaspäin. Jos sekään ei riittänyt hartialinjan laskemiseen, kuvattiin potilas Instrumentariumin laitteella, jossa on enemmän tilaa hartioille.

Kun tiedustelin hoitajalta, oliko hän huomannut potilaissa pelko- tai jännitystiloja, hän vastasi, että niitä tulee vastaan hyvin harvoin. Yleensä ne liittyivät siihen, että laite yhdistettiin magneettikuvauslaitteeseen ja siihen liittyvään pitkäkestoiseen kuvaukseen.

Kysyin haastateltavilta, miten potilaiden silmälasien, korvakorujen, lävistysten ja muun omaisuuden kanssa toimittiin kuvaustilanteessa. Hoitaja kertoi pyytävänsä asiakkaita riisumaan silmälasit ja muut kasvojen alueella olevat korut, minkä jälkeen ne kerätään yleensä tietokonepöydän nurkalle tai asetetaan kertakäyttöiseen sylkykuppiin. Hän ei kuitenkaan

pitänyt tarpeellisena suunnitella laitteeseen paikkaa, jossa potilaan omaisuutta voisi säilyttää kuvauksen ajan.

Keskustelun aikana hän nosti esille myös laitteen värityksen, johon hän oli tyytyväinen ja sanoi sitä rauhoittavaksi. Potilastuoliin hän toivoi korkeampaa selkänöjää, joka voisi parantaa tukevuutta.

Viimeiseksi haastattelin toista radiologian erikoishammaslääkärää. Hän oli myös tyytyväinen Promax 3D -laitteeseen ja kiitteli niin ikään avointa potilasasettelua. Hänen mielestään sillä oli suuri merkitys potilasviihtyvyyteen.

Hänen mielestään tuentavarren muotoa voisi hyvin yhtenäistää, jolloin potilaan olisi helpompi ymmärtää ensi vilkaisulla mihin hänet tulitisiin sijoittamaan. Varsisto voisi hänen mukaan olla suora, ilman nykyistä kaarevuutta ja siihen voisi integroida näytön, joka saataisi selkeyttä tuennan hahmottamista.

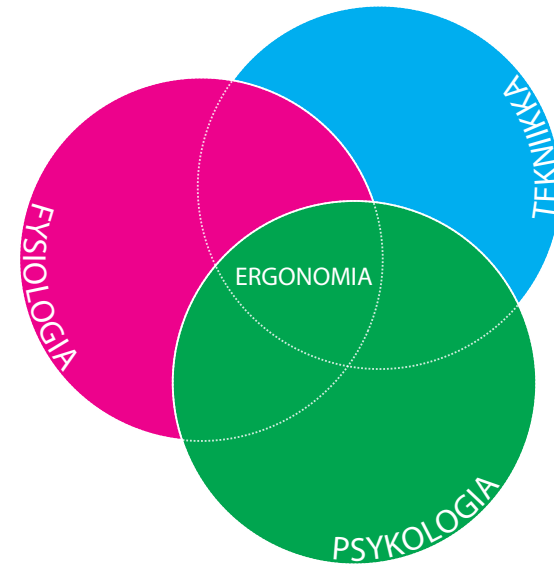
Hänen mukaan on yhä yleisempää, että potilas kuvataan istualtaan, jolloin potilaskahvojen merkitys ei ole kovin suuri. Kahvat voisivat hänen mukaan esimerkiksi taittua sisään tarvittaessa.

Lopuksi hän mainitsi, että yksityisen sektorin ja julkisen sektorin tarpeet voivat olla hieman erilaiset kuvausmäärien suuren eron vuoksi. Jossain hoitolassa saatetaan ottaa ainoastaan 3 kuvaa vuodessa.

4.5.3. Haastattelujen yhteenveto

Haastatteluista päätellen Planmecan ProMax 3D -laitteeseen ollaan yleisesti ottaen tyytyväisiä. Erityisesti sivuttainen potilasasettelu on laitteen kanssa työskentelevien mieleen. Sen ansiosta potilaskontakti säilyy lähes koko kuvauksen ajan ja se helpottaa potilaan paikalleen asettamista.

Laitteen ohjaimiin ja näyttöön toivotaan lisää loogisuutta ja helppokäyttöisyyttä. Näyttö voisi myös olla kookkaampi. Kohdistuslaservalojen tulisi liikkua nopeammin ja automaattiset kuvaustoiminnot olisivat toivottuja. ProMaxin merkittävimpänä epäkohtana mainitaan C-varren törmäily joidenkin potilaiden hartioihin. Tuentavarsi voisi olla yhtenäisempi kokonaisuus, mikä voisi edesauttaa tuennan hahmottamista.



Kuva 14. Ergonomian työkenttä (Launis, Lehtelä 2011, 19.).

4.6. Ergonomia

Ergonomia tutkii ihmisen fyysistä ja psyykkistä vuorovaikutusta eri toimintajärjestelmien välillä. Ergonomian avulla pyritään parantamaan ihmisen hyvinvointia ja turvallisuutta sekä optimoimaan järjestelmien toimivuus eri käyttäjien kanssa. (tl 2012.)

”Ergonomian avulla työ, työvälineet, työympäristö ja muu toimintajärjestelmä sopeutetaan vastaamaan ihmisen ominaisuuksia ja tarpeita. Ergonomian avulla parannetaan ihmisen turvallisuutta, työterveyttä ja hyvinvointia sekä järjestelmän häiriötöntä ja tehokasta toimintaa.” (Launis, Lehtelä 2011, 19.)

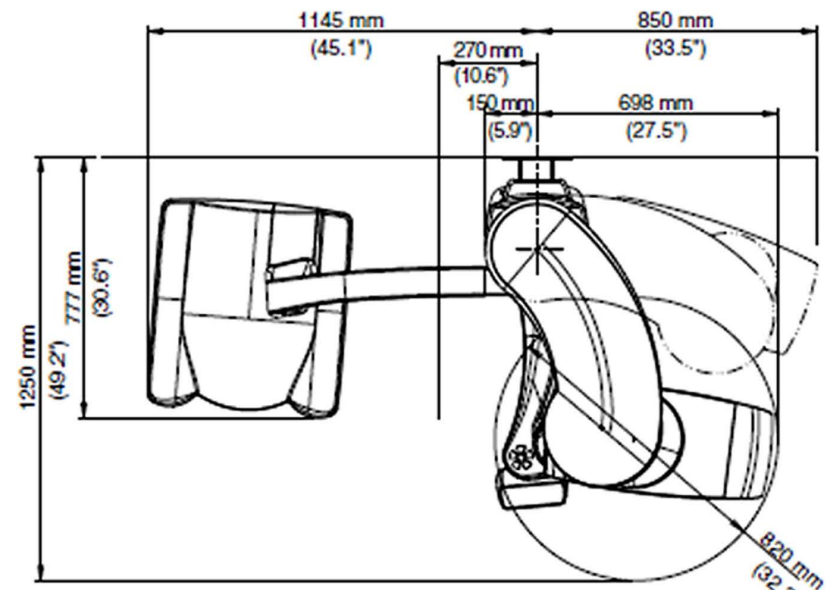
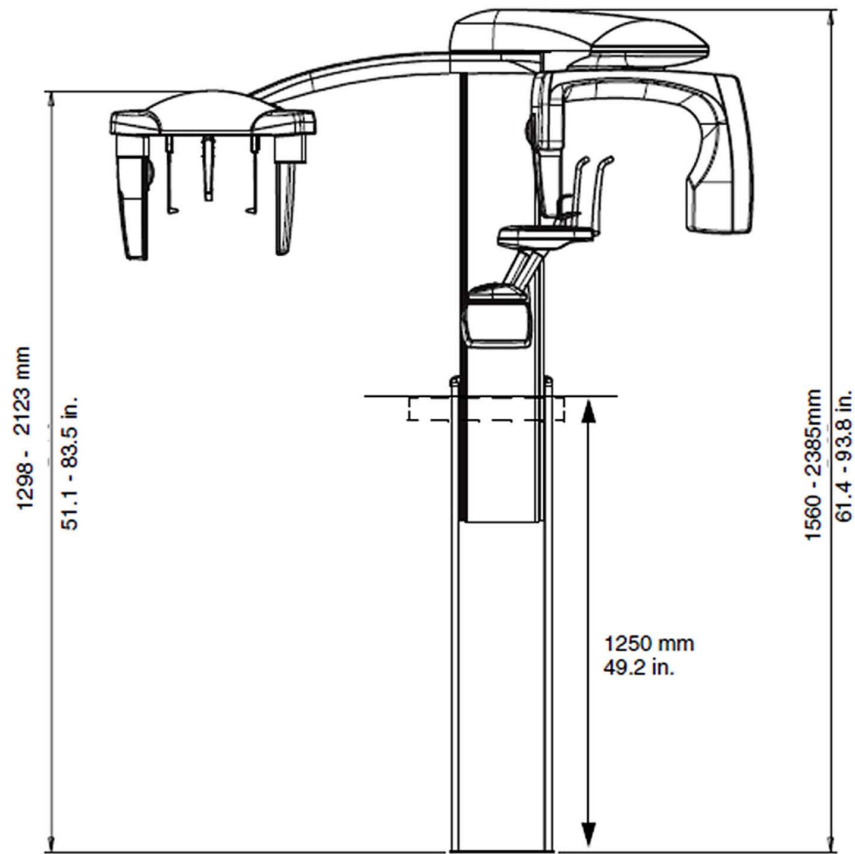
IEA (International Ergonomics Association) on määritellyt ergonomiaan liittyvät osa-alueet, jotka on esitetty tiivistetysti seuraavasti (Launis, Lehtelä 2011, 20.):

- **fyysinen ergonomia:** fyysinen työympäristön, työpisteiden, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelu
- **kognitiivinen ergonomia:** järjestelmien ja niiden käyttöliittymien (kuten näyttöjen ja ohjainten) ja tiedon esittämistapojen analyysi
- **organisatorinen ergonomia:** henkilöstön, työprosessien, työkokonaisuuksien ja työaikajärjestelyjen suunnittelu sekä tuotannon, toiminnan laadun ja yhteistyön kehittäminen.

Ergonomian soveltaminen eri suunnittelutehtävissä vaatii perehtymistä tekniikkaan, ihmisen fysiologiaan ja psykologiaan. Yhdessä nämä muodostavat ergonomian työkentän. (Kaavio, Launis, Lehtelä 2011, 19.)

Yksi ergonomian tavoitteista on suunnitella laitteista tai ympäristöistä kaikille käyttäjille sopivia (Launis, Lehtelä 2011, 21-22). Design for All (DfA) on käsite, josta nykyään puhutaan hyvin paljon ja se tarkoittaa suomennettuna esteetöntä suunnittelua kaikille. DfA-käsitteen myötä on myös kehitetty standardeja, jotta laitteet lähtökohtaisesti soveltuisivat mahdollisimman monelle käyttäjälle. (THL 2012.)

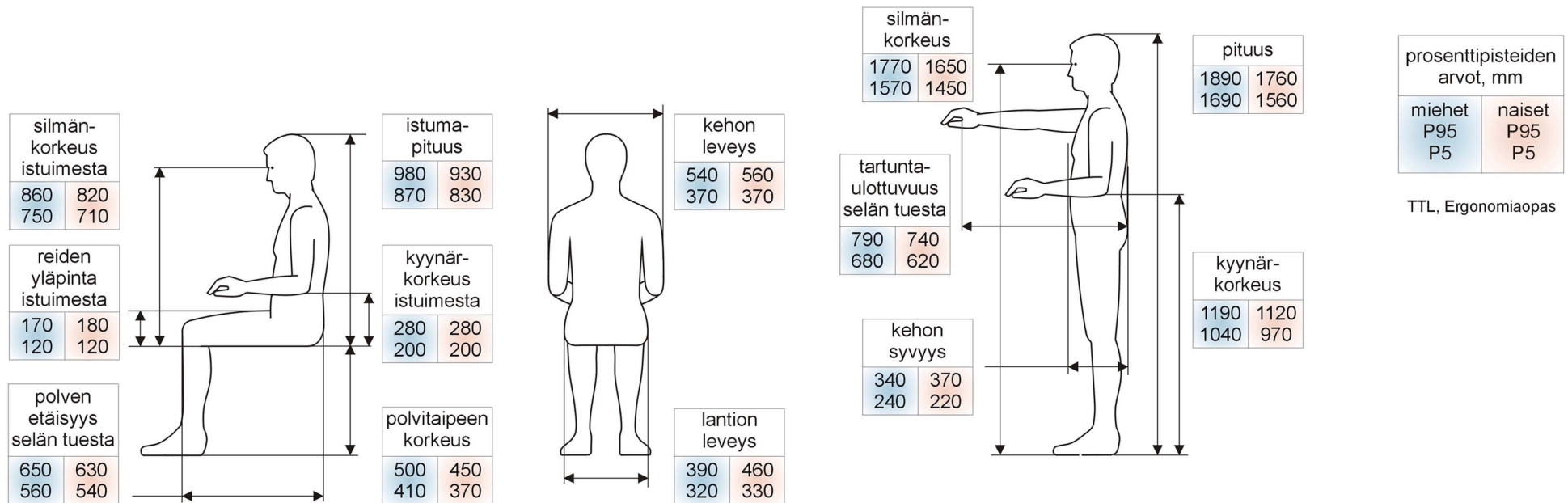
Lääkinnällisen laitteen suunnittelussa voisi käyttäjälähtöisyyttä ja esteettömyyttä pitää jonkinasteisena itsestäänselvytenä, mutta parantamisen varaa löytyy kuitenkin aina. Medikaalilaitteen suunnittelussa voisi kiinnittää käytettävyyden lisäksi nykyistä enemmän huomiota potilaan psykologiseen ergonomiaan. Toimenpidehuoneiden ja hoitolaitteiden herättämät tunnetilat ovat merkittävä osa hoitotilanneviihtyvyyttä. Ääritapauksessa ahdistava hoitotilanne saattaa aiheuttaa pelko- tai paniikkitiloja.



Kuva 15. ProMax 3D -tuoteperheen laitteiden mitat (Kuva:Planmeca).

4.6.1. Kuvantamislaitteen mitat

Planmeca ProMax 3D -tuoteperheen laitteet kuuluvat pienikokoisimpiin markkinoilla oleviin CBCT-laitteisiin. Sirouden ansiosta laite voidaan sijoittaa hyvinkin pieneen tilaan ilman, että tilan rakenteita tarvitsee muuttaa juurikaan. Laite pultataan yleensä seinään heilumisen estämiseksi, mutta pientä liikettä syntyy kuitenkin aina. Laitteiston pieni koko ja solakkuus ovat mielestäni yksi Planmeca kilpailukeinoista, eikä siihen tulisi kajota liikaa.



Kuva 16. Suomalaisiin tutkimuksiin pohjautuvat ihmisen mitat (Kuva: ttl).

4.6.2. Ihmisen mitat

Ihmisen mitat vaihtelevat suuresti ja toimivat lähtökohtana lähes kaikkien fyysisten esineiden suunnittelussa. Ihmisten kokoon vaikuttavat muun muassa ikä, sukupuoli, kansallisuus ja ruumiinrakenne. Myös erityistarpeet, kuten pyörätuolit tulee huomioida suunnittelussa. Huono mitoitus johtaa usein käytön vaikeutumiseen, epämukavuuteen ja huonoihin asentoihin, jotka taas saattavat aiheuttaa rasisussairauksia tai tapaturmia. (Launis, Lehtelä 2011, 47.)

Suunnittelun perustana toimivat usein tilastot ihmisten mitoista. Puhutaan pienistä (P5) ja suurista (P95) ihmisistä. Nämä mitat perustuvat antropometrisiin tilastoihin ja niiden ul-

kopuolelle jätetään tietoisesti 5 % molemmista ääripäistä, jolloin mitoituksen pitäisi sopia 90 % ihmisistä. (Launis, Lehtelä 2011, 52.)

Suomessa lyhyt nainen (P5) on 156 cm pitkä ja pitkä mies (P95) on 189 cm pitkä. Näitä mittoja käyttämällä voidaan käytännössä suunnitella yhdeksääkymmentä prosenttia suomalaisista palvelevia laitteita. (ttl 2012.)

4.6.3. Tuentavarren fyysinen ergonomia

Lääkintälaitetta suunniteltaessa oikeanlainen mitoittaminen on erityisen tärkeää, koska laitteilla pitää yleensä pystyä hoitamaan kaikenikäisiä ja -kokoisia ihmisiä. Lisäksi hammasröntgenlaitteen ergonomian tulee palvella sekä hoidettavaa asiakasta että hoitohenkilökuntaa.

Lääkintälaitte tulisi suunnitella niin, että se mukautuu potilaan mukaan eikä niin, että potilas joutuu mukautumaan laitteen mukaan (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 478).

Hammasröntgenlaitteen potilastuentavarren suunnittelussa tulisi huomioida erityisesti seuraavat potilaalle oleelliset ergonomiaa koskevat kohdat:

- Siirtymisen röntgenlaitteeseen ja kuvausasentoon asettumisen tulisi olla mahdollisimman yksinkertaista ja mutkatonta.
- Potilaan olisi hyvä heti hahmottaa miten hänen tulisi asettua laitteeseen.
- Potilaan tulisi helposti saavuttaa tukeva, mutta rento asento, jossa hartiat olisivat mahdollisimman rentoina. (Mikäli hartiat ovat jännittyneet C-varsi saattaa osua niihin)
- Kädensijojen tulee olla oikealla korkeudella ja niihin pitää olla helppo tarttua. (Tämä edesauttaa hartioiden rentona pitämistä)
- Kädensijojen pitää erottua muista pinnoista ja ohjata potilasta tarttumaan niihin.
- Potilaan ei saa olla mahdollista törmätä teräviin koneen osiin tai ohjauslaitteistoon.
- Tuennan tulee soveltua myös liikuntarajoitteisille ja pyörätuolipotilaille.
- Tuennan tulee soveltua sekä seisovan että istuvan potilaan kuvaamiseen.

Hoitohenkilökunnan kannalta oleelliset tuentavarren ergonomiaa koskevat kohdat:

- Potilaan asettamisen kuvausasentoon tulee olla helppoa ja nopeaa.
- Laitteen ohjaimien tulee olla helppokäyttöiset ja mahdollisimman intuitiiviset käyttää.
- Kohdistusvalojen tulee olla helposti ohjattavia ja niiden tulee liikkua tarpeeksi nopeasti.
- Käyttöliittymän ja ohjainten tulee sijaita sopivalla korkeudella, joka ei aiheuta rasitusta selälle, niskalle tai käsiin.
- Mahdollisten tuentavälineiden vaihtamisen tulee onnistua nopeasti ja ilman voiman käyttöä.
- Potilasta tulee pystyä tarkastelemaan monesta suunnasta.

4.6.4. Käyttöliittymän sijainti

Käyttöliittymä tulisi ihanteellisesti sijoittaa niin, että sen yläreuna olisi noin 10 astetta alempana kuin käyttäjän normaali horisontaali katselukulma (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011,504). Nykyisen ProMax 3D -laitteen tapauksessa näyttö liikkuu tuentavarren mukana ja sen korkeus vaihtelee jatkuvasti riippuen kuvausasennosta ja potilaan koosta.

Käyttöliittymä voidaan tietysti myös sijoittaa laitteessa kohtaan, joka pysyy paikallaan, jolloin ideaalinen katselukulma on helpompi säilyttää. Tällöin laitteen käytettävyyden kuitenkin saattaa kärsiä. Käyttöliittymän sijaintia mietittäessä olisi hyvä huomioida myös se, että kontakti potilaaseen säilyisi mahdollisimman hyvänä.

4.6.5. Lääkintälaitteen estetiikka

Kaikki lääkintälaitteet ovat suunniteltu suorittamaan jotakin tiettyä hoitotoimenpidettä ja niiden ulkomuodon tulisi periaatteessa olla täysin käytön ja tekniikan sanelemia. Laitteiden ulkonäöllä on kuitenkin tunteisiin vetoava vaikutus, joka taas vaikuttaa muun muassa siihen, miten pelottavina laitteita pidetään. Tästä syystä käyttäjät kiinnittävät paljon huomiota laitteiden muotoiluun. (Gardner-Bonneau, Weinger, Wiklund 2011, 530 - 531.)

Röntgenlaitteen tuentavarren suunnittelussa on mahdollisuus vaikuttaa laitteesta saatavaan mielikuvaan materiaalivalintojen ja värien avulla. Muotokielen tulisi olla rauhallinen ja yhtenäinen, jotta potilaan ja hoitajan olisi helppo hahmottaa varsisto.

Materiaaleilta vaaditaan korkeaa laatua, jotta ne kestävät säännöllistä puhdistamista ja pitkää käyttöä. Materiaalien pitää myös tuntua hyvältä niihin tartuttaessa. Pehmeät materiaalit mielletään usein mukavammiksi kuin kovat. Myös pintakäsittelyllä voi vaikuttaa paljon materiaalituntuun.

Väreillä on myös vaikutusta siihen, miten ihmiset kokevat asioita. Värien on väitetty vaikuttavan elintoimintoihin, mutta tutkimustulokset ovat kuitenkin hyvin ristiriitaisia, eikä mitään ole voitu todistaa varmuudella. Väitetään kuitenkin, että esimerkiksi punainen väri kohottaa pulssia, kun taas sininen ja vihreä väri hidastavat ruumiin toimintoja. (Arnkil 2007, 244 -247.) Joidenkin tutkimusten mukaan värien kylläisyydellä ja kirkkaudella on paljon suurempi vaikutus ihmisten emootioihin kuin itse värin sävyllä. Käytännössä kyläiset ja kirkkaat värit koetaan miellyttävämpinä kuin haljut, riippumatta värisävyistä. (Arnkil 2007, 250 -251.)



Kuva 17. Hoitokokemus (Kuva: Planmeca).

4.6.6. Hoitokokemus

Potilaan hoitokokemus rakentuu monista pienistä paloista, jotka sekoittuvat kunkin potilaan omien ennakkokäsitysten, mieltymysten, pelkojen ja muistojen kanssa, muodostaen näin subjektiivisen kokemuksen.

Hoitokokemusta on tutkittu antropologian keinoin. On pyritty selvittämään, miten potilaat reagoivat erilaisiin hoitotilanteisiin. Suurin ongelma on kuitenkin se, että kokemukset eivät yleensä noudata systemaattista kaavaa ja ne ovat kaikille henkilökohtaisia kokonaisuksia. (Bate, Robert 2007, 34 - 41.)

Virallisen tutkimusdatan puutteesta huolimatta on kuitenkin olemassa asioita, jotka suurella varmuudella vaikuttavat positiivisesti potilaan viihtyvyyteen. Näitä asioita ovat muun muassa se, että potilaalla on koko ajan käsitys siitä mitä hänelle hoidon aikana tehdään. Hammasröntgenlaitteessa tämä tarkoittaa konkreettisesti sitä, että mahdollistetaan potilaan ja hoitajan välisen katsekontaktin säilyminen mahdollisimman hyvänä.

4.7. Kilpailijoiden analysointi

Tässä osiossa kartoitetaan kilpailevien laitevalmistajien potilastuentoja sekä pyritään arvioimaan niitä. Arvioinnin apuna käytetään pisteyttämistä. Vertailuun on valittu kymmenen Planmegan ProMax 3D -laitteen kaltaista markkinoilta löytyvää hammasröntgenlaitetta. Arvioinnissa on keskitytty ainoastaan potilastuentaominaisuuksien sekä muotoilullisten ominaisuuksien arviointiin. Pisteytys perustuu internetistä löydettyihin laitearvioiteihin, yleisiin ergonomiaperiaatteisiin sekä henkilökohtaisiin mielipiteisiin. Arviointiasieikko on: **heikko, kohtalainen, hyvä**.

Mukaan valikoitui kahdeksan eri laitevalmistajan laitteita: Vatech, Sirona, Instrumentarium, Morita, Carestream, Myray, Acteon sekä Planmeca. Nopean katsauksen perusteella potilastuenta on kaikissa laitteissa hyvin samankaltainen, poislukien Vatechin Zenith 3D,

jossa on kiinteä potilastuoli. Suurimmat erot liittyvät potilaan rintamasuunnan vaihteluun laitteeseen nähden. Vaihtoehtoja on käytännössä kolme: potilaan kasvat kohti pilaria, kylki kohti pilaria tai selkä kohti pilaria. Kahdessa jälkimmäisessä vaihtoehdossa kontakti potilaaseen on huomattavasti parempi. Tilanne, jossa potilas joutuu tuijottamaan laitteen runkoa, tuntuu paljon huonommalta vaihtoehdolta.

Eniten pisteitä arvioinnissa keräsi Acteonin valmistama Whitefox sekä Planmegan ProMax 3D. Nämä molemmat erottuvat edukseen muun muassa yhtenäisen muotokielen ansiosta. Molemmissa laitteissa potilaskontakti oli hyvä. Parannettavaa laitteissa oli muun muassa värien käytössä. Rohkeampi värien käyttö saattaisi johtaa parempaan erottuvuuteen melko homogeenisessä kilpailussa.

	<i>Vatech Zenith 3D</i>	<i>Vatech Pax-Duo 3D</i>	<i>Sirona XG</i>	<i>Sirona Galileos</i>	<i>Instrumentarium Op 300</i>	<i>Morita Veraviewpocs</i>	<i>Carestream 9000</i>	<i>Myray Hyherion x7</i>	<i>Acteon WhiteFox</i>	<i>Planmeca ProMax 3D</i>
Potilasasettelu	istuva, kiinteä tuoli	istuva/seisova, kasvat kohti pilaria	istuva/seisova, kasvat kohti pilaria	istuva/seisova, selkä kohti pilaria	istuva/seisova, kasvat kohti pilaria	istuva/seisova, kasvat kohti pilaria	istuva/seisova, sivuttain pilaria kohden	istuva/seisova, sivuttain pilaria kohden	istuva/seisova, sivuttain pilaria kohden	istuva/seisova, sivuttain pilaria kohden
Värien käyttö	●●	●●●●	●●	●●	●	●●●●	●	●●	●	●●
Kädensijat	●●	●●	●●	●	●●	●	●	●●	●●	●●
Käyttöliittymä ja sen sijainti	●	●	●	●●●	●	●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Kontakti potilaaseen	●●	●	●●	●●●	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●
Erottavuus muista laitteista	●●●	●●●	●●	●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●
Yleisilme / muotokieli	●●	●●	●●	●	●	●●	●●	●	●●●	●●●
Pisteet	12	12	11	12	7	11	13	14	15	15

Heikko ●

Kohtalainen ●●

Hyvä ●●●

Kuva 18. Kilpailevien laitteiden pisteytystaulukko.

4.8. Tutkimuksen yhteenveto

Tutkimusosiossa keskityttiin pääasiassa tarkastelemaan hammasröntgenhoitotilannetta sekä kartoittamaan, mitä röntgenlaitteen potilastuennalta vaaditaan ergonomian ja käytävyyden näkökulmasta. Asiantuntijahaastatteluiden avulla kerättiin tärkeää tietoa laitteiden parissa työskenteleviltä henkilöiltä.

Konseptointi: Konseptointityö on monella tapaa arvokasta yritykselle. Hyvin toteutettuna eri alojen osaamista hyödyntävä konseptointiprojekti luo yhteishenkeä yrityksen sisällä ja poikii uusia tuoteideoita sekä antaa suuntaa tulevaisuudelle.

Potilaan pään tuentatavat: Kuvattavan potilaan tukemiseksi on olemassa suuri määrä erilaisia tuentavälineitä eri kuvaustarpeita varten. Laittevalmistajakohtaisia eroja on olemassa, mutta käytännössä potilaan pää tuetaan lähes aina leuasta, ohimoilta tai otsasta.

Aalto yliopiston PDP-projekti: Projektissa keskityttiin selvittämään miten potilaan pään liike saataisiin minimoitua ProMax 3D -laitteessa. Opiskelijat päätyivät ratkaisuun, jossa pää tuettiin kuppimaisella tuennalla takaraivon puolelta.

Lääkintälaitteen suunnitteluperiaatteet: Lääkintälaitetta suunniteltaessa tulisi pitää ensisijaisesti mielessä käyttäjien turvallisuus. Hoitohenkilökunnan ja potilaan ei pitäisi toiminnallaan pystyä aiheuttamaan vaaratilannetta. Hyvin suunnitellun lääkinnällisen laitteen tulisi täyttää kolme hyvän suunnittelun pääkohtaa: **1.** laitteen pitää suoriutua sille määrätystä tehtävästä esimerkiksi **2.** Laitteen tulee olla näyte insinööritaidosta ja erittäin luotettava **3.** Laitteen tulee tuntua ja näyttää esteettisesti miellyttävältä.

Asiantuntijahaastattelut: Haastatteluissa kävi ilmi, että ProMax 3D -laitteeseen ollaan keskimäärin hyvin tyytyväisiä. Potilasasettelua keuhuttiin hyvän potilaskontaktin takia. Laitteen ohjaimissa oli kuitenkin kehitettävää ja niiden käyttöön toivottiin lisää intuitiivisuutta. Myös käyttöliittymän/näytön kokoa haluttiin hieman kasvattaa. Suurimpana epäkohtana mainittiin, että kookkaampia ja hartiakkaampia potilaita ei aina mahduttu kuvaamaan laitteella, koska C-varsi törmäsi potilaaseen pyöriessään.

Ergonomia: Ergonomian avulla pyritään parantamaan ihmisen fyysistä ja psyykkistä vuorovaikutusta eri toimintajärjestelmien välillä. Lääkintälaitteen suunnittelussa ergonomia, käyttäjälähtöisyys sekä esteettömyys ovat peruslähtökohtia hyvälle suunnittelulle. Medikaalilaitteen suunnittelussa voisi kuitenkin kiinnittää enemmän huomiota myös psykologiseen ergonomiaan, johon liittyy muun muassa toimenpidehuoneiden viihtyvyys ja hoitolaiteiden herättämät tuntemukset. Näillä asioilla voi olla merkittävä vaikutus potilaan hoitokokemukseen.

Lääkintälaitteen estetiikka: Lääkintälaitteet suunnitellaan yleensä suorittamaan jotakin tiettyä hoitotoimenpidettä, mikä johtaa siihen, että suunnittelu on hyvin tekniikkavetoista. Laitteen estetiikalla on kuitenkin suuri vaikutus siihen, millaisia tuntemuksia hoitokone herättää potilaissa. Tästä syystä hoitolaiteiden muotoilun, materiaalien ja värien tulisi olla esteettisesti miellyttäviä.

Värien vaikutus ihmisiin: Värien vaikutusta ihmisten elintoimintoihin ja psyykkeeseen on tutkittu. Tutkimustulokset ovat kuitenkin hyvin ristiriitaisia, eikä niistä ole voitu vetää varmoja johtopäätöksiä. On kuitenkin huomattu, että värin kirkkaudella ja kylläisyydellä on suurempi vaikutus ihmisiin kuin itse sävyllä. Käytännössä kirkkaat ja kylläiset värit herättävät keskimäärin parempia tuntemuksia kuin haaleat sävyt, riippumatta sävystä.

Hoitotilanneviihtyvyys: Hoitokokemusta on pyritty tutkimaan antropologian keinoin. Ongelmana on kuitenkin se, että hoitokokemus rakentuu jokaisen potilaan omista ennakkokäsityksistä, mieltymyksistä ja peloista. Näin ollen kokemuksia on vaikea verrata keskenään. On kuitenkin olemassa tekijöitä, jotka suurella varmuudella vaikuttavat positiivisesti hoitokokemukseen. Näitä ovat muun muassa hoitohenkilökunnan ja potilaan välisen kontaktin säilyminen ja turvallisuuden tunnetta vahvistava muotokieli.

4.9. Design Drivers

// Pyritään luomaan konsepteja, jotka mukailevat Planmecan muotokieltä.

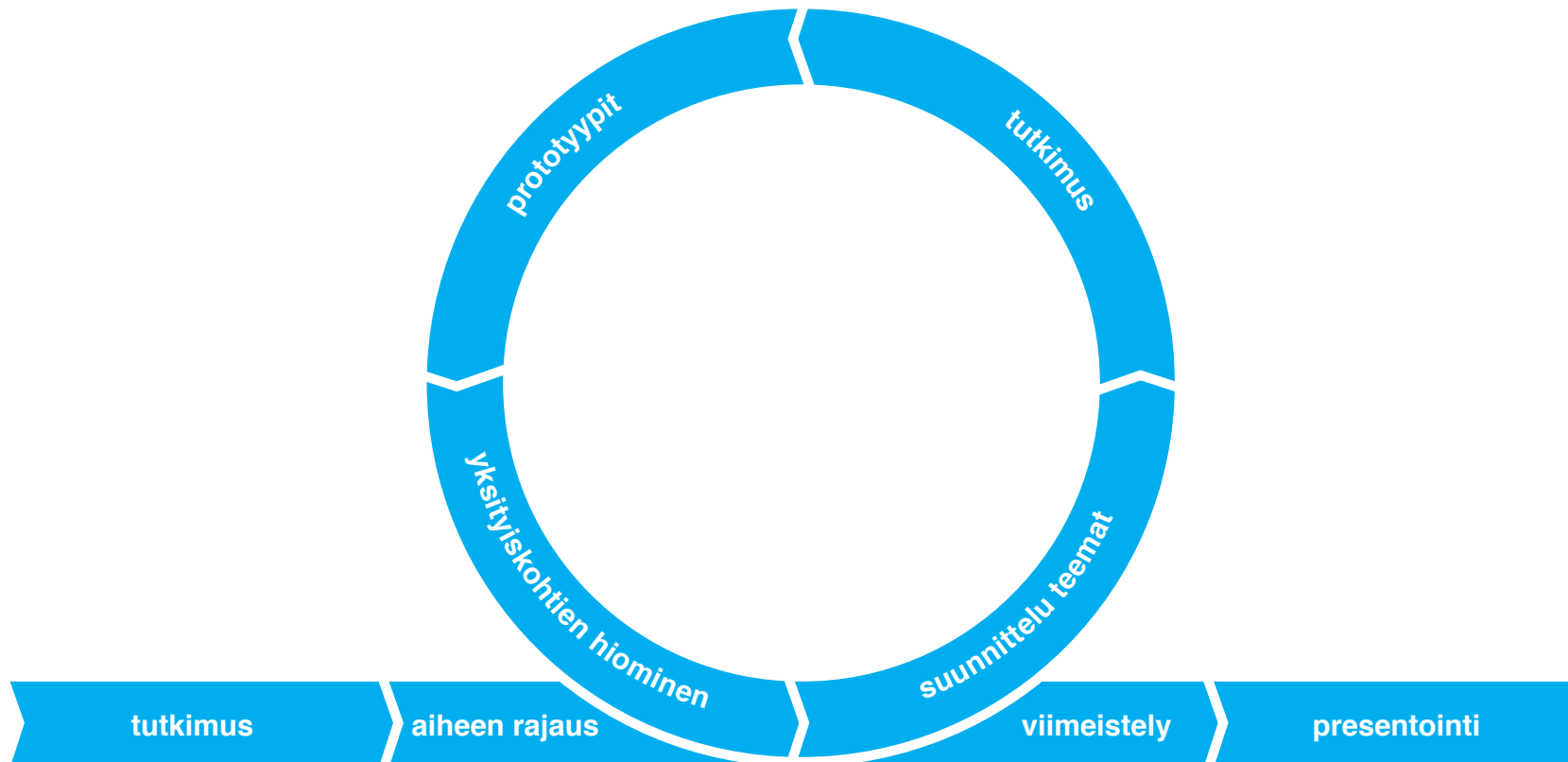
// Muotokieli pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisena.

// Tuentavarren tulisi olla mahdollisimman yhtenäinen kokonaisuus.

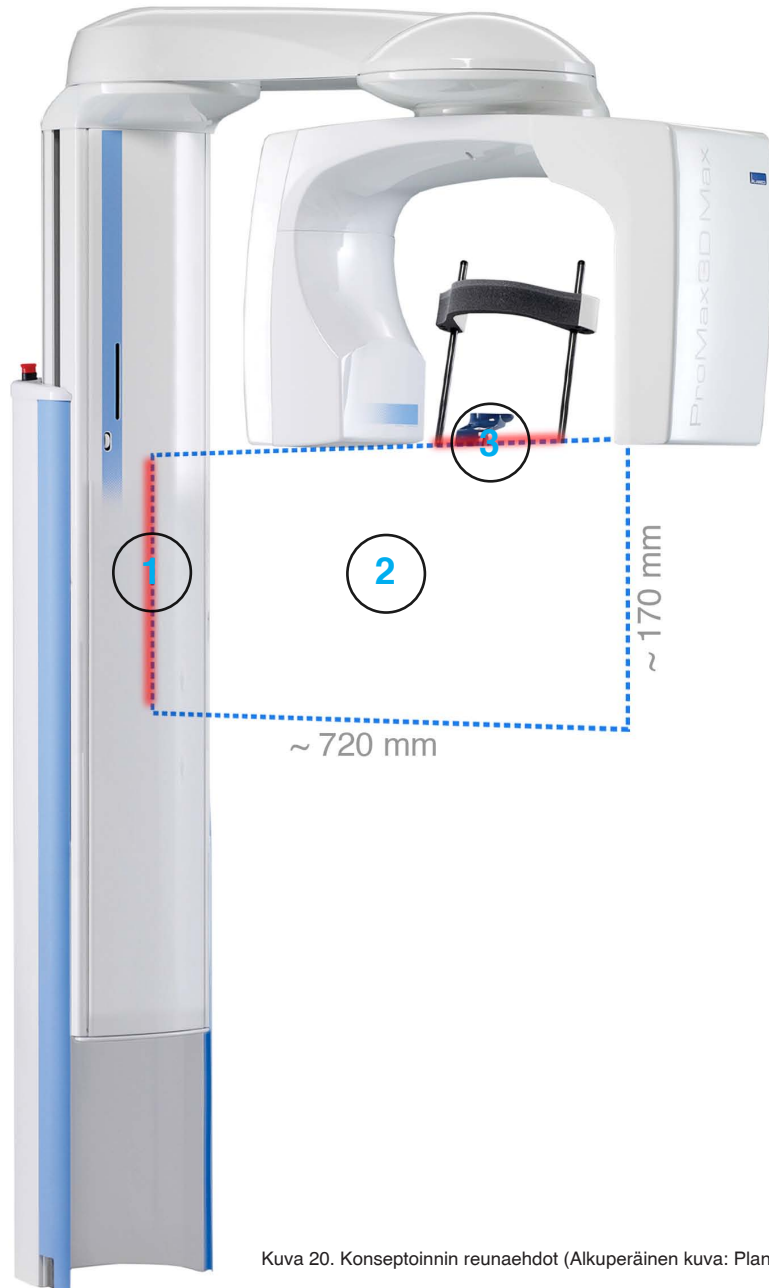
// Värien ja materiaalien käytöllä yhtenäistetään hoitokoneiden ja röntgenlaitteiden ilmettä.

5. Muotoiluprosessi

Tässä osiossa pyritään luomaan tuotekonsepteja, joissa huomioidaan tutkimuksessa esille tulleet asiat. Muotoiluprosessi on moniulotteinen työvaihe, joka koostuu muotoilijan työlle ominaisista työtavoista. Muotoiluprosessiin kuuluu muun muassa luonnostelu, hahmomallien rakentaminen, inspiraation ja ideoiden etsiminen sekä 3D-mallintaminen. Tavoitteena muotoiluprosessille on löytää uusia ratkaisuja kuvattavan potilaan tukemiseksi ja parantaa tuentavarren estetiikkaa. Työn haastavuutta lisää se, että uuden tuentavarsikonseptiin tulee sopia yhteen laitteen nykyisen muotokielen kanssa saumattomasti.



Kuva 19. Muotoiluprosessi (Core77 2012).



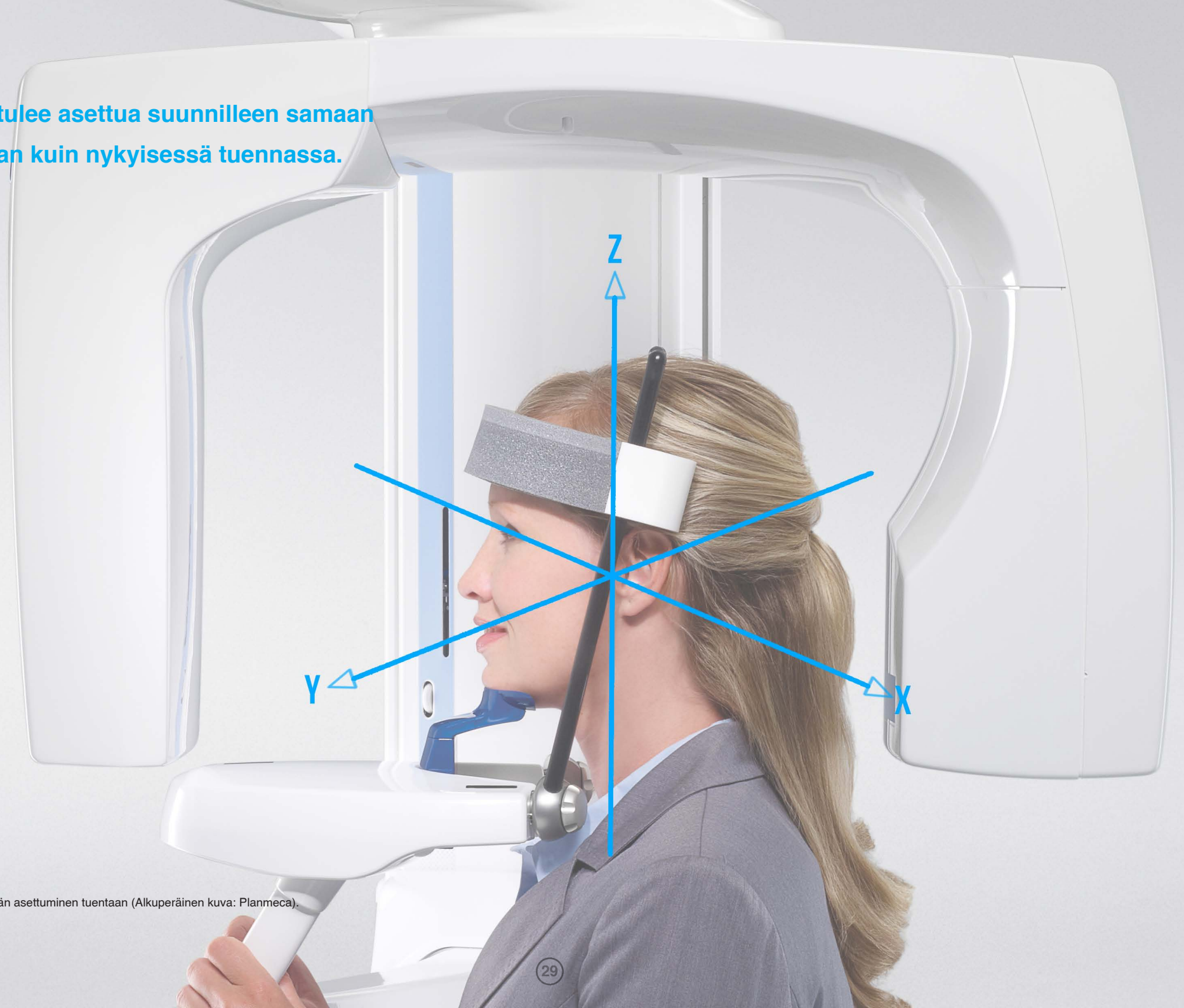
Kuva 20. Konseptoinnin reunaehdot (Alkuperäinen kuva: Planmeca).

5.1. Konseptoinnin reunaehdot

Potilastuentavarren konseptointia rajoittaa laitteen kriittiset kohdat, joiden tulisi sopia yhteen olemassa olevan laitteen kanssa (kuvassa kohdat 1, 3). Konseptoinnin ohjaamiseksi sovittiin kolmesta reunaehdosta, jotka sanelevat mihin suuntaan ideointi etenee.

1. Potilastuennan tulisi kiinnittyä samaan rajapintaan, johon nykyinen tuentavarsi kiinnittyy.
2. Potilaan tulisi asettua kylki kohti pilaria, nykyisen tuennan tavoin. (Tätä reunaehto haastetaan kuitenkin hieman joissakin konsepteissa).
3. Potilaan pääntuentavälineiden kiinnitysrajapinnat tulisi säilyttää mahdollisimman muuttumattomina.

Pään tulee asettua suunnilleen samaan kohtaan kuin nykyisessä tuennassa.



Kuva 21. Pään asettuminen tuentaan (Alkuperäinen kuva: Planmeca).



5.2. Inspiraatiota muotoilutyöhön

Inspiraatiota muotoilutyöhön on tässä projektissa etsitty monesta paikasta. Kilpailevien röntgenlaitteiden ja muiden lääkintälaitteiden tutkimisen lisäksi uusia ideoita on haettu muun muassa työtuoleista ja muista täysin aiheen ulkopuolelle jäävistä esineistä. Inspiraatiota on etsitty internetistä, kirjoista ja lehdistä. Esille nousseita ajatuksia on pyöritelty luonnostelemalla ja hahmomalleja rakentamalla.

Kuva 22. Inspiroivia kirjoja.

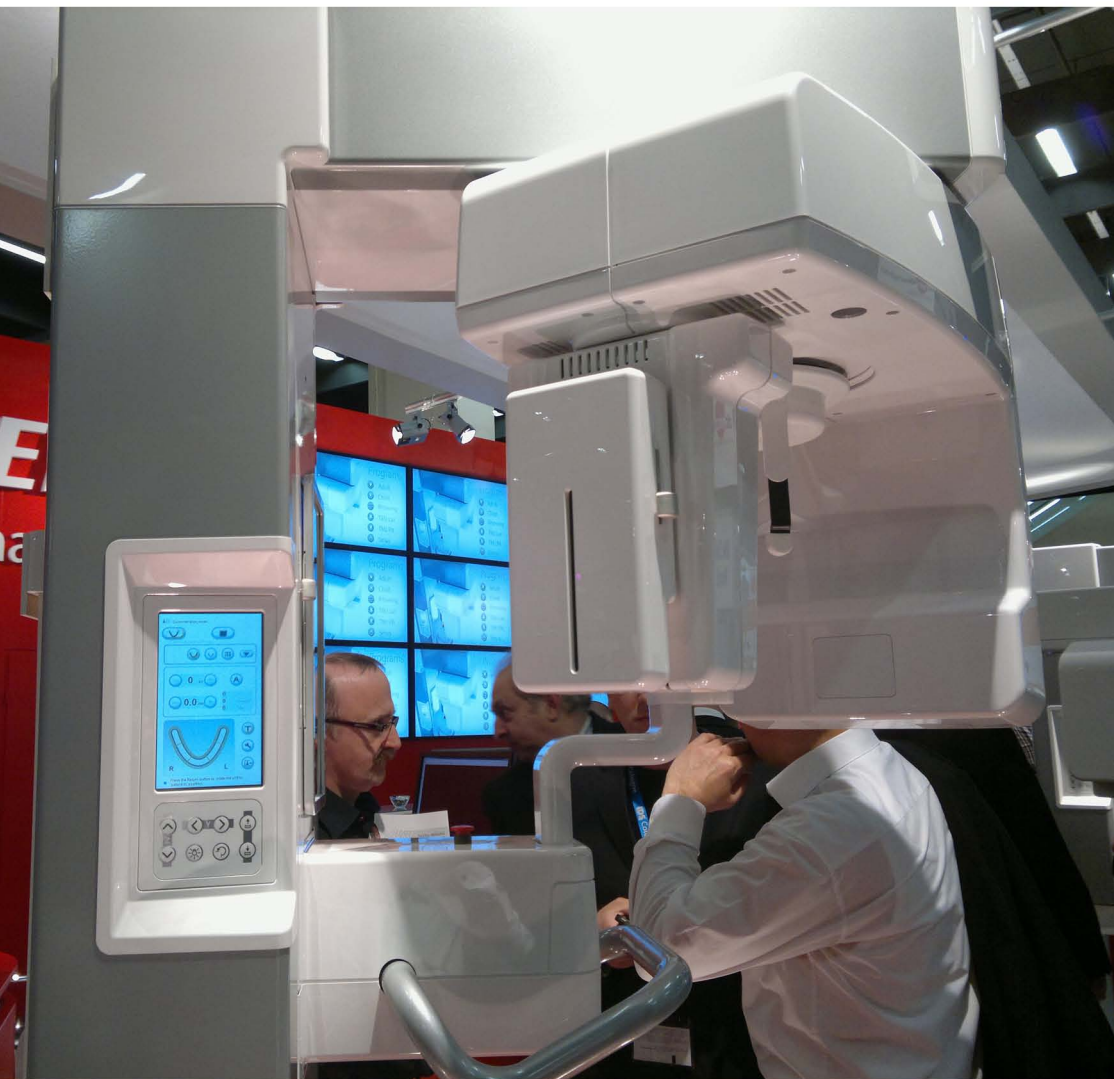
5.2.1. Muiden laitevalmistajien potilastuentoja



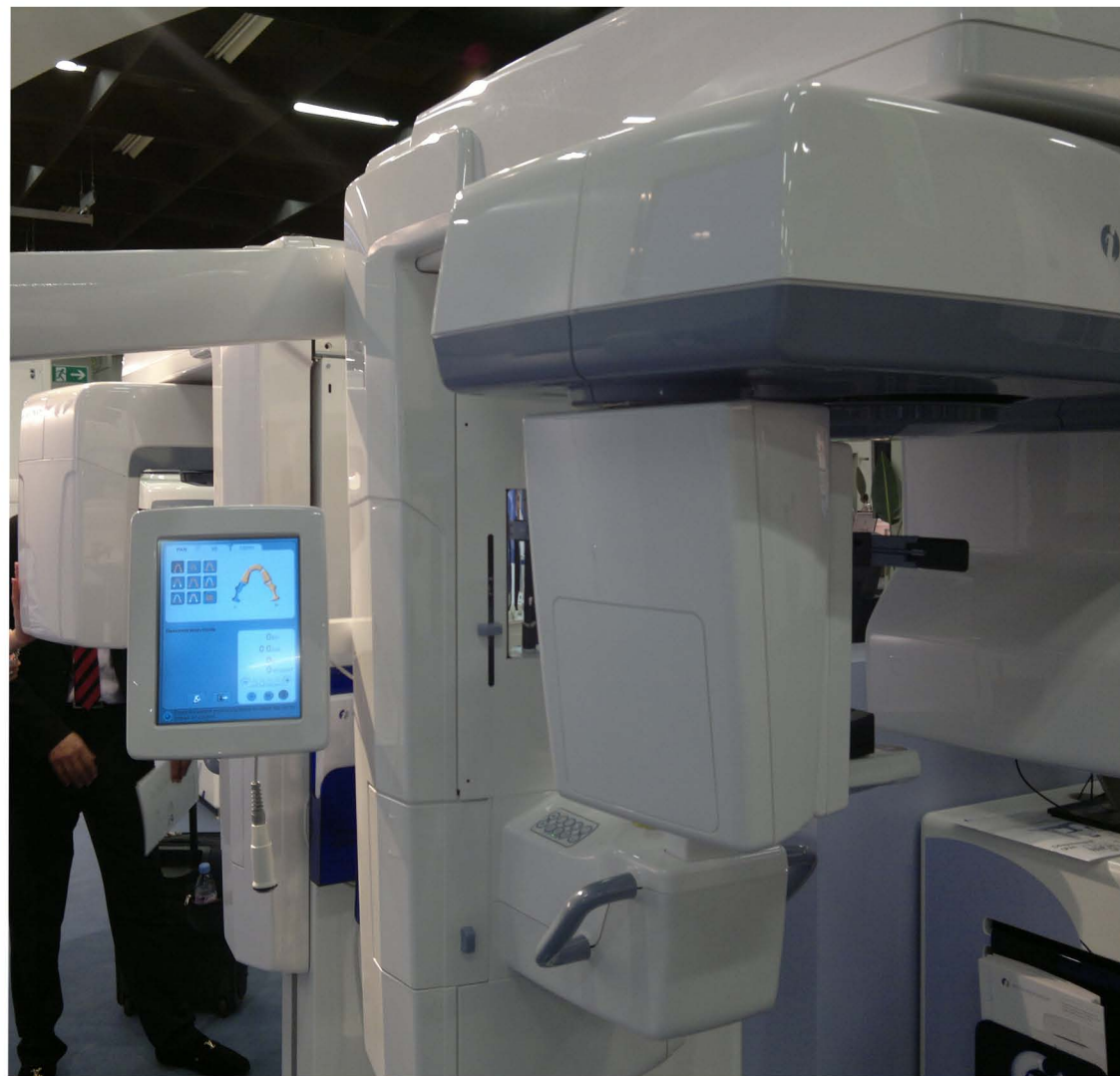
Kuva 23. Rayscan Symphony laitteessa potilas istuu kiinteässä selkänojallisessa tuolissa. Korkeussäätö tapahtuu tuolia nostamalla ja laskemalla. (Kuva: Planmeca).



Kuva 24. Vatech Pax-Uni 3D-laitteessa merkille pantavaa on näytön iso koko sekä potilaan silmälasille, koruille ja muulle omaisuudelle varattu hylly. (Kuva: Planmeca).



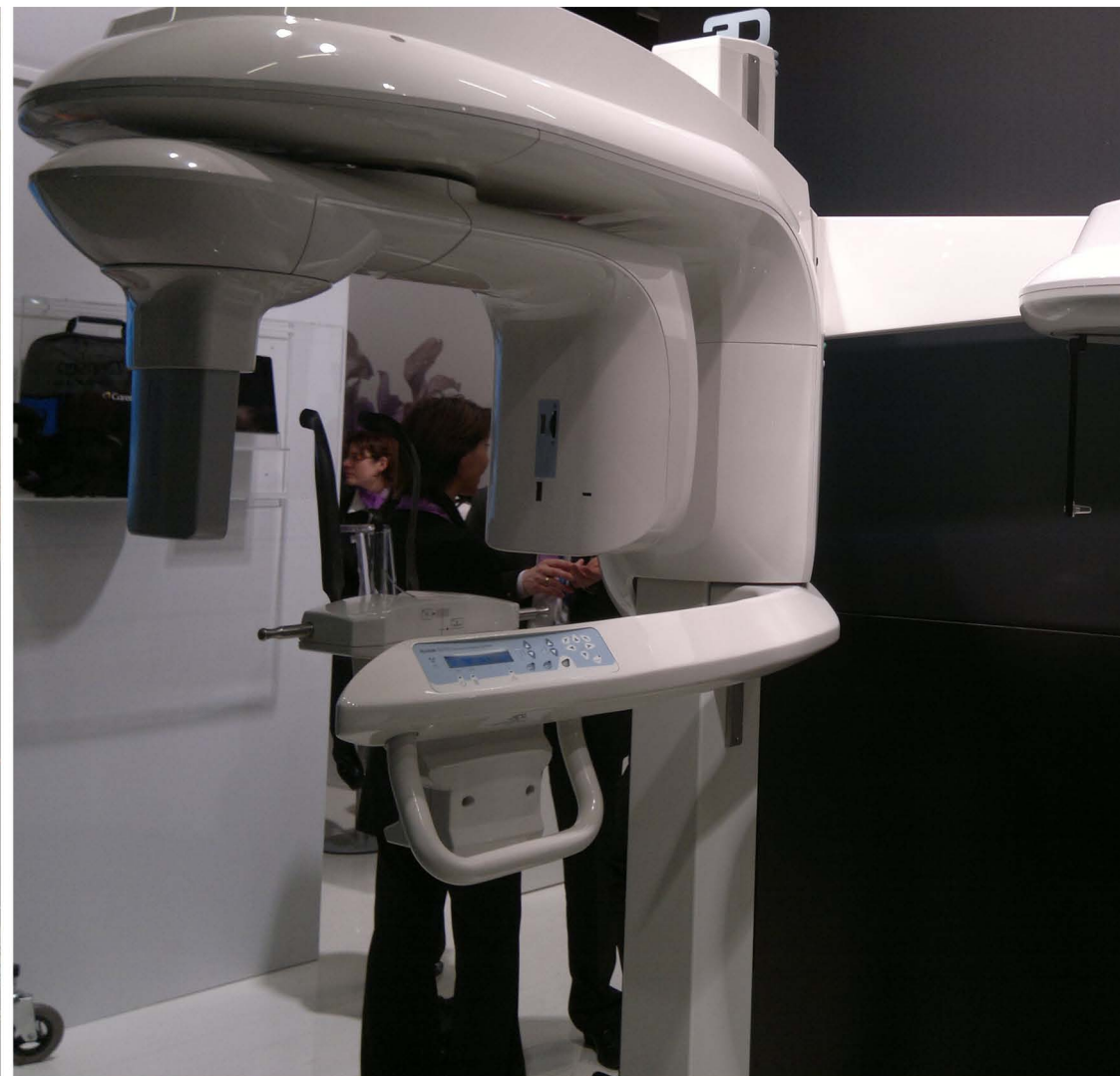
Kuva 25. Soredex Cranex 3D-laite on muotokieleltään hyvin järeä ja rujo. Merkille pantavaa on myös käyttöliittymän sijoittaminen pilariin. (Kuva: Planmeca).



Kuva 26. Instrumentarium Op 300 -laite muistuttaa muotoilultaan hyvin paljon Soredexin Cranex 3D-laitetta. Potilastuentakahvoissa ja näytön sijoittelussa on kuitenkin eroja. (Kuva: Planmeca).



Kuva 27. Acteonin valmistama WhiteFox -laite on yleisimeeltään suunnitellun näköinen. Potilastuenta sopii laitteen muotokieleen ja on melko siro. Merkille pantavaa on, että laitteessa ei ole lainkaan näyttöä. (Kuva: Planmeca).



Kuva 28. Tässä Kodak 9000 -laitteessa potilastuentavarsi on yhtenäinen ja siihen on liitetty laitteen käyttöliittymä ja käsikahva. (Kuva: Planmeca).



Kuva 29. Pointnixin laitteessa potilastuenta on Soredexin ja Instrumentariumin laitteiden kaltainen. Käyttöliittymä on suoraan 90-luvulta ja muotokieli mitänsanomaton.
(Kuva: Planmeca).



Kuva 30. Gendex GXDP 300 Panoramicissa pistää silmään käyttöliittymän sijoittaminen C-varteeseen. Kahvoissa on myös käytetty väriä. (Kuva: Planmeca).



Kuva 31. Vatech Zenith -laitteessa potilas kuvataan aina istuvassa asennossa. Tuentavarren muotokieli on kulmikas. Kahva on hieman vapaammin muotoiltu. Laitteessa on myös käytetty joitain värillisiä osia. (Kuva: Planmeca).



Kuva 32. Accuittomo 170 -laite on muotokieleltään hyvin pelkistetty ja askeettinen (Kuva: Planmeca).

5.2.2. Moodboard



Kuva 33. Inspiroiva kuvakollaasi.



5.2.3. HÅG - Capisco tuoli

HÅG Capisco -työtuoli on esimerkki työn inspiraationa toimineesta tuotteesta. Capisco -tuoli kiinnitti huomioni, koska siinä voi istua etuperin, sivuttain tai takaperin. Tuolista on olemassa sekä verhoiltu että muovinen versio. Vaikka tuolin geometriaa ei suoraan voi verrata potilastuennalta vaadittavaan muotoon, on se kuitenkin mielestäni oiva esimerkki eri asentoihin mukautuvasta tuennasta.

Kuva 34. Monipuolinen istuma-asento (Kuva: Arredaclick 2012).



Kuva 35. Håg - Capisco -työtuoli (Kuva: Ergofurniture 2012).

5.2.4. Palkittuja lääkitäilaitteita



Kuva 36. Red dotin voittanut Rayscan dentaaliröntgenlaite (Kuva: Reddot 2012).

Tässä kaksi vuonna 2012 Red dot -muotoilupalkinnolla palkittua lääkitäilaitetta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on korealainen Rayscan -dentaaliröntgenlaite. Oikeanpuoleisessa kuvassa on Brainlabin Curve -laite, jota käytetään leikkaushoidoissa.

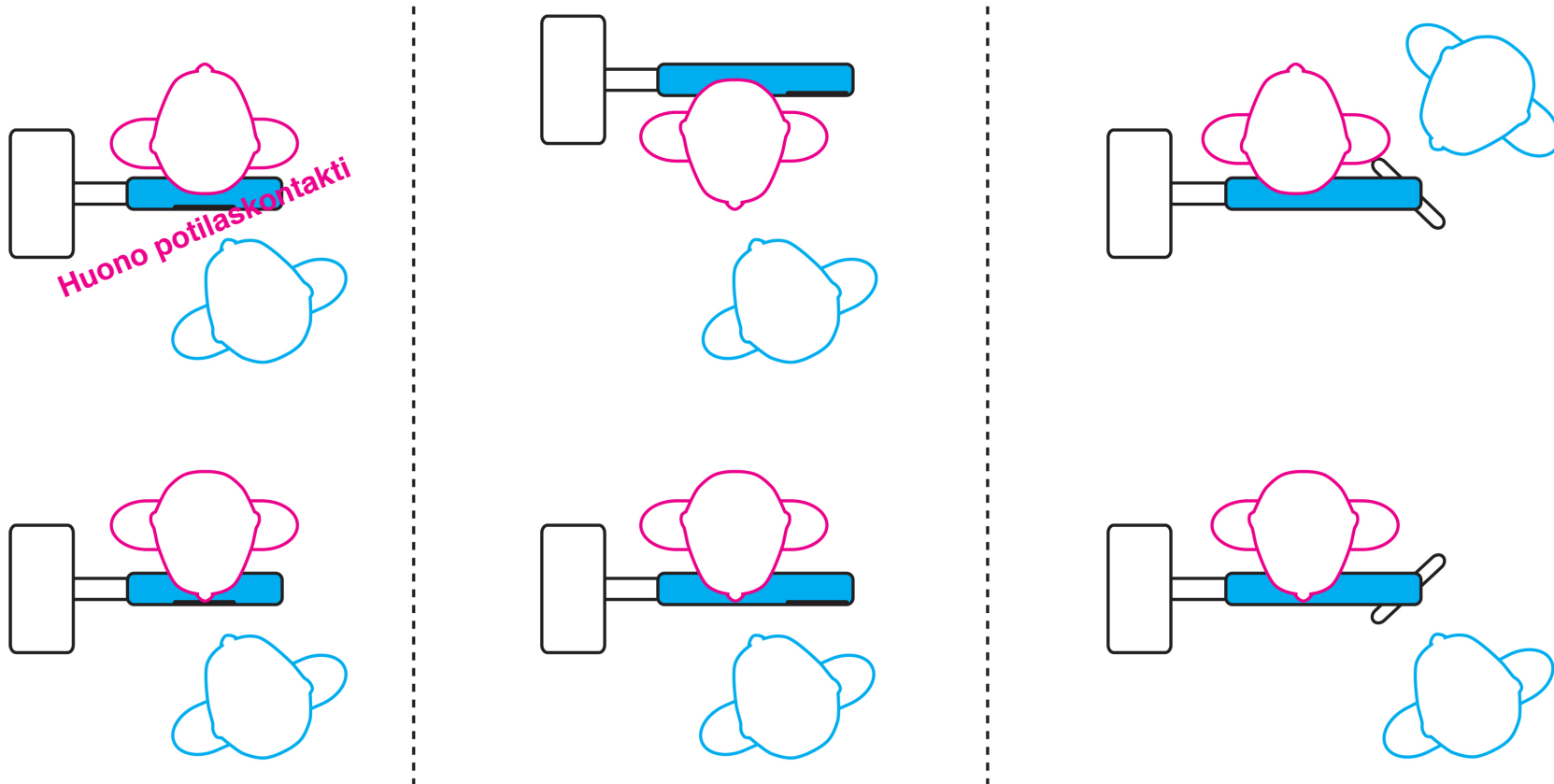
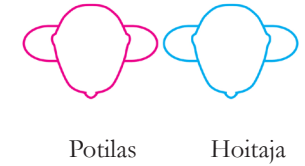
Molemmista laitteista näkee, kuinka aksenttiväreillä on onnistuttu tekemään laitteista helpommin lähestyttäviä ja pirteämpiä.



Kuva 37. Red dotin voittanut Brainlabin Curve laite (Kuva: Reddot 2012).

5.3. Potilaan asettuminen suhteessa laitteeseen ja hoitajaan

Kuvitus havainnollistaa, miten potilas ja hoitaja sijoittuvat suhteessa potilastuentavarteen kolmessa erilaisessa tuentavaihtoehdossa. Kaikki kolme vaihtoehtoa perustuvat ajatukseen, jossa potilaan päätä voitaisiin tukea sekä leuan että niskan puolelta.



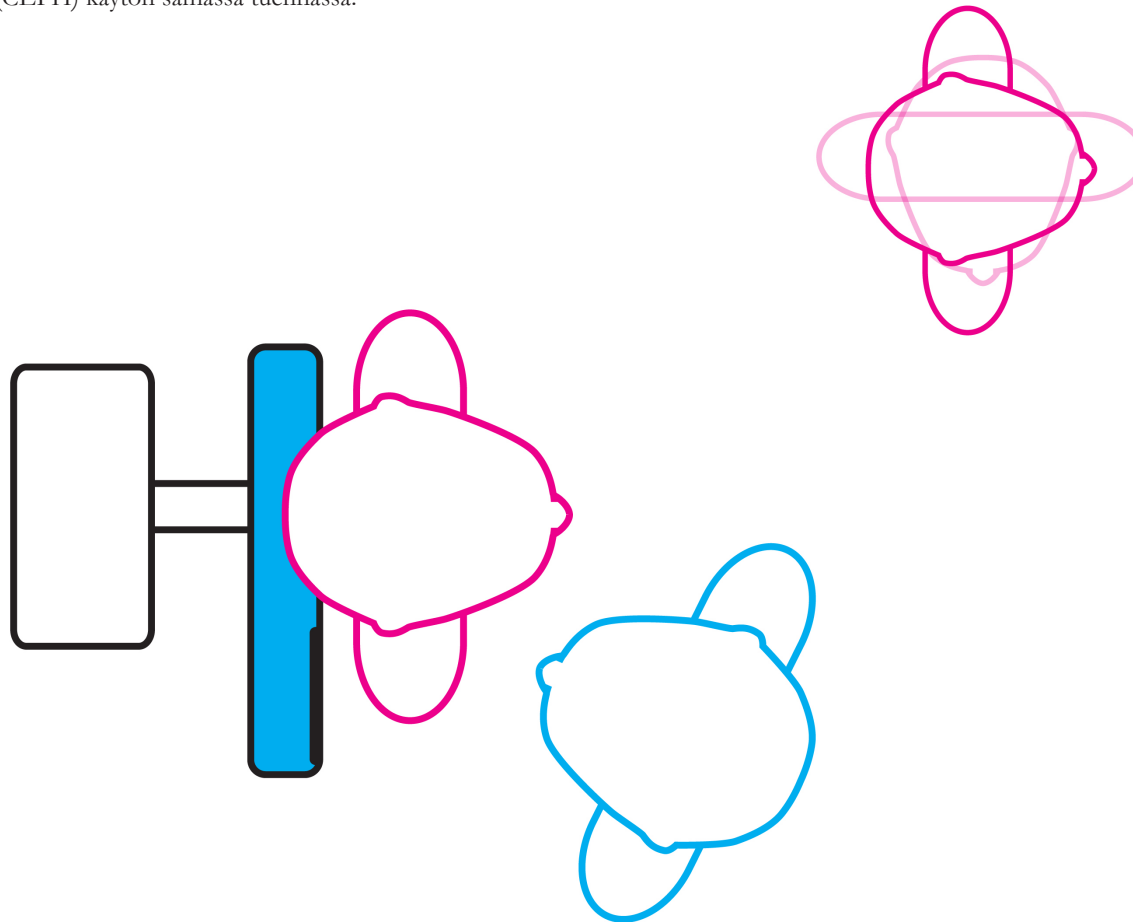
1. Potilas asettuu sekä etu- että takatuennassa varren takapuolelle. Laitteen käyttöliittymä sijaitsee tuennan etupuolella.
 - + Pään volyyymi pysyy lähes samassa paikassa
 - Potilaskontakti huono takatuennassa

2. Potilas asettuu takaa tuettaessa varren etupuolelle ja edestä tuettaessa varren takapuolelle.
 - + Potilaskontakti säilyy hyvänä etu ja takatuennassa
 - Pään volyyymi siirtyy noin päänmitan verran

3. Potilas asettuu sekä etu- että takatuennassa varren takapuolelle. Laitteen käyttöliittymä on kääntövä.
 - + Pään volyyymi pysyy lähes samassa paikassa
 - + Potilaskontakti säilyy hyvänä etu ja takatuennassa

Kuva 38. Potilaan ja hoitajan asettuminen laitteeseen.

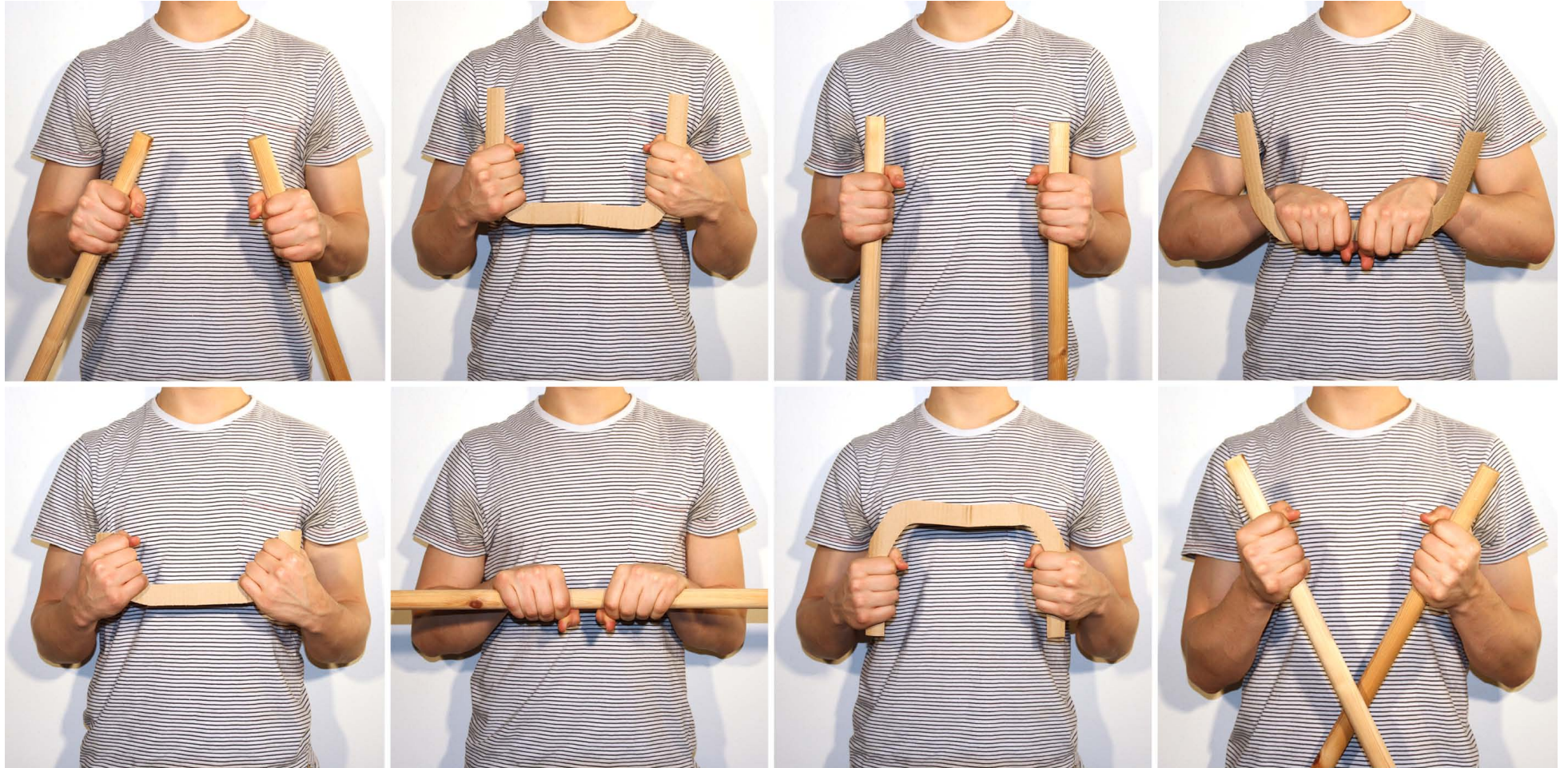
Potilas voisi myös asettua tuentaan selkä kohti pilaria. Tällöin potilaskontakti säilyy vähintään yhtä hyvänä kuin nykyisessä potilasasettelussa. Potilaan rintamasuunnan muuttaminen ei myöskään vaikuta kovinkaan suuresti pään volyymin sijaintiin. Asettelu voisi myös mahdollistaa tietyn leuka-alueen kuvaustekniikan (CEPH) käytön samassa tuennassa.



Kuva 39. Potilaan asettaminen selkä kohti laitteen runkoa.

5.4. Potilaan käsiasennot

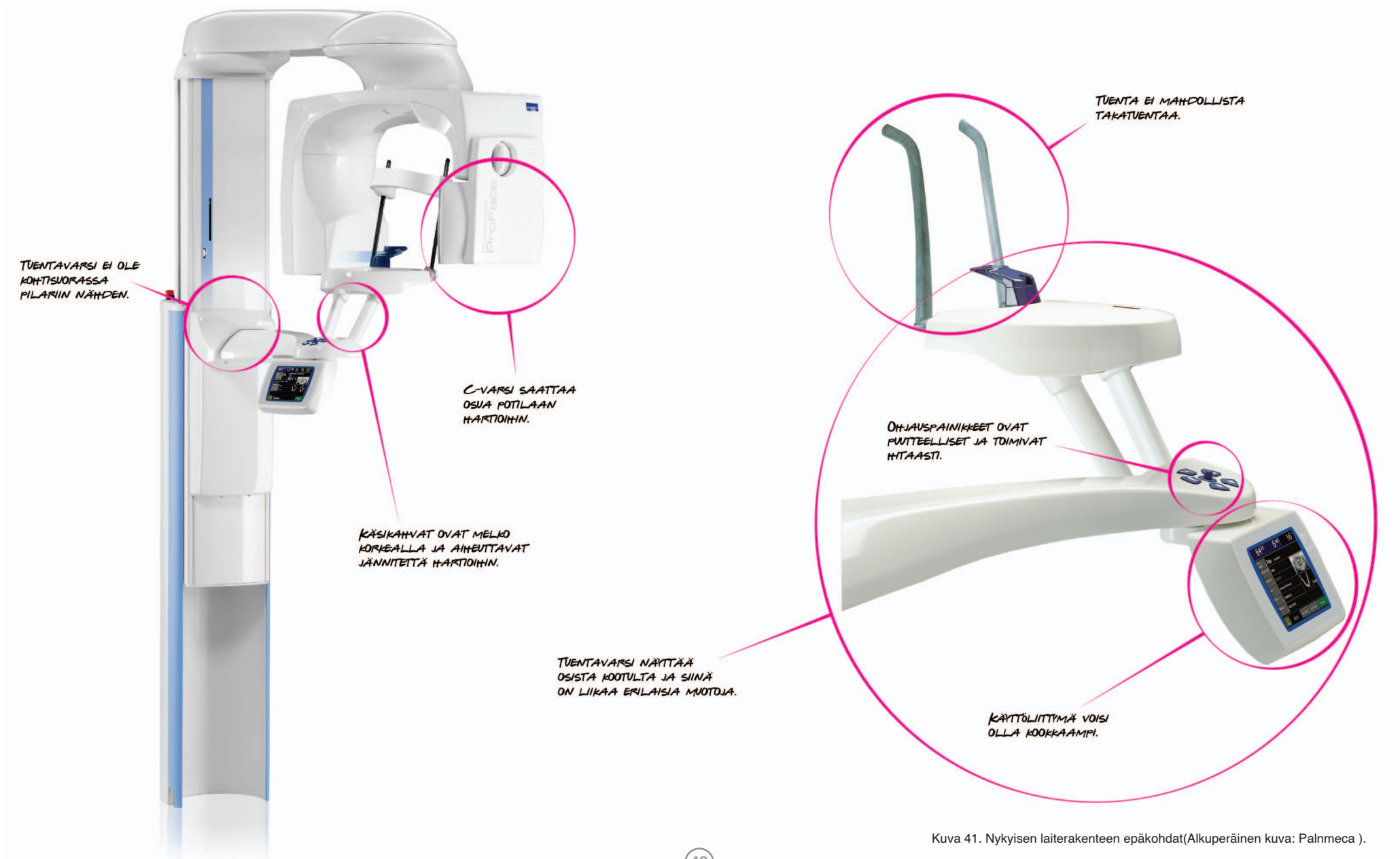
Tutkielma käsiasennoista optimaalisen asennon löytämiseksi.
Pystysuuntainen ote osoittautui selvästi vaakasuuntaista paremmaksi.



Kuva 40. Käsiasennot.

5.5. Nykyisen tuentavarren epäkohdat

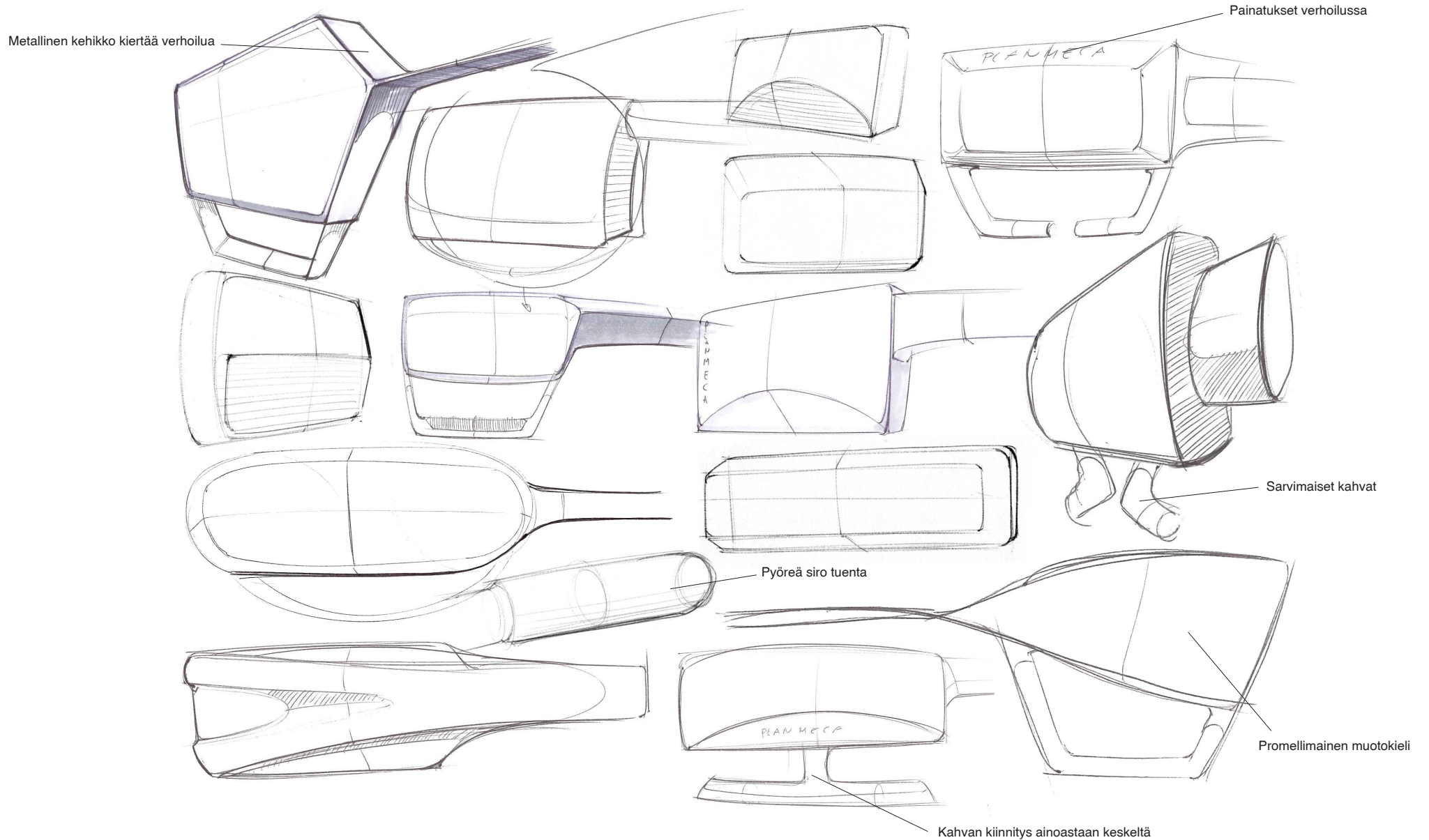
Alla olevaan kuvaan on merkattu asiat, jotka ovat jollain tavoin pielessä nykyisessä tuentavarressa. Näille asioille pyritään löytämään ratkaisuja uusien konseptien avulla.



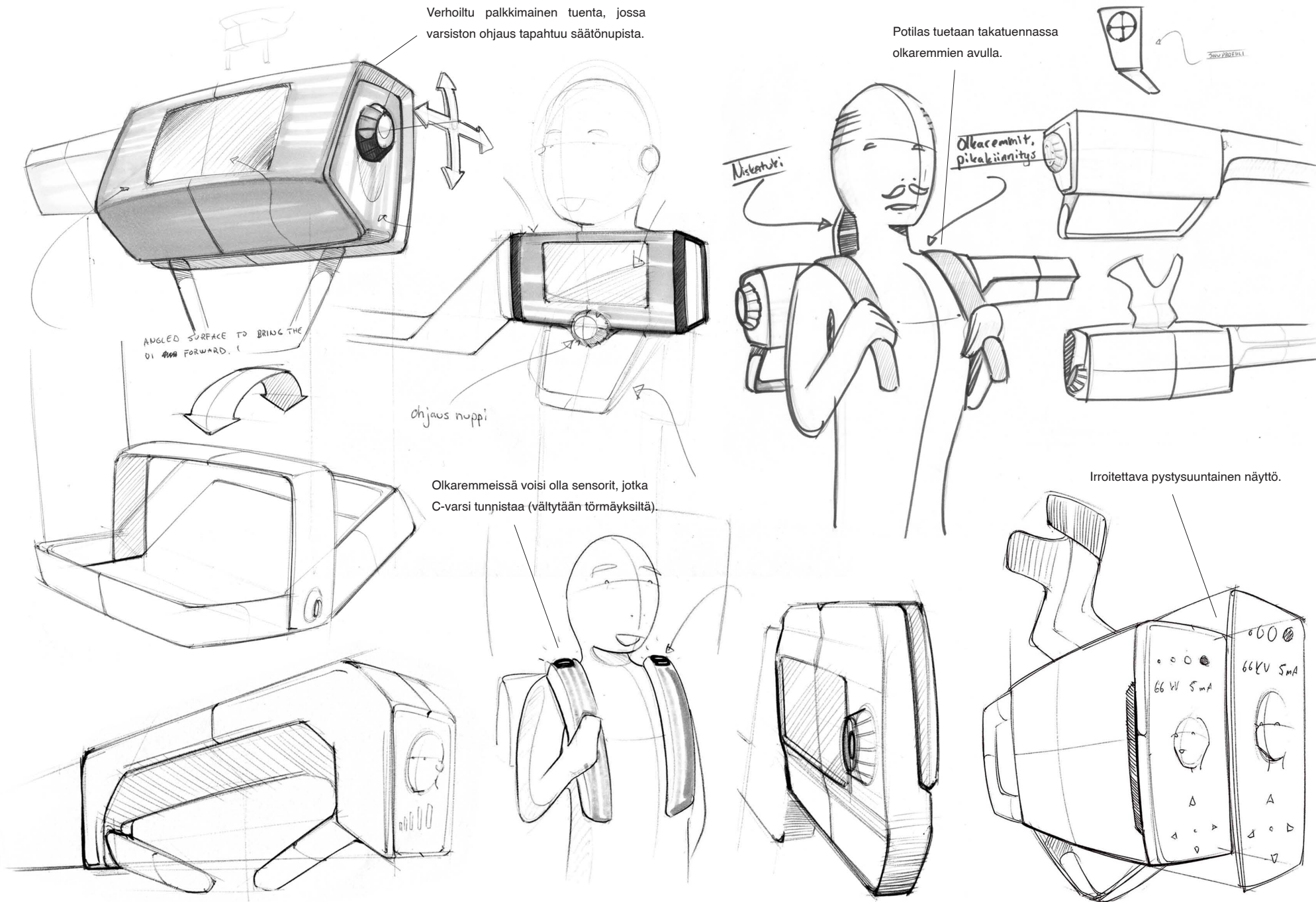
Kuva 41. Nykyisen laiterakenteen epäkohdat(Alkuperäinen kuva: Palmeca).

5.6. Luonnostelua ja ideointia

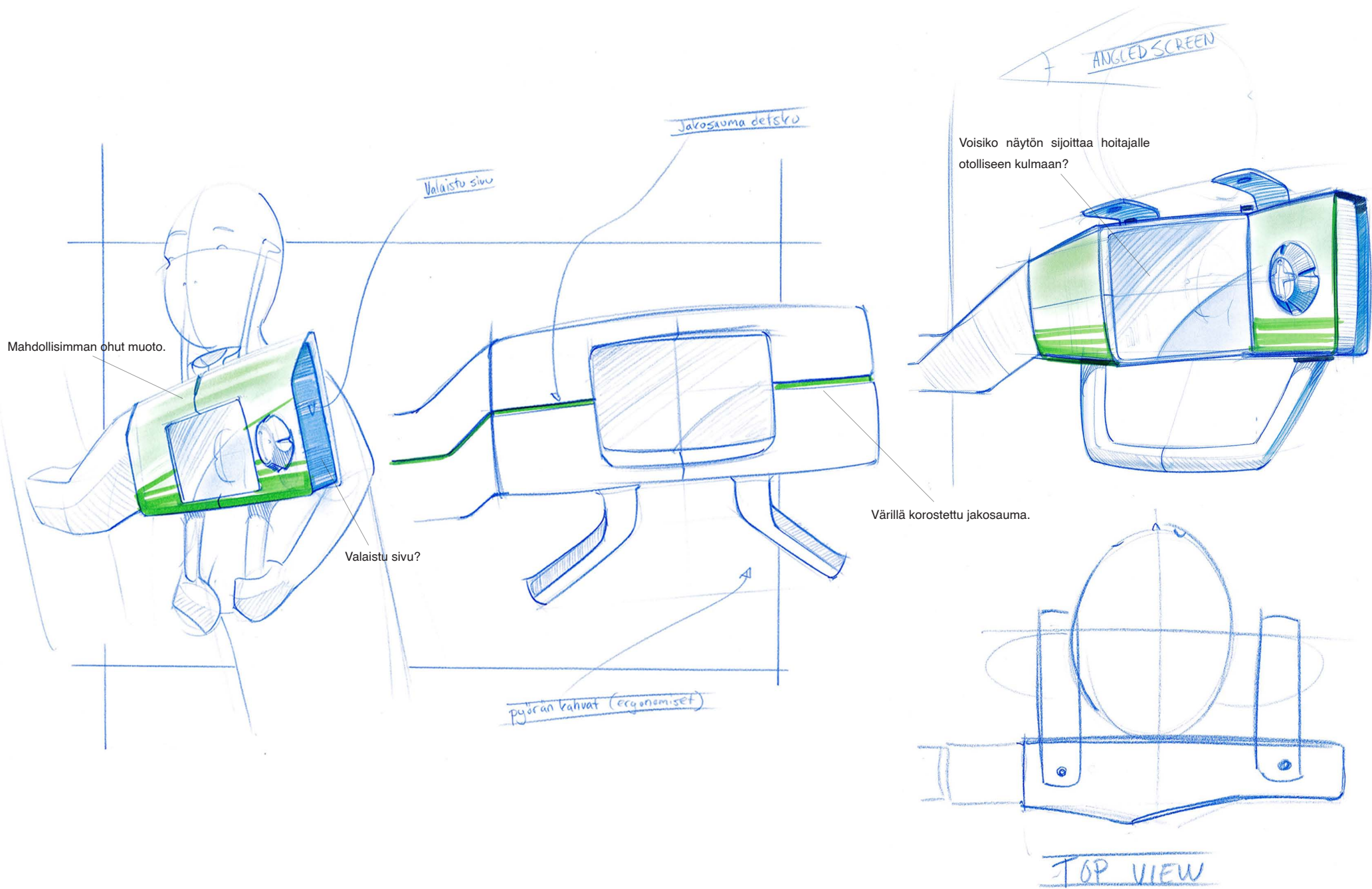
Tässä osiossa on tutkittu potilastuentoja vapaiden luonnosten avulla. Hyviltä vaikuttavia ajatuksia on pyritty jalostamaan pidemmälle.



Kuva 42. Tuentavarsien ensimmäisiä lunnoksia.

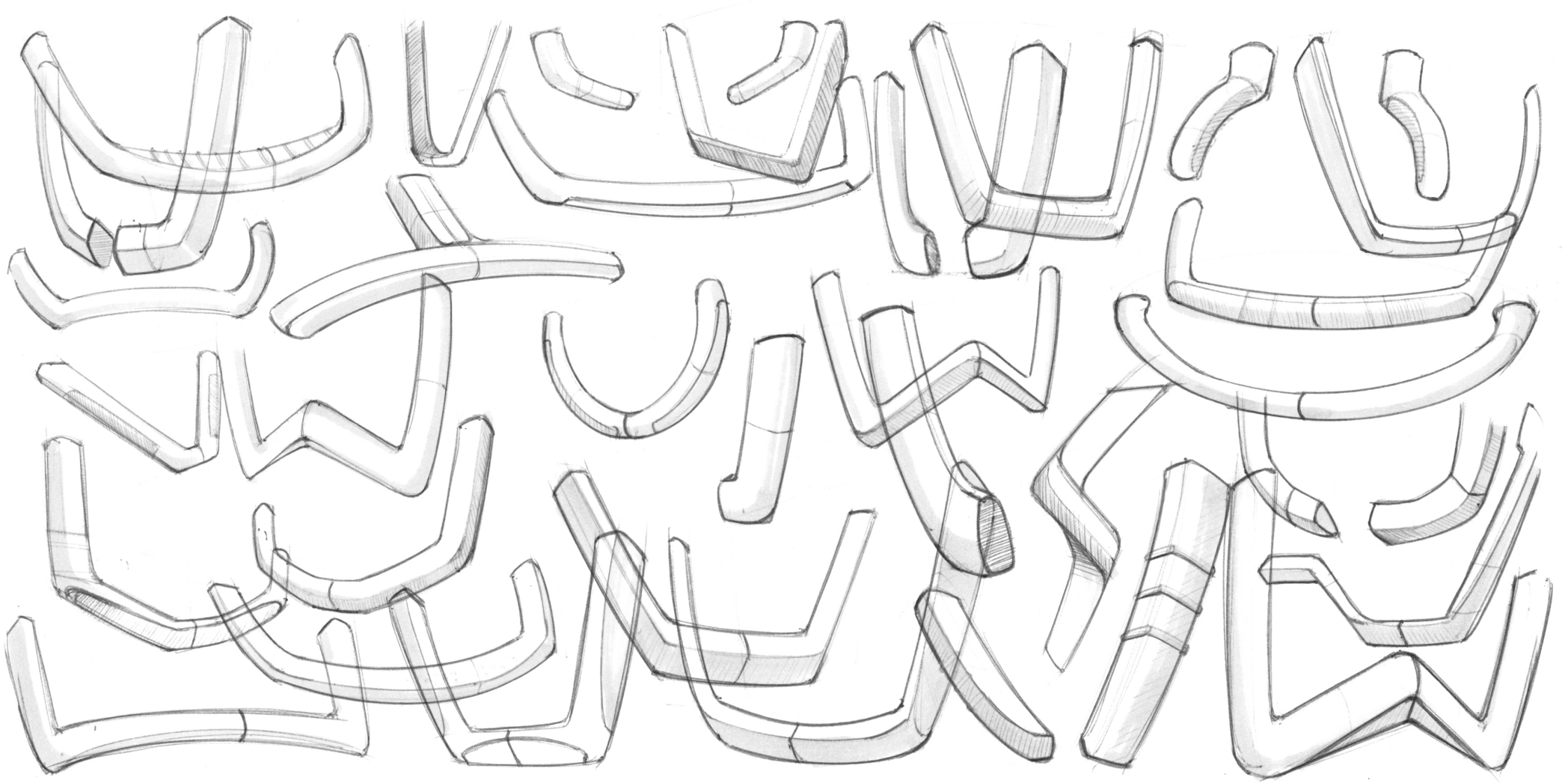


Kuva 43. Tuentavarsien muodon ja ominaisuuksien tutkimista luonnosten avulla.



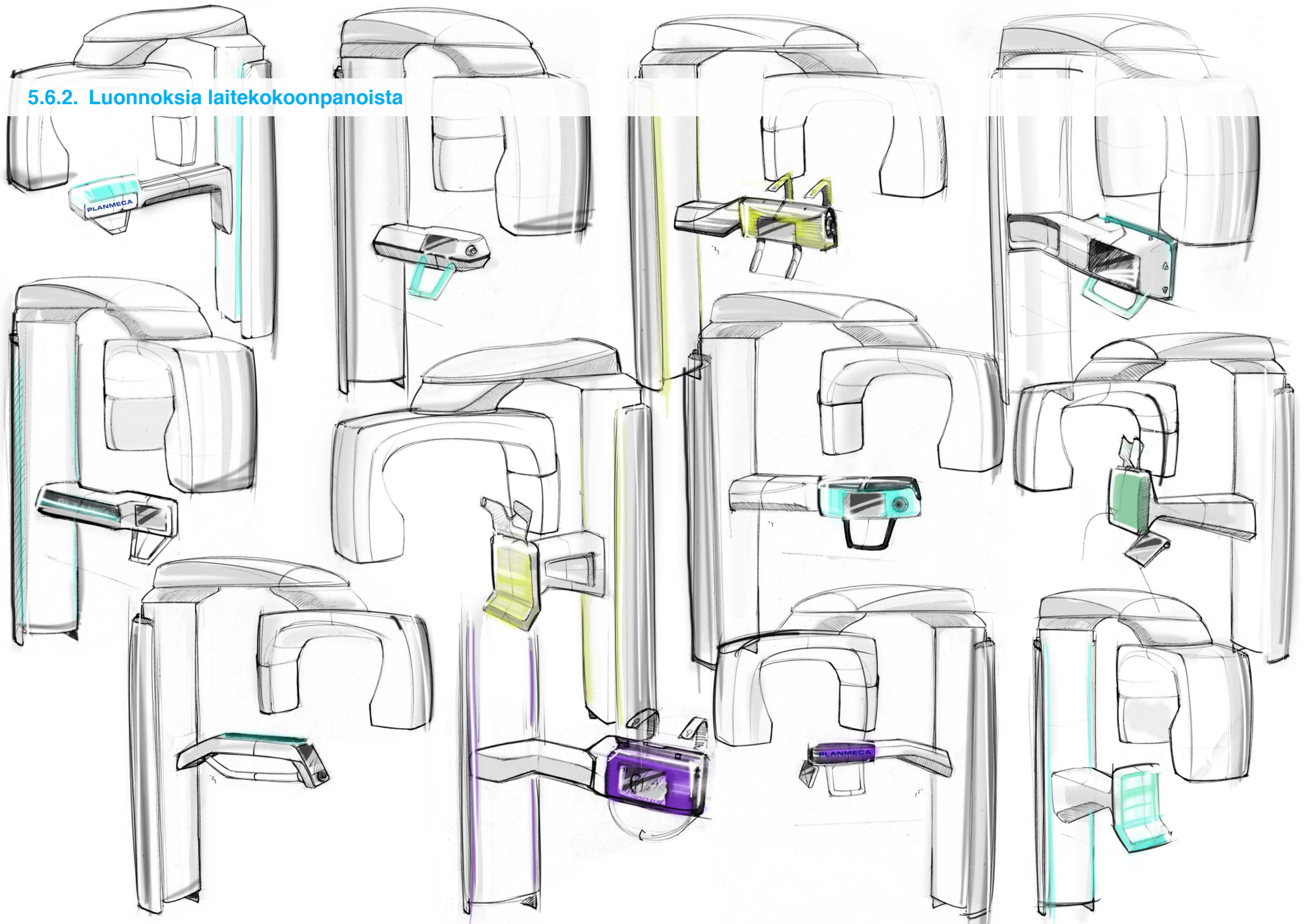
Kuva 45. Sarvimaiset ulospäin taittuvat kahvat ja kulmassa oleva käyttöliittymä.

5.6.1. Käsikahvojen muototutkielma



Kuva 46. Kahvojen muotokielen tutkielma.

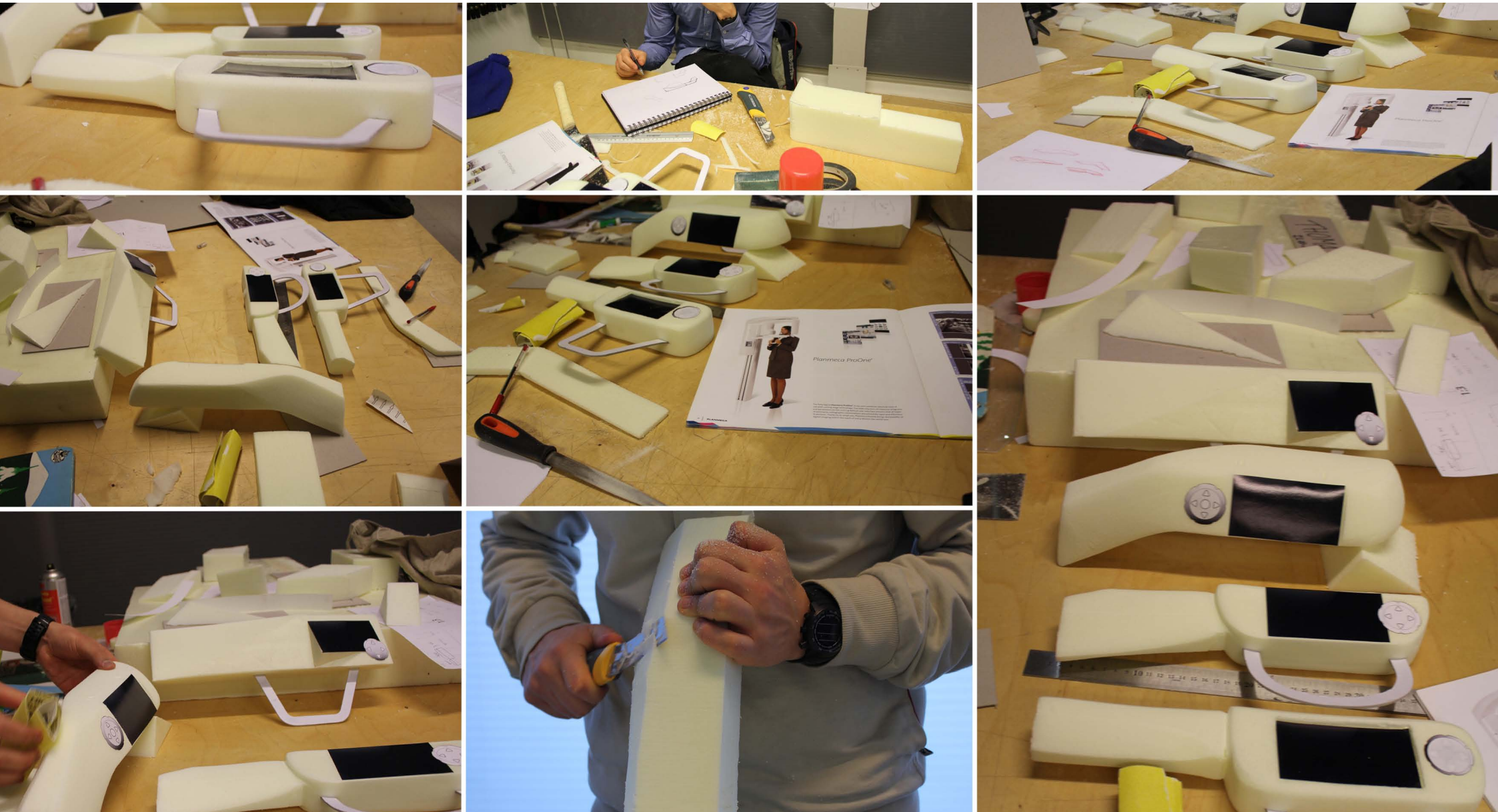
5.6.2. Luonnoksia laitekoonpanoista



Kuva 47. Laitekoonpano luonnoksia.

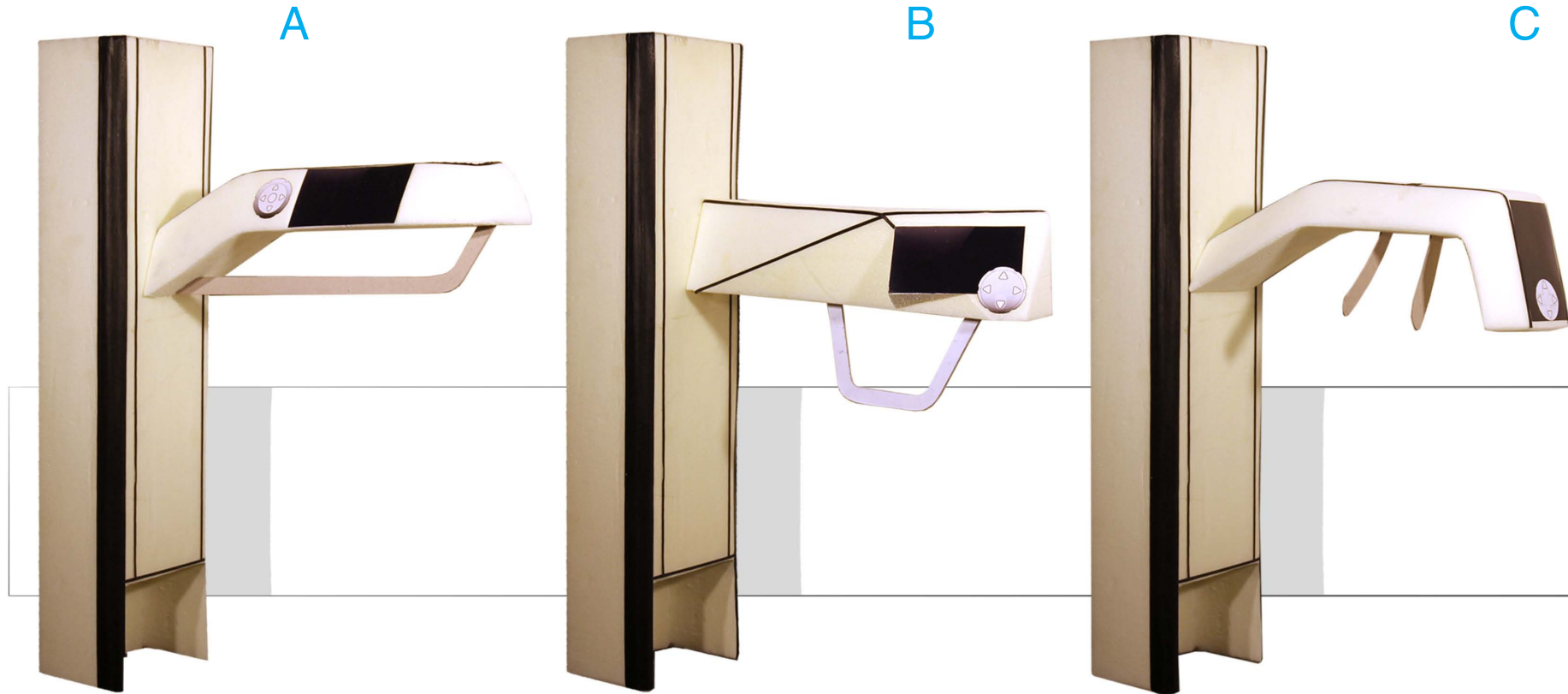
5.7. Pikamalleja

Polystyreenistä veistettyjen pikamallien avulla luonnostellessa syntyneitä ajatuksia on helppo kokeilla nopeasti. Hahmomallit on tehty mittauhteessa 1:2, jolloin ne ovat riittävän isoja muodon hahmottamiseksi. Malleihin hahmoteltu näyttö on kooltaan 10”.



Kuva 48. Hahmomallien rakentelua.

5.8. Konseptien arviointi ja valinta



Kuva 49. Tuentavarsikonseptit A,B,C.

// Mukaailee hyvin nykyisen laiterakenteen muotokieltä. Pyöreät muodot luovat turvallisuuden tunteen.
// Vaakasuuruntainen pitkä kahva aiheuttaa jännitettä ranteisiin ja käsiin.
// Varsiston ohjausnappi tulisi sijoittaa näytön oikealle puolelle, jotta potilaskontakti säilyisi parempana myös silloin, kun potilas asettuu selin tuentaan.

// Kulmikas yleisilme ei käy yhteen nykyisen laitteen muotokielen kanssa.
// Näyttö on suunnattu vinosti kohti hoitajaa ja ohjausnappi on varren päässä, jolloin kontakti potilaaseen säilyy myös niskanpuolelta tuettaessa.
// Kahva muistuttaa ProOne -laitteen kahvaa.

// Varsisto sopii yleisilmeeltään hyvin nykyiseen laiterakenteeseen.
// Näyttö on sijoitettu varren pätyyn, jolloin massaa on voitu karsia muualta.
// Käyttöliittymän sijainti mahdollistaa hyvän potilaskontaktin säilymisen myös kun potilas on selin.
// Kahvat ovat sarvimaiset ja ergonomisesti hyvät.

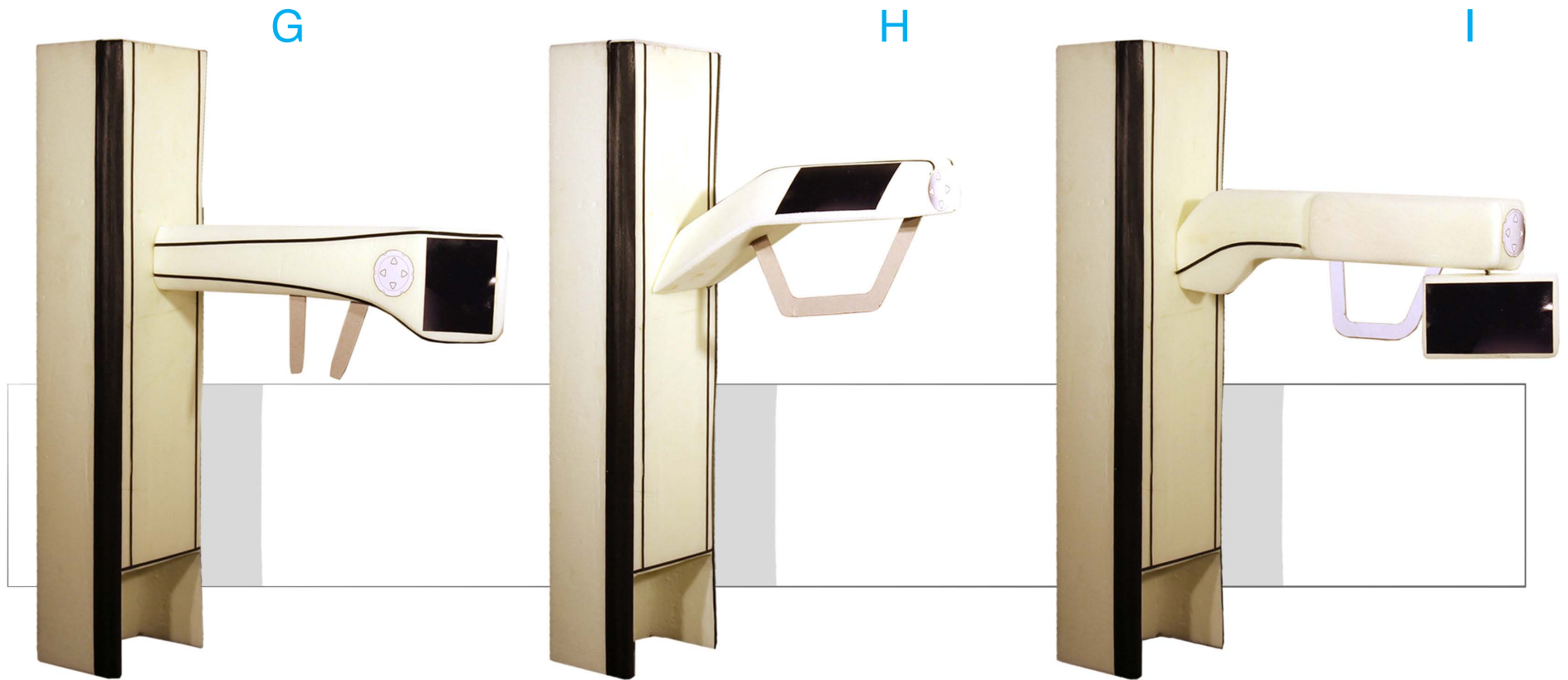


Kuva 50. Tuentavarsikonseptit D,E,F.

// Konservatiivinen muotokieli sopii hyvin nykyiseen laitteeseen.
 // Potilastuenta on jaettu varsiosaan ja verhoiltuun osaan.
 // Ohjausnappi on sijoitettu näytön oikealle puolelle paremman käytettävyyden saavuttamiseksi.
 // Kahva on ProOne -laitteesta.

// Muistuttaa designiltaan konseptia D.
 // Kahva on kaari, joka mahdollistaa monenlaiset otteet.
 // Pikakiinnitysmahdollisuus olkaremmelle.

// Pelkistetty muotokieli ei välttämättä sovi nykyiseen laitteeseen.
 // Potilas asettuu tuentaan selkä kohti pilaria (haastetaan totuttua potilasasettelua).
 // Paikan löytäminen näytölle/ käyttöliittymälle voi olla ongelmallista.



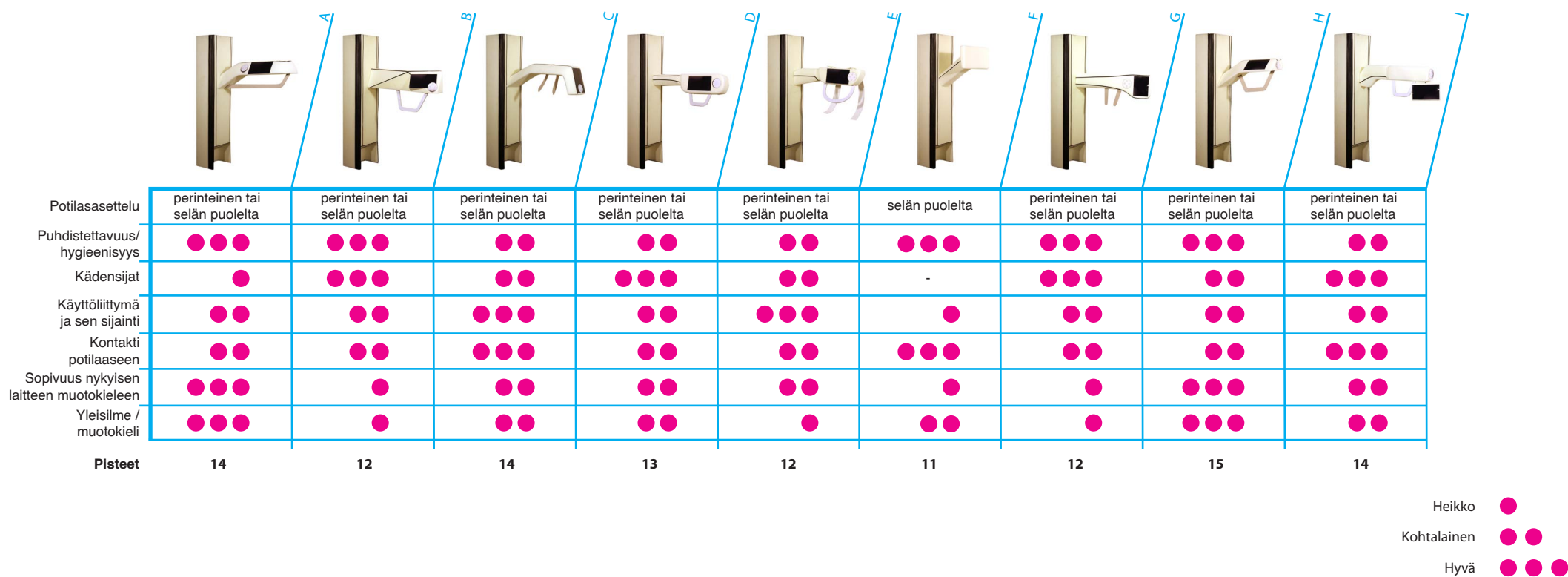
Kuva 51. Tuentavarsikonseptit G,H,I.

// Muodoltaan etupainoinen. Ei sovi yhteen nykyisen muotokielen kanssa.
 // Näyttö on käännetty pystyyn ja se on vinossa hoitajaa kohti.
 // Ohjausnappi tulisi siirtää varren päähän.
 // Kahvat ovat sarvimaiset ja ergonomiset.

// Muistuttaa paljon konseptia A.
 // Ohjausnappi on sijoitettu varren päähän paremman potilaskontaktin saavuttamiseksi.
 // Kahva on leveä ja mahdollistaa sekä vaaka, että pystysuuntaisen otteen.

// Palkkimainen rakenne, joka sopii hyvin nykyiseen laitteeseen.
 // Mahdollistaa potilaan asettamisen molemmin puolin tuentaa.
 // Verhoiltu molemmin puolin (mahdollisuus käyttää samoja värejä kuin hoitokoneissa).
 // Ohjausnappi on sijoitettu varren päähän.
 // Näyttöä voi kääntää hyvän potilaskontaktin saavuttamiseksi.

Alla olevassa taulukossa on arvioitu yhdeksää erilaista tuentavarsikonseptia. Arviointimääreet ovat melko samat kuin kilpailevien laitteiden arvioinnissa käytetyt. Parhaiten vertailussa pärjäsivät, konseptit A, C, H ja I.



Kuva 52. Tuentavarsikonseptien arviointi.

5.9. Valitujen konseptien jatkokehitys ja visualisointi

Hahmomallien vertailussa esille nousseet konseptit A,C,H ja I toimivat pohjana kolmen lopullisen konseptin jatkokehitykselle. Lopullisissa konsepteissa on otettu huomioon tutkimusosuudessa ja asiantutijahaastatteluissa esille nousseet seikat. Näiden avulla on luotu kolme täysin eri tyylistä, mutta kuitenkin nykyiseen laiterakenteeseen sopivaa tuotekonseptiä.

Konsepteihin on poimittu ominaisuuksia, jotka mukailevat design drivereita:

// Pyritään luomaan konsepteja, jotka mukailevat Planmecan muotokieltä.
// Muotokieli pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisena.
// Tuentavarren tulisi olla mahdollisimman yhtenäinen kokonaisuus.
// Värien ja materiaalien käytöllä yhtenäistetään hoitokoneiden ja röntgenlaitteiden ilmettä.

Kaikista konsepteista on tehty 3D -mallintamalla kuvaus, jossa uusi tuentavarsi on liitetty olemassa olevaan laiterakenteeseen. Lisäksi jokaisesta tuentavarsivaihtoehdosta on tehty 3D -kuvaus, jossa varsiston ominaisuudet tuodaan esille tarkemmin.

5.9.1. Konsepti 1



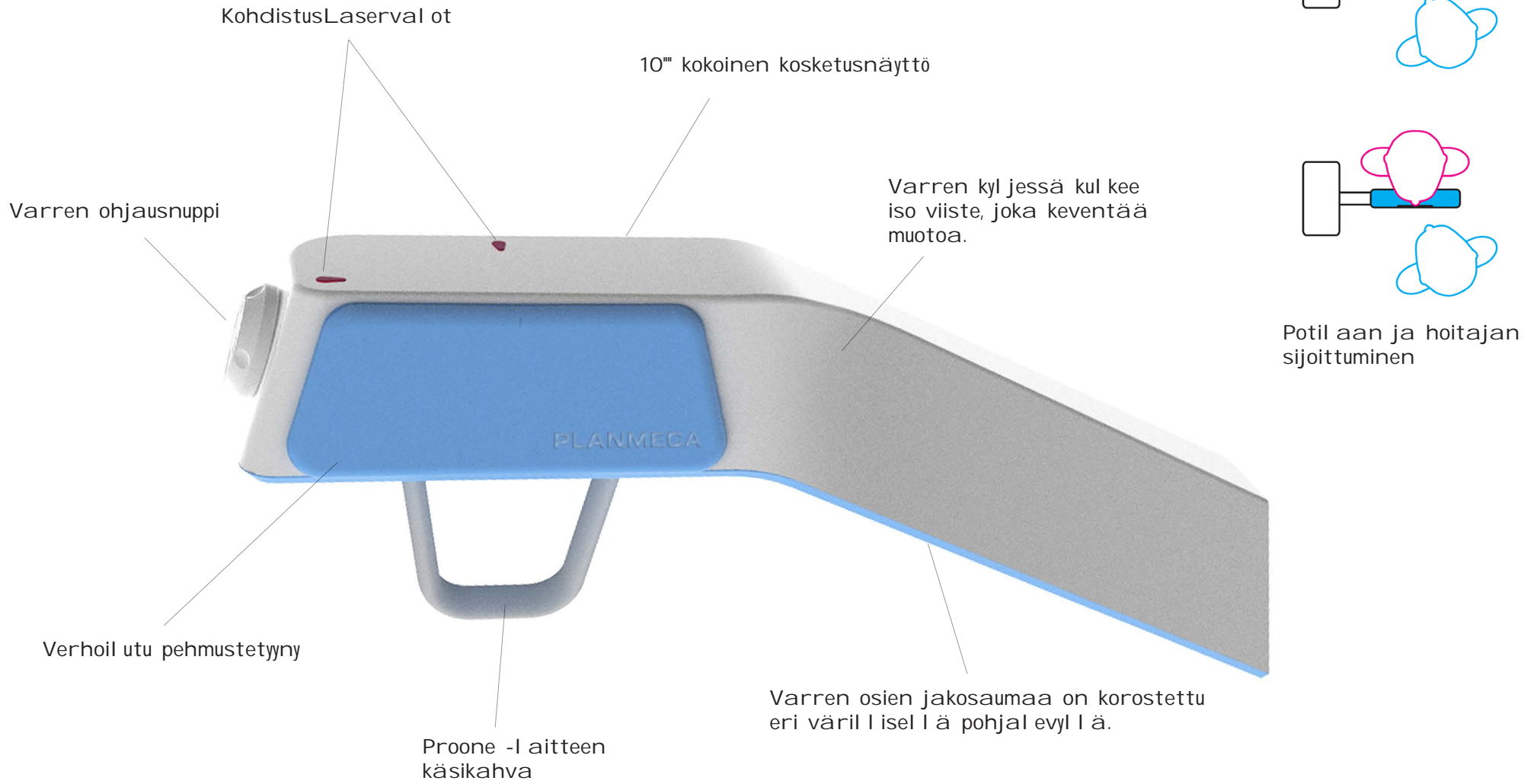
Aiemmin esitellyistä konsepteista kahta eli A- ja H -konsepteja on yhdistetty ensimmäiseksi jatkotyöstetyksi konseptiksi. Siihen on yhdistetty molemmista parhaat ominaisuudet ja muotokieleksi jäsenyi sekä konseptia A että konseptia H muistuttava ratkaisu.

Konsepti 1 sopii hyvin osaksi olemassa olevaa laitetta. Se on selkeä, nykyiseen laitteeseen hyvin sopiva ja helposti puhtaana pidettävä ratkaisu. Selkeys ja pyöreät muodot luovat varrelle rauhallisen ulkonäön ja turvallisuuden tunnetta. Konseptin kahvaratkaisuna on käytetty Planmecan ProOne -laitteen hyväksi havaittua kahvaa, joka on selkeä ja josta saa hyvän otteen. Saman kahvan käyttö on myös Planmecalle taloudellisesti järkevä ratkaisu. Lisäksi samojen osien käyttö eri laitteissa luo tuotteiden muotokielelle yhdenmukaisen ilmeen.

Konseptissa kahva on sijoitettu alemmas kuin nykyisessä potilastuentavarressa, mikä auttaa hartioiden rentoutumisessa ja estää näin C-varren törmäämisen kookkaampien ja harteekkaampien potilaiden hartioihin. Myös toinen asiantuntijoiden haastatteluissa ilmennyt ongelma eli näytön koko on korjattu suuremmaksi. Osa käyttöliittymästä sijaitsee kuitenkin varren päässä ohjausnupissa, jolloin kontakti potilaan ja hoitajan välillä säilyy parempana tuentaa säädettäessä. Ohjausnuppi ajatus on haettu Planmedin Verity -kuvantamislaitteesta.

Konseptissa 1 on onnistuttu ottamaan huomioon design driverit, lääkintälaitteen estetiikkaan ja ergonomiaan liittyvät vaatimukset sekä edellä mainitut, asiantuntijahaastatteluissa esiin tulleet nykyisen laitteen ongelmat.

KONSEPTI 1



Kuva 54. Konseptin 1 ominaisuudet.

5.9.2. Konsepti 2

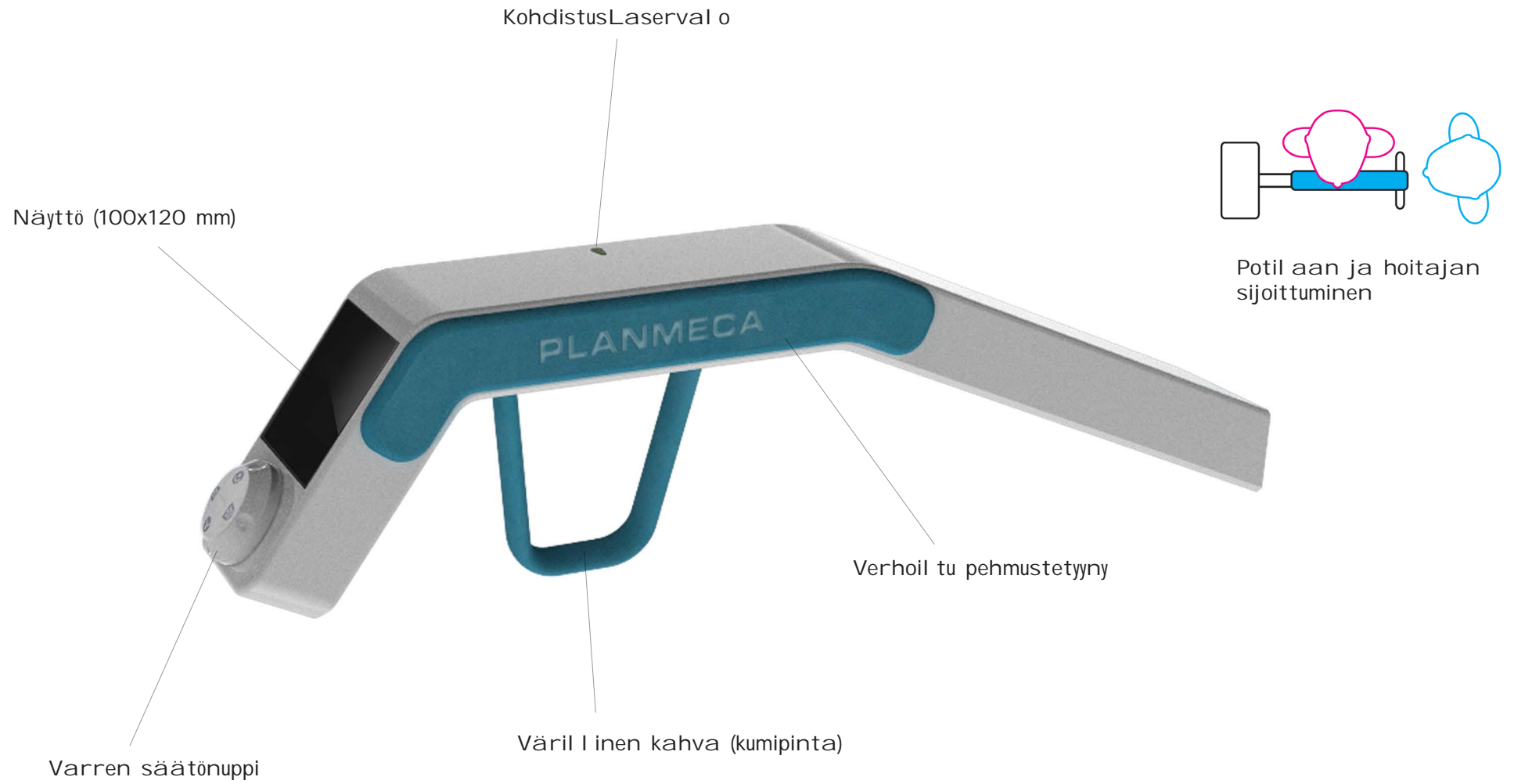


Kuva 55. Konseptin 2 visualisointi (Alkuperäinen kuva: Planmeca).

Konseptissa 2 on lähdetty liikkeelle hahmomallista C, ennen kaikkea laitteen päädyssä olevan, hyvän potilaskontaktin mahdollistavan näytön takia. Käyttöliittymän ollessa päädyssä kontakti hoitajan ja potilaan välillä pysyy hyvänä riippumatta siitä, tuetaanko potilasta niskan vai leuan puolelta. Tämä tekee hoitotilanteesta mukavan ja mahdollisimman turvallisen tuntuksen. Sijoittamalla näyttö tuentavarren päätyn varsistosta on voitu karsia massaa. Näyttö on hieman pienempi kuin konsepteissa 1 ja 3, mutta kuitenkin selkeästi isompi kuin nykyinen näyttö. Näytön alle sijoitettu säätönappi toistuu kaikissa kolmessa konseptissa. Konseptissa 2, ProOne -laitteen potilaskahva on värillinen ja kumipäälysteinen paremman potilasviihtyvyyden saavuttamiseksi.

Konseptin 2 potilastuentavarsi on selkeä ja sopii yleisilmeeltään hyvin nykyiseen laiterakenteeseen. Kuten muissakin konsepteissa, siinä olevan kahvan ja pehmusteen väriä voi varioida mikäli halutaan pirteämpi yleisilme tai mikäli laitteen halutaan sopivan yhteen ympäristössä toistuvien värien kanssa. Konsepti 2 noudattaa hyvin sekä design drivereita sekä tutkimusosiossa esille tulleita potilastuentavarren suunnitteluvaatimuksia.

KONSEPTTI 2



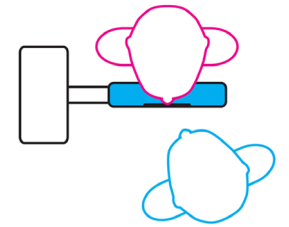
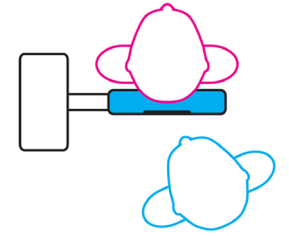
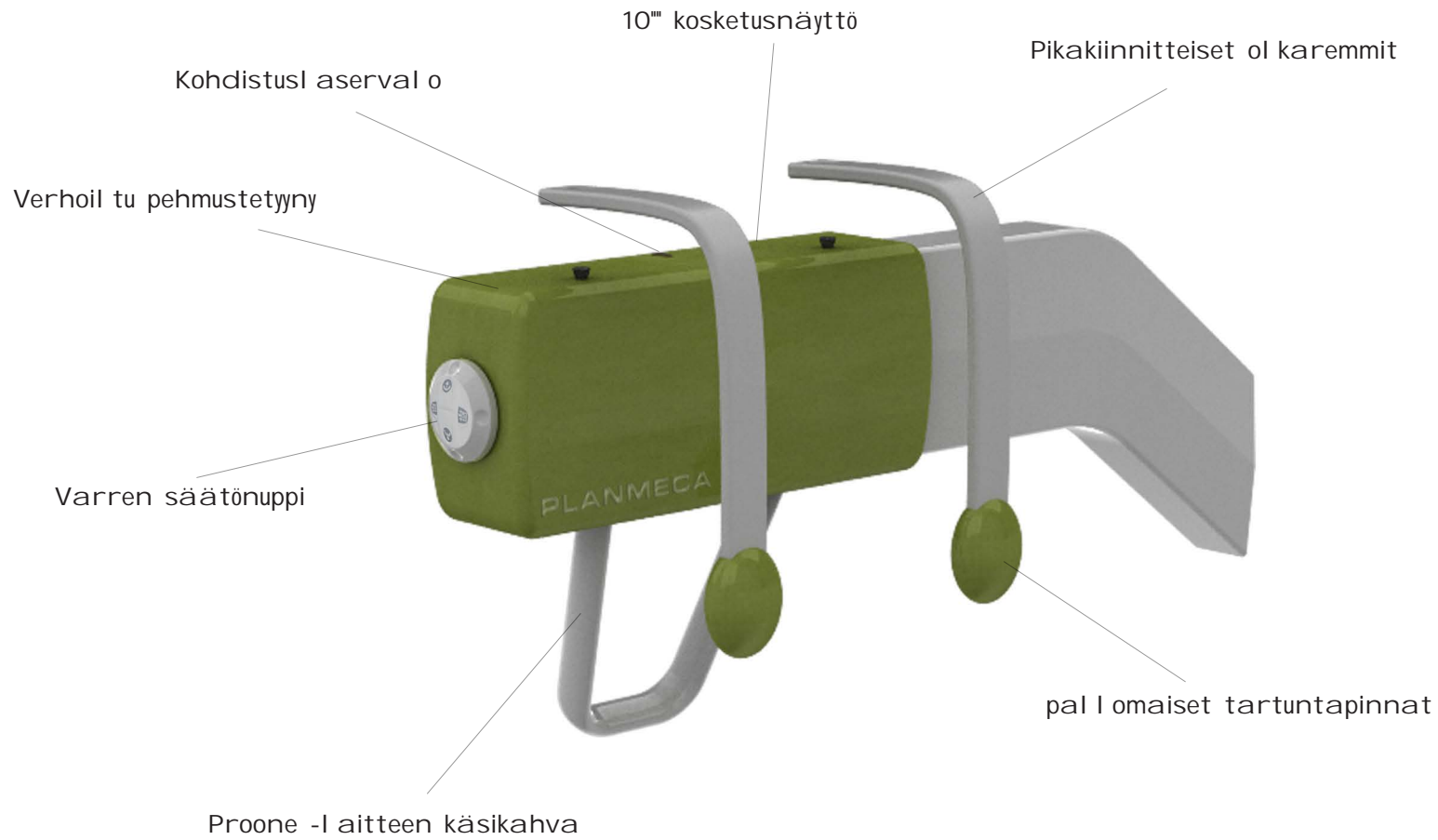
5.9.3. Konsepti 3



Kolmannessa konseptissa tuentavartta on yksinkertaistettu entisestään. Se koostuu palkkimaisesta rakenteesta, joka sopii hyvin nykyiseen laitteeseen ja joka mahdollistaa verhoilun käytön laitteen molemmin puolin. Verhoilussa voidaan käyttää samoja värejä kuin muissa hoitokoneissa, mikä lisää mahdollisuuksia luoda miellyttävämpiä hoitoympäristöjä. Myös konseptissa 3 potilas voidaan tukea, joko leuan tai niskan puolelta. Hoitaja asemoituu samoin kuin konseptissa 1 eli säätämään tuentaa varren päädyssä olevasta ohjausnupista ja säätämään kuvausohjelmaa näytöltä.

Konseptissa 3 on mahdollisuus lisätä pikakiinnityksellä olkaremmit, jotka toimivat potilasta takaa tuettaessa potilastuentavälineinä. Hoitaja loksauttaa remmit paikoilleen, minkä jälkeen ne vedetään repun hihnojen tavoin potilaan olkapäiden yli. Potilas voi näin itse pitää itseään paikoillaan. Samalla remmit luovat paikan käsille, jotka muuten roikkuisivat vapaana ilman niille osoitettua paikkaa. Olkaremmejä voidaan käyttää myös muissa konsepteissa.

KONSEPTI 3



Potil aan ja hoitajan sijoittuminen

6. Työn yhteenveto

Tässä työssä keskityin pääosin tiedonkeruuseen, ideointiin ja potilastuentakonseptien kehittämiseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda uusia potilastuentavarsikonsepteja Planmeca Oy:n ProMax 3D -hammasröntgenlaitteistolle. Työn tavoitteena oli ennenkaikkea ideoida ja pallotella uusia ajatuksia rohkeasti ja ennakkoluulottomasti. Tehtävänä oli työstää ideoita eteenpäin muotoilullisin keinoin kuten luonnostelun, hahmomallien sekä 3D-mallintamisen avulla. Tavoitteena ei ollut luoda tuotantovalmiita tuotekonsepteja vaan ennemminkin tuoda esille uusia ajatuksia tulevia tutekehitysprojekteja silmälläpitäen. Työ jakautui käytännössä tiedonkeruuprosessiin ja varsinaiseen muotoilutyöhön, jossa otettiin huomioon tutkimusosiossa esille nouseet asiat. Näiden asioiden pohjalta päädyin suunnittelemaan kolme erilaista potilastuentavarsikonseptia, joista tein tarkemmat 3D visualisoinnit.

6.1. Jatkoa

Tiedonkeruuvaiheen haastattelut ja kilpailevien tuotteiden arvioinnit tuovat toivottavasti uutta näkökulmaa Planmecan tuotekehitystyöhön yleisesti. Ideointi, luonnostelu ja hahmomallien rakentaminen keskittyvät erityisesti potilastuentavarren konseptointiin, ja toivon, että niitä voidaan käyttää suunnittelutyössä, joka johtaa aina tuotantovalmiiksi, konkreettisiksi tuotteiksi asti.

Työn seuraava vaihe olisi työstää konsepteista 1:1 prototyyppejä, jotka voisi kiinnittää oikeaan ProMax 3D -laitteeseen ja arvioida niiden toimivuutta todellisuudessa. Ehdotan tässä työssä kolmea omasta mielestäni parasta konseptia jatkokehitettäväksi Planmecalla.

6.2. Johtopäätökset

Onnistuin opinnäytetyössäni mielestäni melko hyvin. Henkilökohtainen tavoitteeni oli tehdä työ, jossa saisin käyttää mahdollisimman kokonaisvaltaisesti koulutuksen aikana oppimiani taitoja. Tässä onnistuin hyvin, sillä pääsin käyttämään erilaisia tiedonkeruuta ja konseptointimenetelmiä. Lähtökohta opinnäytetyön tekemiselle oli hyvä, koska olin työskennellyt edellisenä kesänä muotoiluharjoittelijana Planmecalla. Näin olin saanut jo muodostettua jonkinlaisen käsityksen aiheesta. Ilman kesätyön avulla hankittua kokemusta opinnäytetyön tekeminen olisi ollut paljon vaikeampaa.

Lähteet

Kirjallisuus:

Arnkil, Harald 2007.

Värit Havaintojen Maailmassa.

Jyväskylä: Gumerus Kirjapaino Oy.

Bate, Paul & Robert, Glenn 2007.

Bringing User Experience to Healthcare Improvement, the concepts, methods and practices of experience-based design.

Padstow, Cornwall, UK: TJ International Ltd.

Keinonen, Turkka & Jääskö, Vesa 2003

Tuotekonseptointi.

Helsinki: F.G.Lönnberg.

Launis, Martti 2011 Lehtelä, Jouni (toim.)

Ergonomia.

Tampere: Tammerprint.

Pöyhönen, Ilpo & Kylmälä, Kaarle 2010.

EU:n lääkintälaitedirektiivin mukaisten terveydenhuollon tuotteiden suunnittelu ja valmistus viranomaisvaatimukset huomioiden.

Tampere: Tamerprint.

Weinger, Matthew B. & Wiklund, Michael E. & Gardner-Bonneau, Daryle J. 2011.

Handbook of Human Factors in Medical Device Design.

NW, USA: Taylor & Francis Group.

Wiklund, Michael E. & Kendler, Jonathan & Strohlic, Allison Y. 2011.

Usability Testing of Medical Devices.

NW, USA: Taylor & Francis Group.

Wiklund, Michael E. 1995.

Medical Device and Equipment Design, Usability Engineering and Ergonomics.

IL, USA: Interpharm Press, Inc.

Raportit:

Freezer tuotekehitysprojektin raportti 2010. Product Development Project (PDP) -kursin työryhmän raportti. Aalto-yliopisto. Helsinki.

Internet:

IT2010. Visioiva tuotekonseptointi Työkalu tutkimus- ja kehitystoiminnan ohjaamiseen [verkkodokumentti] <http://www.it2010.fi/content/kirjat/pdf-tiedostot/Alkuisivut_Visioiva_tuotekonseptointi.pdf> (Luettu 10.10.2012).

Learning digital 2012. Cone Beam Computed Tomography for Dentistry [verkkodokumentti] <<http://www.learn.digital.net/articles/2007/Dental%20student%20journal%20article%20CBVT.pdf>> (Luettu 27.9.2012).

Learning digital 2012. The Future of Dental and Maxillofacial Imaging [verkkodokumentti] <<http://www.learn.digital.net/articles/2009/Future-Dento-Maxillofacial-Imaging.pdf>> (Luettu 27.9.2012).

Muova 2012. Tuotteiden konseptointi ja visiointi [verkkodokumentti]

<http://www.muova.fi/tmp_muova_site_16.asp?sua=1&lang=1&s=37> (Luettu 28.9.10.2012).

Marcilan 2011. CBCT Basics [verkkodokumentti] <<http://www.marcilan.com/cbct-basics/>> (Luettu 2.10.2012).

Optergo 2007. Ergonomic requirements for dental equipment [verkkodokumentti] <http://www.optergo.com/images/Ergonomic_req_april2007.pdf> (Luettu 20.10.2012).

Plandent 2001. Planmeca ProMax– uuden vuosituuhannen röntgenlaite [verkkodokumentti] <http://www.plandent.fi/pdf/downloads/NEWS2_01.pdf> (Luettu 20.10.2012).

Plandent 2009. Käyttäjäkokeuksia Planmeca ProMax 3D:stä 3D-kuvan avulla nopeampaa ja tarkempaa hoitoa [verkkodokumentti] <http://www.plandent.fi/pdf/downloads/PLANNEWS_2_09_low.pdf> (Luettu 20.10.2012).

Planmeca 2012a. Planmeca Group – asiantuntijavoimaa [verkkodokumentti] <<http://>

www.planmeca.com/fi/yritys/planmeca_group> (Luettu 20.10.2012).

Planmeca 2012c. Planmeca ProFace[verkkodokumentti] < http://www.planmeca.com/fi/rontgenlaitteet/3dkuvaus/planmeca_proface > (Luettu 20.10.2012).

Product Development Project 2012. What is PDP? [verkkodokumentti] <http://pdp.fi/?page_id=12> (Luettu 20.10.2012).

Sedentext 2009. Technical Description of CBCT [verkkodokumentti] <<http://www.sedentext.eu/content/technical-description-cbct>> (Luettu 2.10.2012).

Sirweb 2012. C-arm Cone-beam CT: General Principles and Technical Considerations for Use in Interventional Radiology [verkkodokumentti] <http://www.sirweb.org/clinical/cpg/C-arm_Cone-beam_CT.pdf> (Luettu 2.10.2012).

Säteilyturvakeskus 2011. Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus [verkkodokumentti] <http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/> (Luettu 20.10.2012).

ttl - Ergonomia 2011. ErgoSHAPE-suunnittelutyökalu [verkkodokumentti] <<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/ergoshape/Sivut/default.aspx>> (Luettu 2.10.2012).

ttl - Ergonomia 2012. Mitä ergonomia on? [verkkodokumentti] <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/mita_ergonomia_on/Sivut/default.aspx> (Luettu 3.10.2012).

ttl - Ergonomia 2011. Ihmisen perusmitat [verkkodokumentti] <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/erg_tiedonlahteet/mitoitus/Sivut/default.aspx> (Luettu 3.10.2012).

THL 2012. Design for All [verkkodokumentti] <<http://dfasuomi.stakes.fi/FI/DFA+tieto/index.htm>>(Luettu 27.9.2012).

Wikipedia 2012a. Dental radiography [verkkodokumentti] < http://en.wikipedia.org/wiki/Dental_radiography > (Luettu 10.10.2012).

Wikipedia 2012b. Human factors and ergonomics [verkkodokumentti] <http://en.wikipedia.org/wiki/Human_factors_and_ergonomics> (Luettu 10.10.2012).

Wikipedia 2012c. Poka-yoke [verkkodokumentti] <<http://en.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>> (Luettu 10.10.2012).

Kuva lähteet:

Arredacklick 2012. Capisco [verkkodokumentti] <<http://www.arredacklick.com/it/sedia-ergonomica-operativa-capisco-hag.html>> (Viitattu 8.10.2012).

Core77 2012. Sketching: Approaching the Paper with Purpose, by Paul Backett [verkkodokumentti] <http://www.core77.com/blog/education/sketching_approaching_the_paper_with_purpose_by_paul_backett_20422.asp?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+core77%2Fblog+%28Core77.com%29> (Viitattu 8.10.2012).

Ergofurniture 2102. Capisco Puls [verkkodokumentti] <<http://www.ergofurniture.com.au/capisco-puls.html>>(Viitattu 8.10.2012).

Planmeca2012. Downloads [verkkodokumentti] <http://www.planmeca.com/en/downloads/images_logos> (Viitattu 8.10.2012).

Red dot 2012. RAYSCAN α Dental X-Ray System [verkkodokumentti] <<http://www.red-dot-21.com/products/single/rayscan945-dentalxraysystem>> (Viitattu 10.10.2012).

Red dot 2012. Curve Surgical Navigation System [verkkodokumentti] < <http://www.red-dot-21.com/products/single/curve-surgicalnavigationsystem> > (Viitattu 10.10.2012).

ttl 2012. Ihmisen perusmitat [verkkodokumentti] <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/erg_tiedonlahteet/mitoitus/Sivut/default.aspx> (Viitattu 25.9.2012).

Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset 7.11.2012, Helsingin yliopiston Hammaslääketieteen laitokselle:

1. Kuinka paljon potilaita hoidatte vuosittain / kuukausittain / päivittäin?
2. Kuvataanko potilaat istualleen vai seisten?
3. Minkä tyyppisiä asiakkaita teillä käy? (ikäjakauma, pyörätuolipotilaita)
4. Minkälaisia tarpeita eri ihmisryhmillä on potilastuennan näkökulmasta? (lapset, pyörätuolit, kookkaat henkilöt)
5. Estääkö tai vaikeuttaako, jokin asia potilaan normaalin kuvaamisen?
6. Aiheuttaako jokin potilaan toiminta, että kuva joudutaan ottamaan uudelleen?
7. Esiintyykö potilailla jännitys/pelkotiloja? miten niiden kanssa toimitaan?
8. Käytätkö joitain niksejä kuvaamisen tai potilasasettelun helpottamiseksi?
9. Voisiko hoitotilannetta tai potilasasettelua jotenkin parantaa?
10. Miten käytät laitteen ohjaimia? Onko käyttöliittymän sijainti hyvä?
11. Mihin potilaan silmälasit tai muu omaisuus, kuten korvakorut tai kuulokkeet asetetaan kuvauksen ajaksi?