

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö - Ammattikorkeakoulututkinto
Kulttuuriala

Tulevaisuuden metsäkone 2030

Tekijä Samuli Heikkinen

SAVONIA-AMMATTI- KORKEAKOULU

Koulutusala
Kulttuuriala

Tutkinto-ohjelma
Muotoilun tutkinto-ohjelma

Työn tekijä(t)
Samuli Heikkinen

Työn nimi
Tulevaisuuden metsäkone 2030

Päiväys
12.4.2022

Sivumäärä/Liitteet
43/0

Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani
Nisula Forestry Oy

Avainsanat
Nisula Forestry Oy, metsäkone,
kestävä kehitys, lisääntynyt palvelutarve

TIIVISTELMÄ

.....

Opinnäytetyön aiheen tarjosi Nisula Forestry Oy. He halusivat löytää uusia ratkaisuja siihen, kuinka metsäkoneista voisi tehdä ympäristöystävällisempiä sekä kuinka tulevaisuuden nuoret saataisiin kiinnostumaan metsäkonealasta. Tarkoituksena oli siis suunnitella yksi uusi metsäkone, joka huomioi nämä tavoitteet.

Projektissa suunniteltiin metsäkonetta perehtymällä jo olemassa oleviin metsäkoneisiin ja niiden toimintoihin, joiden pohjalta lähdettiin ideoimaan uusia muotoja ja toimintatapoja metsäkoneisiin. Ideoita kehitettiin kirjoittamalla ja luonnostelemalla, ja niistä valikoitiin parhaimmat jatkotyöstöä varten. Ideoita kehiteltiin ja hiottiin, kunnes niihin oltiin tyytyväisiä.

Projektin tuloksena syntyi sähköllä toimiva yhdistelmäkone. Metsäkoneenkuljettaja istuu työpäivänsä aikana pitkiä aikoja koneen ohjaamossa, joten koneen ohjaamon suunnittelussa on kiinnitetty huomiota ergonomiaan ja yksinkertaisuuteen. Koneen muotokieli ja värit on pidetty yksinkertaisena modernin ilmeen saavuttamiseksi. Kone ja sen ympärillä olevia ideoita voisi vielä jatkojalostaa paljonkin, mutta tässä projektissa on ajallisista syistä keskitytty tiettyihin koneen osiin.

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Field of study
Culture

Degree Programme
Degree Programme in Design

Author(s)
Samuli Heikkinen

Title of Thesis
Forestry Machine of the Future 2030

Date
April 12th 2022

Pages/Appendices
43/0

Client Organisation/Partners
Nisula Forestry Oy

Keywords
Nisula Forestry Oy, Forestry machine,
Sustainable development, Increased need for service

THESIS Abstract

.....

The thesis subject was offered by Nisula Forestry Oy. They wanted to find new solutions for making forest machines more environmentally friendly and getting young people of the future interested in forest machine industry. The goal was to design a new forest machine that pays attention to these goals.

In the project a forest machine was designed by getting acquainted with the existing forest machines and their functions, on the basis of which new forms and ways of working on forest machines were started to be devised. Ideas were developed by writing and sketching from which the best were picked for further processing. Ideas were developed and refined until they were good enough.

The result of the project was an electrically operated combination machine. The driver of a forest machine sits for long periods of time in the machine cabin during their working day, so ergonomics and simplicity were paid attention to during the designing of the cabin. The forest machine form and colouring has been kept simple to achieve a modern look. The machine and the ideas around it could be further processed a lot, but due to time limitations, this project has focused on certain parts of the machine.

Sisältö

.....

1	Johdanto	5	7	Konseptointi	19
2	Lähtökohdat ja tavoitteet	6		7.1 Koneen ohjaamo	20
3	Metsäkone	7		7.2 Koneen muut osat	21
	3.1 Yhdistelmäkone	8	8	Tulevaisuuden metsäkone	27
	3.2 Liiketoiminnan haasteet	9		8.1 Kojelauta	28
4	Ympäristö	10		8.2 Istuin	29
	4.1 Biodiversiteetti	11		8.3 Ohjaimet	30
	4.2 Yhdistelmäkoneen hyödyt	12		8.4 Hytti	31
5	Tulevaisuuden metsäkone työpaikkana	13		8.5 Muita huomion kohteena olleita osia	32
6	Suunnitteluprosessi	14	9	Pohdinta	38
	6.1 Luonnokset	15			
				Lähteet	40
				Kuvaluettelo	41

01 Johdanto

Opinnäytetyöni lähti liikkeelle siitä, kun Nisula Forestry Oy:n yhteyshenkilö otti minuun yhteyttä tarjoten opinnäytetyö mahdollisuutta heidän kanssaan. Aiheena työlle on "Tulevaisuuden metsäkone 2030", eli kyseessä on siis kehitysprojekti. Tehtävänäni oli kehittää ja ideoida uudenlainen metsäkone, huomioiden nykyisiä ja entisestään välttämättömpiä megatrendejä kuten kestävä kehitys, ympäristöarvot, kustannustehokkuus ja lisääntynyt palvelutarve.

Suunnitelmana olisi siis keksiä sellainen metsäkone, joka kuormittaisi luontoa mahdollisimman vähän, jolla voisi tehdä kaiken metsässä tehtävän työn, jotta metsään ei tarvitsisi kuljettaa montaa konetta, ja joka olisi käyttäjälle mahdollisimman mukava. Koneen suunnittelussa oli myös tärkeää miettiä, kuinka tulevaisuuden nuoret saataisiin kiinnostumaan metsäkoneista ja viihtymään metsäkoneen kuljettajana. Työhön annettiin tiettyjä kriteereitä ja rajoja koneen suhteen, mutta toteutustyyli oli vapaa.

Projekti kuulosti hyvältä opinnäytetyön aiheelta ja se kiinnosti minua monella tapaa. Oli mukava päästä työskentelemään uudenlaisen tehtävän ja aiheen parissa, jolla voi olla merkitystä yritykselle, itselleni sekä metsäteollisuudelle. Projektiin liittyvä luonnon- ja ympäristöhaittojen vähentäminen ovat tärkeitä asioita huomioida ja niistä ymmärtäminen tuo lisäarvoa työlle. Uskon opinnäytetyön kehittävän projektinhallintataitojani sekä kykyäni työskennellä erilaisten ja monipuolisten tehtävien parissa.



Kuva 1. Pitkospuut (Sanna, 2020)

Lähtökohdat ja tavoitteet

Maailman muutoksien sekä ilmastokriisin myötä, myös metsäteollisuudessa on havahduttu muutoksen tarpeelle. Ympäristöarvojen noustessa sekä yleisten työrutiinien muuttuessa metsäteollisuuden ja metsäkonekuljettajien arki kaipaa muutosta. Työnteossa on otettava entistä enemmän asioita huomioon jokaisessa työvaiheessa, jokaisella sektorilla. Enää metsien raivaustöiden seurauksilta ei ummisteta silmiä, eivätkä metsäkonekuljettajat suostu enää tekemään pitkiä päiviä korvatakseen työn huonoja tuloksia. On siis löydettävä uusia keinoja hoitaa metsätyöt ekologisemmin sekä tehokkaammin. Oiva tarkastelun kohde tätä varten ovat metsäkoneet.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on hakea uusia suuntaviivoja tulevaisuuden metsäkoneelle. Tarkastelen asiaa pääosin kahdesta näkökulmasta: Kuinka metsäkoneen kuljettajan päivittäisestä työnkuvasta saadaan monipuolisempi, jotta saamme metsäkoneista entistä houkuttelevamman toimiston nuorille tulevaisuuden kuljettajille sekä kuinka metsäkoneesta voisi tehdä nykyistä ekologisemman.

03 Metsäkone

Metsäkone on koneellisessa puunkorjuussa käytettävä, lähinnä polttomoottorikäyttöinen kone. Nykyiseen muotoonsa metsätyökoneet kehittyivät 1980-luvulla. Koneet voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen, kaato- sekä ajokoneisiin. Käytössä on myös yhdistelmäkoneita, jotka hoitavat molemmat työvaiheet pienien nopeiden muustöiden jälkeen. (Wikipedia, julkaisuaika tuntematon.)

Kaatokonetta kutsutaan metsäkonepiireissä useimmiten nimellä moto (monitoimikone) tai harvesteri. Kaatokoneen tehtävänä on kuljettajan ohjaamana hoitaa puiden kaato, karsinta sekä määrämittaan katkonta. (Wikipedia, julkaisuaika tuntematon.)

Ajokoneet, joita nimitetään myös metsä- tai kuormatraktoreiksi, ovat koneita, joiden tehtävänä on kerätä metsästä hakkuukoneen käsittelemät puut ja kuljettaa ne tien varteen kasoihin lajiteltuna tavaralajeittain. (Wikipedia, julkaisuaika tuntematon.)



Kuva 2. Metsäkone (Hagen, 2020)

3.1

Yhdistelmäkone



Kuva 3. Tehdas (Johnson, 2015)

Yhdistelmäkoneella tarkoitetaan metsäkoneetta, joka kykenee kaatamaan, karsimaan ja kuljettamaan puut metsästä tienvarteen. Kaikki työvaiheet kannolta tienvarteen saadaan tehtyä yhdellä koneella.

Yhdistelmäkone ei ole käsitteenä uusi. 1990-luvun lopulla S.Pinomäki Ky ja Valmet metsäkoneet toivat markkinoille yhdistelmäkoneet, mutta molempien koneiden tuotannollinen elinkaari jäi lyhyeksi monista syistä. (Lilleberg & Korteniemi, 1997; Wikipedia, julkaisuaikatuntematon.) Teollisuus alkoi heti ulosmittata yhdellä koneella tehtävien työvaiheiden vuoksi koneiden hakkuu- ja kuljetushintoja, joka oli pääosin syy sille, miksi sen aikaiset yhdistelmäkoneet jäivät pois markkinoilta. Toinen merkittävä asia oli se, että noin 25 vuotta sitten ei nähty lähes laisinkaan yhdistelmäkoneen etuja kustannuspuolella eikä yhden "koneketjun" etuja osattu ajatella oikein. Yhden "koneketjun" yhdistelmäkoneen työllistämisen helppous ja pienempien oheiskulujen vaikutus liiketoiminnan kannattavuuteen jäivät liian pienelle huomiolle. Myöskään ympäristöasioiden, korjuuvaurioiden ja koneen työllistämisen helppous eivät olleet pinnalla 1990-luvun lopussa lähes laisinkaan.

3.2 Liiketoiminnan haasteet

Metsäkoneet ovat kehittyneet valtavasti viimeisen 25 vuoden aikana, jos ajatellaan koneiden luotettavuutta, hakattuja ja kuljetettuja mottimääriä per kone vuositasolla sekä kuljettajan työergonomiaa. Mutta yksi asia ei ole muuttunut – pikemminkin päinvastoin. Metsäkoneyrittäjän mahdollisuus tehdä kannattavaa liiketoimintaa koneyrittäjänä on jopa heikommalla tasolla, kuin 25 vuotta sitten. Metsäkoneteollisuuden tuotekehityksen tulokset ja tuottavuuden kasvun ovat ulosmitanneet käytännössä kokonaan isot metsäyhtiöt. Puu saadaan entistä halvemmalla kannolta tienvarteen. Koneyrittäjän hyödyksi ovat jääneet koneiden parempi ergonomia, mutta haasteet liiketoiminnan kannattavuudesta ovat suuret.



Kuva 4. Työmaa (Hagen, 2020)

04

Ympäristö



Kuva 5. Avohakku (Telaranta, 2021)

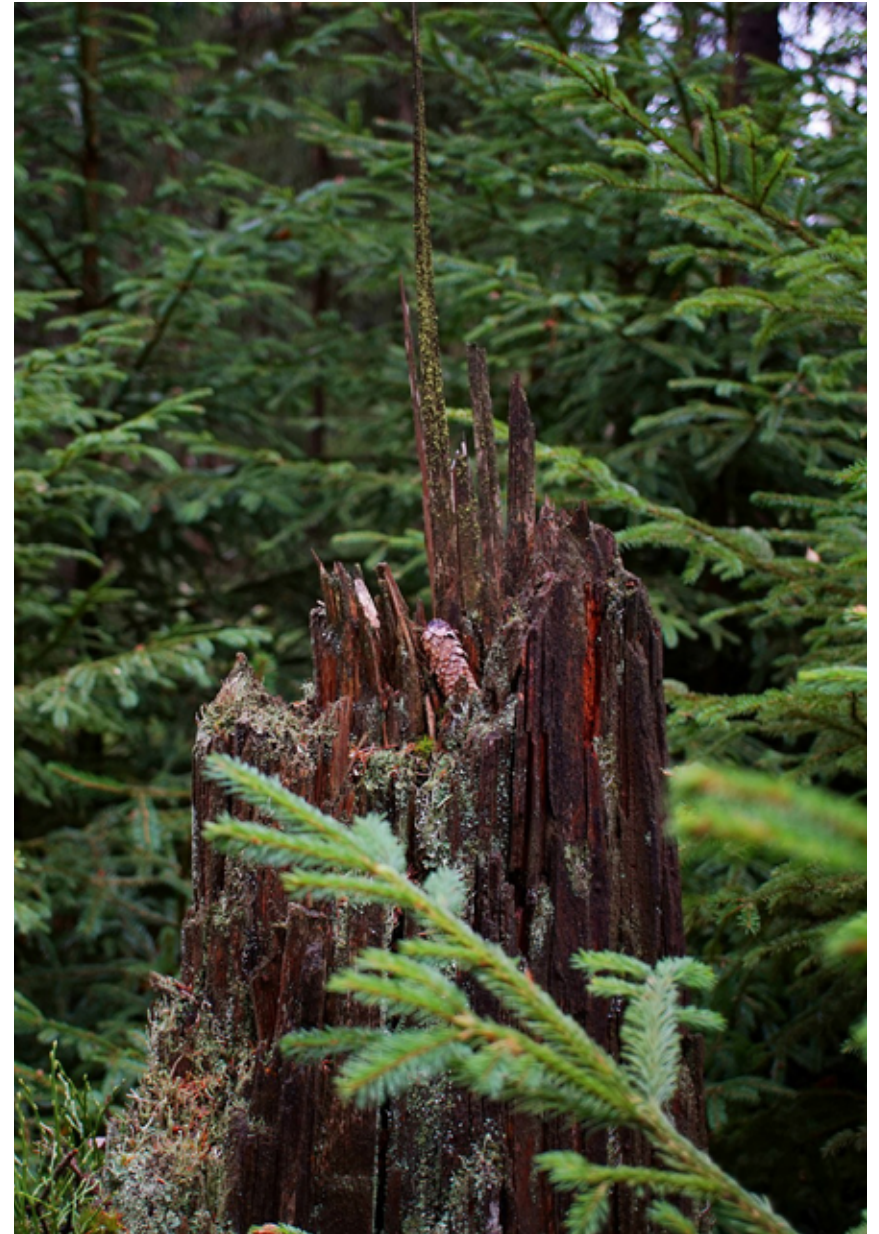
Metsäkoneyrittäminen ja metsäteollisuus ovat kohdanneet uuden haasteen hyvin lyhyessä ajassa. Se on maailman muuttuminen kohti ympäristöystävällisempää tapaa toimia. Metsäkoneiden ja puunkorjuun tulevaisuuden haaste ei ole enää lisää motteja tunnissa -ajattelu, vaan se, kuinka puu saadaan korjattua metsästä pois edelleen kustannustehokkaasti, mutta jäävää metsää vaurioittamatta, maanpintaa rikkomatta sekä mahdollisimman pienellä hiilijalanjäljellä (Honkanen, julkaisuaika tuntematon). Myös metsäkoneyrittäjät hakevat isolla rintamalla muutosta parantaakseen omaa työhyvinvointia sekä liiketoiminnan kannattavuutta.

Mitä jos tulevaisuuden metsäkone olisikin yhdistelmäkone, joka pystyy ratkaisemaan nämä isot tulevaisuuden haasteet niin metsän, ympäristön kuin urakoinnin näkökulmasta?

4.1 Biodiversiteetti

Luonnon biodiversiteetin säilyttäminen on yksi ihmisen suurista vastuista maailman raaka-aineita kerätessä ja käytettäessä. Sen tasapainon ylläpitäminen on elintärkeää luonnolle ja sen miljoonille asukkaille. Edes ihminen ei pääse karkuun itse aiheuttamiaan tuhoja, kun luonnon monimuotoisuus kärsii. (WWF, julkaisuaika tuntematon.) Metsäteollisuudella on tässä tehtävässä suuri rooli, minkä takia sen täytyy kiinnittää erityistä huomiota omaan toimintaan ja sen seurauksiin. Tämän takia metsäkoneteollisuudenkin täytyy kehittää itseään kohti ekologisempia toimintatapoja sekä löytää uusia ratkaisuja metsien karsimiseen. On tärkeää, että puun kaato ja noutaminen metsästä ei aiheuttaisi puun kaatamisen lisäksi muita vaurioita metsälle ja sen asukkaille.

Avohakkuita on kritisoitu biodiversiteetin tuhoamisesta (Polamo, 2018). Olisi hyvä jättää metsää sijoilleen edes jonkin verran sekä jättää sinne lahopuita eri eliöitä varten (Maa- ja metsätalousministeriö, 2007). Ongelmana vain on se, että tiheisiin metsiin ei suuret metsäkoneet pääse ilman, että sitä karsitaan suuressa mittakaavassa. Varmasti myös taloudelliset aspektit vaikuttavat metsien raivausmäärien päätöksiin, minkä takia olisi hyvä huomioida, voisiko metsäkoneiden, niiden kuljetuksen ja kuljettajien työmäärän kustannuksista leikata taloudellisen tuoton parantamiseksi sen sijaan, että kokonaisia metsiä kaadetaan.



Kuva 6. Lahopuu (Imagii, 2018)

4.2

Yhdistelmäkoneen hyödyt



Kuva 7. Kuorman lastaus (Telaranta, 2021)

Perinteisessä ajattelussa hakkuutyömaalle kuljetetaan aina kaksi konetta eri työvaiheisiin, hakkuukone sekä kuormatraktori. Kuljetus tapahtuu käytännössä aina raskaalla kuljetuskalustolla. Yhdistelmäkoneen vaatima kuljetustarve on puolet koneketjun vaatimasta kuljetustarpeesta, koska yhdellä koneella hoidetaan kaikki metsässä tapahtuvat työvaiheet.

Hakkuuleimikolla tapahtuvassa työssä yhdistelmäkoneen edut ovat kiistattomat. Hakkuun ja lähikuljetuksen työvaiheita pystytään yhdistämään, jolloin koneella metsässä kuljettu matka pienenee. Työvaiheita yhdistämällä saavutetaan pienemmät maastovauriot, mikä tukee yleiseurooppalaisia kestävän metsätalouden kriteereitä (Luke, 2012). Myös kestävän kehityksen yhtenä perusehtona on biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden säilyttäminen (Ympäristöministeriö, julkaisuaika tuntematon).

Tulevaisuuden puunkorjuussa ei siis riitä ”mottia per tunti”-ajattelu, vaan ympäristön muutoksen vuoksi tulemme isolla todennäköisyydellä määrittelemään myös hakatun puun hiilijalanjäljen. Myös EU:n asettama tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä ajaa metsätaloutta tätä kohti (Euroopan parlamentti, 2019). Tämä tulee aiheuttamaan isoja muutoksia tapaan ajatella puunkorjuuta.

05

Tulevaisuuden metsäkone työpaikkana

Ihminen tuskin tulee häviämään metsäkoneen sisältä seuraavan 25 vuoden aikana ja siksi metsäkoneen on tulevaisuudessa oltava työpaikka, joka houkuttelee nuoria alalle. Työn kuvasta on saatava entistä mielenkiintoisempi ja työpaikasta entistä viihtyisämpi (Oksanen, 2018). Sen on vedettävä vertoja jokaiselle toimistolle sekä toimisto-olosuhteille.

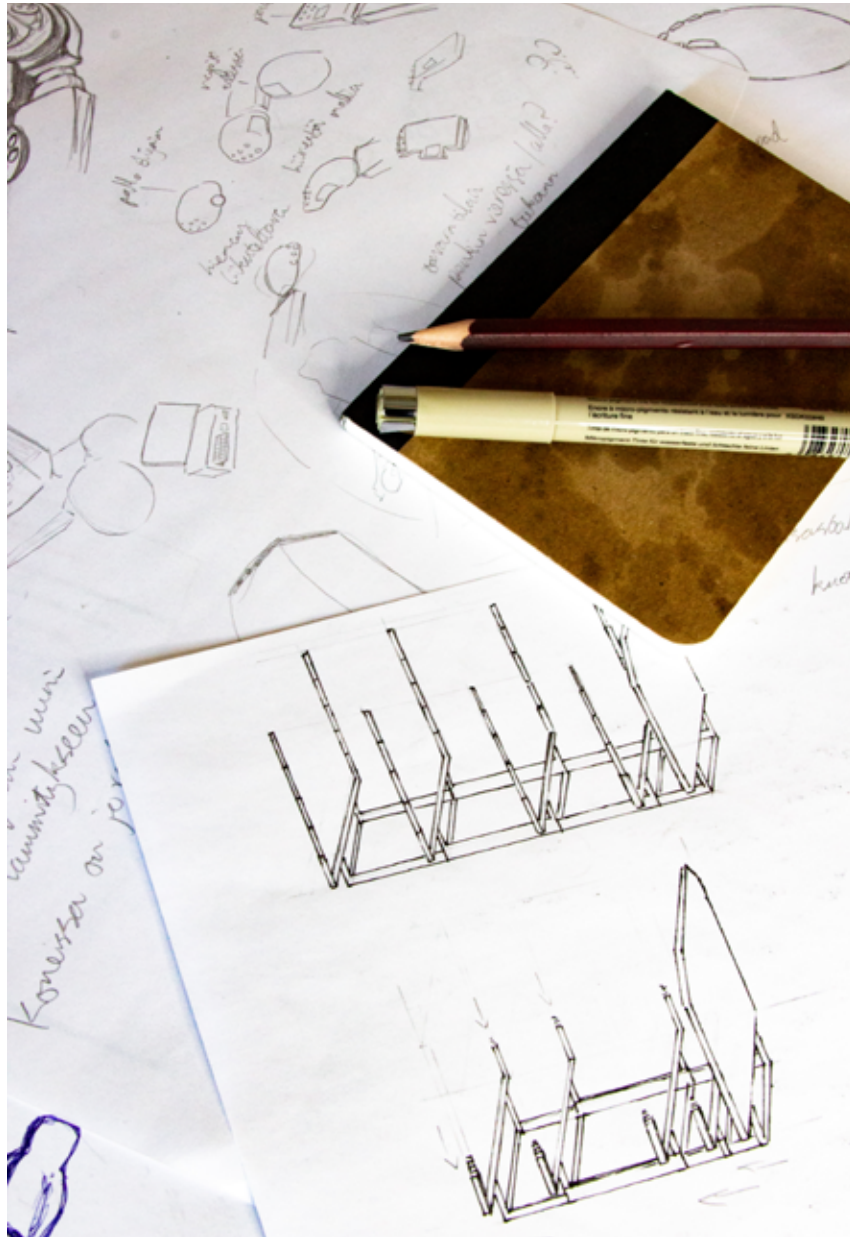
Myös metsäkoneita omistavien urakoitsijoiden lähestymistapa koko urakointia kohtaan on muuttumassa ja on jo muuttunut. Liiketoimintaan haetaan kannattavuutta, riskejä halutaan pienentää sekä elämän muut tärkeät asiat ovat nostaneet päätään. Ajatus, jossa yrittäjä omalla "aamusta iltaan" -työpanoksella koittaa paikata liiketoiminnan heikkoa kannattavuutta alkaa olla tiensä päässä. Tulevaisuudessa vaihtoehtoja on oltava enemmän, niin työntekijän kuin koneen omistajan näkökulmasta.



Kuva 8. Metsätyökone (Whitby, 2018)

06

Suunnitteluprosessi



Kuva 9. Luonnoksia (Heikkinen, 2022)

Kyseessä on kehittämistyö. Aloitin työni tekemällä taustatutkimusta aiheesta ja siihen liittyvistä asioista, esimerkiksi metsäkoneista, luonnonsuojelemisesta ja kestävästä kehityksestä.

Tarpeeksi teoriaa kerättyäni aloin ideoimaan eri ideointimenetelmiä käyttäen uusia ratkaisuja metsäkoneisiin ja niiden käyttöön, esimerkiksi voisivatko metsäkoneet toimia toisin, voisiko joitain osia tai niiden mekaniikkaa muuttaa, miten metsäkoneesta saisi viihtyisemmän työpaikan.

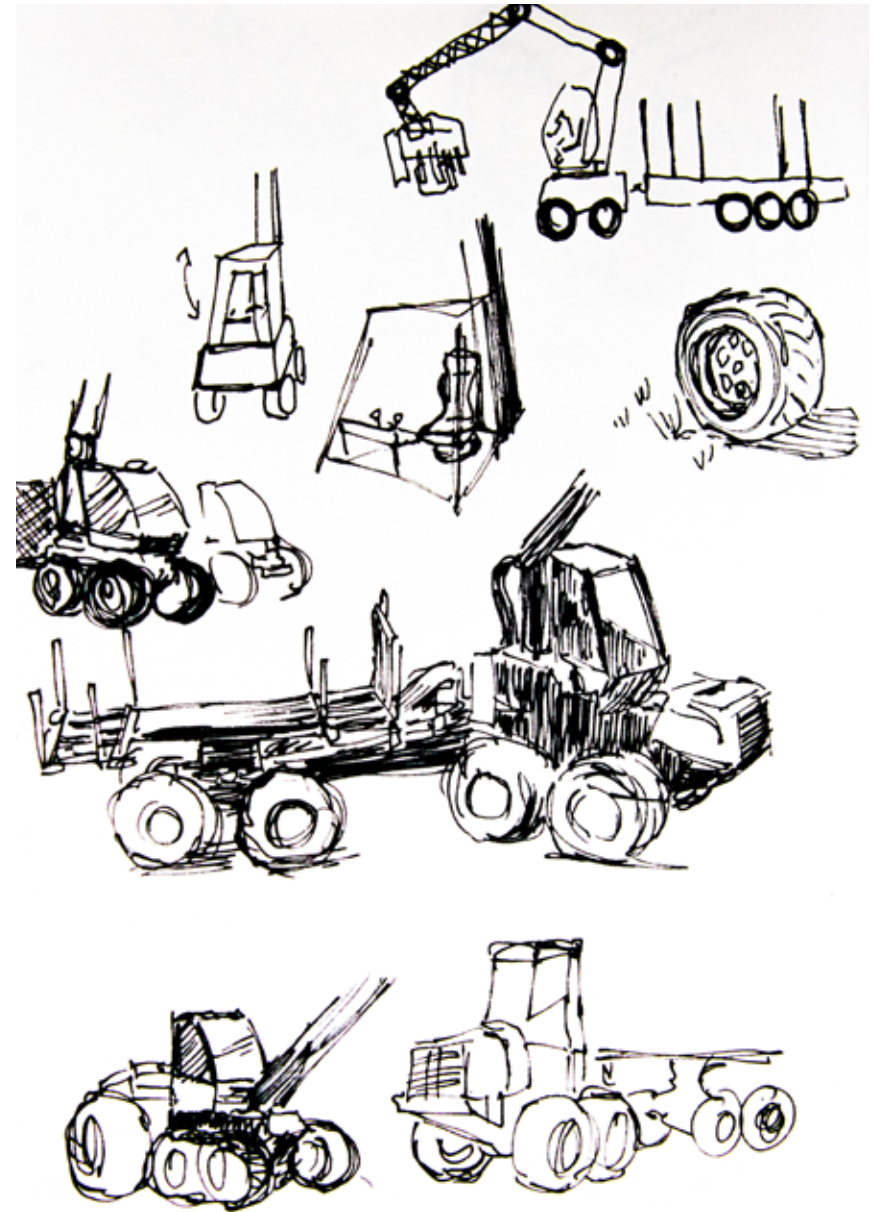
Ideoista lähdin tekemään luonnoksia ja kasamaan esitysmateriaalia sitä mukaa, kun sain palautetta ideoilleni.

Luonnokset

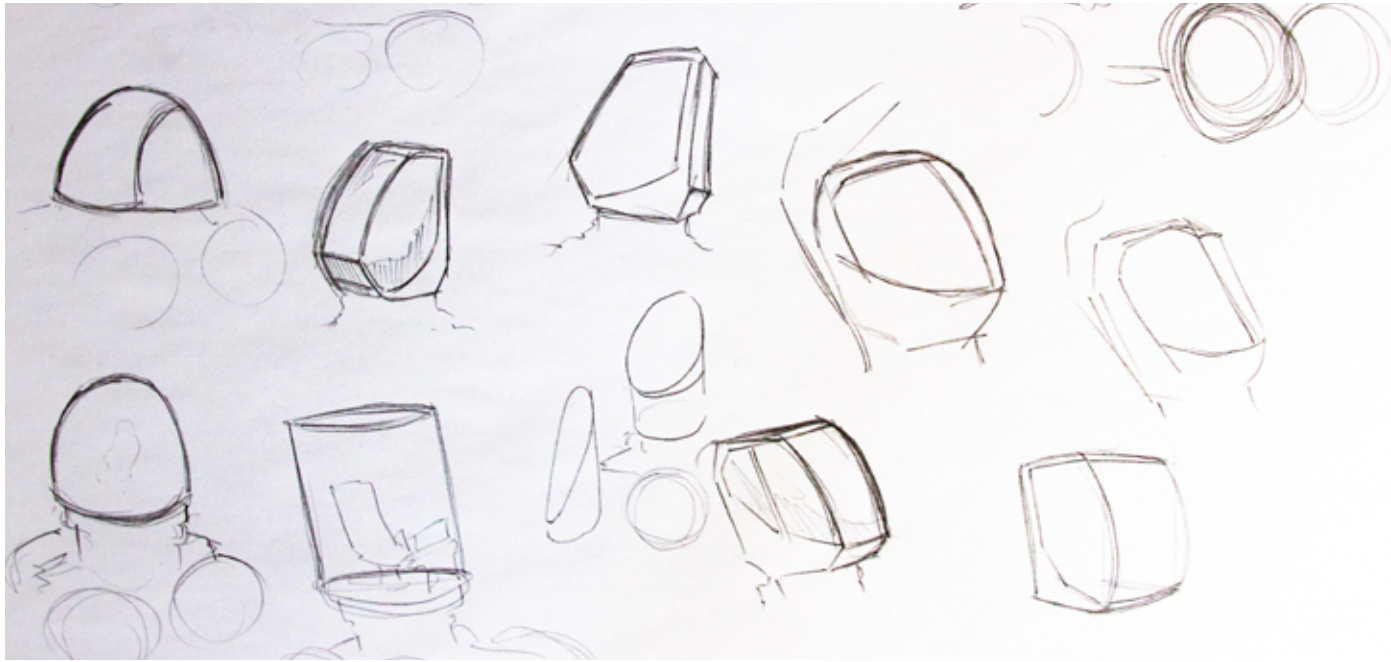
Lähdin ideoimaan koneeseen uusia toimintatapoja ja ulkoasua käymällä ensin läpi, mitä kaikkea on jo tehty ja mitä ominaisuuksia nykyisistä metsäkoneista löytyy. Näin sain pohjaa omille suunnitelmilleni ja ideoa siihen, millaisia asioita metsäkoneista voisi muuttaa. Ideoin erilaisia vaihtoehtoja nykyisille metsäkoneiden toimintatavoille kyseenalaistamalla miksi ne on tehty toimimaan juuri niin kuin ne on. Pohdin myös täysin uudenlaisia ideoita ja sitä, miten ne voisivat käytännössä toimia. Ideoinnin ohella luonnostelin nopeita skissejä ajatuksistani sekä vapaasti etsien koneelle muotokieltä.

Valmiita kriteereitä koneelle oli se, että se olisi yhdistelmäkone, joka ei vaurioita metsää pahasti, eikä jättäisi suuria jälkiä reitilleen. Koneen olisi hyvä olla pieni ja ketterä, jotta se pääsisi kulkemaan metsässä sujuvasti.

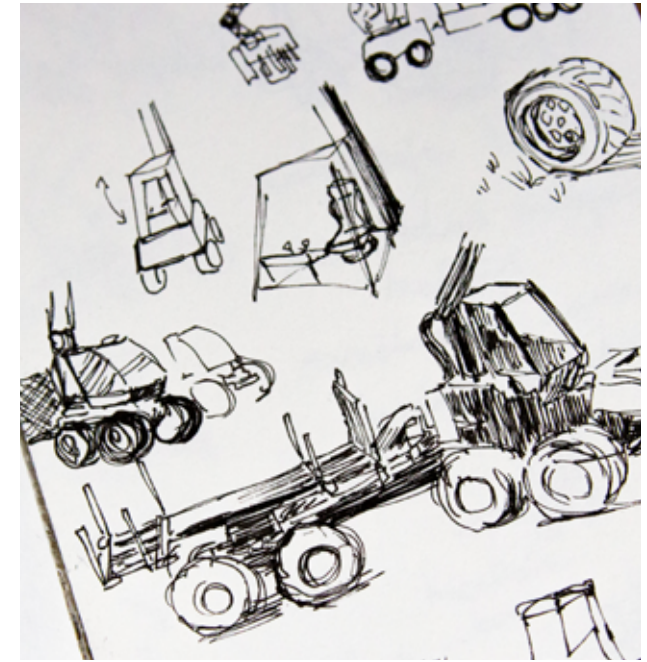
Suunnittelun pohjalla oli muutamia megatrendejä kuten ympäristöarvot, kestäväkehitys, kustannustehokkuus sekä lisääntynyt palvelutarve.



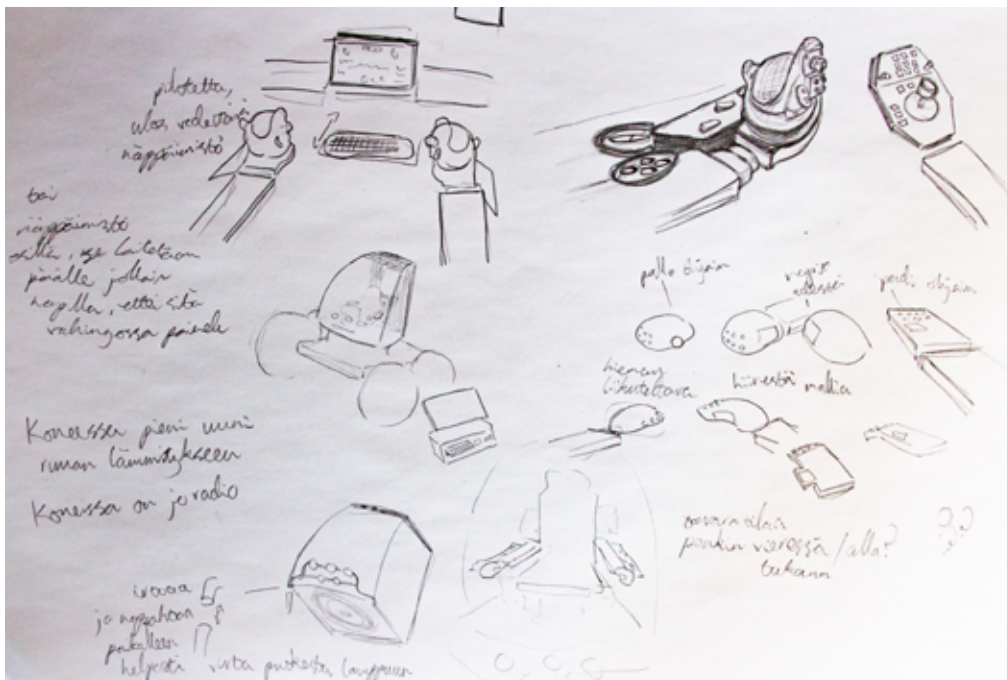
Kuva 10. Lämmittelyluonnoksia (Heikkinen, 2022)



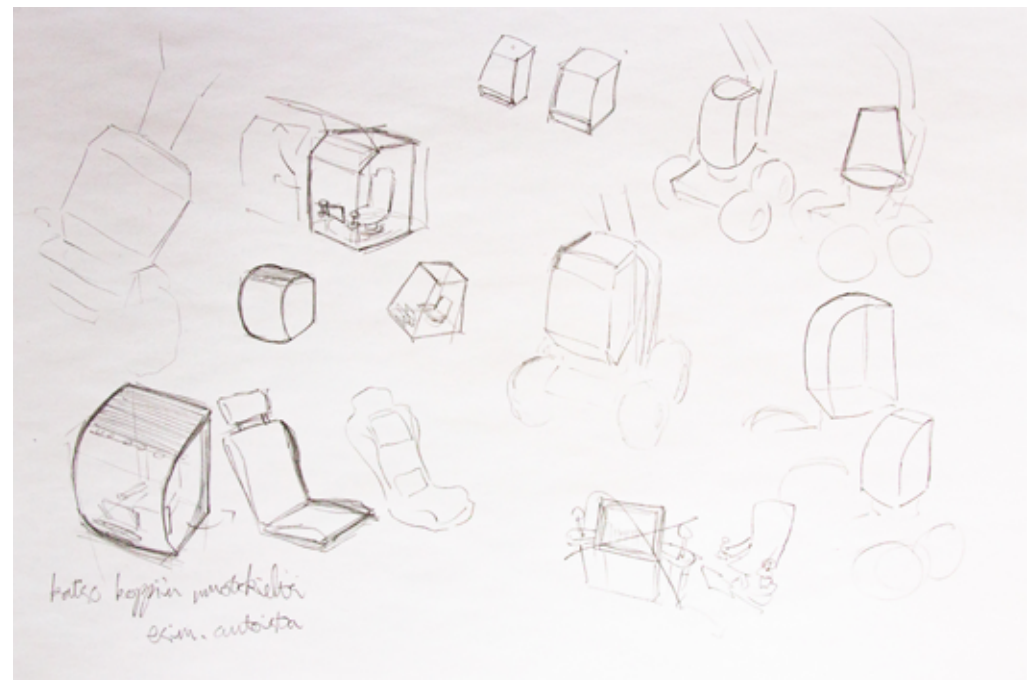
Kuva 11. Hytin muodon hakemista (Heikkinen, 2022)



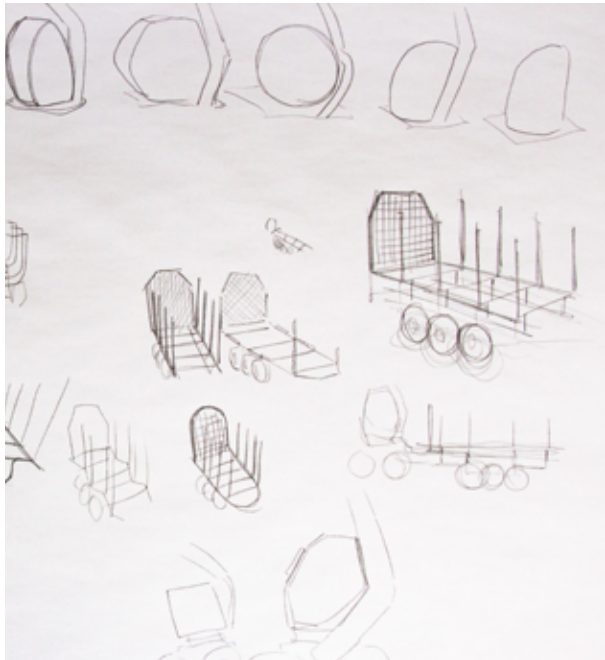
Kuva 12. Lämmittely luonnoksia 2 (Heikkinen, 2022)



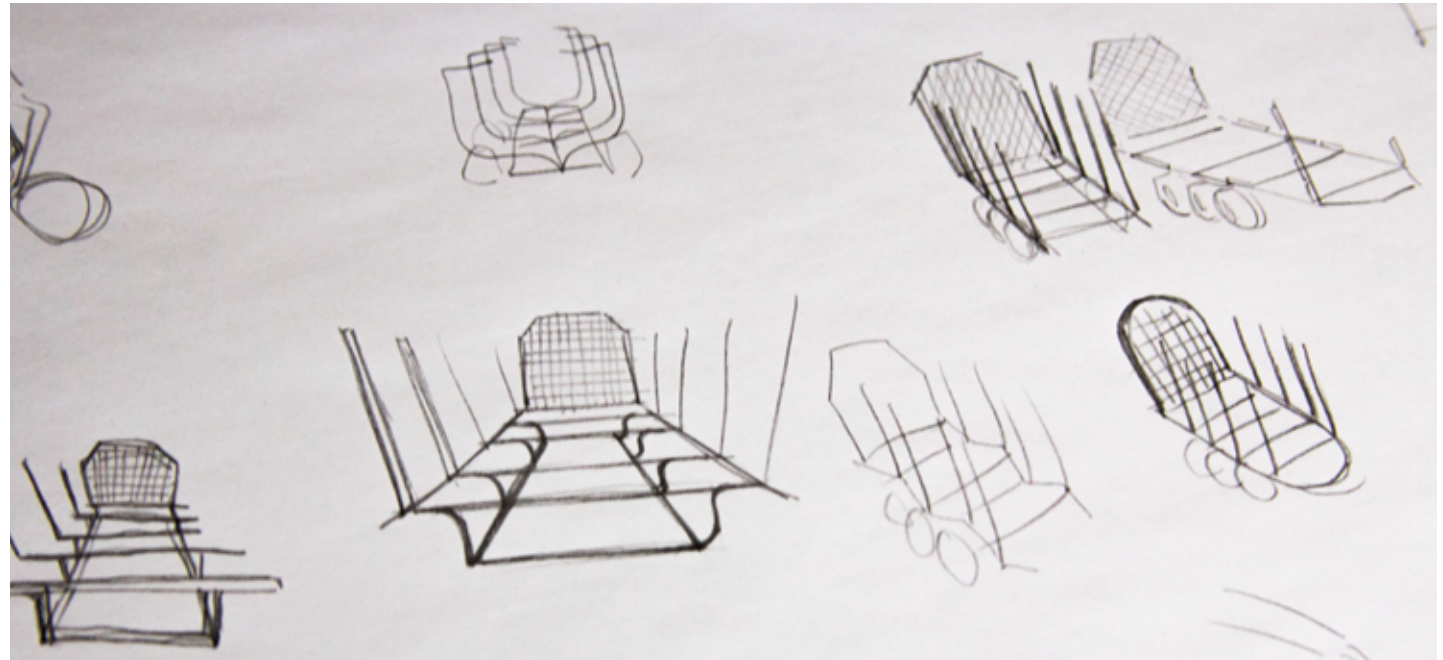
Kuva 13. Ohjaamon suunnittelua (Heikkinen, 2022)



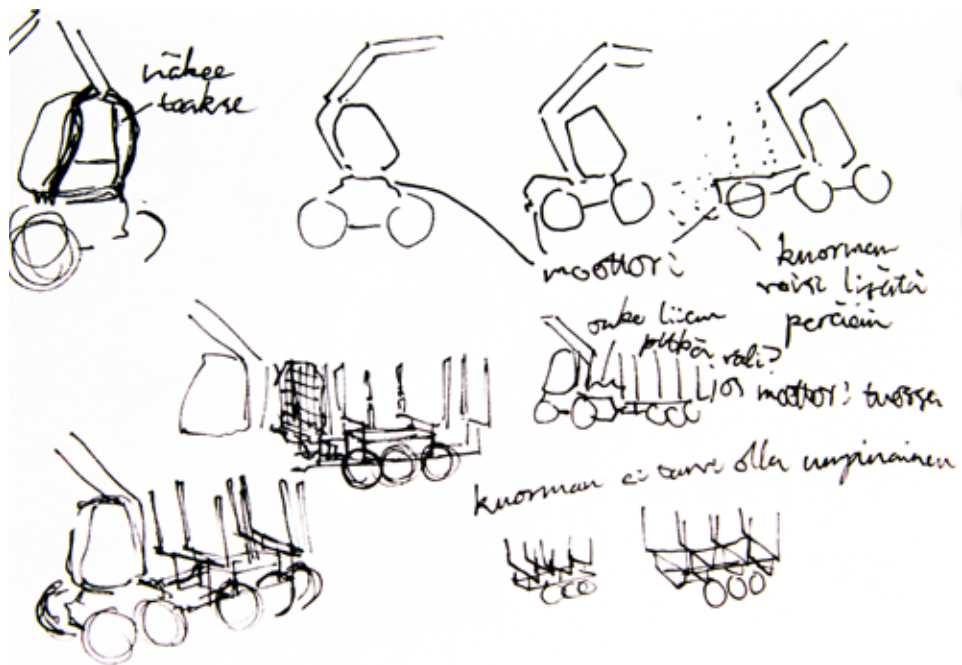
Kuva 14. Hytin muodon hakemista 2 (Heikkinen, 2022)



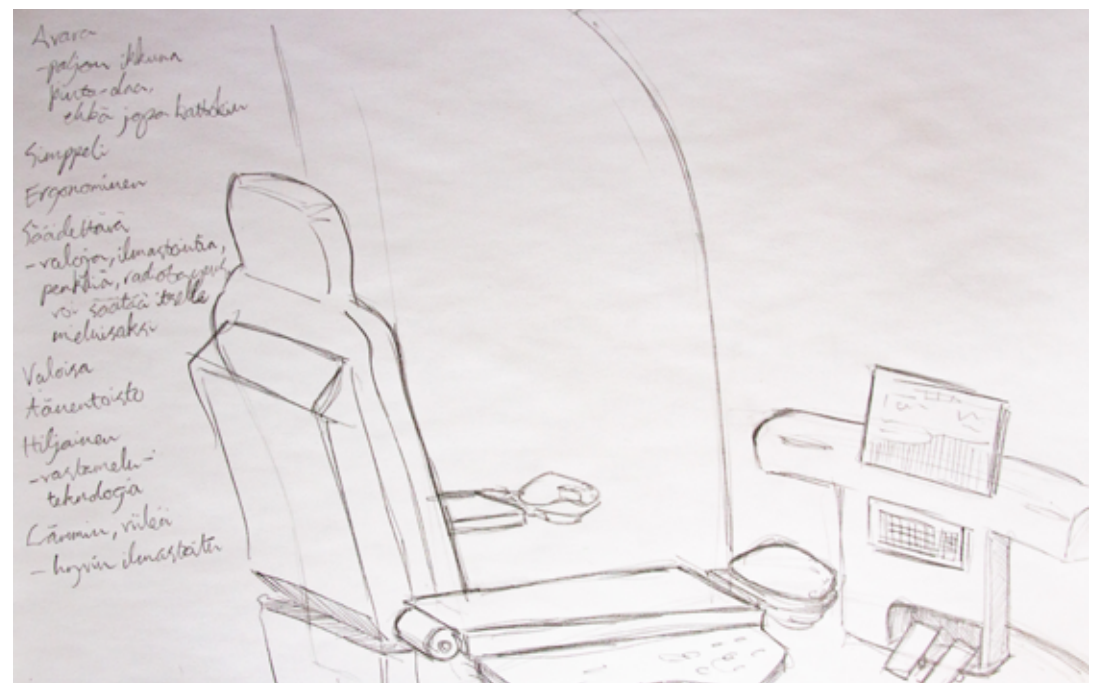
Kuva 15. Luonnoksia kuormasta (Heikkinen, 2022)



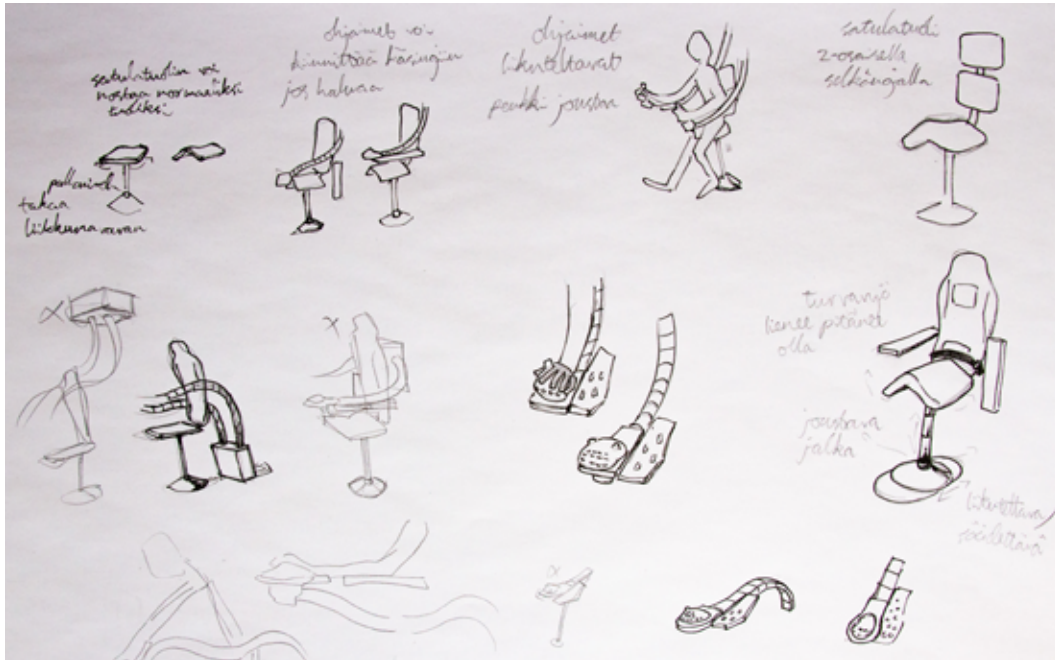
Kuva 16. Kuorman muodon hakemista (Heikkinen, 2022)



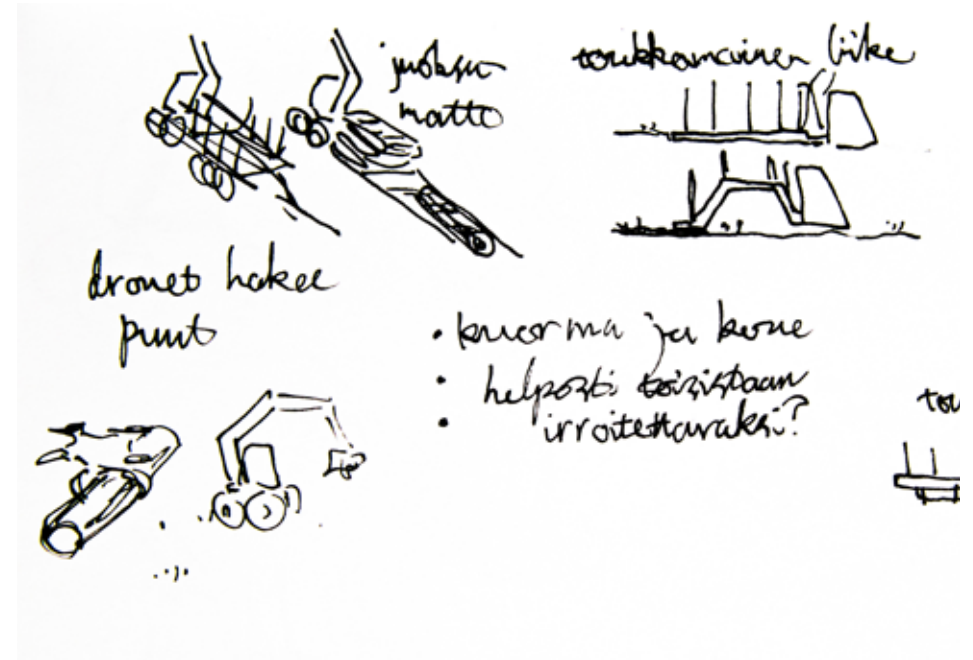
Kuva 17. Moottorin sijainnin pohtimista (Heikkinen, 2022)



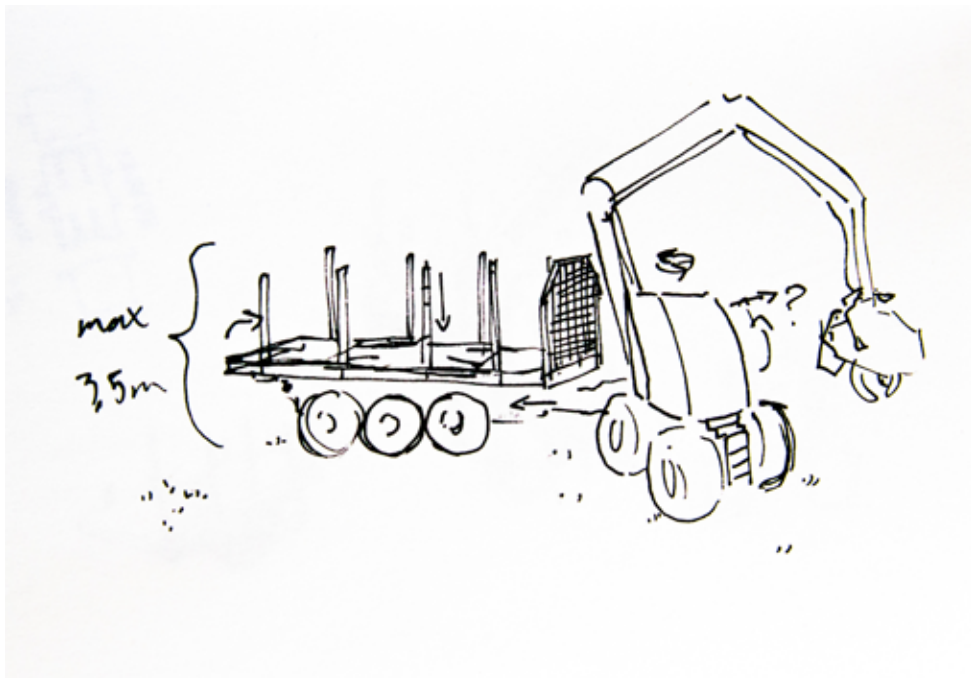
Kuva 18. Hytin suunnittelua (Heikkinen, 2022)



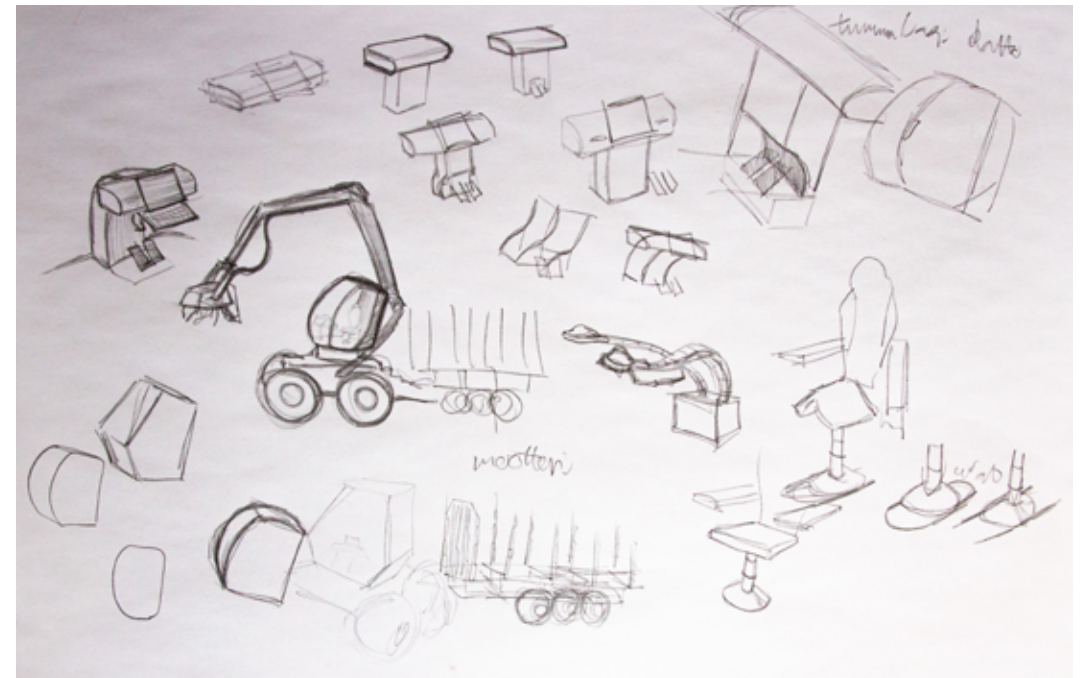
Kuva 19. Ohjaimien ja tuolin suunnittelua (Heikkinen, 2022)



Kuva 20. Erikoisia metsäkoneita (Heikkinen, 2022)



Kuva 21. Luonnos metsäkoneesta (Heikkinen, 2022)



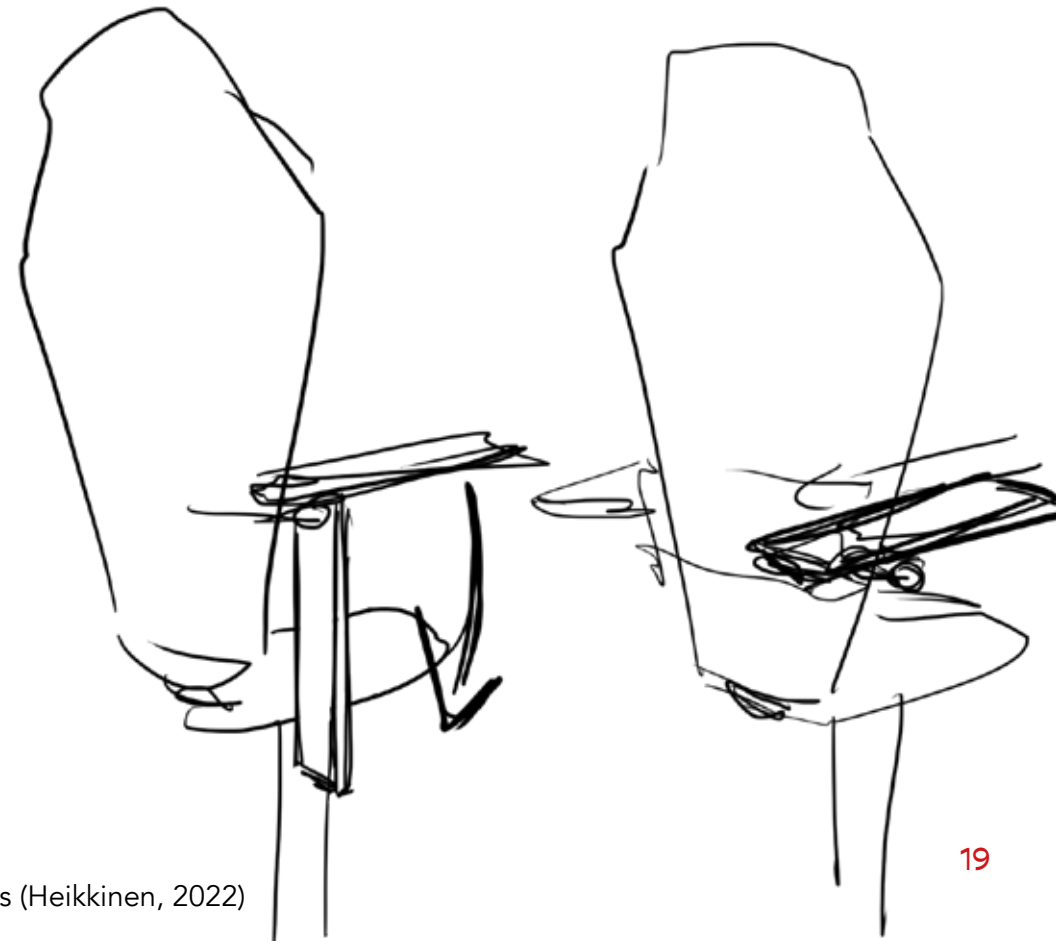
Kuva 22. Hytin suunnittelua 2 (Heikkinen, 2022)

07

Konseptointi

Luonnoksien pohjalta valitsin aiheita ja muotoja, mihin halusin metsäkoneen suunnittelussa keskittyä. Koin tiettyjen asioiden olevan tärkeämpiä kuin toisten tämän projektin äärellä aikataulullisista syistä. En kokenut, että aika riittäisi kaiken tarkasteluun ja pohdintaan.

Oli selvää, että haluan tehdä koneesta yksinkertaisen ja toiminnaltaan selkeän, jotta koneen käytön aloittaminen ja sillä työnteko olisi nopeaa ja helppoa. Pidin ergonomi-
aa yhtenä tärkeimmistä asioista, sillä sen vaikutus metsäkonekuskin työntekoon on suuri. Huono työergonomia ei myöskään jää työpaikalle, vaan sen aiheuttamat kivut kehossa vaikuttavat kuskiin elämään yleisesti. Selkeimmät metsäkonekuskin työergonomiaan vaikuttavat asiat mielestäni olivat koneen istuin ja ohjaimet, joten kiinnitin niiden toimintoihin ja muotoihin paljon huomiota.



Kuva 23. Tuolin käsinojien liikkuvuus (Heikkinen, 2022)

Koneen ohjaamo

Koska metsäkoneenkuljettajia on luonnollisesti erikokoisia ja -muotoisia, ei sama työasento ole kaikille miehuisille. Siksi lähdin miettimään, kuinka työasennosta saisi kaikille sopivaksi muokattavan. Mikään työasento ei kuitenkaan ole se oikea, kun siinä on koko päivän, vaan on hyvä vaihdella asentoa, ettei keho mene jumiin ja ala häiritsemään työntekijän hyvinvointia. Siksipä olisi hyvä, jos työasentoa voisi muokata päivän mittaa jatkuvasti. Aloin ideoimaan erilaisia menetelmiä, miten työntekijä pystyisi liikkumaan mahdollisimman vapaasti töitä tehdessään, ilman että se vaikuttaisi työnlaatuun. Mietin, kuinka istuinta voisi säätää istuma-asennon muuttamiseksi, sekä miten ohjaimia voisi liikuttaa, jotta kädet eivät olisi aina samassa asennossa.

Metsäkoneen ohjaimiin suunnittelin muotoja, missä käden asento olisi sellainen, että ohjaimien napit olisivat koko ajan helposti käytettävissä. Mietin myös, voisiko ohjaimet saada liikkumaan esimerkiksi käsien mukana sen sijaan, että ne olisivat vakaasti tietyllä paikallaan.

Koneen toimintojen yksinkertaisuuteen keskittyessäni mietin, että miksei enimpää toimintoja ja säätöjä voisi laittaa tietokoneen sisälle. Tästä inspiroituneena aloin miettiä, miten tämä käytännössä siis toimisi. Olisiko koneen edessä kosketusnäyttö, mistä hoituu kaikki, vai olisiko siellä kannettavantietokoneen tapainen laite, vai jotain täysin muuta. Tällaisella ratkaisulla koneen kuljettaja ei joutuisi aina etsimään eri puolilta konetta nappeja eri toimintoihin, vaan tietäisi suoraan mistä lähteä toimintoja etsimään.

Kojelauta, mihin mahdollinen tietokonekin liittyisi, voisi olla huomattavasti normaalia pienempi, vieden vähemmän tilaa ja tuoden enemmän näkyvyyttä. Mietin, voisiko se olla liikutettava tai täysin irrallinen osa konetta.

7.2

Koneen muut osat

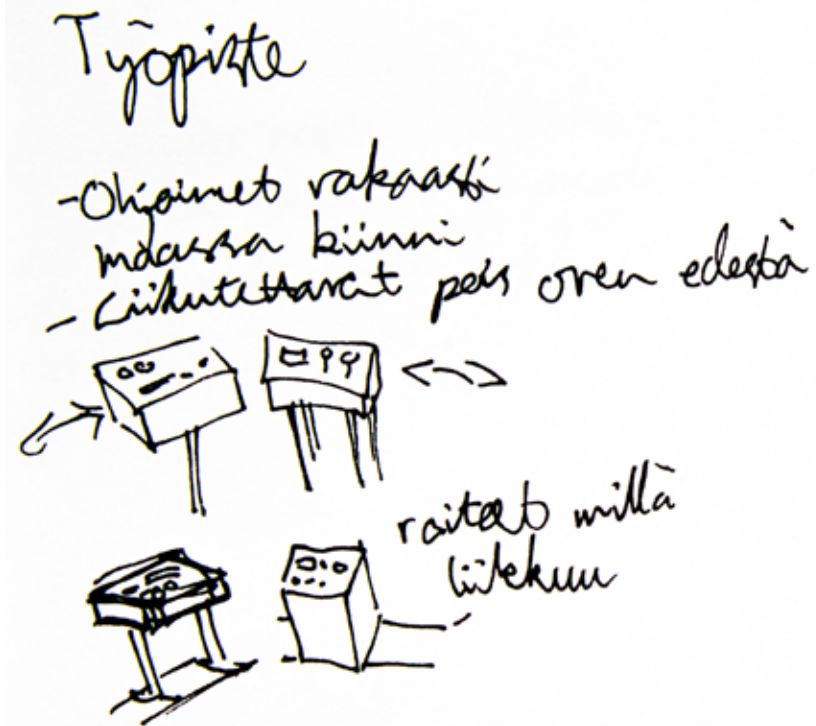
Hytin muodon halusin olevan yksinkertainen ja hieman pyöristetty, ettei siinä olisi teräviä kulmia. Halusin jättää hyttiin todella paljon ikkunapinta-alaa näkyvyyden ja tilan tuntuuuden vuoksi.

Nosturia suunnitellessa etsin erilaisia ratkaisuja sen koneeseen kiinnittämiseen. Voisiko hytin takaseinän saada paljaaksi, jotta sinne voisi laittaa ikkunan näkyvyyden lisäämiseksi? Nosturin muotoon kuitenkin hain samankaltaisuutta hytin muodosta.

Kuormaa suunnitellessa mietin, voisiko siitä tehdä helpommin kuljettavan metsässä sekä tiellä. Etsin ratkaisuja sen toimivuuteen sekä siihen, voisko sitä muuttaa työn sujun helpottamiseksi. Voisiko kuormaa pienentää tai laajentaa työvaiheesta riippuen tai voisiko sen perinteistä rakennetta muuttaa eri malliseksi?

Koneen värityksestä halusin yksinkertaisen sekä modernin. Väritykseen aion ottaa ainakin Nisula Forestry Oy:n graafisessa ilmeessään käyttämät värit, sekä kokeilla erilaisia värejä niiden lisäksi.

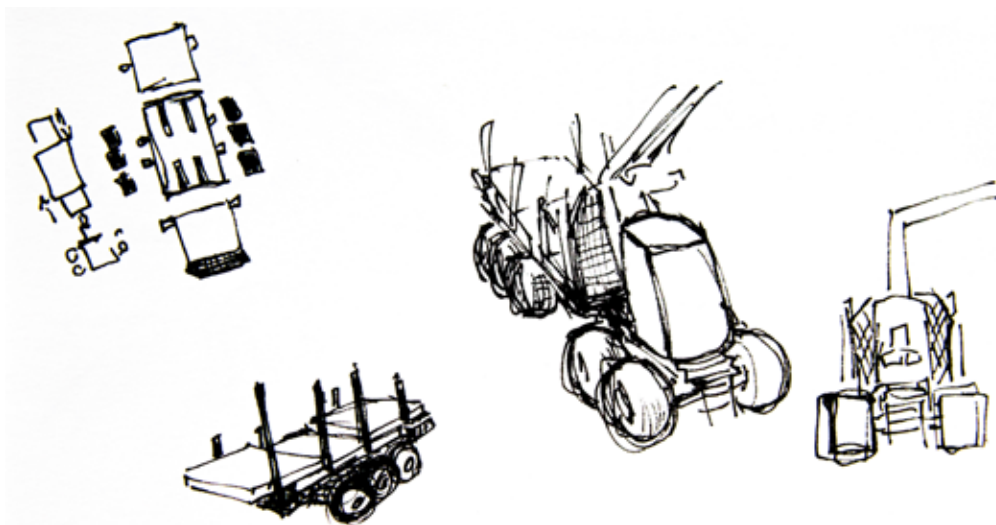




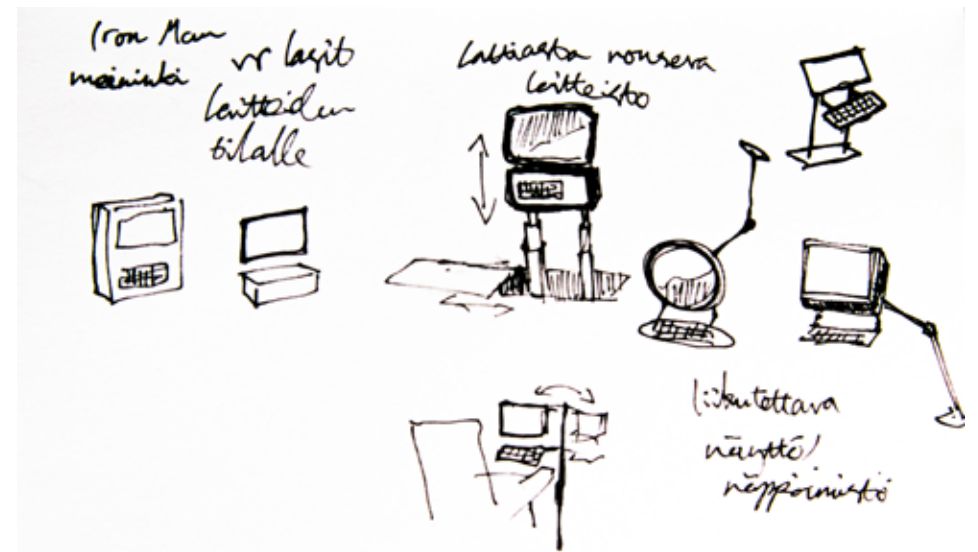
Kuva 25. Kojelaudan suunnittelua (Heikkinen, 2022)



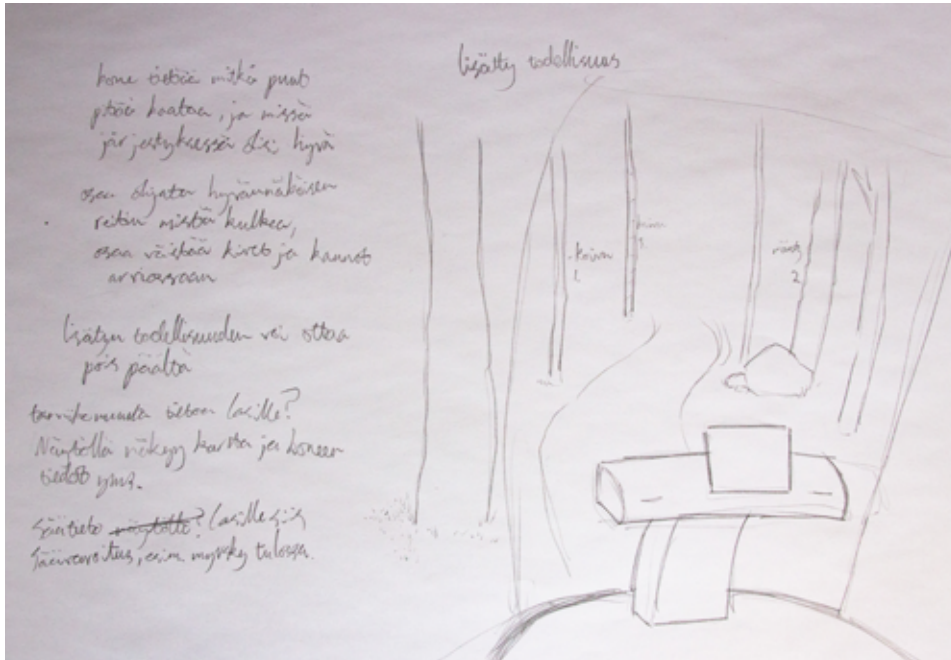
Kuva 26. Ohjaamon suunnittelua 2 (Heikkinen, 2022)



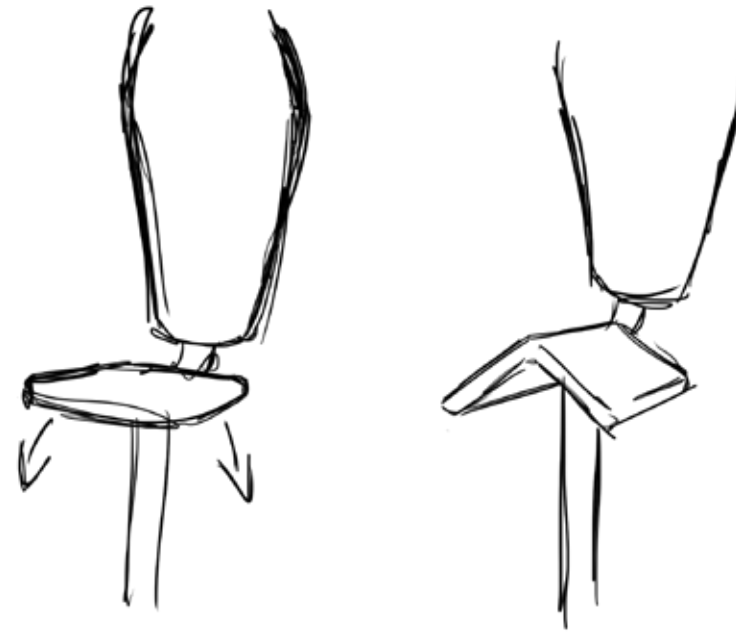
Kuva 27. Kuorman suunnittelua (Heikkinen, 2022)



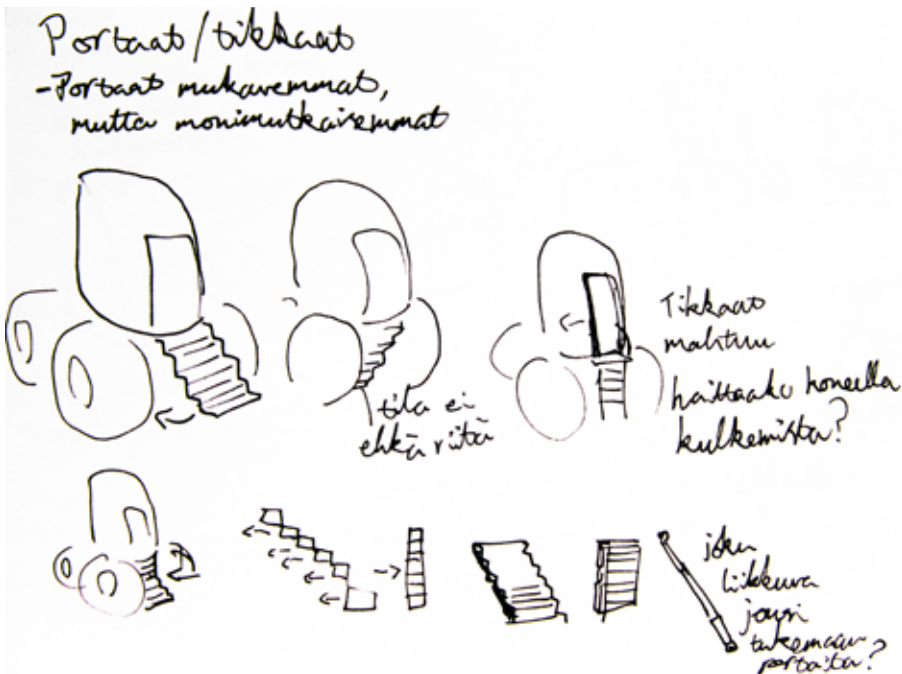
Kuva 28. Liikkuvan kojelaudan luonnoksia (Heikkinen, 2022)



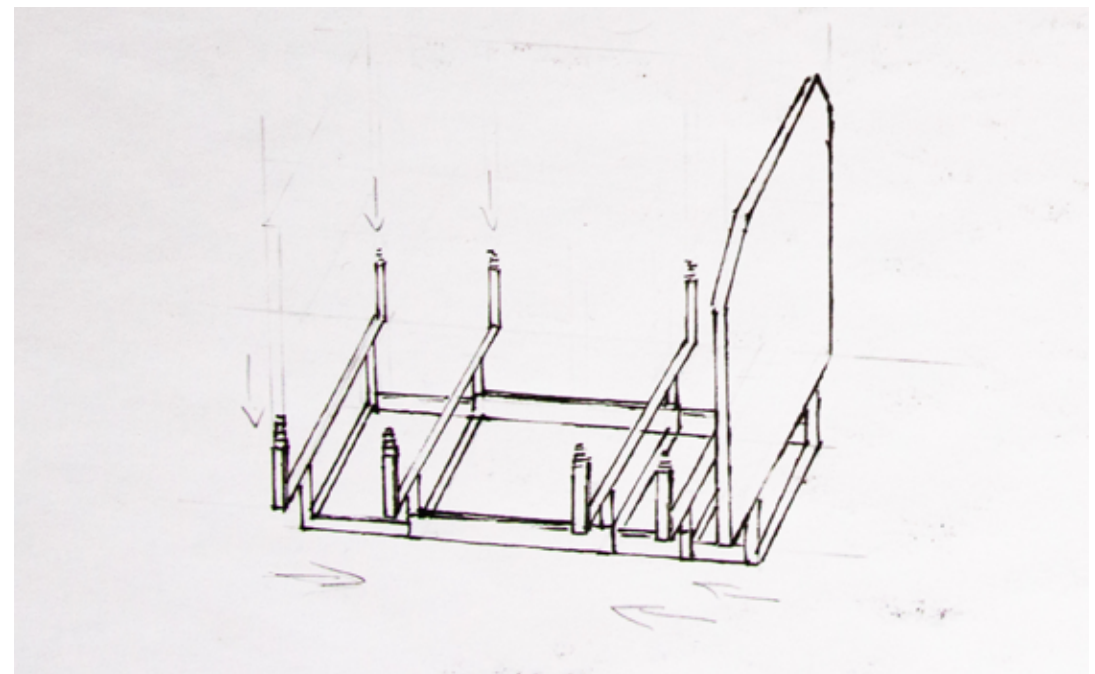
Kuva 29. Lisätyn todellisuuden suunnittelua (Heikkinen, 2022)



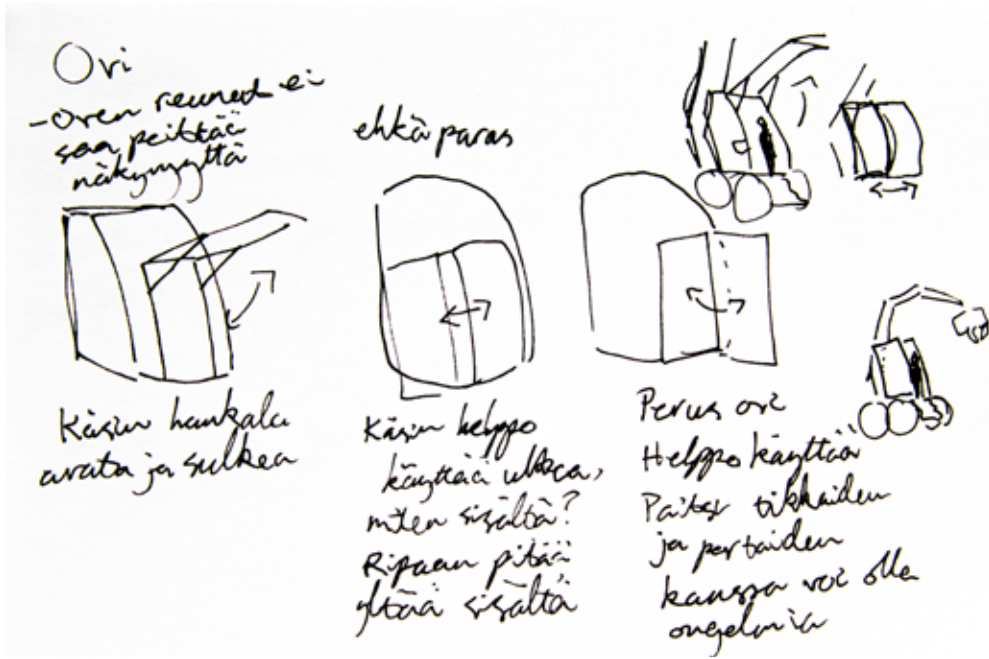
Kuva 30. Tuolin taittuminen satulatuoliksi (Heikkinen, 2022)



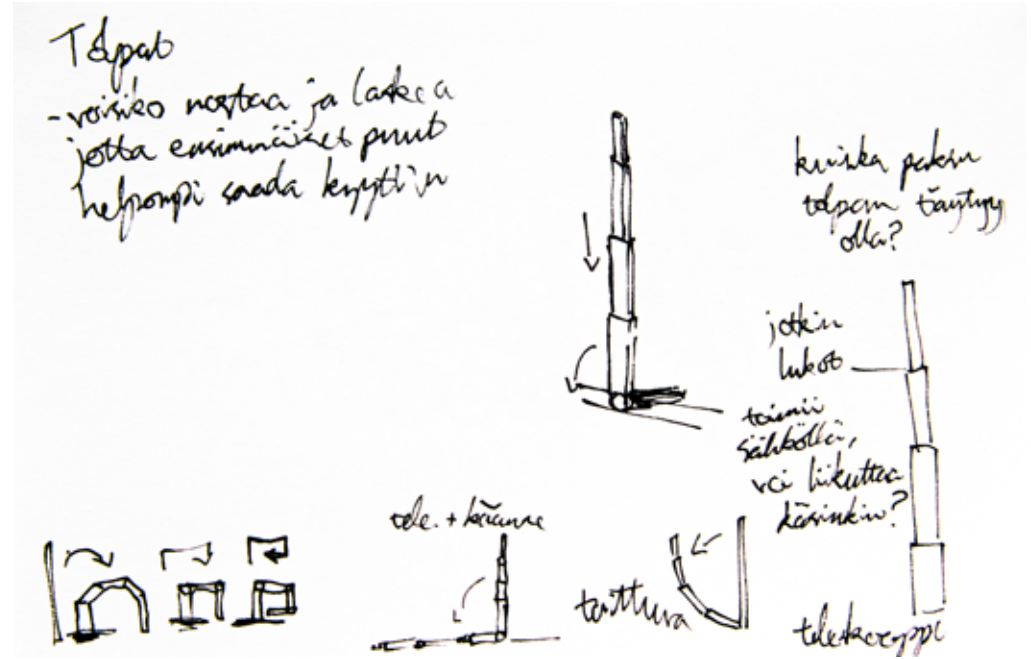
Kuva 31. Portaiden suunnittelua (Heikkinen, 2022)



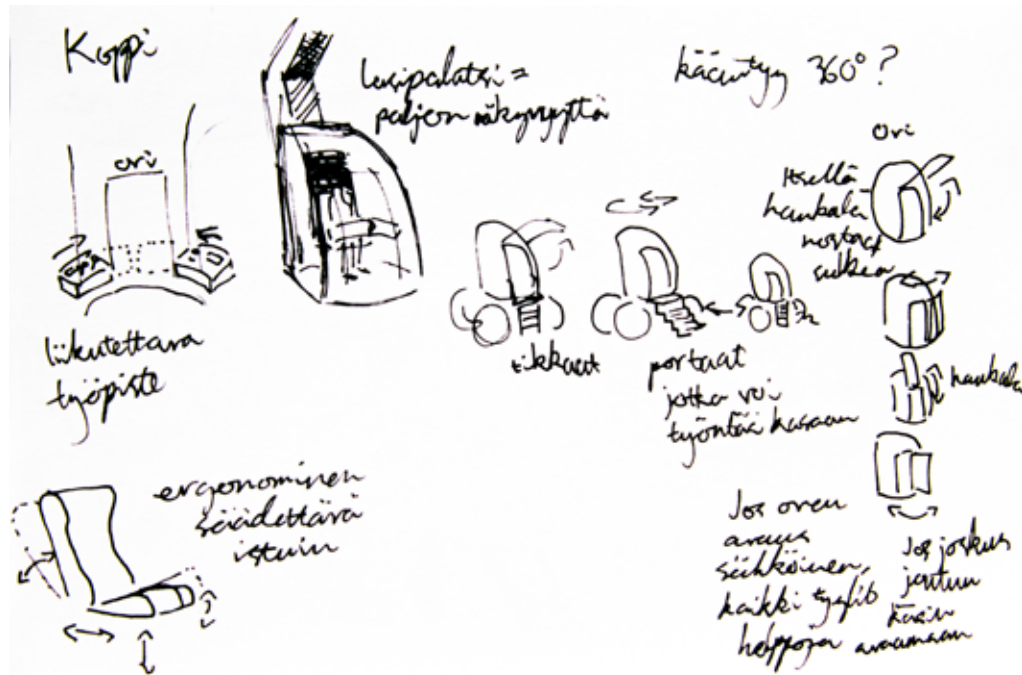
Kuva 32. Kuorman liikkuvuuden suunnittelua (Heikkinen, 2022)



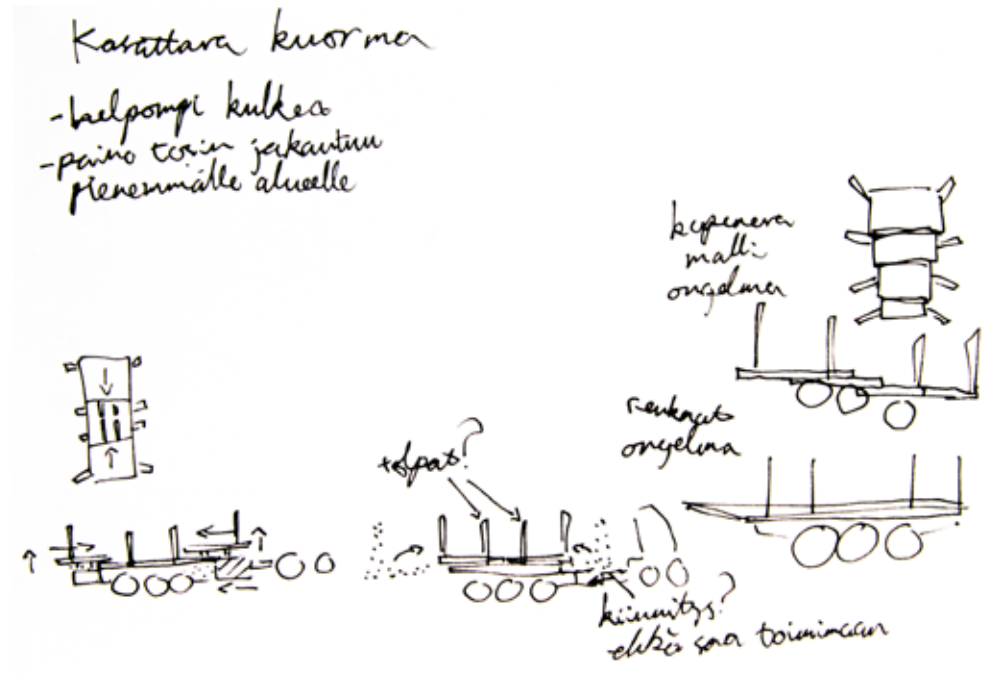
Kuva 33. Oven suunnittelua (Heikkinen, 2022)



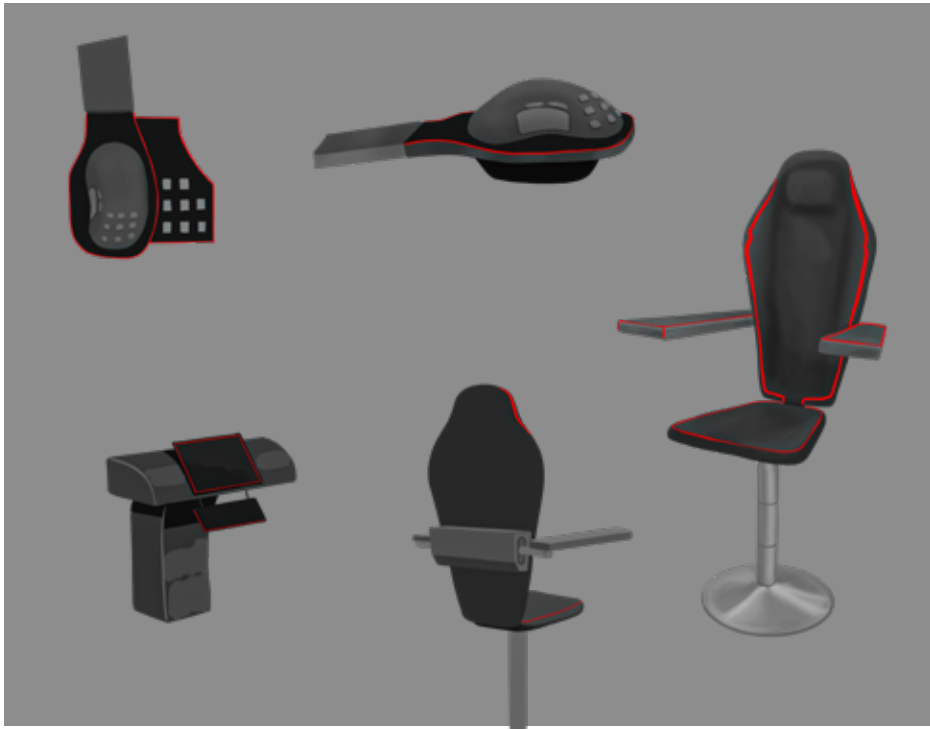
Kuva 34. Pankkojen suunnittelua (Heikkinen, 2022)



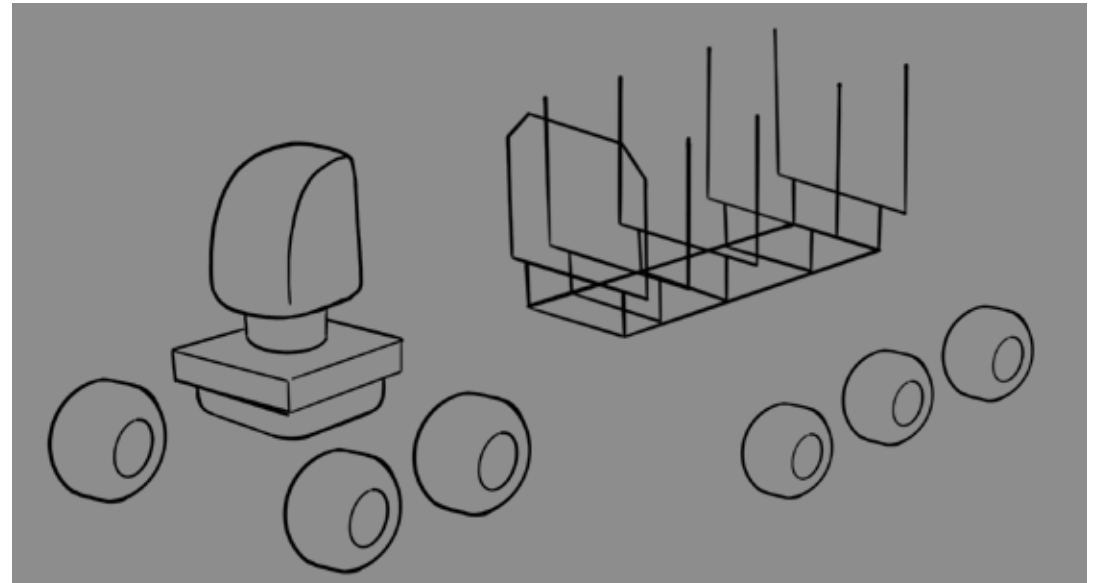
Kuva 35. Ohjaamon suunnittelua 3 (Heikkinen, 2022)



Kuva 36. Kuorman suunnittelua 2 (Heikkinen, 2022)



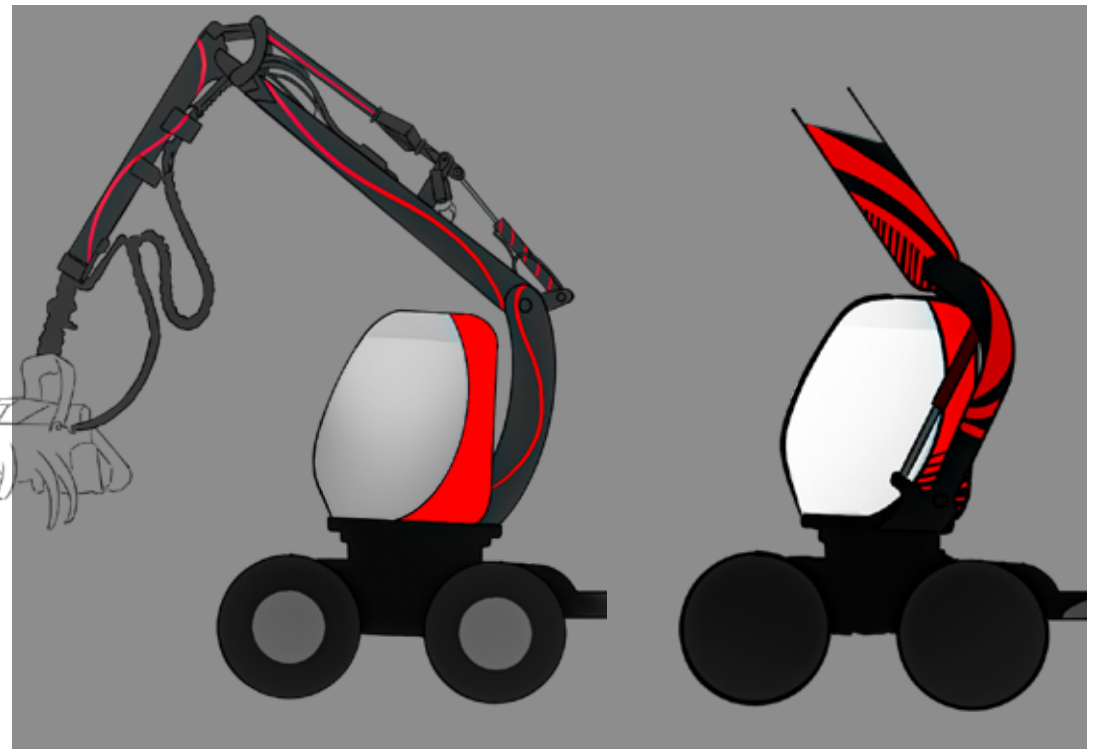
Kuva 37. Ohjaamon suunnittelua 4 (Heikkinen, 2022)



Kuva 38. Koneen yleisen muodon hakemista (Heikkinen, 2022)

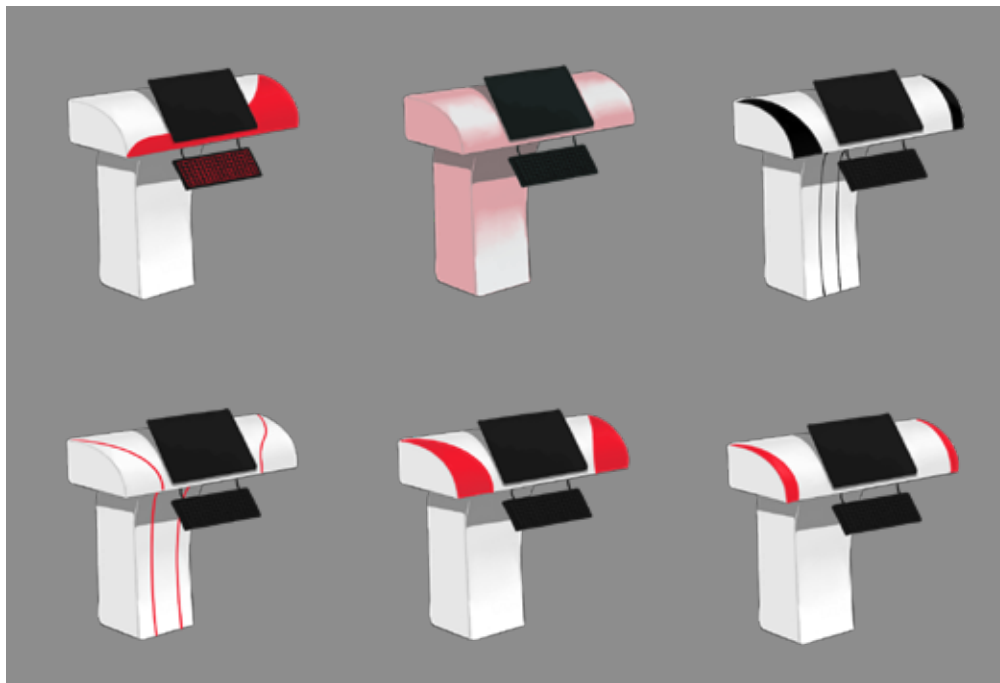


Kuva 39. Kojelaudan värityksen suunnittelua (Heikkinen, 2022)

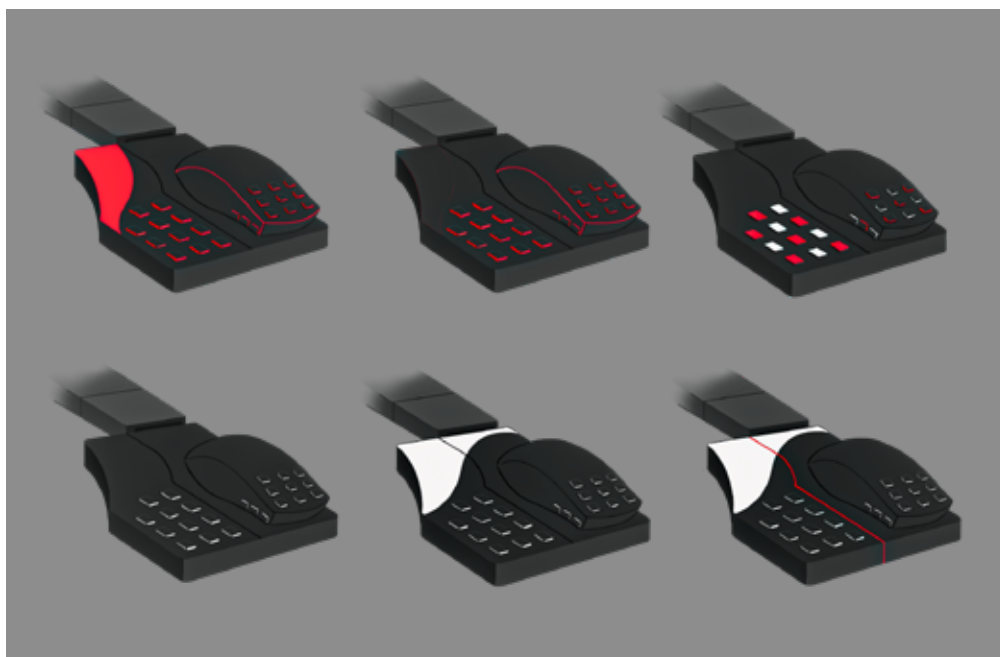


Kuva 40. Nosturin värityksen suunnittelua (Heikkinen, 2022)

Kuva 41. Nosturin suunnittelua (Heikkinen, 2022)



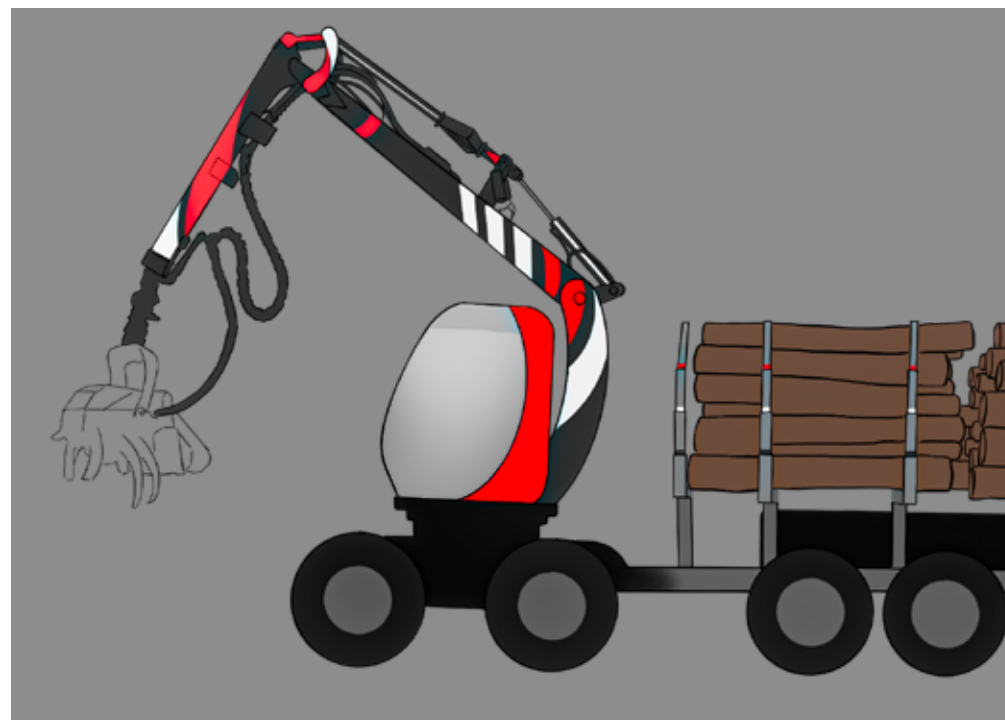
Kuva 42. Kojelaudan värityksen suunnittelua 2 (Heikkinen, 2022)



Kuva 44. Ohjaimen värityksen suunnittelua (Heikkinen, 2022)



Kuva 43. Tuolin värityksen suunnittelua (Heikkinen, 2022)



Kuva 45. Nosturin värityksen suunnittelua 2 (Heikkinen, 2022)

08

Tulevaisuuden metsäkone



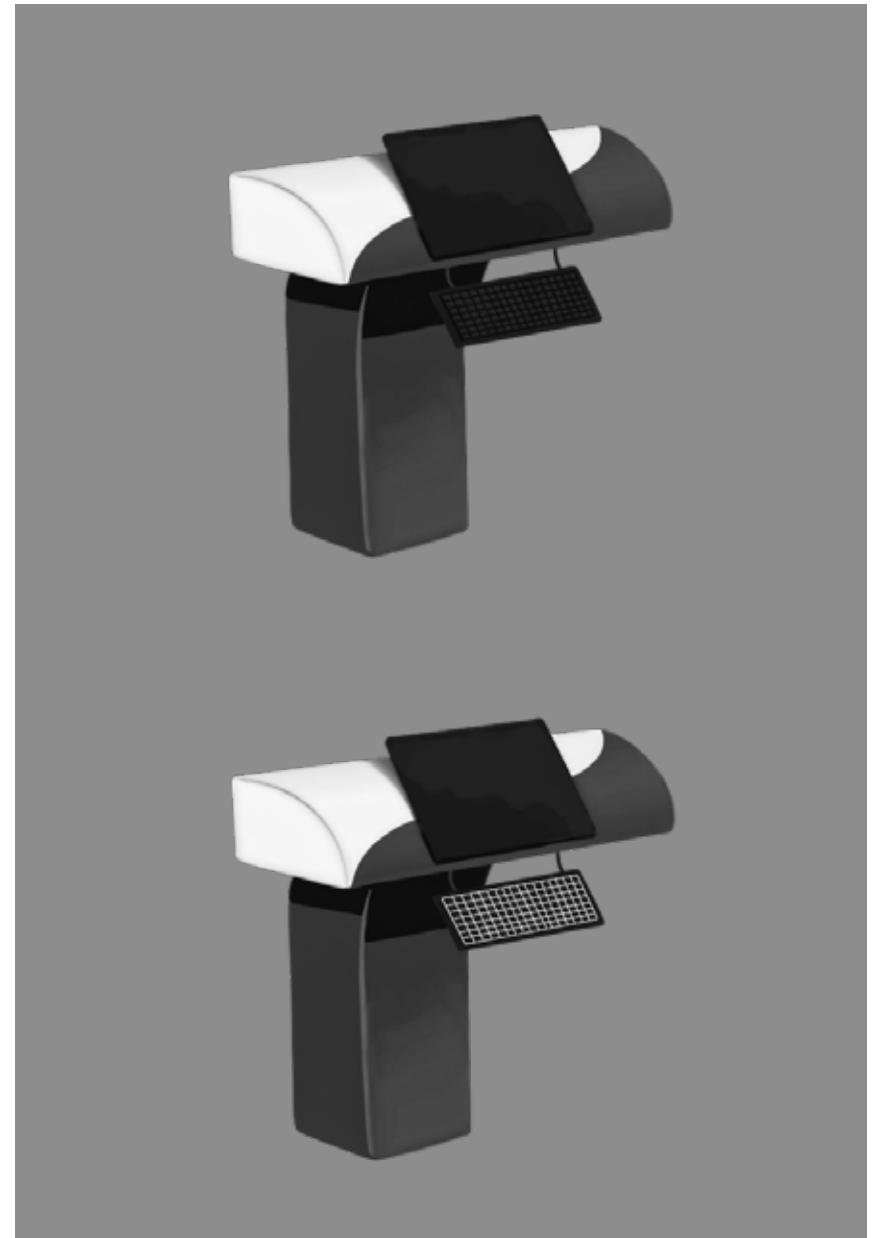
Kuva 46. Tulevaisuuden metsäkone (Heikkinen, 2022)

8.1 Kojelauta

Aikaisemmin mainitsemistani yksinkertaisuuden ja ergonomisuuden tavoittelemisen syistä hytin etuosassa ei ole suuria määriä nappeja ja vempaimia, vaan lähes kaikki koneen säädöt, esimerkiksi ilmastoinnin, tapahtuu kosketusnäytöltä.

Näytön alapuolella on myös mahdollisuus vetää näppäimistö esille, jos sitä tarvitsee. Näppäimistöön saa valot näppäinten alle helpottamaan kirjoittamista pimeässä. Näyttö ja näppäimet ovat kiinni varsin pienessä kojelaudassa, missä on myös osa ilmastoinnista.

Kojelaudan ei tarvitse viedä koko hytin etuosaa, koska kaikki siitä säädettävä tapahtuu tietokoneelta, sähköisesti. Tämän vuoksi suunnittelin siitä pienen, jättäen tilaa näkyvyydelle koneen eteen. Kojelaudassa on pieni kurvi, jotta polkimet mahtuvat sen juurelle.



Kuva 47. Kojelauta (Heikkinen, 2022)

8.2

Istuin



Kuva 48. Istuin (Heikkinen, 2022)

Hytin istuimeen otin mallia pelituoleista, sillä ne ovat ergonomisia säädettävyytensä ansiosta sekä vähän tilaa vieviä. Istuimessa on paljon säädettäviä ominaisuuksia parhaan työasennon löytämiseksi. Tuolin korkeutta ja sijaintia sekä selkänojan, käsinojien ja istuinosaan asentoa voi muuttaa.

Istuimen korkeutta ja sijaintia voi säätää kaiken kokoisille metsäkoneenkuljettajille sopivaksi. Tuolia voi siis työntää eteen- tai taaksepäin, mutta istuin kuitenkin pysyy vakaasti kiinni hytin pohjassa.

Selkänojan kulmaa voi muuttaa itselleen sopivan asennon löytämiseksi.

Istuimen käsinojia voi liikuttaa eteen- ja taaksepäin, riippuen siitä, kuinka pitkälle omat kädet ulottuvat. Käsinojat voi myös kääntää kokonaan alas, jotta ne eivät olisi ohjainten varsien tiellä.

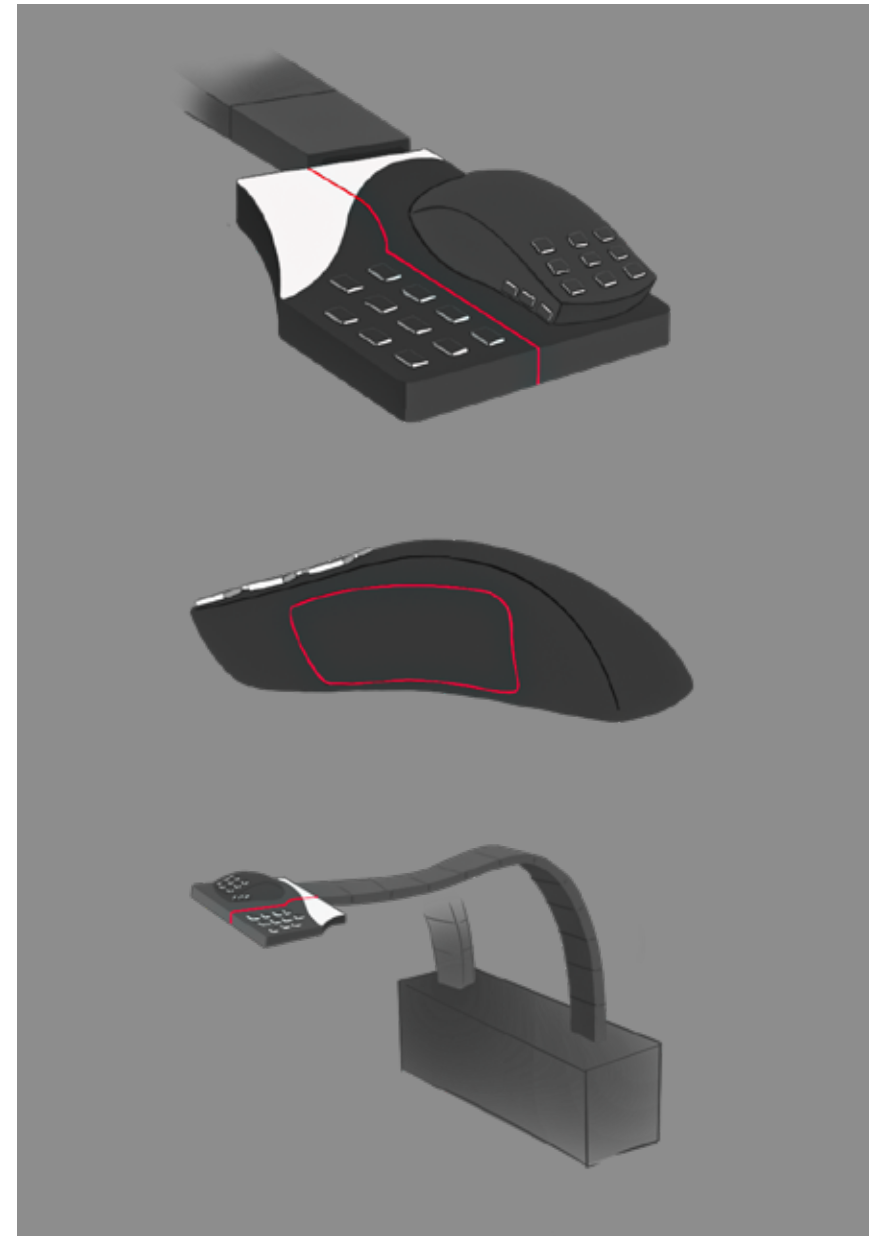
Tuolin istuinosaan voi taittaa satulatuolin malliseksi, jotta työntekijä voi näin vaihtaa työasentonsa istumisesta lähes seisomiseen. Näin koneen kuljettaja saa jaloilleen ja selälleen liikettä, jotta ne eivät väsy samaan asentoon (Launis & Lehtelä 2011, 150).

Näiden erilaisten ominaisuuksien avulla metsäkoneenkuljettaja voi vaihdella työasentoaan itselleen mieluisella tavalla, ja näin pitää kehon ja mielen virkeänä työpäivän ajan.

Ohjaimet

Koneen ohjaimet, millä konetta ja sen nosturia liikutetaan, ovat säädettävien varsien päässä. Varsien avulla ohjaimia pystyy liikuttamaan vapaasti, eikä istuimen käsinojia tarvitse käyttää. Näin työntekijä kykenee liikuttamaan käsiään vapaasti, pitäen itsensä ja työasentonsa liikkeessä. Ohjaimien varret nousevat hytin istuimen takaa löytyvästä laatikosta, minkä sisällä ne ovat rullautuneena. Varsia voi vetää pidemmälle esille, sekä työntää niitä takaisin tähän laatikkoon sen mukaa, kuinka pitkälle työntekijä haluaa ohjaimet vetää.

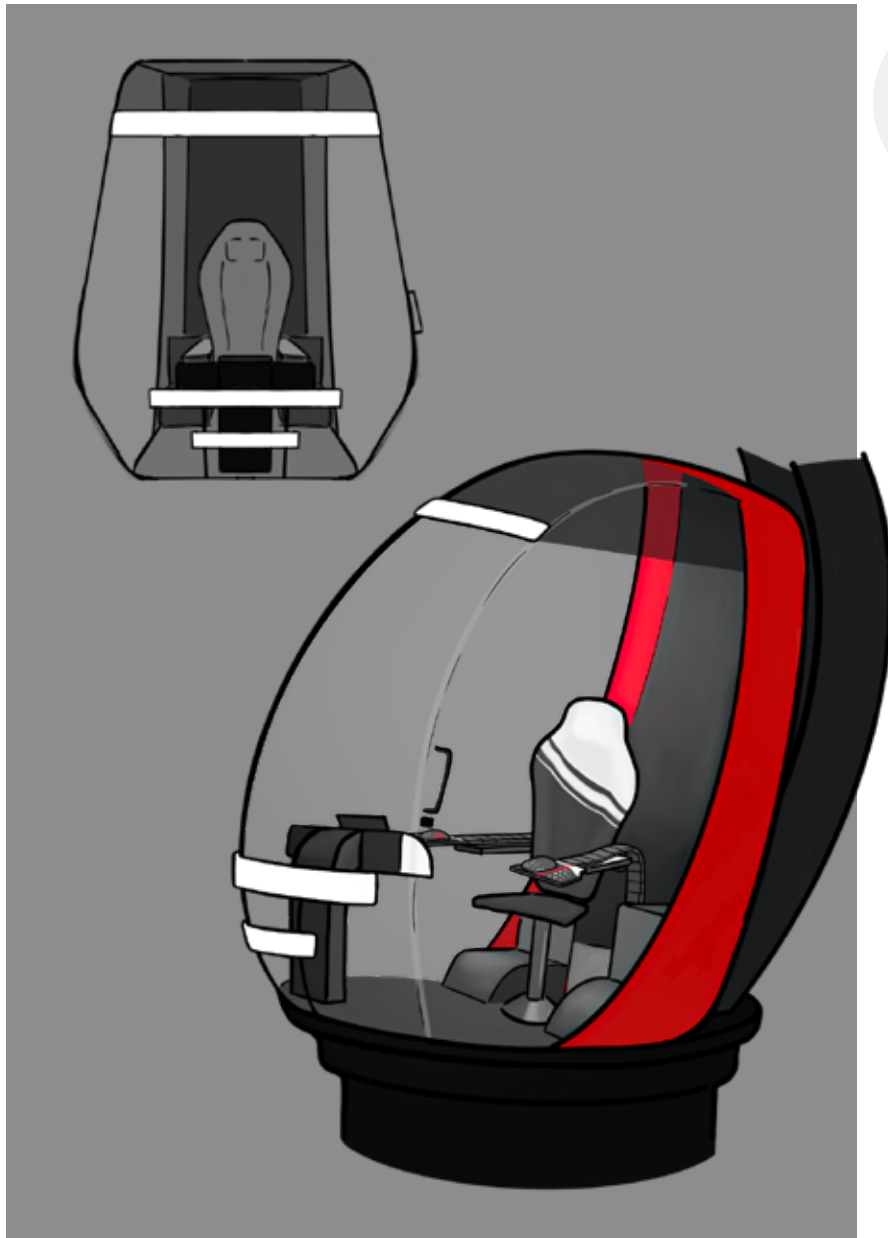
Itse ohjaimiin otin mallia tietokoneiden pelihiiristä, sillä ne ovat ergonomisia ja niissä on hyödynnetty hiiren tilaa lisäten näppäimiä niihin kahden päänäppäimen lisäksi. Näin käyttäjän sormien ulottuvilla on koko ajan näppäimiä erilaisia toimintoja varten, mikä nopeuttaa käyttäjän työtä. Metsäkoneen ohjaimista löytyy 12 näppäintä eri toiminnoille, sekä touchpad koneen ohjaamista varten. Touchpad on "hiiren" sisäseinällä, joten koneen ohjaus sujuu helposti peukalolla. Ohjaimissa on myös "hiiren" lisäksi kiinni uloke, josta löytyy lisää näppäimiä eri toiminnoille. Näin kaikki tarvittavat toiminnot kulkevat metsäkoneenkuljettajan käsien ulottuvilla, vaikka hän muuttaisi työasentoaan.



Kuva 49. Ohjaimet (Heikkinen, 2022)

8.4

Hytti



Hytissä on todella paljon ikkunapinta-alaa. Tällä koneeseen saadaan tilantuntua ja avaruutta sekä paljon näkyvyyttä ulospäin. A-puomit ovat ohuet ja läpikuultavastamateriaalista tehdyt, joten ne eivät vie näkyvyyttä tai tilantuntua hytistä. Hytin katto on puoliksi lasia, mutta katossa sekä seinien yläosassa lasi on tummennettua, jotta aurinko ei pääsisi paistamaan niin kirkkaasti ja kuumasti hyttiin.

Hytin etulasissa on lisättytodellisuus. Tämä ohjaa kuskia reitillään sekä kertoo, mitkä puut täytyy kaataa. Lisättytodellisuus vaatii metsäkoneeseen asennettavaksi muutamia kameroita, jotta metsäkoneen tietokone osaa mallintaa ja tulkita ympäristöään ja tämän avulla ohjata kuljettajaa. Lisättytodellisuuden saa toki pois päältä, jos ei koe sitä tarpeelliseksi.

Hytin muodon halusin olevan yksinkertainen ja virtaviivainen. Halusin tuoda siihen pyöreyttä vastapainoksi monien muiden koneiden kulmikkaille hyteille.

Kuva 50. Hytti (Heikkinen, 2022)

Muita huomion kohteena olleita osia

Nosturin malliin ja muotoon en tehnyt suurenmoisia muutoksia, vaan käytin pohjana paljolti Nisulalla jo olemassa olevaa nosturia. Nosturin varsi, joka kiinnittyy hyttiin ja sen pohjaan, on kuitenkin muotoiltu samoilla ajatuksilla kuin hytti.

Kuorman pidin varsin yksinkertaisena. Sen rungossa on pieniä kaarevia kulmia neliskanttisuuden pyöristämiseksi ja sen pankot voi laskea alas esimerkiksi kuljetuksen ajaksi. Pankkojen säätö toimii teleskooppirakenteella ja niiden korkeutta säädetään sähköisesti hytistä.

Kone on sähköllä toimiva ja sen moottori sijaitsee kuorman alla. Moottori on kaukana hytistä, jotta sen aiheuttama melu ei häiritsisi kuljettajaa niin paljoa.

Metsäkone on 10-pyöräinen: 4 rengasta ohjaamolla ja 6 kuormalla. Koneen rungossa on nivel ohjaamon ja kuorman välissä, jotta kone pääsee kääntymään. Ohjaamo pyörii 360 astetta.

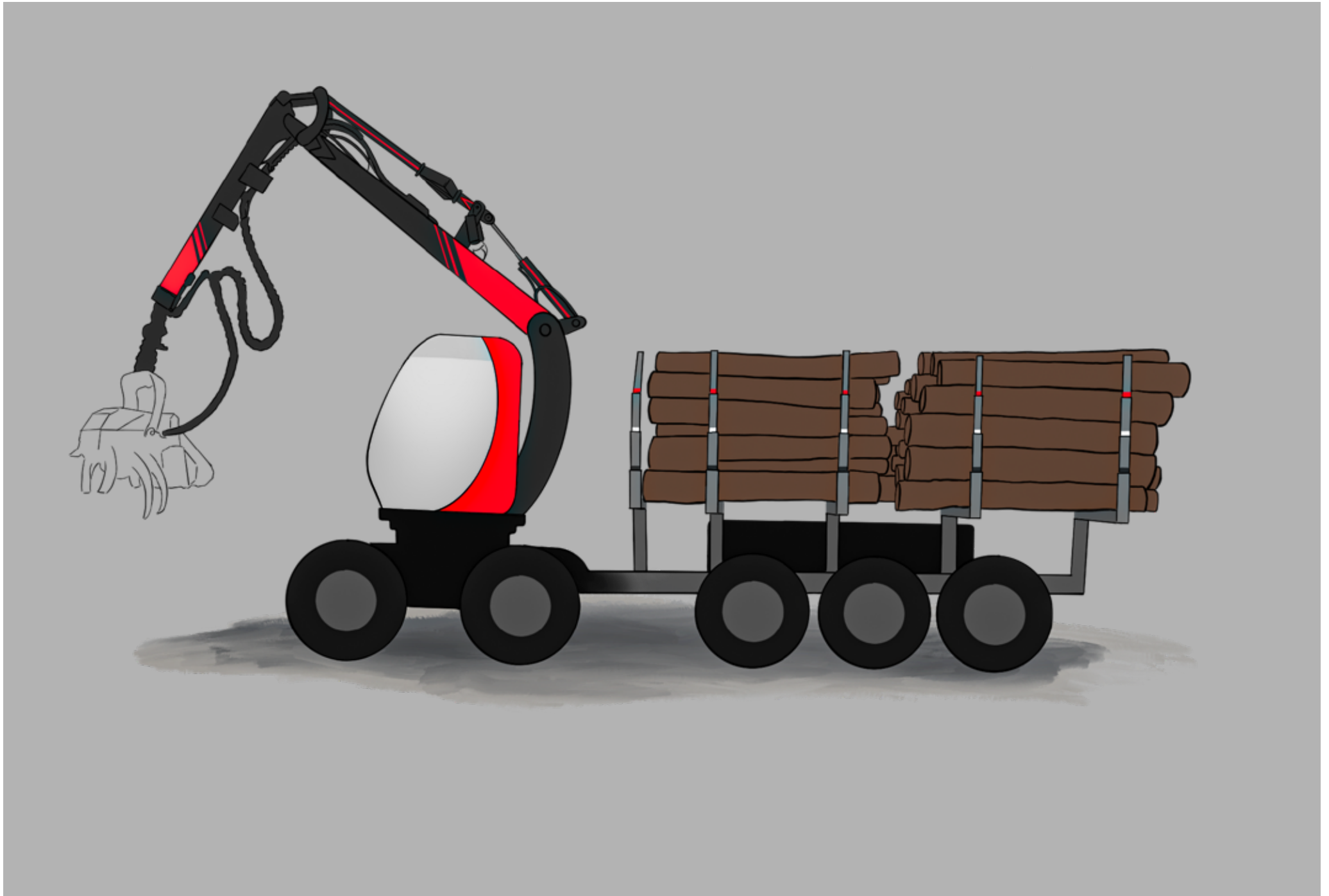
Koneen etuosassa, eturenkaiden välissä, on portaat hytin luokse. Hytin ovi on sen vasemmalla puolella.

Koneen värit otin Nisula Forestry Oy:n käyttämistä väreistä. Hytin sisällä käytin paljon tumman ja vaalean harmaata ja punaista väriä käytin lähinnä tehostevärinä. Halusin pitää värit mahdollisimman yksinkertaisina etteivät ne häiritsisi kuljettajan keskittymistä ja näkemistä (Launis & Lehtelä 2011, 247-248). Hytin ulkoseinät ovat punaiset tuoden koneeseen yhteyden Nisula Forestry Oy:hyn. Nosturin väriyksessä jatkoin samaa teemaa kuin ohjaamon laitteissa. Kuorman annoin olla materiaalinsa värinen muuten, paitsi pankoissa on pienet värimerkinnot, jotta kuski tietää, milloin ne ovat täydessä mitassaan.

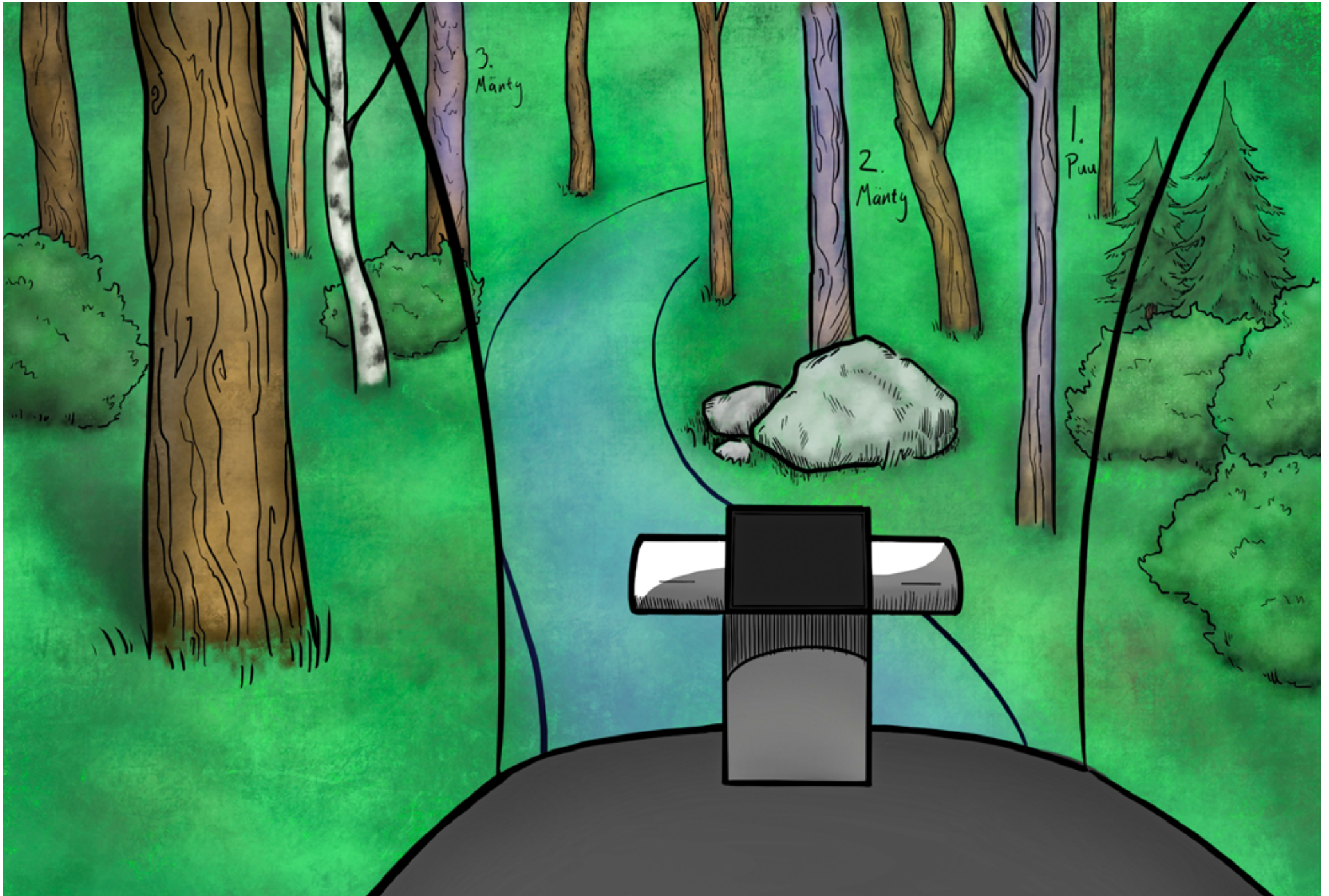




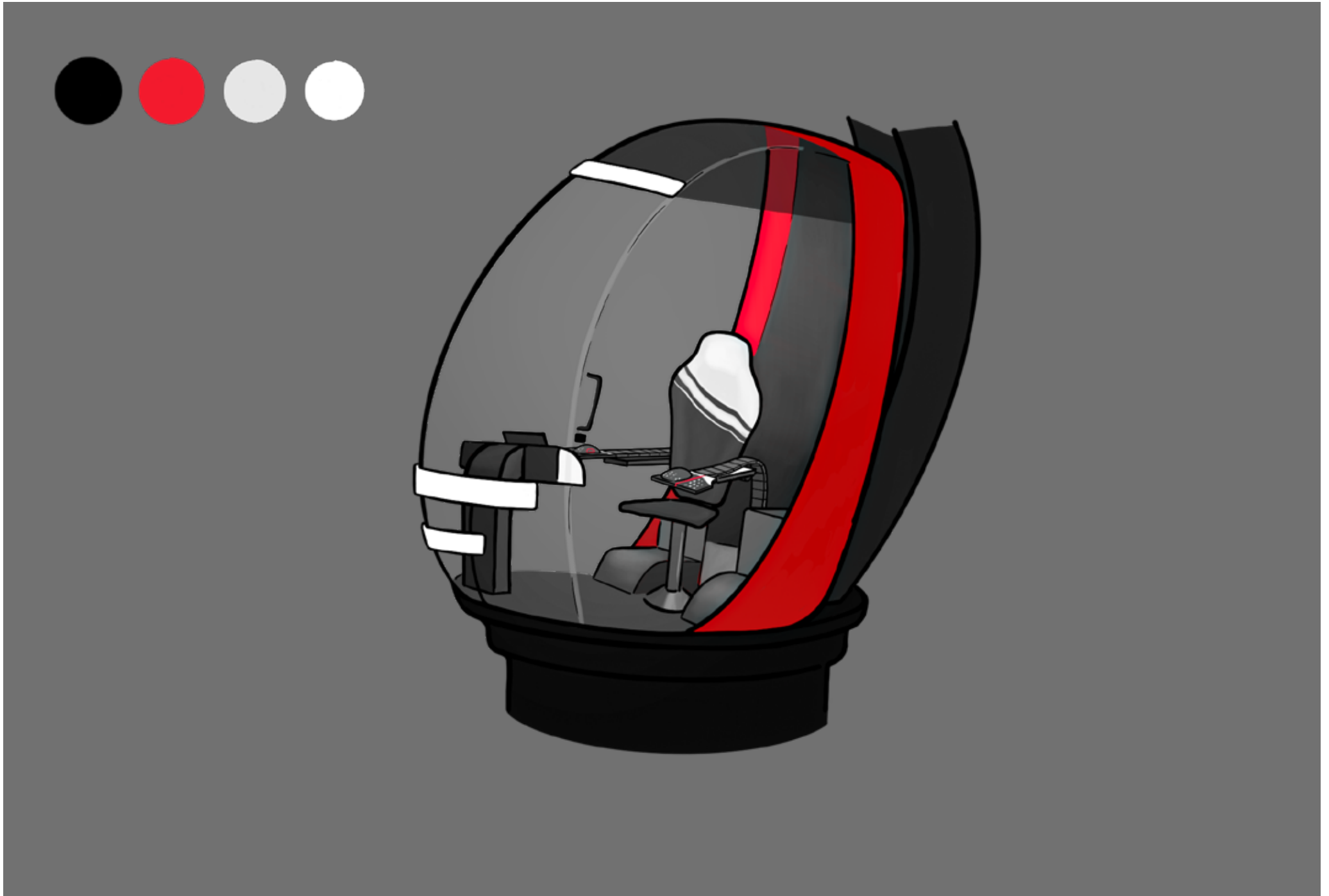
Kuva 51. Ohjaamo (Heikkinen, 2022)



Kuva 52. Metsäkoneen väriyty (Heikkinen, 2022)



Kuva 53. Lisätty todellisuus (Heikkinen, 2022)



Kuva 54. Hytti (Heikkinen, 2022)



Kuva 55. Tulevaisuuden metsäkone (Heikkinen, 2022)

Pohdinta

Projektin tavoitteena oli löytää uusia suuntia metsäkoneille ympäristö ja alan työntekijät huomioiden. Kuten moni muukin ala, metsäteollisuus on suurten muutosten äärellä maailman tilanteiden muuttuessa ja ilmastokriisin edetessä. Tämä johtaa siihen, että myös metsäkoneita ja niiden käyttöä pitää tarkastella uudella tavalla ja löytää uusia ratkaisuja niiden toimintaan. Näistä syistä projektia lähdettiin tekemään etsien muotoilun keinoin uusia näkökulmia muutosta kaipaavalle alalle. Projektissa tarkasteltiin hieman tulevaisuuteen ja siihen, miltä metsäkoneet voisivat muutamien vuosien päästä näyttää. Suunnittelussa huomioitiin myös tarve tulevaisuuden metsäkonekuljettajille ja siihen, miten nuoret saataisiin kiinnostumaan metsäkonekuljettajan työstä.

Opinnäytetyössä suunniteltu metsäkone on uudenlainen ja monella tapaa erinlainen kuin nykyiset metsäkoneet. Siihen on tuotu uusia ideoita ja ratkaisuja tavoitteet huomioiden ja mielestäni tavoitteita on myös saavutettu. Metsäkoneen hytin toiminnot ja sisustus on päivitetty uudenaikaiseksi, mahdollisille tulevaisuuden metsäkonekuljettajille tutummanlaiseksi, kuin nykyajan metsäkoneissa. Muotoja on haettu asioista, mitkä ovat nykynuorille tuttuja ja joiden käyttö on luontevaa, mikä todennäköisesti tekee metsäkoneella työn alkuun pääsemisestä helpompaa. Muodot ovat yleisestikin ergonomisia ja säädettävissä, mikä tekee niistä lähes kaikille sopivia. Kone on jo pelkästään sillä, että se on sähköllä toimiva yhdistelmäkone, saavuttanut tavoitteitaan olla ympäristöystävällisempi ja ekologisempi metsäkone, kuin nykyiset koneet. Tämä myös tukee maailmanlaajuisesti yleisiä tavoitteita pienentää hiilijalanjälkeä. Toki konetta ja sen ympärillä olevia ideoita voisi jatkojalostaa paljonkin ja moniin eri suuntiin, mutta tässä projektissa keskityin tiettyihin asioihin aikataulullisista syistä.

Pohdinta

Projekti alkoi hieman sekalaisesti, sillä aloitin opinnäytetyötä alun perin jo keväällä 2021. Samaan aikaan alkaneen työharjoittelun vuoksi jätin projektin odottamaan sopivampaa hetkeä. Pääsin kunnolla opinnäytetyön pariin joulukuussa 2021, jolloin jatkoin keväällä tekemästäni työstä. Aikataulun projektille tein, kun olin jo hieman kerennyt tekemään taustatyötä, jotta osaisin edes hieman arvioida, mihin kaikkeen tulen työssä keskittymään ja kuinka paljon niiden tekemiseen käytän aikaa. Tein viikottaisen aikataulun, missä suunnitelmana oli, että keskityn tiettyihin aiheisiin yhden – kahden viikon ajan, ennen kuin etenen seuraavaan vaiheeseen. En kuitenkaan noudattanut aikataulua tiukasti, vaan liikuin työvaiheiden välillä edestakaisin. Välillä palasin tekemään lisää taustatutkimusta tiettyjä vaiheita varten, ja välillä siirryin seuraaviin kohtiin etuajassa, vaikka aikaisemmat vaiheet saattoivat olla hieman kesken. Projekti kuitenkin pysyi koko ajan hallinnassa, eikä aikataulun rikkominen haitannut sen etenemistä. Toki aikataulussa pysyminen olisi pitänyt opinnäytetyön etenemisen selkeämpänä ja suunnitelmallisempänä, mikä olisi voinut edesauttaa työn kulkua ja tuloksia.

Projektin alussa tekemäni taustatyön jälkeen aloin ideoimaan erilaisia vaihtoehtoja nykyisten metsäkoneiden toimintojen sijalle. Pääsääntöisesti ideoin kirjoittamalla sekä luonnostelemalla. Tein nopeita skissejä paperille sekä digitaalisesti, mitkä auttoivat hahmottamaan ajatuksiani ja ideoitani. Kysyin palautetta ideoilleni työnantajalta sekä ohjaavalta opettajaltani ja niiden pohjalta korjailin ideoitani. Projektin aikana olisin voinut kysyä ja tukeutua palautteisiin useamminkin, sillä ne olivat aina hyödyllisiä työn etenemisen kannalta. Piirtäminen on itselleni nopein ja luontevin tapa ideoida sekä tehdä esityskuvia ja aikataulusta johtuen pitäydyin näissä työskentelytavoissa projektin ajan.

Opinnäytetyö selkeytti monivaiheisen projektin toteuttamista ja sitä, kuinka tärkeää on jakaa laaja työ pienempiin osiin. Projektin työstäminen muistutti aikataulun tärkeydestä ja hyödyllisyydestä sekä siitä, kuinka tärkeää se on suunnitella tarkasti ja realistisesti. En todellakaan ole tämän opinnäytetyön jälkeen metsäkoneiden ammattilainen, mutta projekti kehitti taitojani sukeltaa uuden ja itselle tuntemattoman aiheen pariin sekä löytää siihen uusia ratkaisuja ja näkökulmia. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyö onnistui mielestäni hyvin ja toivon siitä olevan hyötyä myös työnantajalle Nisula Forestry Oy:lle.

Lähteet

Euroopan parlamentti 2019. Verkkojulkaisu. Päivitetty 25.6.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarkoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-mennessa>. Viitattu 12.1.2022.

Honkanen, Juha-Pekka julkaisu aika tuntematon. Storaenso. Verkkojulkaisu. <https://www.storaensometsa.fi/puunkorjuuketjussa-varaa-pienentaa-hiilijalanjalkea/>. Viitattu 12.1.2022.

Launis, Martti & Lehtelä, Jouni 2011. Ergonomia. Tampere: Tammerprint Oy. PDF-tiedosto. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.julkari.fi%2Fbitstream%2Fhandle%2F10024%2F136841%2F978-952-261-059-1_Ergonomia.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=43792594&chunk=true. Viitattu 8.2.2022.

Lilleberg & Korteniemi, 1997. Yhdistelmäkone ensiharvenusmet-sän puunkorjuussa. PDF-tiedosto. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.metsateho.fi%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F02%2Fmetsatehon_raportti_026.pdf&clen=95991&chunk=true. Viitattu 16.12.2021.

Luke 2012. Verkkojulkaisu. Päivitetty 18.6.2013. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/criteria.htm>. Viitattu 28.3.2021.

Maa- ja metsätalousministeriö 2007. Suomen metsät 2007, Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. Vammalan Kirjapaino Oy. PDF-tiedosto. chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fmmm.fi%2Fdocument-s%2F1410837%2F1721042%2FSuomen_metsat_7_2007.pdf%2F0d3115e2-8943-4d54-bfdf-5f0895ce64c3%2FSuomen_metsat_7_2007.pdf&clen=14097863&chunk=true&pdfilename=Suomen_metsat_7_2007.pdf. Viitattu 8.1.2022.

Oksanen, Jaana 2018. Ilta-Sanomat. Verkkojulkaisu. <https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000005589155.html>. Viitattu 18.12.2021.

Polamo, Jaana 2018. Yle. Verkkojulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-10252893>. Viitattu 30.3.2021.

Wikipedia julkaisu aika tuntematon. Verkkojulkaisu. Päivitetty 15.1.2022. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Mets%C3%A4ty%C3%B6kone>. Viitattu 26.3.2021.

Wikipedia julkaisu aika tuntematon. Verkkojulkaisu. Päivitetty 23.4.2021. https://fi.wikipedia.org/wiki/Sakari_Pinom%C3%A4ki. Viitattu 16.12.2021.

WWF julkaisu aika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://wwf.fi/uhat/luonnon-monimuotoisuuden-koyhtyminen/>. Viitattu 30.3.2021.

Ympäristöministeriö julkaisu aika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>. Viitattu 10.1.2022.

Kuvaluettelo

Kuva 1. Sanna 2020. Pitkospuut. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/pitkospuureitti-kes%c3%a4-vaellus-mets%c3%a4-4769657/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 2. Hagen, Mario 2020. Metsäkone. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/mets%c3%a4-mets%c3%a4talouden-harvesteri-kone-5441465/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 3. Johnson, Lisa 2015. Tehdas. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/saha-savupiippu-savu-puutavara-1110288/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 4. Hagen, Mario 2020. Työmaa. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/mets%c3%a4-mets%c3%a4talouden-harvesteri-kone-5441466/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 5. Telaranta, Reijo 2021. Avohakkuu. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/mets%c3%a4talous-puutavara-hakkuut-6596153/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 6. Imagii 2018. Lahopuu. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/puun-kanto-kuollutta-puuta-mets%c3%a4-3808903/>. Viitattu 10.4.2022.

Kuva 7. Telaranta, Reijo 2021. Kuorman lastaus. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/mets%c3%a4-mets%c3%a4talous-hakkuut-puutavara-6596154/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 8. Whitby, G J 2018. Metsätyökone. Valokuva. Pixabay. <https://pixabay.com/fi/photos/timber-harvester-mets%c3%a4talouden-koneet-3790865/>. Viitattu 5.4.2022.

Kuva 9. Heikkinen, Samuli 2022. Luonnoksia. Valokuva. 9.4.2022. Kuopio: tekijän kokoelmat.

Kuva 10. Heikkinen, Samuli 2022. Lämmittelyluonnoksia. Piirustus.

Kuva 11. Heikkinen, Samuli 2022. Hytin muodon hakemista. Piirustus.

Kuva 12. Heikkinen, Samuli 2022. Lämmittely luonnoksia 2. Piirustus.

Kuva 13. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaamon suunnittelua. Piirustus.

Kuva 14. Heikkinen, Samuli 2022. Hytin muodon hakemista 2. Piirustus.

Kuva 15. Heikkinen, Samuli 2022. Luonnoksia kuormasta. Piirustus.

Kuva 16. Heikkinen, Samuli 2022. Kuorman muodon hakemista. Piirustus.

Kuvaluettelo

Kuva 17. Heikkinen, Samuli 2022. Moottorin sijainnin pohtimista. Piirustus.

Kuva 18. Heikkinen, Samuli 2022. Hytin suunnittelua. Piirustus.

Kuva 19. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaimien ja tuolin suunnittelua. Piirustus.

Kuva 20. Heikkinen, Samuli 2022. Erikoisia metsäkoneita. Piirustus.

Kuva 21. Heikkinen, Samuli 2022. Luonnos metsäkoneesta. Piirustus.

Kuva 22. Heikkinen, Samuli 2022. Hytin suunnittelua 2. Piirustus.

Kuva 23. Heikkinen, Samuli 2022. Tuolin käsinojien liikkuvuus. Piirustus.

Kuva 24. Heikkinen, Samuli 2022. Luonnos hytistä. Piirustus.

Kuva 25. Heikkinen, Samuli 2022. Kojelaudan suunnittelua. Piirustus.

Kuva 26. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaamon suunnittelua 2. Piirustus.

Kuva 27. Heikkinen, Samuli 2022. Kuorman suunnittelua. Piirustus.

Kuva 28. Heikkinen, Samuli 2022. Liikkuvan kojelaudan luonnoksia. Piirustus.

Kuva 29. Heikkinen, Samuli 2022. Lisätyn todellisuuden suunnittelua. Piirustus.

Kuva 30. Heikkinen, Samuli 2022. Tuolin taittumisen satulatuoli. Piirustus.

Kuva 31. Heikkinen, Samuli 2022. Portaiden suunnittelua. Piirustus.

Kuva 32. Heikkinen, Samuli 2022. Kuorman liikkuvuuden suunnittelua. Piirustus.

Kuva 33. Heikkinen, Samuli 2022. Oven suunnittelua. Piirustus.

Kuva 34. Heikkinen, Samuli 2022. Pankkojen suunnittelua. Piirustus.

Kuva 35. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaamon suunnittelua 3. Piirustus.

Kuva 36. Heikkinen, Samuli 2022. Kuorman suunnittelua 2. Piirustus.

Kuvaluettelo

Kuva 37. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaamon suunnittelua 4. Piirustus.

Kuva 38. Heikkinen, Samuli 2022. Koneen yleisen muodon hakemista. Piirustus.

Kuva 39. Heikkinen, Samuli 2022. Kojelaudan värityksen suunnittelua. Piirustus.

Kuva 40. Heikkinen, Samuli 2022. Nosturin värityksen suunnittelua. Piirustus.

Kuva 41. Heikkinen, Samuli 2022. Nosturin suunnittelua. Piirustus.

Kuva 42. Heikkinen, Samuli 2022. Kojelaudan värityksen suunnittelua 2. Piirustus.

Kuva 43. Heikkinen, Samuli 2022. Tuolin värityksen suunnittelua. Piirustus.

Kuva 44. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaimen värityksen suunnittelua. Piirustus.

Kuva 45. Heikkinen, Samuli 2022. Nosturin värityksen suunnittelua 2. Piirustus.

Kuva 46. Heikkinen, Samuli 2022. Tulevaisuuden metsäkone. Piirustus.

Kuva 47. Heikkinen, Samuli 2022. Kojelauta. Piirustus.

Kuva 48. Heikkinen, Samuli 2022. Istuin. Piirustus.

Kuva 49. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaimet. Piirustus.

Kuva 50. Heikkinen, Samuli 2022. Hytti. Piirustus.

Kuva 51. Heikkinen, Samuli 2022. Ohjaamo. Piirustus.

Kuva 52. Heikkinen, Samuli 2022. Metsäkoneen väritys. Piirustus.

Kuva 53. Heikkinen, Samuli 2022. Lisätty todellisuus. Piirustus.

Kuva 54. Heikkinen, Samuli 2022. Hytti. Piirustus.

Kuva 55. Heikkinen, Samuli 2022. Tulevaisuuden metsäkone. Piirustus.