



MOBILE OFFICE

Etätyöpiste-konseptin muotoilu Valtra Oy Ab:n
traktorin ohjaamoon





Tiivistelmä

Toiminnallisen opinnäytetyön päämääränä on suunnitella Valtra Oy Ab:lle konsepti, jolla mahdollistetaan toimistotöiden tekeminen traktorin ohjaamossa. Idea on noussut esille Valtran tekemien asiakaskyselyiden pohjalta, joissa useat Valtran asiakkaat toivovat enemmän vapaa-aikaa perheidensä kanssa työpäivien jälkeen. Tiedonhankinnan osana suoritettut asiakashaastattelut osoittavat, että usean Valtran asiakkaan työpäivä koostuu traktorilla tehdyistä töistä, sekä hallinnollisista toimistotöistä. Traktoreissa yleistynyt automaatio mahdollistaa kuljettajan keskittymisen muuhun kuin ajamiseen, joka mahdollistaa toimistotöiden tekemisen traktorin tehdessä työt autonomisesti.

Tiedonhankinnassa käytetään tutkimusmenetelminä vertailuanalyysia, sekä käyttäjähaastattelua. Vertailuanalyysissä tutkitaan useita erilaisia tuotteita, joiden ominaisuuksia on mahdollista soveltaa opinnäytetyössä, sillä vastaavaa tuotetta ei ole vielä markkinoilla. Puolistrukturoidulla käyttäjähaastattelulla selvitettiin käyttäjien töiden sisältöä ja työtottumuksia.

Käyttäjähaastatteluista ja vertailuanalyysistä kerätyt tiedot analysoitiin ja niiden pohjalta luotiin idealuonnoksia. Idealuonnosten pohjalta kehitettiin kaksi konseptia, jotka esitettiin Valtran tuotekehityksen henkilöstölle. Kahden konseptin ideoista rajattiin yksi lopullinen konsepti, josta rakennettiin toiminnallinen prototyyppi. Sen toimivuutta testattiin käyttäjätesteillä, joiden avulla määritettiin konseptin jatkokehitystarpeet. Prototyyppi mahdollisti toimistotöiden tekemisen traktorissa, mutta se ei kuitenkaan ollut vielä valmis testattavaksi peltotyöympäristössä.

Työn lopputuloksena syntynyt toiminnallinen prototyyppi esittelee konseptin idean ja toimivuuden.

Asiasanat

- Maatalouskoneen muotoilu
- Ajoneuvomuotoilu
- Käyttäjälähtöisyys
- Ohjaamon muotoilu
- Konseptimuotoilu
- Prototyyppi
- Etätyöympäristö



Abstract

The aim of functional thesis project is to design a concept for tractor manufacturer Valtra Oy Ab that enables office work in the cabin of tractor. The idea rise up from Valtras user research, in wich many users said they wanted more free time with their families after work. Research for this thesis project shows that working day of many customers of Valtra consist of work made with tractors and also of administrative work. Automation wich has become more common in tractors allows the driver to focus on other things than driving. This would allow the office work to be done in the cabin while the tractor works autonomously.

Benchmarking and user interviews were used as data collection methods. Benckmarking is used to research different products that have suitable features for this project. Half structured user interview was used to examine the contents of the users work and their workhabits.

The data from user interviews and benchmarking was analysed and ideation sketches were developed on the basis of them. Based on the sketches two concepts were created. The concepts were then presented to product development personel of Valtra. Different ideas from the two concepts were narrowed down to one concept, from wich a functional prototype was built. Usability of the concept was tested on a user test. Based on the test futher development goals were created. The test showed that the prototype enables office work in tractor, but it was clear that the prototype was not yet ready to be tested in a farming environment.

The end result of the thesis project is a prototype that presents clearly the idea of the concept and shows the benefits of a product like this.

Keywords

- Farm machine design
- Vehicle design
- Usercentric
- Cab design
- Concept design
- Prototype
- Remote workspace

Sisältö

1

Johdanto

- 1.1 Toimeksianto 2
- 1.2 Tavoitteet 3

2

Tausta

- 2.1 Valtra 5
- 2.2 Traktori 6
- 2.4 Traktorin ohjaamo 7

3

Tiedonhankinta

- 3.1 Käyttäjätutkimus 9
- 3.2 Maatilan toimistoympäristö 12
- 3.3 Megatrendit ja tulevaisuus 13
- 3.4 Käyttäjäprofiilit 14
- 3.5 Ergonomiatutkimus 15
- 3.6 Vertailuanalyysi 16
- 3.7 Muotoilun ajureiden määrittäminen 19

4

Muotoilutyö

- 4.1. Tavoitteiden uudelleenarviointi 21
- 4.2 Ideointi 22
- 4.3 Aiheen rajaus 24
- 4.4 3D-mallinnus 34
- 4.5 Prototyypin rakentaminen 38

5

Lopputulos

- 5.1 Valmis prototyyppi 45
- 5.2 Käyttäjätestaus 46
- 5.3 Jatko 50

6

Yhteenveto

- 6.1 Prosessi 53
- 6.2 Itsearviointi 54

Lähteet ja Liitteet

55



Sanasto

- **AR**= Augmented reality eli lisätty todellisuus.
- **AutoGuide** = Valtran traktoreiden automaattiohjaustoiminto, joka mahdollistaa täsmäviljelyn. AutoGuidea voidaan käyttää vain tieliikenteen ulkopuolella.
- **CMo8** = Valtra iso ohjaamomoduuli.
- **IPS**= In-Plane switching on yleinen näyttöpaneeli teknologia. Se on tunnettu laajasta katselukulmasta ja hyvästä värintoistokyvystään.
- **Renderöinti**= Realististen kuvien tuottaminen 3D-malleista virtuaaliympäristössä.
- **SmartTouch** = Valtran näytöllinen monitoimikäsinoja, jolla on mahdollista hallita lähes kaikkia traktorin toimintoja.
- **Täsmäviljely** = Maanviljelyn optimointi nykyaikaisia teknologioita hyväksikäyttäen. Tällä mahdollistetaan parempi sato ja suuret säästöt esimerkiksi lannoitteissa ja kasvinsuojeluaineissa.



1. JOHDANTO



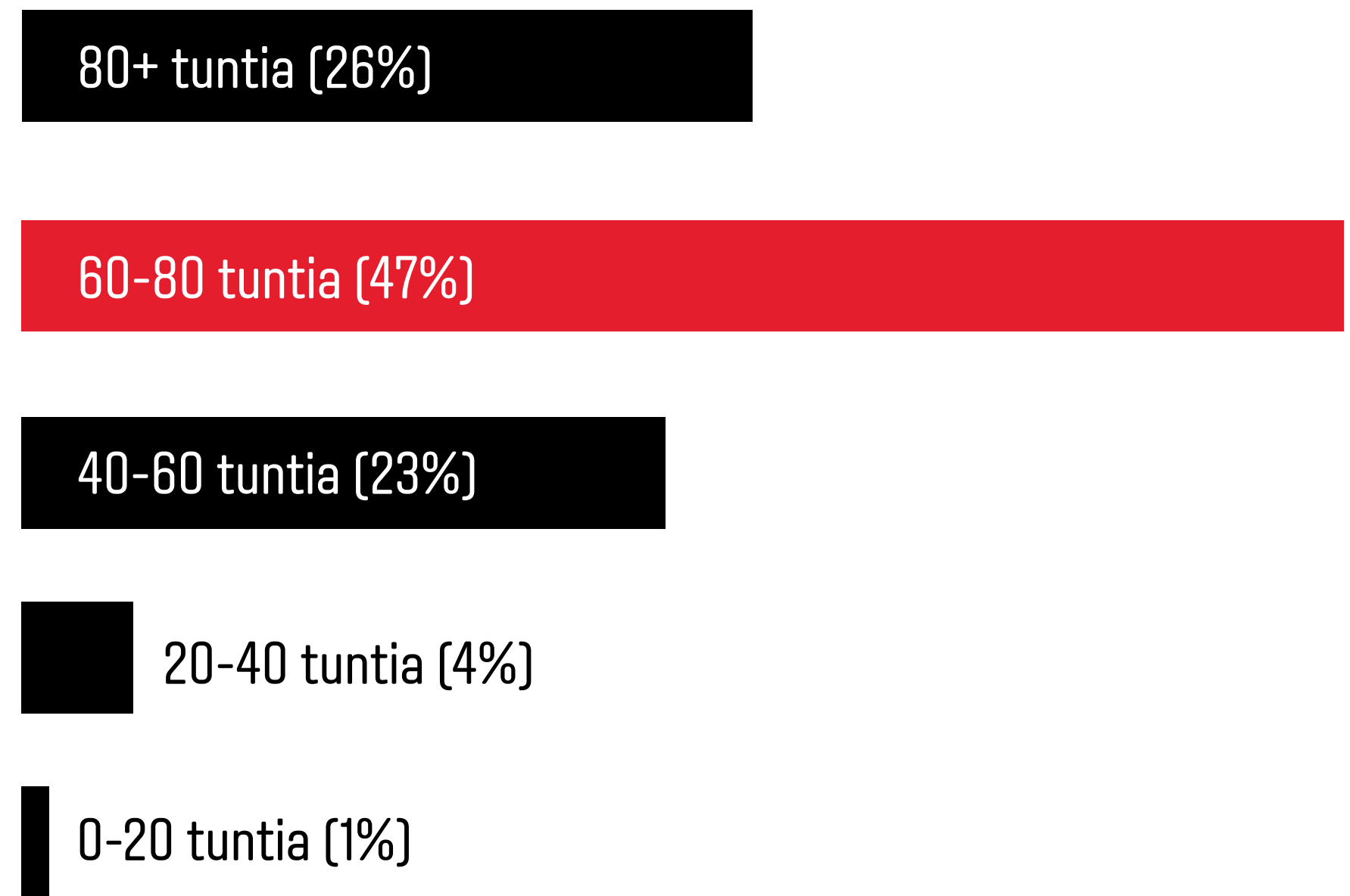
1.1 Toimeksianto

Aloitin työskentelyn Valtralla teollisen muotoilun harjoittelijana keväällä 2022. Kesäkuun lopulla Valtran Muotoilun & Käyttökokemuksen päällikkö Kimmo Wihinen kysyi, kiinnostaisiko minua tehdä opinnäytetyöni Valtralle. Aiheena tulisi olemaan tuotekonseptin muotoilu, joka mahdollistaisi toimistotöiden tekemisen traktorin ohjaamossa. Opinnäytetyön työnimenä toimisi "Mobile office".

Valtran tekemissä käyttäjätutkimuksissa maanviljelijöiden suurimpina toiveina ovat olleet ansaita maanviljelystä luotettava elanto ja saada lisää vapaa-aikaa (Wihinen 2023). Oheinen kuvio 1 osoittaa, että lähes puolet maanviljelijöistä kertoo tekevänsä 60-80 tuntista työviikkoa, kun taas muilla aloilla viikoittainen työtuntimäärä on noin 35.8 tuntia (Browne 2016). EU:n tukien ja määräysten myötä "paperitöiden" määrä on kasvanut huomattavasti. Nämä työt tehdään useimmiten vasta muiden töiden jälkeen illalla. Tämä lyhentää entisestään vapaa-aikaa (Wihinen 2023).

Useat uudet traktorit pystyvät työskentelemään pellolla hyvinkin autonomisesti. Tämä vapauttaa kuljettajan traktorin ajamisesta, jolloin aikaa olisi myös muun työn tekemiseen. Tällä hetkellä tämä aika käytetään kuitenkin suurimmaksi osaksi sosiaalista mediaa selaten. Mobile office konseptilla on tarkoitus tarjota maanviljelijälle tilat toimistotöiden tekemiseen traktorissa. Näin maanviljelijälle jää enemmän vapaa-aikaa. (Wihinen 2023).

Kuinka monta tuntia teet töitä viikossa keskimäärin?



Kuvio 1. Agrilandin teettämän työaikakyselyn tulokset (Mukailtu Browne 2016)

1.2 Tavoitteet

Oheisessa kuviossa 2 on esitetty opinnäytetyön alkutavoitteet ja rajaukset, jotka on koostettu toimeksiannon ja toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta.

MIKSI Autonomisuuden kehittyminen traktoreissa on mahdollistanut kuljettajan keskittymisen muuhun kuin itse ajamiseen. Vaikka autonomisuus vapauttaa kuljettajan jo useista työtehtävistä, kuljettaja tarvitaan ohjaamoon valvomaan työn jälkeä ja ajamaan peltojen väliset siirtoajot. Tämänhetkisen ohjaamon tilat eivät kuitenkaan mahdollista tuon vapaa-ajan tehokasta hyötykäyttöä.

MITÄ Opinnäytetyön tavoitteena on luoda konsepti, joka mahdollistaa toimistotöiden tekemisen traktorin ohjaamossa. Konsepti ottaa kantaa ohjaamon tiloihin, mutta ei niinkään laitteisiin joilla töitä tul-tai-siin tekemään. Näin tuotteen arvo säilyisi myös tulevaisuudessa teknologian kehittyessä.

KENELLE Konseptin kohderyhmänä ovat älymaataloudesta ja tarkkuusviljelystä kiinnostuneet maanviljelijät ja urakoitsijat. Kohderyhmään kuuluvat asiakkaat ovat valmiita maksamaan kalliistakin lisävarustepaketista, jos se tehostaa töitä ja työntekijöiden jaksamista.

MITEN Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytetään vertailuanalyysia, sekä käyttäjähaastattelua. Vertailuanalyysissä tutkitaan useita erilaisia tuotteita, joiden ominaisuuksia olisi mahdollista soveltaa konseptissa, sillä sitä vastaavaa tuotetta ei ole vielä markkinoilla. Puolistrukturoiduilla käyttäjähaastattelulla selvitettiin käyttäjien töiden sisältöä, nykyisen ohjaamon kipupisteitä ja työtottumuksia.

MILLAINEN Opinnäytetyön lopputuote on toiminnallinen prototyyppi, jonka avulla voidaan arvioida konseptin mahdollisuuksia ja markkinoita. Opinnäytetyössä ei perehdytä tarkasti mahdollisiin sarjatuotantovalmistekniikkoihin tai jatkokehitykseen massatuotantoa varten.

MILLOIN Opinnäytetyö aloitettiin tiedonhankinnalla ja tavoitteiden rajauksella elokuussa 2022. Ideointi ja luonnosvaihe keskittyivät vuosien 2022 ja 2023 vaihteseen, jolloin ensimmäiset konsepti-ideat esiteltiin myös Valtran tuotekehityksen henkilökunnalle. Konseptista rakennettiin toiminnallinen prototyyppi keväällä 2023.

Kuvio 2. Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus



Kuva 1. Valmetin ensimmäinen tehdas Jyväskylän Tourulassa (Valtra 1950).

2. TAUSTA



2.1 Valtra

Valtran tarina alkaa toisen maailmansodan jälkeen, jolloin aiemmin sotateollisuuden tarvitsemat tehtaot alkoivat tuottaa tuotteita siviileille. Vuonna 1945 Suomen valtio yhdisti puolustusalan tehtaansa yhteisen Valtion Metallitehtaat -nimen alle ja myöhemmin vuonna 1951 nimi lyhennettiin muotoon Valmet. Kuvassa 1 näkyvään Jyväskylän Tourulassa sijaitsevaan vanhaan kivääritehtaaseen perustettiin traktoritehdas, jossa ensimmäiset Valmet-traktorit valmistettiin vuonna 1951.

Valmet kasvoi nopeasti ja Valmetin 10 000. traktori valmistui jo vuonna 1958. Kansainvälistyminen alkoi jo muutaman vuoden päästä, kun Valmet avasi toisen tehtaansa Brasilian Mogi das Cruzesiin.

Vuoden 1960 lopussa esitelty kuvan 2 Valmet 361 D oli ensimmäinen traktori, jonka kehityksessä Valmet käytti teollista muotoilua. Siitä lähtien teollinen muotoilu on ollut oleellinen osa Valmetin sekä myöhemmin Valtran tuotekehitystä. (Niskanen 2010, 23-37.)

Valtra ja sitä edeltäneet yritykset ovat muotoilullaan tuoneet markkinoille useita nykyään itsestäänselviä traktorin ominaisuuksia, kuten turvaohjaamon, henkilöauton kaltaiset hallintalaitteet, taaksepäin ajon sekä ergonomisen ja hiljaisen työympäristön (Wihinen 2015, 19).

Vuonna 2001 silloinen Valtra Valmet vaihtoi nimensä Valtraksi juhliessaan 50-vuotista taivaltaan. Vain kaksi vuotta nimenvaihdoksen jälkeen Valtra vaihtoi omistajaa neljännen kerran kymmenen vuoden sisään. Uudeksi omistajaksi löytyi Yhdysvaltalainen AGCO, jonka omistuksessa Valtra on edelleen. (Niskanen 2010, 161-184). AGCO on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden valmistaja ja kehittäjä. Sen suurimpia tuotemerkkejä ovat Valtra, Massey Ferguson ja Fendt (AGCO Power).

Valtran tuotevalikoimaan kuuluu tällä hetkellä kuusi eri teho- ja kokoluokan traktorisarjaa. Lisäksi Etelä-Euroopan markkinoille on saatavilla pieni viini- ja hedelmätarhatraktori.

Valtra on voittanut muotoilullaan useita Red Dot ja iF Design Award -palkintoja (ED Design 2022).



Kuva 2. Valmet 361D (Mukaiitu Nettikone 2022)



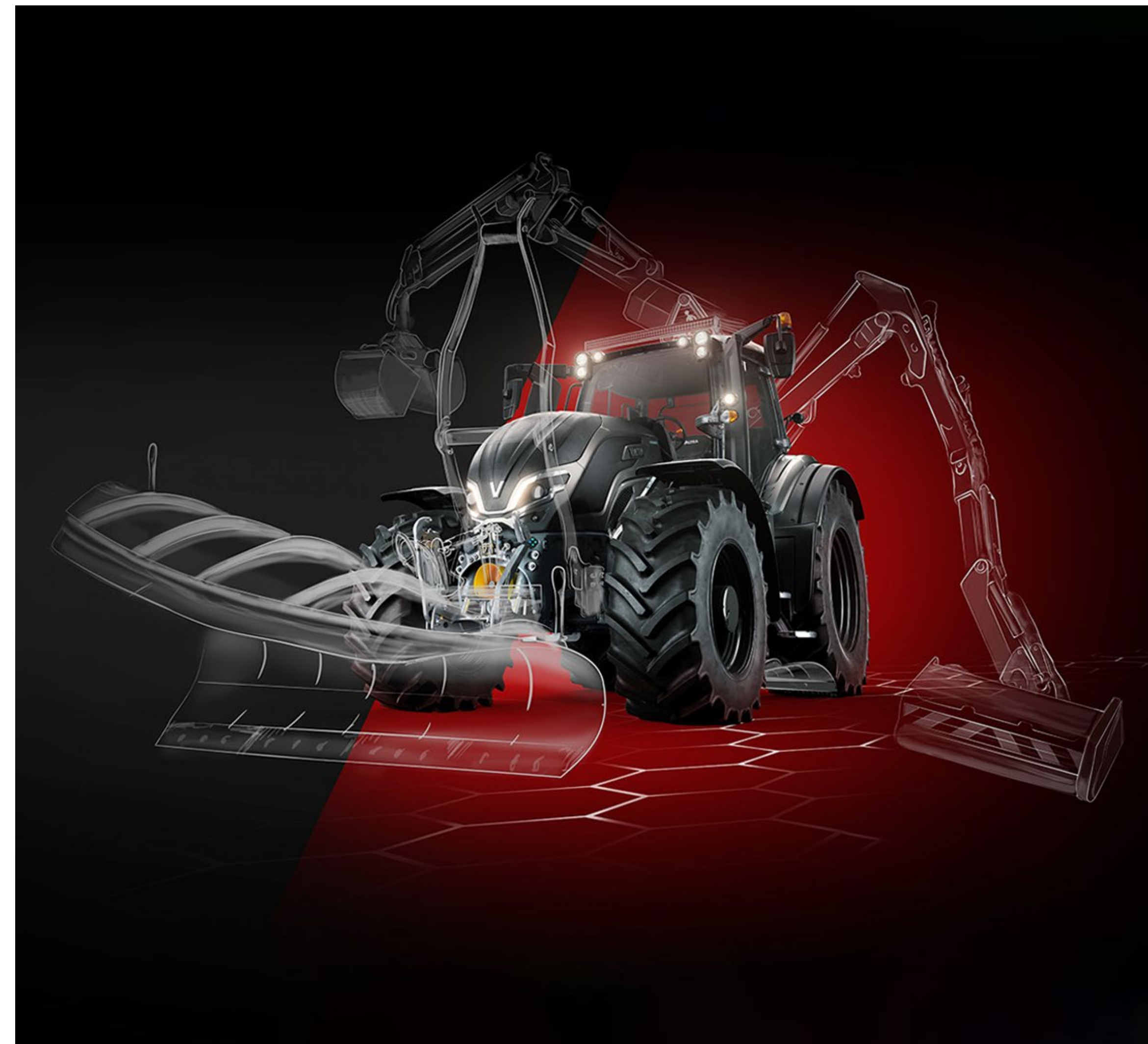
2.2 Traktori

Traktori on työkone, jolla on maatalouden lisäksi monia muita käyttösovelluksia. Pelkällä traktorilla itsessään ei voi vielä tehdä kovin paljon, mutta siihen lisättävien lisälaitteiden ansiosta traktori on yksi monikäyttöisimmistä työkoneista. Erilaisia työtehtäviä mahdollistavia lisälaitteita on tuhansia (kuva 3).

Alun perin traktori suunniteltiin peltotöihin korvaamaan hevosia, mutta nykyään traktorin työtehtäviin kuuluu peltotöiden lisäksi niin lentokenttien aurausta, tienhoitoa, sotilaskaluston kuljettamista, kuin metsäpalojen sammutusta.

Työtehtävien lisääntymisen myötä myös teknologian määrä traktoreissa on kasvanut. Useita traktorin toimintoja pystytään ohjelmoimaan automaattiseksi ja esimerkiksi parhaan varustetason traktorit pystyvät suoriutumaan useista peltotöistä automaattisesti kuljettajan ohjelmoinnin mukaan. Valtran traktoreissa tämän mahdollistaa Valtra Guide-toiminto, jolloin traktorin gps-yhteyden avulla automaattiohjaustarkkuus on vain muutamia senttimetrejä (Valtra).

Traktoreissa saatetaan viettää jopa 12 tuntia päivässä, joten sisätilan ergonomia ja viihtyisyys ovat erittäin tärkeitä elementtejä traktorin muotoilussa. Kuljettajan työrasitus on helpottunut automaattiohjauksen myötä, mutta vapautunutta aikaa ei ole tällä hetkellä mahdollista käyttää tehokkaasti hyväksi.



Kuva 3. Erilaiset lisälaitteet mahdollistavat traktorin monikäyttöisyyden (Valtra 2023).



2.3 Traktorin ohjaamo

Oheinen kuva 4 auttaa ymmärtämään miltä traktorin ohjaamo vuonna 2023 näyttää. Kuvassa on Valtran uusimman Q-Sarjan traktorin ohjaamo.

- 1. Ohjauslaitteet**
Autoista poiketen traktorin ratin saa nostettua pystyasentoon, mikä helpottaa liikkumista ohjaamossa.
- 2. Mittaristo**
Digitaalinen mittaristo sijaitsee oikeassa A-pilarissa.
- 3. Kattoikkuna**
Kattoikkuna lisää kuljettajan näkyvyyttä, kun etukuorimainta nostetaan korkealle.
- 4. Lisälaiteraut**
Lisälaiterautaan on mahdollista kiinnittää työkoneiden ohjaimia tai lisänäyttöjä.
- 5. Smart Touch -käsinoja**
Käsinojasta ohjataan lähes kaikkia traktorin toimintoja. Tärkeimmät toiminnot ovat fyysisillä hallintalaitteilla, kun taas muut toiminnot löytyvät kosketusnäytöltä.
- 6. Ilmajousitettu istuin**
Ilmajousitettu istuin pehmentää kuljettajan rasitusta traktorin heiluesssa.
- 7. Apukuljettajan istuin**
Pieni istuin on tarkoitettu lapselle tai lyhyitä siirtymiä varten. Taitettuna istuimen selkänoja toimii tasona.



Kuva 4. Traktorin ohjaamon ominaisuuksia



3. TIEDON- HANKINTA



3.1 Käyttäjätutkimus

Opinnäytetyöprosessi sisälsi kaksi käyttäjätutkimusta. Haastattelin tutkimuksissa Valtran työntekijöitä, sekä maanviljelijöitä eri puolilta Suomea. Tutkimusmenetelminä käytettiin valokuvausta, havainnointia ja puolistrukturoitua haastattelua. Tavoitteina oli kartoittaa kohderyhmän työskentelytapoja ja tottumuksia.

Ensimmäisen haastattelu tapahtui Teams-puhelun välityksellä kahdelle Valtran työntekijälle, Risto Rahkoselle ja Samuel Hardy-Linnalle. Heistä molemmat ovat työskennelleet traktorien parissa yli kymmenen vuotta. Rahkosen toimenkuvaan on kuulunut usean vuoden ajan Valtran ohjelmistojen testaus ja validointi, minkä vuoksi tietokoneen käyttö traktorissa on tullut hänelle erittäin tutuksi. Hardy-Linna toimii tällä hetkellä Valtralla Smart Agriculture -osastolla johtavassa asemassa. Tämän lisäksi hänellä on aikaisempaa kokemusta työkoneurakoinnista ja traktori työskentelystä Keski-Euroopassa.

Hardy-Linnaa ja Rahkosta haastatellessani halusin saada kerättyä lähtötietoja myöhempää asiakashaastattelua varten. Tavoitteena oli myös kuulla Rahkosen ajatuksia ja kokemuksia tietokonetyöstä traktorissa ja sen mahdollistamisesta nyt.

Rahkosen (2022) mukaan tietokoneella työskentely traktorissa on tällä hetkellä erittäin hankalaa, sillä ohjaamosta ei löydy tietokoneelle soveltuvaa tasoa, jolla sitä olisi helppo käyttää. Tästä syystä tietokonetta käytetään usein sylissä niin, että näppäimistö on kuljettajan vatsaa vasten ja näytön takaosa lepää kuljettajan reisillä. Kyseinen tapa oli yleinen käytäntö ohjelmoijien parissa, vaikka se aiheutti usein niskakipuja. Kannettava tietokone ei ole ideaali vaihtoehto päätelaitteeksi ohjaamoon sen viemän tilan vuoksi, sille parempi vaihtoehto voisi olla tablettitietokone.

Asiakashaastatteluun halusin valita asiakkaita, joilla on jo tällä hetkellä käytössä autopilotilla varustettuja traktoreita. Uskoin saavani heiltä parhaan kuvan autopilotilla ajamisesta ja näkemyksiä toimistotöiden tekemisestä sen aikana.

Valtran muu muotoilutiimi suositteli maatiloja, joiden kanssa he olivat aiemmin tehneet yhteistyötä ja joilta he olivat saaneet rakentavia vastauksia. Näistä kohteiksi valikoituivat Koivikon Kartano Kiteeltä sekä Kalajoen Neliveto Kalajoelta (kuvio 3). Molemmilla maatiloilla on töissä vakituisesti useita henkilöitä ja heillä oli kattavaa kokemusta niin Valtroista kuin muidenkin merkkien työkoneista.

Koivikon Kartano lukeutuu Itä-Suomen suurimpiin luomumaitotiloihin. He työllistävät noin 10 henkilöä ympärivuotisesti ja heillä on myös opetustoimintaa yhteistyössä Riveria-ammattiopiston kanssa.

Kalajoen Neliveto on keskittynyt koneurakointiin sekä työkonekorjaukseen ja -huoltoon. Yrityksen omistajien, Juha-Pekka ja Ville-Matti Vuolletin lisäksi Kalajoen Neliveto työllistää neljä henkilöä ympärivuotisesti.

Pääsimme kollegani, Jaakko Järvisen kanssa molemmilla maatiloilla haastattelemaan tilanomistajia ja useita työntekijöitä. Molemmilla tiloilla aikaa

kului noin kahdeksan tuntia. Käyttäjätutkimuksemme tavoitteena oli selvittää toimistoympäristön luomisen lisäksi tämänhetkisen CM08-ohjaamon hyviä ja huonoja ominaisuuksia, sekä tutkia käyttäjien yleisiä kokemuksia siitä.



Kuvio 3. Maatilavierailuiden paikkakunnat kartalla

Tärkeimpiä löydöksiä käyttäjätutkimuksessa:

Sivuraudassa olevia näyttöjä on tällä hetkellä erittäin vaikea käyttää ajon aikana etenkin, jos ajo tapahtuu pellolla. Ilmajousitteisen penkin ansiosta traktorin heilunta ei kohdistu kuljettajaan voimakkaasti. Tämän haittapuoli on kuitenkin se, että kuljettaja ja penkki heiluvat eri tahtiin kuin muu ohjaamo. Kosketusnäyttöjen käyttäminen vaatii paljon tarkkuutta, joten niiden käytön helpottamiseksi, ne tulisi kiinnittää penkkiin tai penkin käsinojaan. Pellolla ajaessa myös käsinojaan kiinnitetyllä kosketusnäytöllä on hankalaa kirjoittaa, sillä eteen ojennettu käsi heiluu herkästi. Kosketusnäytöstä ei myöskään saa haptista palautetta, kuten fyysisestä näppäimistöstä. Myös tulevaisuudessa puheentunnistus toimisi tekstinsyötössä. Monet näistä huomioista olivat myös nousseet esille aiemmin tekemässäni käyttäjähastattelussa Rahkosen ja Hardy-Linnan kanssa.

Autopilotti on jo vähentänyt huomattavasti työn kuormittavuutta verrattuna aikaan ilman autopilottia. Työn ohessa on helppo pitää taukoja, syödä eväitä ja käyttää sosiaalista mediaa. Eväiden syömistä kuitenkin haittaavat puutteelliset tilat. Tällä hetkellä kuljettaja joutuu syömään eväät pitäen niitä sylissä tai käyttäen hankalasti sijoitettua apukuljettajan penkin tasoa.

Autopilotti on myös mahdollistanut viihteen kulutuksen. Kalajoen Nelivedolla haastatteleman Vuolletin kertoivat katsovansa usein videoita Youtubesta traktorin ajaessa autopilotilla. Heidän mukaansa tällaiset

tauot tekevät työpäivästä kevyemmän, jolloin illalla työpäivän jälkeen jaksaa tehdä myös muuta kuin nukkua.

Koivikon Kartanolla ilmeni, että he tekevät talvisin paljon teiden kunnossapitoa Destialle. Tämä vaatii sen, että traktorissa on pidettävä mukana Destialta saatua puhelinta, josta työntekijä näkee työkohteet ja merkitsee tehdyt työt. Omaa puhelinta tarvitsee kuitenkin myös muuhun kommunikointiin ja usein myös musiikin toistamiseen. Tästä syystä toivottiin mahdollisuutta kahdelle puhelintelineelle, niin että molemmat olisivat helposti käytettävissä. Yleisesti työkoneurakoinnissa tärkeänä osana työpäivää ovat asiakkaiden puheluihin ja viesteihin vastaaminen sekä laskuttaminen, joten puhelin olisi myös tämän vuoksi hyvä saada helposti käytettäväksi.

- Modulaarisuus
- Helppokäyttöisyys
- Viihteen kuluttaminen traktorissa
- Eväiden syömisestä helpompaa
- Tarkka käyttöä

Kuvio 4. Käyttäjätutkimuksessa esiin nousseita toiveita sanapilvenä

3.2 Maatilan toimistoympäristö

Toimistoympäristön tutkiminen tarkemmin auttoi selvittämään toimiston ominaisuuksia ja rajaamaan konseptilla tavoiteltua toimistokokemusta. Käyttäjätutkimuksessa selvitettiin myös maatiloilla toimistotoissa käytettäviä välineitä ja ohjelmia. Näin saatiin varmistettua projektin tavoitteiden relevanttius.

Molemmilla vierailemillani maatiloilla oli toimistot toimistotöitä varten ja lähes kaikki toimistossa tehdyt työt tehtiin tietokoneella tai puhelimella. Molemmissa toimistoissa oli vain yksi työpiste. Toimistojen kalustusta ja välineistöä vertaillen kuvan 5 mukaiset yhtäläisyydet ja tarpeet nousivat molemmissa vierailemissani kohteissa esille.

Maatilalla tärkeimpiä toimistotöitä olivat peltokirjanpito, viljelysuunnittelu, tuotantoeläinseuranta, kirjanpito, navettakirjanpito, varastojen saldojen seuranta, työntekijähallinta ja säätietojen seuraaminen. Peltokirjanpitoon ja viljelysuunnitteluun käytettiin molemmilla maatiloilla Wisu-nimistä palvelua, jota on mahdollista käyttää tietokoneella ja mobiililaitteella.

LAITTEIDEN LATAUS

TIETOKONE JA LISÄNÄYTTÖ

NÄPPÄIMISTÖ JA HIIRI

ERGONOMINEN ISTUIN

KYNÄ JA PAPERIA

KORKEUSSÄÄDETTÄVÄ PÖYTÄ



Kuva 5. Toimiston elementit eriteltynä kuvasta. (Mukaiutu, Lambillotte, 2020)



3.3 Megatrendit ja tulevaisuus

Mobile Office -konseptilla on tavoite päästä markkinoille lähi-tulevaisuudessa, siksi päätin tutkia tulevaisuuden megatrendejä ja muita vaikuttavia tekijöitä tulevaisuuden maanviljelyyn ja teknologiaan.

Euroopan komission vuosille 2023-2027 tekemän Yleisen maataloussäädöksen (CAP) yhtenä päätavoitteista on tukea maanviljelijöitä huomattavasti aiempaa enemmän. Maataloustukien budjettia on nostettu ja tukia aiotaan jakaa entistä enemmän pienille ja keskikokoisille maatiloille sekä nuorille maanviljelijöille. Tukien määrään tulevat vaikuttamaan myös maatalan täyttämät ympäristöystävällisyystavoitteet. (Euroopan komissio.)

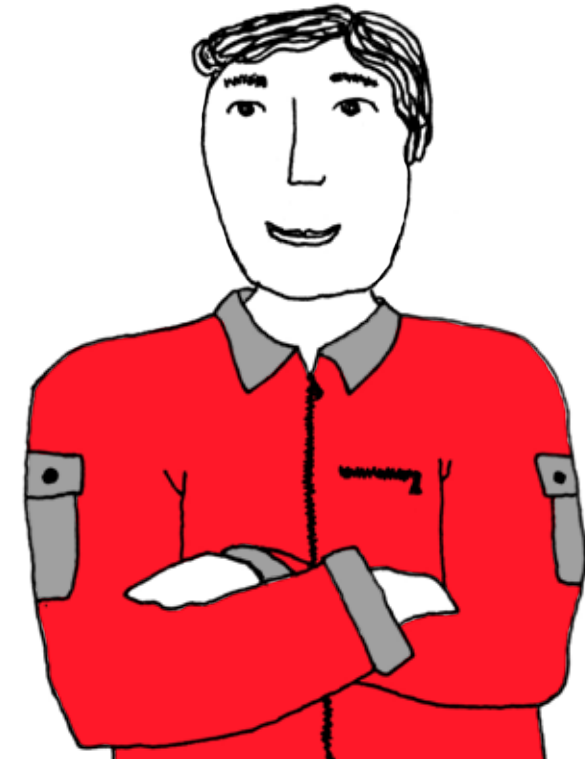
Uusien ympäristöystävällisyystavoitteiden vuoksi tarkkuusviljelystä on tulossa entistä tärkeämpää maanviljelyä elinkeinonään sitä harjoittaville. Tarkkuusviljely mahdollistaa esimerkiksi kasvinsuojeluaineiden ruiskuttamisen vain sitä tarvitseville alueille koko pellon sijaan (Marr 2022). Tarkkuusviljely säästää siis ympäristön lisäksi myös maanviljelijän rahaa ja aikaa. Tämän mahdollistavat kuitenkin vain uusimmat laitteet ja teknologiat, minkä takia uudet laitehankinnat tulevat olemaan maanviljelijöille tärkeitä.

IOT eli Internet of things tulee yleistymään myös maatalouslaitteissa ja maatiloilla (StartUs Insights 2023). Tämä tulee mahdollistamaan useiden maatalatoimintojen hallinnoinnin, sekä tietojen seurannan etänä.

3.4 Käyttäjäprofiilit

Käyttäjäprofiilit ovat työkalu käyttäjien ymmärtämistä varten. Ne auttavat luomaan yhteistä ymmärrystä käyttäjistä, heidän mahdollisista toiveistaan ja asemastaan verrattuna suunniteltavaan tuotteeseen. (Innokylä).

Loin kolme käyttäjäprofiilia kolmesta eri maatilatyön näkökulmasta (kuvat 6-8). Profiilit auttoivat konkretisoimaan ongelman sekä sen ratkaisun vaikutukset.



Kuva 6. Tapio (Tiitinen 2023)

TAPIO, 58

Tapio omistaa suuren maatilan, joka työllistää hänen lisäksi viisi henkilöä ympärivuotisesti. Tilan töihin kuuluu maanviljelyä, karjanhoitoa sekä teiden kunnossapitoa. Hän omistaa viisi traktoria, joista jokainen on käytössä lähes päivittäin. Kahdessa traktorissa olevat älyviljelyominaisuudet ovat säästäneet jo paljon rahaa ja aikaa. Tulevaisuudessa myös loput traktorit olisi tarkoitus päivittää uusiin.

Maatilan kasvaneiden hallintotehtävien takia Tapio työskentelee traktorilla itse vain silloin, kun muilta töiltään ehtii. Hän toivoisi myös helppoa tapaa, jolla voisi hallita tilan töitä ja olla yhteydessä työntekijöihinsä.



Kuva 7. Ulla (Tiitinen 2023)

ULLA, 40

Ulla toimii yksityisyrittäjänä urakoitsijana. Hänen työtehtävänsä vaihtelevat paljon päivän ja asiakkaan mukaan, mutta hän hoitaa lähes kaikki työt omalla leasing traktorillaan. Näin traktoria on helppo vaihtaa uudempaan uusien ominaisuuksien tullessa markkinoille. Hänen asiakkaansa arvostavat älymaatalousominaisuuksien tuomia hyötyjä ja ovat valmiita maksamaan niitä tarjoavalle urakoitsijalle enemmän. Työpäivät pelloilla ovat usein pitkiä, joten oman yrityksen hallinnolliset asiat jäävät usein iltatöiksi.



Kuva 8. Herkko (Tiitinen 2023)

HERKKO, 29

Herkko omistaa pienen maatilan, jolla hän työllistää täysipäiväisesti vain itsensä. Hän omistaa yhden traktorin, jota hän käyttää kesäisin maatilan töihin sekä urakointiin ja talvisin teiden auraukseen. Etenkin kesäisin traktorin ratissa saattaa vierähtää jopa 12 tuntia päivässä.

Häntä kiinnostavat älymaatalous ja oman työn optimointi. Herkko toivoisi lisää vapaa-aikaa vaimonsa ja lastensa kanssa.



3.5 Ergonomiatutkimus

Tutkin nykyisen ohjaamon tiloja ja huomasin nopeasti, että kannettava tietokone vie ohjaamosta todella paljon tilaa ja näkyvyyttä (kuva 9). Näppäimistöille oli hyvin tilaa kuljettajan sylissä ja penkin omat kyynärnojat toivat kirjoittaessa hyvän tuen käsille. SmartTouch-näytön vieressä olisi hyvin tilaa tabletille tai tabletin kokoiselle näytölle. Niiden paikkaa olisi kuitenkin hyvä pystyä muuttamaan riippuen kuljettajan tarvitsemasta näkyvyydestä.

Tavalliselle optiselle hiirelle ei löytynyt sopivaa paikkaa. Optisen hiiren tarkka käyttö vaatii myös paljon pöytätilaa verrattuna muihin vaihtoehtoihin. Optista hiirtä parempi vaihtoehto olisi staattisesti käytettävä hiiri, joka ei pääse tippumaan traktorin heiluessa. Staattisesti käytettävistä hiiristä yleisimpiä ovat pallohiiret ja kannettavista tietokoneista tutut kosketusalustat. Myös muita staattisesti käytettäviä hiiriä löytyy markkinoilta. Pidin kuitenkin pallohiirtä ja kosketusalustaa parhaina vaihtoehtoina, sillä ne ovat käyttäjille suurimmalla todennäköisyydellä tuttuja, eivätkä ne vaadi uuden opettelua.

Suurimman haasteen toimistoympäristön suunnittelussa traktorin ohjaamoon tekee käytössä olevan tilan määrä. Työterveyslaitos (TTL) määrittää, että

vähimmäiskoko yhden hengen työtillalle on 10-12 neliötä (Työterveyslaitos). Kuitenkin mittaukseni mukaan Valtran CM08 ohjaamon pohjapinta-ala on vain noin 1.6 neliötä. Tämän vuoksi lopullisista ratkaisuista on saatava kompakteja ja monikäyttöisiä.

Työterveyslaitoksen laatimassa Työtilan suunnittelu -ohjeessa oli kattavasti kerrottu ergonomisen ja toimiva toimistoympäristön suunnittelusta. Huomasin kuitenkin, että suurinta osaa suosituksista ei voida toteuttaa traktorin ahtaassa ohjaamossa. Tutkinkin tarkemmin suosituksien lähtökohtia, eli toimistotöissä räsittäviä asentoja ja toimintatapoja. Näistä löysin myös Työterveyslaitoksen tekemän listan. Valitsin listalta kolme räsittävien aiheuttajaa, joihin uskoin pystyväni vaikuttamaan eniten muotoilullisilla ratkaisuillani. Ne ovat:

- Kumara, kiertynyt tai taaksepäin taipunut **niskan asento**,
- Hankalat ja tukemattomat **käden asennot**
- Samoina **toistuvat pään tai käsien liikkeet**. (Työterveyslaitos.)



Kuva 9. Kannettava tietokone vie erittäin paljon tilaa traktorin ohjaamosta, eikä sille ole sopivaa paikkaa.



3.6 Vertailuanalyysi

Vertailuanalyysi tarkoittaa tutkimusmenetelmää, jossa verrataan omaa tekemistä toisten toimintaan. Tällä tavoin pyritään löytämään parhaita mahdollisia käytäntöjä ja kehittämään omaa tekemistä. Vertailuanalyysin peruserä on siis toisilta oppiminen. (Laaksonen, 2019)

Opinnäytetyöni aihetta vastaavaa tuotetta ei ole vielä markkinoilla, joten aloitin tutkimalla erilaisia sovellettavissa olevia tuotteita ja niiden ominaisuuksia. Etsin tuotteita ja ajoneuvoja, joilla on pyritty mahdollistamaan työskentelyä liikkuen.

Ensimmäisenä mieleeni tulivat useat viranomaisajoneuvot, kuten poliisiautot ja ambulanssit. Näissä työskentelyä varten ajoneuvoihin on jälkiasennettu tietokoneteline tai pöytä. Samoja tuotteita markkinoitiin myös käytettäväksi muun ammattiliikenteen puolelle.

Tietokonetelineen lisäksi markkinoilta löytyi useita autoihin tarkoitettuja ohjauspyörään kiinnitettäviä pöytätasoja. Näiden ongelmaksi traktorissa muodostuvat kuitenkin ilmajousettettu penkki ja sen myötä kuljettajan voimakas heiluminen. Ergonomiatutkimuksessa huomasin, että olisi tärkeää saada kiinnitettyä pöytätaso istuimeen, jolloin se heiluisi kuljettajan kanssa samaan tahtiin.

Tutkin myös junissa ja lentokoneissa käytössä olevia pöytä-ratkaisuja. Junissa käytettävät pöydät toimivat hyvin kyseisessä käyttöympäristössä, mutta en löytänyt traktorin ohjaamoon sovellettavia ratkaisuja. Sen sijaan lentokoneissa käytettävistä pöydistä löysin monia hyödyllisiä toimintoja ja ominaisuuksia omaan aiheeseeni liittyen.

Työkoneteollisuudessa tietyt teknologiset ratkaisut tulevat osittain ajoneuvoteollisuutta jäljessä pienemmistä valmistusvo-lyymeista ja käytettävissä olevista resursseista johtuen. Autojen kosketusnäyttöjen koot ovat kasvaneet viime vuosina huomattavasti. Niitä käytetään pääsääntöisesti vain auton toimintojen hallintaan. Löysin kuitenkin vertailuanalyysiini uuden BMW i7:ään lisävarusteena saatavan viihdenäytön.

Myös uudet ja kehittyvät teknologiat herättivät kiinnostusta. Erityisesti AR:n luomat mahdollisuudet voisivat luoda ratkaisuja konseptissa.



Kuva 10. Tietokoneteline (Mukailtu RAM Mounts 2022)

RAM Mounts -tietokoneteline

Useimmissa universaaleissa telineissä kannettava tietokone kiinnittyy telineeseen telineen nurkissa olevien "hampaiden" avulla. Telineen pöytätaaso pystyy myös liikuttamaan varren pyörähdysakselin avulla, jolloin tietokone saadaan helposti siirrettyä kuljettajan edestä sivummalle. Telineitä on saatavilla universaaleilla ruuvikiinnityksellä tai autoon mallikohtaisesti suunnitellulla kiinnitysmekanismeilla.



Kuva 11. Lentokoneistuin (Mukailtu Bucher group)

Bucher-lentokoneistuin

Useissa lentokoneistuinmalleissa pöytä on kiinnitetty käsinojaan, josta se on mahdollista taitella auki matkustajan käyttöön. Pöydät on suunniteltu kevyiksi ja ne vievät vain vähän tilaa. Kasaan taittamisen mahdollistava mekanismi koostuu monesta osasta, joista useat ovat alumiinia. Tämä tekee lentokonepöydistä kalliita valmistaa.

Useat Youtube-videot, joissa opastetaan kuinka lentokonepöydät avataan ja suljetaan, osoittavat, että mekanismin toiminta on useille vaikeasti ymmärrettävä (Jypsyvloggin, 2020).



Kuva 12. BMW i7-viihdenäyttö (Mukailtu Auto Trader 2022)

BMW i7-viihdenäyttö

Vuoden 2022 alussa julkaistussa BMW:n i7-mallista löytyy lisävarusteena saatava taka-matkustajille tarkoitettu kattoon kiinnittyvä 31.3 tuumainen näyttö. Näyttö on mahdollista taittaa kattoa vasten silloin kun se ei ole käytössä. (Padeanu, 2022)

Suurikokoinen näyttö helpottaisi myös traktorissa työskentelyä ja tekisi viihteen kuluttamisesta helppoa. Kattoon kiinnitettynä näyttö voisi kuitenkin peittää ison osan kuljettajan näkyvyydestä eteenpäin sekä traktorin tärkeän kattoikkunan.



Kuva 13. AR-lasit (Mukailtu Vuzix 2023)

AR-lasit

AR-lasien avulla ohjaamoon ei tarvitsisi asentaa kiinteitä näyttöjä. Tämä mahdollistaisi tarvittavien tietojen heijastamisen lasien linseille, jolloin näyttöalueita voitaisiin myös liikutella helposti tarvittavan näkyvyyden mukaan. Tällä hetkellä AR-lasit eivät vielä mahdollista toimistotöitä, mutta kehittyessään ne olisivat erittäin potentiaalinen vaihtoehto kiinteälle näytölle.



Kuva 14. Läpinäkyvä näyttö (Mukailtu ProVideoCoalition 2021)

LG- Läpinäkyvä näyttö

Lisättyä todellisuutta olisi mahdollista hyödyntää myös käyttämällä ikkunoihin laminoituja läpinäkyviä näyttöjä. Tällaisissa näytöissä on kuitenkin isoja ongelmia. Näyttö on päällä olessaan läpinäkyvä, tästä johtuen myös näytön kontrasti on heikko nykyisiin näyttöihin verrattuna. Tästä syystä taustan liikkuessa kuvasta voi olla erittäin vaikea saada selvää. Näyttöjen suurin ongelma tulisi kuitenkin varmasti olemaan niiden hinta.

Johtopäätökset

Vertailuanalyysi antoi hyvää lähtötietoa muotoiluprosessiin. Kiinnostuin etenkin lentokoneistuinten pöytämekanismeista. Traktorin pienessä ohjaamossa niiden tuoma tilansäästö tulisi hyödyksi. Mekanismin monimutkaisuus ja pöydän tukevuus tulisivat olemaan haasteita kehitystyössä.

RAM Mountsin tietokoneteline vaikutti myös hyvältä lähtökohdalta jatkokehitykseen. Vaikka en halunnut ohjaamoon kannettavaa tietokonetta, voisi varren päässä oleva pyörähtävä pöytä olla hyvä ratkaisu. RAM Mountsin valmistamat kuulakiinnikkeet ovat jo tällä hetkellä käytössä useissa työkoneohjaamoissa, joten niiden käyttö konseptissa voisi olla hyvä idea.

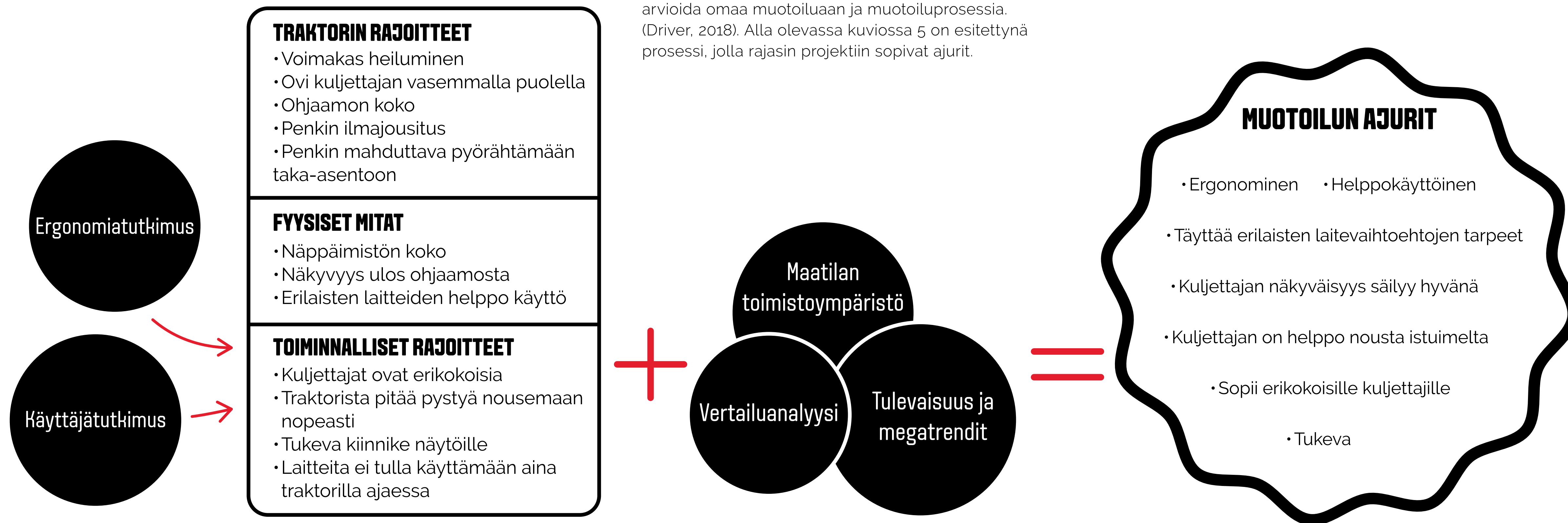
Kattoon kiinnitettävä lisänäyttö olisi hieno lisä Mobile Officeen, mutta näyttö tulisi peittämään ison osan näkyvyydestä eteenpäin. Myös ikkunaan laminoitu läpinäkyvä näyttö tulee jäämään pois konseptista, sillä se tulisi olemaan erittäin kallis, eikä se tue ajatusta asiakkaan mahdollisuudesta valita omat laitteensa.

Tulevaisuutta ajatellen AR on potentiaalinen teknologia. Haluan pyrkiä muotoilullani mahdollistamaan AR:n käytön, mutta se ei tule olemaan konseptin ensisijainen päätelaite.

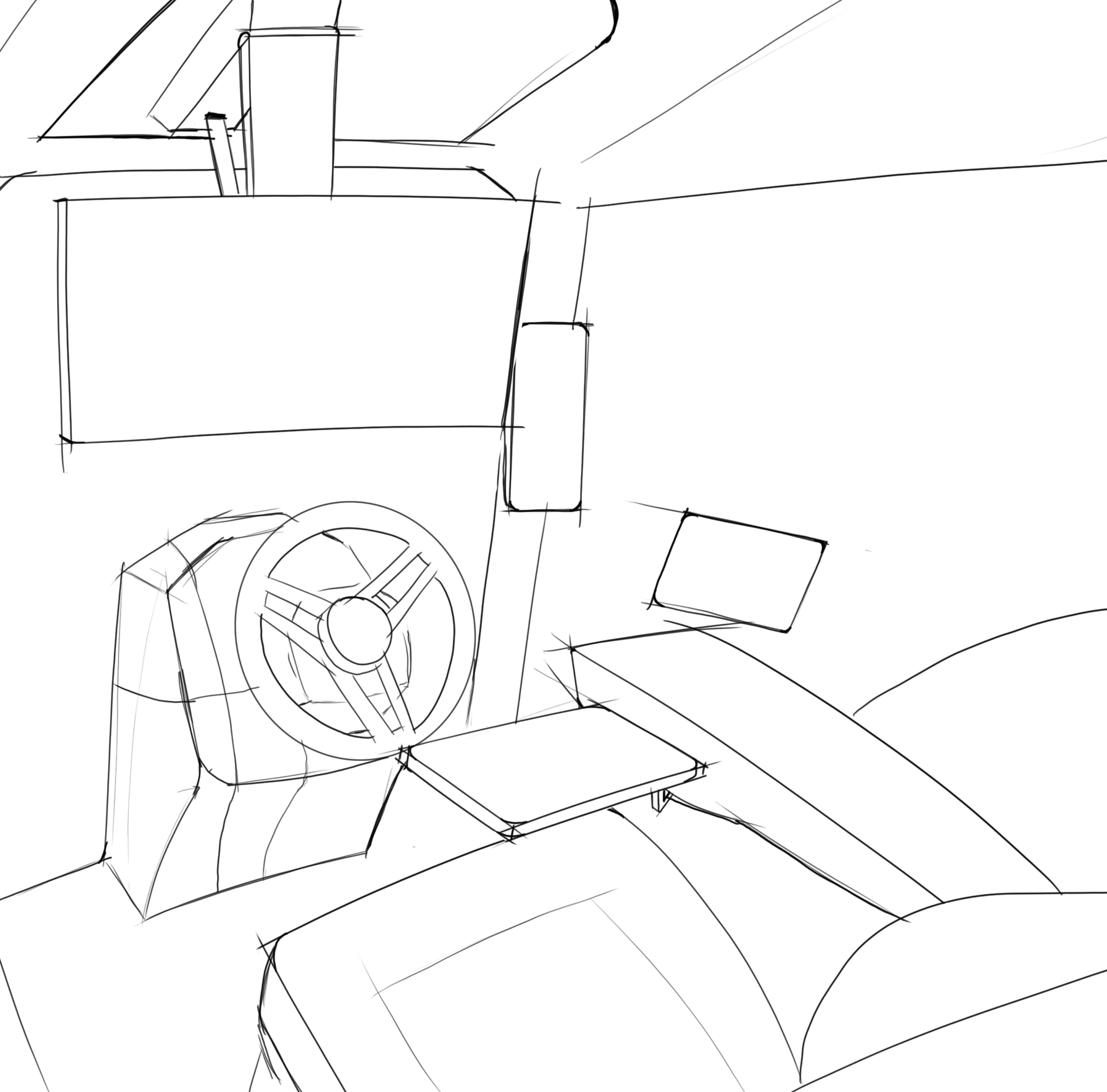


3.7 Muotoilun ajureiden määrittäminen

Muotoilun ajurit ovat lista asioita, joilla halutaan kuvata lopullista tuotetta. Ne auttavat hahmottamaan millainen lopputuote onnistuessaan olisi. Muotoiluprosessin edetessä ajureihin palaamalla voi arvioida omaa muotoiluaan ja muotoiluprosessia. (Driver, 2018). Alla olevassa kuviossa 5 on esitettyä prosessi, jolla rajasin projektiin sopivat ajurit.



Kuvio 5. Prosessin kuvaus, jolla muotoilun ajurit on määritetty.



4. MUOTOILUTYÖ



4.1 Tavoitteiden uudelleenarviointi

Olin määritellyt toimeksiantajani kanssa projektille tavoitteita ennen tutkimustyön aloittamista. Ennen varsinaista muotoilutyötä päätin käydä tavoitteet läpi ja päivittää niitä tutkimustyön löydösten mukaan. Tavoitteeni olivat pysyneet monilta osin samoina. Uutena tavoitteena nousi viihdekäytön mahdollistaminen ja huomioiminen suunnittelussa.

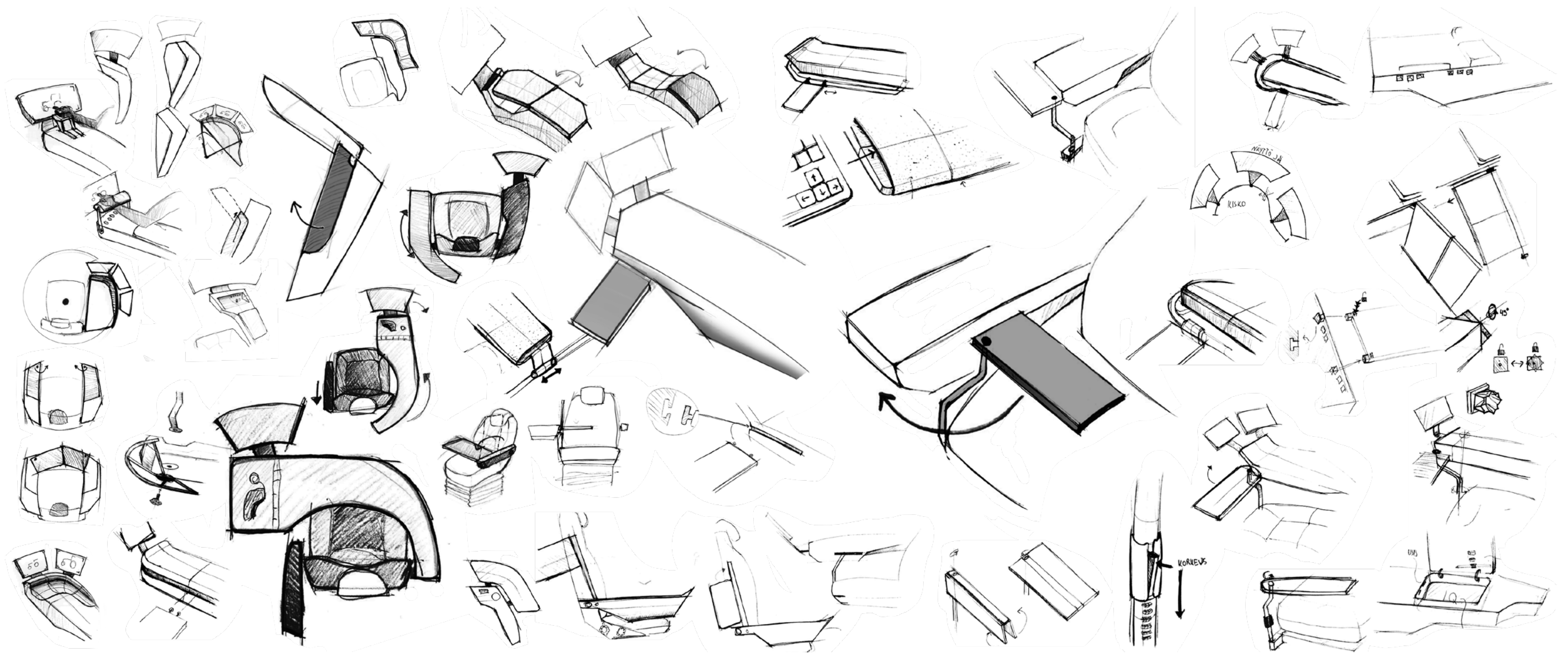
Traktorin omaa näyttöä ei voi käyttää internetin selaamiseen tai muihin toimistotöihin. Traktorin omien asetusten on pysyttävä näkyvillä ja niitä on pystyttävä hallitsemaan aina tarvittaessa.

Pöytätilan täytyy olla kooltaan sopiva multimedianappäimistölle (kuva 15). Tämän lisäksi pöydällä olisi hyvä olla tilaa ranteiden tukemiseksi. Päätelaitteeksi on tässä vaiheessa valikoitunut asiakkaan valitsema tablettitietokone.

Prototyyppi rakennettaisiin nykyiseen Cm08-ohjaamoon, joten prototyyppiä olisi mahdollista testata liikkuvassa traktorissa. Toimiva prototyyppi mahdollistaisi idean testaamisen ja esittelyn.



Kuva 15. Multimedianappäimistössä on yhdistetty näppäimistö sekä kannettavista tietokoneista tuttu trackpad (Mukailtu Logitech).



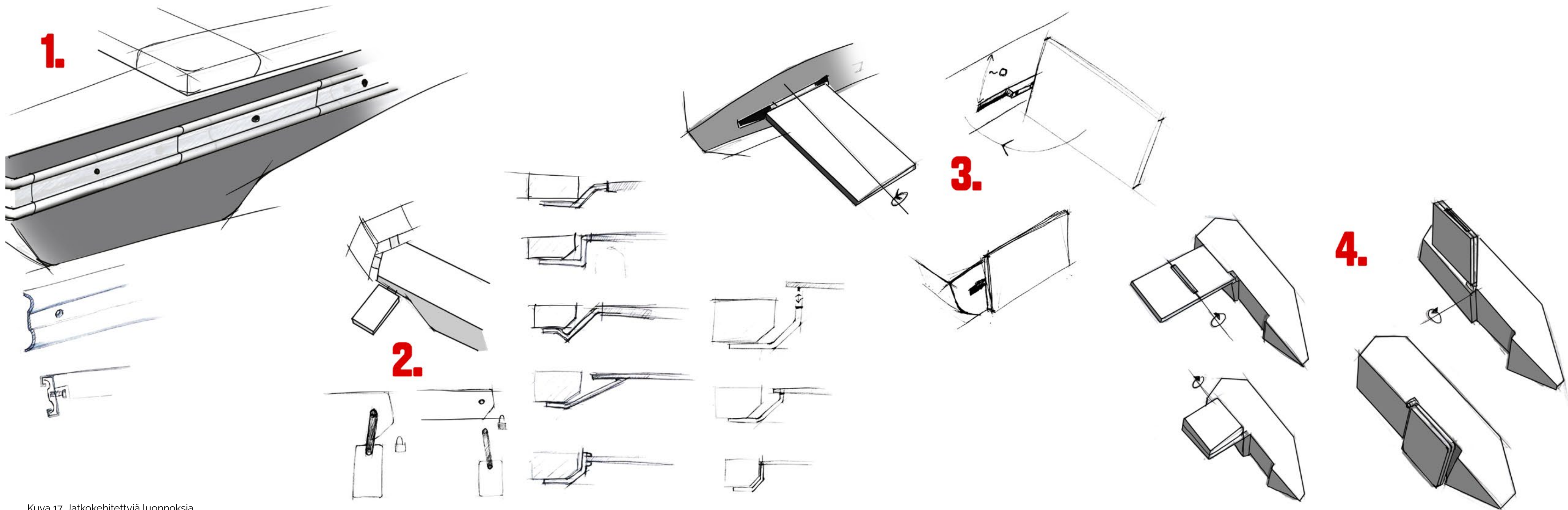
Kuva 16. Muotoiluprosessin alkupään luonnoksia.

4.2 Ideointi

Ideoidessani aloin miettimään kolmea pääasiaa.

- Kuinka ja mihin päätelaite, eli tablettitietokone kiinnitetään
- Millaisen tason päällä näppäimistöä tulisi käyttää
- Missä lisälaitteita säilytettäisiin niiden ollessa pois käytöstä

Aloitin prosessin piirtämällä paljon raakoja ideoita (kuva 16), jolloin huomasin usein nopeasti idean toimivuuden. Päätin olla tässä vaiheessa välittämättä tarkoista rajoituksista ja keskittyä useiden erilaisten ideoiden tuottamiseen.



Kuva 17. Jatkokehitettyjä luonnoksia

Rajasin ideoista muutaman mielestäni toimivimman ja aloin kehittämään niitä eteenpäin (kuva 17).

1. Tablettitietokoneen eli tabletin kiinnitykseen valitsin kohdan 1 kiinnitysprofiilin, joka kiertäisi käsinojan ulkoreunaa. Se mahdollistaisi niin tabletin, kuin muidenkin lisälaitteiden kiinnityksen käsinojaan. Profiiliin kiinnitettyjä lisälaitteita pystyy myös siirtämään helposti tarvittavan näkyvyyden mukaan.

2. Käsinojan pohjaan kiinnitettävä pöytä pyörähtäisi varsien avulla kuljettajan käytettäväksi. tällaisen pöytätason käyttäminen olisi helppoa ja nopeaa. Pöydän varsista pitäisi kuitenkin saada vahvat, eivätkä ne saisi osua kuljettajan jalkoihin. Idea vaikutti hyvältä, joten se pääsi mukaan jatkokehitykseen.

3. Mietin myös mahdollisuutta käsinojaa vasten pyörähtävälle pöydälle. Näin pöytä veisi ohjaamossa erittäin vähän tilaa. Tätä ideaa ei kuitenkaan kehitetty pidemmälle sillä käsinoja osoittautui liian pieneksi tällaisen mekanismin toteuttamiseen

4. Viimeinen pöytämekanismi sai inspiraationsa lentokoneistuinten pöydistä. Taiteltuna pöytä veisi vielä vähemmän tilaa kuin kohdan 3 pöytä. Pöytätaso mahtuisi sulavasti käsinojan ja kuljettajan väliin, jos käsinojaan tehtäisiin syvennys johon pöytä taittuisi. Pöytä ei olisi vielä kuvan 17 kohdan 4 mukaisena toimiva, sillä se jäisi liian matalalle, eikä siinä ole eteen-taakse -säätöä, mutta tätä ideaa päätettiin lähteä jatkokehittämään ongelmien ratkaisemiseksi.

4.3 Aiheen rajaus

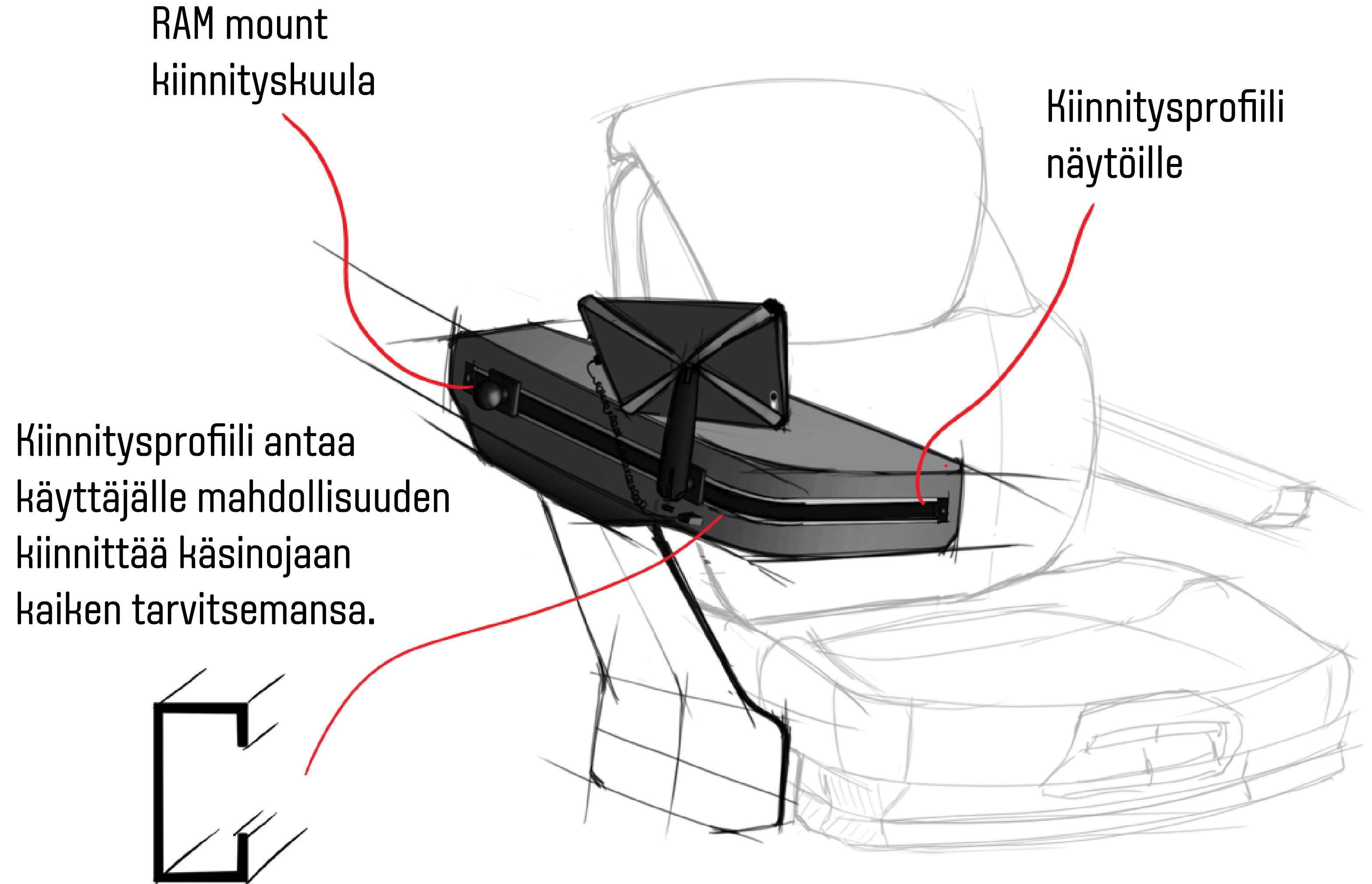
Esittelin alkuideoinnin pohjalta noin 15 hengelle Valtran tuotekehityksessä kahta erilaista konseptia. Kokoukseen osallistui kattavasti henkilöstöä tuotekehityksen eri osa-alueilta kuten:

- Tuotehallinnasta
- muotoilusta
- ohjaamon suunnittelujaostolta
- research and advanced engineering -osastolta.

Oheisessa kuvassa 18 on esitettyä konsepti 1. päätelaitteena toimii käyttäjän valitsema tabletti, joka kiinnitetään käsinojan ulkoreunan kiinnityskiskoon RAM Mounts -kuulan avulla. Kiskoon on helppo kiinnittää myös lisänäyttöjä, työkoneohjaimia tai puhelinteline. Kisko mahdollistaa siihen kiinnitettyjen laitteiden liikuttamisen tarvittavan tilanteen mukaan.

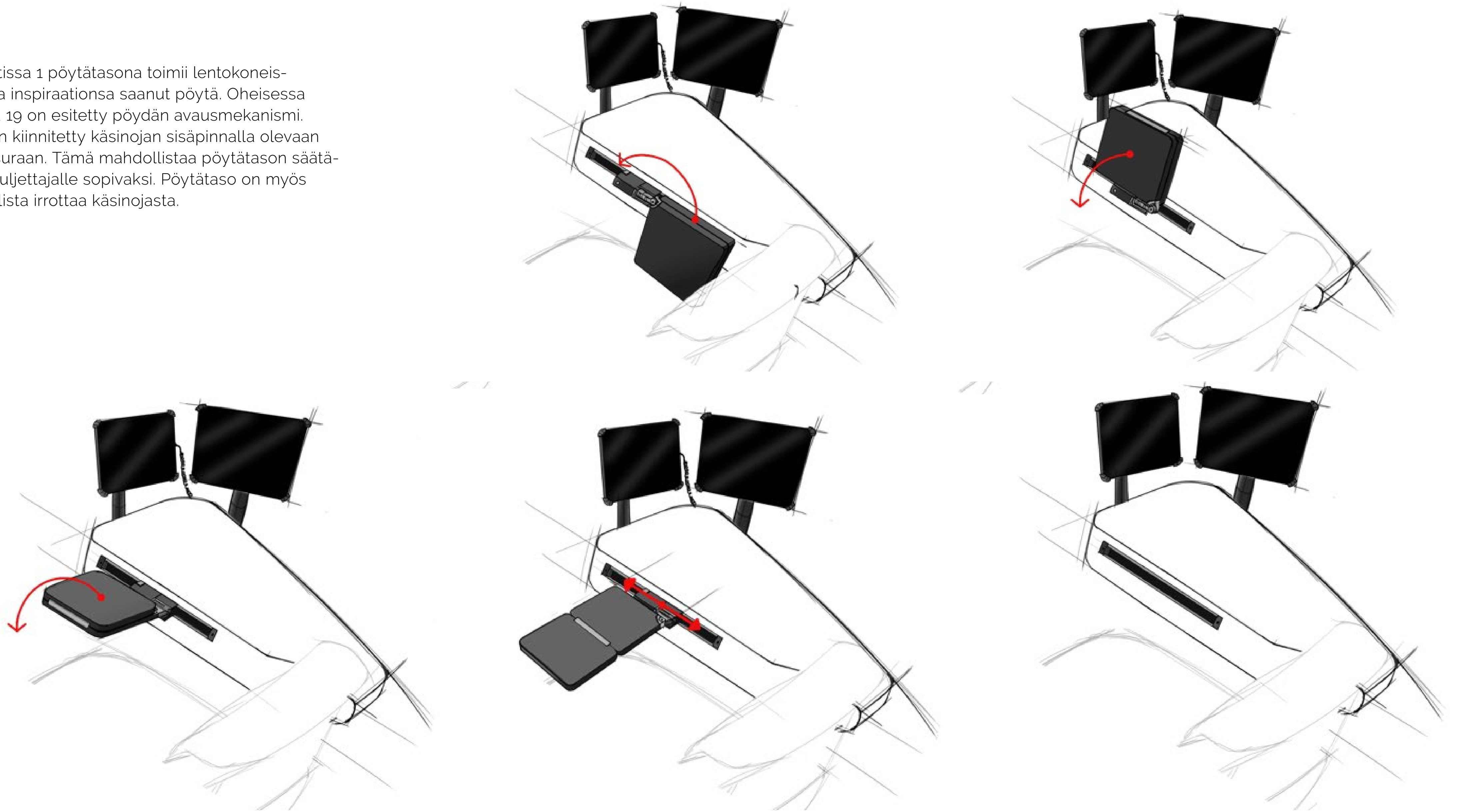
Konseptissa 1 kiinnitysprofiiliksi valikoitui C-profiili, joka olisi upotettuna käsinojan rakenteen sisälle, jolloin profiili ei kasvattaisi käsinojan ulkomittoja. Profiilin upotus kuitenkin vaikuttaa käsinojan muiden komponenttien asetteluun. Niitä ei siis voisi asentaa aivan käsinojan reunoille.

KONSEPTI 1



Kuva 18. Konsepti 1: Luonnos konseptin ominaisuuksista kuvattuna etuvasemmalta.

Konseptissa 1 pöytätasona toimii lentokoneis-
tuimesta inspiraationsa saanut pöytä. Oheisessa
kuvassa 19 on esitetty pöydän avausmekanismi.
Pöytä on kiinnitetty käsinojan sisäpinnalla olevaan
kiinnitysuriaan. Tämä mahdollistaa pöytätason säätä-
misen kuljettajalle sopivaksi. Pöytätaso on myös
mahdollista irrottaa käsinojasta.



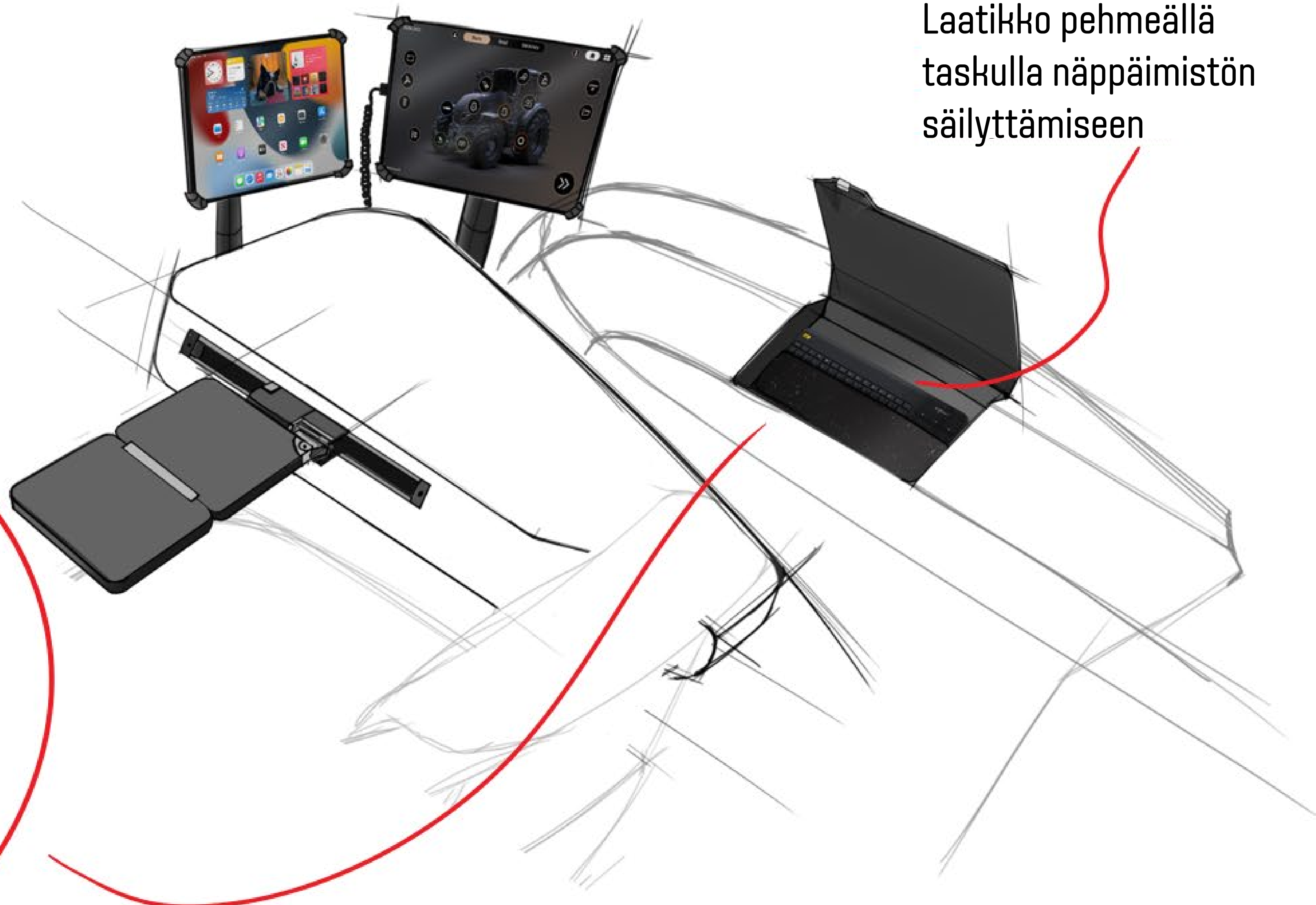
Kuva 19. Konsepti 1: Pöytämekanismin toiminta kuvasarjana.

Suunnittelin oikeaan sivupaneliin neopreenikangastaskulla varustetun laatikon lisälaitteiden, kuten näppäimistön ja tabletin säilytykseen (kuva 20). Laatikossa oleva tasku suojaa laitteita pölyltä ja liialta. Neopreenitasku on myös edullisesti valmistettava tapa estää laitteiden kolina traktorin heiluessa.

Laatikko pehmeällä taskulla näppäimistön säilyttämiseen



Tasku suojaa laitteita pölyltä

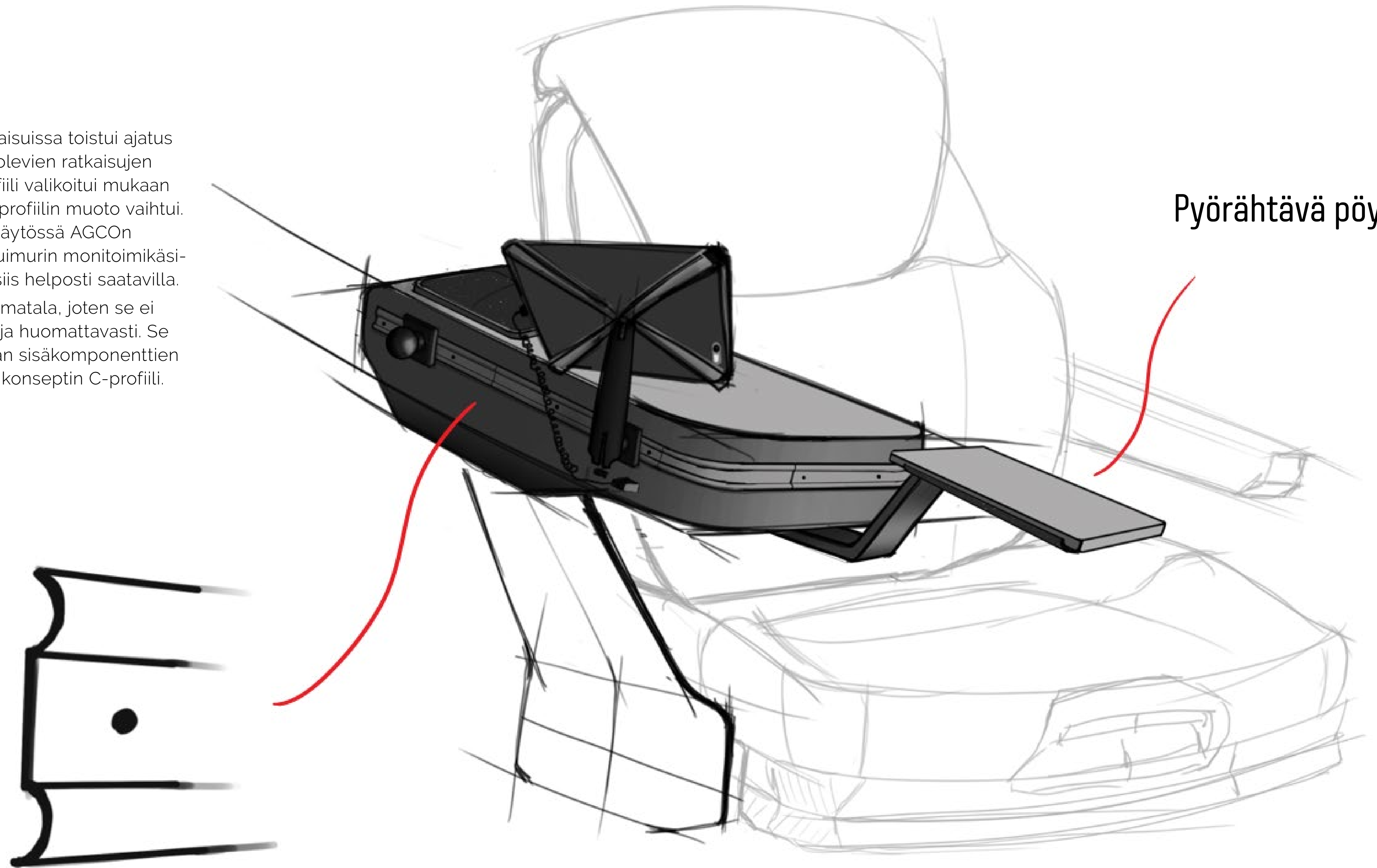


Kuva 20. Konsepti 1: Luonnos lisälaitteiden säilytykseen suunnitellusta laatikosta.

KONSEPTI 2

Toisen konseptin Muotoiluratkaisuissa toistui ajatus Valtran ja AGCON jo käytössä olevien ratkaisujen hyödyntämisestä. Kiinnitysprofiili valikoitui mukaan myös tähän konseptiin, mutta profiilin muoto vaihtui. Kuvassa 21 näkyvä profiili on käytössä AGCON uuden Ideal Combine -viljanpuimurin monitoimikäsi- nojassa. Kyseinen profiili olisi siis helposti saatavilla.

Profiili on muodoltaan hyvin matala, joten se ei kasvattaisi käsinojan ulkomittoja huomattavasti. Se ei myöskään rajoittaisi käsinojan sisäkomponenttien asettelua, kuten ensimmäisen konseptin C-profiili.



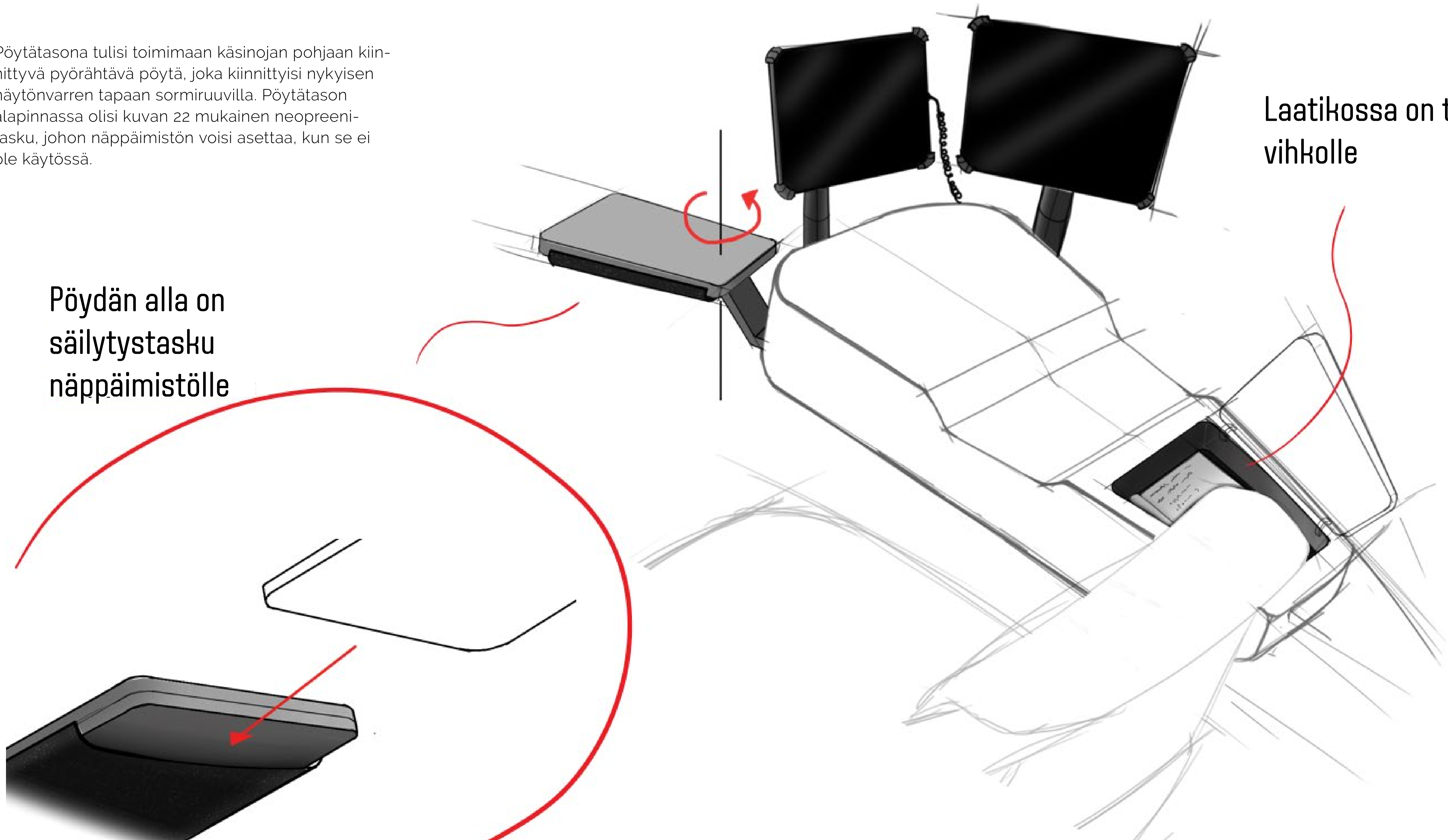
Pyörähtävä pöytä

Kuva 21. Konsepti 2: Luonnos ominaisuuksista kuvattuna etuvasemmalta.

Pöytätasona tulisi toimimaan käsinojan pohjaan kiinnittyvä pyörähtävä pöytä, joka kiinnittyisi nykyisen näytönvarren tapaan sormiruuvilla. Pöytätason alapinnassa olisi kuvan 22 mukainen neopreenitasku, johon näppäimistön voisi asettaa, kun se ei ole käytössä.

Laatikossa on tilaa A5 vihkolle

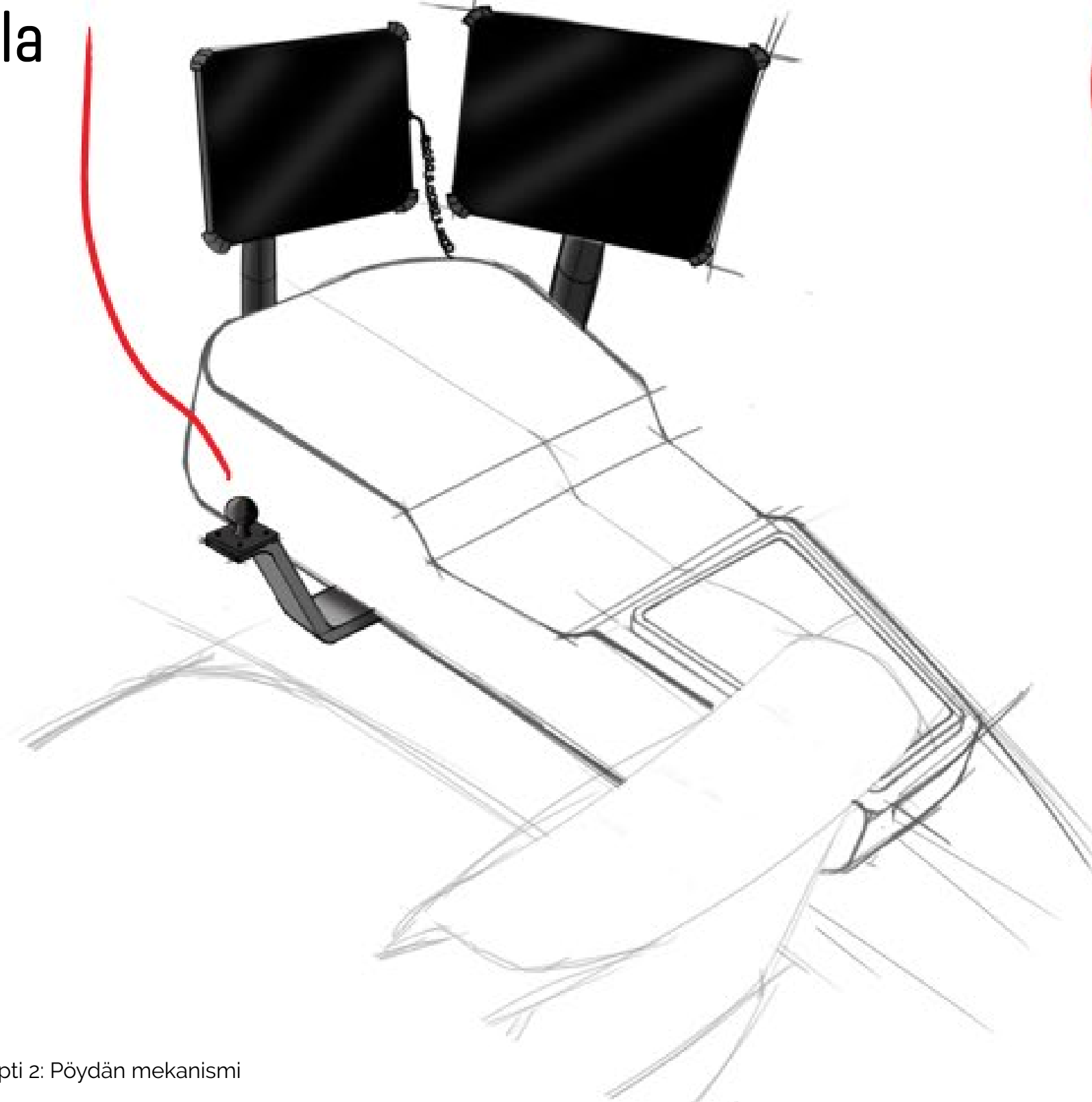
Pöydän alla on säilytystasku näppäimistölle



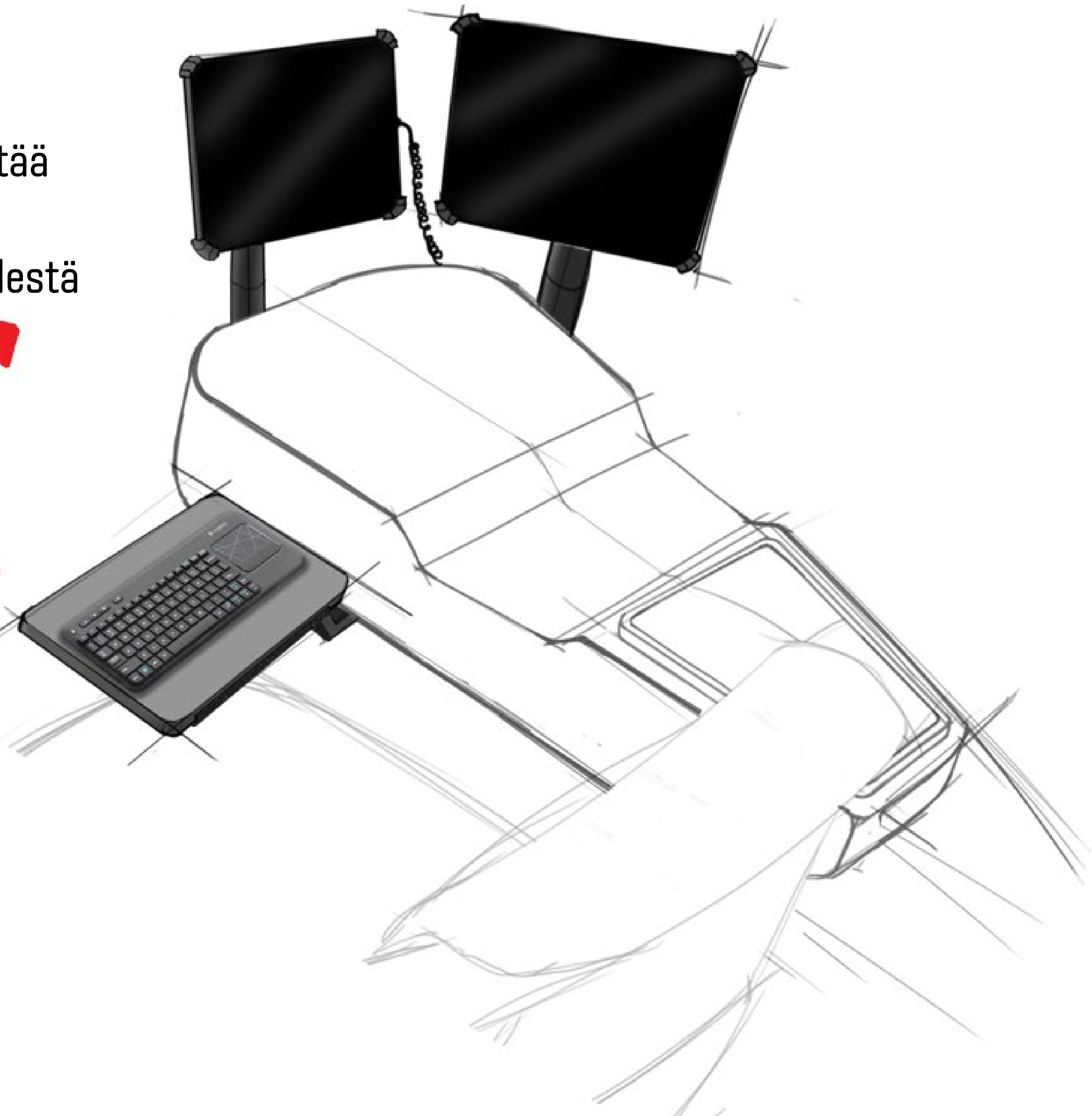
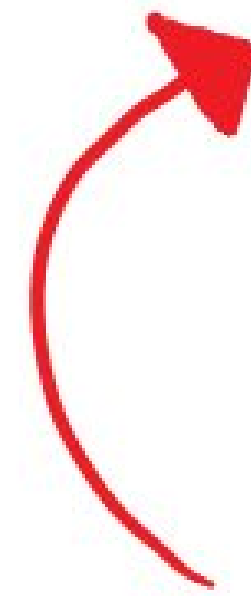
Kuva 22. Konsepti 2: Toiminnot esiteltynä takaoikealta

Kuvan 23 mukaisesti pöytäaso kiinnittyisi varren päässä olevaan RAM-kuulaan. Tämä mahdollistaa kuvassa 22 esitetyn pöydän pyörähtämisen oman akselinsa ympäri, jolloin pöydän kulmaa voidaan säätää kuljettajasta riippuen. RAM-kiinnitys mahdollistaa myös pöydän irrottamisen varresta, jolloin pöydän voi korvata esimerkiksi tabletilla, tai jopa kannettavalla tietokoneella oikeaa telineettä käyttämällä.

Pöydän kiinnitys RAM-kuulalla



Pöytä pyörähtää nopeasti pois kuljettajan edestä



Kuva 23. Konsepti 2: Pöydän mekanismi

Konseptin valinta

Molemmista esittelemistäni konsepteista pidettiin tuotekehitykselle pitämässäni palaverissa. Oheisessa kuviossa 6 on esitettyä palaverissa esille nousseita kommentteja. Etenkin idea kiinnitysprofiilista herätti kiinnostusta ja keskustelua, jossa nousi esille myös idea unelmatoimistosta.

Pohdimme millainen kotitoimisto useimmiten on ja mitä laitteita toimistolla halutaan käyttää. Esittelin molemmissa konsepteissani tablettia käytettäväksi päätelaitteena, johtuen käyttäjätutkimuksen tuloksista. Kuitenkin useimmiten toimistosta löytyy kannettava- tai pöytätietokone sekä lisänäyttö, kuten tutkimuksessani huomasin.

"Millainen on unelmatoimisto ja miten se voitaisiin tuoda traktoriin? Käyttäjät mieltivät usein asiat liian pitkälle eivätkä uskalla unelmoida."

-Tuomas Nevaranta, Tuotehallinnon johtaja

"Miksi kotitoimistolla ei käytetä tablettia toimistotöihin?"

-Tuomas Nevaranta, Tuotehallinnon johtaja

"Pöytätasoa on saatava sivuun yhdellä liikkeellä ilman että näppäimistöä tarvitsee ottaa pois tasolta."

-Kimmo Wihinen, Muotoilun & käyttäjäkokemuksen päällikkö

"Tärkeimpänä rajauksena pysyttävä helppo nouseminen traktorista."

-Kimmo Wihinen, Muotoilun & käyttäjäkokemuksen päällikkö

"Profiilikisko tosi hyvä idea näytön siirreltävyiden kannalta"

-Tuukka Tapanila, Solution Architect

Kuvio 6. Kommentteja, joita nousi esille tuotekehitykselle pitämässäni palaverissa



Kuvat 22-24. 27" näytön sopivuutta ohjaamoon kokeiltiin pahvista tehdyn mallikappaleen avulla

Palaverin jälkeen kävimme mallilaboratoriossa kokeilemassa kuinka suurikokoinen lisänäyttö mahtuisi traktorin ohjaamoon. Olin itse hylännyt idean täysikokoisesta lisänäytöstä sillä perusteella, että se peittää liikaa näkyvyyttä. Teimme 27 tuumaista näyttöä vastaavan mallikappaleen pahvista kuvien 22-24 mukaisesti. Kokeilusta huomasimme, että näytölle voisi olla mahdollinen kiinnityspaikka ohjaamon katossa. Näyttö olisi mahdollista taittaa ylös katon suuntaisesti sen ollessa pois käytöstä. Kattoon kiinnitetty näyttö tukee myös kuljettajan työskentelyergonomiaa. Näyttö saadaan kuljettajan silmien korkeudelle, jolloin pään asento saadaan pidettyä optimaalisena. Näyttöä katsoessa katse on myös useissa tilanteissa traktorin liikumissuuntaan, jolloin

eteenpäin katsoessa pään tarvitsee liikkua vain erittäin vähän.

IPS-näyttöpaneelillista näyttöä olisi mahdollista käyttää myös hyvin vaakatasossa sen tarjoaman suuren katselukulman vuoksi. Näytön ollessa ala-asennossa etunäkyvyydestä säilyi yli 50%. Näyttö kuitenkin peittää ohjaamon kattoikkunan, joka on välttämätön etukuormainkäytössä olevissa traktoreissa. Valtran suurimmat traktorimallit ostetaan kuitenkin usein peltokäyttöön ilman etukuormainta ja tarkkuusviljelyominaisuuksilla varustettuina. Kattoikkunan peittävä näyttö ei siis useassa tapauksessa olisi ongelma.

LITE

Näyttö ja siihen tarvittava tietokone voivat olla osalle asiakkaista liian suuri sijoitus. Laajensimme siis konseptia kaksitasoiseksi. Asiakkaalla olisi mahdollista valita traktoriinsa Pro- tai Lite-versio Mobile Office paketista. Asiakas saisi siis valita omaan käyttöönsä parhaan vaihtoehdon (kuvio 7).

Pro versioon olisi mahdollista asentaa 24-27-tuumainen IPS-näyttö, tietokone sekä lisäksi tabletti käsinojaan. Lite-versiossa olisi mahdollisuus asentaa ainoastaan tabletti käsinojaan. Molemmissa versioissa käytettäisiin samantyyppistä pöytäratkaisua näppäimistöille.

- Kiinnitysprofili käsinojan ulkoreunassa
- Tablettiteline
- Käsinojaan kiinnitettävä pyörähtävä pöytä



- Edullinen
- Kattoikkuna ei peity
- Tabletin käyttö onnistuu penkin ollessa missä tahansa asennossa



- Tabletin näytön pieni koko
- Katseluasento ei ole optimaalinen

PRO

- Kiinnitysprofili käsinojan ulkoreunassa
- Tablettiteline
- Käsinojaan kiinnitettävä pyörähtävä pöytä
- Kattoikkunan tilalla säädettävä kattokiinnike jopa 27" näytölle.
- Integroidut näytölle tulevat johdotukset
- Pölysuojattu paikka mini-pc:lle tai kannettavalle tietokoneelle.



- Katseluasento on ergonominen
- Suuri näyttö
- Tabletti+lisänäyttö - kombo
- Katse traktorin menosuuntaan



- Näyttö peittää kattoikkunan
- Kalliimpi
- Isoa näyttöä käytettäessä penkin on oltava käännettynä eteen

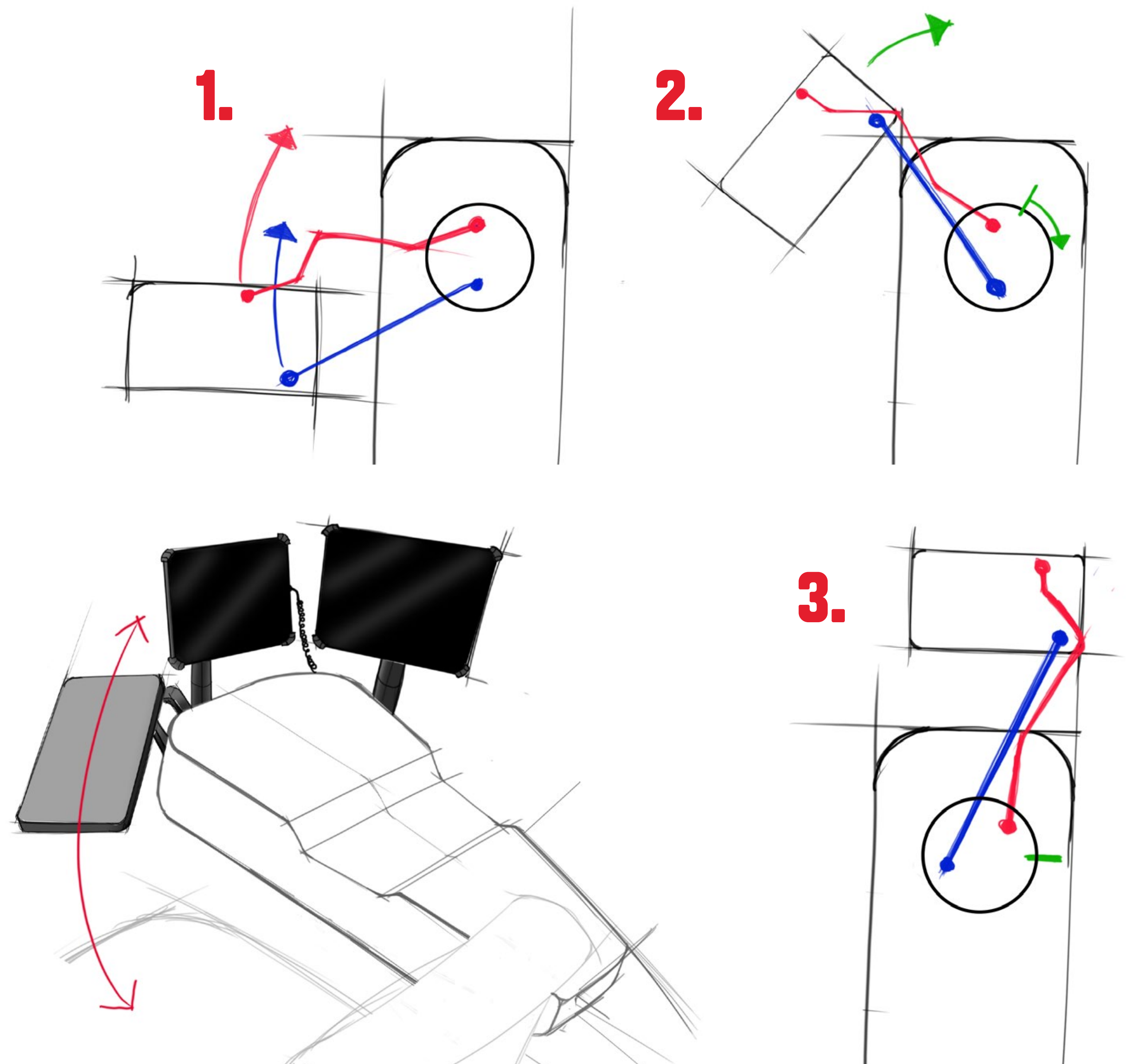
Kuvio 7. Lite- ja Pro-versioiden erot listattuna taulukkoon

Design freeze

Prototyyppi päätettiin toteuttaa konsepti 2:ssa olevalla pyörähtävällä pöydällä. Kasaan taitettava pöytä olisi vienyt vähemmän tilaa, mutta ongelmaksi muodostui hieman monimutkainen taittelumekanismi, joka hidastaisi traktorista poistumista huomattavasti. Pyörähtävä pöytämekanismi olisi nopea kääntää kuljettajan sylistä pois. Päätin kuitenkin kehittää pöydän varsimekanismia niin, että pöytä mahtuisi pyörähtämään kuljettajan sylistä pois myös rattitolpan ollessa alhaalla.

Päädyn kuvan 27 mukaiseen kahdella suuntaisvarrella toimivaan ratkaisuun. Kohdassa numero yksi pöytä aloittaa pyörähdysliikkeensä, jolloin suuntaisvarsiansa avulla pöytä taittuu 45 astetta matkalla kohtaan kaksi. Tämä mahdollistaa rattitolpan väistön. Viimeisenä kohtien kaksi ja kolme välillä pyöreä kiinnike pyörähtää viimeiset 30 astetta, jolloin pöytä pysähtyy loppuasentoonsa. Näin pöytätasoa voidaan käyttää myös ilman että se on kuljettajan sylin päällä.

Toiminnallisesta prototyypistä päätettiin jättää pois ulkoreunan kiertävä kiinnitysprofiili, sillä sitä ei olisi saanut kiinnitettyä tukevasti nykyiseen käsinojaan, jonka ympärille prototyyppi tulisi rakentumaan.



Kuva 27. Prototyypin pöytätasoin toimintamekanismi selitettynä kuvallisesti



4.4 3D-Mallinnus

Nykyiseen kattorakenteeseen ei ole mahdollista kiinnittää näytönkannaketta suoraan, joten se asennettaisiin katto-
luukun tilalle. Valtralla toivottiin, että prototyypin tehtävät osat eivät olisi kiinteitä prototyyppiohjaamossa, vaan ne voitaisiin asentaa helposti myös ajettavaan traktoriin. Näin konseptin toimivuutta voitaisiin testata erilaisissa ajo-olosuhteissa.

Tämä toi haasteita osien kiinnityksen suunnitteluun. Jotta Mobile Officen eri osat voitaisiin siirtää traktorista toiseen helposti, pitäisi osien kiinnittyä jo olemassa oleviin kiinnityskohtiin. Kiinnityksen on oltava tukeva, joten parhaaksi vaihtoehdoksi valikoitui pulttikiinnitys jo olemassa oleviin kierteisiin.

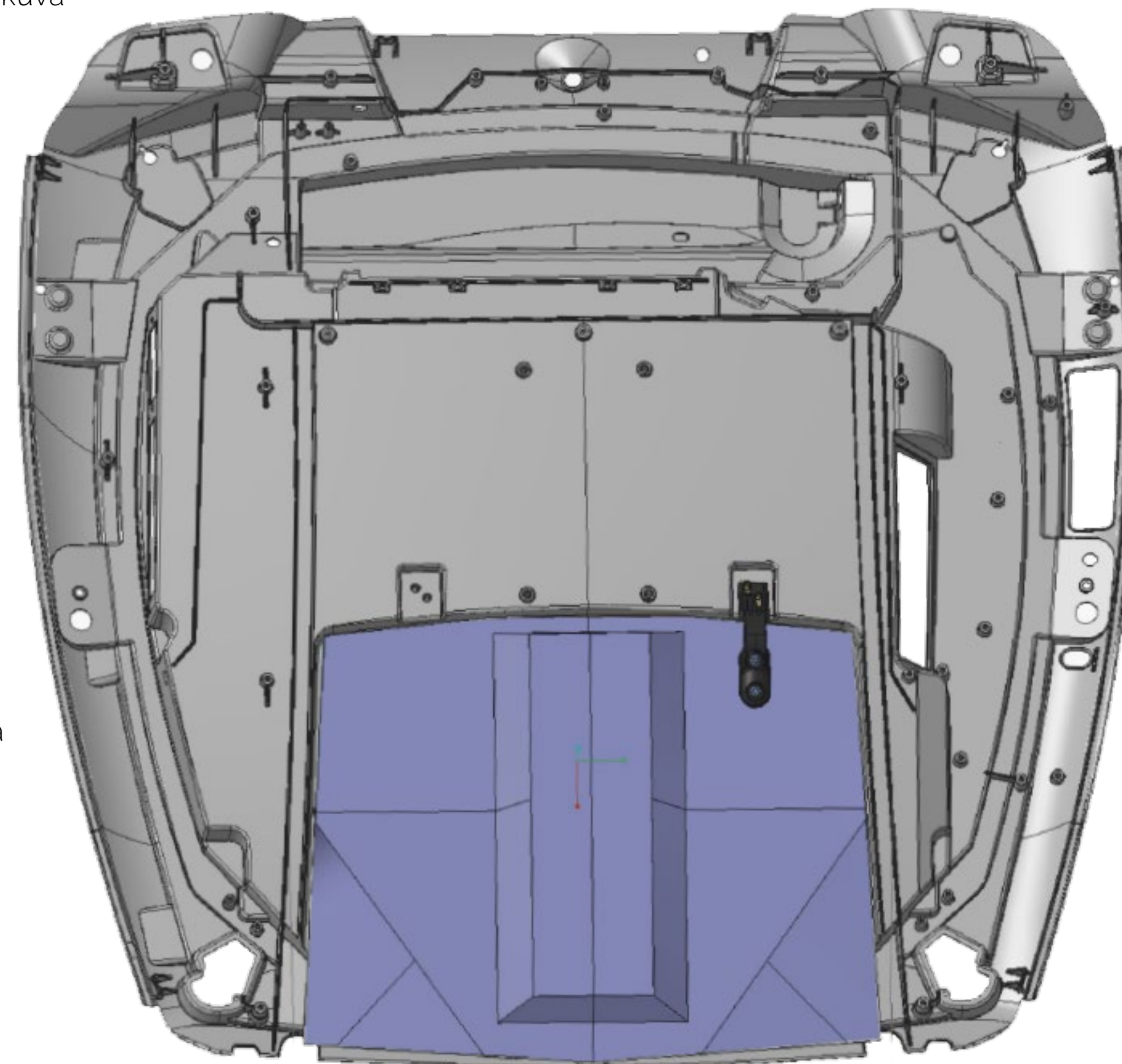
SmartTouch -käsinojassa oleva näyttö saatiin siirrettyä käsinojasta jatkojohtojen avulla kuljettajan oikealla puolella olevaan kiinnitysrautaan. Tämä vapautti näytön kiinnityskohdan käsinojan alapinnalta, johon saataisiin kiinnitettyä pöytätaaso. Näytön käytettävyyttä tulisi heikkenemään, mutta pöydän käyttökokemus prototyypissä olisi paras.

3D-mallinnukseen käytin Valtralla käytössä olevaa PTC Creo -ohjelmaa. Aloitin mallinnuksen kattoluukun tilalle tulevasta osasta, joka tukevoittaa kattorakenteen näytön kiinnitystä varten. Ulkopuolelle tuleva teräslevystä

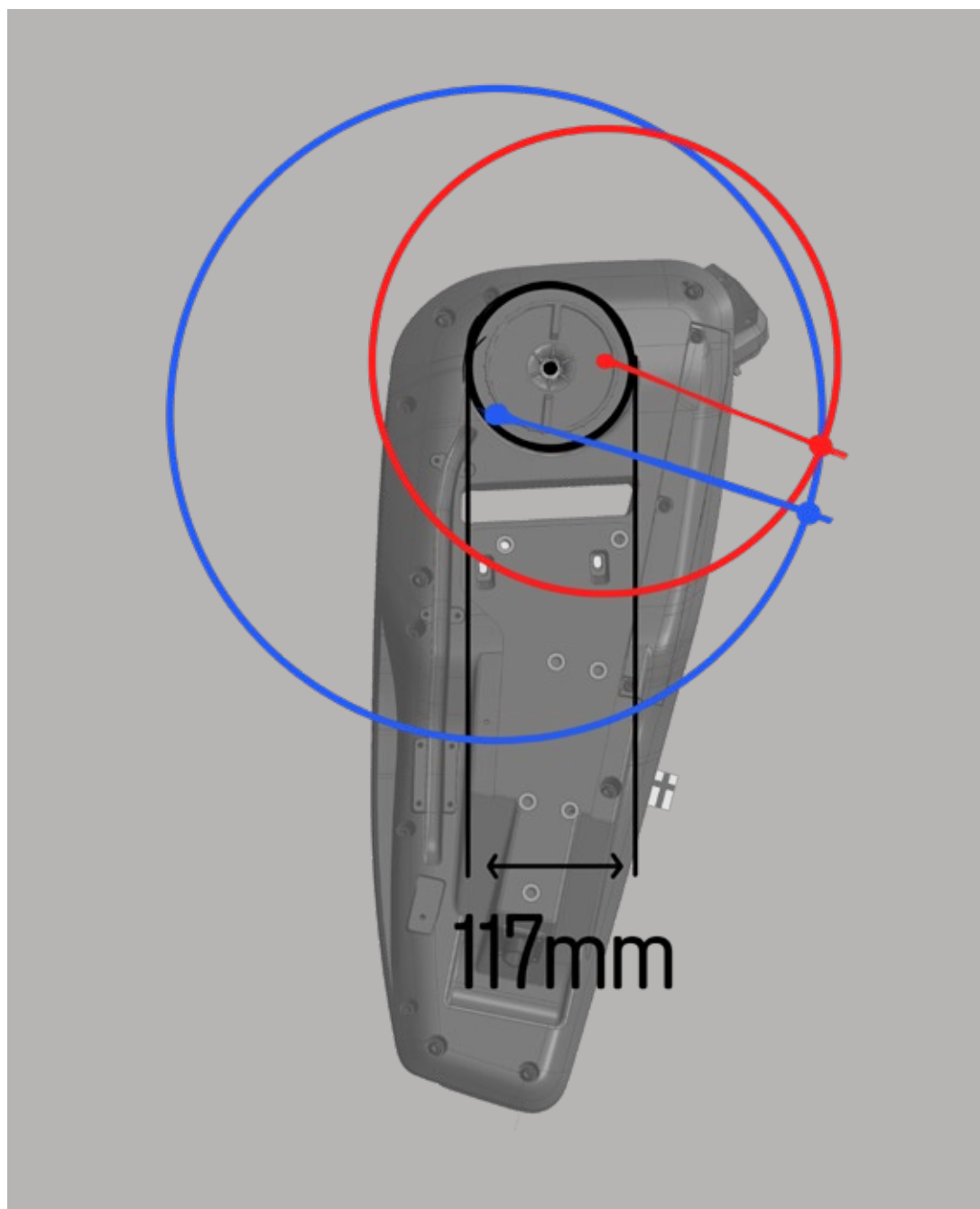
valmistettu kiinnikelevy jakaa näytön painon tasaisesti katon etualueelle (kuva 28).

Haasteita kiinnikelevyn suunnitteluun ja mallintamiseen toi kattoluukun vedenpitävyyden säilyttäminen. Prototyypistä haluttiin ajettava, joten kiinnikelevy täytyi suunnitella niin, että se tiivistyisi yhtä hyvin kuin alkuperäinen kaksoiskaareva kattoluukku. Tässä vaiheessa prosessia myös kiinnikelevyyn kiinnitettävä näyttöeline oli tiedossa, joten sen kiinnittämiseksi kiinnikelevy sai pintaansa "kuhmun".

En ollut koskaan aiemmin työskennellyt ohutlevyn kanssa, joten jouduin opettelemaan ohutlevymallinnuksen osaa tehdessäni. Kyseiset osat tilattiin laserleikattuina Valtran alihankkijalta ja kasattaisiin Valtralla prototyypin rakennuksen yhteydessä.



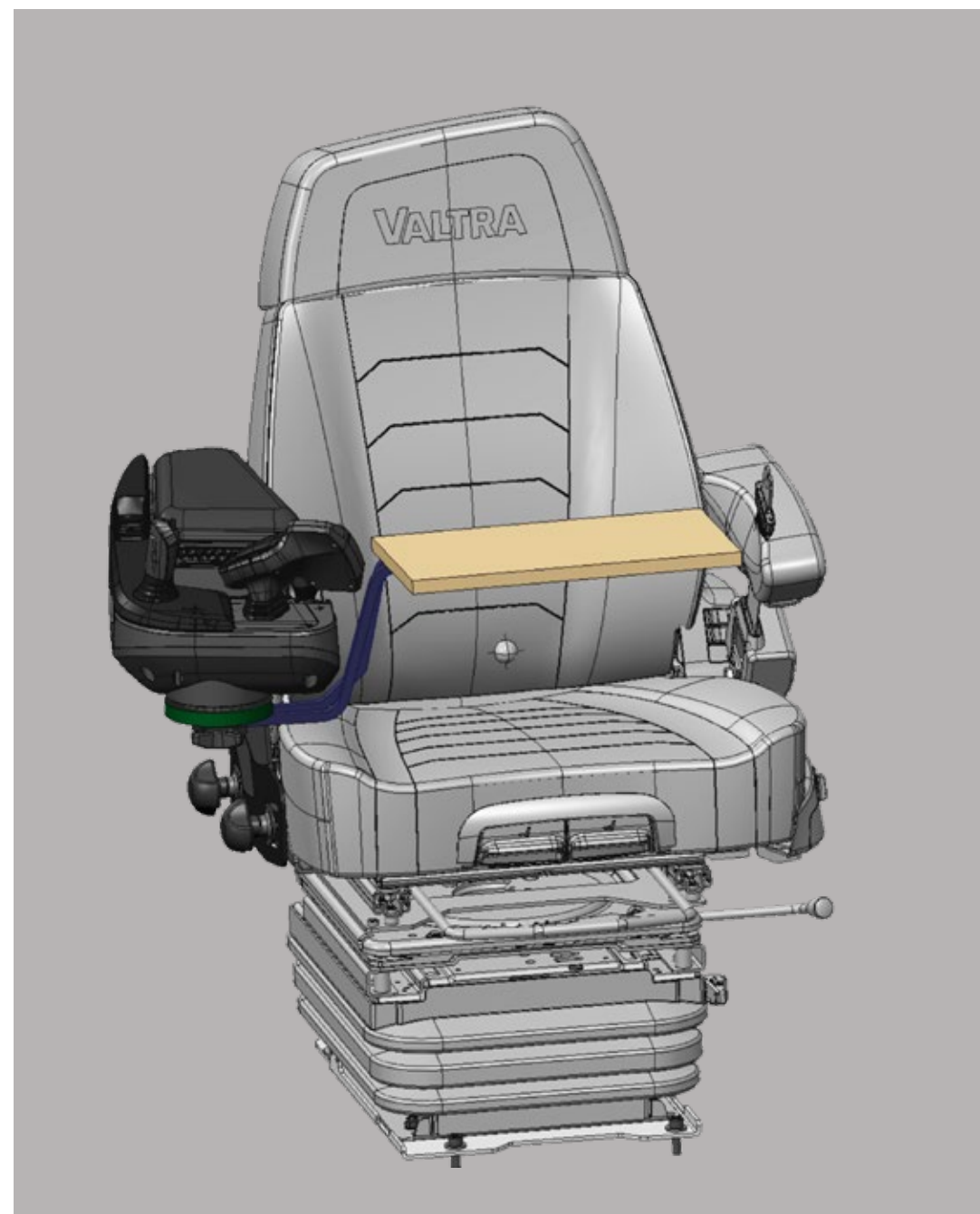
Kuva 28. Katon kiinnikelevyn 3D-malli



Kuva 29.

Aloitin mekanismin suunnittelun piirtämällä käsinojan ulkomitat ja nykyisen näytön kiinnityskohdan. Nykyisen näytön kiinnikkeen halkaisija on 117mm, joten myös pöydän kiinnike tulisi olemaan samankokoinen, jotta pyörähdysmekanismi saadaan toteutettua. Pöydän suuntaisvarsien kiinnityspisteiden pitäisi siis olla tämän mustan ympyrän sisällä.

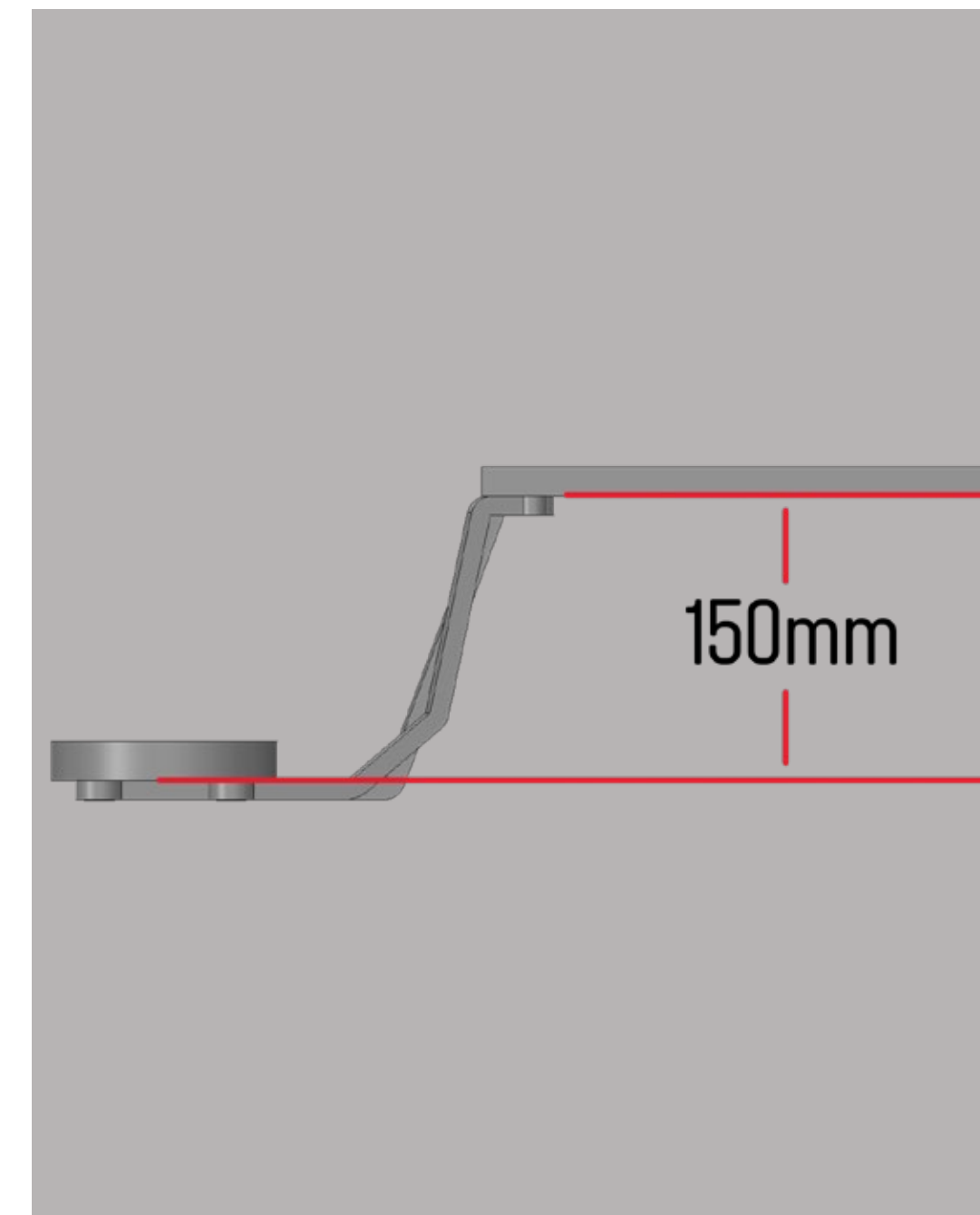
Piirsin monia erikokoisia ympyröitä, niin että niiden keskipisteet sijoituivat tämän kiinnikkeen alueelle. Ympyröillä kuvasin kiinnitysvarsien liikerataa (Kuva 29). Huomasin että pöytä-taso alkaisi taittua kohdassa, jossa varsien liikeradat risteäisivät. Tähän vaikuttivat myös liikeratojen halkaisijat, Pienempi halkaisija helpotti taitoskohdan määrittämisen.



Kuva 30.

Aloitin osien mallintamisen karkeilla malleilla, joissa en keskittynyt vielä osien ulkonäköön tai toiminnallisuuteen, vaan keskiössä oli oikeiden mittojen löytäminen ja mekanismin hienosäätö (Kuva 30).

Pöytätason mittoja varten vertailin erilaisten Suomen markkinoilta saatavien bluetooth-multimedianaäppäimistöjen mittoja. Taivoitteenani oli pitää pöytä-taso mahdollisimman pienenä, kuitenkin niin että siinä on tilaa näppäimistön lisäksi myös tukea ranteet pöydän etureunaan ergonomisen kirjoitusasennon saavuttamiseksi.



Kuva 31.

Pöytätason sopiva korkeus määritettiin omien traktorin ohjaamossa tehtyjen kokeilujen avulla sellaiseksi, että pöytä-taso olisi mahdollisimman lähellä käsinojan pintaa, mutta pöydän alapinta ei osuisi kuljettajan jalkoihin. Näppäimistöä käytettäessä kuljettaja saisi tuettua kyynärpänsä käsinojille, jolloin kirjoitusasennosta saataisiin käsien asennon osalta ergonominen (Kuva 31).

Seuraavalla sivulla kuvassa 32 on esitettynä pöydän räjäytyskuva ja lajitellut osat. Lisäksi prototyypin osien materiaalit on eritelty.

1. Pöydän pintalevy

1mm teräslevy

2. Pöydän kansi

PLA- 3D-tuloste

3. Pöydän pohja

PLA- 3D-tuloste

4. Vasen tukivarsi

Hiilikuituvahvisteinen 3D-tuloste

5. Vasen suuntaisvarsi

5mm teräslevy

Terästangosta sorvatut holkit

6. Oikea tukivarsi

Hiilikuituvahvisteinen 3D-tuloste

7. Oikea suuntaisvarsi

5mm teräslevy

Terästangosta sorvatut holkit

8. Pyörivä kiinnike

Hiilikuituvahvisteinen 3D-tuloste

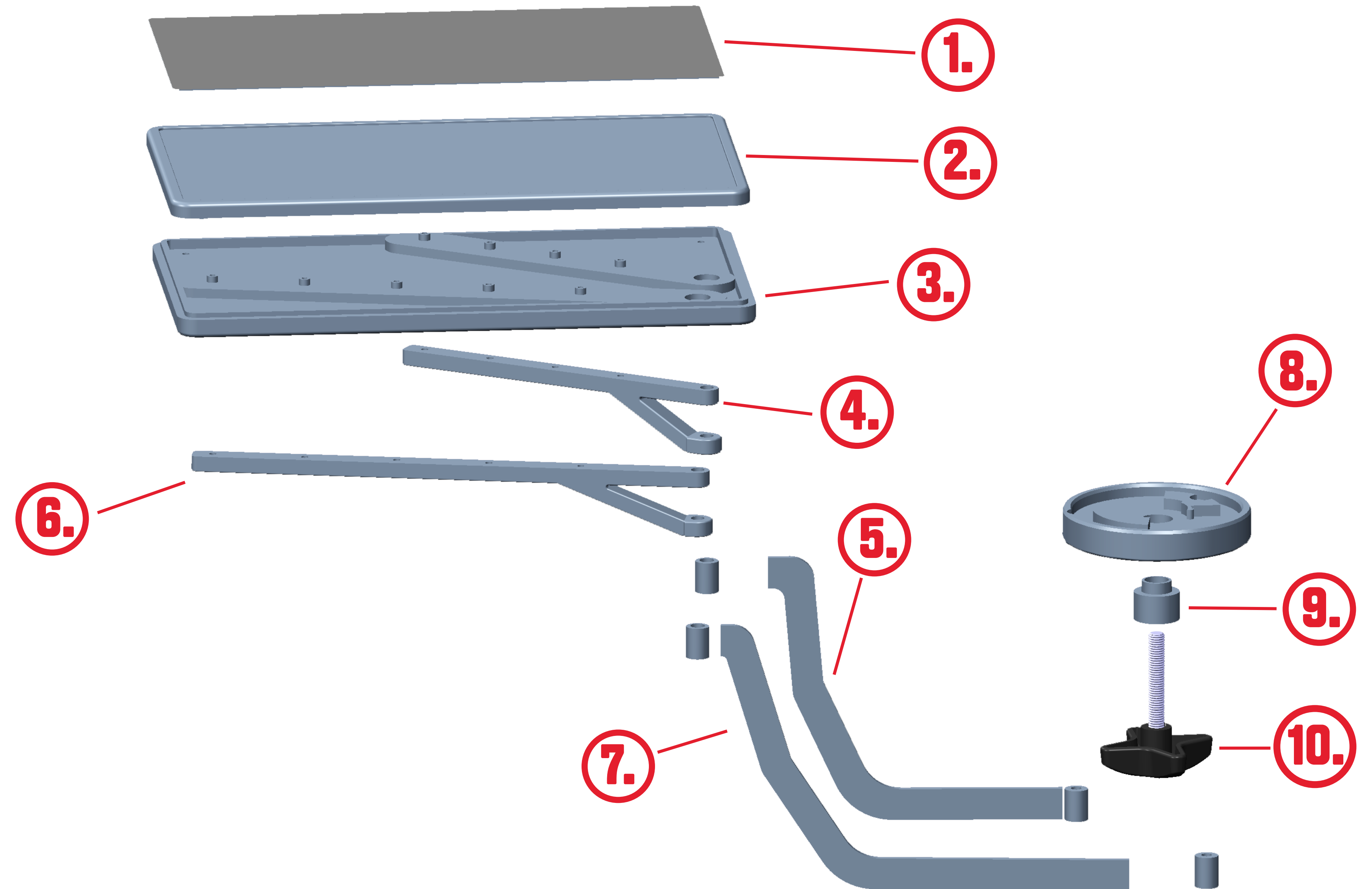
9. Holkki

PLA- 3D-tuloste

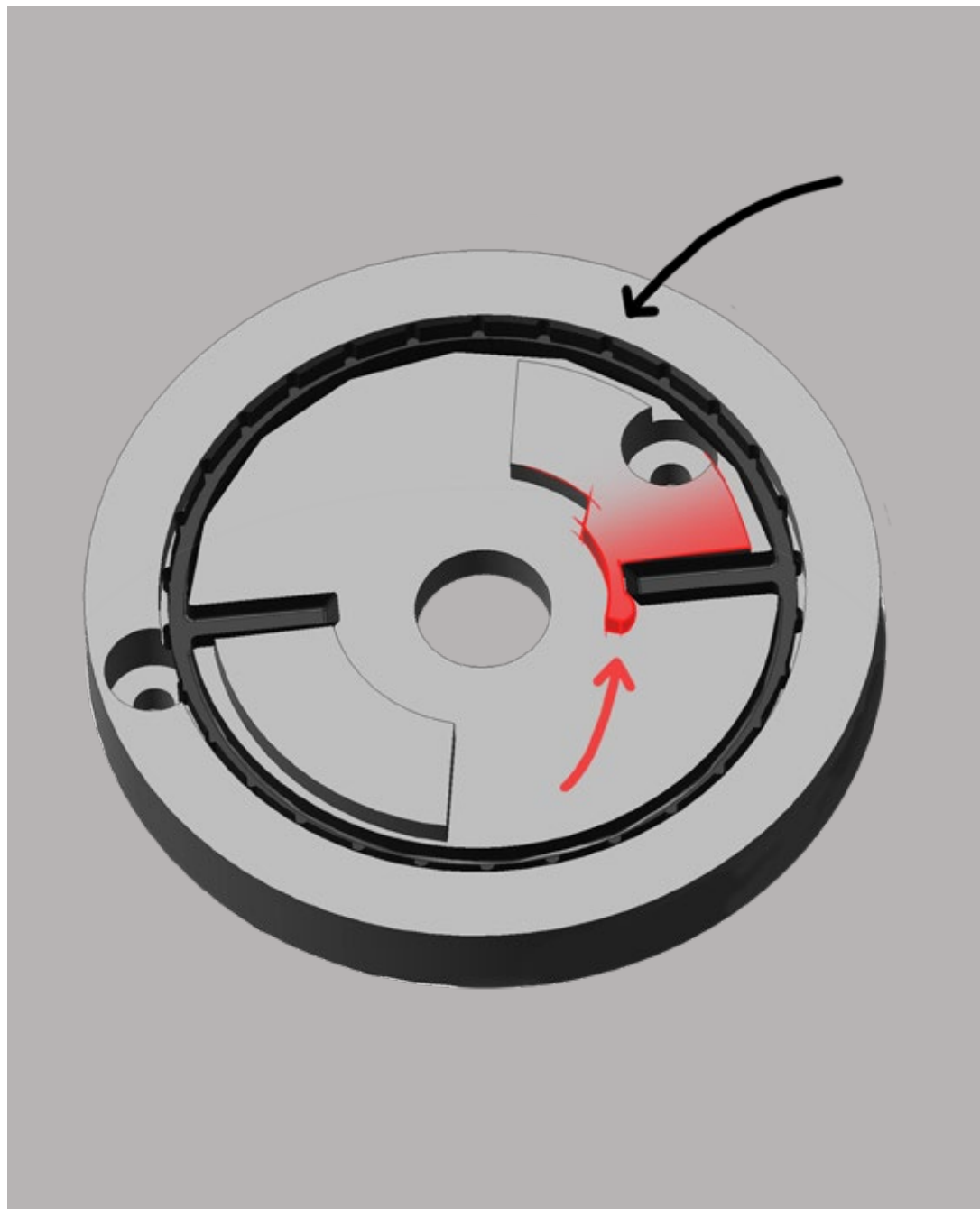
10. Sormiruuvi

Ruiskuvalu

Kierretanko

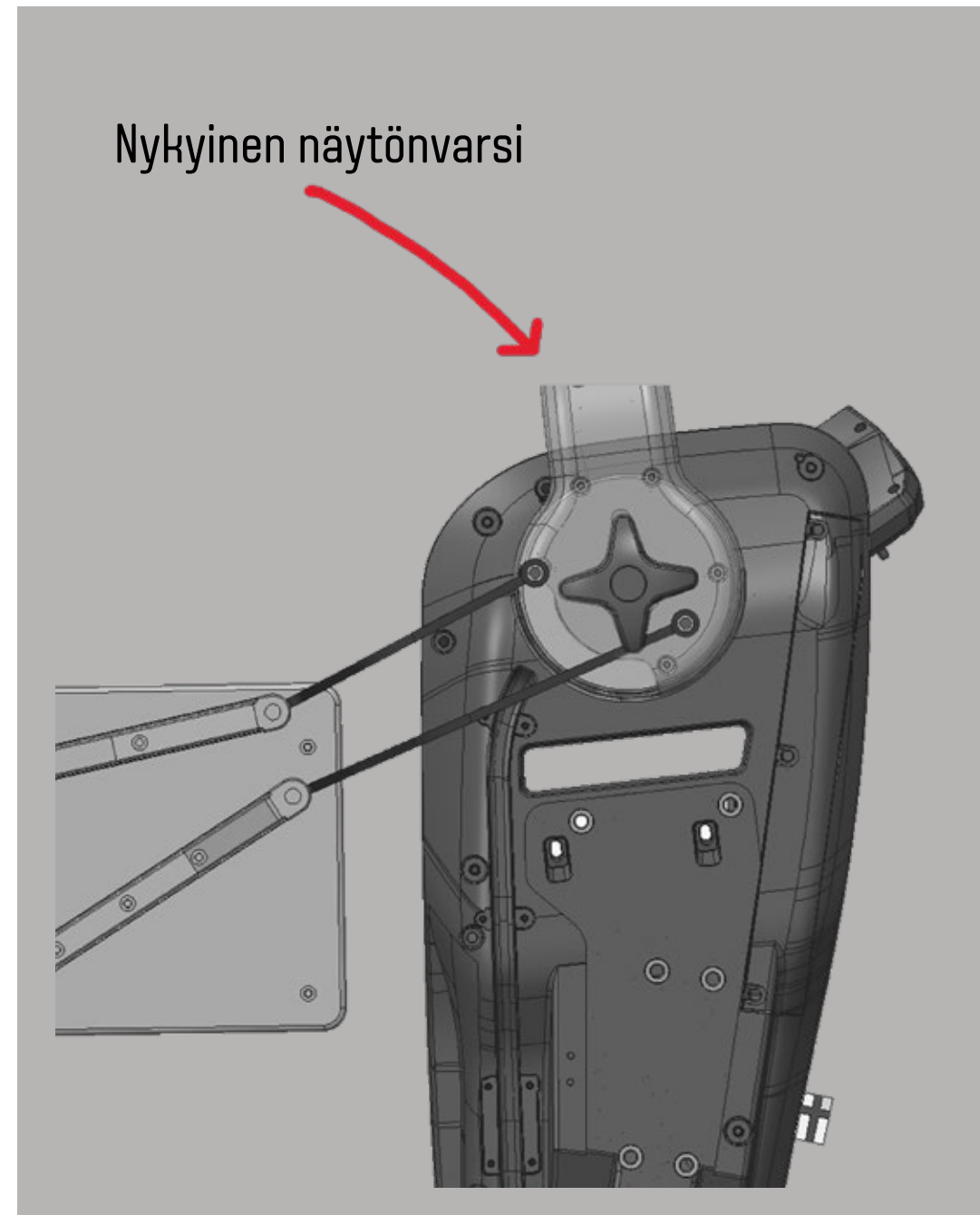


Kuva 32. Pöydän osat



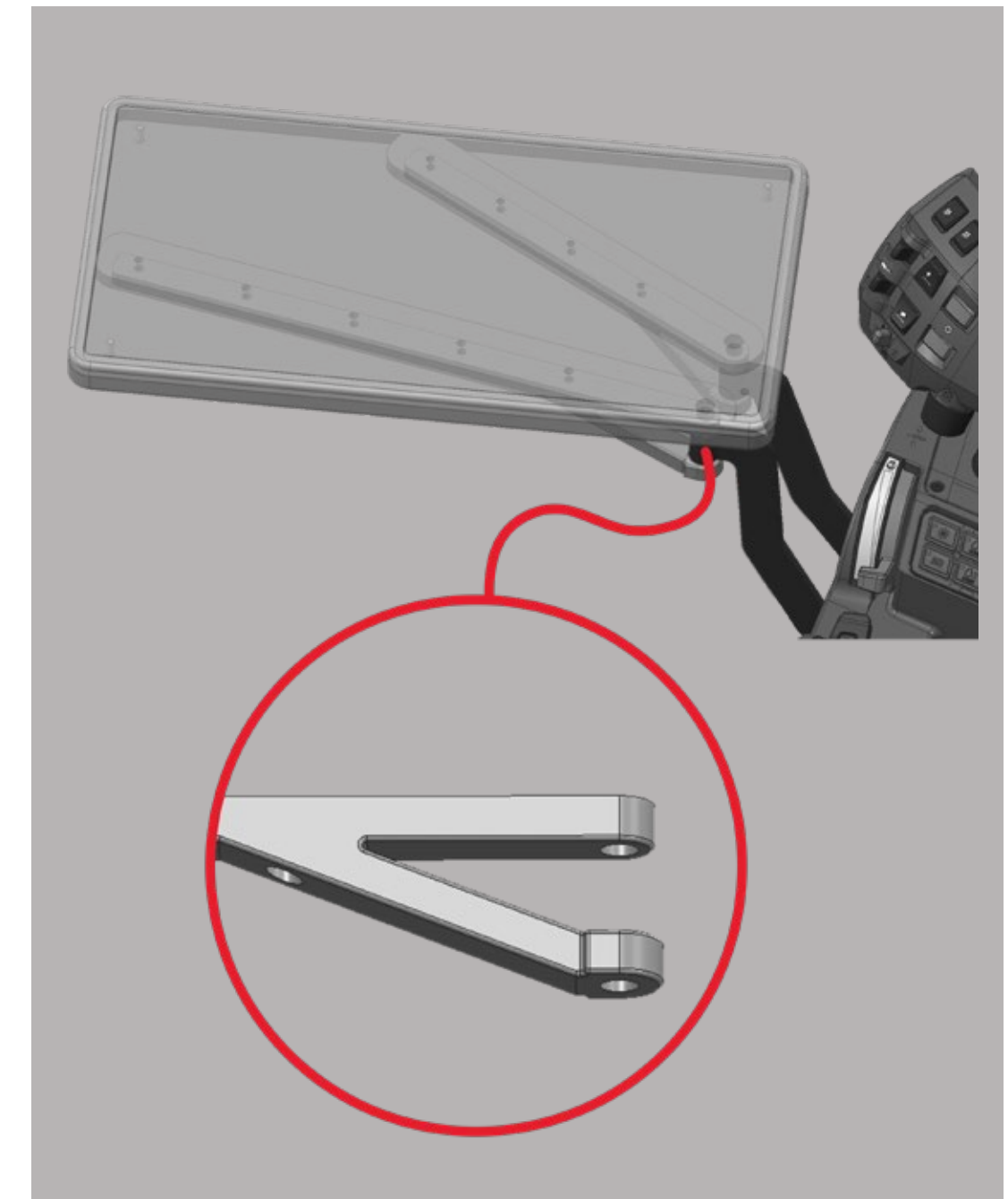
Kuva 33.

Saatuani osien mitoituksen kohdilleen aloin hioa osien yksityiskohtia ja toimintoja. Yllä olevassa kuvassa 33 leikkaus esittää pyörivän kiinnikkeen ja mustalla esitetyn käsinojan pohjassa olevan kontaktipinnan. Kiinnikkeen pyöriminen on rajoitettu 100 asteeseen. Liikkeen ääri-asennossa kiinnike lukittuu punaisella merkityn hampaan avulla paikoilleen.



Kuva 34.

Pöydän kiinnitykseen päätin käyttää samaa sormiruuvia, jolla nykyinen näytönvarsi on kiinni käsinojassa. Pöydän pyörähdysmekanismi oli helppo toteuttaa näin, sillä myös nykyinen näytön kannake pääsee pyörimään. Sormiruuvin avulla pöydän pyörähdyskitkaa on helppo säätää, ja prototyypin vaatimusten mukaisesti pöytä on helppo irrottaa ja siirtää traktorista toiseen (Kuva 34).



Kuva 35.

Pöydän liikeradan mahdollistamiseksi pöydässä olevat kiinnityskohdat tulevat olemaan hyvin lähellä toisiaan, mikä tulee vaikuttamaan pöydän vääntölujuuteen negatiivisesti. Päätin hyväksyä asian ja vaikuttaa pöydän vääntölujuuteen varsien kiinnityksellä.

Suuntaisvarret kiinnittyisivät pöydän alapintaan kiinnitettäviin tukivarsiin. Kuvassa punaisella esiin nostetulla tukivarren pään haaroituksella pöytään kohdistuva vääntömomentti saadaan jaettua isommalle alueelle. Pöytätason päätin tehdä kahdesta osasta, näin suuntaisvarsien ja tukipalojen kiinnityskohdat jäävät tason sisälle piiloon (kuva 35).



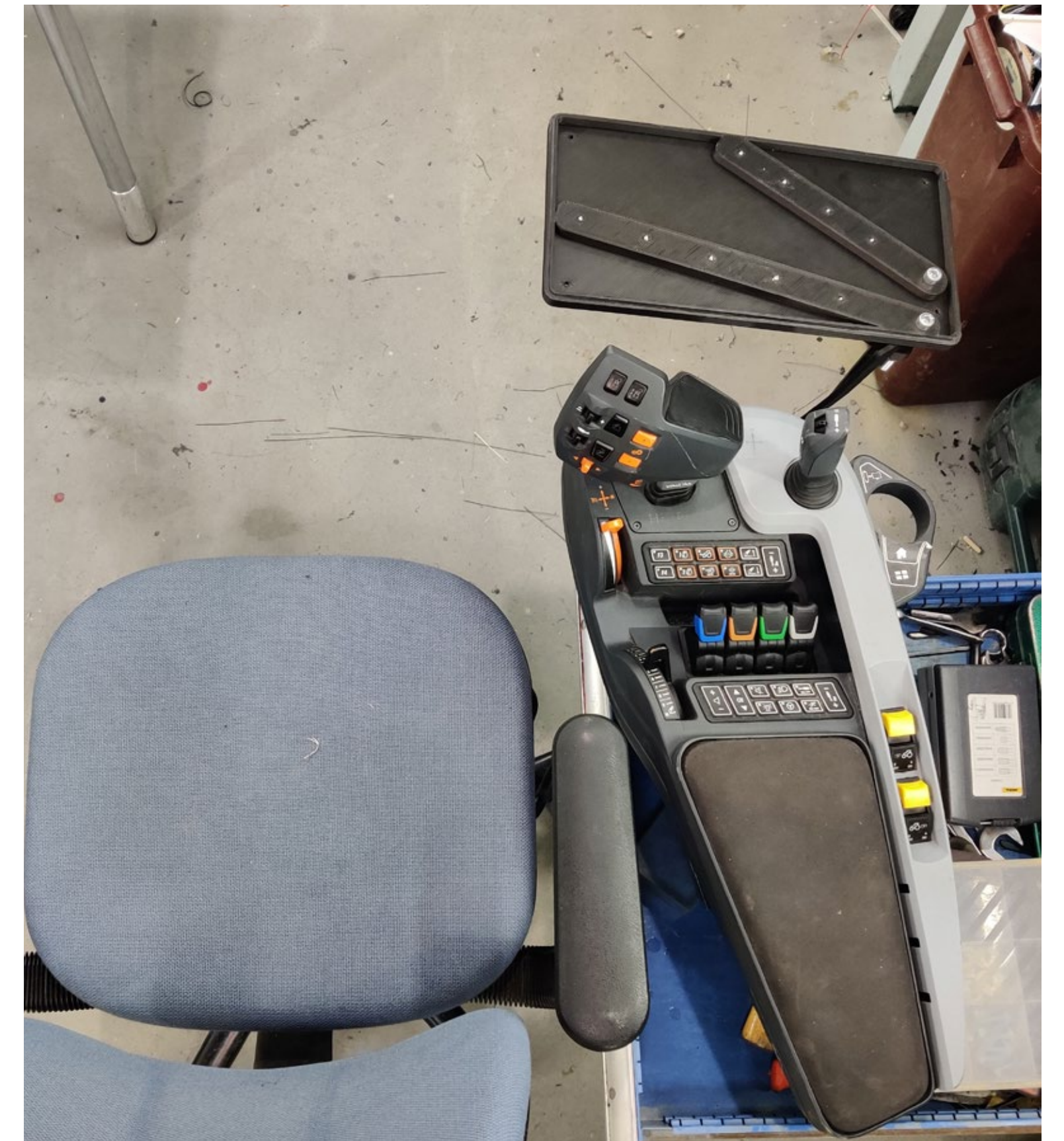
4.5 Prototyypin rakentaminen

Prototyypin ohutlevyosat tilattiin HT Laserilta. Metalliset holkit sorvattiin Valtran prototyypipajalla. Loput osista 3D tulostettiin. Pöydän pinnat ja holkki tulostettiin PLA-langalla. Loput kovempaa vääntölujuutta vaativat osat tulostettiin uudella hiilikuituvahvisteisella langalla (Kuva 36).

Lopullisessa prototyypissä suuntausvarsien materiaali tulee olemaan teräs. 3D-tulostamalla ensimmäisen prototyypin sain varmuuden osien toimivuudesta ennen ohutlevyosien tilaamista.

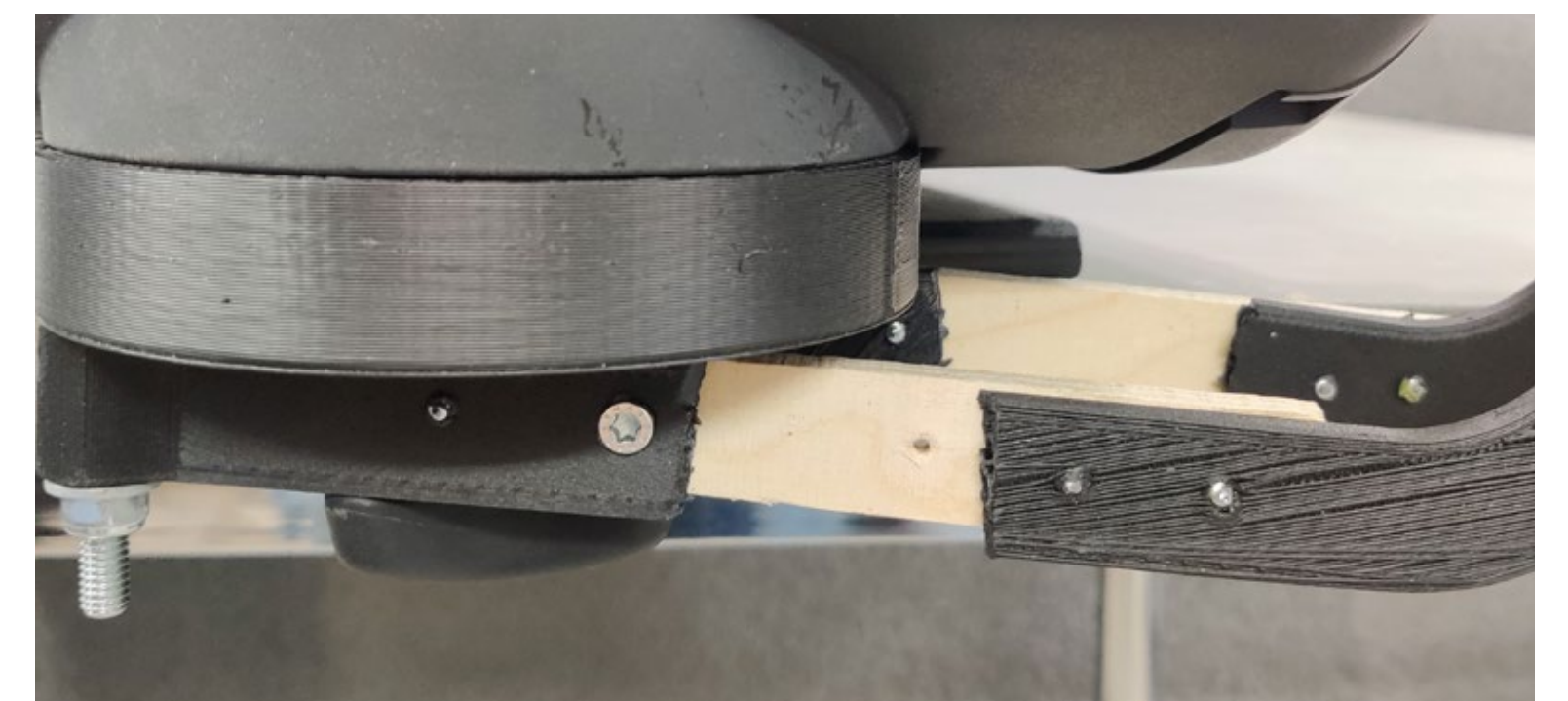


Kuva 36. 3D-tulostetut pöydänosat.



Kuvat 37-39. 3D-tulosteista rakennettu ensimmäinen prototyyppi ja pöydän liikerata.

Kokosin ensimmäisen prototyypin kuvissa 37-39 esitettyyn irtonaiseen käsinojaan. Pöydän pyörähdysmekanismi toimi erittäin hyvin ensimmäiseksi prototyyppiksi. Huomasin kuitenkin jo pöytää kasa-
tessani, että suuntaisvarret olivat liian lyhyet. Pöydän pyörähtäessä varret osuivat käsinojan runkoon. Korjasin ongelman kuvan 40 mukaisesti ruuveilla ja pienellä palalla vaneria.



Kuva 40. Prototyypin vanerilla pidennetyt suuntaisvarret

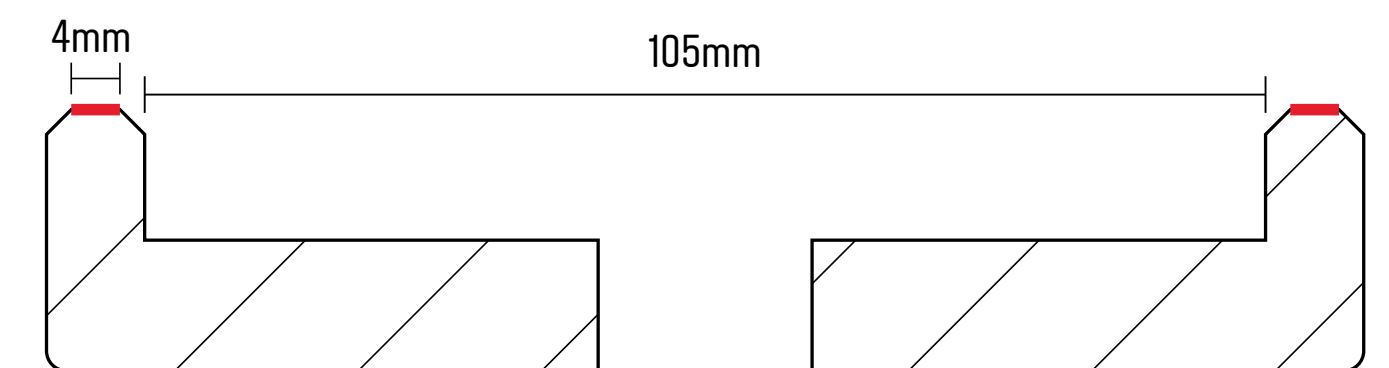
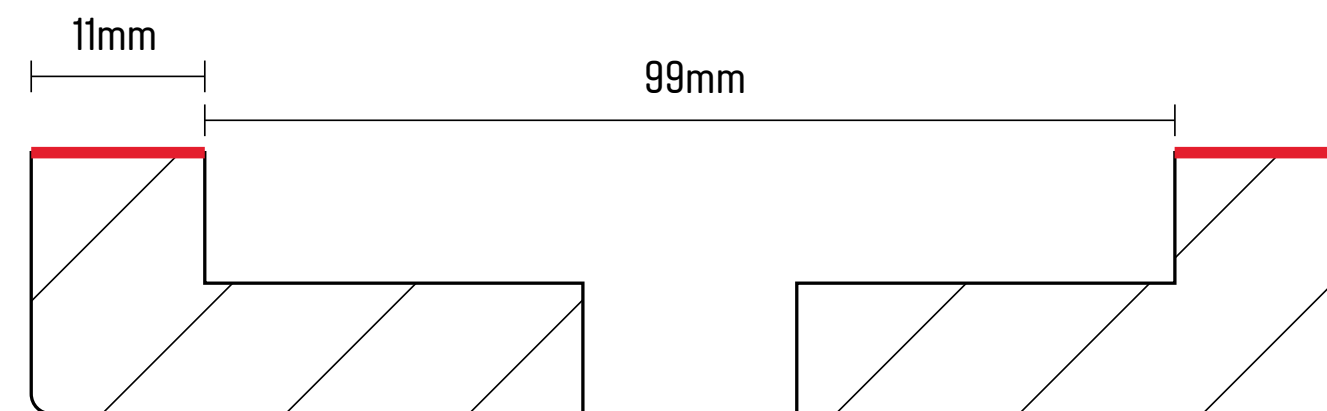
1.

2.

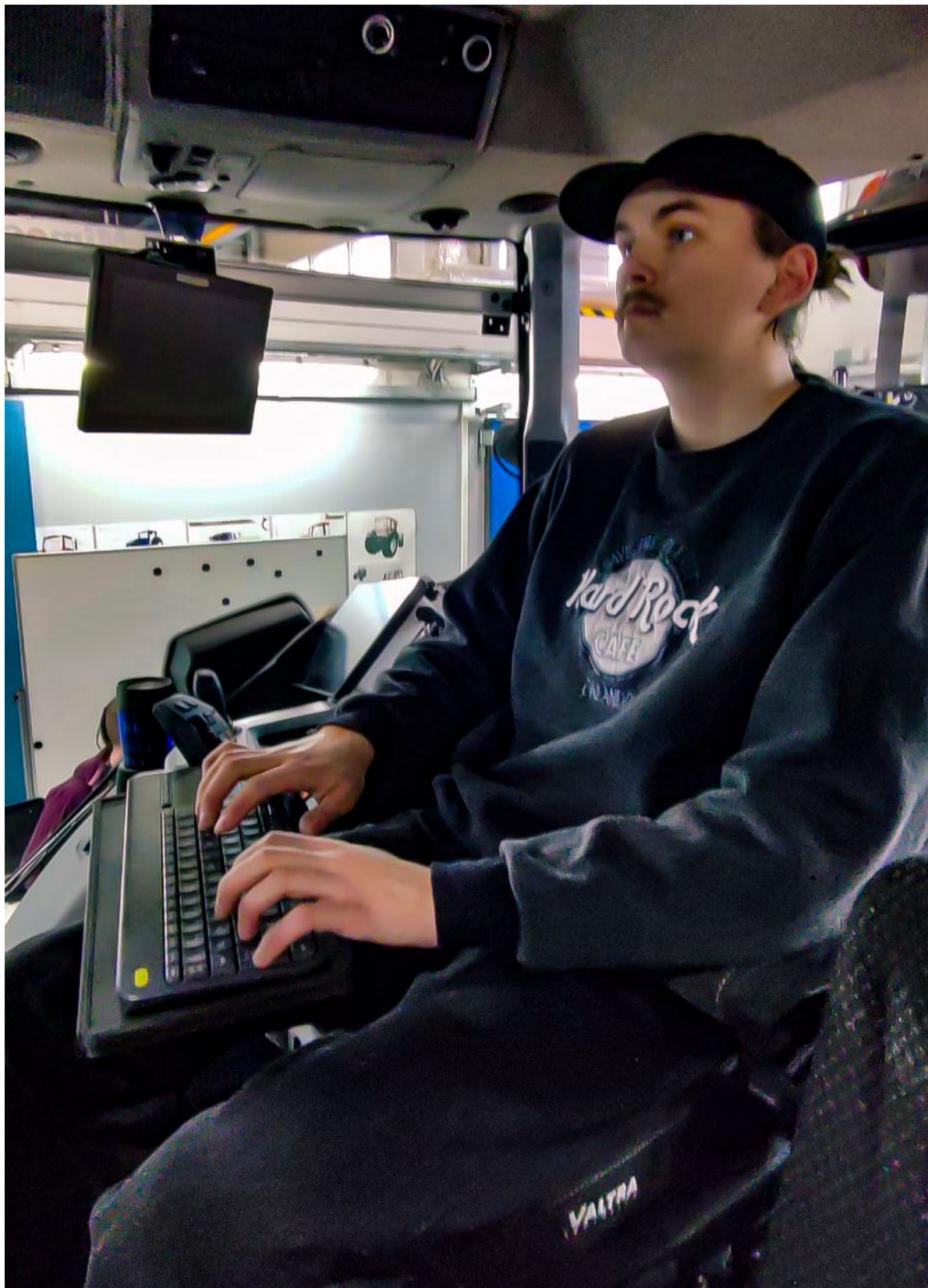
Prototyyppejä testatessani huomasin myös, että käsinojan pohjaan kiinnittyvä pyöreä kiinnike ei pyörähtänyt tarpeeksi pehmeästi. Halusin saada jo tässä vaiheessa pöydän mekaanisen haptiikan kohdalleen, joten muutin kiinnikkeen mallia.

Kuvan 41 kohdassa yksi on esitettyä ensimmäinen versio pohjakiinnikkeestä. Ensimmäisissä testeissä kiinnikkeen pyörähdysliike ei tuntunut hyvältä liiallisen kitkan vuoksi. Leikkauskuvassa kitkapinta, joka koskettaa käsinojan pohjaa on merkitty punaisella.

Versioon kaksi kavensin kiinnikkeen ulkoreunaa ja lisäsin reunan kulmiin viisteet. Näin kitkapinta pieneni 48.8%



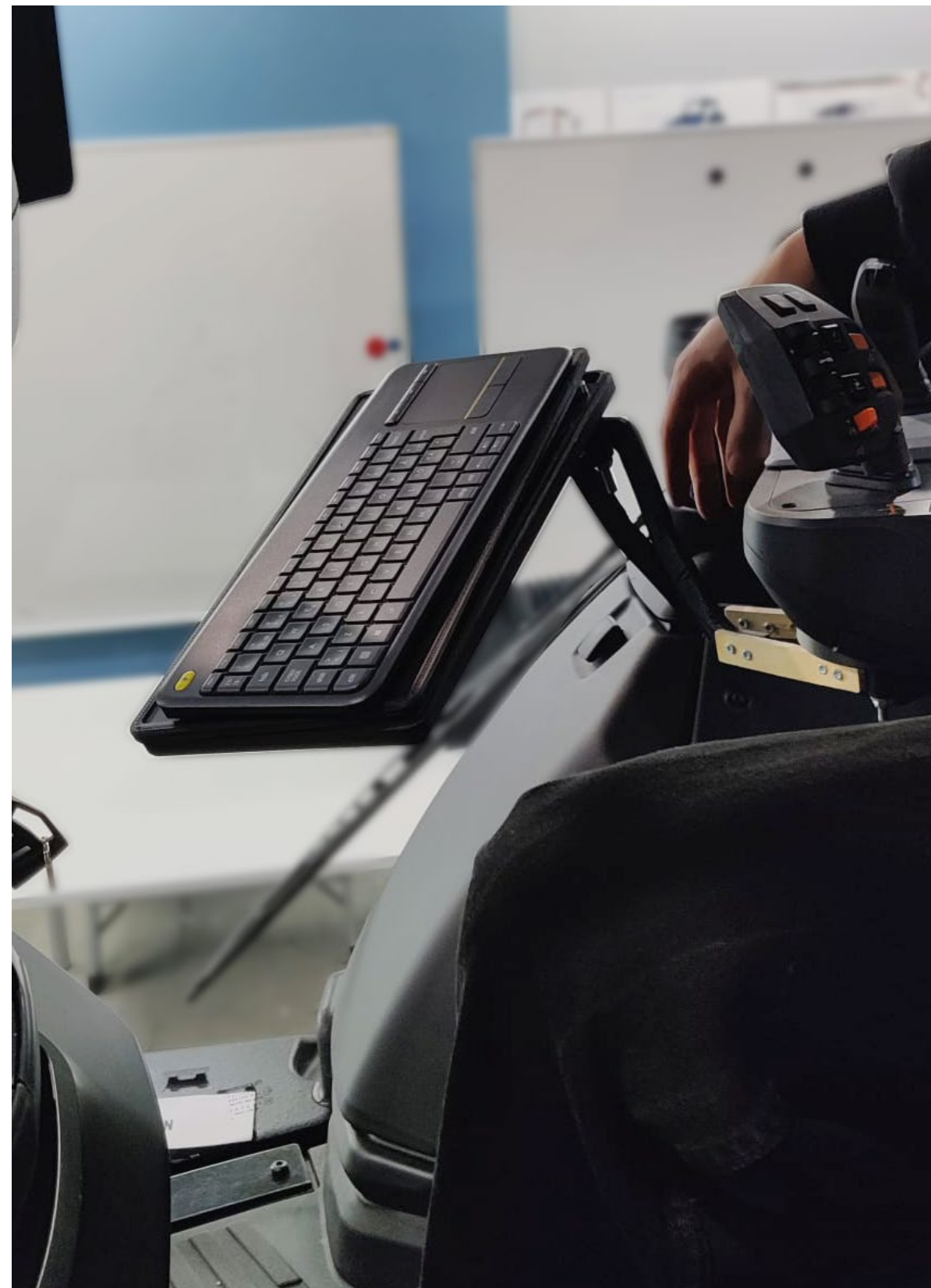
Kuva 41. Pyöreään kiinnikkeeseen tehdyt muutokset ja versioiden yksi ja kaksi leikkauskuvat



Kuva 42. Prototyypin testaaminen ohjaamossa (Järvinen 2023)

Kuvassa 42 prototyyppi on ensimmäistä kertaa kokeiltavana traktorin ohjaamossa. Pöydän ja varsien mitat olivat onnistuneet hyvin ja pyörähäydysliike väisti traktorin ratin täydellisesti. Tässä vaiheessa huomasi kuitenkin, että kuvan 44 pyöreä kiinnike tulisi tarvitsemaan vielä ainakin toisen kehityskierroksen, sillä pöytä ei pyörähtänyt aivan tarpeeksi lähelle kuljettajaa.

Pöytä kesti hyvin näppäimistön painon ollessaan käännettynä kuljettajan syliin, mutta



Kuva 43. 3D-tulostetut varret eivät kestäneet pöydän ja näppäimistön painoa (Järvinen 2023)

käsinojan etupuolelle taitettaessa pöydän varret vääntyivät kuvan 43 mukaiseen asentoon. Tämä ongelma onneksi korjaantuisi teräksisillä suuntaisvarsilla prototyypin myöhemmissä versioissa.



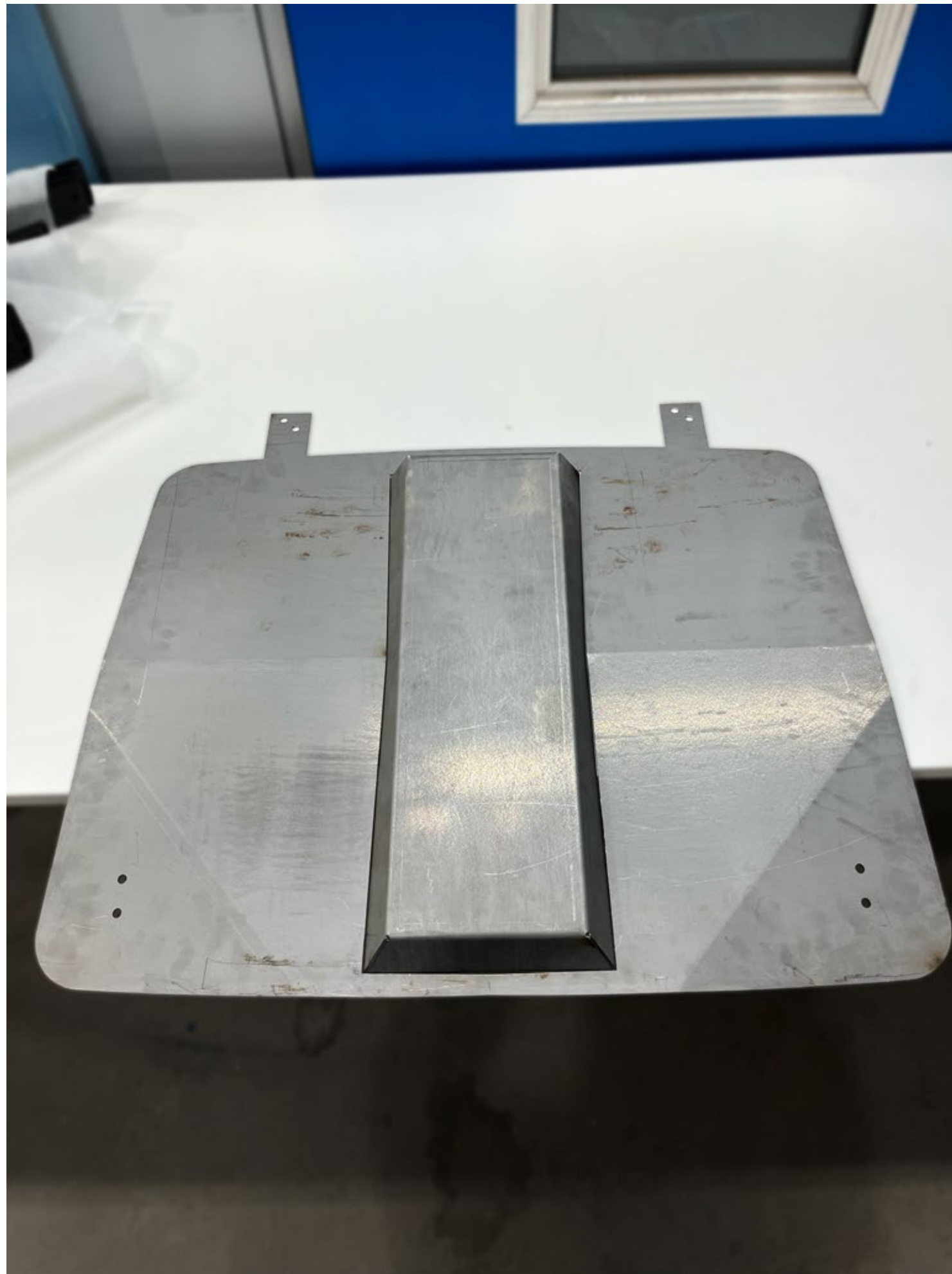
Kuva 44. Pyöreän kiinnikkeen versio 2.5

Prototyypin rakennusvaiheessa kaikki Valtran 3D-tulostimet olivat varattuja, joten pyöreä kiinnike muokattiin käsin sopivaksi (kuva 44). Näin pöydän mekaniikka saatiin korjattua halutuksi. Suuntaisvarsien ohutlevyosat eivät ehtineet saapua opinnäytetyön tavoiteaikataulussa, joten niiden tilalle 3D-tulostettiin uudet muokatut suuntaisvarret. Niiden profiili muutettiin plussan (+) muotoiseksi, jolla saatiin vahvistettua varsien vääntölujuutta.



Kuva 45. Vahvistetut suuntaisvarret

Vahvistetuista suuntaisvarsista huolimatta pöytätaaso pääsi vääntymään liikaa (kuva 45). Teräksisten suuntaisvarsien lisäksi pyörähtävää kiinnikettä pitäisi vahvistaa, jotta pöydästä saataisiin tukeva.



Kuva 46.

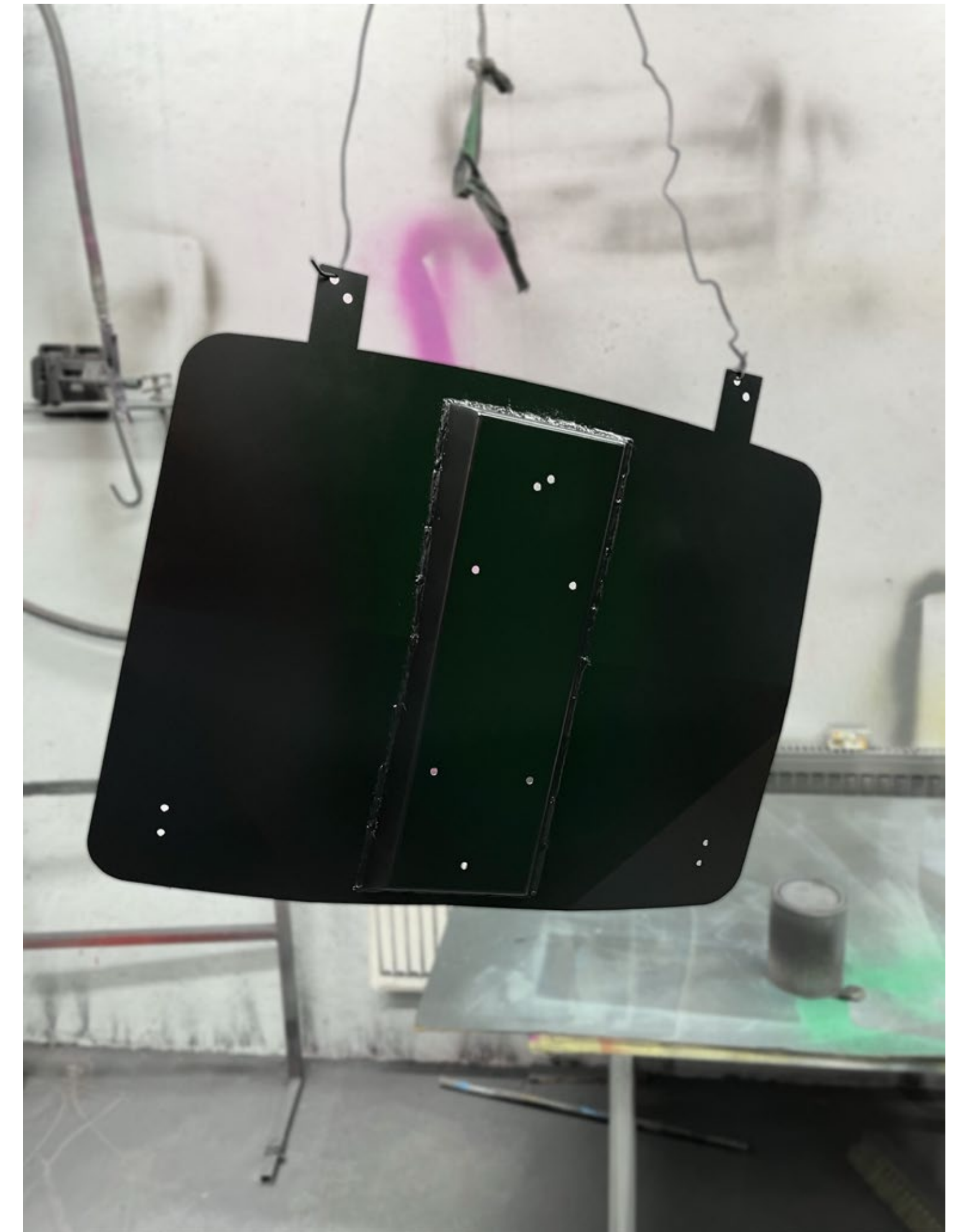
Kattokiinnikkeeseen tilatut ohutlevyosat viivästyivät noin kolme viikkoa tavoiteaikataulusta, mutta lopullista prototyyppiä päästiin onneksi rakentamaan viikkoa ennen opinnäytetyön kirjallisen osion palautuspäivää. Kuvassa 46 olevat kattokiinnikkeen osat saapuivat leikattuina ja



Kuva 47.

särmättyinä, mutta ne vaativat vielä töitä ennen traktorin kattoon kiinnittämistä.

Kattokiinnikkeen kaksi osaa hitsattiin yhteen (kuva 47), jonka jälkeen näyttöteelineen paikka sovitettiin oikeaksi. Ennen paikoilleen asennusta se maalattiin mustaksi (kuva 48).



Kuva 48.

Kattokiinnikkeen suunnittelu oli onnistunut erittäin hyvin. Se oli helppo asentaa paikoilleen, ja katon tiiviys saatiin säilymään (kuva 49).



Kuva 49. Katon kiinnikelevy sopi paikoileen täydellisesti. Pultinreiät olivat oikeilla kohdillaan ja kiinnikelevy tiivistyi suunnitellusti.



5. LOPPUTULOS



Kuvat 50-53. Näytön laskeutuminen ohjaamon katosta

5.1 Valmis prototyyppi

Toimiva prototyyppi koostuu sähkötoimisesta kattoon asennettavasta näyttötelineestä, 27 tuumaisesta 4K IPS näytöstä, multimedianaäppäimistöstä sekä pyörähtävästä pöytätasosta. Prototyypin osat asennettiin Valtran muotoilulaboratoriossa olevaan traktorin näköismalliin.

Konseptin rajauksen mukaisesti Mobile Officen käyttäjä valitsi itse käytettävän teknologian, joten näppäimistö ja näyttö valittiin prototyyppiin helposti saatavilla

olevien mallien joukosta.

Opinnäytetyön aikatulun puitteissa ei olisi ehtinyt suunnittelemaan kaiken muun lisäksi toimivaa näyttötelinettä, joten parhaaksi vaihtoehdoksi jäi ostaa jo olemassa oleva tuote ja muokata se prototyyppiin sopivaksi. Näyttöteline on kauko-ohjattu, joten näytön kulman saa säädettyä sopivaksi kaukosäätimestä (kuvat 50-53).

Pöytason pintaan kiinnitetty ohut

teräslevy mahdollistaa näppäimistö kiinnittämisen pöytään magneeteilla. Näin näppäimistö on helppo irroittaa pöydästä, mutta pellolla ajaessa se ei pääse tippumaan tai heilumaan.



5.2 Käyttäjätestaus

Prototyypin käyttäjätestaukseen osallistuivat Henri Hokkanen ja Jaakko Järvinen. Tutkimuksella kartoitettiin prototyypin kehityskohteita ja kehityssuuntaa.

Katosta moottoroidusti laskeutuva näyttö sai molemmat käyttäjät hymyilemään (kuva 54). Näytön laskeutuessa ala-asentoonsa, se tuli kuitenkin liian lähelle käyttäjän naamaa. Se myös laskeutui matalammalle kuin aikaisemmin testattu näytön pahvimalli. Näyttöä oli kuitenkin helppo käyttää sen ollessa 45 asteen kulmassa, jolloin näkyvyys näytön alapuolelta säilyi myös hyvänä. Myös näytön laskeutumisenopeutta kommentoitiin. Näytön laskeutumiseen kuluu tällä hetkellä noin 30 sekuntia. Miellyttävä aika olisi n. 10 sekuntia.

Pöydän toimintamekanismista pidettiin, ja Hokkanen kehui etenkin mahdollisuutta kääntää pöytä käsinojan eteen. Käyttäjien tarkkailu kuitenkin osoitti että pöydän mekanismi ei toiminut aivan suunnitellulla tavalla. Pöytä käännettiin ensin käsinojan etupuolelle, jonka jälkeen se taitettiin suuntaisvarsien liikkeellä oikeaan asentoon.

Kuten olin jo itse huomannut, pöytätaso ei ollut läheskään tarpeeksi tukeva. Tämä nousi esiin myös käyttäjäpalautteessa. Järvisen (2023) mukaan pöytätaso oli myös liian matalalla, ja hänen jalkansa osuivat tason alapintaan.

Käyttäjien työskentelyasennot olivat ergonomisia. Heidän oli helppo istua selkä suorana. Pöytätaso oli oikealla kohdalla käyttäjien sylissä, ja näppäimistön käyttö oli helppoa (kuvat 55-58).

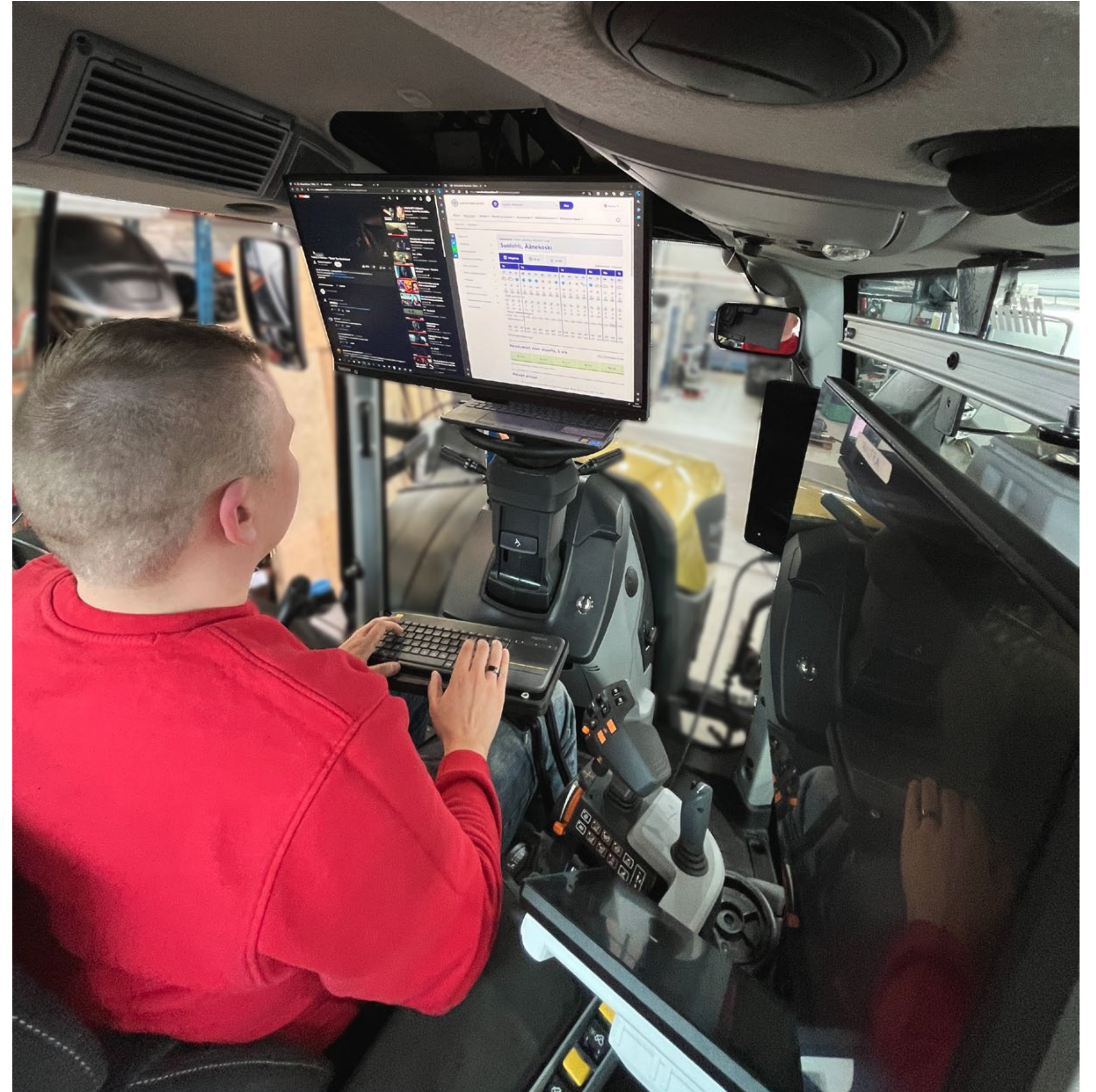
Käyttäjätestauksessa nousi esille idea myös näytön muista käyttökohteista. Näyttöä on ylös taitettuna helppo katsoa traktorilla ajaessa, joten siitä olisi helppo seurata esimerkiksi etukuormaajan sijoitetun kameran kuvaa.



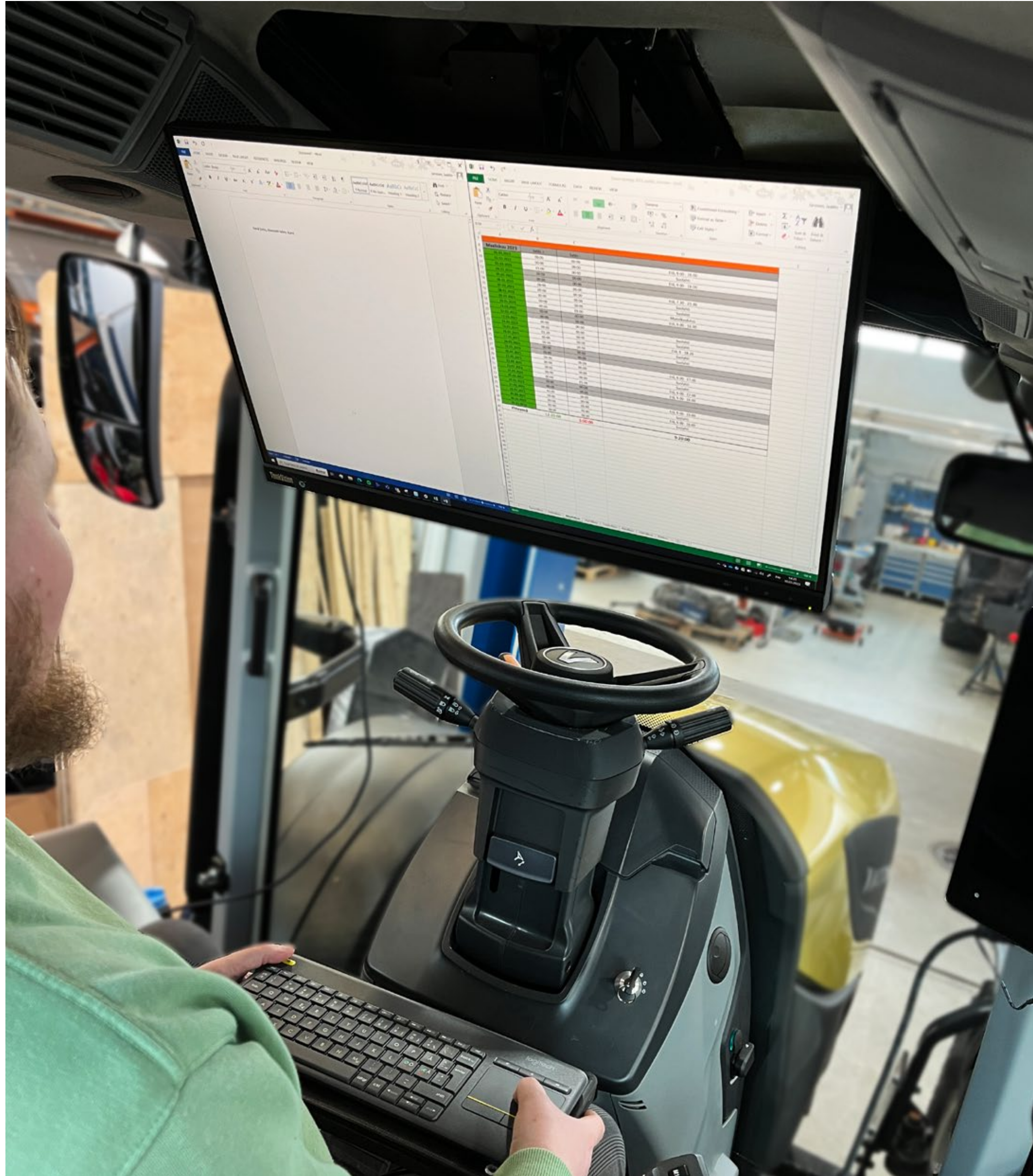
Kuva 54.



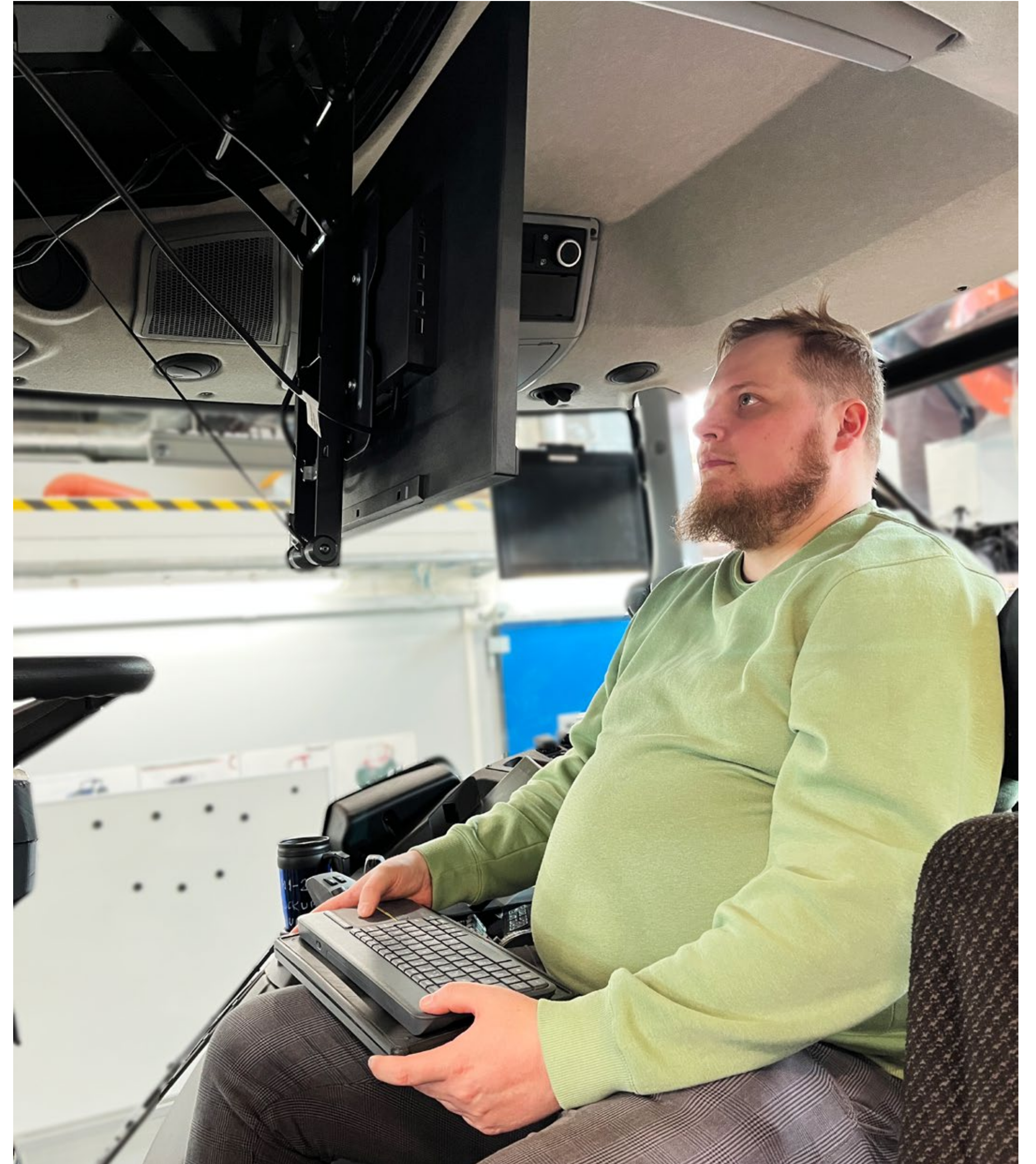
Kuva 55.



Kuva 56.



Kuva 57.



Kuva 58.

Käyttäjätestausta varten ostettiin kuvissa 59-61 näkyvät erikokoiset ja eri hintaluokissa olevat näppäimistöt, joihin oli yhdistetty hiiren toiminnallisuus. Näppäimistöt valittiin Verkkokauppa.comin valikoimista.

Logitechin ja Deltacon näppäimistöihin oli yhdistetty kosketuslevy. Molemmat näppäimistöt olivat alemmaa hintaluokkaa ja maksoivat noin 30€ kappale. Lenovon näppäimistössä hiiren toimintoja hallittiin kosketuspainikkeella. Se oli näppäimistöistä kallein noin 130€ hinnalla, jonka huomasi myös näppäimistön laadussa verratessa sitä kahteen edelliseen malliin.

Kaikki näppäimistöt toimivat moitteitta ja mahtuivat hyvin pöytätasolle. Kosketuslevyllä olevat näppäimistöt olivat kuitenkin testissä helpompia käyttää, johtuen pitkälti siitä, että kosketusalusta oli käyttäjille tutumpi kuin kosketuspainike.



Kuva 59. Deltaco TB-504



Kuva 60. Logitech K400



Kuva 61. Lenovo ThinkPad Trackpoint keyboard II

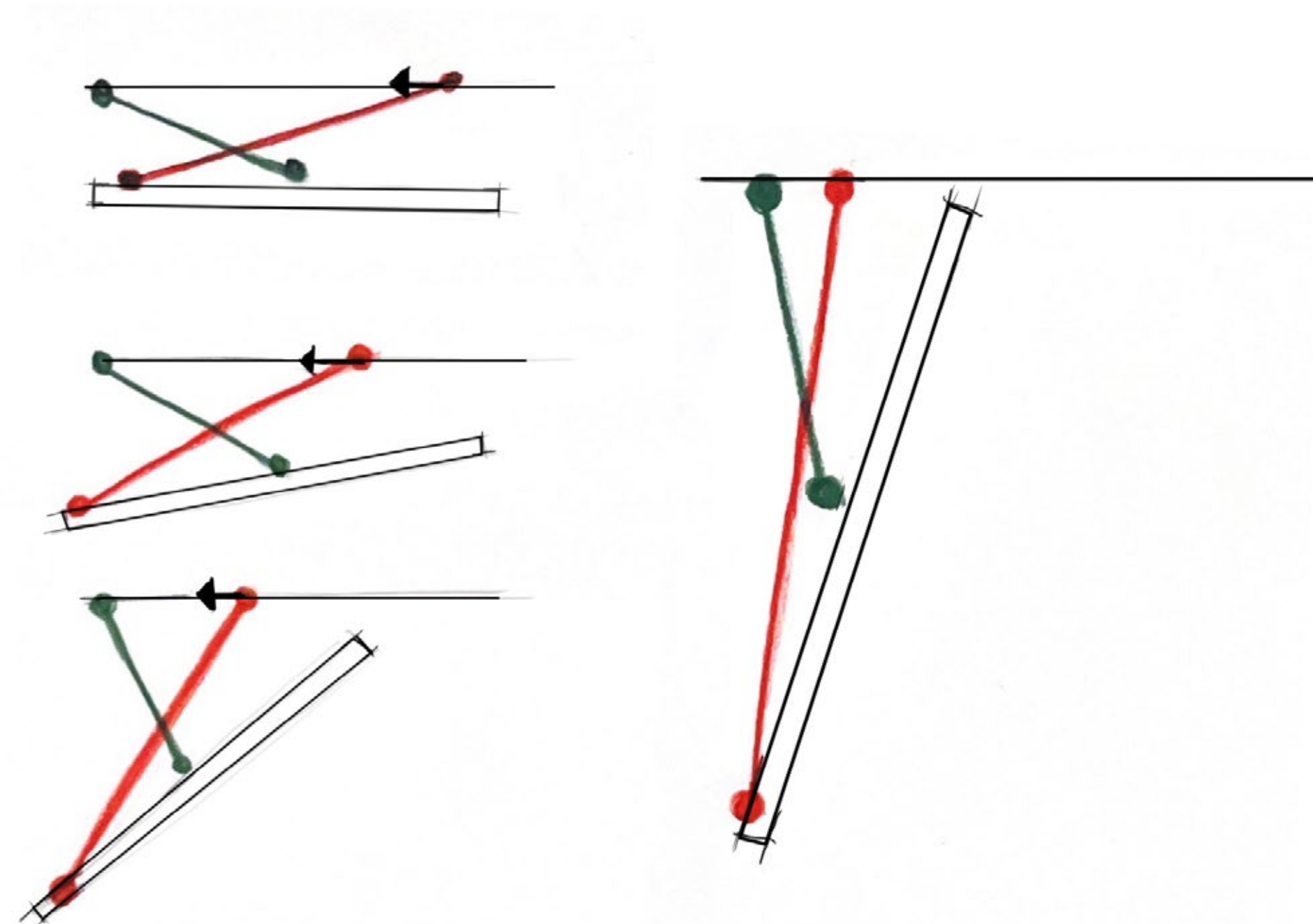


5.3 Jatko

Ensimmäinen jatkokehityskohde tulee olemaan pöytätaaso, joka on tällä hetkellä konseptin suurin ongelma. Siitä täytyy saada paljon tukevampi, jotta on mahdollista testata sen käyttöä pelto-olosuhteissa. Uudet suuntaisvarret tulevat auttamaan asiaa, mutta pyöreälle kiinnikkeelle on tehtävä myös isoja muutoksia. Mahdollinen kehitysidea olisi korvata kiinnikkeen irtopulttikiinnitys kiinnikkeeseen upotettavilla kierreinserteillä. Näin pyöreästä kiinnikkeestä saataisiin tukevampi, ja kiinnitysmekanismiin turhat välykset saataisiin poistettua.

Nykyinen näyttöteline kaipaa myös paljon kehitystä. Teline sopii hyvin ensimmäiseen prototyyppiin ja idean toimivuuden kokeilemiseen. Projektin edetessä teline on kuitenkin suunniteltava uudestaan. Tärkeitä huomion kohteita olisivat näytön laskeutumisenopeus ja katseluetäisyys. Mahdollinen idea näyttötelineen toteuttamiseen olisi autotallin kippiovista tuttu mekaniismi, jolla näyttö laskeutuisi kauemmaksi kuljettajasta. Sillä näyttöä saisi myös hieman nostettua ylöspäin, jolloin näkyvyys näytön ali säilyisi suurempana.

Opinnäytetyöprosessin päättyessä jatkan työssäni Valtralla. Mobile Office -konseptia on tarkoitus saada kehitettyä eteenpäin, joten prototyypin kehitystä jatketaan. Tavoitteenani olisi järjestää laajempi käyttäjättestaus, jossa prototyyppi olisi kiinnitettynä ajettavaan traktoriin ja sen toimivuutta testattaisiin peltoajossa.



Kuva 62. Uuden näyttötelineen mahdollinen toimintamekanismi



6. YHTEENVETO



6.1 Prosessi

Muotoilutyö oli perinteistä teollista muotoilua. Mobile Office -konseptin muotoilussa pääsin ratkaisemaan monia ongelma-kohtia ja miettimään uusien ja tulevaisuuden teknologioiden mahdollisuuksia.

Prosessin alussa tehty käyttäjätutkimus oli käyttämistäni menetelmistä ehdottomasti antoisin. Maatiloilla vierailu konkretisoi maanviljelijöiden kipupisteet. Heitä kuuntelemalla ja heidän töitään tutkimalla saatiin lähtötiedot, joiden pohjalta päästiin ideoimaan ratkaisuja esiin nousseisiin ongelmiin. Taustatutkimus voidaan kokonaisuudessaan todeta erittäin hyödylliseksi. Kaikki käyttämäni tiedonhankintamenetelmät toivat uutta tietoa ja ymmärrystä aiheesta.

Aloitin ideoinnin jo aikaisin syksyllä 2022, jolloin tiedonhankintaosuus oli vielä kesken. Ideoinnin alussa syntyneet luonnokset eivät enää luoneet toimivia ratkaisuja laajemman tietomäärän valossa. Näistä ideoista sai kuitenkin hyvän lähtökohdan toimivien ideoiden kehittämiseksi. Ennen opinnäytetyötä olin piirtänyt aivan liian vähän. Opinnäytetyön aikana käytin ideointiin ja luonnosteluun paljon aikaa ja huomasin nopeaa kehitystä luonnosteni tasossa. Sain myös käyttööni Wacom-piirtonäytön, jonka avulla sain tehtyä hyvät renderöinnit Photoshopissa.

Prosessin aikana syntyneistä ideoista pyörähtävä pöytätaaso vaikuttaa kaikista toimivimmalta. Se mahdollistaa tason käytön erikokoisille kuljettajille, se on nopea ottaa käyttöön, eikä se vaikeuta traktorista nousemista. Prosessin loppupuoliskolla

konseptiin lisättyyn kattoon kiinnittyvän näytön toimivuus ohjaamossa epäilytti aluksi, mutta prototyypissä tehdyn testauksen perusteella se osoitti suurta potentiaalia jatkokehitykseen.

3D-renderöinnit olisivat auttaneet lopputuloksen esittelyä. Niiden avulla konseptista olisi saanut luotua valmiimman ja viimeistellymmän kuvan. Renderöinnit eivät kuitenkaan olleet mahdollisia opinnäytetyöprosessin aikana, sillä traktorin ohjaamon 3D-malli koostuu useasta tuhannesta osasta, eikä käytössäni oleva tietokone ollut tarpeeksi tehokas käsittelemään tällaista osamäärää. Renderöinti ei myöskään olisi ollut mahdollista LAB-ammattikorkeakoulun tietokoneilla, sillä 3D malleja ei ole mahdollista siirtää Valtran ulkopuolisille tietokoneille.

Opinnäytetyön prosessi sujui kokonaisuudessaan erittäin jouhevasti. Työsopimukseni Valtran kanssa oli voimassa koko prosessin ajan, joten yhteyskatkoja toimeksiantajan kanssa ei päässyt syntymään. Pääsin myös käyttämään kaikkia Valtran tuotekehityksen resursseja, ja ilman niitä opinnäytetyöni lopputulos olisi varmasti ollut huomattavasti erilainen. Uskon että tekemästäni työstä on Valtralle paljon hyötyä.



6.2 Oma reflektointi

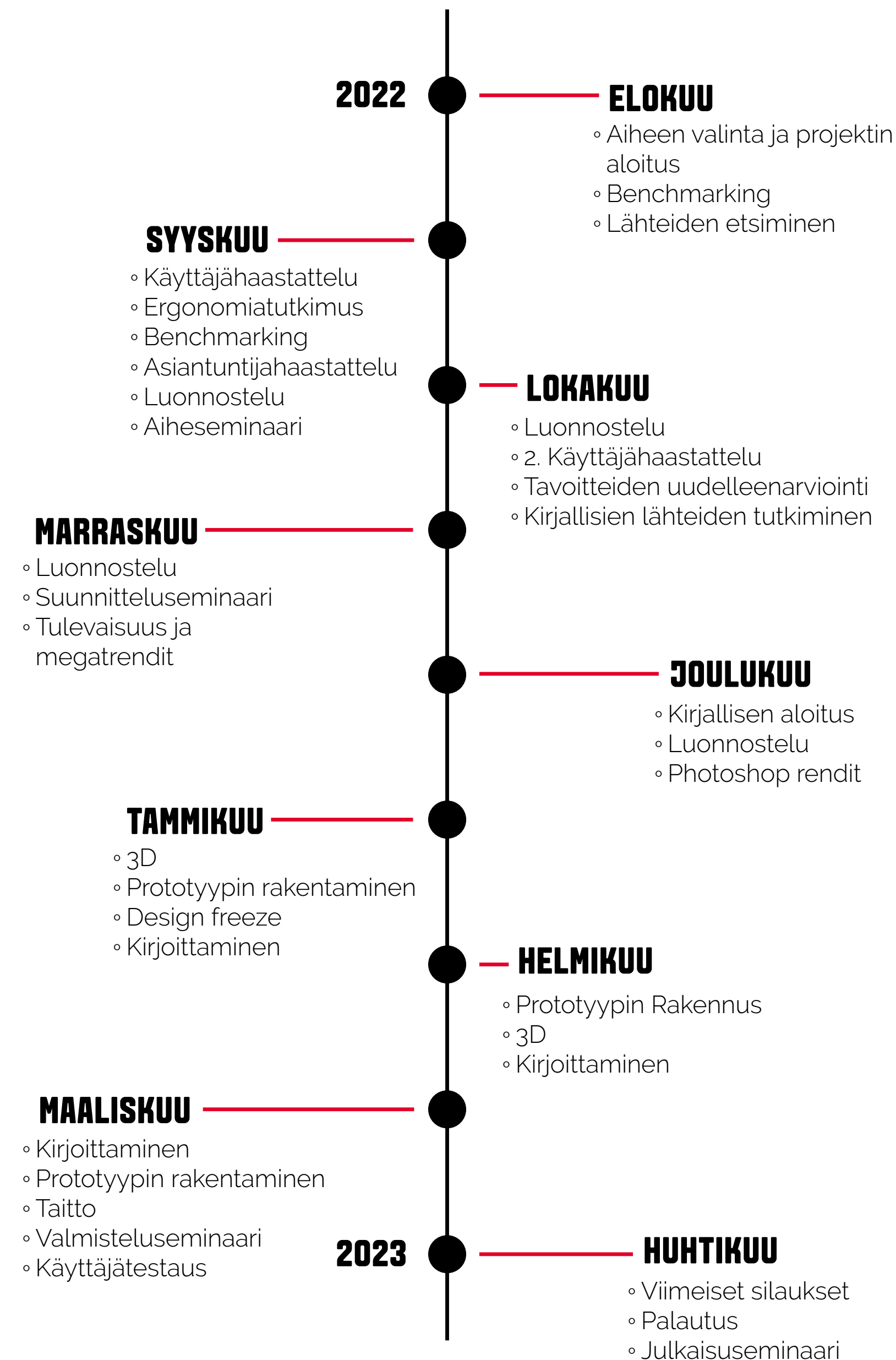
Opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa kuvittelin aloittaneeni työskentelyn ajoissa ja aikaa olevan paljon. Onneksi en näin ollen laiskotellut, sillä aika kului paljon odottamaani nopeammin. Vaikka työskentelin opinnäytetyöni parissa täysipäiväisesti viimeiset kahdeksan kuukautta, opinnäytetyön lopputuloksesta ei tullut projektin alussa määritellyn kaltainen. Prosessin askeleet veivät enemmän aikaa, kun olin kuvitellut.

Kaikesta huolimatta olen erittäin tyytyväinen omaan työhöni. Pysyin prosessin alussa luomassani aikataulussa hyvin ja sain opinnäytetyön ajallaan valmiiksi. Tein kattavan tiedonhankinnan, jossa pystyin useiden tiedonhankintamenetelmien avulla perustelemaan kaikki tekemäni päätökset muotoiluprosessissa. Konsepti oli innovatiivinen ja se hyödynsi uusimpien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia.

Onnistuin tekemään prototyypistä

toimivan ja se on myös nopea siirtää ajettavaan traktoriin testausta varten. Prototyyppi havainnoi erittäin hyvin Mobile Officen luomia mahdollisuuksia toimistotyöskentelyyn.

Maanviljelijöiden työtaakka ja työhyvinvointi ovat isoja ongelmia. Vaikka Mobile Office ei ratkaisekaan perimmäistä ongelmaa, uskon että konseptin päästessä markkinoille se tulee vaikuttamaan positiivisesti monien maanviljelijöiden jaksamiseen.



Lähteet

AGCO Power. AGCO konserni. Viitattu 19.01.2023. Saatavissa <https://www.agcopower.com/fi/yritys/agco-konserni/>

Antunes, J. 2021. ProvideoCoalition. LG Display shows Transparent OLED display at CES 2021. Viitattu 3.3.2023. Saatavissa <https://www.provideocoalition.com/lg-display-shows-transparent-oled-display-at-ces-2021/>

Browne, E. 2016. Here's how many hours farmers REALLY work in a week. Agriland. Viitattu 22.03.2023. Saatavissa <https://www.agriland.ie/farming-news/heres-how-many-hours-farmers-really-work-in-a-week/>

Bucher group. Table Mechanisms. Viitattu 3.3.2023. Saatavissa <https://bucher-group.com/products/vip-interior/table-mechanisms>

Driver, A. 2018. Design Drivers: What driver great design? Team Consulting. Viitattu 23.03.2023. Saatavissa <https://www.team-consulting.com/insights/design-drivers-what-drives-great-design/>

Euroopan Komissio. The common agricultural policy: 2023-27. Viitattu 19.03.2023 Saatavissa https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en

Innokylä. Käyttäjäprofiilit ja persoonat. Viitattu 25.03.2023. Saatavissa <https://innokyla.fi/fi/tyokalut/kayttajaprofiilit-ja-persoonat>

Jypsyvloggin. 2020. How to open tray table in airplane. Youtube-video. Viitattu 23.2.2023. Saatavissa https://www.youtube.com/watch?v=_Mw2kskIC1o

Järvinen, J. 2023. Prosessikuvat. Viitattu 28.03.2023

Laaksonen, N. 2019. Benchmarking oppimisprosessina. Proakatemia. Viitattu 24.2.2023. Saatavissa <https://esseepankki.proakatemia.fi/benchmarking-oppimisprosessina/>

Lambillotte A. 2020. My home office in February 2020. Viitattu 13.1.2023. Saatavissa <https://unsplash.com/photos/PgoNjR2tlpwW>.

Logitech. K400 PLUS WIRELESS TOUCH KEYBOARD Viitattu 30.03.2023. Saatavissa <https://www.logitech.com/fi-fi/products/keyboards/k400-plus-touchpad-keyboard.html>

Marr, B. 2022. Bernard Marr & Co. The Biggest Future Trends In Agriculture And Food Production. Viitattu 19.03.2023. Saatavissa <https://bernardmarr.com/the-biggest-future-trends-in-agriculture-and-food-production/>

Nettikone. 2022. Valmet 361D. Viitattu 15.03. Saatavissa: <https://www.nettikone.com/valmet/361-d/2206124>

Niskanen, H. 2010. Traction in action- Valtra's six decades. Laukaa. Valtra Inc.

Padeanu, A. 2022. 31.3-Inch Theatre Screen Inside BMW i7 Detailed In New Images. BMWBlog. Viitattu 23.2.2023. Saatavissa <https://www.bmwblog.com/2022/05/10/bmw-i7-theatre-screen-images/>

Pyörre, S. 2022. ED Design. Red Dot 2022 Valtran N-sarjalle. Viitattu 21.03.2023. Saatavissa <https://ed-design.fi/fi/red-dot-2022-valtran-n-sarjalle/>

Lähteet

Rahkonen, R. 2022. Projekti insinööri. Valtra. Haastattelu 06.09.2022

Ram Mounts. 2022. RAM® No-Drill™ Laptop Mount for '12-23 RAM 2500-5500 + More. Viitattu 3.3.2023. Saatavissa <https://rammount.com/collections/laptop-mounts-full-kits/products/ram-vb-178a-sw1>

StartUs Insights. 2023. Top 10 Agriculture Trends, Technologies & Innovations for 2023. Viitattu 19.03.2023. Saatavissa <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/agriculture-trends-innovation/>

Tiitinen, K 2023. Käyttäjäprofiilit. Viitattu 28.03.2023

Tsui, C. 2022. Auto Trader. Drivers Have No Way to See Past the BMW 7 Series' Massive TV Screen. Viitattu 3.3.2023. Saatavissa <https://www.autotrader.ca/editorial/20220518/drivers-have-no-way-to-see-past-the-bmw-7-series-massive-tv-screen/>

Työterveyslaitos. Toimisto- ja tietotyö. Viitattu 16.01.2023. Saatavissa <https://www.ttl.fi/oppimateriaalit/ergonomian-tietopankki/toimisto-ja-tietotyö>

Valtra. Teknologiaratkaisut. Viitattu 15.03.2023. Saatavissa <https://www.valtra.fi/alykas-maanviljely/teknologiaratkaisut.html#valtraguide>

Valtra. 2023. Valtra Unlimited 10 vuotta. Viitattu 30.03.2023. Saatavissa <https://www.valtra.fi/valtra-unlimited/10-vuotta.html>

Vuzix. VUZIX BLADE UPGRADED SMART GLASSES. Viitattu 3.3.2023. Saatavissa <https://www.vuzix.eu/products/vuzix-blade-smart-glasses-upgraded>

Wihinen, K. 2015. New Generation - Piirustuspyödyttä pellolle. Laukaa. Aalto University.

Wihinen, K. 2022. Muotoilujohtaja. Valtra Oy Ab. Haastattelu 11.8.2022

Wihinen, K. 2023. Muotoilujohtaja. Valtra Oy Ab. Haastattelu 22.03.2023

Alumnin ja kolleegan palaute

On ollut ilo seurata kuinka jouhevasti ja määrätietoisesti Aaro on tehnyt opinnäytetyötään työharjoittelunsa ajan. Hän on ennakkoluulottomasti tarttunut haasteisiin ja osoittanut kyvykkyytensä luovaan ongelmanratkaisuun. Opinnäytetyöraportissaan Aaro kuvasi muotoiluprosessin selkeästi ja johdonmukaisesti. Visualisoinnit olivat hienoja ja informatiivisia. Käytetyt tutkimusmenetelmät olivat työhön sopivia ja niiden avulla saadut löydökset olivat todella oivaltavia, esimerkkinä ergonomiatutkimuksen johtopäätökset.

Aihe rajautui prosessin aikana loogisesti CM28-projektin aikataulujen venymisten johdosta, jolloin Aaro onnistui pitämään Mobile Office – projektin langat hyvin hyppysissään ja määrätietoisesti jatkoi konseptin kehittämistä. 3D-mallinnus Creolla onnistui kiitettävästi ja Aaro mukautui Creon tuomiin haasteisiin hyvin. Hän onnistui mallintamaan osat insinöörimäisen tarkasti laskeskellen näytönvarsien liikera-tojen eri kääntökulmia ja ottaen huomioon fysiikan tuomat haasteet. Erityisen vaikuttavaa oli pyörähdysliikkeen kitkapinnan laskeminen.

Lopputulokset onnistuneet. Aaro otti esimerkillisesti huomioon tuotekehitysprosessin luomat haasteet ja selviytyi niistä esimerkillisesti. Tuotekehitysprosessissa on normaalia, että osat eivät aina saavu ajallaan ja projektit venyvät. Kaikista haasteista huolimatta Aaro mukautui muutoksiin hyvin ja onnistui luomaan suuntaviivat uudelle ohjaamoprojektille. Ei haittaa yhtään, että Mobile Office rakentui nykyisen SmartTouchin ympärille, kun se antaa suuntaviivat uuden käsinojan ja ohjaamon kehittämiseen. Aaro osoitti opinnäytetyöllään idean toimivaksi, jonka pohjalta käyttäjille saadaan muotoiltua ergonominen ja tehokas työskentely-ympäristö. Hyvä Aaro!

Jaakko Järvinen

**Engineering Specialist, Industrial Design, HMI |
Valtra Inc.**