

**TÖÖJÕUKULU VÄHENDAVA JA TÖÖOHUTUST TÕSTVA PÕHJANOODA
VEOMEHCHANISMI PROJEKTDOKUMENTATSIOONI KOOSTAMINE
ROBUSTA-TÜÜPI PAADILE (VIITENUMBER 206349)**

LÕPPRAPORT JA PROJEKTDOKUMENTATSIOON



EMKF
RAKENDUSKAVA
2014-2020



Euroopa Liit
Euroopa Merendus- ja Kalandusfond

Projekteerija:

MEC Insenerilahendused OÜ

Reg-kood: 10903275

Akadeemia tee 21/1 12618 Tallinn

Kontaktisik: Meelis Mäesalu, tel +372 53 804 305

e-post: meelis@mec.ee

Tallinn

2021

SISUKORD

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | SISSEJUHATUS..... | 3 |
| 2 | PEAMISED TULEMUSED JA JÄRELDUSED | 4 |
| 3 | VEO- JA LAOTURMEHCHANISMIDE KATSETUSED | 5 |
| 3.1 | ESIMESE PROTOTÜÜBI KATSETAMINE | 5 |
| 3.2 | TEISE PROTOTÜÜBI KATSETAMINE PEIPSI JÄRVEL..... | 8 |
| 4 | PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHCHANISMI PARENDUSVARIANDID | 11 |
| 5 | PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTURMEHCHANISMI TEHNILISED PARAMEETRID..... | 14 |
| 6 | PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTURMEHCHANISMI HINNAKALKULATSIOON | 15 |
| 7 | KATSETATUD PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHCHANISMI PROJEKTDOKUMENTATSIOONI LOETELU | 16 |
| 8 | MODERNISEERITUD VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHCHANISMI PROJEKTDOKUMENTATSIOONI LOETELU | 18 |
| 9 | DOKUMENTATSIOON | 20 |

1 SISSEJUHATUS

Tööjõukulu vähendava ja tööohutust tõstva põhjanooda veomehhanismi projektdokumentatsiooni koostamine Robusta-tüüpi paadile“ (viitenumber 206349) projekt jaotati kolmeks erinevaks etapiks. Esimese etapi käigus mõõdeti olemasoleva vintsiiga maksimaalne tõmbejõud. Kokkuvõtte mõõtmistulemustest on esitatud raportis P1912.40.1. Mõõtmistulemused olid aluseks uue vintsi projekteerimisele.

Seejärel koostati projektdokumentatsioon vintstile ja laoturmehhanismile. Järgnevas etapis valmistati üks vintsi moodul ja laoturmehhanism ning katsetati seda kaldal. Vastavalt katsetustelt saadud tulemustele tehti täiendused ja parandused projektdokumentatsiooni.

Pärast teise mooduli valmistamist paigaldati mõlemad vintsimoodulid koos laoturmehhanismidega laevale. Seejärel tehti vastavad hüdraulika seadistused selleks, et oleks võimalik läbi viia katsetused Peipsi järvel. Põhjanooda veomehhanismi katsetamine toimus Peipsi järvel 02.12.2021 ajavahemikus 10:00-14:00. Põhjanooda vedamiseks kasutasime Robust- tüüpi laeva VLD-644. Pärast katsetusi pakuti lisaks olemasolevale vintsilahendusele täiendavalt välja teine variant. Seega iga kalur saab vastavalt omale soovile kasutada sellist veomehhanismi varianti, mis temale paremini sobib.

2 PEAMISED TULEMUSED JA JÄRELDUSED

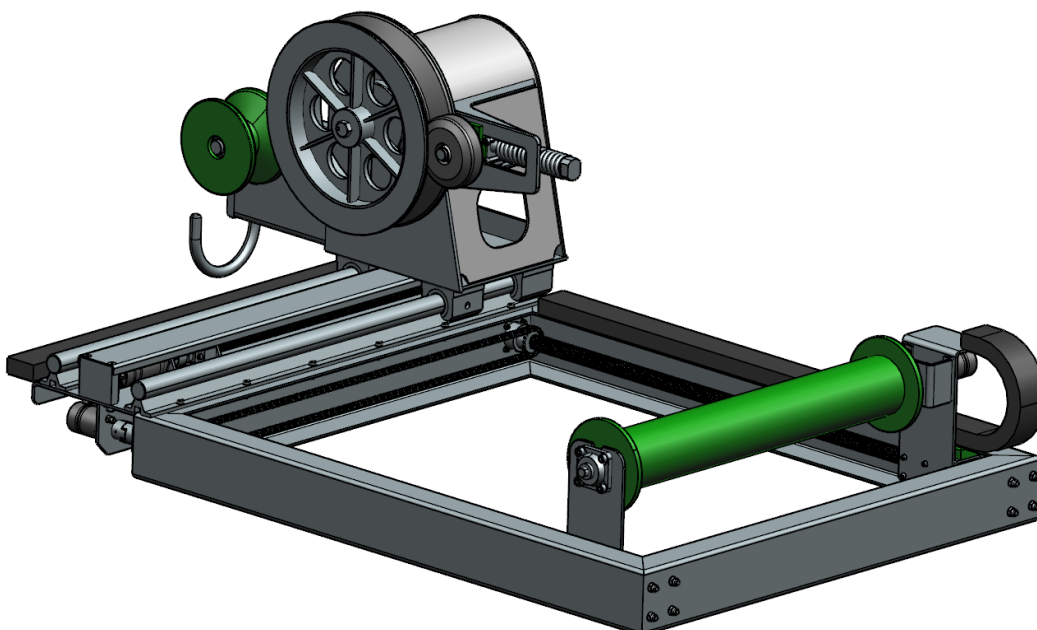
Veomehhanismi prototüübi katsetamisel kontrollisime, et üks vints on võimeline tõmbama vähemalt 400kg (kaks vintsi kokku 800kg), mis oli maksimaalne vajalik tõmbejõud mida mõõdeti esialgsetel katsetustel. Üldiselt liialt suurt tõmbejõudu ei ole hea rakendada, sest see ei ole hea laeva korpusele. Katsetuste käigus jõudsime järeldusele, et väljapakutud vintsi prototüüp toimib nii nagu ette nähtud. Kuside laotus kastidesse toimib üldiselt plaanipäraselt ja laoturmehhanismi käik on piisav. Katsetamise käigus selgus, et lisaks olemasolevale prototüübile on võimalik ka pööratud variandiga lahendus, kus mõlemad vintsid on integreeritud ühele raamile. Selline lahendus ei ole küll nii modulaarne, aga samas oleks kogu laoturmehhanism veidi kompaktsem ja vabaneksime seeläbi ühest hüdro mootorist, kahest trapetskeermelatist ja laagripukkidest. Selleks otstarbeks koostasime ühe täiendava komplekti jooniseid. Seega iga kalur saab otsustada milline variant on temale sobilikum ja vastavalt sellele planeerida, millise ta oma laevale paneb.

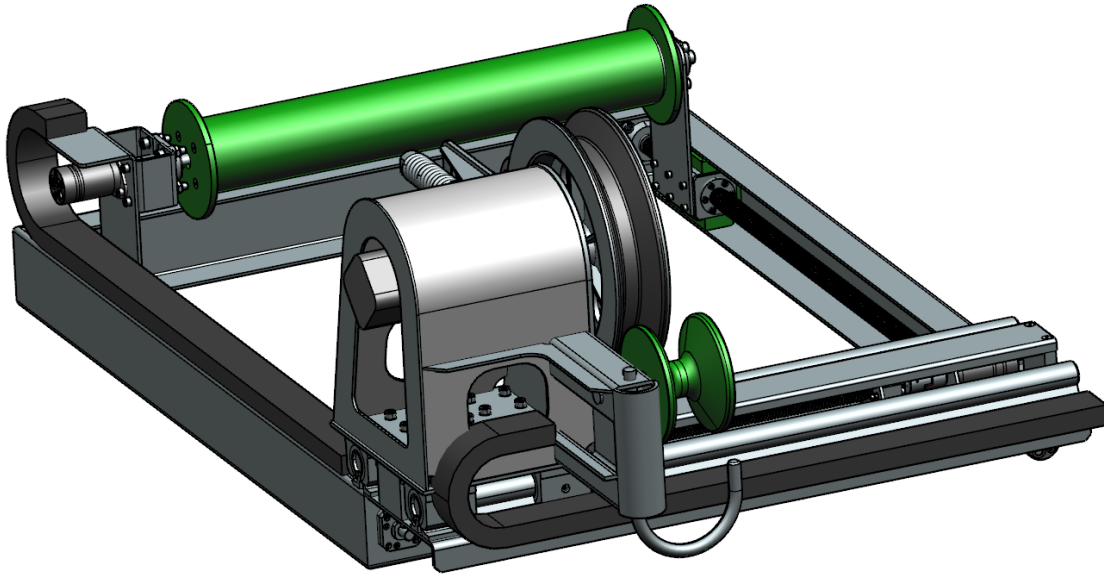
3 VEO- JA LAOTURMEHCHANISMIDE KATSETUSED

Katsetused toimusid kahes etapis pärast esimese prototüübi katsetusi ja lõplikud katsetused pärast teise mooduli valmistamist ja laevale paigaldamist.

3.1 Esimese prototüübi katsetamine

Esimese prototüübi katsetused toimusid 29.07.2020 ja 30.07.2020 Kolkja sadama kail. Katsetamise käigus testiti vintsi ja laoturmehhanismi toimimist. Katsetamise käigus seadistati vintsi juhtimissüsteemi nii, et saavutati vajalikud liikumiskiirused ja rõhud. Samuti mõõdeti maksimaalset vintsi tõmbejõudu. Selleks kinnitati 500kg tõmbejõuga kaal kusi ja traktori vahele. Esimese prototüübi katsetuste käigus kontrolliti maksimaalset tõmbejõudu ja kontrolliti muude mehhanismide toimimist. Katsetamise käigus selgus, et vintsi pooli soont, kus liigub kusi tuleks pisut sügavamaks teha. Samuti tuleb muuta pingutusrulliku ja vintsi pooli vahelist kaugust selleks, et võrgulina jätkukohad paremini läbi mahuks. Lisaks selgus, et vintsiraam võiks olla 200 mm kitsam selleks, et vintsi oleks laevale lihtsam paigaldada ja oleks tagatud parem läbikäik vintsi raami ja parda vahel. Võttes arvesse eelpool mainitud muutsime olemasolevat prototüüpi ja lisaks valmistasime juurde teise vintsimis- ja laoturmehhanismi mooduli. Allpool mõned pildid erinevatest töötappidest 3D mudelist, prototüübi esialgne koostamine ja katsetamine sadama kail.



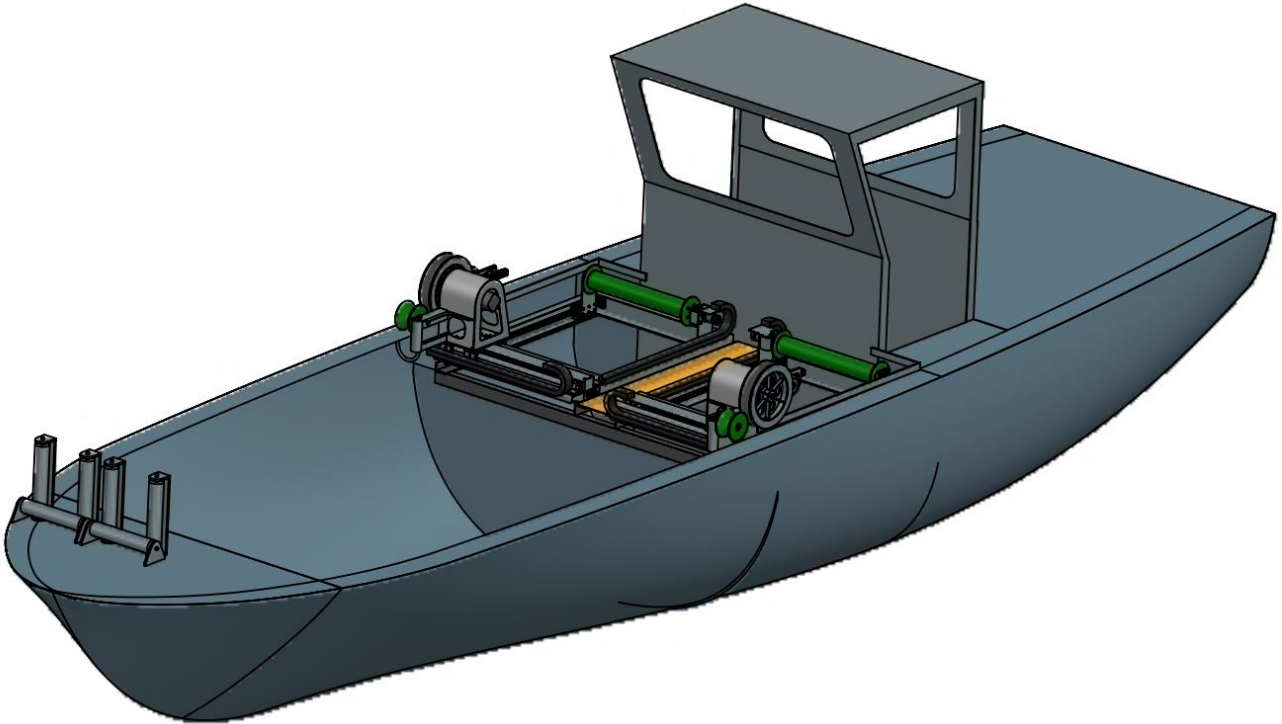






3.2 Teise prototüübi katsetamine Peipsi järvel

Pärast teise mooduli valmistamist paigaldasime mõlemad vintsimoodulid laevale ja tegime vastavad hüdraulika seadistused selleks, et oleks võimalik läbi viia katsetused Peipsi järvel. Seadistatud põhjanooda katsetamine toimus Peipsi järvel 02.12.2021 ajavahemikus 10:00-14:00. Nooda vedamiseks kasutasime Robust- tüüpi laeva VLD-644. Katsetuste käigus selgus, et vints toimib vastavalt plaanitule ja kuside laotusmehhanism toimib hästi. Katsetuste käigus selgus, et kiire vintside külgedele liigutamine ja laoturpooli edasi-tagasi liigutamine ei ole vajalik. Katsetuste käigus veendusime, et laotusmehhanismiga kasti pakitud kusi vettelaskmine toimib hästi ja ilma tõrgeteta. Katsetuste käigus proovisime erinevaid vintsimiskiiruseid ja leidsime, et kasti laotamine toimib efektiivselt ka maksimumkiiruse juures.

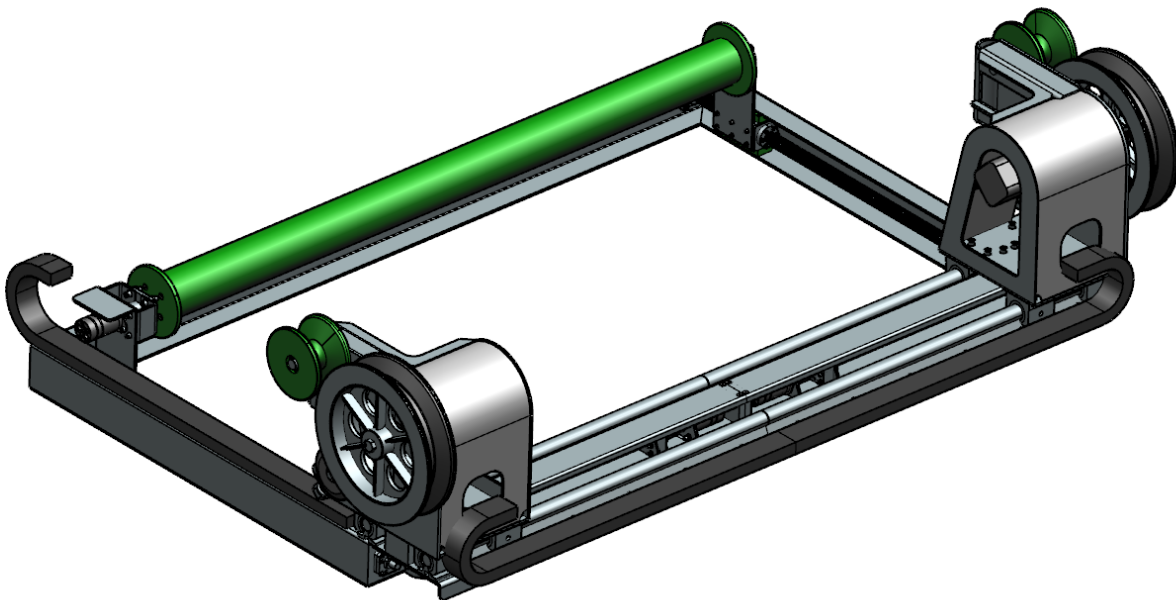


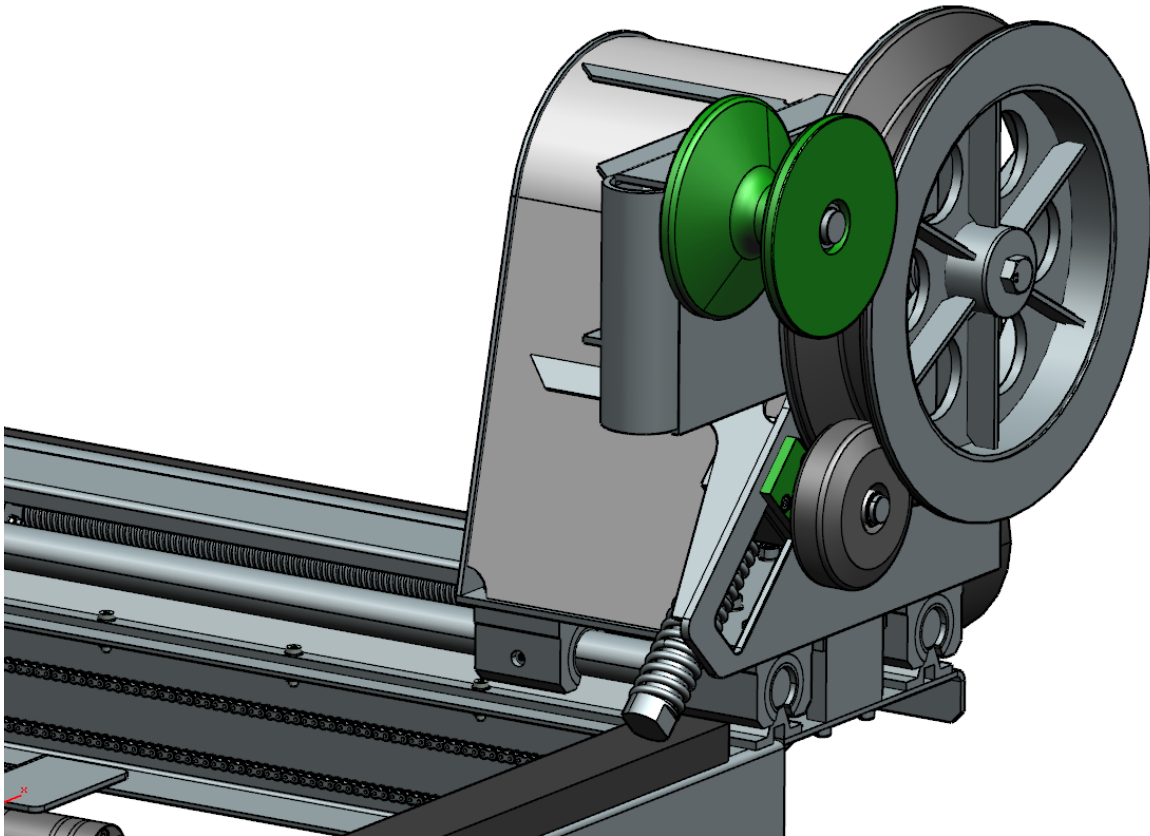
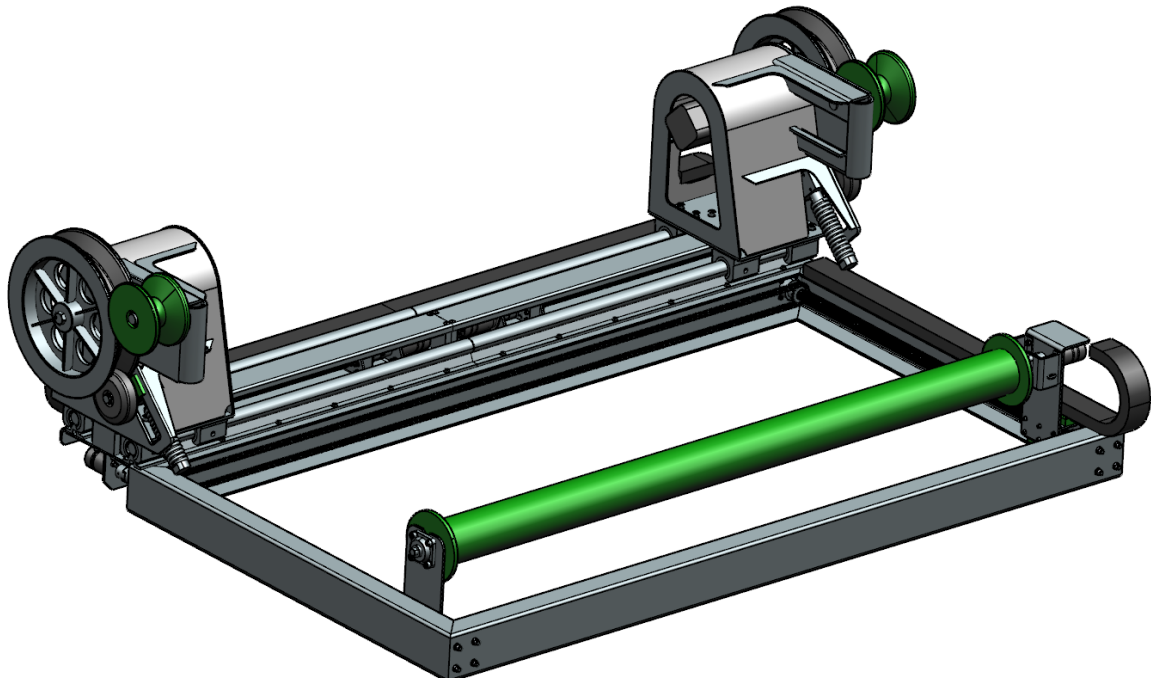


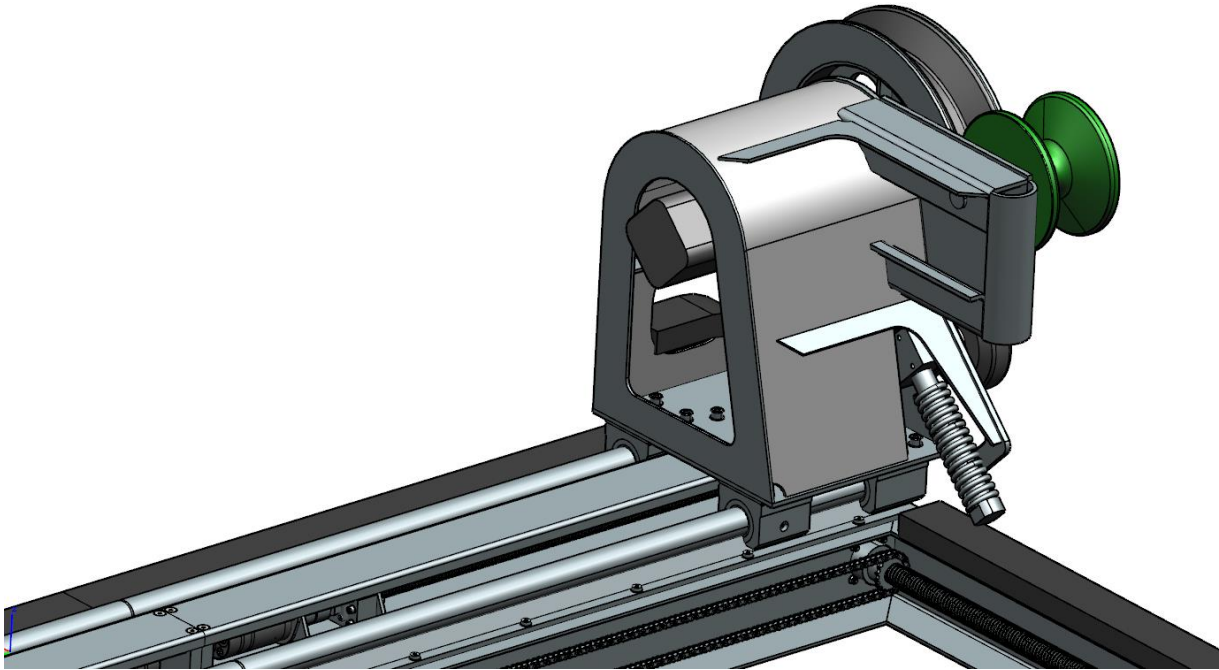
4 PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHCHANISMI PARENDUS-VARIANDID

Kuigi katsetused sujusid üldjoontes plaanipäraselt, siis pärast katsetusi jõudsimis järgnevatele mõtetele, kuidas oleks võimalik soovi korral põhjanooda vintsimis- ja laotusmehhanismi muuta ja optimeerida. Tuleb seejuures rõhutada, et optimeeritud variandi puhul ei ole kogu mehhanism nii modulaarne kui katsetustel kasutatud variant.

1. Vintsisüsteemid võiks integreerida ühisele raamile;
2. Kaotada vahe kahe raami vahel ja seeläbi saada parrastele lisaruumi;
3. Vintsisüsteemi laoturmechhanismi rullikud võiks ühendada ja seekaudu vabaneda ühest hüdmootorist, kahest keermelatist ja trapetsmutrist ja laagritest;
4. Kui on soovi, siis võiks vintsimissüsteemid ka ümber pöörata, mis läbi jääks rohkem ruumi tekipinnale;
5. Katsetuste käigus selgus ka, et vintse võiks vajadusel tõsta ka veidi kõrgemale ja seeläbi vähendada kastide pikkust ja seeläbi kasvatada kalakastide mõõtmeid;







5 PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTURMEHHANSIMI TEHNILISED PARAMEETRID

1. Põhjanooda veomehhanismi minimaalne tõmbejõud 800 kg (400kg vintsi kohta);
2. Vintsipooli läbimõõt $\varnothing 385\text{mm}$, maksimaalne läbimõõt $\varnothing 450\text{mm}$;
3. Maksimaalne vintsimiskiirus $\sim 90\text{rpm}$ (2.1m/s);
4. Vintsipooli väändemomendid:
 - ✓ jätkuv min. 800Nm;
 - ✓ maksimaalne min. 1000Nm;
5. Vintsi hüdro mootor $100\text{cm}^3/\text{rev}$
6. Reduktor ülekandearvuga 1:3;
7. Laoturmehhanismi rulliku läbimõõt $\sim \varnothing 126\text{mm}$;
8. Laoturmehhanismi rulliku pöörlemiskiirus 350 – 400 rpm;
9. Laoturmehhanismi rulliku väändemoment 20Nm (tõmbejõud kuni 30 kg)
10. Laoturmehhanismi liigutamiseks vajalik väändemoment trapetskeermelatile TR30x4.5 20Nm
11. Vintsi juhtteedel külgedele liigutamiseks vajalik väändemoment trapetskeermelatile TR30x4.5 40Nm

6 PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTURMEHHANSIMI HINNA- KALKULATSIOON

Põhjanooda veomehhanismi hind koosneb järgnevatest komponentidest

1. Hüdraulikasüsteemi hind sõltub suurel määral sellest, milline on laeva olemasolev hüdro süsteem ja milliseid komponente plaanitakse kasutada. Hüdraulikakomponentide ja reduktorite hind prototüübi valmistamisel võiks jääda vahemikku 9 000€ - 15 000€;
2. Mehaanikakomponentide hind võiks jääda vahemikku 3 000€ - 5 000€;
3. Metallkonstruktsiooni, plastikdetailide, vintsipoolide ja võrgulaotusrullide valmistushind võiks jääda vahemikku 8 000€ - 15 000€;

Seega põhjanooda vintsimis- ja laotusmehhanismi hind võiks olla alates 20 000€.

7 KATSETATUD PÕHJANOODA VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHCHANISMI PROJEKT-DOKUMENTATSIOONI LOETELU

| Dokumendi nimi | Dokumendi number | Versioon |
|-------------------|------------------|----------|
| Vintsi koost | T1912.0 | |
| Vintsi raam | T1912.01.0 | |
| Plaat | T1912.01.01 | |
| Plaat | T1912.01.02 | A |
| Plaat | T1912.01.03 | A |
| Raami keeviskoost | T1912.01.01.0 | A |
| Plaat | T1912.01.01.01 | B |
| Plaat | T1912.01.01.02 | |
| Plaat | T1912.01.01.03 | A |
| Profiil | T1912.01.01.04 | A |
| Profiil | T1912.01.01.05 | A |
| Profiil | T1912.01.01.06 | A |
| Kate | T1912.01.02.0 | A |
| Plaat | T1912.01.02.01 | A |
| Plaat | T1912.01.02.02 | |
| Trapetslatt | T1912.01.04 | B |
| Trapetslatt | T1912.01.05 | A |
| Plaat | T1912.01.06 | |
| Plaat | T1912.02.01.13 | |
| Plaat | T1912.02.01.14 | |
| Vintsi Suur Pool | T1912.02.03.0 | A |
| Plaat | T1912.02.03.01 | |
| Plaat | T1912.02.03.02 | |
| Plaat | T1912.02.03.04 | |
| Plaat | T1912.02.03.05 | |
| Profiil | T1912.02.05.0 | |
| Plaat | T1912.02.05.01 | |
| Profiil | T1912.02.05.02 | |
| Vints | T1912.02.0 | |
| Plaat | T1912.02.02 | A |
| Juhikpool | T1912.02.03 | |
| Profiil | T1912.02.04 | |
| Plaat | T1912.02.06 | |
| Plaat | T1912.02.07 | |
| Plaat | T1912.02.10 | |
| Juhiku kelk | T1912.02.01.0 | A |
| Plaat | T1912.02.01.01 | A |
| Plaat | T1912.02.01.02 | A |

| | | |
|-------------------------|------------------|---|
| Plaat | T1912.02.01.03 | |
| Plaat | T1912.02.01.04 | |
| Plaat | T1912.02.01.05 | |
| Plaat | T1912.02.01.06 | |
| Plaat | T1912.02.01.07 | A |
| Plaat | T1912.02.01.08 | |
| Plaat | T1912.02.01.09 | |
| Profiil | T1912.02.01.11 | |
| Profiil | T1912.02.01.12 | |
| Plaat | T1912.02.01.15 | |
| Profiil | T1912.02.02.02 | |
| Vintsi rullik | T1912.03.0 | A |
| Plaat | T1912.03.01 | A |
| Plaat | T1912.03.02 | |
| Rulliku juhik 1 | T1912.03.01.0 | |
| Plaat | T1912.03.01.01 | A |
| Plaat | T1912.03.01.02 | A |
| Profiil | T1912.03.01.03 | |
| Plaat | T1912.03.01.04 | |
| Rulliku juhik 2 | T1912.03.02.0 | |
| Plaat | T1912.03.02.01 | |
| Laotusrull | T1912.03.03.0 | |
| Laotusrulli keeviskoost | T1912.03.03.1.0 | B |
| Profiil | T1912.03.03.1.01 | A |
| Profiil | T1912.03.03.1.02 | |
| Profiil | T1912.03.03.1.03 | A |
| Plaat | T1912.03.03.1.04 | |
| Plaat | T1912.03.03.1.06 | |

8 MODERNISEERITUD VINTSIMIS- JA LAOTUSMEHHAANISMI PROJEKT-DOKUMENTATSIOONI LOETELU

| Dokumendi nimetus | Dokumendi number | Versioon |
|-------------------|-------------------|----------|
| T1912.0 | Vintsi koost | |
| T1912.01.0 | Vintsi raam | |
| T1912.01.01 | Plaat | |
| T1912.01.01.0 | Raami keeviskoost | |
| T1912.01.01.01 | Plaat | |
| T1912.01.01.02 | Plaat | |
| T1912.01.01.03 | Plaat | |
| T1912.01.01.04 | Profiil | |
| T1912.01.01.05 | Profiil | |
| T1912.01.01.06 | Profiil | |
| T1912.01.02 | Plaat | |
| T1912.01.02.0 | Kate | |
| T1912.01.02.01 | Plaat | |
| T1912.01.02.02 | Plaat | |
| T1912.01.03 | Plaat | |
| T1912.01.04 | Trapetslatt | |
| T1912.01.05 | Trapetslatt | |
| T1912.01.06 | Plaat | |
| T1912.02.0 | Vints | |
| T1912.02.01.0 | Juhiku kelk | |
| T1912.02.01.01 | Plaat | |
| T1912.02.01.03 | Plaat | |
| T1912.02.01.04 | Plaat | |
| T1912.02.01.05 | Plate | |
| T1912.02.01.06 | Plaat | |
| T1912.02.01.07 | Plaat | |
| T1912.02.01.09 | Plaat | |
| T1912.02.01.1.0 | Rulliku tugi | |
| T1912.02.01.1.01 | Plaat | |
| T1912.02.01.1.02 | Plaat | |
| T1912.02.01.1.03 | Plaat | |
| T1912.02.01.12 | Profiil | |
| T1912.02.01.14 | Plaat | |
| T1912.02.01.15 | Plaat | |
| T1912.02.01.16 | Plaat | |
| T1912.02.02 | Plaat | |
| T1912.02.02.02 | Profiil | |
| T1912.02.03 | Juhikpool | |

| | | |
|------------------|----------------------------|--|
| T1912.02.03.0 | Vintsi Suur Pool | |
| T1912.02.03.01 | Plaat | |
| T1912.02.03.02 | Plaat | |
| T1912.02.03.03 | Plaat | |
| T1912.02.03.04 | Plaat | |
| T1912.02.03.05 | Plaat | |
| T1912.02.04 | Profiil | |
| T1912.02.05.0 | Profiil | |
| T1912.02.05.01 | Plaat | |
| T1912.02.05.02 | Profiil | |
| T1912.02.06 | Plaat | |
| T1912.02.07 | Plaat | |
| T1912.02.10 | Plaat | |
| T1912.03.0 | Vintsi rullik | |
| T1912.03.01 | Plaat | |
| T1912.03.01.0 | Rulliku juhik 1 | |
| T1912.03.01.01 | Plaat | |
| T1912.03.01.02 | Plaat | |
| T1912.03.01.03 | Profiil | |
| T1912.03.01.04 | Plaat | |
| T1912.03.02 | Plaat | |
| T1912.03.02.0 | Rulliku juhik 2 | |
| T1912.03.02.01 | Plaat | |
| T1912.03.02.1.0 | Rulliku juhiku keeviskoost | |
| T1912.03.03.0 | Laotusrull | |
| T1912.03.03.1.0 | Laotusrulli keeviskoost | |
| T1912.03.03.1.01 | Profiil | |
| T1912.03.03.1.02 | Profiil | |
| T1912.03.03.1.03 | Profiil | |
| T1912.03.03.1.04 | Plaat | |
| T1912.03.03.1.06 | Plaat | |
| T1912.04.0 | Vints_2 | |
| P1912.04.01 | Plastik ratas | |
| P1912.04.02 | Ümartoru 31x3 | |
| T1912.04.01.01 | Plaat | |
| T1912.04.01.02 | Plaat | |
| T1912.04.01.03 | Plaat | |
| T1912.04.02.0 | Juhiku kelk 2 | |
| T1912.04.02.01 | Plaat | |
| T1912.04.02.02 | Plaat | |

9 DOKUMENTATSIOON

1. Põhjanooda vintsimis- ja laotusmehhanismi joonised ja mudelid
https://www.dropbox.com/s/0djphl6q77dpvb5/P%C3%B5hjanooda_vintsi_joonised.zip?dl=0
2. Moderniseeritud vintsimis- ja laotusmehhanismi joonised ja mudelid
https://www.dropbox.com/s/hc3iwl fueqe4buo/Moderniseeritud_vintsimemehhanism.zip?dl=0
3. Video esimese prototüübi katsetustest
https://www.dropbox.com/s/m7nct3aca11q4wz/Esimese%20protot%C3%BC%C3%BCbi%20katsetamine_taut.mp4?dl=0
4. Video põhjanooda vintsisüsteemi katsetustest Peipsi järvel 02.12.2021
https://www.dropbox.com/s/xsk5ikgc9t7a4fx/P%C3%B5hjanooda%20protot%C3%BC%C3%BCbi%20katsetamine_taut.mp4?dl=0