

Joni Ylitapio

## **KIVENKERÄYSKONEEN MODERNISOINTI**

# KIVENKERÄYSKONEEN MODERNISOINTI

Joni Ylitapio  
Opinnäytetyö  
Kevät 2025  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka, Koneautomaatio

---

Tekijä: Joni Ylitapio

Opinnäytetyön nimi: Kivenkeräyskoneen modernisointi

Nimi englanniksi: Modernization of Stone Collector

Työn ohjaajat: Sami Lastikka ja Kai Jokinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025

Sivumäärä: 20

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli modernisoida Mellilän Konepaja Ky:n valmistama traktorin perässä vedettävä Renki-kivenkeräyskone. Kivenkeräyskoneen päätoiminto on kerätä pelloilta rouhdan pintaan nostamia kiviä. Työn toimeksiantajana oli Cadmek Ky ja koneen kehityskohteet tulivat toimeksiantajalta.

Työn lähtökohtana oli koneen tehokkuuden parantaminen työlevyden kasvattamisen, sekä voimansiirron ja rummun parantaminen. Työn tekemisessä käytettiin kivenkeräyskoneen omistajan huomioita ja ehdotuksia parannuksista sekä Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitoksen julkaisemaa koetuselostusta. Mallit on tehty SolidWorks 2022 -suunnitteluohjelman avulla. Lujuustarkastelut on tehty SolidWorks-ohjelmiston Simulation Premium -lisäosalla, sekä käsin laskemalla.

Asiasanat: Kivenkeräyskone, modernisointi, mekaniikkasuunnittelu, Kone

---

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	KONEEN KÄYTTÖTARKOITUS.....	6
3	TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	7
3.1	Tieliikennelaki 10.8.2018/729 .....	7
3.2	Traktorin ulosotot.....	7
4	SUUNNITTELU.....	8
4.1	Alkuperäisen rungon mallintaminen .....	8
4.2	Voimansiirto.....	9
4.2.1	Kelan alkuperäisen välityssuhteen määrittäminen .....	10
4.2.2	Karhottimien voimansiirto.....	12
4.2.3	Voimansiirtoakselin määrittäminen.....	14
4.3	Keräimen uudelleen suunnittelu .....	15
4.4	Karhottimien suunnittelu .....	16
5	YHTEENVETO .....	19
	LÄHTEET.....	20

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on modernisoida Mellilän Konepaja Ky:n valmistama traktorin perässä vedettävä Renki-kivenkeräyskone, jonka päätoiminto on roudan pintaan nostamien kivien kerääminen pellolta. Kivenkeräyskone on tarkoitettu vedettäväksi traktorin perässä, joten se luokitellaan traktorin perässä hinattavaksi laitteeksi. Siirtymien aikana ajettavien tieosuuksien vuoksi koneen tulee olla tieliikennelain mukainen.

Työssä keskitytään koneen tehokkuuden parantamiseen työlevyden kasvattamisen sekä voimansiirron ja keräimen kelan parantamisen osalta. Työn tekemisessä käytetään kivenkeräyskoneen omistajan huomioita ja parannusehdotuksia sekä Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitoksen julkaisemaa koetusselostusta (1991).

Osat pyritään suunnittelemaan siten, että ne on helppo valmistaa ja vaihtaa. Kokoonpanoissa olevien osien määrä pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä kokoonpantavuuden ja huollettavuuden vuoksi.

Työn lopputuloksena on tarkoituksena saada modernisointiin tarvittavat 3D-mallit, piirustukset, sekä lujuuslaskentojen dokumentit. Valmistaminen on myös todennäköistä.

## 2 KONEEN KÄYTTÖTARKOITUS

Routa nostaa maan pintaan kiviä. Pintaan nousseet kivet voivat vaurioittaa maan muokkauksessa käytettäviä työkoneita, jonka vuoksi pelloilta tulee kerätä kivet pois tarpeen vaatiessa. Kivien keräystä varten on kehitetty kivenkeräyskoneita, joiden pääasiallinen tehtävä on kivien keräys. Kivenkeräyskoneissa on säiliö, johon kivet kerätään. Normaalisti kivet tulee nostaa pintaan karhottimella ennen keräämistä. Nykyään useiden valmistajien kivenkeräyskoneissa on karhottimet, jotka mahdollistavat saman aikaisen karhottamisen ja kivien keräämisen.

### 3 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Työn lähtökohtana oli Mellilän konepaja Ky:n valmistaman Renki-kivenkeräyskoneen modernisointi. Tilaaja oli käytössä huomannut kivenkeräyskoneessa puutteita ja kehityskohteita, joiden pohjalta konetta alettiin modernisoimaan. Tavoitteena oli päivittää voimansiirto paremmaksi, sillä alkuperäinen kelaa pyörittävä ketju oli katkennut kiven jumiutuessa kelan ja seulan väliin vääntäen samalla myös kelan akselin. Konetta tuli muokata siten, etteivät suuret kivet aiheuta jumia ja että myös isompien kivien kerääminen olisi mahdollista. Koneeseen tuli myös suunnitella karhottimet, joilla kasvatetaan työlevyettä. Karhottimien lisäämisellä kivien kerääminen tehostuu, sillä tällöin karhottaminen tapahtuu kiviä kerätessä, eikä kiviä tarvitse karhottaa erikseen.

#### 3.1 Tieliikennelaki 10.8.2018/729

Tieliikennelaki asettaa vaatimuksia tieliikenteessä käytettäville ajoneuvoille. Kivenkeräyskonetta vedetään traktorin perässä, joten koneen tulee olla tieliikennelain mukainen yleisillä teillä liikuttaessa. Tieliikennelain mukaan traktorin leveys saa tieliikenteessä olla 3 metriä, kun sitä kuljetetaan säilytyspaikalle tai työkohteelle, työkohteelta toiselle tai huoltotarkoituksessa. Kuljettaminen on sallittu vain, jos siitä ei aiheudu haittaa eikä vaaraa liikenteelle. (Tieliikennelaki 729/2018, 129 §)

#### 3.2 Traktorin ulosotot

Lähtökohtaisesti traktoreista löytyy mekaaninen ulosottoakseli ja hydrauliiikan ulosotto. Näin ollen traktorilla käytettävän koneen voiman lähteenä voidaan käyttää traktorin ulosottoakselia tai hydrauliiikkaa. Traktoreissa on yleensä kaksi vaihtoehtoa ulosottoakselin nopeudelle. Nopeuden vaihtoehtoina on 540 1/min ja 1000 1/min. Ulosottoakselin kierrosnopeus on nimellinen pyörimisnopeus, sillä lopullinen pyörimisnopeus riippuu moottorin käyntinopeudesta. Tämän vuoksi ulosottoakselia ei voida käyttää kohteissa, joissa kierrosnopeuden tulee pysyä vakiona ajonopeudesta riippumatta. Hydrauliiikan käytön rajoitteena on hydraulipumpun tuotto ja maksimipaine. Hydrauliiikan etuna on hyvät säätömahdollisuudet sekä korkea vääntömomentti.

## 4 SUUNNITTELU

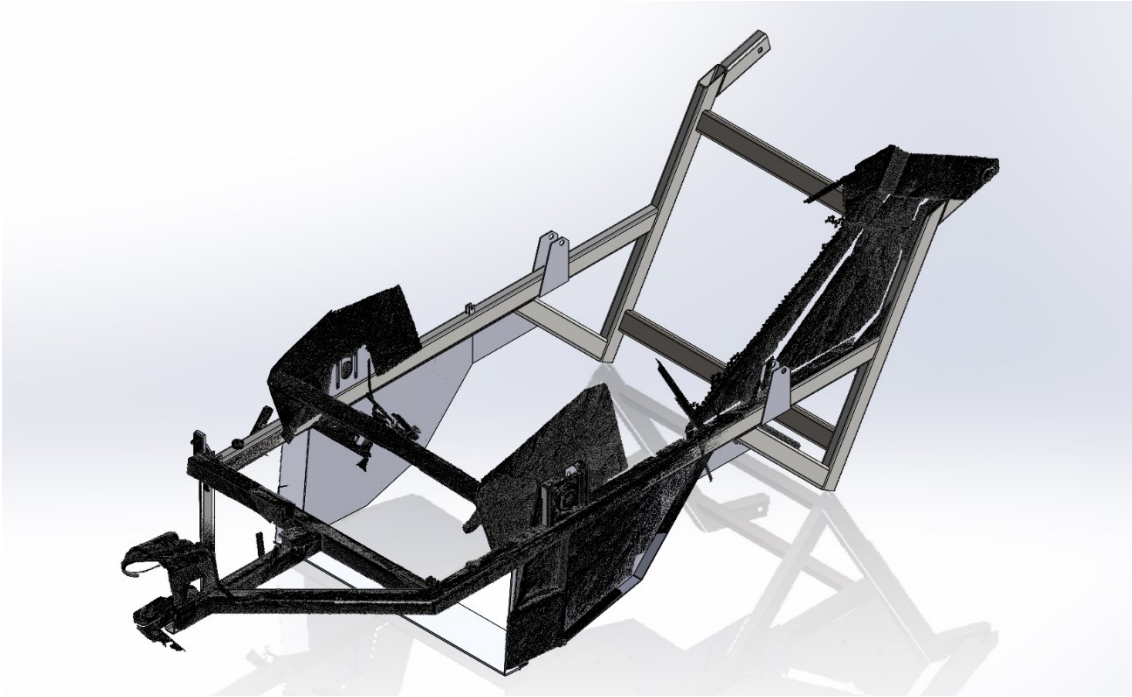
### 4.1 Alkuperäisen rungon mallintaminen

Suunnittelu aloitettiin mallintamalla olemassa olevan koneen runko, jonka pohjalta modernisointi tehdään.(Kuva 1.) Rungon 3D-malli auttaa hahmottamaan komponenttien tilavaraukset ja runkoon tehtäviä muutoksia voidaan verrata lähtökohtaan.



*KUVA 1. Kivenkeräyskone pellon reunassa*

Projektin edetessä käyttöön saatiin myös 3D-skanneri, jonka käyttöönottoa suoritettaessa kivenkeräyskone skannattiin. Vaikeasti mitattavia muotoja oli helppo tarkastaa vertaamalla mallinnettua runkoa skannattuun runkoon.(Kuva 2.)



*KUVA 2. Mallinnettu ja skannattu runko päällekkäin*

#### **4.2 Voimansiirto**

Kelan alkuperäinen voimansiirto on toteutettu kulmavaihteella ja ketjulla. Ketju ei käyttökokemusten perusteella kestä jumiutumista. (Kuva 3.) Tavoitteena on toteuttaa voimansiirto siten, että vältetään ketjun katkeamiselta laitteen jumiutuessa. Ketjun katketessa voimansiirtoakselina on ollut Comer T60 -voimansiirtoakseli 2500 Nm:n pulttikytkimellä.



*KUVA 3. Kelaa pyörittävä ketju poikki*

Karhottimien lisäämisen myötä tulee niillekin suunnitella voimansiirto. Alkuperäinen Comer T-19A kestää valmistajan mukaan mallista riippuen 12,5kW–16,9kW, mikä ei riitä karhottimien lisäämisen jälkeen, jos karhottimien tarvitsema voima otetaan saman kulmavaihteen ulosotosta.

#### **4.2.1 Kelan alkuperäisen välityssuhteen määrittäminen**

Voimansiirron suunnittelu aloitettiin määrittämällä kelan nykyinen kokonaisvälityssuhde. Kivenkäräyskoneen alkuperäisen kulmavaihteen malli on Comer T-19A. Vaihteen tyyppikilvessä ei ole merkintää välityssuhteesta, joten välityssuhde on selvitetty pyörittämällä ja laskemalla kierroksia. Vaihteen toisioakseli pyörii 3 kierrosta, kun vetoakseli pyörii 5 kierrosta. Näillä tiedoilla välityssuhteeksi saadaan 1,833:1. Kyseisestä kulmavaihteesta on saatavilla 1,84:1-välityksellistä mallia, joten laskennan ja valmistajan tietojen perusteella voidaan todeta tämän vaihteen välityksen olevan 1,84:1. Välityssuhteen ja valmistajan katalogin perusteella kulmavaihte kestää 278 Nm:n väännön ensioakselilla. (Kuva 4.)

T-19



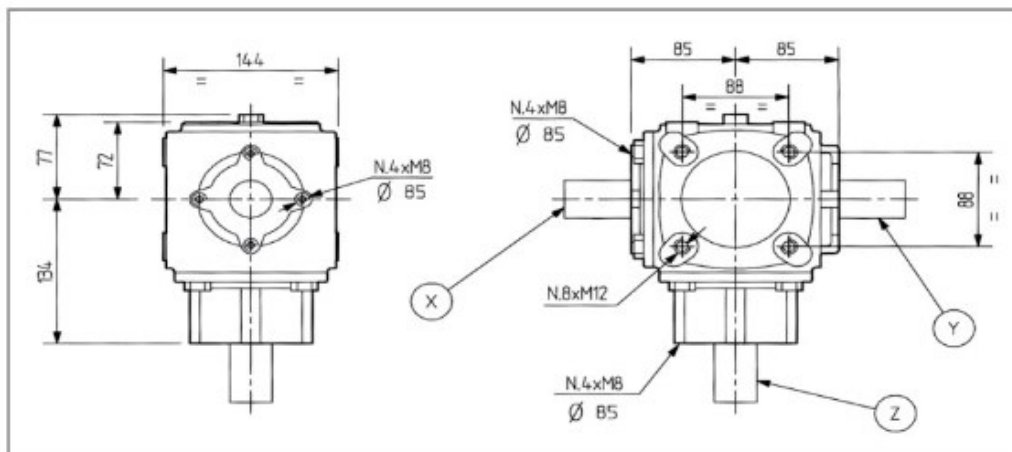
0.00 3.02  
Vers. TB-19E







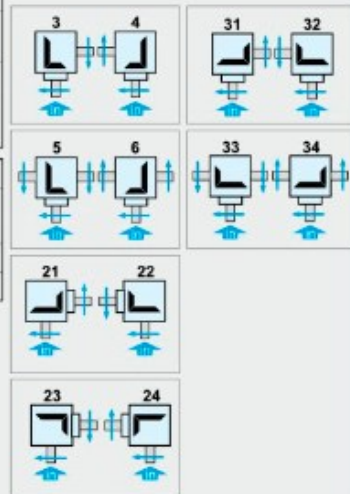
Code 259

 [kg] 14

 [l] 0,9



	i				std spec		Input
		rpm	kW	HP	Nm	lb.in.	
I →	1.00	540	16.9	23.0	290	2684	std Z 1-2 / 3-4 / 5-6
	1.00	540	24.3	33.0	416	3852	std Z 1-2 / 3-4 / 5-6
M →	1.35		-	-	-	-	spec -
	1.46		20.6	28.0	241	2238	std X-Y 21-22 / 23-24 / 25-26 / 27-28
	1.84	540	14.7	20.0	137	1269	std X-Y 21-22 / 23-24 / 25-26 / 27-28 / 31-32 / 33-34
	2.17	540	10.3	14.0	81	753	std X-Y 21-22 / 23-24 / 25-26 / 27-28
	2.91	540	7.7	10.5	45	421	std X-Y 21-22 / 23-24 / 25-26 / 27-28
	1.84	540	14.7	20.0	137	1269	std X-Y 21-22 / 23-24 / 25-26 / 27-28
R →	1.35		-	-	-	-	spec -
	1.46		11.8	16	294	2726	std Z 1-2 / 3-4 / 5-6
	1.84	540	8.8	12	278	2577	std Z 1-2 / 3-4 / 5-6
	2.17	540	6.6	9	246	2279	std Z 1-2
	2.91	540	3.7	5	183	1698	std Z 1-2 / 3-4 / 5-6



NOTA: T-19-A Versione pesante.  
NOTE: T-19-A heavy duty version.

NOTA: T-19-B Versione leggera.  
NOTE: T-19-B light duty version.

Kokonaisvälityssuhteen määrittämiseksi tarvitaan myös ketjukäytön välityssuhde. Ketjukäytön välityssuhde on määritetty hampaiden lukumäärän perusteella. Ketjukäytön vetävässä rattaassa on 12 hammasta ja toisorattaassa 66 hammasta. Näiden perusteella ketjukäytön välityssuhteeksi saadaan 5,5:1.

Kun tiedetään kulmavaihteen ja ketjukäytön välityssuhteet, voidaan laskea kokonaisvälityssuhde. Kulmavaihteen välityssuhde on 1,84 ja ketjukäytön 5,5. Kokonaisvälityssuhde saadaan kertomalla arvot keskenään, jolloin voimansiirron välityssuhteeksi saadaan 10,12. Kelan liike-energia otetaan traktorin ulosotosta, jonka nimellinen pyörimisnopeus on yleisesti 540 rpm. Välitykset ovat alentavia, joten kelan pyörimisnopeus saadaan jakamalla traktorin ulosoton kierrosnopeus kokonaisvälityssuhteella. Näillä arvoilla laskettuna kelan pyörimisnopeudeksi saadaan 53,4 rpm.

#### **4.2.2 Karhottimien voimansiirto**

Karhottimien voimanlähteen vaihtoehtoina oli traktorin ulosottoakseli tai hydraulikka. Hydraulisella voimansiirrolla toteutettaessa kulmavaihteen päivittäminen kestävämpään ei välttämättä olisi tarpeellista, vaan voitaisiin käyttää kelan voimansiirtoon alkuperäistä kulmavaihdetta. Karhottimien käyttö hydraulikalla mahdollistaa kierrosnopeuden säädön virtausta säätämällä.

Hinnan, yksinkertaisuuden ja joustavuuden vuoksi voimansiirroksi valittiin hydraulikka. Karhottimien akselin päähän valittiin MP250-orbitaalimoottori. Linjasto koostuu letkuista ja kiinteistä putkista. Kohdat, joissa joustoa ei tarvita, toteutetaan jäykällä putkilla ja joustoa vaativissa kohdissa käytetään letkuja. (Kuvat 5 ja 6.)

Hydraulimoottorin mitoitusta	
<b>Pumppu</b>	
Virtaus (l/min)	$v_p := 70 \frac{L}{min}$
<b>Moottori</b>	
Paine (Jatkuva)	$P_{const} := 140 \text{ bar}$
Paine (max)	$P_{max} := 175 \text{ bar}$
Tilavuus (l/r)	$V_k := 250 \frac{cm^3}{1}$
Moottorien/karhottimien määrä	$n_m := 2$
Moottorien kierrosnopeus	$n := \frac{v_p}{V_k \cdot n_m} = 140 \frac{1}{min}$
Tulolinjan ja paluulinjan paine-ero (const)	$\Delta p_{const} := P_{const} - 20 \text{ bar}$
Moottorin vääntömomentti (const)	$M_t := \frac{\Delta p_{const} \cdot V_k}{2 \cdot \pi} = 477.465 \text{ N} \cdot \text{m}$
Tulolinjan ja paluulinjan paine-ero (max)	$\Delta p_{max} := P_{max} - 20 \text{ bar}$
Moottorin vääntömomentti (max)	$M_t := \frac{\Delta p_{max} \cdot V_k}{2 \cdot \pi} = 616.725 \text{ N} \cdot \text{m}$

KUVA 5.Karhottimien moottoreiden mitoitusta

Karhottimien voimansiirto	
Karhottimen piikin pään etäisyys akselin keskeltä	$d := 145 \text{ mm}$
moottori MS 250 vääntö (20l/min, 140bar)	$M_{vconst} := 477.465 \text{ N}\cdot\text{m}$
moottori MS 250 vääntö (20l/min, 175bar)	$M_{vmax} := 616.725 \text{ N}\cdot\text{m}$
Voima karhottimen piikin päässä (const)	$F_{pconst} := \frac{M_{vconst}}{d} = 3.293 \text{ kN}$
	$F_{pconstkg} := \frac{F_{pconst}}{g} = 335.778 \text{ kg}$
Voima karhottimen piikin päässä (max)	$F_{pmax} := \frac{M_{vmax}}{d} = 4.253 \text{ kN}$
	$F_{pmaxkg} := \frac{F_{pmax}}{g} = 433.713 \text{ kg}$

KUVA 6. Voima karhottimen piikkien päässä

#### 4.2.3 Voimansiirtoakselin määrittäminen

Voimansiirtoakseli tulee mitoittaa siten, että se toimii sulakkeena vikatilanteessa. Tässä tapauksessa voimansiirtoakseli tulee mitoittaa kulmavaihteen mukaan. Käytössä olleen voimansiirtoakselin väännön kesto on 2500 Nm. Voimansiirtoakseli tulee mitoittaa siten, että se alkaa luistaa ennen kulmavaihteen ilmoitettua väännön kestoa, joka on valmistajan mukaan 278 Nm.

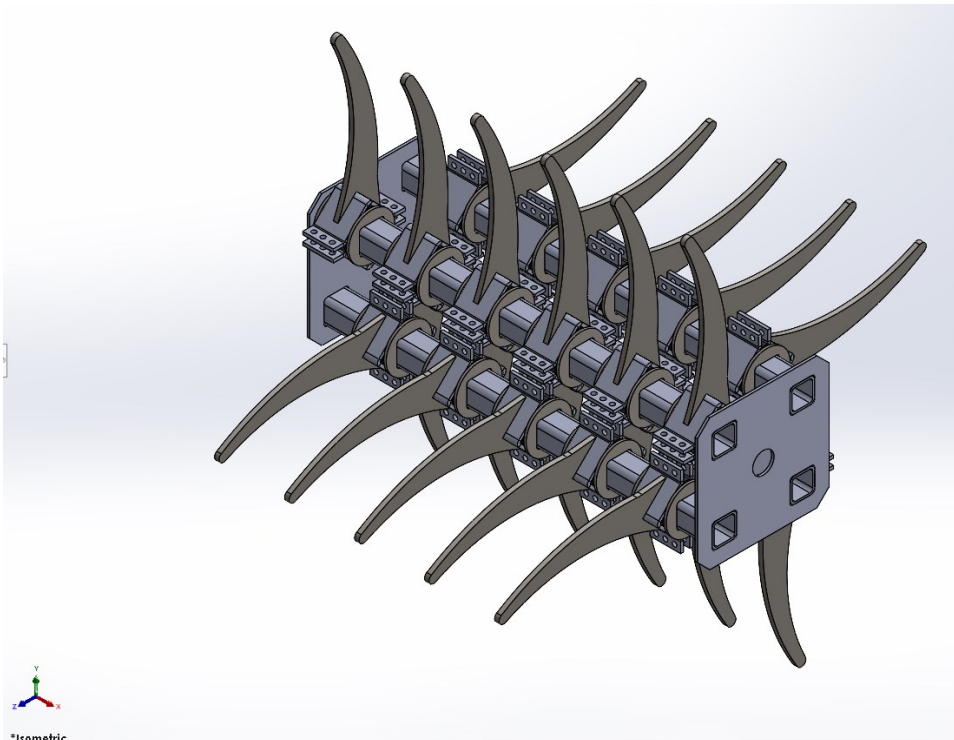
### 4.3 Keräimen uudelleen suunnittelu

Keräimen ongelma on kelan poikkivet, jotka tulevat lähelle seulaa ja näin ollen suuret kivet jäävät poikkiveten ja seulan väliin jumiin. Tämä jumittaa kelan, joka taas aiheuttaa kelaan pyörittävän ketjun katkeamisen ja kelan akselin vääntymisen. (Kuva 7.)



*KUVA 7. Alkuperäinen kela on mutkalla ja siitä puuttuu piikkejä*

Päivitetyn kelan rungon halkaisijaa on pienennetty ja piikit suunniteltu kokonaan uudelleen. (Kuva 8.) Keräimen piikit nostavat kidassa olevat kivet säiliöön minkä aikana ne altistuvat koville iskuille. Käytön aikana piikkien kuormitus on todella kuluttavaa, minkä vuoksi materiaaliksi valikoitui Hardox 450 -kulutusteräs. Piikit pultataan keräimen rungon poikkipalkkeihin. Piikkien ja keräimen välissä on kumit, joiden tehtävänä on vaimentaa piikkeihin kohdistuvien iskujen aiheuttamaa värinää. Iskujen ja värinän vähentämisellä säästetään voimansiirtoa sekä koneen runkoa.



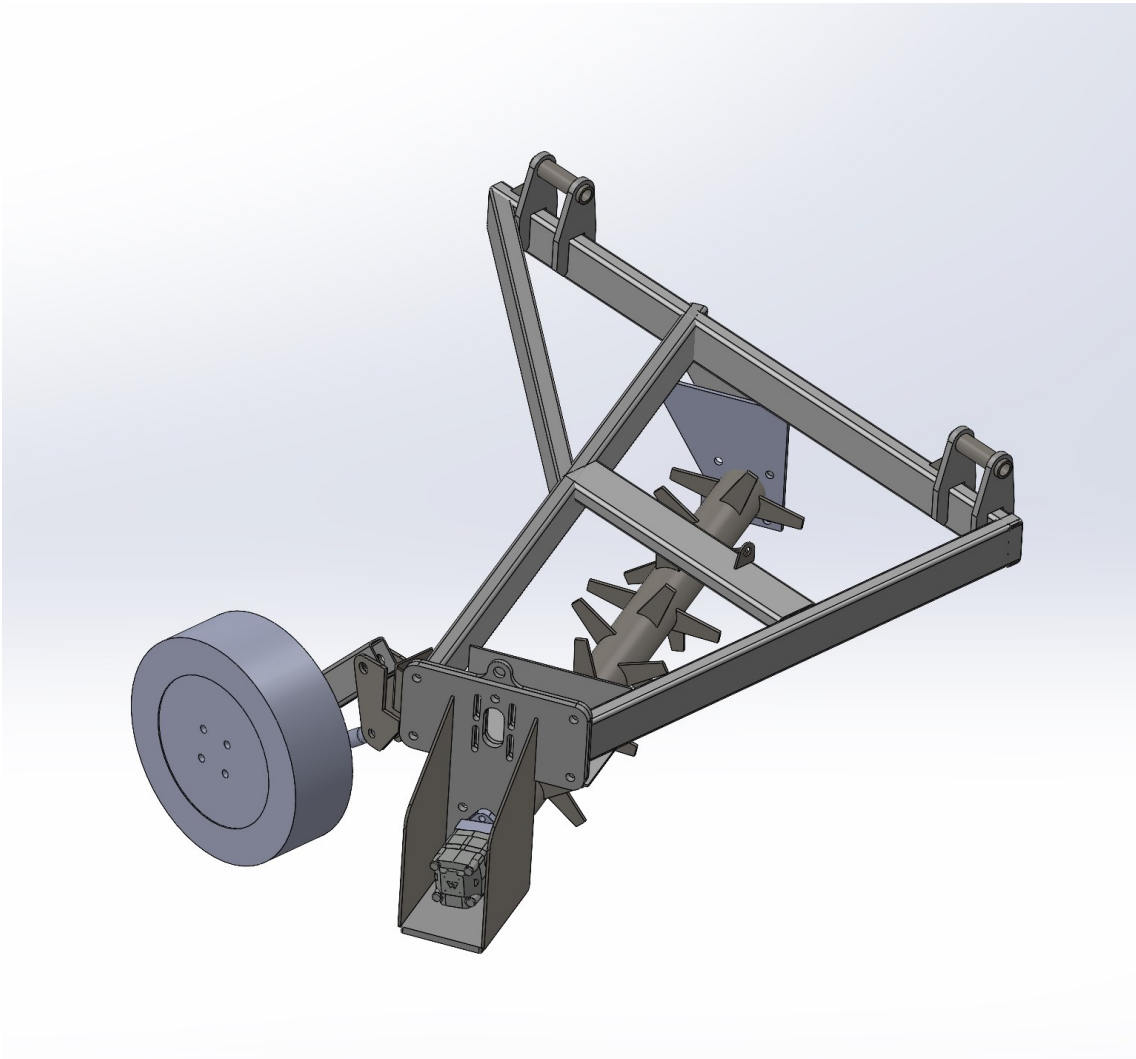
KUVA 8. Uudelleen suunniteltu kela

#### 4.4 Karhottimien suunnittelu

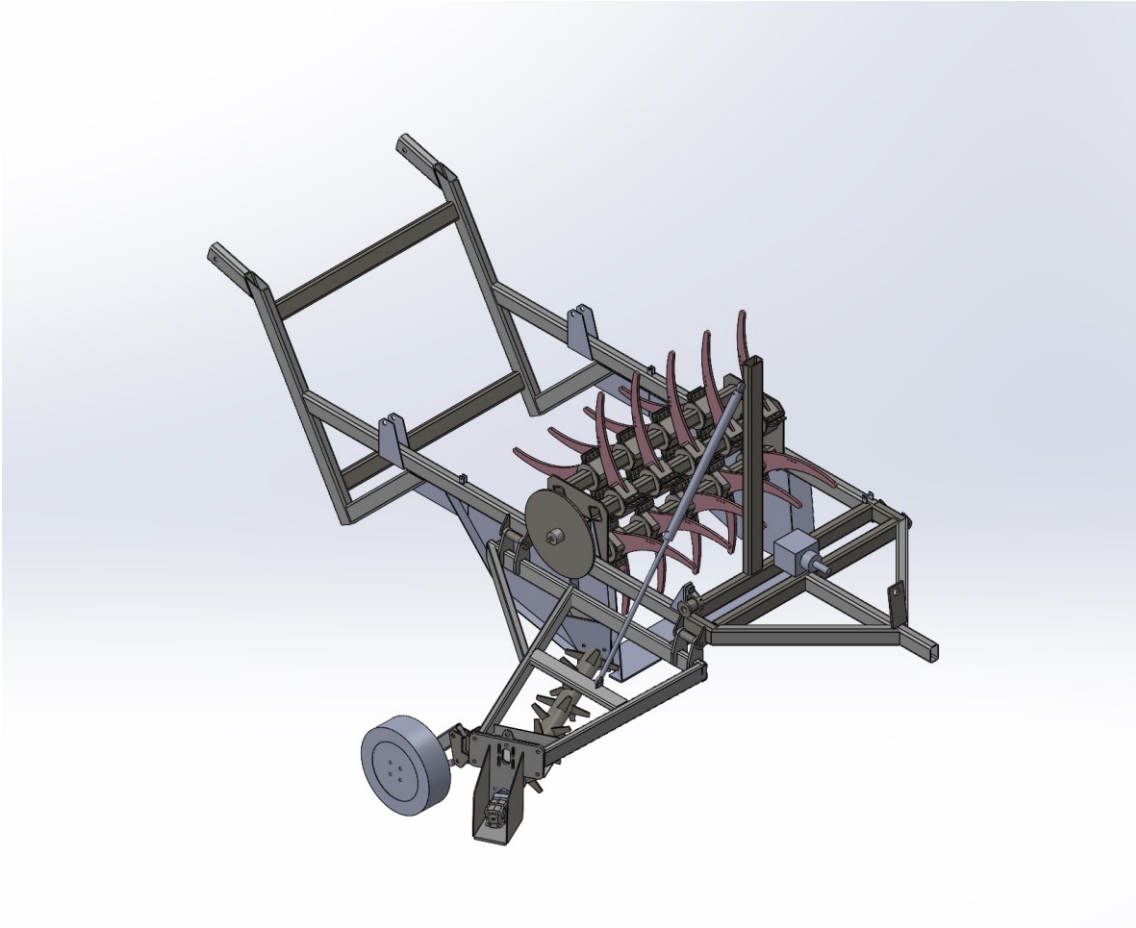
Modernisoinnin kohteena olevassa kivenkeräyskoneessa ei ole karhottimia lainkaan, vaan kivet on karhotettava erillisellä karhottimella ennen keräystä. Tavoitteena on poistaa tämä erillisen karhottimien tarve lisäämällä koneeseen karhottimet. Karhottimien tehtävä on nostaa kivet pintaan, ja ohjata ne keräimeen, joka nostaa kivet seulan kautta säiliöön. Karhottimien lisäyksellä saadaan yksi erillinen työvaihe vähemmäksi ja koneen työleveys kasvaa karhottimien leveyden verran.

Kivenkeräyskoneen leveys on 2,09 metriä ja tielikennelain mukaan traktorin perävaunun suurin sallittu leveys on 2,6 metriä. Koneen leveys saa siis kasvaa 0,51 metriä. Karhottimille tulee tämän vuoksi suunnitella mekanismi, jonka avulla ne saadaan nostettua ylös kuljetusta varten.

Karhottimet tarvitsevat päihin tukipyörät. Tukipyöräksi valikoitui peräkärryn rengas navalla. Rengas kiinnitetään päässä olevaan kiinnikkeeseen, jossa on työntövarrella toteutettu tukipyörän korkeuden säätö. (Kuva 9 ja 10)



*KUVA 9. Ensimmäinen karhotin hahmoteltuna*



*KUVA 10. Karhotin ja uudelleen suunniteltu kela kivenkeräyskoneessa*

## 5 YHTEENVETO

Modernisoinnin päätavoitteina oli kivenkeräyskoneen keräimen kelan uudelleen suunnittelu ja päivitys, sekä karhottimien suunnittelu ja lisäys. Osia ei ole valmistettu, eikä konetta koeajettu päivitetyllä kelalla ja karhottimilla. Näiden toimivuudesta ei ole käytännön kokemusta, mutta teorian tasolla tavoitteisiin päästiin. Karhottimet vaativat nostomekanismin mekaniikan ja hydrauliiikan tarkemman suunnittelun.

## LÄHTEET

Comer industries 2014. Gearboxes. Hakupäivä 2.4.2024. <https://pdf.directindustry.com/pdf/comer-industries/gearboxes-2014/50761-394827.html>

Liikenne- ja viestintävirasto 2018. Tieliikennelaki 729/2018. Hakupäivä 3.6.2025. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2018/729>

Valtion maataloustekniikan tutkimuslaitos 1991. Koetusselostus: Renki – kivipoimuri. Hakupäivä 13.6.2023. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484219/kselostus1301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>