

EKA  
Eesti Kunstiakadeemia  
Disainiteaduskond  
Tootedisain

Mihkel Arold

**KAUBAKÄRU PATAREI MEREKINDLUSE TOITLUSTUSASUTUSTELE**

Magistritöö

Juhendaja: Mihkel Mäll

Tallinn 2022

## Autorideklaratsioon

Kinnitan, et:

1. käesolev magistritöö on minu isikliku töö tulemus, seda ei ole kellegi teise poolt varem (kaitsmisele) esitatud;
2. kõik magistritöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd (teosed), olulised seisukohad ja mistahes muudest allikatest pärinevad andmed on magistritöös nõuetekohaselt viidatud;
3. luban Eesti Kunstiakadeemial avaldada oma magistritöö repositooriumis, kus see muutub üldsusele kättesaadavaks interneti vahendusel.

Ülaltoodust lähtudes selgitan, et:

- käesoleva magistritöö koostamise ja selle sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste loomisega seotud isiklikud autoriõigused kuuluvad minule kui magistritöö autorile ja magistritööga varalisi õigusi käsutatakse vastavalt Eesti Kunstiakadeemias kehtivale korrale;
- kuivõrd repositooriumis avaldatud magistritööga on võimalik tutvuda piiramatul isikute ringil, eeldan, et minu magistritööga tutvuja järgib seadusi, muid õigusakte ja häid tavasid heas usus, ausalt ja teiste isikute õigusi austavalt ning hoolivalt.

Keelatud on käesoleva magistritöö ja selles sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste kopeerimine, plagieerimine ning mistahes muu autoriõigusi rikkuv kasutamine.

---

*(kuupäev)*

---

*(magistritöö autori nimi ja allkiri)*

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele:

---

*(kuupäev)*

---

*(magistritöö juhendaja allkiri, akadeemiline või teaduskraad)*

## KOKKUVÕTE

Magistritöö tegeleb Patarei merekintluses tegutsevate toitlustusasutuste teenindamiseks kasutatava kaubakäru kontseptsiooni ja esmase testitava prototüübi loomisega. Kontseptsiooni tellijaks on US Real Estate AS, mis on Patarei merekintluse arendamisega tegelev ettevõtte. Töö lähtus kliendipoolsest sisendist, mis nägi ette erinevate toitlustusasutuste poolt vajaminevate kaupade transpordilahendust nende asutuste ruumidesse merekintluse sisehoovis või laoruumidesse keldrikorrusel. Teoreetilises osas on uuritud toitlustussektori kauba transporti, standardeid, Patarei ajalugu, olemasolevaid lahendusi ja tooteanalooge, erinevate konfiguratsioonidega transpordikärusid, sobilikke materjale ja vajadust elektrimootori elektrimootori kasutuseks antud tingimustes. Kontseptsiooni loomiseks on aluseks võetud toidutranspordi standardpakendid, raskuste tõstmise ja teisaldamise ergonoomika ja merekintluse ajaloolise miljöö esteetika ning materjalid.

Tulemuseks on 180 kg kandevõimega kaubakäru kontseptsioon, mille konfiguratsioon baseerub ajaloolisel *Lineberry cart*-il. Käru on hästi manööverdav, lihtsalt hooldatav, ergonoomiline ja keskkonda sobituv. Käru kaubaplatvormiks ja käepidemeks on kasutatud saare puitu, mis sobib tänu oma omadustele ja esteetikale Patarei merekintluse miljösse. Metallosadeks, alusraamiks ja ratasteks on kasutatud pulbervärvitud terast, mis aitab hoida õhulist esteetikat, tagades samas suure tugevuse. Rattad on piisava läbimõõduga, et ületada mugavalt leiduvad takistused ning kummipuksid ning täiskummist rehvid vähendavad lööke ja müra.

Koostöö US Real Estate AS-iga jätkub prototüübi tootmise ja edasise testimisega. Patarei merekintluse ehitustööd on planeeritud algama 2023. aastal ning avamine 2026 a, siis peavad valmis olema 2-3 transpordikäru.

## **SUMMARY**

The master's thesis deals with the creation of the concept of a freight cart used for servicing catering establishments operating in Patarei's maritime fortress and the construction of first prototype to be tested. The client is US Real Estate AS, which is a company that is engaged in the development of Patarei's marine fortress. The work was based on the customer's input that requested a goods transport solution, needed by various catering establishments operating in the courtyard of the sea fortress. The goods need to be transported from the drop-off area to the premises of these establishments or to the storage premises on the basement floor. In the theoretical part, research is done on the transport of goods in the catering sector, standard packaging, history of the fortress, existing solutions and product analogues, transport carts with different configurations, suitable materials and the need to use an electric motor in the given conditions.

The concept is based on standard food transport packaging, ergonomics of lifting and moving weights and the aesthetics and materials of the historical environment of Patarei maritime fortress.

The result is a 180 kg trolley concept with a configuration based on the historic Lineberry cart. The trolley is easy to maneuver, easy to maintain, ergonomic and aesthetically fitting in the Patarei environment. The wooden platform of the trolley and the handle are made from ash wood, which, due to its properties and aesthetics, fits into the environment. Powder-coated steel is used for the metal parts, the base frame and the wheels, which helps to maintain a light aesthetic while ensuring high strength. The wheels are large enough to overcome obstacles comfortably and the rubber bushings and solid rubber tires reduce shocks and noise.

Cooperation with US Real Estate AS will continue with prototype production and further testing. The construction of the Patarei maritime fortress is planned to start in 2023, and opening in 2026, 2-3 transport trolleys must be ready by then.

# SISUKORD

<b>KOKKUVÕTE</b>	<b>2</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>SISSEJUHATUS</b>	<b>6</b>
<b>TEOREETILINE OSA</b>	<b>7</b>
<b>1. DISAINIMEETOD</b>	<b>7</b>
<b>2. LÄHTEANDMED</b>	<b>8</b>
2.1 Lähteülesanne	8
2.2 Tellija	11
2.3 Merekindluse ajalugu	11
2.4 Kauba kärud	12
2.5 Kasutaja	13
2.6 Vaatlus ja intervjuu	13
2.7 Analoogide uuring	15
<b>3. LÄHTEPUNKTID</b>	<b>20</b>
3.1 Standardpakendid	20
3.2 Ergonoomika	20
3.3 Disainikriteeriumid	23
3.4 Moodboard	25
3.5 Materjalivalik ning tootmistehnoloogia	26
3.6. Veoskeem	32
3.7 Elektriajam	36
3.7.1 Elektriajami analüüs	36
3.7.2 Järeldus	38
3.8 Konstruksioon	38
3.8.1 Kärü põhi	38
3.8.2 Põrkeraud	39
3.8.3 Puiduliikide analüüs	41
3.8.4 Sõlmed	42
3.8.5 Metallide analüüs	42
<b>PRAKTILINE OSA</b>	<b>45</b>

<b>4. MUDEL</b>	<b>45</b>
4.1 Konstruktsioon	45
4.2 Kasutaja testimine	46
4.3 Järeldused	46
<b>5 PATAREI MEREKINDLUSE TRANSPORDI KÄRU KONTSEPTSIOON</b>	<b>48</b>
5.1 Rattad	49
5.2 Juhtraud	50
5.3 Alusraam	52
5.4 Kaubaplatvorm	53
5.2 Kasutajalugu	54
5.3 Swot analüüs	56
<b>KASUTATUD ALLIKAD</b>	<b>57</b>
<b>LISA</b>	<b>59</b>
Tootejoonis	59

## SISSEJUHATUS

Magistritöö eesmärk on välja töötada kaubatranspordi käru kontseptsioon Patarei Merekindluse kompleksile, mida arendab US Real Estate AS. Kontseptsiooni väljatöötamiseks on uuritud toitlustusasutustes kauba transpordi protsessi, võrreldud erinevaid kaubatranspordi kärusid, uuritud raskuste teisaldamise ergonoomikat, erinevaid kaubatranspordikäruudel kasutatavaid materjale ning sellest lähtuvalt on loodud antud protsessi mudel Patarei Merekindlusele. Töös on lähtutud tellija poolsest sisendist, mis näeb ette sise- ja välitingimustes kasutatavat transpordivahendit kandevõimega 180kg, välimuselt ajalooliste joontega tänapäevases võtmes. Töö tulemuseks on kaubakäru kontseptsioon ja 3D mudel, mis lihtsustab igapäevast kauba transporti Patarei Merekindluse kompleksi toitlustusasutustes. Magistritöö raames valmib esimene prototüüp ning tehakse vajalikud katsetused ning kasutajakogemuse testimised. Magistritööst juhindudes saab hiljem alustada kaubakäru tootmiseks vajaliku arendusega.

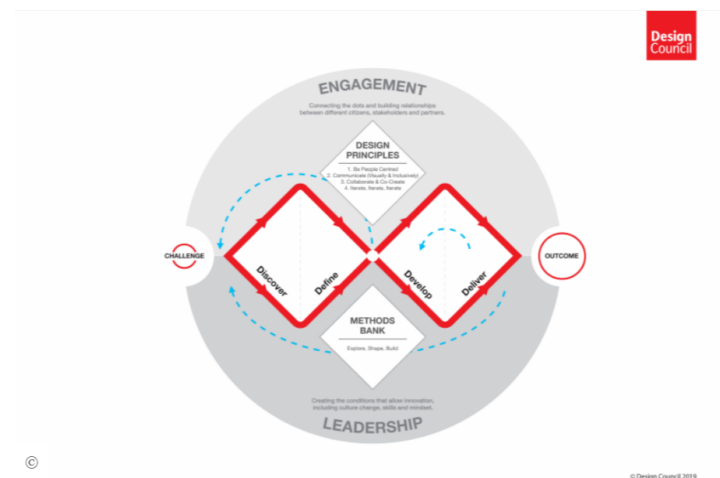


# TEOREETILINE OSA

## 1. DISAINIMEETOD

Disainiprotsessi juhtimiseks on kasutatud topeltteemanti mudelit. 2004 aastal Design Council-i poolt avaldatud disainimetodoloogia on visuaalne ja täielik disainiprotsessi kirjeldus. Mudelit saavad kasutada disainerid ja mitte-disainerid väga erinevate ülesannete lahendamiseks. Topeltteemant sisaldab endas võtmeprintsippe, mis on vajalikud hea ja kauakestva disainilahenduse leidmiseks. Topeltteemant koosneb neljast faasist:

- 1) Avastamine.** Esimeses faasis toimub sisendi saamine, taustauuringud ja muu info kogumine, mille abil koostatakse lähteülesanne.
- 2) Kirjeldamine ehk defineerimine.** Toimub info ja võimaluste analüüs. Defineeritakse probleem.
- 3) Arendus.** Erinevate lahenduste leidmine eelnevas faasis püstitatud probleemile. Ajurünnak ja olemasolevate ideede laiendamine, kombineerimine ja katsetamine. Saab läbi mängida uusi kontseptsioone ja selle abil välja valida lahendused, mis töötavad.
- 4) Valmistamine ehk prototüüpimine.** Erinevate lahenduste testimine, mittetöötavate kõrvale jätmine ja töötavate edasiarendus. Ka siin võib tekkida ootamatuid lahendusi.<sup>10</sup>



Joonis 1 Topeltteemanti mudel<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Topeltteemanti mudel

<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond> (vaadatud 3. IV 2022).

## 2. LÄHTEANDMED

### 2.1 Lähteülesanne

Toitlustusasutuste igapäevaste kaupade transpordivahend välialalt kaubanduspindadele või keldris asuvale laopinnale Patarei Merekindluses. Kandevõimeks minimaalselt 180kg (6key keg tüüpi mahutit). Vahemaa kuni 300 meetrit, pinnas: graniit plaat, munakivisillutis, kiviparkett ja betoon. Suurim servaste on standard uksepakk kuni 20mm, kuid arvestada tuleb lumest vihmast ja jääst tekitatud takistustega. Väikseim laius on keldriuksel – 900mm. Kuna puuduvad kaubakoridorid, tuleb arvestada, et kasutamine toimub restoranide ja küllastajate vahetus läheduses, seetõttu peab silmas pidama, et ei oleks liigset müra ega muid ebamugavust tekitavaid tegureid töötajatele, küllastajatele ning kasutajale. Hoiustamine toimub sissekäigu läheduses avalikus ruumis (vt illustratsioon 1).

Transpordivahendeid on merekindluses vaja 2-3tk ja need on ühiskasutatavad erinevate asutuste poolt, seetõttu peab transpordivahend olema piisavalt ergonoomiline ja lihtsalt ning kiirelt kasutatav, et omaks selget eelist käsitsi transpordi ees, et kauplejad seda kasutaksid. Hoiustamine toimub avalikus ruumis, seega peab vahend visuaalselt sobituma 19. saj. kindlusesse nõ modernses võtmes. Materjali valikul tuleb samuti lähtuda, et kauba transpordi vahendit tuleb pidevalt välistes tingimustes kasutada. Vahendit peaks saama mugavalt kasutada ka taara ning prügi transpordiks.

Transpordi lihtsustamiseks lähtutakse sellest, et kaubatranspordi kärule oleks võimalik lisada ka elektriagam. Päevane maksimaalne teekonna pikkus võib ulatuda kuni seitsme kilomeetrit. Tavapärase täiskoormusega päeva teekonnaks on saadud lähteandmete, jooniste ja vaatluse abil 6.4 kilomeetrit, kuid ettearvamatuks välistamiseks on kasutatud ümardatud numbrit, 7 kilomeetrit. Sellest vahemaast pool (3.5km) läbitakse transpordivahendiga ilma koormata ning pool on arvestatud maksimaalse lubatud koormaga 180kg. Nende andmete põhjal on võimalik otsustada, kas kliendipoolne soov elektriagamile on põhjendatud või on lisaraskus akude, mootorite ja juhtimissüsteemi näol pigem raskendav asjaolu. Kindlasti tuleb Elektriagami korral silmas pidada laadimiskohti ning laadimise korraldamist.

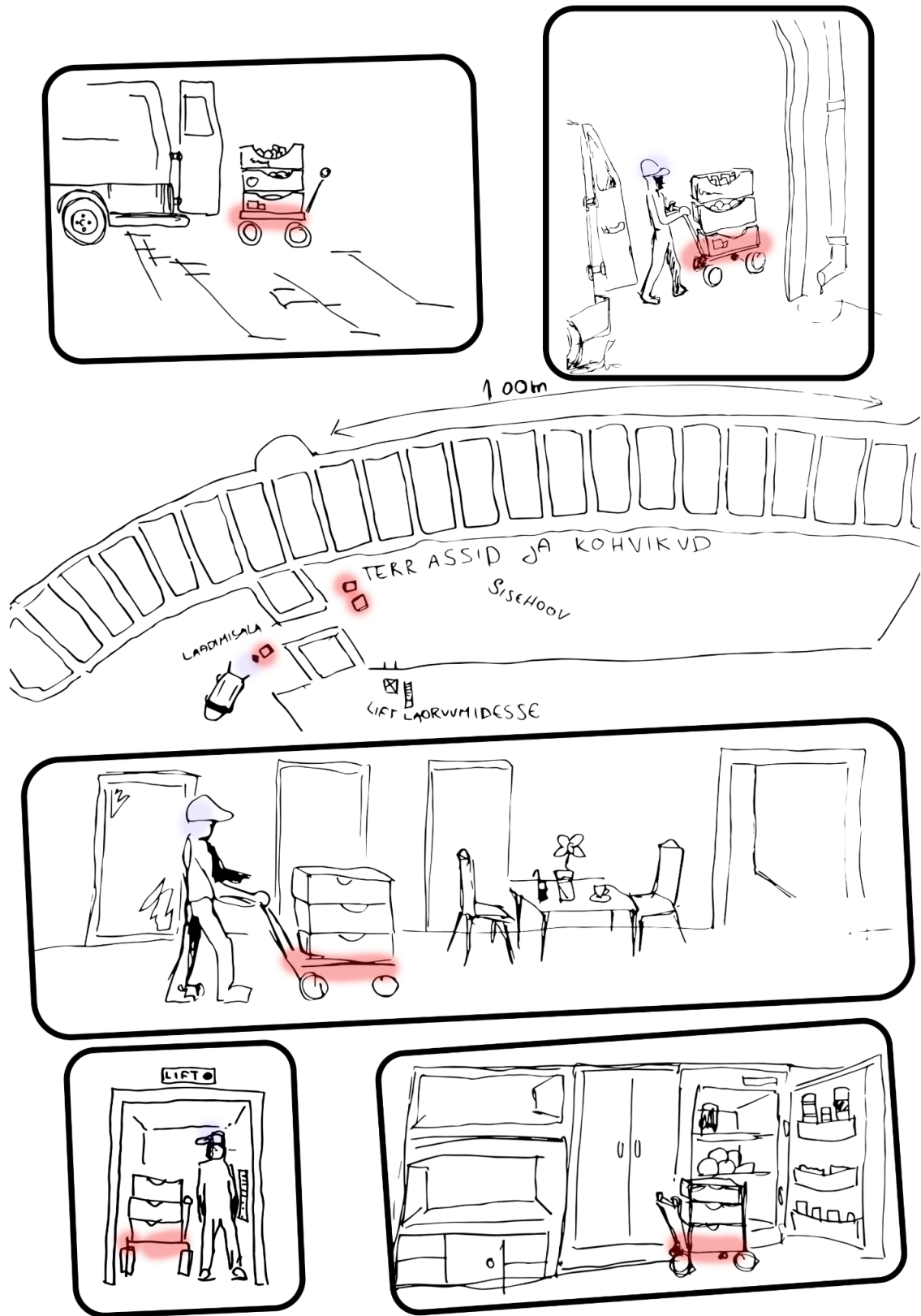
Liftiuks – 1000 mm

Keldriuksed - 900 mm

Keldri boksi uks – 1000 mm

Koridori laius keldris- 1400 mm

Restorani ukse mõõt – 1400 mm



Illustratsioon 1 Mihkel Arold "Kauba teekond", 2022, marker A4 paber

## 2.2 Tellija

Patarei merekindluse arendaja on US Real Estate. US Real Estate'il on 30 aastat kogemust ning arendusi tehtud 250 000m<sup>2</sup> ulatuses. Eriti võimekas ollakse ajalooväärtuslike hoonete ja suuremate kvartalite ellu äratamises. Üheks näiteks on Rotermanni kvartal, milles on 33 000m<sup>2</sup> äripindu ning 15 000m<sup>2</sup> eluruume. Rotermann on US Real Estate'i poolt arendatud multifunktsionaalne keskkond Tallinna südalinnas, kus vana kvartal sai uue hingamise. Järgmiseks suurprojektiks on valitud Patarei Merekindlus. Patarei Merekindluse kinnistu omanik on Nikolai Esimene OÜ ja arendaja on US Real Estate OÜ. Mõlemad on Urmas Sõõrumaale kuuluva U.S. Invest AS tütarettevõtted.<sup>1</sup>

### Visioon:

Patarei Merekindlusest saab Tallinna mereäärne süda - uus tuiksoon, uus maamärk. 30 000m<sup>2</sup> äripinda räägib enda eest, lisaks 350 parkimiskohta. Patarei Merekindluses hakkavad elama, töötama ning seda nautima nii kohalikud kui ka külalised. "Üks terviklik keskkond kõigile."<sup>1</sup>

Hetkel (2022) on Patarei Merekindlus projekteerimise faasis, ehitustööd on planeeritud algama 2023. aastal ning avamine 2026. aastal.<sup>1</sup>

## 2.3 Merekindluse ajalugu

Peale Eesti vallutamist 1710. aastal, rajasid venelased Kalaranda puitmuld-kindlustuse, mis hiljem 1829-1837, Tsaar Aleksander I käsul ehitati ümber kivikindluseks. Kindluse põhiosa moodustasid kasarmuruumid, sellest ka venekeelne nimetus "Оборонительная казарма" ehk kaitsekasarmu. 1869 aastast oli kindlus kasutusel hariliku kasarmuna ning seal paiknesid jalaväelased ja suurtükiväelased. 1919-2005 oli kompleks kasutusel keskvanglana, kuid rahvasuus tuntud ka kui "Patarei vangla".<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Visioon – Patarei Merekindlus <https://merekindlus.ee/#visioon> (vaadatud 14. I 2022).

<sup>2</sup> R. Treufeldt, Tallinna Kalaranna fort ehk hilisem "Patarei vangla". Tallinn: Castellum, 2019.

1853–1856a kestnud Krimmi sõja vältel tõdesid venelased, et nende Soome lahe äärsed kindlustused on vananenud, kui augustis 1854a Bomarsundis Ahvenamaal maabus Briti-Prantsuse ühendlaevastiku dessant ning vallutas seal asuva tsitadelli kiirelt ning väikeste jõududega. Peale seda hülgasid Vene väed kõik eraldiseisvad ja väiksemad kindlustused, mis vajasid meritsi varustamist, kuid tugevdasid ja ehtasid juurde maatoetusega rajatisi, mida oli võimalik kaitsta jalaväe abiga. Kaitsekasarmu juurde rajati tiibade kindlustamiseks kahekorruseline patarei ja nimeta patarei. Lisaks rajati Kaitsekasarmu ja linnakindlustiste vahelise ala tugevdamiseks Kalamaja lünett ja Wachteni patarei.<sup>2</sup>

Peale Krimmi sõja õppetundi lõpetati kompleksi kasutamine merekindlusena ja maapoolseid ehitisi hakati üle andma Tallinna linnale. 1869a ehitati laskeavade asemele aknad ja kaitsekasarmust sai tavaline kasarmu. Jalaväepolgu jaoks rajati Goržihooone kolmandale korrusele ka Õigeusukirik. Merekindluse kaitseomadusi ei läinud kordagi sõjalise konflikti käigus tarvis. Ka ei jätnud erilisi jälgi Esimene maailmasõda.<sup>2</sup>

Peale Vene impeeriumi lõppu anti hooned Eesti kohtuministeeriumi haldusesse. Vabadussõja ajal oli seal sõjaväehaigla, kuna Tallinnas asunud vanglad olid sõja käigus kannatada saanud ning maha põletatud, otsustas ministeerium Kalarannas asuvad endised kasarmuhooned vanglana kasutusele võtta. Hoonete üleandmine sõjaväelt keskvanglale pidi toimuma järguliselt, kuna ka sõjaväel oli ruumipuudus, üritasid nad seda lõpus ka peatada. Kuigi see ei õnnestunud, jäid mõned maa-alad ja hooned, nagu leivakoda, siiski sõjaväe kätte.<sup>2</sup>

## 2.4 Kauba kärud

Kaubakäru on väike transpordivahend, mida kasutatakse suurema koorma transportimiseks ühest kohast teise. Enamus tööstustes kasutatakse käsikäru tavaliselt lõpptoodete või toormaterjalide transportimiseks. Kaubakärusid on väga erinevat sorti ja nende otstarve sõltub sellest, mis sorti materjale või tooteid sellega liigutatakse. Näiteks on kasutusel ratastega käru, kokkupandav käru, aiakäru, kotikäru, köögikäru.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> R. Treufeldt, Tallinna Kalaranna fort ehk hilisem "Patarei vangla". Tallinn: Castellum, 2019.

<sup>3</sup> S. S. Shiwarkar jt, Design and Fabrication of Easy Handling Trolley. – International Research Journal of Engineering and Technology, 2018, vol 5 issue 5, lk 1690.

## **2.5 Kasutaja**

Kasutajaks on Patarei merekindluse erinevate ettevõtete, sh toitlusasutuste töötajad, kelle vajaduseks on lihtsalt kasutatav, füüsiliselt kerge ja ergonoomiline kauba transpordivahend, mis ei määriks riideid ning millega on lihtne manööverdada erinevate takistuste vahel. Tellija soov oli, et käru tõstelahendus ja ergonoomika oleks universaalne, mis tähendab, et seda saaks kohandada erinevate ettevõtete ja asutuste vajaduste jaoks.

## **2.6 Vaatlus ja intervjuu**

Vaatlus ning intervjuu Von Stackelbergi hotelli restoranis. Kauba tarned toimuvad kaks korda päevas ning selleks kasutatakse standardiseeritud pappkaste mõõtudega 400 x 200 x 600mm (vt illustratsioon 5). Kastid on korduvkasutatavad ning võimaluse korral tagastatakse need kohe tarnijale või toimub tagastamine järgneval päeval. Antud kastide transpordiks on saadaval ka lihtne ratastega alus (vt illustratsioon 4).

Joogid saavad erisuurustes ja ühekordsetes pappkastides, mille kasutamine tekitab ohtralt jäätmeid (vt foto 1). Suuremad vedelikumahutid liiguvad käsitsi edasi lattu või baari.



Foto 1 Mihkel Arold - Von Stackelbergi hotelli restorani papptaara.



## 2.7 Analogide uuring

### KÄSIKAHVILTÕSTUK-ROKLA

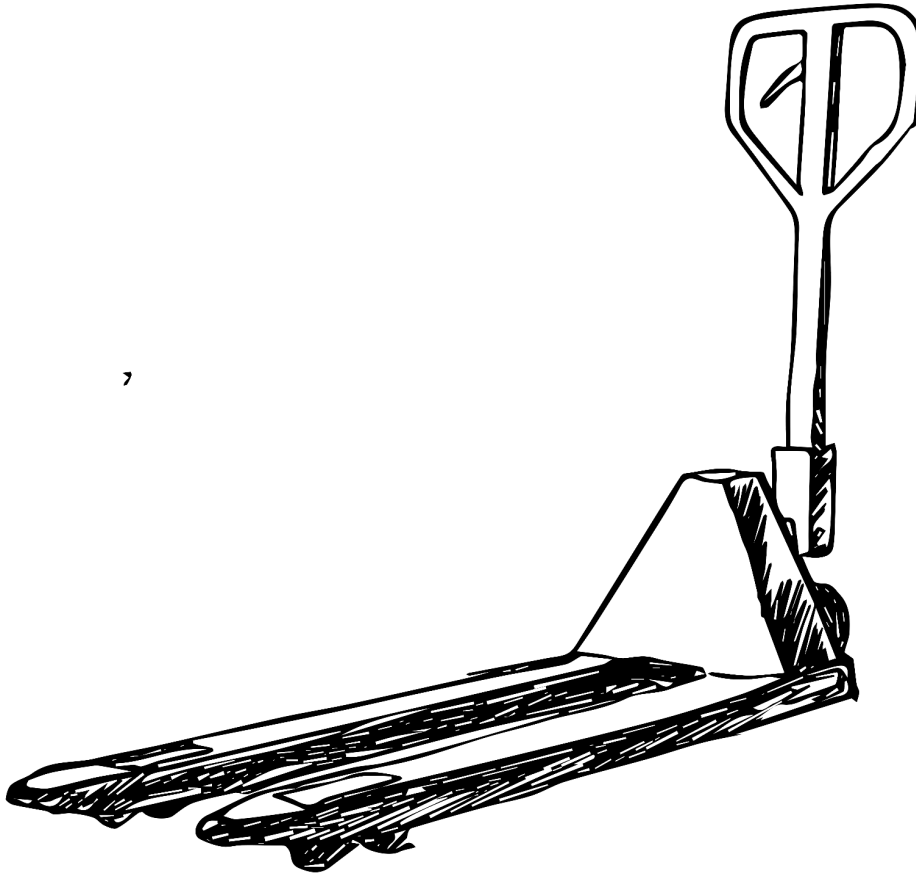
(vt illustratsioon 2)

Plussid:

- suur kandevõime
- soodne hind
- vastupidav
- lihtsalt parandatav
- hea manööverdusvõime
- suur mahutavus
- lihtne hooldada

Miinused:

- efektiivne väikeste vahemaade korral, kuni 12 meetrit
- võib olla ohtlik
- ei ole lubatud kasutada kaldpindadel
- ebasobiv esteetika
- värv kulub kiirelt maha
- vajab kasutamiseks jõudu
- ei ole vaikne
- kahjustab ümbritsevaid pindu
- kasutatav ainult tasastel pindadel, takistusteks lävepakud, liftiüksed



Illustratsioon 2 Mihkel Arold “Käsikahveltõstuk-rokla”, 2022, marker A4 paber

## **KLASSIKALINE KAUBAKÄRU**

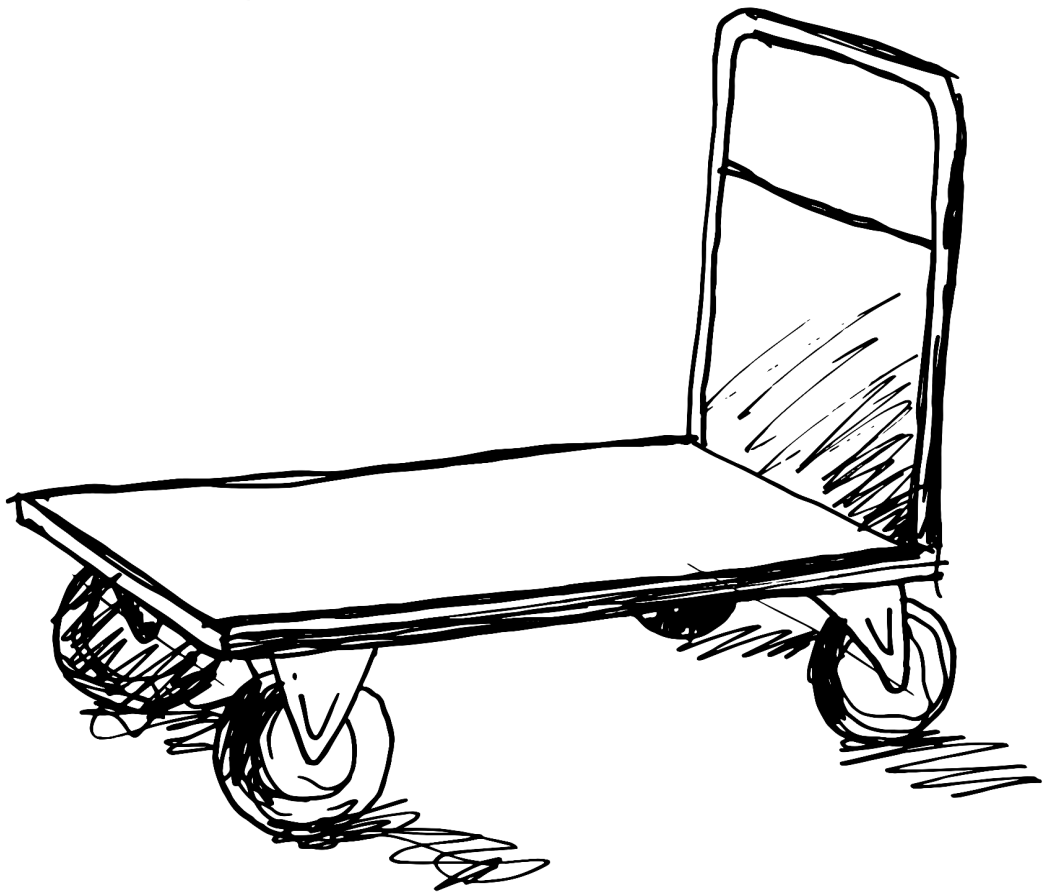
(vt illustratsioon 3)

Plussid:

- palju erinevaid konfiguratsioone (erinevad rattad, kõrgused, materjalid)
- soodne hind
- vastupidav
- lihtsalt parandatav
- hea manööverdusvõime
- suur mahutavus
- lihtne hooldada

Miinused:

- esteetiliselt ei sobi miljööväärtuslikku keskkonda
- vajab kasutamiseks jõudu
- tekitab kasutamisel müra
- võib kahjustada ümbritsevaid pindu



Illustratsioon 3 Mihkel Arold "Klassikaline kaubakäru 1", 2022, marker A4 paber

### **KLASSIKALINE KAUBAKÄRU**

(vt illustratsioon 4)

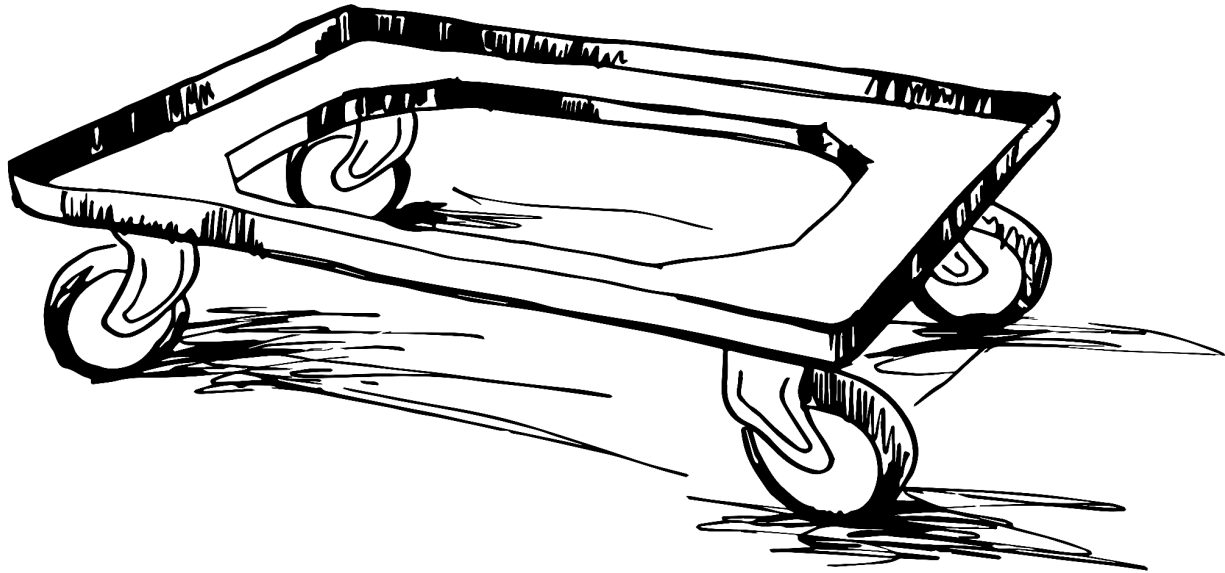
Plussid:

- kompaktne
- soodne hind
- hea manöövervusvõime
- lihtne hooldada

Miinused:

- esteetiliselt ei sobi miljööväärtuslikku keskkonda

- tekitab kasutamisel müra
- ebastabiilne
- kasutatav ainult sobivate pakendite transpordiks
- ei ole ergonoomiline

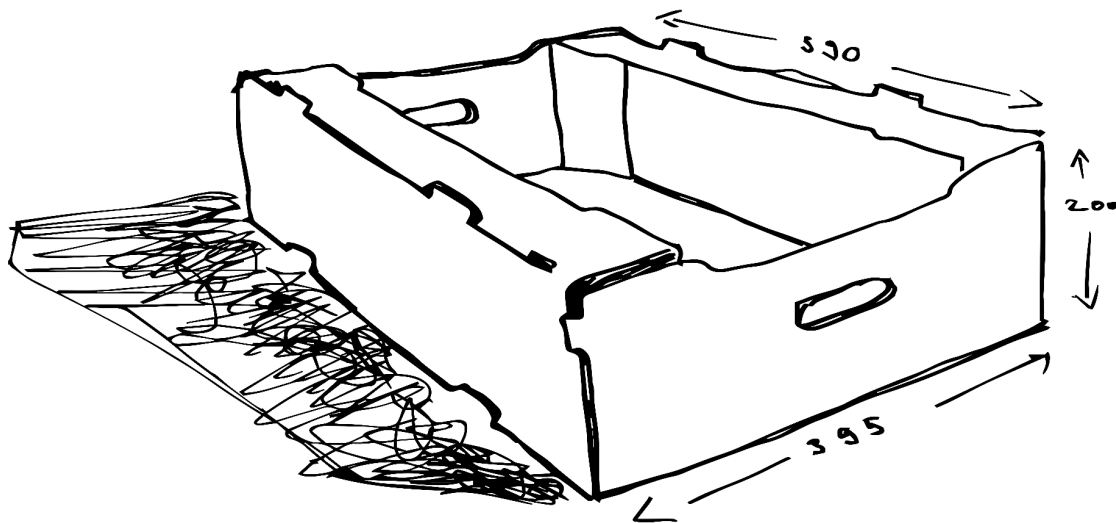


Illustratsioon 4 Mihkel Arold "Klassikaline kaubakäru 2", 2022, marker A4 paber

### 3. LÄHTEPUNKTID

#### 3.1 Standardpakendid

Toitlustusteenuste osutajatele toimub tooraine transportimine standardiseeritud pappkastidega, mille mõõdud on laius: 590mm, sügavus: 395mm, kõrgus: 200mm (vt illustratsioon 5). Kastid on korduvkasutatavad, tugevdatud nurkadega ja vastupidavad. Papist “kõrvad” aitavad kaste väga stabiilselt virnastada ja mitmekaupa transportida. Intervjuust lähtudes, saabub toitlusasutusse kaubaautoga ühe korraga tavaliselt 4 kasti, äärmisel juhul võib kogus ulatuda kaheksani. Kastid on korduvkasutatavad ning tagastatakse logistikaettevõttele järgmisel korral. Sellest lähtuvalt peab transpordivahendi kasutatava pinna suurus olema minimaalselt 590 x 395mm kuni 590 x 790mm.



Illustratsioon 5 Mihkel Arold “Standard pappkast”, 2022, marker A4 paber

#### 3.2 Ergonoomika

Ergonoomika on teadus inimesele kõige soodsamatest tegevusviisidest, töövahenditest ja töökeskkonnast. Ergonoomika tegeleb tegeleb töö, töövahendite ja töötingimuste kohandamisega

töötajale võimalikult sobivaks. Füüsiline ergonoomika on seotud inimese anatoomiliste, antropoloogiliste ja füsioloogiliste tunnustega ning füüsilise aktiivsusega. Füüsilise ergonoomika alla lähevad tööasendid, materjalide käsitsemine ja korduvliigutused. Ergonoomika rakendamine töökeskkonnas aitab ennetada tööõnnetusi ja tööga seotud haigusi. Samuti tõstab ergonoomiliste töövõtete ja töövahendite kasutamine töötaja töö efektiivsust ja tagab tema töövõimekuse.<sup>4</sup>

Craig Chavez tõi oma 2005 aastal tehtud uurimustöös välja, et seljavigastused on kõige sagedasem töölt puudumise põhjus peale viirushaigusi. 80% täiskasvanutest kogevad elu jooksul seljavigastust ja 10%-l neist on seljavigastus eluaegne.<sup>5</sup> Transpordikäru on laialt levinud töövahend tööstustes ja tihtipeale peamine töövahend materjalide või kaupade transportimisel. Disainides kauba transpordikäru on oluline silmas pidada antropomeetrilisi näitajaid, sest ebamugav kehaasend võib pikas plaanis viia erinevate luu- ja lihaskonna haigusteni.<sup>6</sup>

Raskusi on soovitatav tõsta reie keskosast kuni rindkere keskosani - see on kõige optimaalsem piirkond, kus keha jaksab suurema pingutuseta raskusi tõsta, kutsutakse ka *power zone*-iks. Raskusi tuleks tõsta keha lähedal ja maksimaalselt tehes tööd jalgadega.<sup>7</sup> Sellest lähtuvalt ja keskmist inimkeha silmas pidades, on parim vahemik raskuste liigutamiseks 65 kuni 140 cm.<sup>8</sup> Talapatra jt läbiviidud uurimusest toodi välja, et kõige optimaalsem käetoe kõrgus just kärudele on 122.5 cm.<sup>6</sup>

---

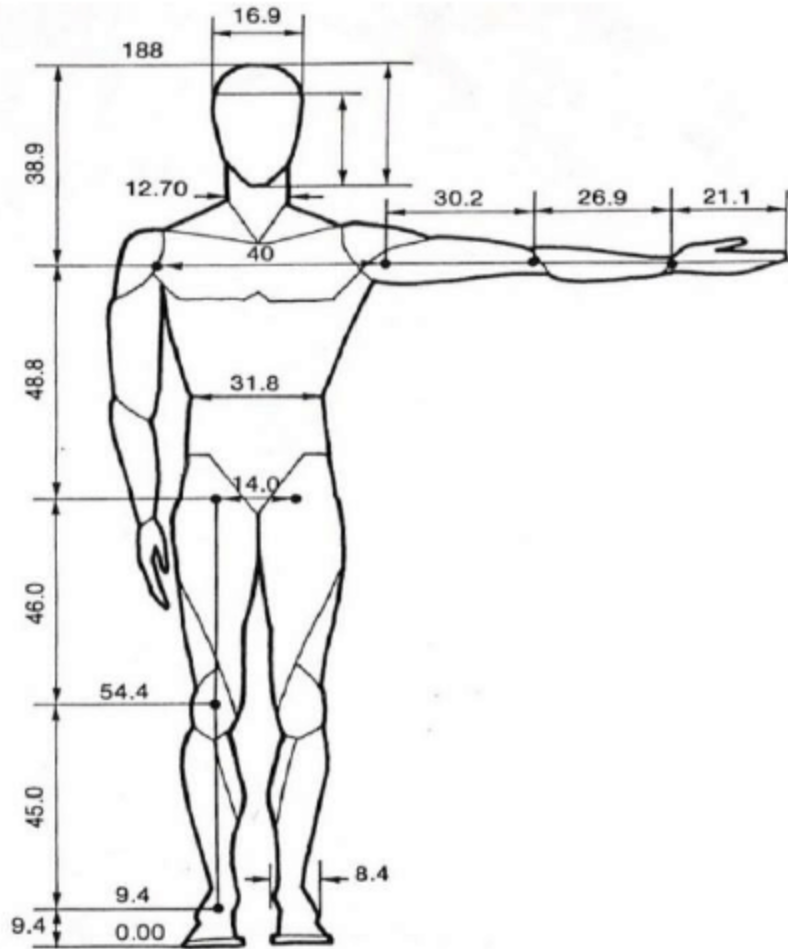
<sup>4</sup> Ergonoomika – Tööinspeksioon <https://tooeu.ee/et/100/ergonoomika> (vaadatud 30. III 2022).

<sup>5</sup> C. Chavez, Lifting safety and ergonomics. – Radiologic Technology, 2005, vol 76 issue 6. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA134676846&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00338397&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Eac1652c> (vaadatud 01. IV 2022).

<sup>6</sup> S. Talapatra, An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry. – American Journal of Industrial and Business Management, 2019, vol 9 nr 12. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=97146> (vaadatud 01. IV 2022).

<sup>7</sup> Lifting and Material Handling – The University of North Carolina and Chapel Hill <https://ehs.unc.edu/workplace-safety/ergonomics/lifting/> (vaadatud 01. IV 2022)

<sup>8</sup> G. Singh jt, Modeling and Simulation of a Passive Lower-body Mechanism for Rehabilitation. – The Conference on Communication, Medicine and Ethics, 2016. [https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449\\_Modeling\\_and\\_Simulation\\_of\\_a\\_Passive\\_Lower-Body\\_Mechanism\\_for\\_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449_Modeling_and_Simulation_of_a_Passive_Lower-Body_Mechanism_for_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf) (vaadatud 02. IV 2022)



Joonis 2 Keskmise meessoost inimese keha mõõdud <sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> G. Singh jt, Modeling and Simulation of a Passive Lower-body Mechanism for Rehabilitation. – The Conference on Communication, Medicine and Ethics, 2016.  
[https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449\\_Modeling\\_and\\_Simulation\\_of\\_a\\_Passive\\_Lower-Body\\_Mechanism\\_for\\_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449_Modeling_and_Simulation_of_a_Passive_Lower-Body_Mechanism_for_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf) (vaadatud 02. IV 2022)



### 3.3 Disainikriteeriumid

#### Funktsionaalsus

- abivahend toidukastide ja taara transportimiseks
- erinevad otstarbed
- lihtsustab raskuste transportimist patarei merekindluse kompleksis
- kasutatav aastaringselt välis- ja sisetingimustes

#### Ergonoomika

- sobiliku kõrgusega raskuste tõstmiseks
- lükatav ja tõmmatav
- lihtsalt manööverdatav
- intuitiivne, kasutatav ilma peale vaatamata
- juhtimine ja manööverdamine lihtsalt arusaadavad
- sobib erinevate kaubagruppide transpordiks
- funktsioone saab muuta vastavalt vajadusele
- mugav manööverdada

#### Konstruksioon

- vähe detaile
- vaikne
- lihtsasti hooldatav (vahetatavad detailid, lihtne parandada)
- ilmastikukindel
- purunemiskindel ja vastupidav (sh. raskustele)

#### Disain

##### Kuju

- vastavalt otstarbele
- sobitub Patarei merekindluse keskkonnaga
- kergesti puhastatav
- iga ilmaga kerge kasutada
- ei kahjusta ümbritsevaid pindu
- ei kogu vett

##### Materjal

- vastupidav (ka visuaalselt)
- veekindel, lumekindel, tolmukindel
- lihtsasti puhastatav
- ei tohi kiiresti vananeda
- kergesti töödeldav tootmiseks

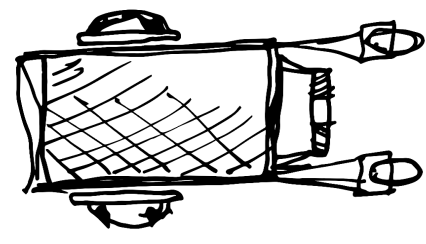
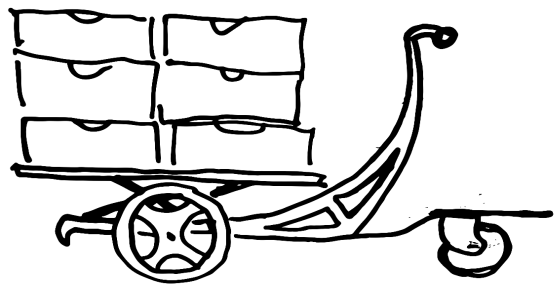
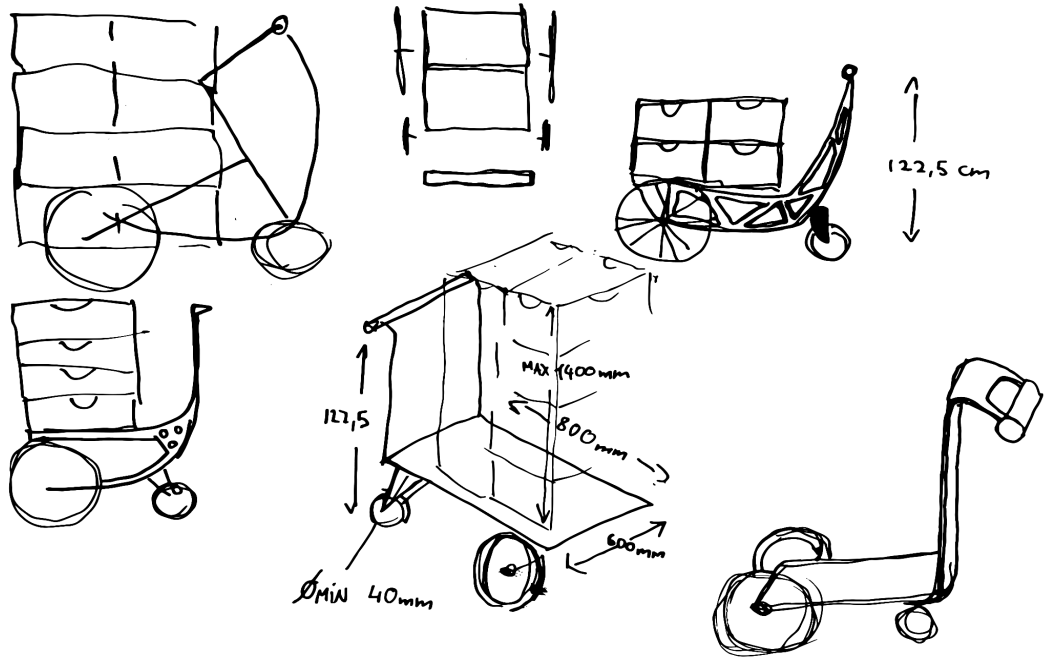
##### Värv

vastavalt Patarei brändingu kontseptsioonile

#### Ökonoomika

- väikeseeria (2-3tk)
- tootmine on tellimise peale
- kõrgem hind - kvaliteedi garantii






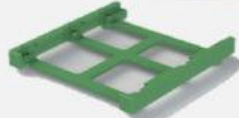



#### Parameetrid





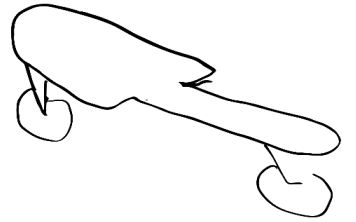
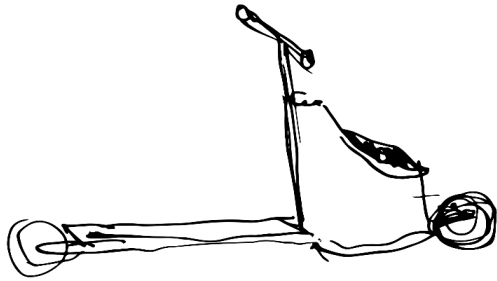
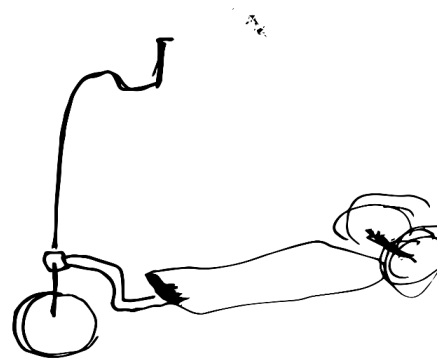
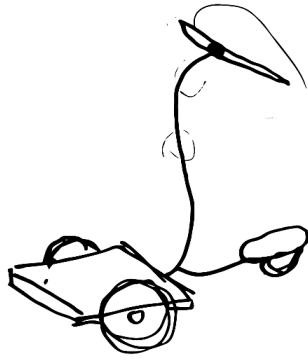
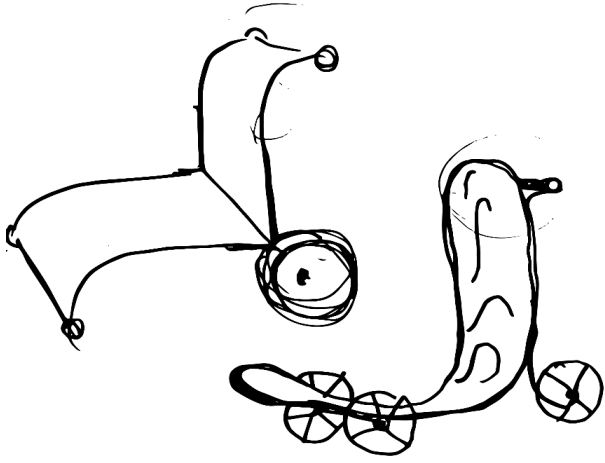
### 3.5 Materjalivalik ning tootmistehnoloogia

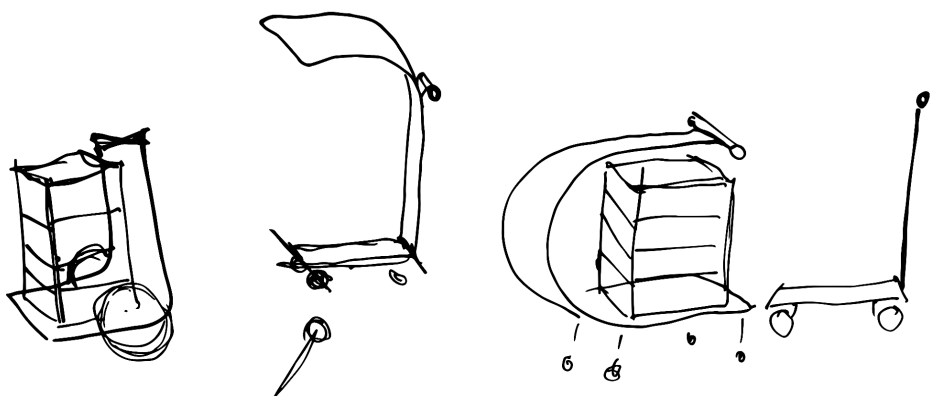
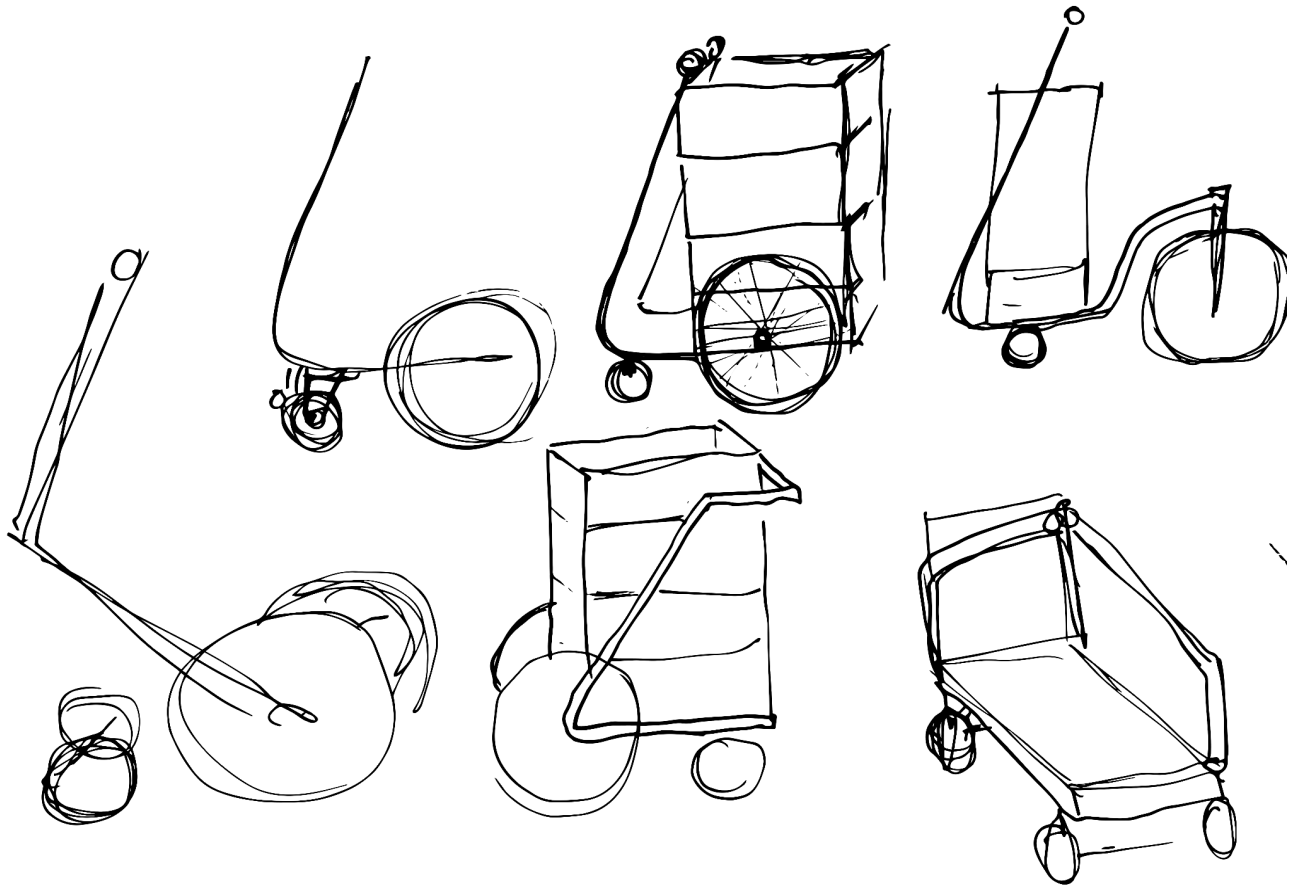
Materjalide valikus tuleb silmas pidada väikest partiid ja sellest lähtuvalt ei ole mõistlik kasutada masstootmisele suunatud tehnoloogiaid ning materjale, nagu plastiku ja/või metalli töötlemine vormimise teel. Survevalu, stantsimise ja rotatsioonvalu puhul ületab vormi hind valmistoote hinna mitmekordselt, nagu näidatud tabelis (vt tabel 1). Materjalid peavad olema ilmastikukindlad, lihtsalt puhastatavad ning vajama minimaalselt hooldust.

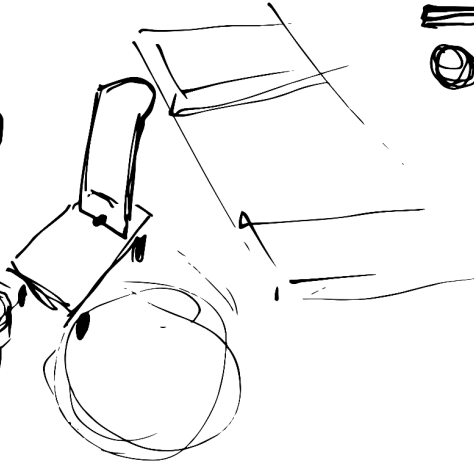
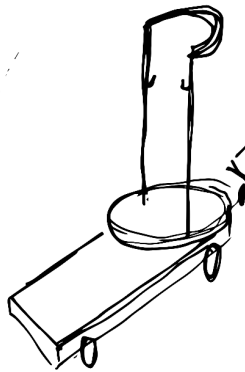
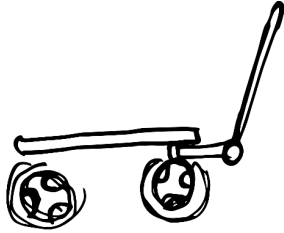
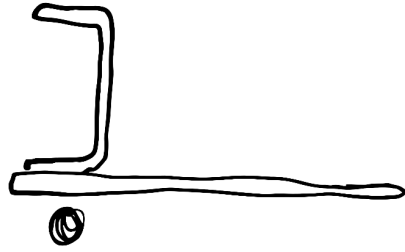
	Rapid Prototyping	Insert Tooling	High Production Tooling
Basic	<p><b>\$75</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 0.75 in. x 0.5 in. x 0.06 in.</li> <li>Small Material Usage</li> <li>Objet 24 - VeroWhite Material</li> <li>Layer thickness - 0.0011 in.</li> <li>No Post Processing</li> </ul>	<p><b>\$1,500</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 0.75 in. x 0.5 in. x 0.06 in.</li> <li>Flat Parting Line</li> <li>C1 Finish (Dull)</li> <li>No Undercuts</li> <li>Single Cavity Mold</li> </ul>	<p><b>\$4,500</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 0.75 in. x 0.5 in. x 0.06 in.</li> <li>Flat Parting Line</li> <li>C1 Finish(Dull)</li> <li>No Undercuts</li> <li>5 in. x 8 in. Mold Base(P20 Tool Steel)</li> </ul>
Intermediate	<p><b>\$215</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 5.65 in. x 2.55 in. 0.76 in.</li> <li>VeroWhite Material</li> <li>Light Sanding</li> <li>Medium Part Volume</li> </ul>	<p><b>\$5,000</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 1.25 in. x 1 in. x 0.18 in.</li> <li>A2 Finish (High Polish)</li> <li>Deep Internal Ribs</li> <li>Small Ejector Pins</li> <li>Sub Gated</li> </ul>	<p><b>\$13,500</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 3.6 in. x 3.4 in. x 0.55 in.</li> <li>Complex Mold Seal Offs</li> <li>EDM Required</li> <li>Threaded Inserts Overmolded</li> <li>8 in. x 12 in. Mold Base(P20 Tool Steel)</li> </ul>
Advanced	<p><b>\$765</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 4.15 in. x 3.54 in. x 3.54 in.</li> <li>Detailed Features</li> <li>Large Volume</li> <li>VerWhite Material</li> </ul>	<p><b>\$9,800</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 1.25 in. x 1 in. x 0.18 in.</li> <li>EDM Finish (light texture)</li> <li>Complex Mold Seal Offs</li> <li>Small Features</li> <li>Sub Gated</li> </ul>	<p><b>\$28,000</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Part Size: 6.4 in. x 3.4 in. 1.5 in.</li> <li>Stepped Parting Line</li> <li>Multiple Undercuts</li> <li>Complex Seal Offs</li> </ul>

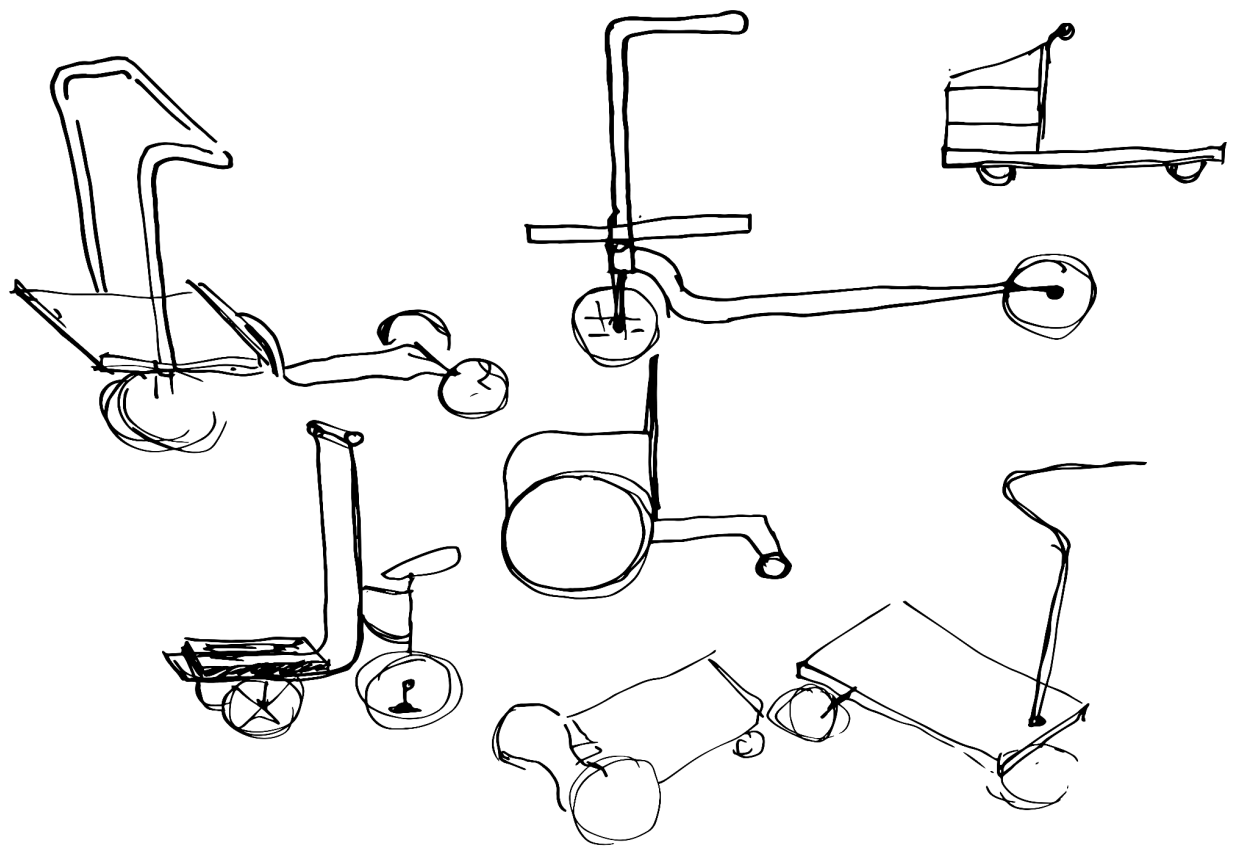
Tabel 1 Plastikdetailide tootmise hinnastamine<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Plastikdetailide tootmise hinnastamine – *How much Does Plastic Injection Molding cost.* 2013 <https://rexplastics.com/plastic-injection-molds/how-much-do-plastic-injection-molds-cost> (vaadatud 30. III 2022).

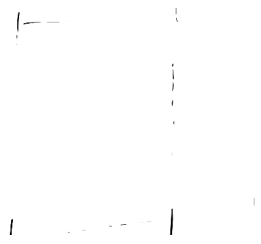
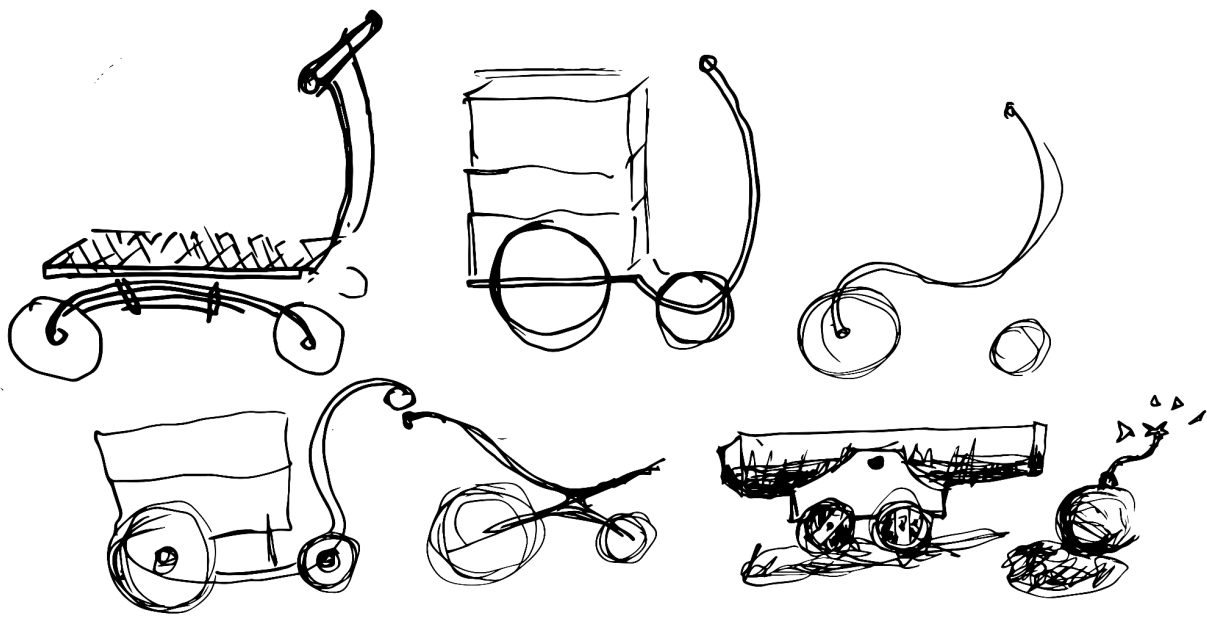






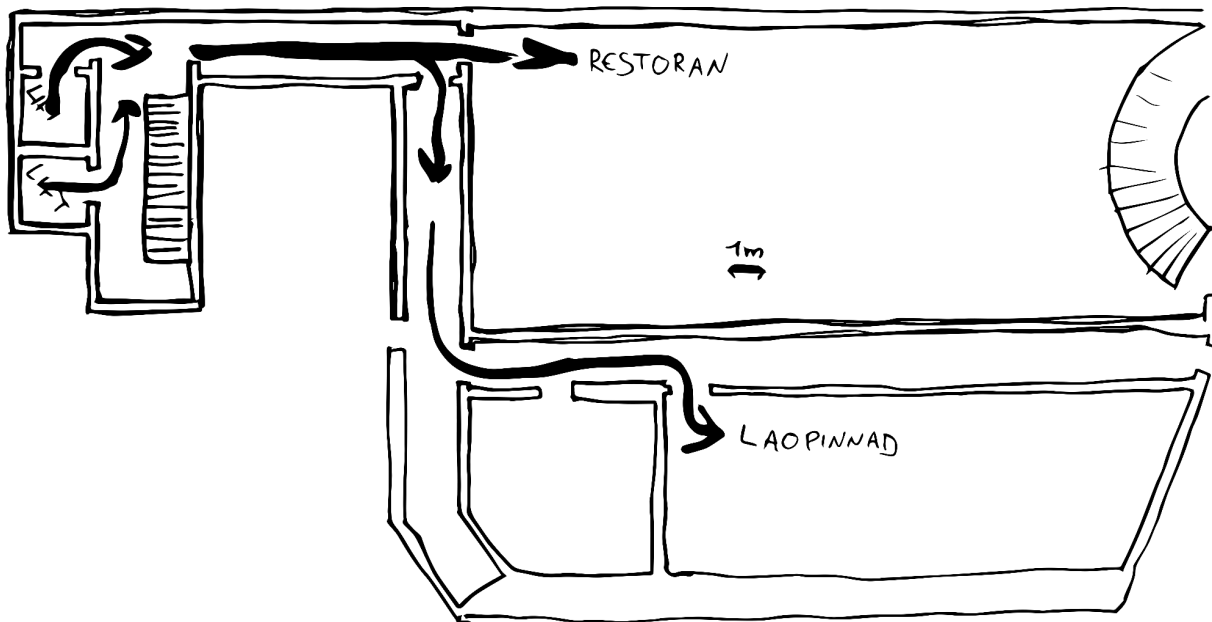






### 3.6. Veoskeem

Veoskeemi valimisel tuleb silmas pidada kliendipoolset soovi, et oleks võimalik soovi korral lisada ka elektriagam. Sellest lähtuvalt, ei saa kõik rattad olla vabalt pööravad (ostukäru tüüpi rattad). Hea manööverdusvõime ja väike pööramisraadius on olulised, kuna toitlustusasutuste laoruumid ning Patarei merekindluse restoran asuvad keldrikorrusele. Sinna pääsemiseks on vaja kasutada lifti ning liikuda mööda küllalt väikseid koridore (vt illustratsioon 6).



Illustratsioon 6 Mihkel Arold “Patarei merekindluse keldriplaan”, 2022, marker A4 paber

Maksimaalse manööverdusvõime tagasid vähemalt ühel sillal kasutatavad vabalt pööravad rattad, sellest lähtuvalt maketeeriti ja testiti järgnevaid veoskeeme:

A: Vedavad rattad taga, ees üks vabalt keerav ratas (vt. Illustratsioon 7). Peale 1:8 mõõtkavas mudeli valmistamist, ilmes koheselt probleem stabiilsusega. Esiosas raskuse paigutamine mujale kui keskele ajas mudeli ümber. Skeemi positiivsed aspektid on lihtsus ja väiksem kogus komponente (vt foto 3).

B: Vedav sild keskel, ees ja taga vabalt keerav tugiratas (vt. Illustratsioon 7). Klassikaline Ameerika Ühendriikide rongijaamades ja tehastes kasutusel olnud käru tüüp. 20. saj alguses sai põhitootjaks *Lineberry Foundry and Machine Company*. Sellest tulenevalt kutsutakse seda ka *Lineberry cart*-iks või *railroad cart*-iks.<sup>11</sup> Sellist rattapaigutust iseloomustab väga hea manöövervusvõime (keerab ümber kesktelje) ja võime väga raskeid koormaid kanda, kuna peatelje rattad ei asu nurkades, vaid on keskosas, siis on võimalik kasutada suuremaid rattaid. Nurkadesse paigutatud suured rattad suurendaksid käru gabariitmõõtmeid, *Lineberry cart*-il aga seda probleemi ei ole. 1:8 mõõtkavas mudel näitas, et sellise rattapaigutusega on võimalik ettenähtud ruumides piisavalt hästi liikuda ja manööverdada (vt foto 3).

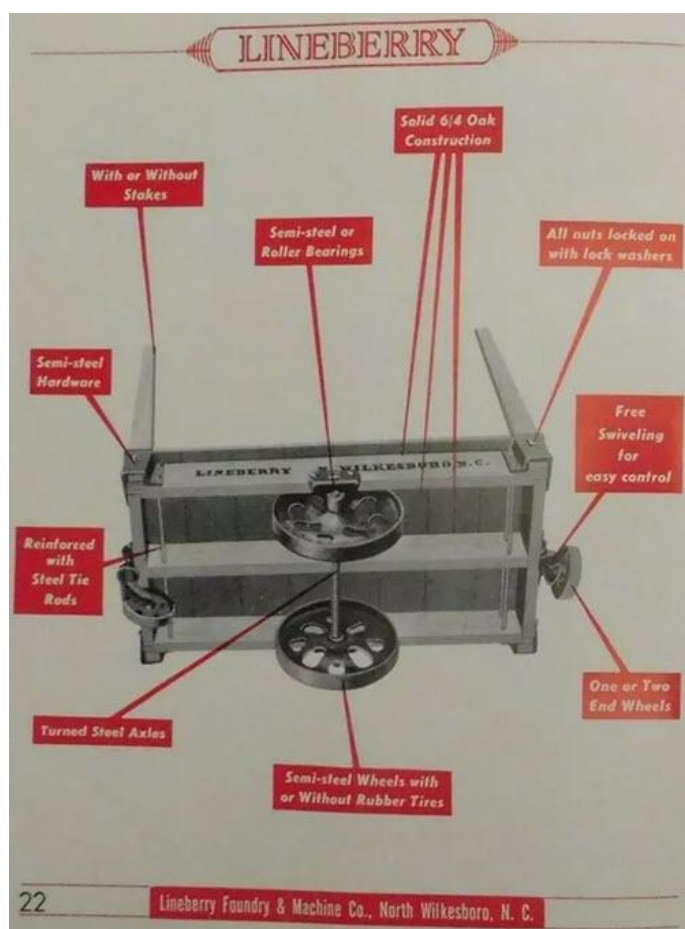


Foto 2 *Lineberry* skeem<sup>11</sup>

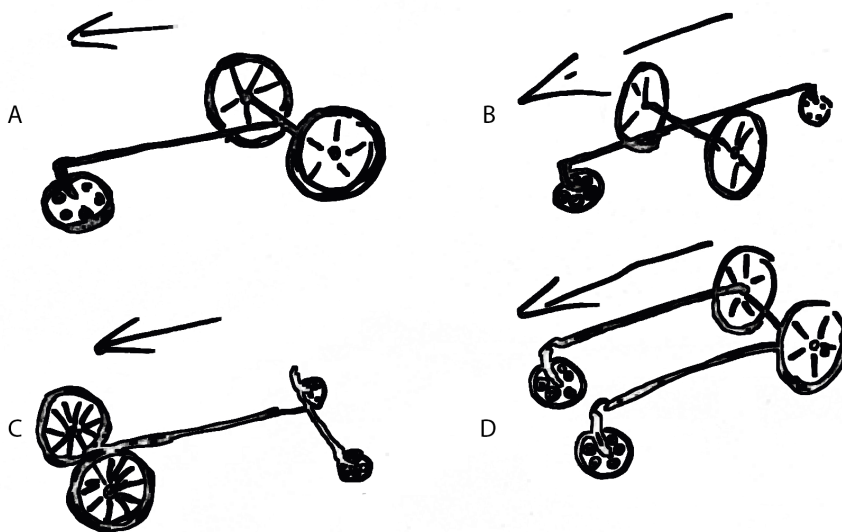
<sup>11</sup> J. Hubbard, Lineberry carts get new lives. 2012  
[https://www.journalpatriot.com/news/lineberry-carts-get-new-lives/article\\_599dfc46-c07c-11e1-a9f3-0019bb30f31a.html](https://www.journalpatriot.com/news/lineberry-carts-get-new-lives/article_599dfc46-c07c-11e1-a9f3-0019bb30f31a.html) (vaadatud 01.04.2022)

C: Vedav sild ees, vabalt keeravad rattad taga. Klassikaline pakikäru skeem (vt. Illustratsioon 7).

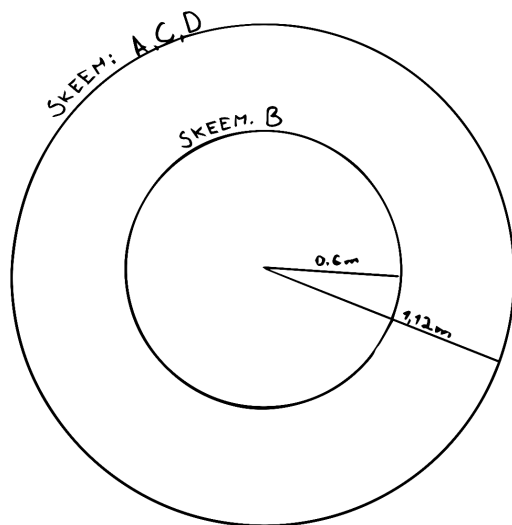
1:8 Mudeliga testides ilmnes, et liftist väljumiseks on vajalik edasi-tagasi manööverdamine. Lahendus on sobilikum pigem avatud või piisavalt avarates ruumides (vt foto 3).

D: Vabalt pööravad rattad ees, vedav sild taga. Tagant väga raske juhtida, sarnaselt skeem C-le, vajab rohkem aega manööverdamiseks (vt. Illustratsioon 7). Selline kasutamine võib kahjustada ka muid pindu ja käru ennast (vt foto 3).

E: Testitud on ka diagonaalse ratta paigutusega veermikku. Selline rataste paigutus tagaks maksimaalse stabiilsuse toetades igat kandeplatvormi nurka. Tulenevalt kasti mõõtmetest on kandeplatvormi minimaalne suurus 800 x 800mm ning sinna pole lisatud kasutaja seismiseks vajalik pind, kasutaja peab liikuma kaubakäru järel. Sellise paigutuse ja suurusega veermikku ei ole võimalik antud oludes kasutada, sest sellise käru laius oleks 1131mm, mis ületaks liftiuste ning vaheuste mõõtmed (vt foto 3).



Illustratsioon 7 Mihkel Arold “Veoskeemid”, 2022, marker A4 paber



Illustratsioon 7 Mihkel Arold "Erinevate veoskeemide pööramisraadiused", 2022, marker A4 paber.

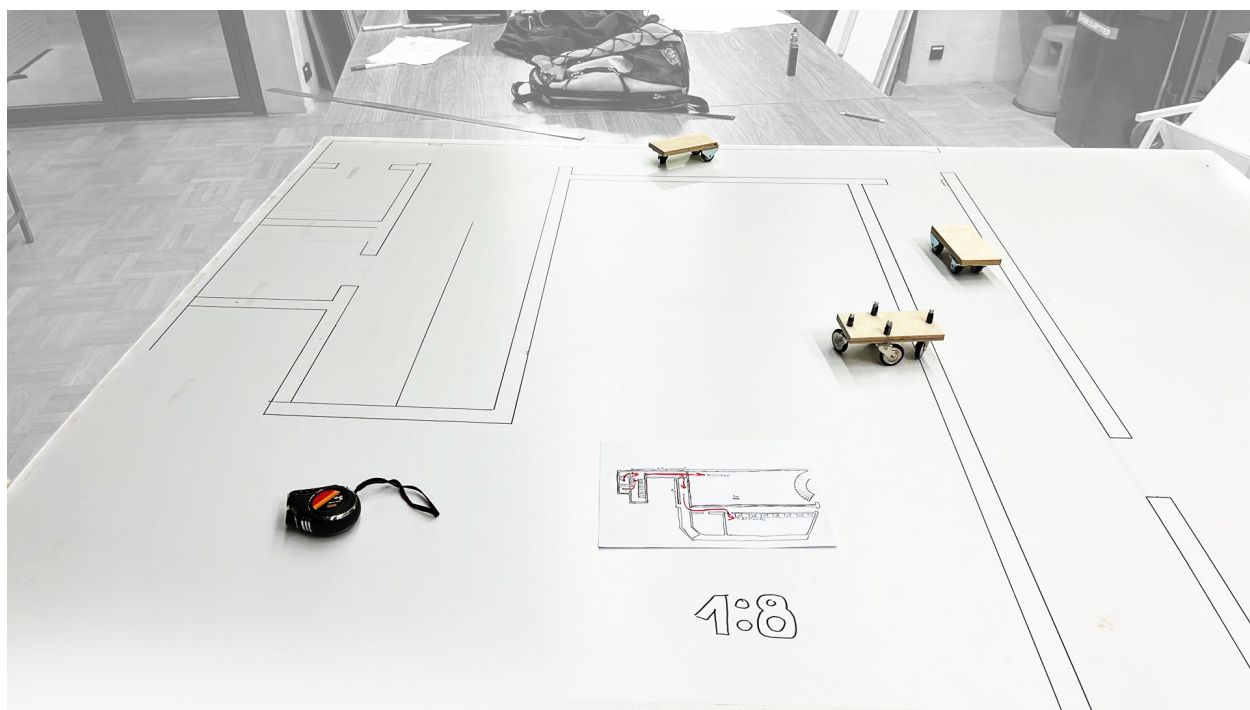


Foto 3 Mihkel Arold "Veoskeemide testimine" 2022

## 3.7 Elektriajam

### 3.7.1 Elektriajami analüüs

Teekonna pikkus laadimisalalt hoovi keskosasse on umbes 100m, sama kaugele jäävad laadimisalalt ka toitlustusasutuste laopinnad. Kokku on hetkel ruumi viieteistkümnele toitlustajale, kellele lisandub kompleksi restoran. Vaatlusest lähtuvalt vajab toitlustusasutus keskmiselt kaks kaubatarnet päevas. Sellest tulenevalt kuusteist korda kaks reisi laadimisalale ning iga reis 200 meetrit edasi-tagasi (16 x 2 x 100 x 2). Sellest lähtuvalt läbib transportkäru päeva jooksul 6.4 kilomeetrit, millest pool on koormaga, teine pool tühjalt.

Võrdluseks on välja toodud kaks näidet kaubandusvõrgus saada olevatest toodetest, millel on analoogne tööülesanne. Mõlemad on elektrimootoriga kaubatranspordivahendid väiksemate kaubakoguste teisaldamiseks. Mõlema lahenduse juures ei ole ette nähtud võimalust operaatori kandmiseks. Puuduvad istmed või seisukohad. Näidete abil on võimalik hinnata vajaminevat mootorivõimsust, aku mahutavust ning elektrisüsteemi maksumuse kajastumine lõpphinnas.

STILL ECH 12 on kaubaladudes kasutatav elektriline alusesiirdaja, ECH 12 on kandevõimega 1200kg ja elektriline tõste ja liikumine muudavad operaatori töö vaevatuks. ECH 12 kasutab Li-ion akutehnoloogiat, mis on hooldusvaba ja töökindel. ECH 12 pöörderaadius on 1390mm ja töömass 130kg. Maksimaalseks liikumiskiiruseks on 4km/h ning maksimaalne müratase 74db.<sup>16</sup>

Model NO. NK-114 on mitmeotstarbeline elektriline kaubakäru, saadaval nii Li-ion kui ka Acid-lead akutehnoloogiaga. Veoskeemiga (kui käru lükatakse ees), kus vedavad on esirattad ning taga, käepideme/juhtraua pool, on vabalt keeravad rattad nagu klassikalisel kaubakäru (vt. illustratsioon 3). Mootorite võimsus on vahemikus 600-1700W, aku 2×12V 65Ah. Selline kombinatsioon annab liikumiskiiruseks kuni 6 kilomeetrit tunnis ning kandejõuks kuni 1000 kilogrammi.<sup>17</sup>

Lähtuvalt eelnevast, oleksid ajamiseks piisavad kaks 500w nominaalvõimsusega elektrimootorit kandvale sillale. Mõlemad elektrimootorid vajavad eraldiseisvat juhtmoodulit (inverter/pingemodulaator); mõlemale juhtmoodulile on võimalik saata signaal läbi ühe lüliti.

Elektrimootorid ning juhtmooduli võimsus on sihilikult üledimensioneeritud, et tagada nende pikaajaline kestvus.

Mootor: QS Motor 10x2.15inch 212 500W 25H E-Scooter In-Wheel Hub Motor<sup>18</sup>

Juhtmoodul: SiAECOSYS/VOTOL Programmable EM50sp 72V 50A 55KPH Controller<sup>19</sup>

Aku: tulenevalt mootori ning juhtmooduli spetsifikatsioonidest, on vajalik aku 72 voldise nominaalpingega ning vähemalt 20Ah mahutavusega. Selleks kasutatakse silindrilisi elemente (18650 või 21700 tüüpi) konfiguratsioonis 20S7P. Eelnev eeldusel, et kasutatakse silindrilisi Li-ion elemente nominaalpingega 3.7 volti ning mahutavusega vähemalt 3000mAh. 20S7P konfiguratsioon tähendab 20 akuelementi jadaühenduses ning 7 elementi paralleelühenduses iga jada kohta. Kokku tähendab see (20x7) 140 akuelementi. Kuna ühe akuelemendi orienteeruv kaal on 67 grammi, võime oletada, et kogu akupaki kaaluks ilma lisaelektronikata saab vähemalt 9380 grammi. Suhteliselt väikese aku mahutavuse kompenseerib mootorite ja juhtmooduli regeneratiivne (re-gen) mootori pidurdustehnoloogia, mis tähendab, et pidurdamisel elektrimootor muutub efektiivselt elektrigeneraatoriks. Selle tulemusel kasutatakse pidurdusenergiat aku laadimiseks. Selline lahendus võimaldab säästa vähemalt 10% energiat, mis muidu oleks kulunud tühja.

---

<sup>16</sup> ECH 12 elektrilised alusesiidajad – Petrem <https://petrem.ee/toode/ech-12/> (vaadatud 28.04.22)

<sup>17</sup> Electric Trolley Cart Warehouse Handling Truck Outdoor Cargo Mover – [Focus Technology Co., Ltd](https://petrem.ee/toode/ech-12/) <https://petrem.ee/toode/ech-12/> (vaadatud 28.04.22)

<sup>18</sup> QS Motor 10x2.15inch 212 500W 25H E-Scooter In-Wheel Hub Motor – Taizhou Quanshun Electric Drive Technology Co., Ltd., QS Motor [http://www.cnqsmotor.com/en/article\\_read/QS%20Motor%2010x2.15inch%20212%20500W%2025H%20E-Scooter%20In-Wheel%20Hub%20Motor/1030.html](http://www.cnqsmotor.com/en/article_read/QS%20Motor%2010x2.15inch%20212%20500W%2025H%20E-Scooter%20In-Wheel%20Hub%20Motor/1030.html) (vaadatud 28.04.22)

<sup>19</sup> SiAECOSYS/VOTOL Programmable EM50sp 72V 50A 55KPH Controller for Electric Scooter Bike – Taizhou Quanshun Electric Drive Technology Co., Ltd., QS Motor [http://www.cnqsmotor.com/en/article\\_read/SiAECOSYS/VOTOL%20Programmable%20EM50sp%2072V%2050A%2055KPH%20Controller%20for%20Electric%20Scooter%20Bike/1226.html](http://www.cnqsmotor.com/en/article_read/SiAECOSYS/VOTOL%20Programmable%20EM50sp%2072V%2050A%2055KPH%20Controller%20for%20Electric%20Scooter%20Bike/1226.html) (vaadatud 28.04.22)

### 3.7.2 Järeldus

Elektrijami paigutamine muudab kaubakäru konstruktsiooni märkimisväärselt keerulisemaks ning vaja on kasutada mitmeid komponente, mida on vaja mujalt, tõenäoliselt Hiinast, sisse osta. See suurendaks mitmekordselt transpordikäru süsinikujalajälge ning muudaks hoolduse ja ümbertöötlemise keeruliseks ning eluaja lühemaks. Ilma elektrooniliste komponentideta on hooldus lihtne ja eluiga pole piiratud. Sama põhimõttega kärud (vt. foto 2 *Lineberry* kaubakäru), on kasutusel ka kuni 100 aastat peale tootmist. Selline pikaealisus sobitub ka Patarei merekindluse ajalooa. Lisaks on soovitud maksimaalne kauba kaal (kuni 180 kilogrammi) võrdlemisi väike, arvestades konkurentide näidete kandejõudu. Suurte laagritega ratastega ja väikese kaalu juures puudub nähtav vajadus elektrijami järgi. Kui vaadata ka analooge, nagu käsikahveltõstuk (vt illustratsioon 2), siis ka nende 1600-2500 kilogrammise kandevõime juures, ei ole alati vajadust elektrijami järgi. Sellest järeldub, et kümme korda kergemate kaubakoguste vedamiseks elektrimootorite, akude ja juhtmoodulite paigaldamine kaubakärule, mis pole mõeldud ühe töötaja poolt järjepidevaks kasutamiseks tööpäeva vältel, ei ole mõistlik.

## 3.8 Konstruktsioon

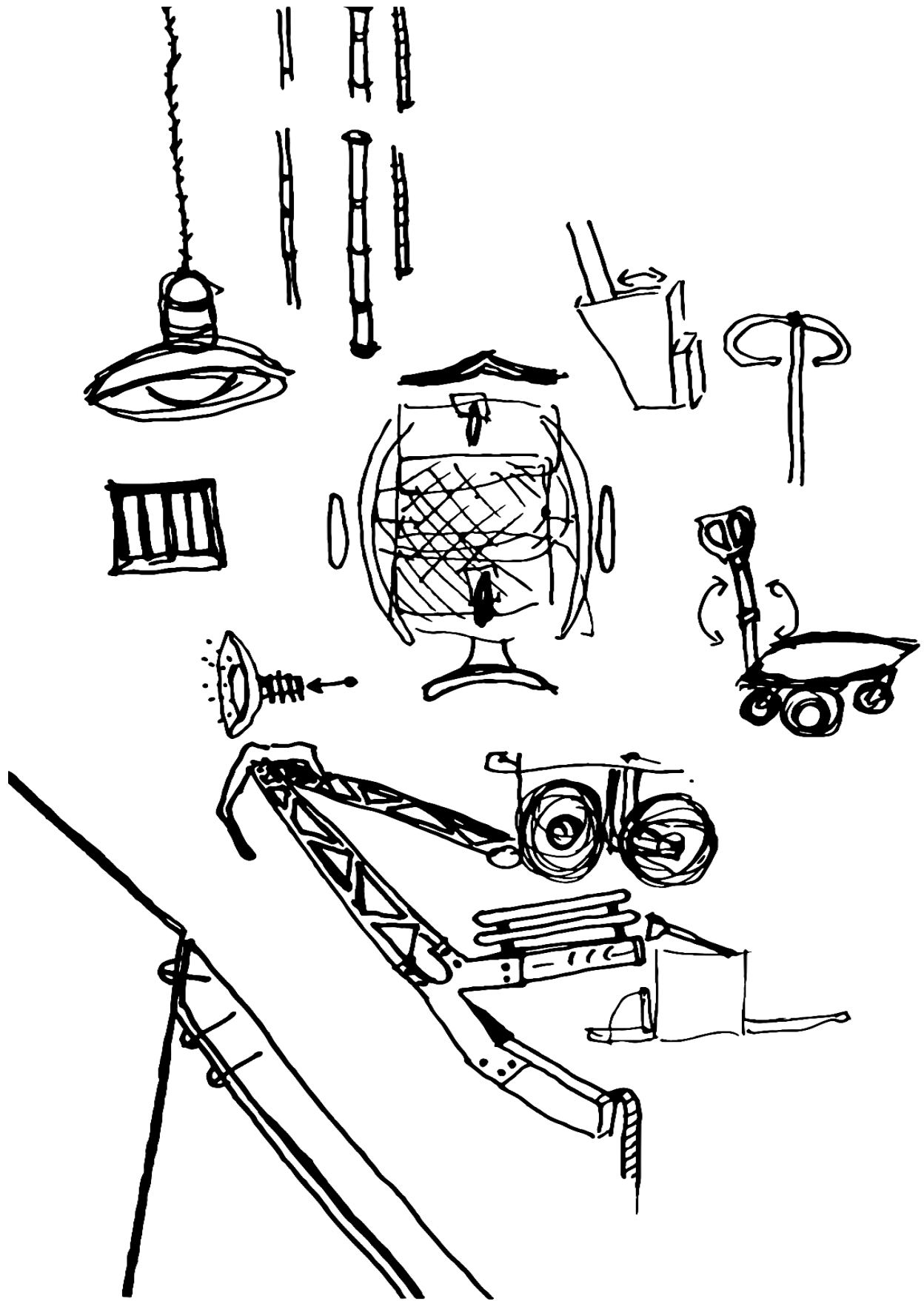
### 3.8.1 Käru põhi

Käru põhja kõrgus peab olema nii kõrge, et täislaadungis käru kasutamine oleks ergonoomiline ja võimalikult vähe pingutust nõudev, et vähendada seljavigastuste tekkimise riski. Maksimaalne lubatud kõrgus, et veetav kaup vaatevälja ei hakkaks segama, on 1400mm. Standard toiduainekastid on mõõtudega: laius 590mm, sügavus 395mm, kõrgus 200mm. Vastavalt vaatlusele ja intervjuule, virnastatakse kaste üksteise otsa kuni nelja kaupa, seega on maksimaalse koorma kõrgus 800mm. Lahutades maksimaalsest lubatud kõrgusest maksimaalse koorma 1400mm - 800mm, tuleb käru põhja maksimaalseks kõrguseks 600mm. Maksimaalse kõrguse kasutamine annab võimaluse kasutada maksimaalse diameetriga rattaid, mis omakorda vähendavad veeretakistust ja ületavad lihtsamalt uksepakkusid ning muid teele jääda võivaid takistusi. Suurema diameetriga rattad on stabiilsemad ning tekitavad vähem vibratsiooni, sellest tulenevalt püsib kaup paremini transpordikäru ning transpordikäru tekitab vähem müra.



### 3.8.2 Põrkeraud

Kuna kaubatranspordivahendi kasutamine toimub suures osas kitsaste koridoridega hoones, möbleeritud toitlustusaladel ja kaubaautode ning inimeste vahetus läheduses, tuleb lähtuda ka inimeste ja pindade turvalisusest. Ümardatud nurgad vähendavad jõu kontsentreerumist ühte punkti ja aitavad vältida vigastusi, kuid ka sirged küljed võivad tekitada kahjustusi, kui tegemist on teravate servade ja kõva materjaliga. Lähtuvalt kliendipoolsest Patarei Merekindluse Disainikontseptsioonist (salastatud) ja Projekti “moodboard-ist”, tulevad transpordikäruks puidust põrkerauad, mis tänu materjalivalikule vähendavad kahjustusi inimestele ja ümbritsevale keskkonnale. Põrkeraudu on võimalik kasutada ka servana, et vältida kauba maha veeremist kaubakäru pinnalt. Lisaks on võimalik puidust lahendusega ka tugevdada käru pinda kasutades põrkeraudasid raamina. Materjali valikul lähtutakse keskkonnasõbralikkusest ning valitakse Eestist pärit puitu.



### 3.8.3 Puiduliikide analüüs

Tamm on tugev kuid samas piisavalt lihtsalt töödeldav puit. Tammel on iseloomulik süümuster, mis annab puidule omapärase sügavuse. Eesti tammele on omane laineline struktuur, mis teeb töötlemise võimalikuks ainult väga teravate tööriistadega. Tamm on tihe puit, kuni 700kg kuupmeetri kohta, sellega tuleb arvestada konstruktsiooni juures. Tamme puidukahanemine kuivades võib ulatuda 15.6%, kui kasutada tamme puitu jäikades konstruktsioonides, tuleb jätta ruumi kahanemiseks või paisumiseks keskkonna tõttu. Kokkupuutel metallidega, põhjustab tamm nende korrosiooni, mis omakorda tuhmistab tamme välimuse ja võib tekitada tumedat värvust. Tamm on ilmastikule äärmiselt vastupidav. Ajalooliselt on tamme kasutatud sõjalaevade ehituseks ning vaatide tegemiseks, mistõttu seoks tamm puiduvalikul merekindluse temaatikaga.<sup>14</sup>

Mänd on Eesti kõige levinum metsapuu. Männil on hästi eristatavad aastarõngad, milles on ka arvukalt vaigukäike. Vaik on rohkem koondunud aastarõngaste sügispuitu. Rohke vaigusisaldus muudab männipuudu ilmastikukindlaks, hästi säilivaks ning mädanemisele vastupidavaks. Mänd on sirge süüga ja hästi töödeldav. Puit paisub niiskuse mõjul kuni 8% ja mahukaal on 500kg kuupmeetri kohta. Puit on kerge ja ei vaja suurt paisumisvaru. Miinusena tuleb silmas pidada pehmust, sest aja jooksul võivad kinnitussõlmed kuluda ning mehaanilised vigastused tekivad lihtsalt. Ajalooliselt on Eestis mändi kasutatud laevamastideks, kuna ta on sirge ja kuni 43 meetrit pikk.<sup>14</sup>

Lehis on Eestisse sisse toodud puuliik, mis sobiva kliima tõttu on hästi kohanenud. Lehis ja mänd on mõlemad lülipuidulised ning nende välimus on väga sarnane. Aastarõngad on selgelt eristatavad ja süü on sirge. Erinevalt männist on lehisel märkimisväärselt raskem ja kõvem puit. Lehis on hea mädanemiskindlusega ning säilib väga hästi vees ja niiskes keskkonnas. Miinuseks on suur kokkukuivamine ja sellega kaasnev lõhenemine. Lehist on kasutatud kohtades, mis nõuavad head vastupidavust niiskusele ja suurt tugevust. Näiteks sillad, raudteeliiprid ja tugipostid. Konstruktsioonides tuleb arvestada paisumisega.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Puiduliigid – Tallinna Ehituskool. [https://www.ehituskool.ee/files/5114/5856/8504/4.\\_Puiduliigid.pdf](https://www.ehituskool.ee/files/5114/5856/8504/4._Puiduliigid.pdf) (vaadatud 02.04.2022)

Saar moodustab Eesti metsadest umbes 0,4%, aga sellele vaatamata on ta laialdaselt kasutusel. Saare mahukaal ulatub 800kg kuupmeetri kohta, mis teeb temast ühe raskeima puidu. Saare kõvadus on suurem kui tammel, tänu millele on ta mehaaniliste kahjustuste ja kahjurite eest hästi kaitstud. Saarel on selgelt eristatavad aastarõngad ja kirju muster. Tänu huvitavale tekstuurile kasutatakse saarepuitu palju mööblitööstuses ja vineeri ning parketi tootmiseks. Saart on kasutatud ajalooliselt masinaehituspuiduna, tänu tema suurele kõvadusele ja tugevusele. Lisaks on saarel ka eriomadus, teda on lihtne painutada ja erinevalt teistest Eestis leiduvatest puuliikidest, säilitab ta jäädavalt painutatud vormi.<sup>14</sup>

### **3.8.4 Sõlmed**

Lähtuvalt moodboardis välja toodud näidetele, on kaubakäru sõlmede peamiseks materjaliks metall. Sõlmed, nagu juhtraua kinnitus raamile, silla kinnitused ning vabalt keeravate rataste ühendused, peavad kõik olema vastupidavad ja jäigad, et tagada kaubakäru stabiilsus ning vastupidavus järjepidevale kasutusele raskuste veoks. Kuna raamis on kasutatud ka puitmaterjale, aitab selline lahendus tagada puidule vajaliku paisumise ja kahanemise ruumi, jäädes samas jäigaks ja tugevaks ka peale pikaajalist kasutust. Sobiva metallmaterjali ja viimistluse valikul tuleb arvestada korrosioonikindlusega niisketes tingimustes, vastupidavusega deformeerumisele, parandatavusega. Esteetilise välimusega ka peale aastatepikkust eksploatatsiooni ja vajadusel viimistluse värskendamisega(ülevärvimine). Kindlasti sõltub materjali valik ka hinnast, materjali töötlemise võimalustest ja loodussõbralikusest.

### **3.8.5 Metallide analüüs**

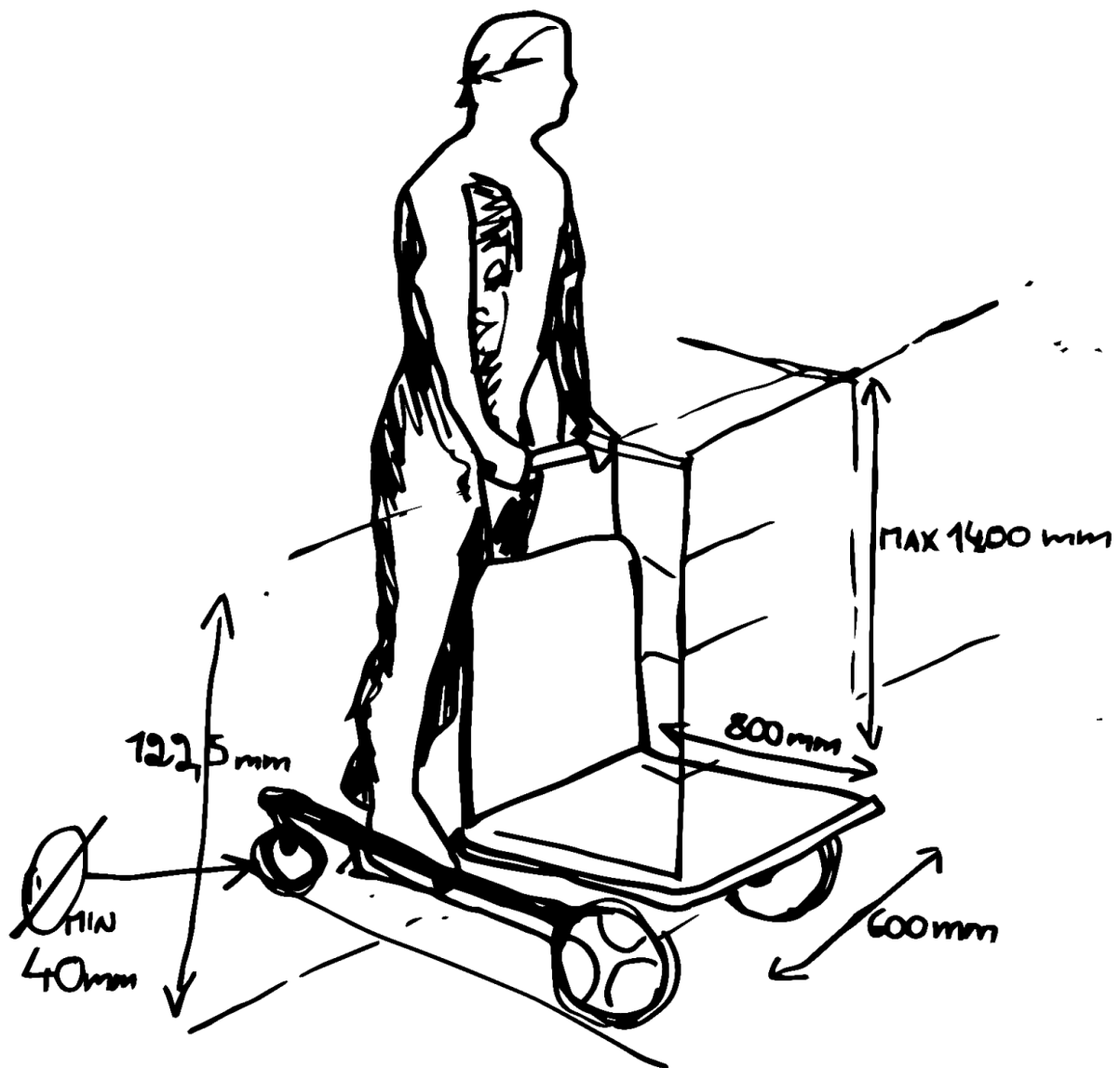
Alumiinium on levinud materjal erinevate raamide loomiseks. Eriti juhul, kui kaal mängib olulist rolli. Näideteks jalgrattad, ratastoolid, elektritõukerattad ja muud mobiilsust suurendavad abivahendid. Alumiiniumil on väga hea korrosioonikindlus, kuna õhuga kokkupuutumisel moodustub pinnale koheselt alumiiniumoksiidi kiht, mis ei ole poorne ja kaitseb metalli edasise oksüdeerumise eest. Alumiiniumil on hea kaalu ja tugevuse suhe ning üpris hea töödeldavus. Alumiiniumi saab töödelda paljude puidutöövahenditega, ta on kergelt treitav ja freesitav. Tänu sellele on alumiiniumi CNC(computer numerical control - masinate automatiseeritud juhtimine arvutiprogrammi abil) töötlemine laialt levinud ja soodne. Negatiivsete külgedena tuleb välja tuua pigem keerulist keevitamist ning aja möödudes alumiinium “väsib” ehk kaotab oma jäikuse

ning materjalis hakkavad arenema mõrad. Tänu oma suhtelisele pehmusele, võivad kasutamisel tekkida täkked ja muud kasutusjäljed ja see mõjutab ka viimistlusmaterjali pinnal püsimist ja see seab kahtluse alla pikaajalise esteetilise välimuse.

Teras on arvatavasti levinuim metall koormuse all töötavate vahendite tootmiseks. Näiteks käsikahveltõstukid, autod, ehituskärud ja tõstukid. Terasel on suur tugevus ja kõvadus. Teras on kättesaadavate tehnoloogiatega lihtsalt keevitav, muu töötlemine on keerulisem, kuid tänu laialt kasutatavusele, siiski suhteliselt soodne. Teras on väga vastupidav “väsimisele” ja tänu heale keevitavusele ka lihtsalt parandatav, kui peaks tekkima vigastusi. Teras materjalina on laialt levinud ja tänu sellele ka konkurentsivõimelise hinnaga. Negatiivsete aspektidena tuleks välja tuua roostetamine ja suurem kaal. Võrreldes alumiiniumiga on terase kaal ligi kolm korda suurem. Kaitsmata pinna korral oksüdeerub teras kiirelt.

Roostevaba teras on levinuim metall toitlustus- ja meditsiinitööstuses tänu oma väga heale korrosioonikindlusele. Lihtsamad sulamid peavad vastu tavatingimustes, kuid on olemas sulamid, mis sobivad ka merendusse, kus sool kiirendab oksüdeerumisprotsessi. Kui ka happelistesse ja teistesse keerulistesse keskkondadesse. Roostevaba teras on keevitav ja seda saab masintöödelda, kuigi mõne võrra raskemalt kui tavalist terast. Roostevaba teras vajab vähe hooldust ning kogu toote elukaare lõikes, võib tegemist olla soodsaima lahendusega. Negatiivsete aspektidena võib välja tuua kõrge esialgse ostuhinna ja veidi keerulisemad nõuded töötlemisele, kui teistel valikus olevatel metallidel.

<https://www.bicycling.com/bikes-gear/a21784287/bike-frame-materials-explained/>



Illustratsioon 6 Mihkel Arold "Kaubakäru soovitatavad parameetrid", 2022, marker A4 paber

# PRAKTILINE OSA

## 4. MUDEL

### 4.1 Konstruktsioon

Mudel on ehitatud vastavalt uurimuses leitud parameetritele.

Platvormi mõõtmed 1200 x 600mm - vastavalt kolme standardmõõduga toiduainetranspordi kasti mõõtmele (vt illustratsiooni nr 5) Platvorm on ehitatud 15mm paksusest vineerist. Platvormi kõrgus maapinnast on 420mm, et toiduainetranspordi kastide tõstmine jääks maksimaalselt inimese *power zone*-i kõrgusele. Standard toiduainetranspordi kasti käepideme kõrgus on 120mm, millest lähtuvalt on kõige madalam tõstetava kasti kõrgus 540mm kõrgusel maapinnast ja kõige kõrgem tõstetava kasti kõrgus on 1140mm, kui lähtuda, et maksimaalne üksteise peale tõstetavate kastide arv on neli. Juhtraua kõrgus maapinnast on 1225mm, mis vastab uurimuses leitud optimaalsele kaubakäru sanga kõrgusele. Juhtraua laiuseks on 600mm, mis vastab kaubakäru laiusele.

Mudeli esimeseks ja tagumiseks rattaks on kasutatud laiatarbekaubandusest kõige suurema diameetriga saadaolevaid vabalt keeravaid laagriga rattaid.<sup>12</sup> Antud rataste väline diameeter on 157mm ning nende kandevõime on 100kg ratta kohta. Kindlasti tuleb sama test läbi viia ka märkimisväärselt suurema diameetriga ratastega, kuid antud rataste diameeter on piisav, et testida juhitavust, manööverdamisvõimet ja platvormi stabiilsust.

Mudeli külgmisteks kanderatasteks on kasutatud liuglaagriga ning õhkkummiga kärurattaid, mille väline diameeter on 400mm, mis vastab uurimuses leitud optimaalse ratta suurusele *Lineberry* tüüpi kaubakäru ratta asetusega.<sup>13</sup> Antud liuglaagriga kärurataste maksimaalne kandevõime on 250kg. Sellise suurusega platvormi ja rataste paigutusega on mudeli pöörderaadius 690mm.

---

<sup>12</sup> Mööbliratas Stabilit – Bauhaus <https://www.bauhaus.ee/mooblratas-stabilit-51.html#> (vaadatud 23.04.22).

<sup>13</sup> Käruratas Stabilit – Bauhaus <https://www.bauhaus.ee/karuratas-stabilit.html> (vaadatud 23.04.22)

## 4.2 Kasutaja testimine

Test toimus EKA maketi- ja puidutöökojas, kus on arvukalt erikõrgusega takistusi (uksepakud, lauad, suured puidutöomasinad jm töökoja sisustus), mille vahel test läbi viidi. Test viidi läbi EKA puidutöökojas konstrueeritud vineerist mudeliga (vt foto nr.). Koormuse raskus oli 100kg. Testrühm koosnes 6 inimesest vanuses 27-69, kellest 3 olid naised ja 3 olid mehed.

Testi käigus leiti, et takistuste ületamisel diagonaalselt, kui mõni ratastest kaotab kontakti maaga, ei ole käru stabiilne, kui raskus ei ole asetatud käru keskele. Tänu fikseeritud sõidusuunaga keskmistele ratastele ei vajunud käru kaldpindadel külgsuunas. 150mm läbimõõduga rattad olid liiga väikesed 2cm takistuse ületamiseks. Takistuse ületamine oli liiga äkiline ning kuna rattad polnud õhkrehvidega oli pörotus nii suur, et võimaldas kaubal kärult maha kukkuda. Lohkudest üle sõitmine näiteks lifti sisse sõitmine, oli sujuv. Seda tagas kolm ratastega silda.

Testi käigus täheldati üllatavalt positiivsena, et käru juhitavus lükkamisel ja tõmbamisel oli sama tänu veermiku esi- ja tagaosa sümmeetriale. Pöörderaadius oli piisavalt väike, et liftis käru 180° ümber pöörata.

Vineerist ehitatud mudel kolises kaupa transportides. Selle põhjuseks võib tuua materjalide valikut - vineerist konstruktsioon pole piisavalt jäik ning valitud rattad olid liiga jäigad. Juhtraua kõrgus maapinnast oli liiga kõrge, mis tegi mudeli lükkamise raskeks. Langetades juhtrauda 12cm madalamale 110cm kõrgusele oli juhtraua kõrgus mugav. Juhtraua laius andis testijatele võimaluse ise valida käteasetuse laiust. Testi käigus vaadati ka kas ehitatud mudel kahjustab sõidu ajal pindasid ning leiti, et vineerist käru betooni ja metalli ei kahjustanud.

## 4.3 Järeldused

Käru manööverdab kõige paremini ja on kõige lihtsamalt liigutatav, kui transportitava kauba raskuse asub keskmise silla peal ehk käru platvormi keskel. Kui asetada raskuse



nurkadesse või otstesse võib käru muutuda ebastabiilseks ja halvasti juhitaavaks. Sellest lähtuvalt peaks vormiga indikeerima, et raskus oleks asetatud keskele.

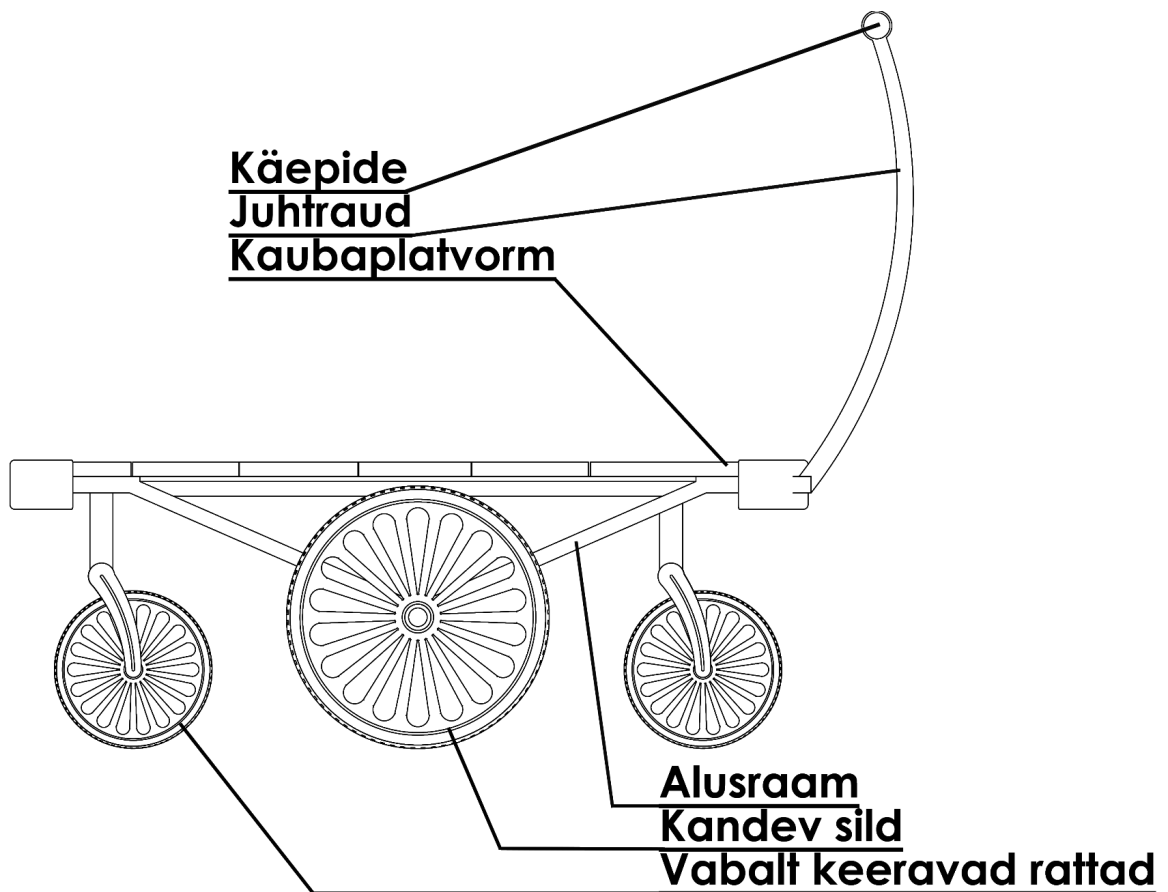
Kasutaja testimisel selgus, et juhtraua kõrgus maapinnast ei ole mugav. Käte asetus on antud juhtraua kõrgusel 90° või väiksem, olenevalt kasutaja pikkusest. Lükates käru mudelit on suur koormus õla- ja seljalihastele. Selleks, et käru lükkamine oleks ergonoomilisem, peaks olema juhtraua kõrgus inimese raskuskese kõrgusel, mis asub inimese nabast paar cm allpool. Lähtuvalt kasutaja testist saadud tagasisidest, võiks juhtraua kõrgus olla 1070mm.

Manööverdamisvõime mudelil oli märkimiselt parem võrreldes tööstusliku kaubakäruga. Tänu sellele, et käru mudel pöörab ümber oma kesktelje, ei pea oma teekonnal arvestama suure pööramisraadiusega ning võrreldes tavalise kaubakäruga ei jää käru mudel takistuste tõttu kinni.

Antud mudeli 15mm vineerist kaubaplatvorm ei ole piisava tugevusega ja paindub läbi. Sellise konstruktsiooni puhul on vaja ka lisaraami, mis aitab vältida platvormi läbipaindumist ja lisab üldkonstruktsioonile tugevust ja jäikust.

## 5 PATAREI MEREKINDLUSE TRANSPORDI KÄRU KONTSEPTSIOON

Kontseptsioon on Pulbervärvitud terasest ja saarepuidust kaubakäru, kaubaplatvorm kõrgusega 432mm. Käru mahutab kuni 12 standardpakendit ja on piisava kandevõimega. *Lineberry cart*-tüüpi veermik tagab suurepärase manööverdusvõime nii lükates kui tõmmates ning minimaalse pööramisraadiuse. Puidust pörkeraud ning väljaulatuv kaubaplatvorm kaitsevad ümbritsevaid pindu kahjustuste eest. Terasest raam tagab hea kandevõime ning tugevuse, jäädes piisavalt õhuliseks. Miljõesse sobitumiseks on lisaks materjalivalikule kasutatud ka vormilisi vihjeid 19. sajandi tööstuslikele vormidele ning Patarei merekindlusele endale.



Skeem 1 Mihkel Arold "Kaubakäru koostis" 2022

## 5.1 Rattad

Rataste disainis on lähtunud moodboardis välja toodud rongiratastest. Tänu parematele sulamitele ja töötlemismeetoditele, on võimalik luua sarnase esteetikaga, kuid märkimisväärselt kergemaid ning õhulisema väljanägemisega funktsionaalseid rattaid. Rongiratastest lähtumine tuleneb selle tehnoloogia võidukäigust Patarei kompleksi ehitamise ajal, sümboliseerides uudsust, masinaid ja võimsust. Lähtudes vajadusest, et kaubakäru kasutamine ei tohi tekitada liigset müra, on ratastele ka ette nähtud rehvid, mille mustris on näha viidet ajaloolisele militaarrehvile Firestone Military NDT.<sup>15</sup> Rattarummu läbimõõt ja sügavus on 40mm, et mahutada suured nõellaagrid ning piisava tugevusega võll, mis ühendab rattad sillaga. Alusraamile kinnitub sild kummipukside abil, mis samuti aitavad vähendada vibratsiooni ja tekkivat müra.



Renderdus 1 Mihkel Arold “Kaubakäru ratad”, 2022, Fusion 360

---

<sup>15</sup>Firestone Military NDT. – Classic Tyres Ltd Catalogue, Peter Woodend, Tauranga, New Zealand

<http://www.classic-tyres.co.nz/antique/page24.html> (vaadatud 23.04.22).

## 5.2 Juhtraud

Juhtraua kõrgus on 1100mm, mis asub inimese Power zone-i keskel ehk sellel kõrgusel on võimalik rakendada maksimaalselt inimese keha jõudu. Käepide on sümmeetriline igas suunas – seda saab kasutada olenemata käelisusest ning on võimalik kasutada nii lükkamiseks kui tõmbamiseks. Käepideme materjaliks on kasutatud 40mm läbimõõduga saare puidu ümarmaterjali. Juhtraua küljed koosnevad kahest kolmnurgast, mis annab juhtrauale industriaalse välimuse ja ka tugevuse. Kolmnurkadest koosneva küljelahenduse eeliseks on ka kerge kaal. Tagasipöörav vorm tuleneb hea juhituvusega käru testist vt foto 4 ning selline vorm aitab tuua fookust ka käru ülemisele pinnale. Materjali valikuks juhtraua külgedel on pulbervärvitud 4mm lehtteras. Alusraamiga ühendamiseks on kasutatud keevisühendust.



Foto 4 Mihkel Arold “Testitud käru” 2022



Renderdus 2 Mihkel Arold “Kaubakäru juhtraud”, 2022, Fusion 360

### **5.3 Alusraam**

Alusraam koosneb kahest kolmnurgast, mis on üksteisega L-profiili abil ühendatud. Kolmnurga vorm annab tugevust ja jaotab kandevõime laiali. Alusraam on sümmeetriline ja tänu sellele ei ole erinevust juhitavusel, kas transpordikäru lükatakse või tõmmatakse. Kolmnurksest alusraamist ja ratta ümarast kujust leiab vormilise vihje Patarei merekindluse plaanile. Alusraami materjaliks on kasutatud 25 x 25mm pulbervärvitatud nelikanterastoru.



Renderdus 3 Mihkel Arold “Kaubakäru alusraam”, 2022, Fusion 360

## **5.4 Kaubaplatvorm**

Kaubaplatvormiks on kasutatud hõõveldatud saarepuidust laudu, mille masinaehituslik esteetika sobib Patarei merekindlusesse. Saarepuidust laudade lihtne vorm tagab võimaluse neid hoolduse käigus kergelt välja vahetada. Lauad on kinnitatud alusraamile 2mm vahedega, et vältida vee kogunemist laudade vahele. Tihedalt asetatud lauad aitavad tagada ka seda, et rattad ei loobiks niiskust kaubakastide põhja. Kinnituseks on kasutatud 8mm läbimõõduga polte. Puidu liikide analüüsist tuli välja, et saarepuit on Eestis kõige kõvem puiduliik ning erinevalt tammest, mis on samuti masinaehituses kasutuses olnud ning sobiks oma esteetika tõttu, ei soodusta saar metallide oksüdeerumist. Saarepuit on viimistletud valge pigmendi sisaldusega õliga, mis aitab kaasa puidu pikaaegsele kestvusele, aitab säilitada saarepuidu heledat tooni ning on lihtne kasutada hooldamisel.

## 5.2 Kasutajalugu



Skeem 2 Mihkel Arold “Patarei merekindluse kaubakäru kasutajalugu” 2022





Renderdus 4 Mihkel Arold “Kaubakäru standardkastidega”, 2022, Fusion 360



Renderdus 5 Mihkel Arold "Kaubakäru külgvaade", 2022, Fusion 360

### 5.3 Swot analüüs

SWOT analüüs. Nõrgad küljed, tugevad küljed, ohud ja eelised

<p><b>Tugevused</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-saab kasutada nii sise- kui välistingimustes</li><li>-kohandatav vastavalt vajadusele ja soovidele</li><li>-kergesti hooldatav ja puhastatav</li><li>-erinevateks otstarveteks kasutatav</li><li>-esteetika</li></ul>	<p><b>Võimalused</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-võimalus rentida toodet</li><li>-võimalus müüa ka teistele kaubandus ettevõtetele</li><li>-lihtsasti kohandatav tootmise jaoks.</li><li>-kohandatav ka teistele tellijatele</li></ul>
--	---

-olemasolevad tooted ei sobitu keskkonda	
<b>Nõrkused</b> -toote hind (erilahendus) -parandamine/varuosad	<b>Ohud</b> - toode ei tööta vastavalt vajadustele - töötajad ei hakka toodet kasutama

## KASUTATUD ALLIKAD

C. Chavez, Lifting safety and ergonomics. – Radiologic Technology, 2005, vol 76 issue 6.  
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA134676846&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00338397&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Eaac1652c> (vaadatud 01. IV 2022).

Ergonoomika – Tööinspeksioon <https://tooelu.ee/et/100/ergonoomika> (vaadatud 30. III 2022).

Firestone Military NDT. – Classic Tyres Ltd Catalogue, Peter Woodend, Tauranga, New Zealand  
<http://www.classic-tyres.co.nz/antique/page24.html> (vaadatud 23.04.22).

G. Singh jt, Modeling and Simulation of a Passive Lower-body Mechanism for Rehabilitation. – The Conference on Communication, Medicine and Ethics, 2016.  
[https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449\\_Modeling\\_and\\_Simulation\\_of\\_a\\_Passive\\_Lower-Body\\_Mechanism\\_for\\_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ashish-Singla-2/publication/283532449_Modeling_and_Simulation_of_a_Passive_Lower-Body_Mechanism_for_Rehabilitation/links/568fa49408aeaa1481b36856/Modeling-and-Simulation-of-a-Passive-Lower-Body-Mechanism-for-Rehabilitation.pdf)  
(vaadatud 02. IV 2022)

J. Hubbard, Lineberry carts get new lives. 2012.  
[https://www.journalpatriot.com/news/lineberry-carts-get-new-lives/article\\_599dfc46-c07c-11e1-a9f3-0019bb30f31a.html](https://www.journalpatriot.com/news/lineberry-carts-get-new-lives/article_599dfc46-c07c-11e1-a9f3-0019bb30f31a.html) (vaadatud 01.04.2022)

Käruratas Stabilit – Bauhaus <https://www.bauhaus.ee/karuratas-stabilit.html> (vaadatud 23.04.22)

Lifting and Material Handling – The University of North Carolina and Chapel Hill.  
<https://ehs.unc.edu/workplace-safety/ergonomics/lifting/> (vaadatud 01. IV 2022)

Mööbliratas Stabilit – Bauhaus <https://www.bauhaus.ee/mooblratas-stabilit-51.html#> (vaadatud 23.04.22).

Plastikdetailide tootmise hinnastamine – *How much Does Plastic Injection Molding cost.* 2013  
<https://rexplastics.com/plastic-injection-molds/how-much-do-plastic-injection-molds-cost>  
(vaadatud 30. III 2022).

Puiduliigid – Tallinna Ehituskool.  
[https://www.ehituskool.ee/files/5114/5856/8504/4.\\_Puiduliigid.pdf](https://www.ehituskool.ee/files/5114/5856/8504/4._Puiduliigid.pdf) (vaadatud 02.04.2022)

R. Treufeldt, Tallinna Kalaranna fort ehk hilisem "Patarei vangla". Tallinn: Castellum, 2019.

S. S. Shiwarkar jt, Design and Fabrication of Easy Handling Trolley. – International Research Journal of Engineering and Technology, 2018, vol 5 issue 5, lk 1690.

S. Talapatra, An Ergonomic Approach for Designing of an Industrial Trolley with Workers Anthropometry. – American Journal of Industrial and Business Management, 2019, vol 9 nr 12. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=97146> (vaadatud 01. IV 2022).

Topeltteemanti mudel

<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond> (vaadatud 3. IV 2022).

Visioon – Patarei Merekindlus <https://merekindlus.ee/#visioon> (vaadatud 14. I 2022).

<sup>16</sup> ECH 12 elektrilised alusesiirdajad – Petrem <https://petrem.ee/toode/ech-12/> (vaadatud 28.04.22)

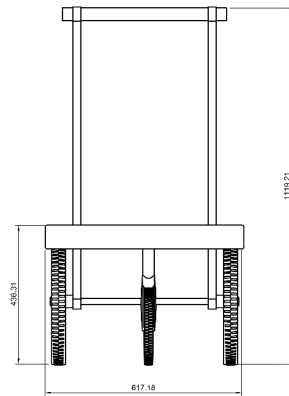
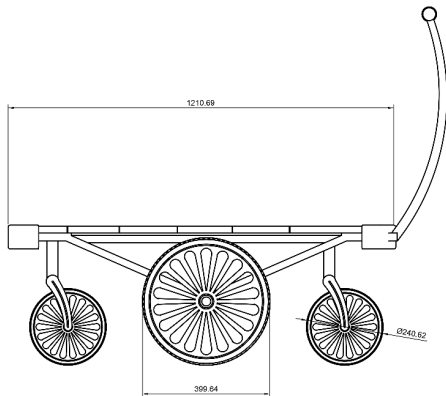
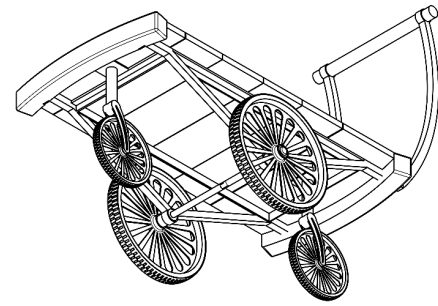
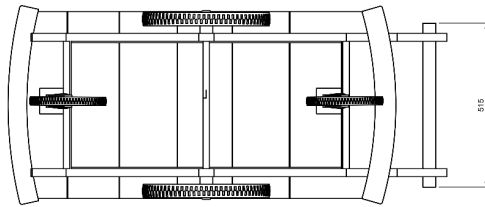
<sup>17</sup> Electric Trolley Cart Warehouse Handling Truck Outdoor Cargo Mover – [Focus Technology Co., Ltd](https://petrem.ee/toode/ech-12/) <https://petrem.ee/toode/ech-12/> (vaadatud 28.04.22)

<sup>18</sup> QS Motor 10x2.15inch 212 500W 25H E-Scooter In-Wheel Hub Motor – Taizhou Quanshun Electric Drive Technology Co., Ltd., QS Motor [http://www.cnqsmotor.com/en/article\\_read/QS%20Motor%2010x2.15inch%20212%20500W%2025H%20E-Scooter%20In-Wheel%20Hub%20Motor/1030.html](http://www.cnqsmotor.com/en/article_read/QS%20Motor%2010x2.15inch%20212%20500W%2025H%20E-Scooter%20In-Wheel%20Hub%20Motor/1030.html) (vaadatud 28.04.22)

<sup>19</sup> SiAECOSYS/VOTOL Programmable EM50sp 72V 50A 55KPH Controller for Electric Scooter Bike – Taizhou Quanshun Electric Drive Technology Co., Ltd., QS Motor [http://www.cnqsmotor.com/en/article\\_read/SiAECOSYS/VOTOL%20Programmable%20EM50sp%2072V%2050A%2055KPH%20Controller%20for%20Electric%20Scooter%20Bike/1226.html](http://www.cnqsmotor.com/en/article_read/SiAECOSYS/VOTOL%20Programmable%20EM50sp%2072V%2050A%2055KPH%20Controller%20for%20Electric%20Scooter%20Bike/1226.html) (vaadatud 28.04.22)

**LISA**

**Tootejoonis**



Endiselt vaata üle topeltteemant

Kasutajast rohkem kui inimesest

Kokkuvõttesse kirjutada, kuidas mujal võiks kasutada

Kust rehvi ja ratta saan

Materjalid peale lahendust

Analüüs ja pildid ei jookse kokku parameetrite illustatsiooni arusaamatu