



Kristjan Kütt

Eriotstarbelise O2 kategooria haagise konstrueerimine

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Autotehnika õppekava

Juhendaja: Henri Vennikas

Tallinn 2024

Mina, Kristjan Kütt, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste osas on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja: Henri Vennikas, allkiri.....

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega nr.....
kuupäev

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kristjan Kütt
(*autori nimi*)

sünnikuupäev: 23.08.1989

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Eriotstarbelise O2 kategooria haagise konstrueerimine
(*lõputöö pealkiri*)

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas
(*kuupäev*) (*autori allkiri*)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 HAAGISTE ÜLDISELOOMUSTUS	6
1.1 Haagiste liigitus kategooriatesse täismassi põhjal.....	6
1.2 Haagiste liigitus ehituse ja kasutusotstarbe põhjal	6
1.3 Haagiste jagunemine kasutusotstarbe järgi.....	7
2 ALTERNATIIVID	8
3 OLEMASOLEVATE LAHENDUSTE VÕRDLUS.....	9
3.1 Torsioonvedrustusega telgedega O2 kategooria furgoonhaagis	9
3.2 Torsioonvedrustusega telgedega O2 kategooria platvormhaagis	10
4 PROJEKTERITAVALE HAAGISELE ESIT NÕUDED	11
4.1 Kasutusest tingitud nõuded.....	11
4.1.1 Tingimused istanduses ning taimede paiknemine	12
4.2 Tehnonõuded(nõuded eesmärgina hilisemaks tööks)	13
4.3 Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele.....	13
4.4 NÕUDED ÜKSIKSÕIDUKI KINNITUSEL M, N ja O KATEGOORIA SÕIDUKILE	15
4.4.1 Nõuded raamile ja pealisehitisele.....	15
4.4.2 Nõuded piduriseadmetele	16
4.4.3 Nõuded valgustusseadmetele	17
4.5 Projekteerija esitatavad nõuded	20
4.5.1 Nõuded maastikusuutlikkusele.....	20
4.5.2 Nõuded keskkonnamõjule	21
4.5.3 Tehnoloogilised nõuded	21
5 LAHENDUSED HAAGISELE ESITATAVATE NÕUETE TÄIMISEKS.....	22
5.1 Kesktelghaagis.....	22
5.2 Täishaagis	23
5.2.1 Tõusu- ja lahkumisnurga sõltuvus haagisetüübist.....	23
6 TÄISHAAGISE KONSTRUEERIMINE	25
6.1 Haakeseadme pöördlaager	25
6.2 Täishaagise haakesead	25
6.3 Haagise teljed	26
6.4 Haagise rehvid ja veljed	27
6.5 Haagise raam	28

6.6	Haagise esitelje ja tagatelje abiraam.....	30
6.7	Haagise pealisehitis	31
6.8	Haagise osade pinnakate.....	32
6.9	Pidurisüsteem.....	32
6.10	Valgustusseadmed.....	33
7	TUGEVUSANALÜÜS	34
7.1	Telgede abiraamide analüüs.....	34
7.2	Haagise raami analüüs	36
8	ÜKSIHAAGISE VALMISTAMINE	37
	KOKKUVÕTE.....	39
	SUMMARY	40
	VIIDATUD ALLIKAD	41
	LISADE LOETELU.....	43

SISSEJUHATUS

Antud töö eesmärgiks seadis autor projekteerida dekoratiivpuude transpordiks ja müügiks sobilik O2 kategooria haagis. Seega peab haagis rahuldama nõudmised nii raiutud jõulupuude pealelaadimise, pakendamise, optimaalse transpordi kui ka müügi seisukohast.

Pealelaadimise seisukohast tingitud nõudmised haagisele tulenevad jõulupuude kasvukohast. Dekoratiivpuuks sobilikud jõulupuud kasvatatakse enamjaolt avamaale rajatud jõulupuude istanduses, kust raieküpsed puud sobival ajal kogutakse. Sellises avamaale rajatud istanduses paiknevad istutatud taimed paralleelsetes kõrvutipaiknevates ridades, mille vahel on iga 10 taimerea järel väljaveotee, mis enda olemuselt on ilma katteta pinnastee. Lähtuvalt valitsevatest ilmastikuoludest võib väljaveotee muutuda sademete mõjul raskesti läbitavaks ja ebatasaseks, mistõttu peab haagis olema sobilik rasketes tingimustes liikumiseks, kahjustama pinnast minimaalsel võimalikul määral ning olema veetav M1 või N1 kategooria maastikusuutliku sõidukiga.

Pakendamise seisukohalt peab haagise veoruum vastama transporditavate dekoratiivpuude mõõtmetele ja optimaalsele paigutusele. Müüdavaid dekoratiivpuid transporditakse võrku pakituna või ka pakendamata kujul. Esimesel juhul pakendatakse taimed istanduses vastava abiseadme abil plastikvõrku, müügikohas võrk eemaldatakse ning müügi järgselt pakitakse taim uuesti. Kuna korduva pakendamisega kaasneb täiendav keskkonnamõju ning kannatab kaubanduslik välimus, siis käsitleb autor antud töös dekoratiivpuudetransporti pakendamata kujul.

Müügi seisukohalt peab haagis tagama puudele sellise ligipääsu, et haagise eri osas paiknevale kaubale oleks tagatud ligipääs ilma haagist täielikult tühjaks laadimata. Samuti peab olema tagatud ergonoomiline liikumine haagisesse ja sealt välja ning pakkimiseks kasutatava abiseadme kasutamine.

1 HAAGISTE ÜLDISELOOMUSTUS

Haagised on ilma iseseisva jõuallikata kaupade või inimeste transpordiks ette nähtud sõidukid. Peamiselt liigitatakse haagiseid eri kategooriatesse lähtuvalt nende kasutusotstarbest, konstruktsioonist ja registrimassist.

1.1 Haagiste liigitus kategooriatesse täismassi põhjal

Lähtuvalt enesele seatud lähteülesandest, keskendub töö autor M1 ja N1 kategooria sõidukiga veetava O2 kategooria haagise projekteerimisele. Seadusandlikus mõistes on haagised O kategooria sõidukid, mis jagunevad täismassi alusel järgnevalt [1, p. 3]:

- kuni 750kg täismassiga O1 kategooria haagised;
- 750- 3500kg täismassiga O2 kategooria haagised;
- 3500- 10000kg täismassiga O3 kategooria haagised;
- enam kui 10000kg täismassiga O4 kategooria haagised.

1.2 Haagiste liigitus ehituse ja kasutusotstarbe põhjal

Sõidukid konstrueeritakse nende planeeritavast kasutusotstarbest lähtudes. Seega määrab haagise kasutusotstarve tema olulised omadused nagu mass, pealisehituse mõõtmed ja sildade paigutus. Mass on otseselt tingitud haagise kasutusotstarbest ning sellest, kui suurt massi konstrueeritava haagisega plaanitakse transportida. Seega määrab veetava kauba mass, milliseid haagise sildasid, haakeseadmeid ja haagise raami ning pealisehitise konstrueerimiseks vajalikke materjale tuleb kasutada, et tagada haagise optimaalne konstruktsioon haagise turvaliseks kasutamiseks. Arvesse tuleb võtta piisavat varutegurit, et tagada haagise konstruktsiooni püsimine kogu ekspluatatsiooniperioodi vältel, ilma liigselt kaotamata kandevõimet. Sõltuvalt veetava kauba gabariitidest ja sellest, kui suur osa haagise vertikaalsuunas mõjuvast koormusest kantakse üle vedulike, jagunevad haagised järgnevalt:

- pöörava tiisliga, juhitud täishaagised, mille haakeseadmele mõjub vertikaalsuunas marginaalne koormus;
- veduki või eelikuga vedamiseks mõeldud poolhaagised, mis kannavad vedukile või eelikule üle olulise koormuse;
- haagise raskuskeskme lähedal paiknevate sildadega kesktelghaagis, mis kannab vedukile vertikaalsuunas üle kuni 10% haagise täismassist.

1.3 Haagiste jagunemine kasutusotstarbe järgi

Veetava kauba iseärasustest lähtuvalt konstrueeritakse haagistele vastavad pealisehitised. Pealisehitis peab tagama transporditava kauba optimaalse paiknemise ja koormuse jagunemise haagise alusraamile. Samuti on oluline haagisele veetava kauba peale ja mahalaadimine, mis võib osade haagisetüüpide puhul olla nende eesmärgiks. Pealisehitis peab vajaduse korral tagama veetava kauba kaitsmise atmosfäärinähtuste, takistama veetava kauba lendumist haagisest välja (näiteks puistematerjali veoks mõeldud haagiste korral) ning võimaldama veetava kauba nõuetekohase kinnitamise. Lähtuvalt transporditava kauba iseloomust jagunevad haagised järgnevalt:

- madelhaagis mitmekülgsete kaupade veoks;
- tsisternhaagis vedelike veoks;
- kallurhaagis puistematerjalide veoks;
- raskeveohaagis eritehnika veoks;
- haagisel paikneva külmutusagregaadiga haagis külmutatud kaupade veoks;
- liikuva põrandaga haagis;
- inimeste veoks konstrueeritud haagis;
- erihaagised spetsiifilise vajaduse rahuldamiseks.

2 ALTERNATIIVID

Alternatiivse lahendusena käsitleb autor antud töö raames O2 kategooria haagise ja vedukina kasutatava maastikusuutliku sõiduauto tööülesandeid täita suutvaid sõidukeid või sõidukite kombinatsioone. Erinevate lahenduste võrdlemisel on oluline kõrvutada iga potentsiaalse lahenduse vastavust oluliste omaduste lõikes (Tabel 1).

Tabel 1. Alternatiivsete transpordivahendite võrdlus

	Olemasolevad O2 kategooria haagised	N1 kategooria veoauto	Traktor järelhaagisega
Soetusmaksumus	Madal	Keskmine	Kõrge
Kaubaruumi sobilikkus	Keskmine	Kõrge	Madal
Maastikusuutlikkus	Madal	Madal	Kõrge
Lisanõuded tööjõule	Madal	Madal	Kõrge
Sobilikkus maanteetranspordiks	Keskmine	Kõrge	Madal
Ülalpidamiskulu	Madal	Keskmine	Kõrge

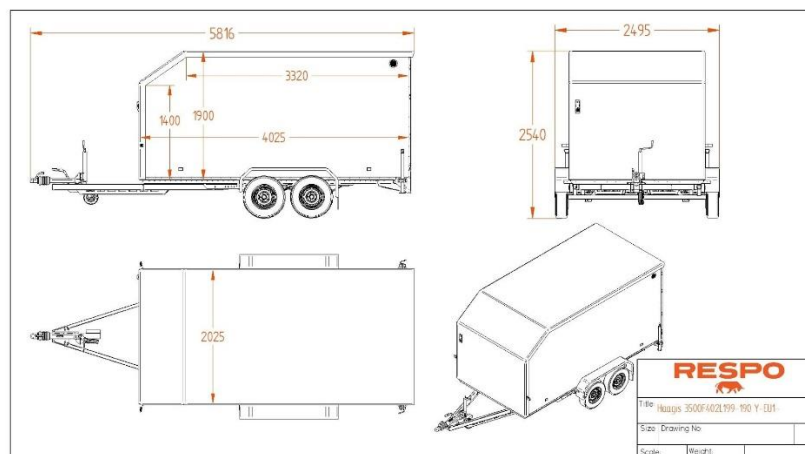
Antud äritegevuse hooajalisust ning mastaapi silmas pidades, peab kasutatav transpordilahendus olema äritegevuse vaates majanduslikult mõistlik. Sellest lähtuvalt võib välistada N1 kategooria veoauto ning järelhaagisega traktori tingituna nenede kõrge soetusmaksumusest. Kui kaubiku veoruum on puude transpordiks ja müügiks võrdlemisi sobilik tänu suletud ruumile, siis traktori järelhaagis ei kaitse transporditavat kaupa ilmastikuoude eest. Samuti muudab haagiste põranda kõrgus selle laadimise füüsiliselt koormavaks. Lisaks eelpoolmainitud puudustele, seab traktori kasutamine täiendavad nõudmised kasutatava tööjõu kvalifikatsioonile, ei sobi maanteetranspordiks oma madala liikumiskiiruse tõttu ning ei sobitu enda gabariitide poolest kõige paremini linnaruumi dekoratiivpuude müügikohas.

3 OLEMASOLEVATE LAHENDUSTE VÕRDLUS

Olemasolevate lahendustena käsitleb autor O1 ja O2 kategooria haagiseid, mis on sobilikud istandusest dekoratiivpuude kogumiseks ning nende edasiseks transpordiks. Osaliselt sobilike, kuid valdavalt kõrgema soetusmaksumusega alternatiivide võrdlus (Tabel 1) tõi välja olulised puudujäägid, mille tõttu pole nende edasine käsitlemine antud töö raames mõistlik. Eelnevast lähtudes, võrdleb siinkohal autor olemasolevate O2 kategooria haagiste erinevaid veermiku ja alusraami lahendusi, mis mõjutavad haagise sobilikkust kasutamiseks rasketes oludes.

3.1 Torsioonvedrustusega telgedega O2 kategooria furgoonhaagis

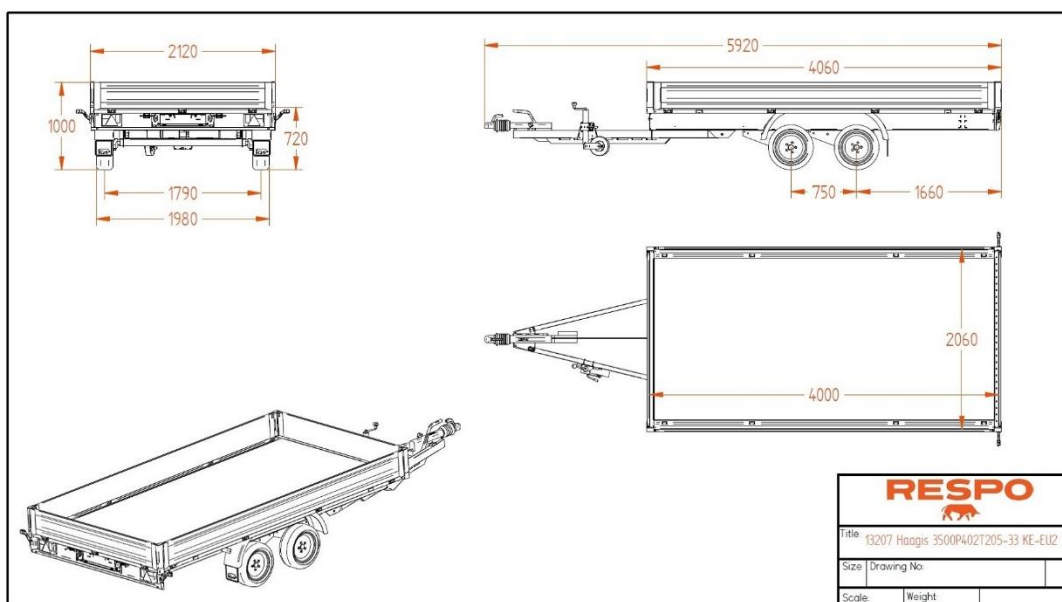
Klassikalise furgoonhaagise (**Error! Reference source not found.**) puhul on tagatud haagise pealisehitise sobivus puude transpordiks, kuna pealisehitis kaitseb transporditavat kaupa ilmastikuolude eest. Samuti on suuremamõõtmelised haagised varustatud küljel paikneva uksega, mis hõlbustab kaubale ligipääsu. Paraku pole selliste haagiste puhul tagatud sobivus maastikul kasutamiseks. Selle tingivad kasutatavad maastikul sõitmiseks ebasobilikud rattad, haagise tagumise ülendi ebapiisav kõrgus maapinnast ning tiisli paiknemine liialt madalal maapinna suhtes. Liigniiske, pehme pinnase korral vajuvad koormatud kaagise rattad maapinda ning haagise tagumise ülendi madalaimaks osaks olev tagapaneel satub maapinnale kriitiliselt lähedale. Lähtuvalt asjaolust, et haagise tiisel on jäigalt haagise külge fikseeritud, muutuvad haagise tiisli ja tagapaneeli kõrgused maapinna suhtes maapinna kõrguse muutusest tingitud veduki ümberpaiknemisel. Seega võib vedukiga ebataasasust ületades haagise madalam osa tungida maasse ning seda kahjustada. Autori kogemusest lähtuvalt on tagapaneeli paiknemine haagise ülendi viimases osas, haagise all maastikul kasutamiseks sobimatu.



Joonis 1. Tootja Respo furgoonhaagis [6]

3.2 Torsioonvedrustusega telgedega O2 kategooria platvormhaagis

Platvormhaagise (Joonis 2) puhul on võimalik valida mudel, mille teljed koos ratastega paiknevad täielikult haagise all, suurendades nii haagise raami ja ülendi kõrgust ning muutes seeläbi haagise kasutamise ebatasasustel hõlpsamaks. Haagise kliirens ei muutu, kuna kasutatakse sarnaste parameetritega rehve, mis maastikul kasutamiseks ei sobi. Samuti on paikneb haagise tiisel maapinna suhtes liialt madalal maastikul kasutamiseks ning haagise pealishitis ei kaitse transporditavaid dekoratiivpuid ilmastikuolude eest.



Joonis 2. Tootja Respo platvormhaagis [7].

4 PROJEKTERITAVALE HAAGISELE ESIT NÕUDED

4.1 Kasutusest tingitud nõuded

Lähtuvalt antud haagise põhieesmärgist, milleks on dekoratiivpuude transport, peab haagisel olema antud eesmärgiks sobilik pealisehitis, mis tagab transporditava kauba optimaalse ladustamise haagisesse. Seega peavad olema selle pealisehitise mõõtmed piisavad, et sellesse mahuks raiutud dekoratiivpuud. Kuna kliendid eelistavad enda vajadustest lähtuvalt erineva suurusega puid, siis varieerub müügiks raiutava taime võrgus 1500...2500mm ulatuses. Viimasest lähtuvalt teame, et müüdava taime keskmine kõrgus on 2000mm. Lisaks sellele tuleb arvesse võtta ka asjaolu, et mistahes liiki dekoratiivpuu 2 viimase aasta ladvakasv on piisavalt elastne ning transpordi käigus paindudes üldiselt ei murdu. Nende asjaolude tõttu pole üleliia kõrge pealisehitise konstrueerimine otstarbekas.

Lisaks transporditava kauba mahutamisele, peab pealisehitis suutma kaupa kaitsta transpordi käigus esinevate ilmastikuolude eest. Eelnevalt märgistatud puude raiumine istanduses leiab aset detsembri vältel, mistõttu on ülimalt tõenäoline, et esineb erineval kujul sademeid, mis muudavad puud märjaks ja lumiseks. Korjamise käigus puud puhastatakse käsitsi lumest ja laetakse haagisele, mille katus ja küljed peavad olema suletud, välistamaks lisanduvate sademete sattumise dekoratiivpuudele. Samuti peab pealisehitis takistama ka haagist vedava sõiduki ning teiste liikluses osalevate sõidukite rataste alt lenduva lume, lörtsi või pori lendumise puudele. Lahtisel haagisel transporditud puude võra kattub määrduvad lume ja lörtsiga ning jäätub, rikkudes kaubandusliku välimuse jäädavalt.

Haagise pealisehitise avad peavad võimaldama ka puude hõlpsa ja turvalise laadimise haagisesse ning hiljem haagiselt maha. Seega peavad haagise pealisehitise avad olema avatavad selliselt, et see ei takistaks kauba laadimist lühikeste peatustega sõitmist istanduses ning kauba mahalaadimisel. Samuti peab haagis olema vähemalt osaliselt küljelt avatav, tagamaks erinevate omadustega puudele ligipääsu käru eri osades, ilma selleks haagist täielikult tühjaks laadimata. Haagise avad peavad olema lihtsalt sulgetavad ja põrand peab olema kaetud materjaliga, mis ei muutu vee ja lume toimetel libedaks.

Haagise raam, veermik ja sildade paigutus peab tagama selle kasutatavuse maastikul. Kuna avamaal paikneva istanduse näol on tegu ebatasase põllumaaga, siis peab vedrustus ja selle erinevate osade paigutus maapinna suhtes olema selline, mis võimaldab ilma takistusteta maastikul sõitu. Autori kogemusest lähtuvalt on tavapäraste maanteel kasutamiseks sobilike haagiste tagumise eendi kõrgus maapinna suhtes liialt madal ning haagise tagapaneeli paiknemine haagise raami all ebasobilik.

Ebatasasel ja sageli niiskel või lumisel pinnasel vajuva maastikul kasutamiseks ebasobilikud rattad läbi pinnase ning ebapiisavast kliirentsist tingituna, liiguv haagise tagapaneel ja raam vastu maapinda. Sellest lähtuvalt peab konstrueeritava haagise kliirens ja kasutatavad rehvid olema optimaalsed, tagamaks haagise sobivuse maastikusõiduks, säilitades sealjuures optimaalse haagise põranda kõrguse kauba laadimiseks.

4.1.1 Tingimused istanduses ning taimede paiknemine

Kasutusest tingitud nõuded haagisele, mis välistavad tavapäraste transpordivahendite kasutamise, tulenevad enamuses dekoratiivpuude istanduses valitsevatest tingimustest. Puud paiknevad istanduses sirgetes, tavaliselt 10 reast koosnevates gruppides. Selliste gruppide vahele on taimede istutamise käigus jäetud vaba ruum väljaveoteedeks (Foto 1), mis kujutavad endast rohttaimestikuga kaetud põllumaad. Sellise pinnastee kvaliteet oleneb ümbritseva pinnase reljeefist ja pinnase koostisest. Kui maapinna reljeef on ühtlane ning pinnase koostis liivane, siis on selline väljaveotee hästi läbitav aastaringselt. Seevastu ebaühtlase reljeefiga või liigniiske pinnasega teelõikude läbimine võib osutuda problemaatiliseks aastaringselt. Samuti mõjutavad veotee läbitavust ka ööpäeva keskmine temperatuur ning erinevad ilmastikunähtused, mis võivad muuta läbimatuks ka heal pinnasel paikneva teeosa.



Foto 1. Lumega kaetud väljaveotee

4.2 Tehnonõuded(nõuded eesmärgina hilisemaks tööks)

Konstrueeritava haagis peab olema kooskõlas Eesti Vabariigi kehtiva seadusandlusega. Haagistele kehtivad tehnonõuded on kehtestatud liiklusseaduse § 63 lõigete 3 ja 6, § 73 lõike 11, § 80 lõike 3 ning § 83 lõike 5 alusel määruses nr 42 „Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele“ lisa 1 [1]. Kuna autori eesmärgiks pole antud haagise seeriatootmine, siis on konstrueerimisel lähtutud asjaolust, et haagis toodetakse üksikkorras ning selle kinnituse nõuded ja kord on välja toodud Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi määruse nr 37 [2] lisa 3 [3].

4.3 Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele

Lähtuvalt kasutusotstarbest, on haagise üheks olulisemaks omaduseks tema mõõtmed ja mass, mis on määravad haagise kasutusotstarbe. Vastavalt koodile 1102 on haagise suurim pikkus 12000mm ning haagise ja veduki koostu pikkus ei tohi ületada 18750mm [1, p. 110]. Laius vastavalt koodile 1103 2550mm [1, p. 112] ning kõrgus vastavalt koodile 1104 4000mm [1, p. 112]. Oluline on silmas pidada, et haagise pikkuse mõõtmine toimub haakeseadme ava vertikaalteljest kuni haagise tagumise servani koos ja ilma rõhtasendis tiislaga. Inertspiduritega varustatud O2 kategooria haagise suurim lubatud registrimass on 3500kg. Haagise pöörderaadius on määratud koodis 1105, vastavalt millele peab olema võimalik läbida sõdukiga ringteed, mille välisraadius on 12500mm ja siseraadius 5300mm. Sõiduki vastavust antud puntile kontrollitakse katsesõiduga [1, p. 113].

O2 kategooria haagisel peavad olema pideva toimega, poolpideva toimega või inertspidurid. Lisa 1 sätestab, et haagise pidurid peavad toimima haagise kõikidele telgedele ja pidurdusjõud peab jagunema sümmeetriliselt haagise telgede ning ka haagise pikitelje suhtes. Haagise pidurisüsteem peab toimima läbi pidurisüsteemi hõõrdpindade ning tagatud peab olema selle süsteemi kulumise kompenseerimine automaatselt pidurite töö käigus või käsitsi. Samuti peab olema O2 kategooria haagis varustatud väljast lülitatava seisupiduriga, mis 1500kg ja suurema massiga haagise puhul peab haagise mittesoovitud eraldumise korral automaatselt rakenduma. Täpsed nõuded haagise piduritele on toodud koodi 402 nõudes 14 [1, p. 38].

Haagise rehvid peavad vastama E- reegline nr 30 ning ajavahemikul 1. detsembrist kuni 1. märtsini on kohustuslik O2 kategooria haagisel kasutada E- reegli nr 117 vastava tähistusega talverehve [1, p. 48]. Samuti peavad nii vedukil kui ka haagisel olema kasutusel sama tüüpi rehvid: kui vedukil kasutatakse naastatud rehve, siis peavad olema ka haagisel naastatud rehvid [1, p. 55].

Haagise valmistamiseks kasutatavad keevisliited, poltühendused ja neetliited peavad olema kvaliteetsed ning ei tohi omada defekte [1, p. 79]. Veoseruumi põhja ja külgede materjal peab olema terve ning kinnitamiseks kasutatavad lukustid peavad olema töökorras [1, p. 86]. Teepinnast kuni 2000mm kõrgusel asuvad osad ei tohi paikneda haagise veokasti küljest väljaspool kui 50mm [1, p. 87]. Koorma kinnitamiseks ettenähtud aasad peavad paiknema haagise põranda mõlemal küljel kesktelje suhtes sümmeetrilise paigutusega, paiknedes haagise esi- ja tagaservast maksimaalselt 250mm kaugusel. Kinnitusaasade omavaheline kaugus ei tohi ületada 1200mm ning aasasid peab olema minimaalselt 6. Furgooniga varustatud haagise seintel paiknevad kinnitusaasad võivad paikneda haagise põrandast maksimaalselt 1000mm kõrgusel ning omavaheline suurim lubatud vahekaugus on 600mm. Lähtuvalt furfoonhaagiste laiast kasutusvaldkonnast, ei pea furgooni seintel paiknevad kinnitusaasad paiknema haagise telje suhtes sümmeetriliselt. Haagise põrandal paiknevad koormakinnitusaasad peavad taluma 5 kN koormust ning furgooni seinale kinnitatud aasad 2,5 kN koormust. Kui kinnitile mõjuva jõu suuna erinevus on väiksem või võrdne 30°, siis peavad põrandal paiknevad aasad taluma 10kN ja seintel paiknevad aasad 5 kN suurust koormust. [1, p. 87] Laialdaselt kasutatakse furgooni seintel koormakinnitussiine.

Haagise haakesead peab vastama E- reeglile nr 55 [1, p. 79]. O2 kategooria haagiste enamlevinum haakesead on kuulpoldiga haakesead, mille haagise veopea on iseenesliku lahtiühendumise korral isepidurduva mehhanismiga, Sellise konstruktsiooni korral on haagise veopea ühendatud vedukile kinnitatava haakeseadme külge trossi või keti läbi selliselt, et avariiolukorras rakendub haagise seisupidur.

Mootorsõiduki haagise valgustusseadmete lülitamine peab olema võimalik seda vedava sõiduki juhtseadmete abil [1, p. 8]. O2 kategooria haagise valgustusseadmete ühendus peab olema teostatud kasutades 13 jalaga pistikud ning vastama MKM määruse 41 lisas 1 toodud nõuetele. Samuti peab pistiku ümber olema 55mm ulatuses vaba ruumi, hõlbustamaks pistiku kinni- ja lahtiühendamist. Lahtiühendatud pistiku tarbeks peab olema haagise veopea läheduses kinnitus, kuhu lahtiühendatud pistik paigaldada, vältimaks selle purunemine mahakukkumise tõttu. Pistiku ühendusskeem on standartne ning peab vastama (Tabel 2) toodule. [1, pp. 83-84]

Tabel 2. 13 jalaga standardse pistiku ühendusskeem

Pistiku jala nr	Vooluring	Kaabli ristlõige mm²
1	Vasak suunatuli	1,5
2	Udutuli	1,5
3	Kereühendus jalgade 1...8 vooluringile	2,5
4	Parem suunatuli	1,5
5	Parem tagaääre- ja tagumise registreerimismärgituli	1,5
6	Pidurituli	1,5
7	Vasak tagaääre- ja tagumise registreerimismärgituli	1,5
8	Tagurdustuli	1,5
9	Aku vooluring (toitevool)	2,5
10	Süütevool	2,5
11	Kereühendus jala 10 vooluringile	2,5
12	Veduki armatuurilaua signaallambi vooluring, mis signaliseerib haagise haakeseadme ühendatuse (peab olema sillatud jalaga 3)	1,5
13	Kereühendus jala 9 vooluringile	2,5

4.4 NÕUDED ÜKSIKSÕIDUKI KINNITUSEL M, N ja O KATEGOORIA SÕIDUKILE

Vastavalt määrusele nr 37 lisale 3 [3] on sätestatud üksiksõiduki kinnitusel kasutatavad tingimused määruse nr 42 lisast 1 [1].

4.4.1 Nõuded raamile ja pealisehitisele

Vastavalt koodi 627 punktidele 2 ja 3 peab haagise tagaosas paiknema allasõidutõke, mille alaserv koormamata haagise korral ei tohi pakneda maapinnast kõrgemal kui 550mm. Erandina ei kohaldata

nõuet haagistele, mille tagaosa alaserv ei paikne maapinnast üle 550mm kõrgusel või allasõidutõke pärsiks haagise kasutamist [1, pp. 72-73].

Haagise registreerimismärk peab paiknema haagise taga, vastavalt direktiivi 70/222/EMÜ nõuetele. Erandina võib see paikneda üksisõidukina valmistatud haagisel pikiteljest paremal pool, kui tegu on tootja esialgse paigalduskohaga [1, p. 1].

O2 kategooria haagis peab olema varustatud porikaitsmetega, mis kaitsevad kaasliiklejaid teelt ülespaiskuva lenduva materjali eest. Porikaitsme tagumine serv võib paikneda maksimaalselt 150mm kõrgusel haagise ratast läbivast horisontaalsest teljest. Porikaitsme laius peab ratta pöörlemistelje pikitasapinnal olema vähemalt võrdne ratta laiusega. [1, p. 74]

4.4.2 Nõuded piduriseadmetele

Lisa 1 sätestab, et sõiduki juhtimisseadmed peavad vastama E-reegli nr 79 või direktiivi 70/311/EMÜ nõuetele, olema tehniliselt korras ning liikuma sujuvalt [1, p. 32]. Käesoleva sõiduki mõistes liigitub juhtimisseadmete alla haagise haakeseadete sellesse integreeritud pidurite juhtseadmega. Alates 1. jaanuarist 1994 toodetud O2 kategooria haagise piduriseadmed peavad vastama E-reeglile nr 13. Pidurisüsteemi töö peab olema tagatud läbi pidurisüsteemi hõõrpindade kokkupuute ning pidurikatete kulumisest tingitav vajadus ajami reguleerimise järele peab olema tagatud automaatselt või käsitsi. Alates 1. oktoobrist 1999. a toodetud pidurisüsteemide katted ei tohi sisaldada asbesti [1, p. 31]. Alates 1. aprillist 2001. a esmaselt registreeritud sõiduki varuosana müüdavad piduriklotsid või eraldi müüdavad katted ei tohi sisaldada asbesti [1, p. 42]. Piduriseade peab töötama piisava efektiivsusega ja peab võimaldama reguleeritava pidurdamise ning tagama piisava efektiivsusega pidurdamise sõltumata tee profiilist, kiirusest või koormusest. Pidurdusjõud peab jagunema haagise sümmeetriliselt nii haagise sildade kui ka sama telje parema ja vasaku külje vahel. O2 kategooria haagisel pidurid võivad olla kas pideva toimega, poolpideva toimega või inertspidurid, kuid peavad mõjuma haagise kõigile ratastele. O2 kategooria poolhaagisel on inertspidurite kasutamine keelatud. O2 kategooria haagis peab olema varustatud haagise seisupiduriga, mida saab lülitada väljast. Samuti peab olema tagatud haagise pidurite rakendumine pidurisüsteemi rikke korral ning haagise tahtmatu eraldumise korral vedukist [1, pp. 37-38]. O2 kategooria haagise seisupidur peab hoidma täismassiga haagist 18% kaldega kõvakattega teel [4, p. 41]. Rikke- ja seisupidur peab toimima haagise mõlemal küljel paikneval ratastel. Rikkepidur peab rakenduma sujuvalt, tagamaks haagise ühtlase aeglustuse. Efektiivsus ei tohi parema ja vasaku külje vahel ületada 70% [4, p. 41].

Haagistel on lubatud kasutada ka elektrilisi pidurisüsteeme, mille korral sõsteemi pinge on 12 V ning voolutugevus ei tohi ületada 15 A. Sellises süsteemis võib haagisel paikneda lisaaku, kuid tagatud peab olema pinge reguleerimine haagisel. Samuti peab veduki armatuurilaua olema märgutuli, mis süttib igal piduripedaali vajtusel [1, p. 39].

Üldiste nõuetena on sätestatud, et haagise pidurisüsteemi kõik osad peavad olema töökorras ja vastama tootja poolt ettenähtule. Intertspiduriseade ei tohi lekkida ning selle koostu juurde kuuluva seisupiduri lülitushoova lukustus peab toimima. Piduritrossid peavad liikuma vabalt, pidurimehhanismi hoovad peavad olema reguleeritud vastavalt tootja nõuetele tagamaks ettenähtud töökäik. Piduriklotside katted, piduritrumlid või pidurikettad peavad olema pragudeta [1, p. 42].

Erinevalt teistest sõidukitest, pole üksikkorras valmistatud või üksiksõiduki kinnitusega sõidukil vajalik andmesilt [1, p. 58].

4.4.3 Nõuded valgustusseadmetele

Alates 1. jaanuarist 1998. a esmaregistreeritud haagistel peab taga olema üks või kaks E-reegli nr 38 või direktiivi 77/538/EMÜ nõuetele vastavat tagumist udutulelaternat ja nende paigaldus peab vastama E-reegli nr 48 või direktiivi 76/756/EMÜ nõuetele. Tagumisele udutulelaternale peab olema kantud tähis F või F1 või F2, tule poolt tekitatav valgusvihk peab olema punase värvusega ning sisselülitus peab olema võimalik üksnes sisselülitatud veduki eesmistele udu-, lähi või kaugtulede korral. Tagumine udutuli peab paiknema teepinnast vähemalt 250mm kõrgusel, kuid ei tohi ületada 900mm. Udutulelatern peab paiknema piduritulelaternast vähemalt 100mm kaugusel ning ühe tagumise udutule laterna kasutamise korral peab see paiknema haagise pikiteljest vasakul, haagise tagapinnal [1, p. 15]. O2 kategooria haagise tagapinnal peab olema 2 S1 või S2 kategooria piduritulelaternat. Lisaks võib paigaldada täiendavad 2 S1 või S2 kategooria laternat. Haagise piduritulelaternate valgusavade siseservade vahekaugus peab olema vähemalt 600mm, kõrgus teepinnast vähemalt 250mm, kuid mitte enam kui 1500mm. Alates 1. jaanuarist 1998. a esmaregistreeritud O kategooria sõiduki piduritulelatern peab vastama E-reegli nr 7 või direktiivi 76/758/EMÜ nõuetele ja selle paigaldus peab vastama E-reegli nr 48 või direktiivi 76/756/EMÜ nõuetele. Piduritulel peab olema S1, S2, S3 või S4 tähis [1, p. 17]. Alates 10. oktoobrist 2011. a esmaregistreeritud O2 kategooria haagisel on AR tähisega valge valgusvihuga tagurdustulelatern kohustuslik ja see peab vastama E-reegli nr 23 või direktiivi 77/539/EMÜ nõuetele ning selle paigaldus peab vastama E-reegli nr 48 või direktiivi 76/756/EMÜ nõuetele [1, pp. 17-18]. Alla 6000mm kogupikkusega O2 kategooria haagisele võib paigaldada 1 või 2 tagurdustulelaternat, üle

6000mm kogupikkusega antud kategooria haagisele võib paigaldada 2 või 4 tagurdustulelaternat. Lisalaternad on lubatud paigaldada ka haagise külgedele. Sellist paigaldatud laternad peavad lülituma käsitsi ning võivad põleda ka edaspidi liikudes kiiruseni 10 km/h, kuid peavad kiiruse kasvades automaatselt kustuma. Alates 1. jaanuarist 1998. a esmaregistreeritud O kategooria sõiduki tagumise registreerimismärgitule latern peab vastama E-reegli nr 4 või direktiivi 76/760/EMÜ nõuetele ja selle paigaldus E-reegli nr 48 või direktiivi 76/756/EMÜ nõuetele. Kasutusel peab olema vähemalt üks valge vihuga ning L tähisega latern, mis tagab pimedal ajal registreerimismärgi loetavuse 25m kauguselt [1, pp. 18-19]. O2 kategooria haagisele laiusel üle 1600mm peab paigaldama 2 alumist eesmist ääretulelaternat teepinnast 250- 1500mm kõrgusele. Laternate valgusavade vahekaugus peab olema vähemalt 600mm ning kaugus haagise külgservast ei tohi ületada 150mm. Kui haagise laius ületab 2100mm, siis on kohustuslik paigaldada 2 eesmist ülemist ääretulelaternat. Laternate kaugus külgservast ei tohi ületada 400mm ja kõrgus teepinnast peab olema võimalikult suur, võttes arvesse haagise kere gabariite ning paiknema eesmisest alumisest ääretulelaternast vähemalt 200mm kaugusel. O2 kategooria haagisel peab olema 2 tagumist alumist ääretulelaternat. Enam kui 2100mm laiusel haagisele peab paigaldama ja üle 1800mm laiusel haagisele võib paigaldada kaks tagant nähtavat ülemist tagumist ääretulelaternat. Alumiste ääretulelaternate vahekaugus peab olema vähemalt 600mm, kõrgus teepinnast 250-1500mm ning valgusava välisserva kaugus haagise külgservast ei tohi ületada 400mm. Tagumine ülemine ääretulelatern peab paiknema võimalikult suurel kõrgusel maapinnast, kuid haagise külgservast mitte kaugemal kui 400mm. Ülemise ja alumise tagumise ääretulevalgusavade servade horisontaalsuunaliste vertikaalsuunalisel tasapinnal paiknevate projektsioonide vahekaugus peab olema vähemalt 200mm. Kõikide tagumiste ääretulede valgusvihk peab olema punase värvusega. [1, p. 21] 6000mm ja enama pikkusega haagisele peab paigaldama merevaigu kollase valgusvihuga küljeääretule laternad. Laternad peavad paiknema haagise mõlemal küljel, teepinnast 250- 1500mm kõrgusel. Esimene latern peab paiknema haagise pikkuse keskmisel kolmandikul selliselt, et kaugus haagise esimesest punktist ei tohi ületada 3000mm ning laternate omavaheline kaugus ei tohi ületada 3000mm. Kõige tagumine küljeääretule latern ei tohi paikneda haagise tagaosast enam kui 1000mm kaugusel ning laternate omavahelist kaugust võib suurendada 4000mm-ni, kui pealisehitis ei võimalda tavapäraselt paigaldust. Haagiste puhul on siinkohal oluline, et pikkusmõõtme hulka arvatakse kahaagise tiisel. [1, p. 22] O kategooria sõidukile peab paigaldama 2 tagumist suunatule laternat, O2 kategooria haagisele võib paigaldada 2 tagumist lisanduvat suunatule laternat ning 9000mm või enam pikkusega O2 kategooria haagisele võib paigaldada maksimaalselt 3 külgmist suunatulelaternat. Kohustuslik suunatulelatern peab paiknema 250- 1500mm kõrgusel teepinnast, valgusavade omavaheline kaugus peab olema vähemalt 600mm ning kaugus haagise külgservast ei tohi ületada 400 mm. Lisalatern peab paiknema

kohustulikust laternast 600mm kõrgemal. Juhul, kui paigaldatud on ka külgmised suunatud, peab esimene latern paiknema haagise esiservast maksimaalselt 1800mm kaugusel ning laternate valgusavade omavaheline maksimaalne kaugus on samuti 1800mm. Antud mõõdet tohib suurendada 2500mm-ni juhul, kui ilma selleta pole tagatud E-reeglis nr 48 kirjeldatud nähtavusnurgad. Alates 1. jaanuarist 1998. a esmaregistreeritud O kategooria sõiduki suunatulelatern peab vastama E-reegli nr 6 või direktiivi 76/759/EMÜ nõuetele ja selle paigaldus peab vastama E-reegli nr 48 või direktiivi 76/756/EMÜ nõuetele. Suunatule laterna valgusvihk peab olema merevaigukollase värvusega, tagumisel suunatulelaternal peab olema tähis 2a või 2b ning külgmisel suunatulelaternal 5 või 6. [1, p. 24] Haagise esiosale peab paigaldama 2 mittekolmnurkset helkurit ja külgedele sellise arvu mittekolmnurkseid helkureid, et tagatud oleks pikisuunalisuse asetuse nõuded. Tagaosas peab paiknema 2 kolmnurkset helkurit. Tagumiste helkurite kaugus külgservast ei tohi ületada 400mm, esimeste helkurite korral 150mm. Kõik helkrid peavad paiknema 250- 900mm kõrgusel teepinnast. Külgmised helkurid peavad paiknema selliselt, et esimene helkur ei paikneks haagise esiosast kaugemal kui 3000mm ning viimane helkur haagise tagaosast enam kui 1000mm kaugusel. Helkurite välisservade vahekaugus ei tohi ületada 3000mm. Pealisehitise iseärasuste tõttu võib vahekaugust pikendada 4000mm-ni. Esiküljel paiknevad helkurid peavad olema valge värvusega, külgmised merevaigukollased ning tagumised punased. Mittekolmnurkne helkur peab mahtuma 200mm läbimõõduga ringi ning ei tohi kujult meenutada tähti, numbreid ega kolnurka. Helkuril peab olema IA või IB või IVA tähis. Kolnurkne helkur peab olema võrdkülgne kolmnurk küljepikkusega 150-200mm ning sellel peab olema tähis IIIA või IIIB. [1, pp. 27-29]

4.5 Projekterija esitatavad nõuded

Töö autor seadis eesmärgiks konstrueerida dekoratiivpuude avamaalt kogumiseks ning puude transpordiks sobiliku haagise loomise. Seega seavad kasutusest tulenevad nõuded ka piirid võimalikele tehnoloogilistele lahendustele. Järgnevas (Tabel 3) on loetletud olulised omadused, millele projekteeritav haagis vastama peab.

Tabel 3. Projekteeritavale haagisele esitatavad nõuded

Olemasoleva haagise puudus	Lahendus
Tagaülendi kõrgus maapinnast ebapiisav	Projekteerida haagis selliselt, et tagapaneel paikneb koormamata haagise korral 550mm kõrgusel maapinnast
Madal kliirens	Kasutada suurema diameetriga rattaid
Haakeseadme kõrgus maapinnast	Võtta kasutusele muutuva kõrgusega tiisel
Veduki vertikaalsuunalise liikumise ülekandumine haagisele läbi fikseeritud tiisli	Võtta kasutusele muutuva kõrgusega tiisel
Tagaülendi vertikaalsuunaline liikumine veduki liikumisel üle ebatasasuste	Võtta kasutusele liikuv tiisel, paigutada tagumine telg haagise tagapinna lähedale
Haagise rattad vajuvad katteta teel pinnasesse ja kahjustavad pinnasteed	Paigaldada haagisele optimaalsed rehvid
Vajadus avada haagist osaliselt	Kasutada haagise pealisehitise terasraamile kinnitatavat koormakatet

4.5.1 Nõuded maastikusuutlikkusele

Maastikusuutlikkuse seisukohast seab autor eesmärgiks konstrueerida sellise raami ja telgede paigutusega haagise, mille tõusu-, lahkumis- ning ülesõidunurk on antud kategooria haagiste osas maksimaalselt realiseeritav kasutades telgede ning teiste haagise koostu oluliste osadena ostutooteid. Samuti peavad haagisel kasutatavad rattad tagama optimaalse kasutatavuse maastikutingimustes.

4.5.2 Nõuded keskkonnamõjule

Keskkonnamõjude seisukohast peab haagis tagama minimaalse mõju nii otseses kui ka kaudses mõistes. Haagise kasutamisega kaasnev otsene keskkonnamõju peab olema minimaalne: haagis peab kahjustama seda ümbritsevat keskkonda vähimal võimalikul määral. Vältides haagise kasutamisega kaasnevad üleliigset mõju pinnasele, on madalam dekoratiivpuude kogumisega kaasnev mõju ümbritsevale. Samuti peab olema haagis konstrueeritud sellisel viisil, et oleks tagatud tema võimalikult pikk kasutusperiood ning madalad hoolduskulud. Kasutatav pinnakate peab tagama haagise raami korrosioonikaitse ning olema võimalikult hooldusvaba.

4.5.3 Tehnoloogilised nõuded

Kuna tegu on spetsiifiliste omadustega, küllaltki kõrge omahinnaga eriotstarbelise haagisega, millel laiem kasutajaskond autori hinnangul puudub, siis peab haagis olema üksiksõidukina valmistatav kasutades selleks lisaks valmis ostukomponentidele valmis erinevate ristlõigetega terasprofiile, mida on võimalik haagise koostamisel võimalik lihtsamate käsitööriistadega töödelda. Selle all peab autor silmas seda, et hoida allhanketeenusena sisseostetavate tootmisprotsesside osakaal võimalikult madalal.

5 LAHENDUSED HAAGISELE ESITATAVATE NÕUETE TÄIMISEKS

Töö eelnevas osas käsitles autor projekteeritavale haagisele esitatavaid nõudeid, mis lahendaksid hetkel turustatavate haagiste puudused. Toome siinkohal esmalt välja 2 võimalikku haagisetüüpi ning kõrvutame nende erinevaid omadusi.

5.1 Kesktelhaagis

Enimlevinud haagisetüüp M1 ja N1 kategooria autoga kasutamiseks on kesktelhaagise (Foto 2) tüüpi haagis. Sellise lahenduse korral paiknevad haagise telg või teljed selle haagise pikiteljega risti, pealisehitise keskpunkti lähedal. Nii tagatakse asjaolu, et lähi haagise haakeseadme kantakse vedukile üle minimaalne vertikaalsuunaline koormus. Kesktelhaagise tüübi kasuks räägib tema konstruktsiooni lihtsus, kuna puudub vajadus täishaagiste puhul kasutatava pöörava telje vaheraami, pöördlaagri ning liikuva tiisli järele. Samuti soosib antud haagisetüübi valikut ka kasutajamugavus manööverdamisel.



Foto 2. Tootja Respo 3500kg täismassiga kesktelhaagis [8]

5.2 Täishaagis

Võrrelduna tavapärase kesktelghaagisega, on O2 kategooria täishaagised (Foto 3) oluliselt vähem levinud. Sellise haagisetüübi puhul paikneb haagise tagumine telg või teljed haagise raami tagaosas pikitelje suhtes fikseeritult, kuid esitelg koos tiisliga on haagise suhtes vertikaalsuunas pööratav. Esitelje liikuvustagatakse haakeseadme pöördlaagri ja vaheraami kasutamisega. Sellise haagisetüübi korral on tiisel haagise külge kinnitatud liikuvalt ning vertikaalsuunalist koormust vedukile üle ei kanna. Viimasest lähtuvalt on võimalik paigutada täishaagise telgesid haagise raami suhtes selliselt, et haagise tõusu- ja lahkumisnurk võrrelduna samade raami parameetritega kesktelghaagisega on oluliselt suuremad. Samuti pole täishaagise korral vajalik vedukist lahtiühendatud olekus tugijalgade kasutamine, kuna haagis püsib stabiilselt telgedel.

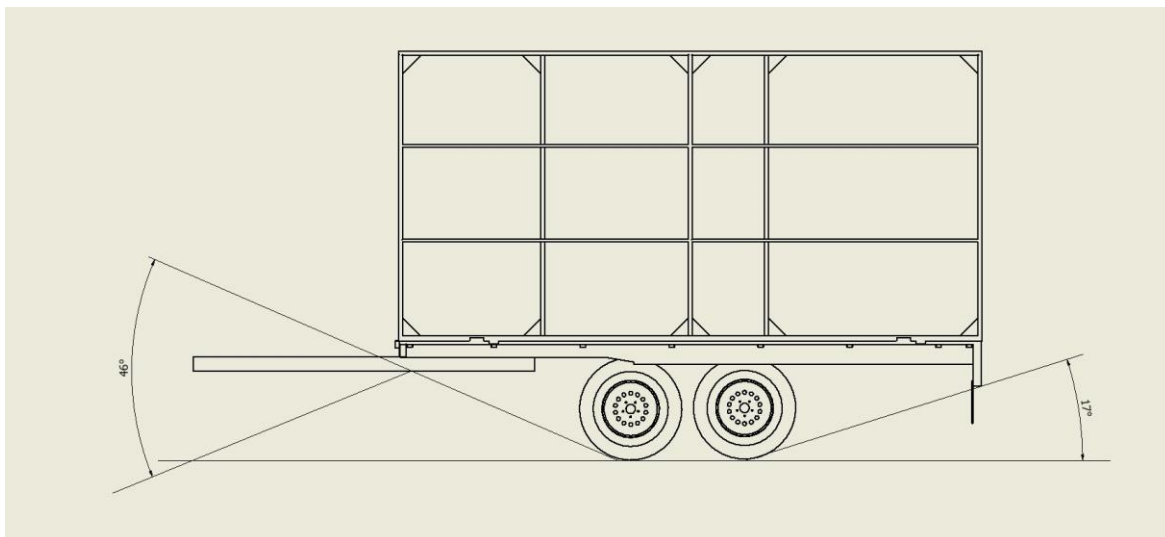


Foto 3. Tootja Blyss 3500kg täismassiga täishaagis [9]

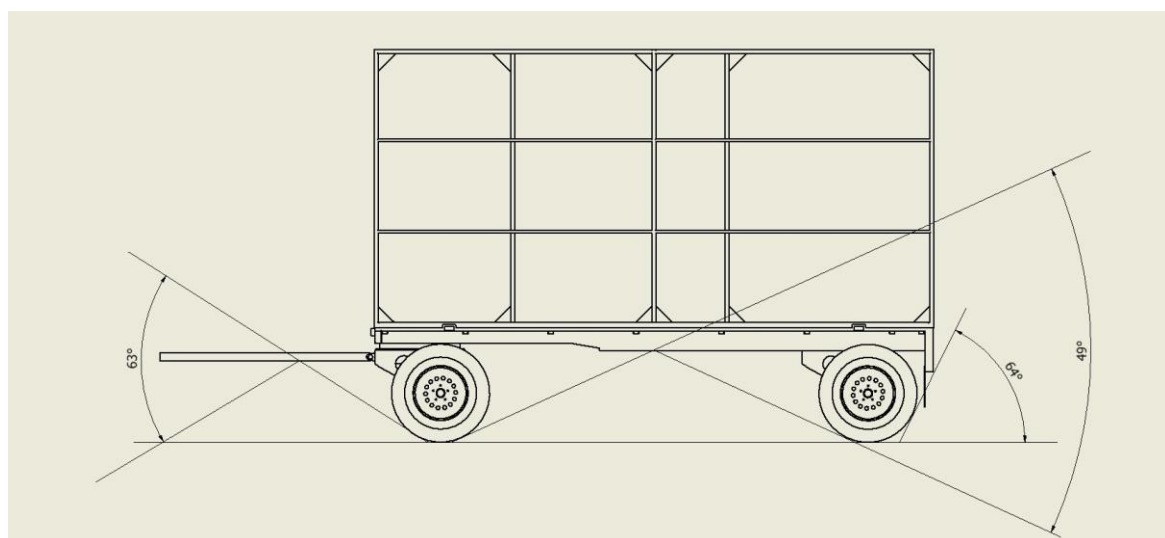
5.2.1 Tõusu- ja lahkumisnurga sõltuvus haagisetüübist

Eelnevas alapeatükis käsitles autor täishaagiste omadusi võrrelduna kesktelghaagistega, millest antud töö kontekstis on enam olulised just haagiste maastikusuutlikkust mõjutavad parameetrid, milleks on tõusunurk, mahasõidunurk, ülesõidunurk ning kliirens. Autor võrdleb sama pealisehitise haagiseid, paigutades samapealisehitise ja raami külge sama tüübi torsioonvedrustusega piduridega haagise telgesid. Sellest lähtuvalt on mõlema haagise madalaim punkt tingituna telje konstruktsioonist võrdne. Kesktelghaagise puhul on eemaldatud pöördlaager koos esitelje abiraamiga ning paigutatud

lihtsustatud tiisel haagise raami külge selliselt, et kõrgus maapinnast oleks võimalikult suur. Haagise teljed on sellise haagise korral paigutatud raami keskpunkti lähedale. Võrreldes kesktelghaagise tulemusi (Joonis 3) täishaagise tulemustega (Joonis 4), on tuvastatav antud haagisetüübi parem sobilikkus tõusu- ja lahkumisnurgast lähtuvalt.



Joonis 3. Kesktelghaagise ülesõidu- ja lahkumisnurk



Joonis 4. Täishaagise ülesõidu- ja lahkumisnurk

Kuna täishaagise tiisel on esitelje abiraamile kinnitatud verikaalsuunas liikuvalt, siis ei avalda veduki haakeseadme vertikaalsuunaline liikumine maastikusõidul mõju haagise tagumise ülendi kõrgusele.

6 TÄISHAAGISE KONSTRUEERIMINE

Antud töö eesmärgiks seadis autor konstrueerida 3500kg täismassiga haagis, kaubaruumi mõõtmetega 4000x2450x2000mm. Haagise raami ja pealisehitise konstrueerimisel lähtepunktina valis autor antud haagisel kasutamiseks sobivad valmistooted, et nende järgi luua projekteeritava haagise olulised osad kasutades selleks Autodesk Inventor tarkvara.

6.1 Haakeseadme pöördlaager

Täishaagise haakeseadme pöördlaagriks valiti tootja Knott 650N tüübi 2500kg teljekoormusega pöördlaager (Foto 4), mis paigaldatakse haagise raami ja esitelje abiraamivahele poltliitega. Antud laager sobib kasutamiseks kiirusel üle 30km/h.



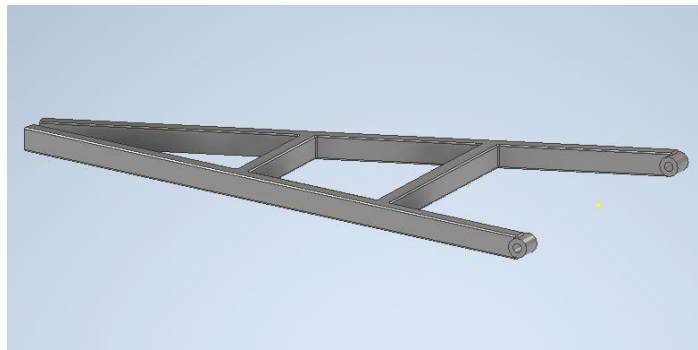
Foto 4. Haakeseadme pöördlaager [10]

6.2 Täishaagise haakesead

Täishaagise haakeseadmeks valis autor tootja Knott haakeseadme KZG35 koos tiisliga (Joonis 5). Antud haakesead ja tiisel tarnitakse komplektis ning sobivad kasutamiseks kuni 3500kg täismassiga haagisel. Haagise esitelje vaheraami konstrueerimiseks ning haagise omaduste analüüsimiseks projekteeris autor haakeseadme raami lihtsustatud mudeli (Joonis 6).



Joonis 5. Tootja Knott haakeseade [10]



Joonis 6. Haakeseadme lihtsustatud mudel

6.3 Haagise teljed

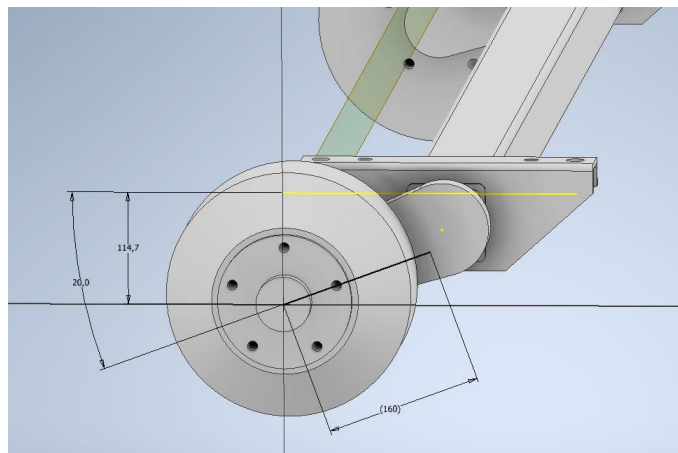
Haagise telgedeks valis autor tootja Knott teljed VGB18-MV kandejõuga 1800kg (Lisa [10]). Antud telg sobib antud haagise puhul kasutamiseks sobiva kinnituspinna mõõtme, rataste kinnituspindade mõõtme ning kande võime tõttu. Kuigi antud tootja valikus on olemas ka sõltumatu vedrustusega analoogse kande võimega telgesid, siis nende enam kui 2 korda kõrgem soetusmaksumus ning projekteeritava haagise kasutusotstarve ei õigusta selliste telgede kasutamist. Valitud teljed on konstruktsioonilt trummelpiduritega varustatud kummi- torsioonsillad. Kuna aantud telje kolmemõõtmelist mudelit autoril polnud, siis projekteeris ta antud telje lihtsustatud mudeli (Joonis 7) koormamata olekus hõlbustamaks haagise raami eri osade konstrueerimist. Mudeli abil oli võimalik kindlaks teha haagise rehvi ja seeläbi ka telje kinnituspunktide vajalik vahekaugus haagise pealisehitisest. Kui haagisel kasutatakse mõõtmetega 225/70 R15 rehve, siis vastavalt telje koormusgraafikule (Lisa) oli võimalik kindlaks teha telje kinnituspunkti ja haagise pealisehitise

vahele jääv ohutu vahekaugus mm haagise koormamata asendist. Vahekauguse arvestamisel lähtus autor telje kahekordse täismassiga koormamisest:

$$\begin{aligned} & \text{koormamata olek} + \text{vedrustuse käik} + \frac{\text{ratta diameeter}}{2} - \text{ratta teljekaugus raamist} = \\ & = 0 + 90 + 359,5 - 114,7 = 334,8 \end{aligned}$$

Samuti oli vajalik leida telje kogulaius koos rehvidega, kui koos antud teljega kasutatakse 15x6" velgesid, mille positiivne ET on 30mm. Kui telje rattakinnituste vahekaugus on 2270mm ning rehvi mõõtmetega 225/70 R15, saame leida telje kogulaiuse koormamata olekus mm järgneva arvutuskäiguga:

$$\begin{aligned} \text{Telje laius} &= \left(\frac{\text{rehvi laius}}{2} - ET \right) \times 2 + \text{telje rattakinnituste vahekaugus} = \\ &= \left(\frac{225}{2} - 30 \right) \times 2 + 2270 = 2435 \end{aligned}$$



Joonis 7. Knott telje lihtsustatud mudel

6.4 Haagise rehvid ja veljed

Haagise rehvide valik peab tagama maastikusuutlikkuse, vastama haagise täismassile 3500kg ja tagama mõõtmete poolest selle, et haagise laadimise tasapind ei tõuseks rataste diameetrist lähtuvalt ebamõistlikult kõrgele, muutes haagise laadimise ebamugavaks. Samuti sõltub rehivialik eelnevalt valitud telje rattapöia kinnituspinnast 5x112mm, kuna valitud rehvidele peab olema võimalik leida vajaliku kinnituse ning mõõtmetega velg.

Rehvi koormusindeksi valimiseks leiame esmalt üksiku ratta koormuse (kg) valemiga(1):

$$\text{ratta koormus} = \frac{m}{\text{rataste arv}}, \quad (1)$$

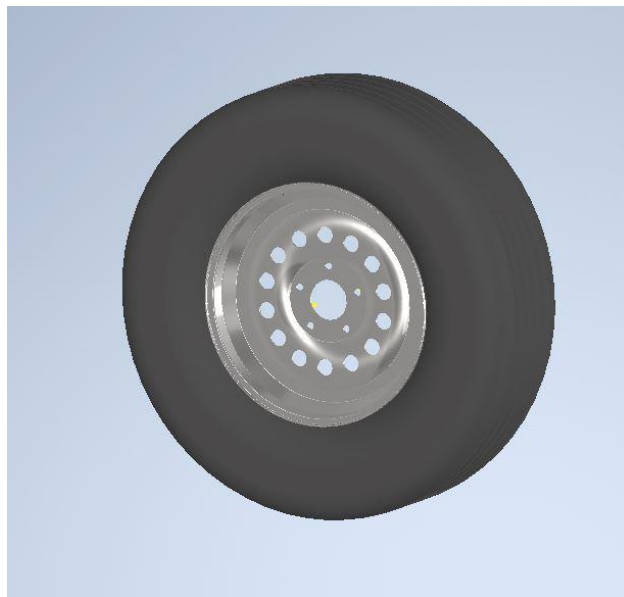
kus m – haagise registrimass, kg;

rataste arv – haagise rataste arv, tk.

Haagise üksiku ratta koormus vastavalt valemile (1) on:

$$\text{koormusindeks} = \frac{3500}{4} = 875 \text{ kg.}$$

Lähtuvalt koormusindeksi tabelile, vastab 875kg rehvi suurimale lubatud massile koormusindeks „103“ [4]. Kuna velje kinnitusmõõduks on 5x112mm ja ET 30mm, siis lähtuvalt sellest on sobiv kasutada tootja Knott 15x6“ mõõduga terasvelge kandevõimega 900kg [10] ning tootja Nexen rehvi mõõtmetega 225/70R15 112R. Antud lamellrehv on kiirusindeksiga „R“, mille kohaselt on sobilik kasutamiseks kuni kiiruseni 170km/h ning toodetud kasutamiseks kaubikutel [11]. Lihtsustamaks haagise osade projekteerimist, lõi autor rehvi ja velje lihtsustatud mudeli koostu (Joonis 8).



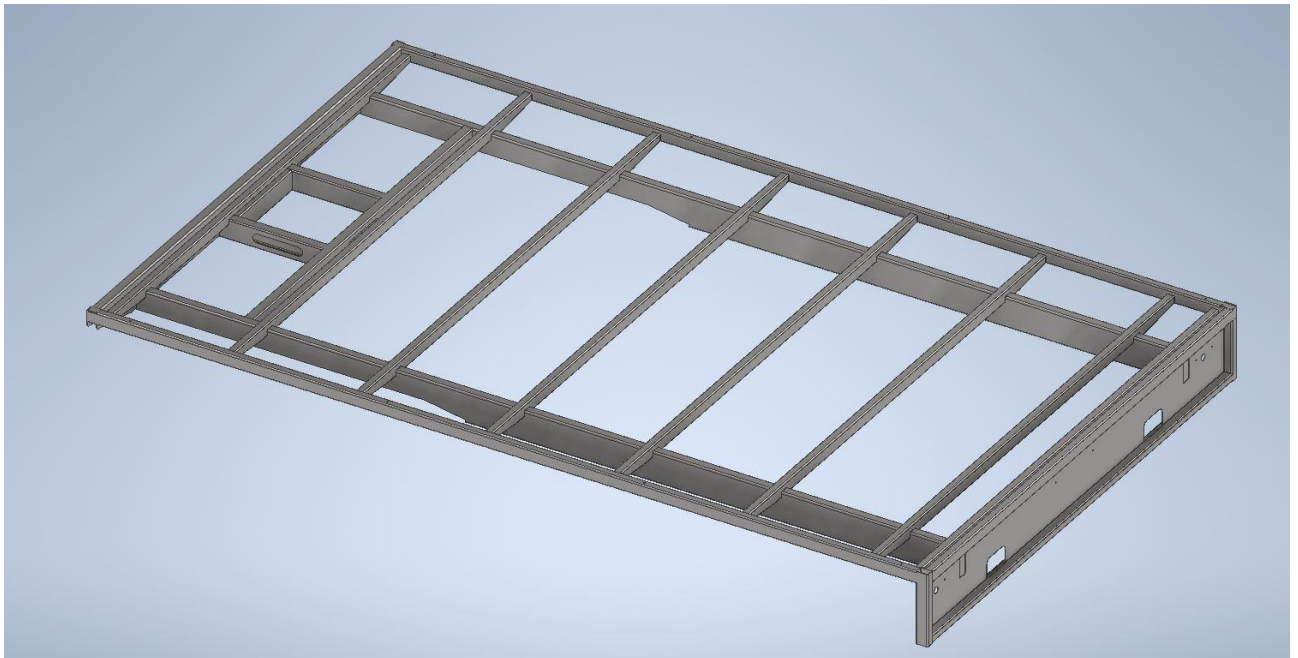
Joonis 8. Rehvi 225/70R15 ning velje 15x6" koostu lihtsustatud mudel

6.5 Haagise raam

Haagise raami (Joonis 9) konstrueerimisel lähtus autor projekteeritava haagise eesmärgist ning kasutatavate ostutoodete olulistest mõõtmetest. Haagise raami osad on projekteeritud S355 markeeringuga terasest nelikanttorudest järgnevate ristlõigetega:

- 150x50x4mm pikitalad ja esimene põiktala
- 60x40x3mm põiktalad, külgmised pikitalad ja tagapaneeli raam
- 100x50x5mm pöördlaagri kinnitus

Projekteerimisel on arvestatud sellega, et talad oleks võimalik mõõtu töödelda kasutades selleks tavapäraseid lõiketööriistu. Samuti on arvesse võetud torude paiknemisel seda, et raamitalade omavaheliste ühenduskohtade keevisiidete paiknemine arvestaks nelikantorde väliste ümardusraadiustega. Raami pikitalade esiosa on töödeldud mõõtu selliselt, et abiraamil ja pöördlaagril paiknev esisild tagaks haagise raami pikitalade horisontaalse paiknemise. Pöördlaagri kinnitustalad paiknevad selliselt, et pöördlaagril oleks piisav toetuspind ning arvestab kinnitusavade paigtusega.



Joonis 9. Haagise raam

Haagise raami pealmisesse osasse moodustub põiktaladest süvend, mis mahutab 15x1250x2500mm veekindlast vineerist (Foto 5) haagise pealisehitise põrandat [12]. Põiktalade vahekaugus arvestab vineermaterjali mõõtmetega ja tagab võimalikult ökonoomse materjalikasutuse. Vineer kinnitatakse raami põiktaladele tõmbneetidega.

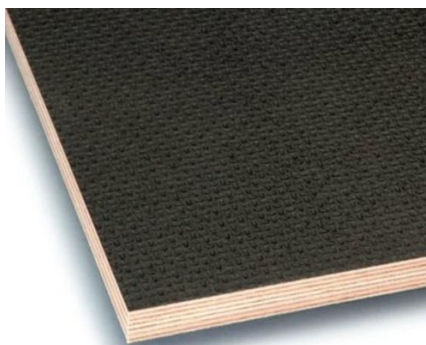
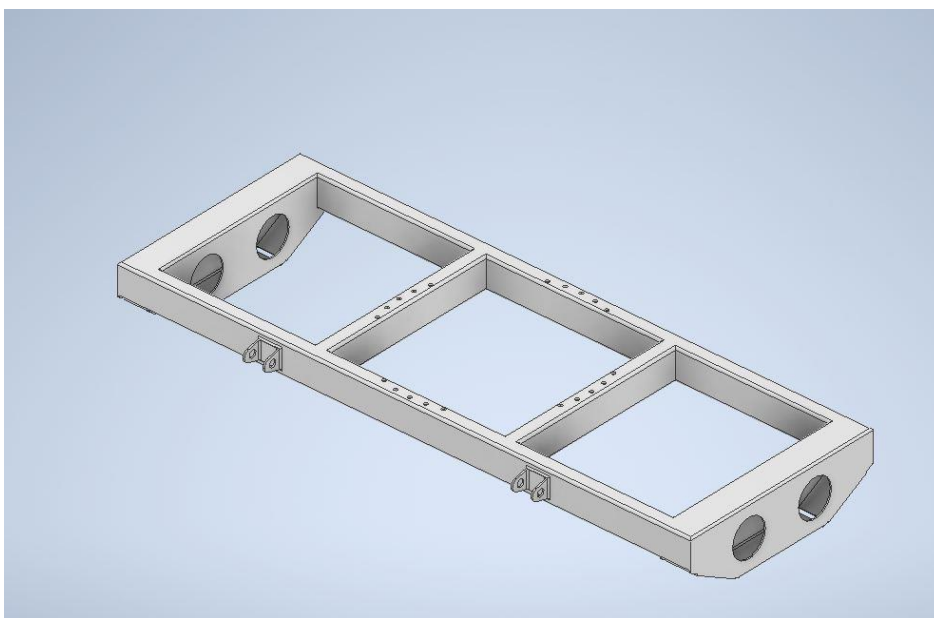


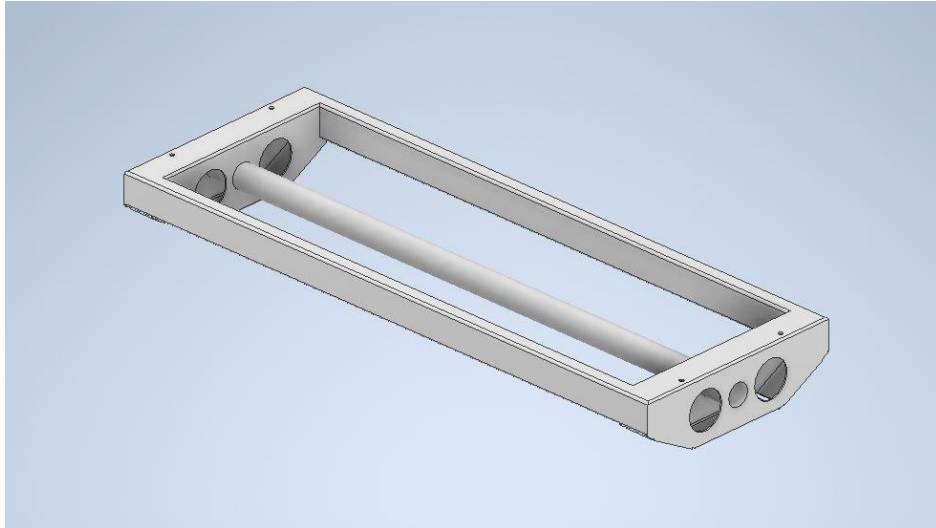
Foto 5. 15mm veekindel vineer

6.6 Haagise esitelje ja tagatelje abiraam

Haagise esitelje abiraam (Joonis 10) on konstrueeritud selliselt, et esisilla ja pöördlaagri kinnitamiseks kasutatav abiraam oleks võimalikult sanane tagasilla abiraamiga. Esisilla abiraamil on keevitatud kinnitused haakeseadmega ühendamiseks, kasutades 24x119mm tootja Knott haakeseadme määritavaid sõrmesid. Abiraami põiktalad on valmistatud 100x50x5mm nelikanttorust ning pikitalad 200x100x4mm nelikanttorust. Raam arvestab kasutatava telje kinnituspindade vahekaugusega.



Joonis 10. Esimene abiraam sillatala ja pöördlaagri kinnitamiseks

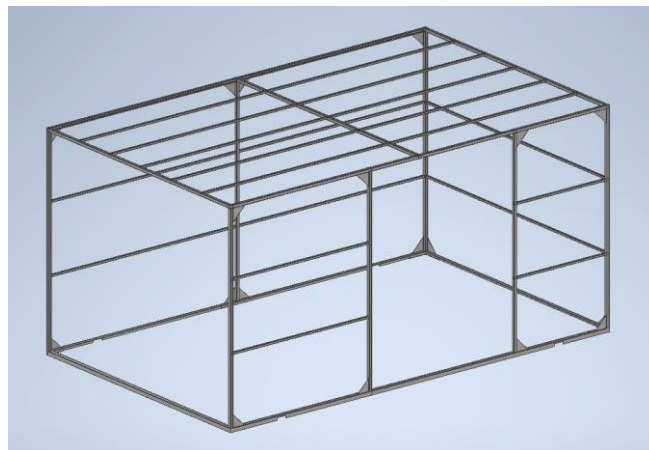


Joonis 11. Abiraam tagasilla kinnitamiseks

Tagumine abiraam (Joonis 11) on konstrueeritud esimesega võimalikult sarnane ning tekitab haagise raami pikitalade alla sobiva tasapinna tagatelje kinnitamiseks.

6.7 Haagise pealisehitis

Haagise pealisehitisena otsustas autor konstrueerida 30x30x2 ning 20x20x1,5 ristlõikega nelikanttorudest kerge terasraami (Joonis 12), mida katab PVC materjalist kate. Raam ja kate on konstrueeritud selliselt, et haagise tagaosa on täies mahus avatav ning raami paremal küljel paikneb ava mõõtmetega 1540x1970mm, mille kate osa on samuti avatav. Katte avatavad osad tagavad piisava ligipääsu kaubaruumile ja avatud katted saab rullida üles ning fikseerida rihmadega. Kate on valmistatud lakitud PVC materjalist tihedusega 650g/m² kohta ning kinnitub alusraamile kummitrippide abil [13].



Joonis 12. Haagise kate raam

6.8 Haagise osade pinnakate

Haagise raam ja telgede kinnitamiseks kasutatavad abiraamid on projekteeritud S355 terasest nelikanttorudest ning lehtterasest, millest lõigatud vajalike osade koostamine toimub keevisliidete abil. Kõikide raami osade pinnatöötluks on autor valinud kuumtsinkimise meetodi, mis tagab raami ja haagise platvormi osade pikaajalise korrosioonikaitse. Kuna kuumtsinkimine on laialt levinud töötlusviis erinevate teraskonstruktsioonide kaitsmiseks, siis sobib antud töötlusviis haagise pikkuse ja laiuse poolest, kuid ei sobi haagise katte raami kõrguse mõõtmete poolest. Haagise katte raami kõrgusmõõde ületab enamuste teenuspakkujate tsinkimisvanni mõõdet. Sellest lähtuvalt valis autor katteraami töötluks värvimise. Haagise põrandamaterjalina kasutatv veekindel vineer täiendavat töötlemist ei vaja ning paigaldatakse libisemisvastase pinnaga ülespoole.

6.9 Pidurisüsteem

Pidurisüsteemina kasutatakse antud haagisel inerts- ehk pealejooksu pidurisüsteemi, mille puhul pidurdatav haagis kannab veduki pidurduse korral horisontaalsuunalise liikumise haakeseadmele, mis muudab selle omakorda veduki liikumisega proportsionaalseks samasuunaliseks liikumiseks, mis läbi piduritrosside aktiveerib haagise pidurid. Antud haagise konstruktsioonist lähtuvalt kasutatakse 2 silla vahel pidurdusjõu jagamiseks trosside vahele ühendatud balansiirmehhanismi(Joonis 13).



Joonis 13. Tootja Knott piduri balansiirmehhanism [10].

6.10 Valgustusseadmed

Haagisel kasutatakse tootja Knott [10] hõõglampidega nõuetele vastavaid tagumisi laternaid koos kolnurkhelkuriga (Foto 6), eesmiseid ääretulesid (Foto 7), tagurdustuld (Foto 8) ning külgmiseid merevaigukollaseid helkureid (Foto 9).



Foto 6. Haagise tagatuli koos kolmnurkhelkuriga.



Foto 7. Haagise eesmine ääretuli.



Foto 8. Haagise tagurtustuli.



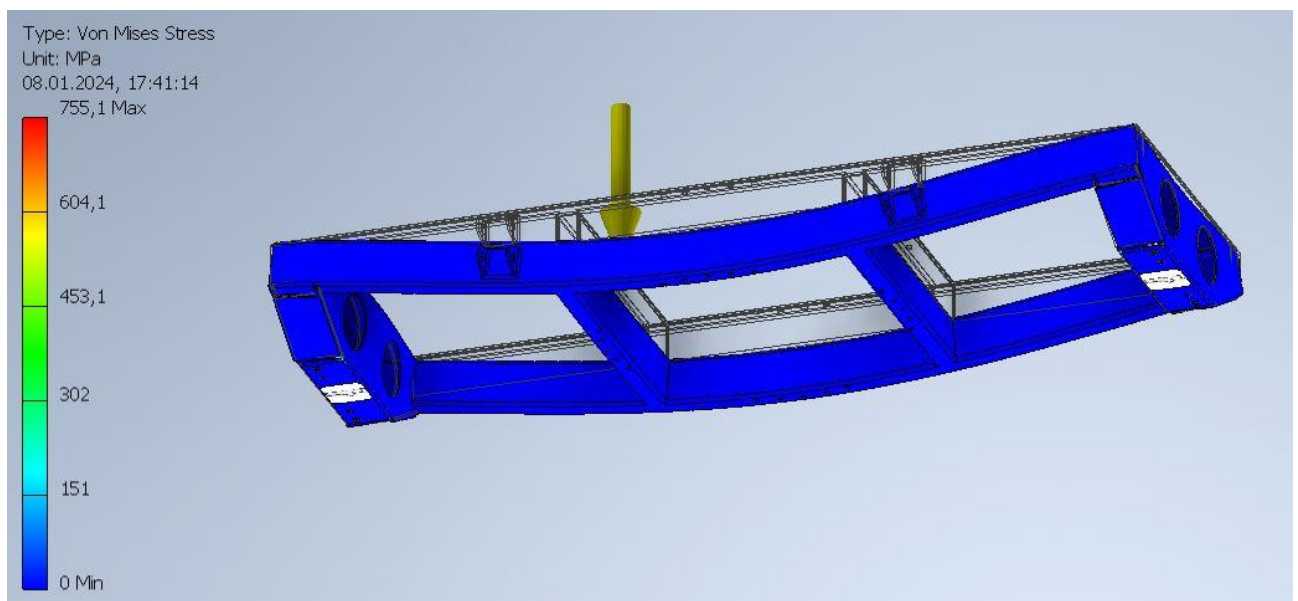
Foto 9. Haagise küljel paiknev kollane heltkur.

7 TUGEVUSANALÜÜS

Haagise raami ja telgede kinitamiseks mõeldud abiraamide ja haagise raami koostamiseks valis autor kuumvaltsitud konstruktsiooniteraste hulgast S355J2H õõnesprofiilterase lähtuvalt täishaagise raami keerulisest konstruktsioonist. Samuti on valiku juures oluline materjali sobivus hea keevitatavuse seisukohast [14, p. 135]. Kuna selline materjal kuulub hästituntud materjalide hulka ning haagise kasutustingimused on teada, siis võib nimivarutegus olla vahemikus 1,5- 2,0. Kasutame varuteguri väärtust 1,7 [15, p. 162].

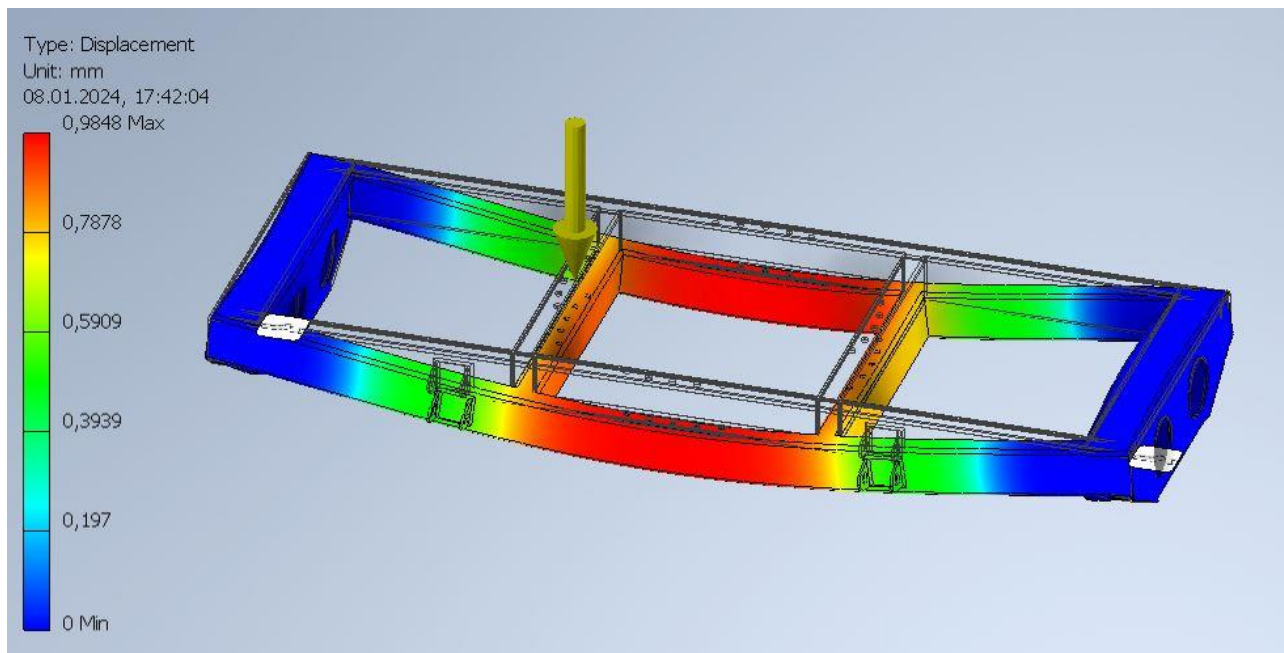
7.1 Telgede abiraamide analüüs

Telgede abiraamide analüüsi korral lähtus autor haagise koormuse võrdsest telgede vahelisest jagunemisest. Lähtuvalt haagise täismassist 3500kg, nimivarutegurist väärtusega 1,7 ning mõjuva jõu võrdsest jagunemisest haagise 2 telje vahel, kasutas autor Autodesk Inventor tugevusanalüüsi keskkonnas telje abiraamidele vertikaalsuunas mõjuva jõuna 29184N. Telje abiraami siduvaks pinnaks kasutati abiraami telje kinnituspinda.



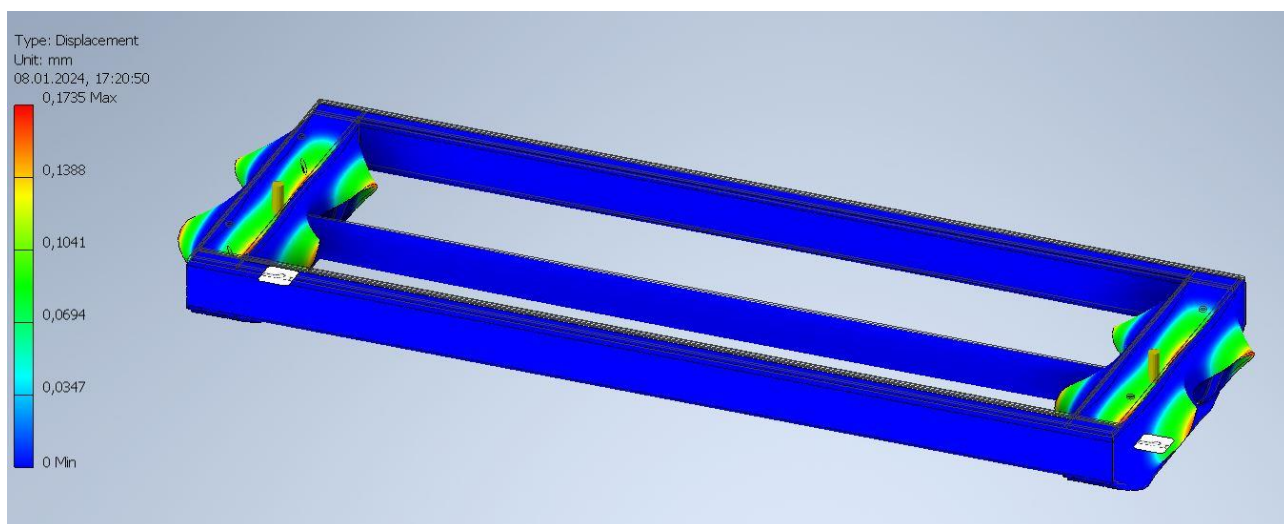
Joonis 14. Haagise esitelje abiraami tugevusanalüüs

Haagise esimese abiraami materjali ümberpaiknemine ülekoormatud olekus vähem kui 1mm ulatuses lubab antud koostu sellisena kasutada (Joonis 15).



Joonis 15. Haagise esitelje abiraami materjali ümberpaiknemine tugevusanalüüsi käigus

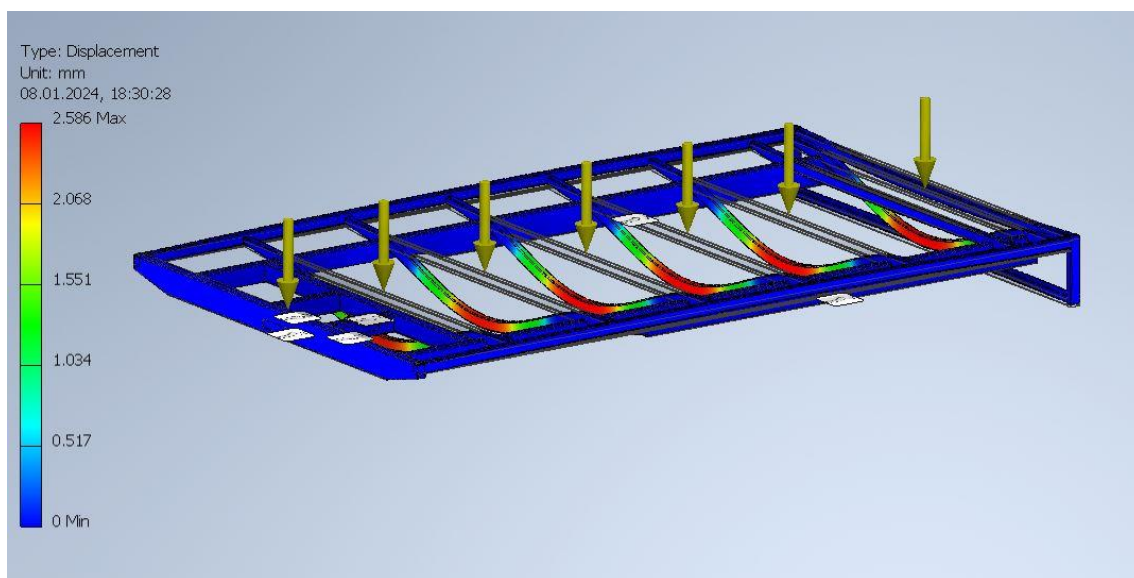
Tagatelje abiraam (Joonis 16) käitus tugevusanalüüsi keskkonnas teisiti, kuna tagatelje puhul toetub abiraam otseselt haagise raami pikitaladele. Materjali ümberpaiknemine oli seetõttu veelgi madalam esiteljest.



Joonis 16. Tagatelje abiraami materjali ümberpaiknemine

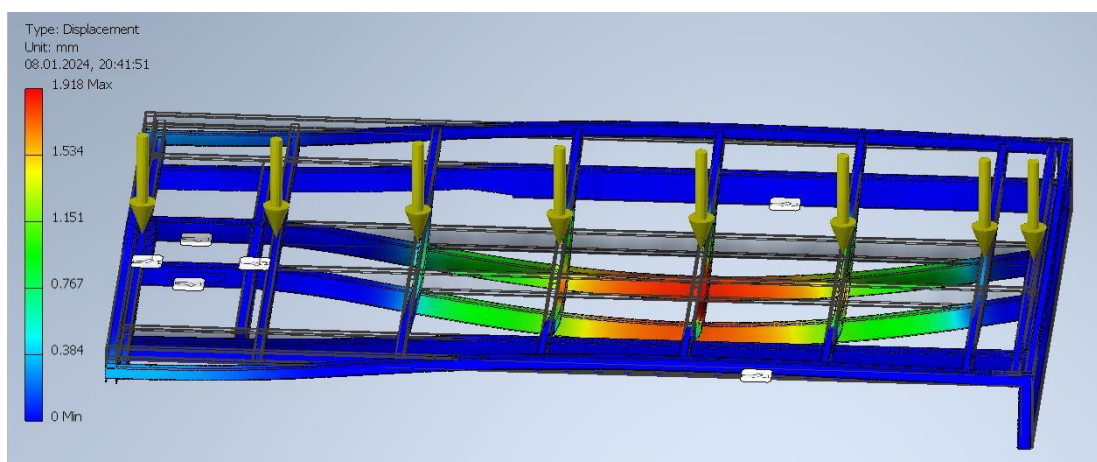
7.2 Haagise raami analüüs

Haagise raami tugevusanalüüsi käigus rakendas autor Autodesk Inventor analüüsi keskkonnas 1,7 kordse haagise täismassile võrduva jõu 58368N. Antud jõu tagajärjel haagise platvormi keskosa deformeerus 2,59 millimeetri ulatuses (Joonis 17). Võttes arvesse platvormi mõõtmeid 2500x4000mm, pole tegu märkimisväärse deformatsiooniga. Sellele vaatamata otsistas autor muuta haagise raami konstruktsiooni selliselt, et lisada selle keskosasse 2 lisanduvat pikitala ning tagumise põiktala.



Joonis 17. Haagise platvormi esialgne analüüsi tulem.

Olles teinud raamis vastavad muudatused, viis autor läbi analüüsi keskkonnas uue katsetuse, mille kohaselt deformatsioon vähenes soovitud määral.



Joonis 18. Muudetud haagise raami nihe analüüsi käigus.

8 ÜKSIHAAGISE VALMISTAMINE

Üksikekesmplarina valmistatava haagise tootmiseks kuluvad metallitooted (Tabel 4) on autori poolt valitud Corm OÜ kodulehelt, võttes arvesse antud ristlõikega materjali minimaalset müügikogust ning arvestades vajadusel juurde ka lõigetele kuluva varu [16].

Tabel 4. Metallitoodete kogused koos maksumusega

Materjali ristlõige	Kogus, m	Kogus, kg	Maksumus
Nelikanntoru 60x40x3x12000	36	156,24	217,40
Nelikanntoru 150x50x4x12000	18	259,20	360,58
Nelikanntoru 100x50x5x12000	24	252,00	350,48
Nelikanntoru 200x100x4x12000	6	108	150,21
El.keev toru 76,1x2,9x12000	1,9	9,96	24,00
Nurkraud 40x40x4x12000	18	45,88	69,61
Nelikanntoru 30x30x2,0x6000	24	42,72	75,40
Nelikanntoru 20x20x1,5x6000	42	37,8	62,68

Metallimaterjali kogusumma on 1310,37 eurot, millele lisanduvad ostutoodete hind (Tabel 5) 6789,88 eurot ning tsinkimise hind 425,93 eurot. Eelnevalt lähtudes on haagise tootmisele kuuluva materjalide, tarvikude, ostutoodete ja allhangete maksumus kokku 8526,18 eurot. Antud summa ei hõlma endas varuosade transpordi maksumust, haagise osade pinnatöötlusesse transportimist ning haagise valmistamiseks kuluvaid tööjõukulusid.

Võttes aluseks haagise raami, telgede abiraamide ning tendi raami kolmemõõtmeliste mudelite kogumassi 611,77kg ning liites sellele ostutoodete kogumassi 459,13kg, saame järeldada, et haagise orienteeruv tühimass on orienteeruvalt 1070kg.

Tabel 5. Haagise ostutoodete maksumused ja massid.

Toote nimetus	Kogus	Kaal kokku, kg	Hind, €
Knott pöördlaager 402695.001	1	23	324,32
Knott haakesead 205253.001	1	54	1536,25
Tiisli kinnituspoltide komplekt 400579.001	1	0,43	34,01
Tiisli riputusvedru komplekt 416168.001	1	2,76	81,82
Tiisli riputusvedru kinnitus 416169.001	1	0,66	22,01
Piduritega telg B308289998	2	168	1764,38
Terasvelg 401435.001	4	20,8	303,44
Lamellrehv Nexen	4	56,44	319,44
Veekindel vineer 15mm	4	99	372,00
PVC kate 4100 x 2510 x 2040	1	26	927,20
Vasak tagatuli 401478.001	1	0,59	17,74
Parem tagatuli 401478.002	1	0,55	16,38
Valge ääretuli 402353.001	2	0,32	11,76
Helkur merevaigukollane 404700.001	4	0,10	2,00
Raami osade tsinkimine	1	0	425,93
Kinnitustarvikud	1	2,2	50,00
Valgustusseadmete paigaldustarvikud	1	1,0	40,00
Piduri balansirhoob 409906.001	1	0,88	24,13
Piduritrossid 33983-1.12	1	1,22	58,86
Piduritrossid 33983-1.10	1	1,18	56,51
Üksiksõiduki kinnituse riigilõiv	1	0	205,00
Esmase registreermise tasu	1	0	63,00
Registreerimismärgi väljastamine	1	0	30,00
Sõiduki tühimassi määramine	1	0	103,70

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö tulemusena projekteeris autor eriotstarbelise O2 kategooria haagise, mis sobib omadustelt kasutamiseks dekoratiivpuude kogumiseks avamaaistandusest. Tagamaks haagise maastikusuutlikkuse, langetas autor valiku haagise konstruktsiooni osas täishaagise lahenduse kasuks, kuna seda tüüpi haagise puhul on kõige lihtsam tagada tõusu-, ülesõidu- ning mahasõidunurgad. Antud valikuni jõudmiseks võrdles autor lahenduseks sobivate haagisetüüpide maastikusuutlikkust enim mõjutavaid omadusi ning leidis konstruktsioonilised põhjused nende taga.

Projekteeritava haagise tehniliste lahenduste leidmiseks võrdles autor erinevate kasutusaspektide poolt tingitud nõudeid ning valis ostutooted selliselt, et need täidaks eesmärgid maastikusuutlikkuse, loodava haagise võimalikult madala omahinna, dekoratiivpuude transpordi ning üksiksõidukina registreerimise seisukohast. Kõige suurema osa töömahust hõivas haagise raamisosa ja telgede abiraamide koostamine. Seda põhjusel, et leida haagisele valitud telgede, täishaagise pöördlaagri ning loodava haagise raami selline kombinatsioon, mis tagaks optimaalse maastikusuutlikkuse ja haagise kasutatavuse.

Lähtuvalt analoogsete maastikusuutlike haagiste saadavuse puudumisest ja omadustelt lähemate analoogide hinnast, leiab autor, et antud lõputöö raames loodud projekt on heaks sisendis väikeettevõtte tarbeks antud haagise üksikkorras tootmiseks.

SUMMARY

The aim of this thesis was to construct O2 class trailer with total loaded capacity 3500kg and cargo area that would be sufficient for transporting decorative trees.

In order to complete this objective, author compared different issues, that such trailer would have to solve: it would have to perform well in off- road conditions and also the cargo area would have to be suitable for transporting trees. In order to determine, if need for such trailer exists or if it would be possible to replace it with other means of transport, author carried out comparison between different means of transportation devices. Trailers already available on market, tractor with trailer and light commercial vehicle were compared. After it was evident, that need for such trailer exists, author determined the flaws of trailers that are currently available on the market. Since these flaws were caused by poor off- road capabilities, most suitable trailer type and components needed to complete such trailer were selected. After having thoroughly compared different elements, 3D model of purchased axles and other assemblies were created. These models allowed to create frame and subframe parts for new full trailer. Analysis of frame components was carried out in Autodesk Inventor Stress analysis environment. Parts and materials needed for trailer were organized in charts to determine the overall budget and also the estimated weight of constructed trailer.

Due to the lack of other similar other trailers, that could substitute the constructed trailer in relation to its capabilities in off- road conditions, author finds this solution as a good starting point for building such trailer in small numbers.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „Riigi Teataja, määrus 42 lisa 5,“ Majandus ja kommunikatsiooniminister, 13 06 2011. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1050/7202/3278/MKM_m42_lisa5.pdf#. [Kasutatud 23 08 2019].
- [2] R. AS, „Furgoonhaagis Respo,“ Respo, 20 12 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.respo.ee/et/haagised/furgoonhaagised/21415>.
- [3] A. Respo, „Tootja Respo platvormhaagis,“ AS Respo, 20 12 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.respo.ee/et/haagised/kastihaagised/13207>.
- [4] R. Teataja, „Riigi Teataja, määrus 42 lisa 1,“ Majandus- ja kommunikatsiooniminister, 13 06 2011. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1050/7202/3278/MKM_m41_lisa_1.pdf#. [Kasutatud 08 07 2023].
- [5] „Riigi Teataja, määrus 37,“ Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 03 06 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105072023277?leiaKehtiv>. [Kasutatud 08 07 2023].
- [6] „Riigi teataja, määrus 37 lisa 3,“ Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 31 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1050/7202/3277/Lisa3.pdf#>.
- [7] R. Teataja, „Riigi Teataja,“ Majandus- ja kommunikatsiooniminister, 13 06 2011. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1050/7202/3278/MKM_m41_lisa_1.pdf#. [Kasutatud 08 07 2023].
- [8] R. AS, „Respo haagised koduleht,“ Respo AS, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.respo.ee/et/haagised/kastihaagised/8165-1>.
- [9] B. t. GmbH, „BLYSS transporttechnik,“ BLYSS transporttechnik GmbH, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.blyss.de/produkte/anhaenger/drehschemel/strongd35strong-kofferaanhaenger-drehschemel-1>.

- [10] K. GmbH, „Knott trailer shop,“ Knott GmbH, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.knott-trailer-shop.com/index.php>.
- [11] Intercars, „Intercars veebipood,“ Intercars, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.intercars24.ee/tooted/E620DC-winter-tyre-winguard-wt1-225-70r15-112-110-r-c-225-70r15-zdne-112r-wt1>.
- [12] Puumarket, „Puumarket epood,“ Puumarket, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://puumarket.ee/toode/veekindel-vineer-ii-f-w-kask-15x1250x2500mm/>.
- [13] A. OÜ, „Autokatte OÜ,“ Autokatte OÜ, 07 01 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://autokate.ee/>.
- [14] P. P. toimetaja Priit Kulu, Mehaanikainseneri käsiraamat, Tallinna Tehnikaülikool, 2022.
- [15] J. M. P. U. R. A. Klauson, Tugevusõpetus, TTÜ kirjastus, 2017.
- [16] C. OÜ, „Metall24.ee,“ Corm OÜ, 07 01 08. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.metall24.ee/>.

LISADE LOETELU

Lisa 1. Tootja Knott piduritega teljed

Lisa 2. Täishaagise esisilla abiraam

Lisa 3. Täishaagise tagasilla abiraam

Lisa 4. Täishaagise raam

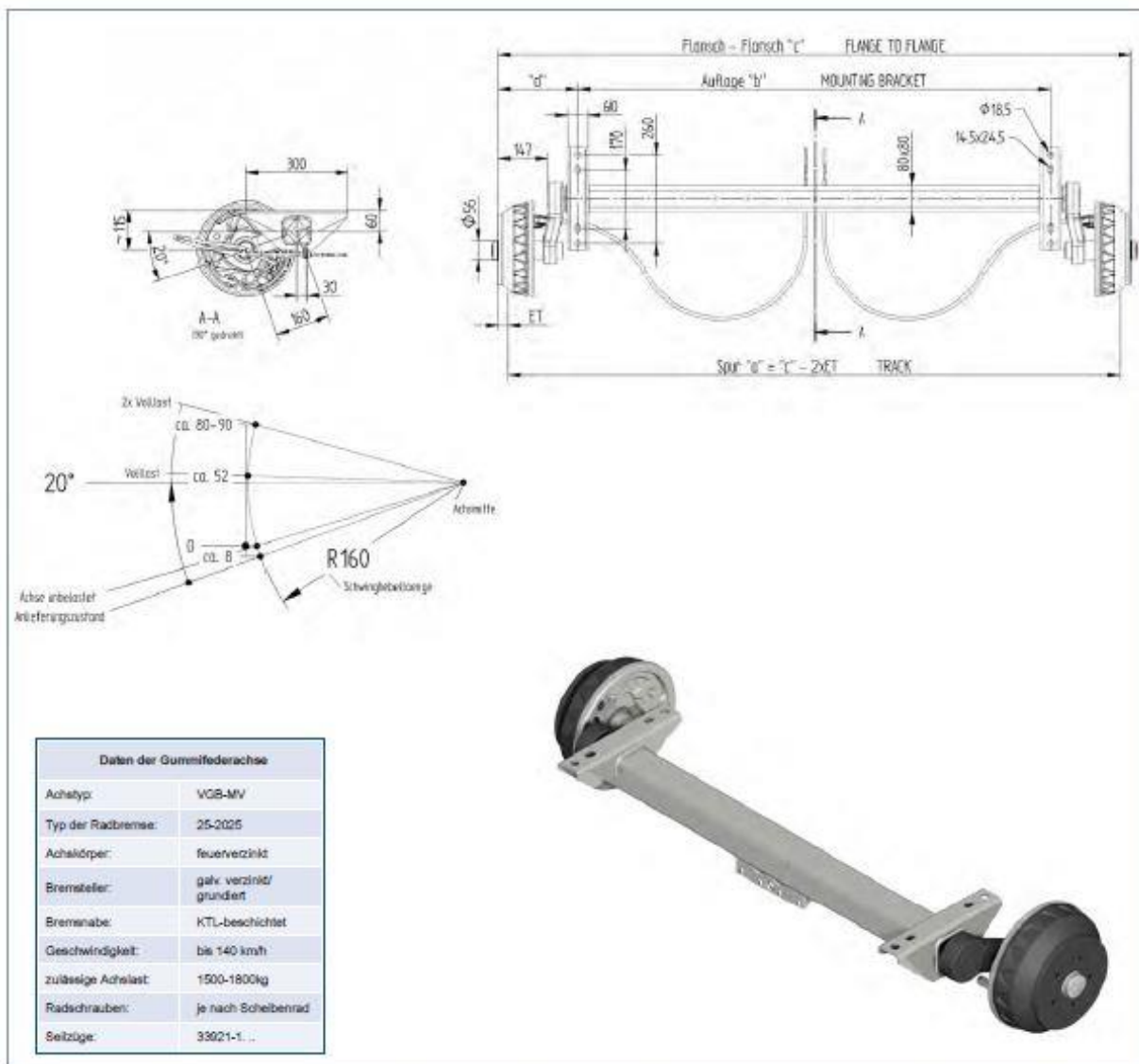
Lisa 5. Täishaagis koos katte raamiga

Lisa 6. Täishaagise katte raam

Lisa 1. Tootja Knott piduritega teljed

KNOTT

Achsen „gebremst 1800kg“



Typ	Achslast kg	„b“	„c“	„d“	ET	Rad- anschluss	Gewicht kg	Bestell- nummer
VGB18-MV	1800	1000	1470	235	25 bis 35	112x5	75,60	B308289990
VGB18-MV	1800	1100	1570	235	25 bis 35	112x5	76,70	B308289991
VGB18-MV	1800	1200	1670	235	25 bis 35	112x5	77,80	B308289992
VGB18-MV	1800	1300	1770	235	25 bis 35	112x5	78,90	B308289993
VGB18-MV	1800	1400	1870	235	25 bis 35	112x5	80,00	B308289994
VGB18-MV	1800	1500	1970	235	25 bis 35	112x5	81,10	B308289995
VGB18-MV	1800	1600	2070	235	25 bis 35	112x5	82,20	B308289996
VGB18-MV	1800	1700	2170	235	25 bis 35	112x5	83,30	B308289997
VGB18-MV	1800	1800	2270	235	25 bis 35	112x5	84,40	B308289998
VGB18-MV	1800	1900	2370	235	25 bis 35	112x5	85,50	B308289999