



Sten-Marten Toom

ROBOTKULLERITEENUSE TEHNOLOOGIA VÕIMEKUS JA ARENEMISE VÕIMALUSED

LÕPUTÖÖ

Logistikainstituut

Transpordi ja logistika õppekava

Juhendaja: Mihhail Kirejev

Tallinn 2024

Mina,

Sten-Marten Toom,

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Mihhail Kirejev (allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud logistikainstituudi direktori korraldusega.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Sten-Marten Toom

sünnikuupäev: 13.09.2000 annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa

(lihtlitsentsi) enda loodud teose: „Robotkulleritehnoloogia võimekus ja arenemise võimalused“

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 /allkirjastatud digitaalselt/, kuupäev allkirjas

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 PAKIROBOTI TEHNOLOOGIA	7
1.1 Pakiroboti mõiste, olemus ja eesmärk	7
1.2 Erinevad pakirobotid	8
1.2.1 Robotkullerid Eestis	9
1.2.2 Robotkulleriteenust pakkuvad ettevõtted Eestis	9
1.2.3 Starshipi pakiroboti tehnoloogia	11
1.2.4 Clevoni pakiroboti tehnoloogia	11
1.2.5 Robotkulleriteenust tarbiv ettevõtte DPD AS	13
1.3 Pakirobotite roll logistikas	14
1.3.1 Viimase miili kohaletoimetamine	14
1.3.2 Viimase miili väljakutsed	14
1.3.3 Viimase miili tehnoloogilised lahendused	15
1.4 Pakiveo keskkonnamõjud ja ühiskondlikud huvid	16
1.4.1 Keskkonnasõbraliku logistika vajadus	16
1.4.2 Keskkonnasäästlikud pakirobotid ja transpordivahendid	17
1.5 Autonoomsete robotite tehnoloogiline areng	18
1.5.1 Andmesidevõrkude roll logistikas	18
1.5.2 Andmete analüüs ja tehisintellekt logistikas	18
1.6 Pakirobotite seadused	19
1.6.1 Riiklikud regulatsioonid	19
1.6.2 Regulatsioonide mõju innovatsioonile ja arengule	20
2 METOODIKA	22
2.1 Uurimuse strateegia	22

2.2 Intervjuu struktuur.....	23
2.3 Intervjueeritavad ettevõtted.....	24
3 TULEMUSED JA JÄRELDUSED	25
3.1 Intervjuu tulemuste analüüs	25
3.1.1 Starship Technologies OÜ.....	25
3.1.2 Clevon AS	27
3.1.3 DPD AS	29
3.1.4 Tallinna Linnatransport AS (TLT).....	30
3.2 Järeldused	31
3.3 Parandusettepanekud ja soovitused	32
KOKKUVÕTE.....	34
SUMMARY	36
VIIDATUD ALLIKAD	38
LISAD	41
Lisa 1. Intervjuu AS Tallinna Linnatranspordi juhtimiskeskuse divisjoni direktoriga.....	41
Lisa 2. Intervjuu AS Clevon ohutus- ja kvaliteedijuhiga	43
Lisa 3. Intervjuu DPD AS operatsioonide juhiga.....	47
Lisa 4. Intervjuu Starship Technologies OÜ globaalsete kaugoperatsioonide asepresidendiga	50

SISSEJUHATUS

Viimase miili kohaletoimetamisel autonoomsete kohaletoimetamisrobotite (ADR) kasutamine on viimastel aastatel suurenenud huvi äratanud, eriti COVID-19 pandeemia tõttu ja vajaduse tõttu kontaktivabade paki kohaletoimetamiste järele. Kuid arvestades viimase miili kohaletoimetamise nõudluse kasvu ja sellega kaasnevaid keskkonnamõjusid, muutub üha olulisemaks mõista, kuivõrd uued tehnoloogiad nagu automatiseerimine ja robotika, saavad aidata viimase miili kohaletoimetamise keskkonnamõjusid vähendada [4].

Nõudlus tõhusa ja loova pakiveoteenuse järele kasvab pidevalt. *Online*-ostlemine kasvab jõudsalt ja inimesed otsivad uuenduslikke lahendusi, kuidas pakke kätte saada. Pakirobotid on loodud lahendama neid probleeme, sest nad suudavad liikuda linnapiirkondades, kus on tihe liiklus ning viia pakid otse klientide uste taha ilma inimese abita. Varustatuna sensorite, kaamerate, GPS-tehnoloogia ja tehisintellektiprogrammidega on need masinad võimelised turvaliselt liikuma kõnniteedel ja vältima takistusi. Samuti on pakirobotitel näotuvastustarkvara ja erinevaid biomeetrilisi autentimissüsteeme, mis tagavad selle, et pakke saavad ainult need isikud, kellel on selleks õigus [24].

Siiski seisavad pakirobotid silmitsi ka mitmete raskustega, näiteks investeeringud pakirobotite tootmiseks kui ka nende arendamiseks on suured ning tekib küsimus, kas ettevõtted suudavad kasumlikult äri teha. Lisaks on väljakutseteks inimeste vastuvõtlikkus, ilmastikuolud ning masinapargi haldamine.

Lõputöö probleemiks on pakirobotite vähene võimekus kõikide tarbijate rahuldamiseks, pudelikaelade väljaselgitamine linnaliikluses kui ka süsteemsete tõrgete parendamine. Eesmärgiks on uurida robotkulleriteenuse struktuuri ja tarneahelat, infrastruktuuri efektiivsust ning pakirobotitega seotud tehnoloogia arenguvõimalusi tulevikuks.

Uuringule püstitatud uurimisküsimused on järgmised:

1. Kuidas on korraldatud tänapäeva robotkulleriteenus tarneahela vaates?
2. Milline on hetkene infrastruktuur ja kas see on efektiivne pakirobotite jaoks?
3. Mis on võimalikud robotkulleriteenuse arengusuunad?

Püstitatud uurimisküsimustele vastuste leidmiseks kasutas autor kvalitatiivset uurimismeetodit. Kvalitatiivse uurimismeetodi jaoks koostas autor küsimused intervjuude läbiviimiseks, mis käsitlesid järgmisi teemasid: robotkulleriteenuse definitsioon ja tarneahel, robotkulleriteenuse kasutamise kogemus, suhtumine robotkulleritesse, pakirobotiteenuse mõjud viimase miili tarne logistikale ja keskkonnasäästlikkusele, valdkonna kasvupotentsiaal, teenuse ala suurendamise mõjud ja vaade tulevikku.

Käesolev lõputöö koosneb kolmest peatükist, kus esimene peatükk käsitleb pakirobotite tehnoloogiat. Esimeses peatükis kirjeldatakse pakiroboti mõistet, olemust ja eesmärki; erinevaid robotkulleriteenust pakkuvaid ettevõtteid ja nende pakirobotite tehnoloogiat; robotkulleriteenust tarbivat ettevõtet DPD; viimase miili kohaletoimetamist, väljakutseid ja tehnoloogilisi lahendusi; pakiveo keskkonnamõjusid ja ühiskondlikke huvisid; autonoomsete robotite tehnoloogilist arengut ning viimaseks tõi autor välja pakirobotite seadused. Teises peatükis ehk metoodika peatükis selgitab autor uurimuse strateegiat, intervjuu struktuuri ja intervjueeritavaid ettevõtteid. Kolmas peatükk keskendub uurimuse tulemustele ja järeldustele, kus autor toob välja intervjuude läbiviimisel selgunud tulemused ja teeb nende põhjal järeldused. Samuti annab autor kolmandas peatükis pakirobotiteenusele omapoolseid ettepanekuid ja soovitusi.

1 PAKIROBOTI TEHNOLOOGIA

1.1 Pakiroboti mõiste, olemus ja eesmärk

Pakirobotid on autonoomsed kohaletoimetamise robotid, mis pakuvad uksest ukseni teenust, läbi erinevatelt platvormidelt ostetud kaupadele [16]. Pakirobotid on mõeldud enamasti kõnniteedel sõitmiseks kuni 6 km/h ja kaupa kohale viima kuni 5 km raadiuses [6]. Üldiselt on robotkullerid mõeldud väikeste pakkide kohaletoimetamiseks, sest enamasti inimesed tellivad netist väikeseid pakke. Robotkullerite teekonda kättesaamiseni saab jälgida mobiilirakenduse kaudu [5]. Ohutuse mõttes on neile külge paigaldatud erinevad GPS seadmed, andurid jpm. Samuti on nad varustatud mikrofonide ja kõlaritega, mis võimaldavad inimestega suhelda. Kogu marsruuti jälgib operaator, et kõik toimiks nii nagu peab [2].

Robotkullerite turg on lähiaastatel kindlasti kasvav. Üks põhjustest on ka see, et logistikat tahetakse muuta üha rohelisemaks. Robotkullerid on suurepärane võimalus ettevõtetel vähendada CO2 heiteid [2]. Pakirobotite peamiseks eesmärgiks on lahendada viimase miili kohaletoimetamise probleem [6]. Kontaktivabale kohaletoimetamisele kasvab nõudlus pidevalt viimastel aastatel [5]. Oluline on mõista, et kuna robotkullerid on paljudes kohtades veel suhteliselt uudsed, siis inimesed ei pruugi mõista, mida robotid avalikus ruumis tegema peavad ning ei tea nende võimekuse piire. Inimestel esineb mitmesuguseid tundeid (ettevaatlikkus, mure, optimism, aktsepteerimine) seoses robotite liikumisega erinevates kohtades, mis sõltuvad ka sellest, mida inimesed juba mõistavad ja ootavad robotitest [1].

Robotite tehnoloogia on viimasel ajal sattunud isegi geograafide huviorbiiti. Professionaalne geograaf Vincent J. Del Casino on väitnud, et need on tehnoloogiad, mida järjest enam kasutatakse ja mis aitavad luua meie keerulist, pidevalt arenevat ja sotsiaal-ruumilist reaalsust [1].

Veel üks oluline aspekt on ühiskonna valmisolek laialdase pakirobotite kasutamise vastu võtma. Kõnniteede jagamine tarnerobotite ja jalakäijatega tekitab juba täna teatud kohtades olulisi aktsepteerimisprobleeme, mis avalduvad erinevates õigusliku raami tingimustes, sõltuvalt asukohast. Mõned neist võivad tõsiselt ohustada tarnerobotite ärimudelit: näiteks Eesti on juba kohandanud oma liiklusseadusi inimeste ja robotite jaoks jagatava ruumi jaoks [2].

1.2 Erinevad pakirobotid

Autonoomsed kohaletoimetamisrobotid (ADR-id) on elektrilise jõuallikaga mootorsõidukid, mis suudavad klientidele esemeid või pakke tarnida ilma kohaletoimetaja sekkumiseta. Neid ADR-e võib liigitada kaheks põhitüübiks. Kõnniteel liikuvad autonoomsed kohaletoimetamisrobotid (SADR-d) on robotid, mis on jalakäijatele sobiva suurusega ja kasutavad kõnniteid või jalakäijate radu. Teel asuvad autonoomsed kohaletoimetamisrobotid (RADR-d) on sõidukid, mis liiguvad teedel, mis on ühiskasutuses tavaliste mootorsõidukitega [3].

Uuringutest tuleb välja, et SADR-ide kasutuselevõtt ei pruugi olla nii tõhus kui RADR-ide kasutuselevõtt seoses energiatarbimise, heitmete ja parkimiskasutusega, eriti kui teeninduspiirkonnad asuvad depoost kaugel. Lisaks toob SADR-ide kasutamine kõnniteedel kaasa uued välismõjud ja võimalikud probleemid seoses jalakäijate ohutuse ja kõnniteede ummistumisega. Samuti, erinevalt kohaletoimetamisjuhtidest, kes tavaliselt kasutavad mõõdetud parkimiskohti või mahalaadimisalasid linnaaladel, on tõenäoline, et SADR-ide veoautod vajavad rohkem parkimisruumi ja käituvad erinevalt võrreldes tavaliste kohaletoimetamisveoautode või RADR-idega. Erinevuseks on pikem parkimisperiood ja suurem parkimisala kasutus. Mõnes olukorras võib SADR-ide kohaletoimetamise kulustruktuur soodustada topelt parkimiskäitumist [3].

Turul on hetkel saada kolme erinevat tüüpi kohaletoimetamisroboteid. Nende robotite omadused sobivad kõige paremini viimase miili kohaletoimetamiseks linnalogistika kontekstis. Näiteks kaalub Starship'i robot mitte rohkem kui 45 kg, suudab liikuda jalakäija kiirusel ja vedada kuni 2,6 kg paki klientidele 4 miili raadiuses. Teine näide on ANYmal, millel on lisaks kuni 10 kg kandevõimele võime ronida keerukatesse maastikesse, näiteks äärekividesse, treppidesse (kuni 45 kraadi) ja muudesse takistustesse maapinnal. Lisaks liigub ANYmal kiirusega 3,6 km/h ning sellel on rohkem kui kahe tunni autonoomia ja see suudab uksekella helistades jalaga ukse ette paki jätta. Viimase näitena on FedEx SameDay Bot, mis on mõeldud B2C uksele-uksele kohaletoimetamiseks ja sellel on tipptasemel kiirus 16 km/h koos kolme miili raadiusega [5].

Iseliikuv robot toimetab pakid klientide uste ette suhteliselt aeglastel kiirustel, kasutades selleks kõnniteid ning tagades, et nende turvalisusega ei kaasne suuri muresid. Seega võivad elektrooniliselt käitatavad kohaletoimetamisrobotid pakkuda odavamat, turvalisemat ja keskkonnasõbralikumat lahendust praegusele jätkusuutmatule viimase miili väljakutsele. Robotkullerid on hea alternatiiv

jalgrattakulleritele ja veoautodele tihedas linnapiirkonnas pakide kohaletoimetamisel. Konkreetse tüübi kohaletoimetamisveokit võib kasutada robotite vedamiseks naabrusesse, kus kohaletoimetamine on kõige kiirem. Seejärel võtavad robotid üle kohaletoimetamise viimase etapi [5]. Starship, ANYmal, FedEx ettevõtete pakirobotite illustratiivne pilt on välja toodud autori poolt järgneval joonisel (Joonis 1).



Joonis 1. Starship, ANYmal, FedEx ettevõtete pakirobotid [5]

1.2.1 Robotkullerid Eestis

Eestis on robotkullerid üsna uudne nähtus, esimesi robotkullereid katsetati 2014. aastal, aga avalikkuse ette tuldi 2015. aastal [6]. Robotkullerid loodi selleks, et lahendada viimase miili probleem. Peamiseks eesmärgiks on olla keskkonnasõbralik ja vähendada ummikuid. Samuti on robotkullerid hea alternatiiv kullerautodele just viimasel miilil, sest lühikesi teekondi ei ole majanduslikult mõttekas autoga ette võtta. Samal ajal ei eralda robotkullerid ka CO₂ heiteid, mille tõttu on nad väga keskkonnasõbralikud. Robotkullereid arendava ja tootva ettevõtte Starshipi äriarenduse juht Sandra Sooläte on öelnud, et “Nõudlus kontaktivabade kullerteenuste – eriti toidukaupade veo vastu on hüppeliselt kasvamas.” [7]. Starshipi roboteid on odavam ehitada, kui isejuhtivaid autosid, aga nad kasutavad samu tehnoloogiaid [5].

1.2.2 Robotkulleriteenust pakkuvad ettevõtted Eestis

Starship Technologies OÜ on 2014. aastal asutatud rahvusvaheline ettevõtte, mis arendab ja toodab väikeseid iseliikuvaid robotmasinaid. Ettevõtte peakontor on Londonis, aga ettevõtte arendustööd tehakse Tallinnas. Teenus on kättesaadav erinevates USA osariigi ülikoolilinnakutes, Tallinnas, Düsseldorfis, Hamburgis ja Bernis [6]. Starship kavatseb peagi laiendada kaupluste nimekirja ja teeninduspiirkondi [7].

Starshipi robot on täiustatud autonoomne seade, mis veab toidukaupu, sooja toitu või pakke, lühikeste vahemaade taggant. Robotite disain on aastate jooksul arenenud, mille tulemuseks on puhtad ja valged robotid [6].

Starship Technologies on juba edukalt kasutanud oma kohaletoimetamisteenust Intuiti linnakus Mountain View's Californias, kus keskmine kohaletoimetamisaeg klientidele jääb alla 15 minuti [3]. Starship on jõudsalt kasvav ettevõtte. 2019. aasta aprilliks toimetati 50 000 tellimust kohale, sama aasta augustiks toimetati juba 2 korda rohkem tellimusi – 100 000. 2020. aasta augustiks toimetati kohale 500 000 tellimust. 2021. aasta jaanuaris tõusti konkurentide seas teisele kohale, toimetades kätte miljon tellimust. 2022. aasta novembriks oli toimetatud kohale juba 4 000 000 tellimust. Hetkesed andmed on, et 2023. aasta aprilliks on pakirobotid 10 000 000 km läbinud ja sama aasta maikuuks on lõpetatud 5 000 000 autonoomset tellimust. 2023. aasta juunis alustati koostööd Bolt ettevõttega [6].

Tallinna kesklinnas saab tellida toidukaupu koju läbi Starshipi rakenduse Starshipi pakirobotitega nii Selver ABC-st kui ka Bloom-ist. Kauba kohaletoimetamise hind on 0,99 eurot, mis on siiani Eesti soodsaim kojuveoteenuse hind. Pakirobotid mahutavad kuni kolm poekotitait kaupa ja toovad kauba kohale poole tunni kuni tunni ajaga. Teenust saab kasutada piirkondades – Kalamaja, Telliskivi, Pelgulinna, Kelmiküla, Kassisaba, Uus Maailm, Veerenni, Tõnismägi [4].

Clevoni missiooniks on arendada ja toota sõidukeid, mis säästavad energiat, on keskkonnasõbralikud ning aitavad kaasa kliimaneutraalse majanduse jõudmiseni. Visiooniks on olla üks esimesi ja juhtivaid tehnoloogiaettevõtteid maailmas, mille mehitamata sõidukid leiavad tavalii kluses laialdast kasutust. Cleveron asutati 2008. aastal Viljandis. Pakirobotid loodi selleks, et tulla toime kasvavate e-kaubandust puudutavate probleemidega ja säästa inimeste aega [9].

2021 jõudis Cleveron 701 Hollandisse, kus Hollandi DPD-ga koostöös toimus pilootprojekt, robotkullerit juhiti 1500 km kauguselt. Cleveron 701 oli esimene mehitamata sõiduk Euroopas, mis sai loa avalikel teedel sõita. 2022. aasta juunis püstitati kaugjuhitava sõidukiga ilmselt maailmarekord, sõidukit juhiti 2500 km kauguselt. Juulis alustasid robotkullerid tegutsemist Leedu toidupoe ketiga, mida hakkas opereerima platvorm LastMile. Edasi jõudsid robotkullerid Põhja-Ameerikasse ning meeskonnaga liitus kogenud USA äriarendusjuht Nathan Ray [9].

Cleveron Mobility AS on välja kasvanud Cleveron AS-ist, kes on maailmas pakiautomaatide valdkonnas üks liidritest, eriti innovatsioonile mõeldes. Cleveron Mobility eesmärgiks on laiendada erinevatesse linnadesse, kus tellitakse palju e-kaubanduse teel, mille osakaal aina suureneb. Samuti muuta robotkullerid igapäevaseks osaks pakide kättetoimetamisel. Robotkuller suudab täisautonoomselt sõita näiteks lennujaamades ja logistikakeskustes, mis on kinnised alad. Avalikel teedel tahetakse luua robotkulleritel 90-protsendilist autonoomsust, kus nende teleoperaator peab sekkuma ainult erijuhtudel [11].

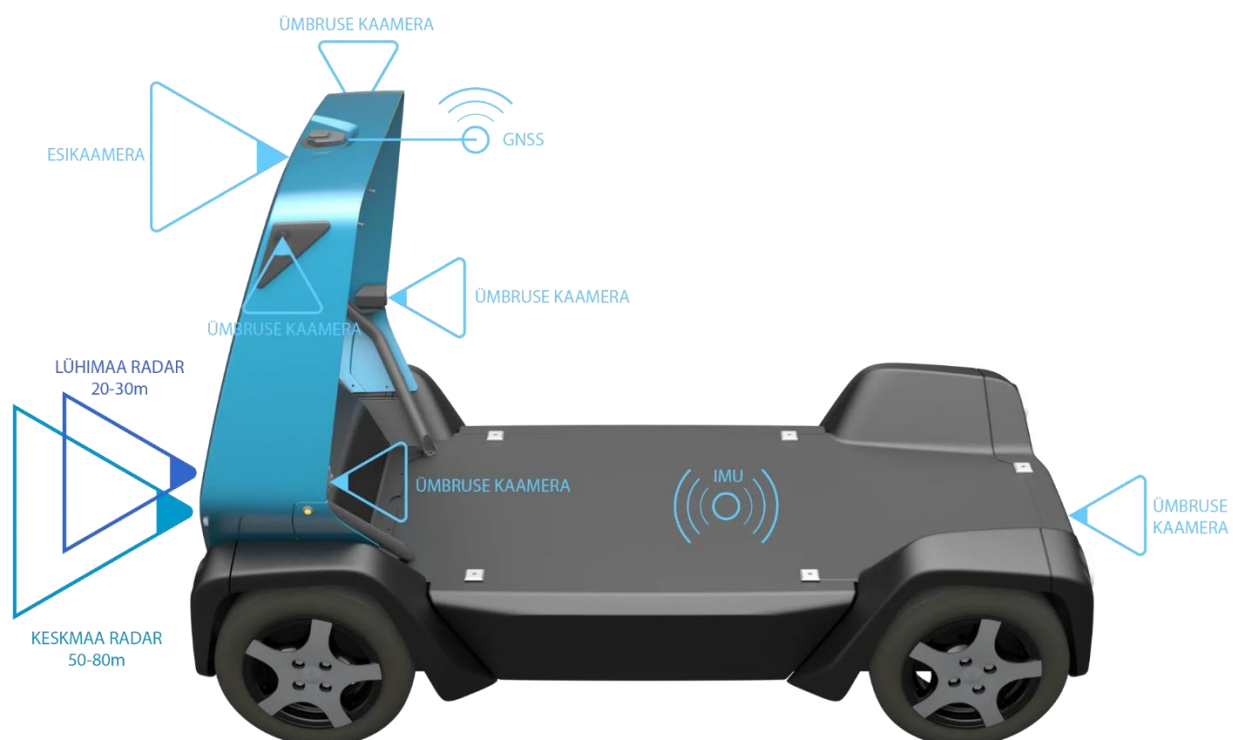
1.2.3 Starshipi pakiroboti tehnoloogia

Robotid on varustatud andurite komplekti ja 12 kaameraga [6]. Pakirobot suudab ületada ka mitmesuguseid takistusi, et teha oma kohaletoimetamisi, näiteks nagu ronida üle äärekivide, tõstes oma rattaid ükshaaval, et jõuda kõnniteele. Samuti suudab pakirobot vältida kokkupõrkeid inimestega ja navigeerida, kui miskit jääb sensori/kaamera ette takistuseks. Robot on loodud just lühikeste vahemaade tarnete jaoks ja peamiselt väikeste tellimuste jaoks, mida tavakullerid ei soovi teha [4].

Kui keegi üritab robotit varastada, teevad kaamerad vargusest pildi ja heliseb häire. Lisaks saavad mitmed jälgimisseadmed jälgida roboti asukohta GPS-i abil, ja igal robotil on ka operaator, kes vajaduse korral saab kahesuunalise kõlari kaudu inimesega rääkida [2].

1.2.4 Clevoni pakiroboti tehnoloogia

Clevoni sensorikakomplekt hõlmab kaamerat, radarit, GNSS-i & IMU. Clevoni sensorikakomplekti illustratiivne pilt on välja toodud autori poolt joonisel 2 (Joonis 2). GNSS on globaalne navigatsioonisatellitide süsteem, mis koosneb kahest komponendist – vastuvõtja ja antenn [23]. IMU tagab katkematu andmevoo lineaarse kiirenduse ja pöördliikumise kohta, tänu millele saab sõiduk asukoha määramisega hakkama ka seal, kus GNSS signaal on katkendlik. Kaamerasüsteem tagab 360° vaatevälja, milles radar tuvastab vaateväljas olevate objektide kauguse ja kiiruse. Sensorid aitavad vältida kokkupõrkeid liikluses [8].



Joonis 2. Clevoni sensorikakomplekt [8]

Clevon töötab välja pakirobotile MultiBox pealiskonstruktsiooni eesmärgiga laiendada robotkulleri funktsionaalsust. MultiBoxi kõigis kuues eraldatud sahtlis on saadetised turvaliselt ning ilmastikukindlalt kaitstud [14]. Kappides on LED-valgustus, libisemiskindel alus [15]. Sarnaselt pakiautomaadi tarnetele saab klient paki saabumise kohta SMS-teavituse koos uksekoodiga. Kui robotkuller on ukse ees, peab klient minema välja, sisestama uksekoodi ning avaneb just see uks, kus on tema pakk sees. [14] Cargoboxi tehnoloogilised andmed, sealhulgas kapi mõõtmed on toodud autori poolt välja järgnevates tabelites (Tabel 1 ja Tabel 2).

Tabel 1. Clevoni MultiBoxi tehnoloogilised andmed [15]

Pikkus, mm	1850
Laius, mm	1000
Kõrgus, mm	900
Kandevõime, kg	60

Tabel 2. Clevoni Multiboxi kapi mõõtmed [15]

Kapi mõõtmed	3-kapi variant	6-kapi variant
Sügavus, mm	700	700
Laius, mm	400	400
Kõrgus, mm	600	300

1.2.5 Robotkulleriteenust tarbiv ettevõtte DPD AS

DPD AS asutati Eestis 1995. aastal. DPD pakivedu on süsinikuneutraalne ning kõikidele klientidele ilma lisatasuta. Kliendil on turvaline kasutada DPD-d, sest saadetavad kaubad on kindlustatud kuni 520 euro väärtuses, pakiautomaatides kuni 265 euro väärtuses. DPD eeliseks on veel see, et nad tarnivad kaupu kuuel päeval nädalas. Hetkel on pakiautomaate üle Eesti 250 [10].

DPD testis Peetri elamurajoonis täiselektrilist pakirobotit CLEVON 1, mis mahutab korraga mitme kliendi pakid. Selle pilootprojekti eesmärgiks on aru saada, millised on autonoomsete sõidukite integreerimise võimalused võrreldes tänapäevaste logistikalahendustega. Remo Kirss, kes on DPD Eesti tegevjuht, ütles, et robotkulleri uus *Multibox* rakendus suurendab efektiivsust, sest tänu sellele saab korraga kohale toimetada kuni 6 kliendi pakid. Pilootprojektiga tahetakse aru saada, mida on võimalik teha kulleriteenuse ja kaubasaaja poolt, et tulevikus suudaksid autonoomsed pakirobotid teatud määral robotkullereid toetada. DPD pilootprojekti raames teeb pakirobot päevas kaks veeringi [14].

„Täidame Jüri sorteerimiskeskuses kuus pakikappi, robot viib need kohale ning tuleb seejärel tagasi sorteerimiskeskusesse. Logistikakeskuse lähedasi tarneid tehes saame ühest küljest hoida efektiivsust ja teisalt koguda olulist informatsiooni edasiste arendustööde jaoks,“ selgitas Remo Kirss. Viidi läbi ka test Ülemiste City-s, kus tuli välja, et robotkulleriteenuse üheks kitsaskohaks on kodukontoripäevad, kui töötajad ei ole kontoris ja ei saa pakki vastu võtta. Lahenduseks on näiteks see, et robot teenindab suurel määral ainult erakliente, sest kui robot seisab kohapeal ja keegi ei tule pakki võtma, siis on see raisatud aeg, mida võiks kasutada eraklientide vajaduste rahuldamiseks. Tuleviku plaan on, et robotkullerid sõidavad enamuse ajast teedel iseseisvalt ning operaator aitab väga minimaalselt, vaid keerulistemates

kohtades. Teleoperaator saab korraga jälgida 5 kuni 10 pakiroboti liiklemist, mis aitab vähendada viimase miili tööjõukulusid [14].

DPD targa linnalogistika plaani kuulub robotkullerite lisamine DPD masinaparki, mis aitaks keskkonda muuta palju puhtamaks, vähendades samal ajal nii süsinikuheidet kui ka liiklusrumürat. Pilootprojekti õnnestumisel Jüri piirkonnas, on DPD huvitatud uue robotkulleri testimisest ka mujal eramurajoonides [14].

1.3 Pakirobotite roll logistikas

1.3.1 Viimase miili kohaletoimetamine

Viimase miili kohaletoimetamise robotitel on efektiivne ja optimeeritud kohaletoimetamise aeg, kuna nad ei pea olema liikluserahkudes, vaid sõidavad jalgratta- ja kõnniteedel. Klientidele on see kasulik, kuna nad saavad ise valida sobiva kohaletoimetamise aja, ka väljaspool tööaega, vähendades sellega näiteks pakendi tagasisaatmise vajadust jaotuskeskusesse [17].

Erilist transporti vajavate toodete, nagu toit või õrnad esemed, puhul võivad pakirobotid olla väga kasulikud. Viimase miili kohaletoimetamise robotid on väikesed ja meeskonnata ning neid saab varustada spetsiaalsete säilitusruumidega (näiteks jahutatud või pehmendatud konteinerid), suurendades seeläbi esemete transiidi ajal nende säilimise tõenäosust. See annab jaemüüjatele võimaluse tõhustada klienditeenindust ja eristuda konkurentidest [17].

1.3.2 Viimase miili väljakutsed

Jaemüüjad seisavad juba aastaid silmitsi äärmiselt õhukese kasumimarginaaliga ning on suunanud oma tähelepanu operatiivse efektiivsuse suurendamisele, et jääda konkurentsivõimeliseks. Viimase miili kohaletoimetamise probleemi lahendamine tarneahelas on saanud oluliseks etapiks efektiivsuse mõistatuse juures, olenemata sellest, kas jaotus pärineb laost või toidupoest. Robotid võivad suurendada efektiivsust, täpsust ja kliendirahulolu ning teha kohaletoimetamisi vähema ajaga ning madalamate operatiiv- ja kaudsete kuludega [18].

ARK Invest hindab, et robotid võiksid tarnida toitu umbes 6 senti maksumusega miili kohta, mis on 20 korda odavam võrreldes inimeste tehtud kohaletoimetamisega. Kuigi suuremaid

kohaletoimetamisroboteid kasutades on kulu veidi suurem - umbes 40 senti miili kohta - on see ikkagi üks kuuendik isikliku sõidu maksumusest toidupoodi [18].

Mõned ettevõtted on juba edukalt rakendanud autonoomseid mobiilseid roboteid aktiivseteks tarneteks. Siiski on nende tegevus piiratud näiteks kooli ülikoolilinnakutesse, mis on piiratud väiksed alad ja tarned toimuvad ainult kindlatel teedel, päevavalguses ning soodsate ilmastikutingimustega. Robotid, mis veavad pakke linnalähedastest jaotuspunktidest, peavad hakkama saama veidi keerulistema keskkondadega [17].

Realistlikuma stsenaariumi korral peab LMD Robot läbima suure ja tõenäoliselt avastamata ala, et jõuda kliendini. Robot alustab teekonda teadaolevast asukohast linnas, näiteks kohalikust poest ja arvutab välja optimaalse tee kliendini. Kui marsruut on välja töötatud, siis peab pakirobot kliendini jõudma turvaliselt, mistõttu on oluline, et klient saab läbi rakenduse jälgida, kus pakirobot parasjagu on. Positsioneerimine on igas autonoomse mobiilse roboti navigatsioonisüsteemis põhikomponent [17]. Kõige suuremaks mureks robotkullerite puhul ongi turvalisus ja nende piiratud mahuvõime (väikesed pakid) [4].

1.3.3 Viimase miili tehnoloogilised lahendused

Üheks viimase miili kohaletoimetamise võimaluseks on lukustatavate kappidega autonoomne juhitud sõiduk, mis suudab pakke kohale toimetada ilma inimese sekkumiseta. Hetkel on autonoomsuse tase kuskil 70-80%, operaator peab ikkagi aegajalt sekkuma. Kliente teavitatakse täpsest saabumisajast ja palutakse pakile järele tulla sõidukile paigaldatud kapist [4].

Peale algset hüpet lendavate droonidega seotud tarneentusiasmist on viimasel ajal kõnniteel sõitvad tarnerobotid keskendunud viimase miili kulude vähendamisele ja keskkonnasäästlikusele. Kuna need robotid peavad jagama oma ruumi teiste transpordivahendite või liikuvate inimestega, on nende eelistatud opereerimisalad eeslinnad ja piirkonnad, kus autoga on pigem raske pakke viia nt kitsad/pimedad tänavad. Neis piirkondades on autonoomsetel tarnerobotitel konkurentsieelis võrreldes teiste tarneviisidega, ning aluseks olev ärimudel rõhutab viimase miili tarne kulude eelist, milleks hinnatakse alla 1 euro ühiku, mis sõltuvalt vastava piirkonna palgatasemest on kuni 15 korda vähem kui praegused kulud tavakulleriga. Sõltuvalt distantst on pakiroboti tarneaeg hetkel kuskil 15-20 minutit [2].

Pikemate kauguste ületamiseks tarnealal alustas ettevõtte koostööd Daimleriga, et arendada välja "RoboVan", mis moodustab mobiilse roboti keskuse MB Sprinteri minibussi alusel ja pikendaks märkimisväärselt robotite ulatust. See tarnetehnika realiseerib "*hub and spoke*" kontseptsiooni, mis on logistikas hästi tuntud standardmudel.



Joonis 3. Emalaev koos Starship pakirobotitega [3]

RoboVan-Mercedes-Benz Sprinter on varustatud 54 tarnekastide ja kaheksa Starshipi robotiga. Sprinter täidab transpordi pikamaaosad mobiilse keskusena ja toob robotid koos tarnekastidega otse piirkonda, kus tuleb teostada hulk individuaalseid tarneid. Selles kohas lahkuvad robotid RoboVanist autonoomselt ja katavad viimase miili kliendi juurde, et kohale toimetada kaup klientidele ja seejärel naasta Sprinterisse. See lähenemine realiseerib "*hub and spoke*" kontseptsiooni robotite viimase lühikese vahemaa tarnega [2].

Hetkel teeb Mercedes-Benz koostööd ettevõttega Starship Technologies elektrikaubiku loomisel, kuhu peale saavad sõita robotkullerid tänu laadimissillale. Elektrikaubikut kutsutakse ka nõ "emalaevana", kus kaubik pargib ära teatud piirkonnas ja seejärel robotkullerid viivad lähedal asuvatele klientidele kaubad. Emalaeva näide ja Starshipi pakiroboti illustratiivne pilt on välja toodud autori poolt järgneval joonisel (Joonis 3). Pärast tarnete tegemist lähevad robotkullerid tagasi kaubiku juurde, sõidavad mööda kaldteed peale ja lähevad uude piirkonda tarneid tegema [2].

1.4 Pakiveo keskkonnamõjud ja ühiskondlikud huvid

1.4.1 Keskkonnasõbraliku logistika vajadus

Ülim kasu rohelisest logistikast seisneb eelkõige ettevõtte poolt tekitatud saastatuse vähenemises. See mitte üksnes ei mõjuta positiivselt ettevõtte enda toimimist, vaid kandub üle ka laiemasse ühiskonda,

arvestades praegust keskkonnaseisu. Roheline logistika aitab vähendada tarneahela jalajälge, eriti nende sõidukite puhul, mis kasutavad sisepõlemismootorit ja eraldavad keskkonnale kahjulikke kasvuhoonegaase. Siit tuleb välja väga hea põhjus, miks just pakiroboteid kasutada viimase miili tarnete puhul. Selle tulemusena on ettevõtetel võimalik säästa raha, samal ajal vähendades oma ökoloogilist jalajälge. Roheline logistika hõlmab endas biolagunevate või korduvkasutatavate pakendite või materjalide kasutamist. Kuigi esialgu võivad need olla kallimad kui ühekordse kasutusega materjalid, siis pikemas perspektiivis aitavad need ettevõtetel raha kokku hoida. Näiteks võib kasutada kartongi puidualuste asemel või korduvkasutatavat plastikut. Pakend moodustab peaaegu poole maailma plastireostusest, millest suurt osa ei taaskasutata. Seetõttu on äärmiselt oluline seda ressursi teadlikult kasutada [19].

Roheline logistika võimaldab ettevõtetel võtta kasutusele ökoloogiliselt vastutustundliku lähenemise, mis on ettevõtte mainele väga kasulik. See võib olla viis vastamiseks B2C klientide keskkonnanõuetele, nähes selles kvaliteedigarantiid või vastamiseks B2B klientide nõudmistele, kes omakorda rakendavad rohelist logistikat ja otsivad keskkonnasõbralikke tarnijaid. Roheline logistika vähendab kauba või toorainekadude hulka laos. Kasutamata jäänud toorainete mitte ära viskamine ringlusse võtmiseks või uuesti kasutamiseks aitab ettevõtetel kokku hoida kulusid toorainete asendamisel. Roheline logistika kaasab endas ka ladude automatiseerimist. Automaatsete protsesside rakendamine aitab ettevõtetel suurendada logistikatõhusust, säästa aega ja raha. Näiteks püsiva inventuurihaldussüsteemi kasutuselevõtt WMS-tarkvaraga aitab vähendada kaotusi, mis on põhjustatud aegunud kuupäevaga kaupadest. Automaatne ladu on seega vastastikku kasulik nii keskkonna- kui ka majanduslikust perspektiivist ning vastab tõhusa rohelise logistika nõuetele [19].

1.4.2 Keskkonnasäästlikud pakirobotid ja transpordivahendid

Viimase miili kohaletoimetamise robotid, olles väikesed, vajavad oluliselt vähem energiat kui suuremad kohaletoimetamise autod. Nende kütusena ei kasutata fossiilkütuseid, mis tähendab, et nende süsinikujalajalg on märgatavalt madalam kui tavasõidukitel. Arvestades valitsuste suundumust kehtestada keskkonnaalast seadusandlust, mis hõlmab tõenäoliselt makse kahjulike heitmete eest, võivad need robotid olla sellest vabastatud [17].

Siiski, tehnoloogia arenedes ja inimeste nõudmisel ettevõtetelt järjest enam keskkonnasõbralikumaid lahendusi, on vaid aja küsimus, millal pakirobotid laialdasemalt kasutusele võetakse. Nende

potentsiaalne tehnoloogia sillutab teed keskkonnasõbralikumate logistikapraktikate poole, mis on kasulikud nii ettevõtetele kui ka keskkonnale. Tulevik tundub selles valdkonnas helge, kui pakirobotite turg laieneb ka toiduvaldkonnast kaugemale ja robotkulleriteenust pakkuvate ettevõtete tulu kasvab [24].

1.5 Autonoomsete robotite tehnoloogiline areng

1.5.1 Andmesidevõrkude roll logistikas

Telekommunikatsioon viitab info edastamise kaugusele, võimaldades reaajas suhtlust ja ühendust erinevate tarneahela osapoolte vahel. Täiustatud suhtlustehnoloogiate kasutamisel saavad organisatsioonid optimeerida oma tarneahela protsesse, parandada otsustusprotsesse, suurendada nähtavust ja lõpuks saavutada konkurentsieelis turul. Telekommunikatsioon hõlbustab sujuvat suhtlust klientidega, võimaldades kiiret vastust päringutele, tellimuste jälgimist ja kohaletoimetamise uuendusi, mis viib parema kliendirahulolu ja lojaalsuseni [22].

Paranenud suhtlus ja koostöö on eduka tarneahela juhtimise alustala. Telekommunikatsioon võimaldab organisatsioonidel luua sujuvaid suhtluskanaleid tarnijate, tootjate, levitajate, jaemüüjate ja klientide vahel. Reaajas uuenduste jagamine võimaldab paremat koordineerimist ja kiiremat reageerimist nõudluse, laoseisude ja tootmisgraafikute muutustele. Telekommunikatsiooni kasvav tähtsus tarneahela juhtimises on märkimisväärne. See võimaldab organisatsioonidel optimeerida tegevusi, parandada kliendirahulolu ja saavutada konkurentsieelis kiiresti muutavas ärikeskkonnas. Täiustatud suhtlustehnoloogiate kasutamine avab tee tõhusama, vastupidavama ja edukama tarneahela suunas [22].

1.5.2 Andmete analüüs ja tehisintellekt logistikas

Tehnoloogia mängib olulist rolli transpordi- ja logistikasektoris, kus tarneahelad muutuvad ülemaailmseks. Nutikad lahendused nagu robotid, andurid, jälgimistarkvara ja automatiseerimine aitavad luua tõhusaid tarneahelaid. Tehisintellekt, masinõppe algoritmid ja keerukas analüütika aitavad optimeerida protsesse ning automatiseerida hooldust, suurendades üldist tõhusust. Tarneahela nähtavus paraneb tänu täielikule tootejälgimisele tootjalt lõppsihtkohta. Pilvepõhised suhtlussüsteemid, kiire ühendusega internet, andurid ja muud logistikatehnoloogia tagavad pakirobotite laitmatu töö. Tehnoloogia, mis suurendab tootlikkust, lõppkokkuvõttes vähendab kulusid, samal ajal parandades teenuseid. Anduriseadmed, jälgimistarkvara ja võõtkooditehnoloogia vähendavad inimsekkumise vajadust ning tarkvara AI ja ML abil võib optimeerida tarneteid, vähendada transiidiaegu ja aidata teha

otsuseid, mis viivad tõhusate kulude vähendamise strateegiateni. ML tarkvara abil saab ennustada või klassifitseerida uusi andmeid, kui selleks on ette antud sisendväljund. Lühidalt on ML nagu tehisintellekt, mis uurib algoritme ja suudab teha otsuseid/ennustusi ilma inimese vaevata. Täisautomaatika, osaline automatiseerimine, robotid ja AI-ga täiustatud tööriistad, mis optimeerivad marsuute, saavad kiirendada transporti ja parandada teenindustaset. Näiteks kui pakirobot saadab sõnumi, et ta on kohal, siis on see kiirem variant tavakullerist, kes helistab, et on kohal või ei leia näiteks õiget asukohta üles. Andurid, jälgimistööriistad ja muud logistikatehnoloogia lahendused jälgivad sõidukeid ja liiklust, pakkudes kiiremaid marsuudivõimalusi. AI ja ML abil toodetud ennustavad analüütikad aitavad leevendada riske, automatiseerida hooldust ning suurendada sõidukite ja seadmete eluiga [20].

1.6 Pakirobotite seadused

1.6.1 Riiklikud regulatsioonid

Pakirobot on mõeldud liiklemiseks hetkel ainult kõnniteel. Liiklusseaduse üldsätetes on paragrahv 2 punkt 25, mis ütleb, et kõnnitee on jalakäija, robotliikuri ja kergliikuriga liiklemiseks ettenähtud ja äärekiviga või muul viisil sõiduteest või jalgrattateest eraldatud teeosa, mis võib olla tähistatud asjakohaste liiklusmärkide või teekattemärgistega [12].

Pakirobot kuulub mootorsõidukite alla. Liiklusseaduse üldsätetes on paragrahv 2 punkt 40, mis ütleb, et mootorsõiduk on mootori jõul liikuv sõiduk, välja arvatud üksnes piiratud liikumisvõimega isikule kasutamiseks ettenähtud mootoriga sõiduk, jalgratas, kergliikur, pisimopeed, robotliikur, maastikusõiduk, tramm ja sõiduk, mille valmistajakiirus ei ületa kuut kilomeetrit tunnis [12].

Liiklusseaduse üldsätetes on paragrahv 2 punkt 68¹, mis ütleb, et robotliikur on ratastel või muul veermikul maapinnaga kontaktis liikuv osaliselt või täielikult automaatne või kaugjuhitav sõiduk, mis kasutab ümbritseva keskkonna kohta teabe saamiseks andureid, kaameraid või muid seadmeid ja mis on saadud teavet kasutades suuteline liikuma osaliselt või täielikult juhi kontrollita [12].

Liiklusseaduse üldsätetes on paragrahv 7 punkt 8, mis ütleb, et jalakäija ja jalgratta kujutisega foor reguleerib jalakäija, kergliikuri juhi, pisimopeedijuhi, robotliikuri ja jalgratturi liiklust. Liiklusseaduse üldistes reeglites on paragrahv 15 punkt 6, mis ütleb, et jalakäija või robotliikuri vahetus läheduses tohib sõiduk liikuda jalakäija või robotliikuri kiirusega ehk õuealal 20km/h. Liiklusseaduse jalakäija liiklusreeglites on paragrahv 22 punkt 1, mis ütleb, et jalakäija ei tohi põhjendamatult takistada teist

jalakäijat ega ülekäigurajal, kõnniteel või jalgratta- ja jalgteel liikuvat jalgratturit, kergliikurijuhti või robotliikurit [12].

Üldine õigusevastase teo vastutus enamikes õigussüsteemides pakub hüvitisnõuet igasuguste õigusvastaste tegevuste puhul, see tähendab tsiviilõigusrikkumise korral, mis põhjustab kahju teisele isikule, ja nende põhimõtete alusel, mis on rakendatud kõigis riiklikes õigussüsteemides eraldi, vastutab kohalik või juriidiline isik, kes juhib tarnerobotit ja vastutab ka selle järelevalve eest (meie juhtumi korral Starship Technologies), iga õigusevastase teo eest, mille isik on toime pannud oma vahenditega - selles kontekstis tarnimisrobotiga [2].

1.6.2 Regultatsioonide mõju innovatsioonile ja arengule

Erinevates USA osariikides kehtivad erinevad seadused kõnniteel liikuvate kohaletoimetamisrobotite kohta, mille tulemusel tekib tehnoloogiaarendajatele väljakutse riikidevahelise laienemise osas. Kuigi seadused võimaldavad ettevõtetel kaasa rääkida määruste kujundamisel, on nende kirju olemus ka rahvusvahelise laienemise osas keeruliseks muutnud. Kuigi kõnnitee nõuetekohaseid roboteid ei keela ükski osariik, on tehnoloogiaarendajad valinud ettevaatlikuma lähenemisviisi laienemisele, et vältida robotite turule paiskamisest tekkivaid probleeme ja vastuseisu, nagu juhtus e-tõukuritega. Seadusandlus on sageli välja töötatud koostöös kohaletoimetamisrobotite operaatoritega. Näiteks ettevõtte Starship Technologies, mis teeb koostööd Grubhubiga kõnniteerobotite ülikoolilinnakutele toimetamiseks, töötab välja seadusi Virginia, Idaho, Wisconsinis ja teiste osariikidega [21].

Kuigi ettevõtted peavad jätkama tasakaalu leidmist oma ärieesmärkide saavutamise ja ohutusalaste murede lahendamise vahel, on poliitiline kaasatus neile edu toonud. Erinevate osariikide seaduste varieerumine sõltub sageli sellest, milline roboti operaator viis läbi konkreetse seaduse vastuvõtmise, selgitas kohaletoimetamisrobotite ettevõtte Coco asepresident ja valitsussuhete juht Carl Hansen. Osariikide seadusandlust on aga mõnel juhul saatnud tugev vastupanu. Näiteks Kansasi kuberner Laura Kelly pakkus välja 2022. aastal seaduseelnõu, mis oleks kehtestanud reeglid kõnnitee robotite liikumiseks. Tema selgitusel tuli seadusandjatel veel lahendada ohutusega seotud küsimusi. Regulaatiivne heakskiit ei taga aga probleemideta käivitamist. Nii Pennsylvania kui ka Detroitis läbiviidud pilootprogrammid näitasid, et tarnebotid võivad kokku puutuda probleemidega, näiteks halvasti hooldatud kõnniteed või klientide vähesus, kes on valmis sellist teenust vastu võtma. Eksperdid usuvad, et sellised katseprogrammid on vajalikud võimalike rakendusprobleemide väljaselgitamiseks [21].

Pakirobotite laialdasemat kasutuselevõttu takistab maailma eri piirkondades kehtivad eeskirjad, mis reguleerivad juhita sõidukite liikumist avalikel teedel. Küll aga omavalitsused on nõus tegema pakirobotiteenuste pakkujatega koostööd, mille käigus võetakse vastu seadusi järjest enamates riikides ja USA osariikides [24].

2 METOODIKA

2.1 Uurimuse strateegia

Bakalaurusetöös kasutatakse kvalitatiivset uurimismeetodit, et teada saada robotkulleriteenuse tarneahelast, infrastruktuuri efektiivsusest ning arengu perspektiividest. Uurimismeetodiks on intervjuude läbiviimine erinevate robotkulleriteenuse pakkujate ja tarbijatega. Autor valis intervjuude läbiviimise antud teema puhul, kuna intervjuu annab põhjalikumalt informatsiooni pakirobotite kohta kui küsitlus. Intervjuu koosneb avatud küsimustest, millele saab vastaja oma sõnadega vastata, kus võib olla mitu vastust. Intervjueeritavatega kohtumise teel on parem oma mõtteid diskuteerida. Autori arvates täidetakse küsimustikku kiiresti, mille tõttu ei jõuta kõiki mõtteid kirja panna, aga intervjuude läbiviimise käigus selgus, et intervjueeritavad vastasid pigem pikalt ja laialt kõikidele küsimustele.

Uurimistöö tulemuseni jõudmiseks seadis töö autor uurimuseks järgnevad tööetapid:

1. probleemi tuvastamine;
2. pakiroboti mõiste, erinevate robotkulleriteenust pakkuvate ettevõtete ja nende pakirobotite tehnoloogia, robotkulleriteenust tarbiva ettevõtte DPD, viimase miili kohaletoimetamise, pakiveo keskkonnamõjude ja ühiskondlike huvide, autonoomsete robotite tehnoloogilise arengu, pakirobotite seaduste kohta info kogumine;
3. robotkulleriteenuse pakkujate ja tarbijate intervjuu küsimustiku koostamine;
4. robotkulleriteenuse pakkujatega ja tarbijatega intervjuu aja kokkuleppimine ja intervjuu läbiviimine;
5. andmete analüüs;
6. järeldused ja ettepanekud.

Lõputöö probleemiks on infrastruktuursed pudelikaelad linnaliikluses ja süsteemsete tõrgete parendamine. Eesmärgiks on uurida robotkulleriteenuse struktuuri ja tarneahelat, infrastruktuuri efektiivsust ning pakirobotitega seotud tehnoloogia arenguvõimalusi tulevikuks

Uuringule püstitatud uurimisküsimused on järgmised:

1. Kuidas on korraldatud tänapäeva robotkulleriteenus tarneahela vaates?
2. Milline on hetkene infrastruktuur ja kas see on efektiivne pakirobotite jaoks?
3. Mis on võimalikud robotkulleriteenuse arengusuunad?

Autor tahab kvalitatiivsest uurimusest teada saada, milline näeb hetkel välja pakirobotite tarneahel, kuidas mõjutab pakirobotiteenuse kasutuselevõtt viimase miili logistikat ja keskkonnasäästlikkust, kas robotkulleriteenus on kasumlik äri, millel on kasvupotentsiaal, mis on peamised pudelikaelad linnaliikluses, milliseid mõjusid toob kaasa teenuse ala suurendamine ning milliseid muutusi või täiendusi peaks tegema. Intervjuu vastuste kaudu on võimalik saada lai ülevaade pakirobotiteenuse hetkeseisust, jätkusuutlikkusest ja tuleviku arenguvõimalustest.

2.2 Intervjuu struktuur

Autor viis intervjuud läbi nii Zoomi vahendusel kui ka silmast-silma kohtumiste teel, sõltuvalt, mis variant intervjuueeritavale paremini sobis. Lõputöö käigus intervjuueeriti nelja ettevõtet. Iga intervjuueeritav sai päev enne intervjuud küsimused tutvumiseks, tänu millele sai intervjuueeritav paremini ette valmistuda. Autor esitas ühel intervjuul (TLT) 9 küsimust ning teistel 12 küsimust. Intervjuu küsimused käsitlesid järgmisi teemasid:

- robotkulleriteenuse definitsioon, tarneahel
- robotkulleriteenuse kasutamise kogemus, suhtumine robotkulleritesse
- pakirobotiteenuse mõjud viimase miili tarne logistikale ja keskkonnasäästlikkusele
- valdkonna kasvupotentsiaal
- teenuse ala suurendamine kui probleemide lahendamine
- vaade tulevikku – robotkullerite segmendi kasvu mõjud, keskkonnateguri vaade, intermodaalsete lahenduste võimalikkus, muutused ja täiendused robotkulleriteenuses.

Autor alustas intervjuud küsides robotkulleriteenuse definitsiooni ning kuidas intervjuueeritav selgitaks robotkulleriteenust lihtsate terminitega lapsele. Seejärel uuriti, kuidas jõuab pakk pakirobotisse ning seejärel tarbijani. Intervjuueeritavatelt küsiti, kuidas nad suhtuvad robotkulleritesse ja kas nad on pakirobotiga midagi endale tellinud, et anda tagasiside teenuse positiivsetele ja nõrkadele külgedele. Järgmiseks tahtis autor teada saada, kui suur on pakirobotite turuosa tänapäeva pakiveo/saadetise turul. Autor puudutas viimase miili tarne logistikat ja keskkonnasäästlikkust. Autor uuris, kas robotkulleriteenus kui innovaatiline lahendus on kasumlik äri. Lisaks küsis autor veel, kas meie infrastruktuur on valmis toetama pakirobotite efektiivset tööd, millised mured on hetkel linnaliikluses ning kas teenuse ala suurendamine lahendaks neid probleeme või tekitaks probleeme juurde. Intervjuu lõpus pidi selguma, kas pakiroboteid ja ühistransporti saaks tarnete tegemiseks mingit moodi ühendada ning mis oleks

nõrkused ja tugevused selle puhul. Viimaseks uuris autor, milliseid täiendusi võiks teha robotkulleriteenusele lähitulevikus ning milliseid muutusi soovitakse näha sellel alal.

2.3 Intervjueeritavad ettevõtted

Andmete kogumiseks koostas autor valitud robotkulleriteenuse pakkujatele ja kasutajatele ja tarbijatele küsimused, et viia läbi intervjuud. Küsimused hõlmasid peamiselt seda, et millised on murekohad liikluses hetkel seoses pakirobotitega, kuidas nad mõjutavad viimase miili tarneid ning kuidas saaks teenust paremaks ja mugavaks muuta kõigi jaoks. Valiku kriteeriumiks olid Eestis robotkulleriteenust esimestena pakkuvad ettevõtted (Cleveron, Starship) ning nende teenust kasutav ettevõtte (DPD). Samuti Tallinna Linnatransport (TLT), kuna Tallinnas kasutatakse kõige rohkem robotkullereid pakirobotitena ning hea oleks saada TLT vaade, kuidas pakirobotid sobituvad liiklusesse ja millised probleemid võivad tekkida.

3 TULEMUSED JA JÄRELDUSED

3.1 Intervjuu tulemuste analüüs

3.1.1 Starship Technologies OÜ

Väiksele lapsele selgitaks Starship pakirobotiteenust nii, et samamoodi nagu vesi tuleb torudesse ja kaablid toovad voolu kodudesse, tuleb ka pakk inimesele, võimalikult autonoomselt.

Starshipi pakiroboti tarneahel on järgmine. Robotid sõidavad hommikuti *hub*-ist (nö hoolduskeskus) välja ja jäävad ootama tööd, kui klient tellib midagi ning kui tellimus tuleb, siis sõidab pakirobot kohta, kust telliti ja kaup laetakse pakirobotisse. Seejärel sõidab pakirobot kliendini ning uksekoodiga saab klient paki kätte. Õhtuti robotid pargivad kodulokatsioonis (kaupmehe juures) või Starshipi enda keskuses, kus laetakse ja puhastatakse pakiroboteid.

Pakirobotite turgu võrreldes tervikliku saadetiste veo turuga ei saa hästi võrrelda, kuna sõltub palju asukohast ja paljudest teistest teguritest. Kõige parem tarne distants on Starshipi jaoks 2-3 km, mis on majanduslikult mõistlik ja sellel tingimusel omab Starship valdava osa turuosast. Suure autoga tarnida nii lühikest maad ei ole kasulik, kuna keskkonnasaaste on suur, teisalt Boltiga tellides oleks see märkimisväärselt kallim kui pakirobotiga. Starship loodab, et viimase miili tarneid teeb tulevikus ainult pakirobot just sellepärast, et autod on kõige keskkonnasaastavamad ja viimasel miilil saaks autosid asendada. Kuna lumistel tingimustel väheneb Bolt ja Wolt ettevõtetel jalgratastega sõitmine, seetõttu võiksid pakirobotid rohkem tarneid talvel teha. Starshipi roboti puhul on hetkel lumi pigem probleemiks ja kui teed pole lükatud, siis antakse signaal isegi linnavalitsusse, et võiks siit ära lükata.

Pakirobotitel on võimekus mõjutada keskkonnamõjusid positiivselt väga palju. Lõpuks võiksid lühikesed tarded jääda ainult pakirobotitele, et külma mootoriga autod, mis on kõige keskkonnasaastavamad, saaksid pikemaid vahemaid teha. Pakirobot kulutab ühe sõidu jaoks vähe energiat ja on väga madala CO2 jalajäljega.

Pakirobotiteenus on hetkel veel pigem arengufaasis kui kasumlik äri, arvestades kokku arenduskulud ja investeeringud. Ainult tarnega seotud kuludele mõeldes, suudab Starship tarnida 30-50% soodsamalt kui inimene kullerina. Starship usub, et kui võrrelda neid puhtalt logistikafirmadega, siis on robotkulleriäri

võimalik palju kasumlikult tulevikus teha. Inglismaal on näiteid, kus kauplustes on Starship tekitanud ärimahtu 10-15% juurde, mis avaldab väikekauplusele suurt mõju.

Starship infrastruktuurseid pudelikaelu Eesti linnaliikluses väga ei näe, mis takistaks pakiroboti tööd. Starship loodab, et linnad arenevad inimeste kesksmaks, mis aitab ka pakirobotitel paremini liigelda. Hetkel on kitsad ja vanad tänavad probleemsed, näiteks Kalamaja ja Kopli piirkonnad, kus on aegunud infrastruktuur. Kõik “probleemid” on pigem tehnoloogilised ja teostatavad. Maailma mõistes on miinuseks see, et kõikides riikides ei ole seadusandlust, mis defineeriks kõnniteel roboteid selgelt ja USA osariikides pidi seetõttu uusi seadusi vastu võtma. Inglismaa on hetkel vastu võtmas üleriiklikku autonoomsuse seadusandlust. Eesti on esimene riik Euroopas, kus on seaduses, et pakirobot võib sõita kõnniteel. Starship pakkus uuendusena linnaliikluses välja, et võiksid olla integratsiooniga foorid, näiteks liikumisanduriga või nupule vajutusega foorid, et foor tunneks ära pakiroboti ja annaks rohelise tule. Tänu sellele saaks pakirobot kiiremini kliendini paki toimetada.

Starshipi jaoks on tähtis, et teenuse ala pidevalt suureneks. Kui teenuse ala suurendada, siis tekib mastaabisääst ehk ühes alas on rohkem roboteid ja näiteks serveripargi rentimisel ei ole vahet, kas on 1000 või 10 000 robotit, kuna kulu on ikka sama ja see aitab kulusid lahustada. Suurem teenuse ala tähendab ka rohkem roboteid, mis omakorda tähendab suuremat hoolduskeskust ja vajadust rohkem linnaruumi osa juhtmevabade laadijate paigaldamiseks. Starshipi prioriteet on praegu toiduvaldkond, kuid and ei välista, et tulevikus tuleb valdkondi juurde. Üheks laienduseks toob Starship välja apteegitarned ehk haigena olles võiks olla võimalus pakirobotiga apteegist ravimeid tellida, mida hetkel veel ei tarnita.

Ühistransporti ja pakirobotit ei näe Starship koos tegutsemas, kuid modulaarsust mingil viisil kindlasti. Näiteks, et oleks võimalik pakiautomaadist tuua pakk koju pakirobotiga, kuid siin tekib küsimus, kas pakiautomaat peab olema arendatud sellisel kujul, et pakirobotit on võimalik laadida ilma inimeseta.

Starship keskendub hetkel palju sellele, et muuta teenuse hind selliseks, et kõik saaksid seda endale lubada ja anda tagasi peredele seda aega, mis kulub poeskäigule. Pakirobot ei peaks olema ainult luksusteenus vaid kõigile soodne. Bolt platvormilt või Rimi e-poest pakirobotiga tellides võiks tarne hind olla 1€, mis on täitsa mõeldav. Samuti arendab Starship juhtmevabasid laadijaid ehk tulevikus kaob ära vajadus pakiroboti laadimisbaaside jaoks. Pakiroboti aku kestab natuke rohkem kui 1 päev, aga seda laetakse iga päev, et vähemalt 24 tundi saaks robot sõidus olla. Juhtmevaba laadijaga käib robot päeval

nõ topeltlaadimist tegemas ehk teeb lühikesi laadimispause, mille tõttu ei pea robot pikalt olema laadija küljes. Inglismaal ja Ameerikas on juba juhtmevaba laadimise võimalus olemas. Starship usub ise, et see tehnoloogia on tuleviku reaalsus ja nad proovivad laiendada veel rohkematesse lokatsioonidesse. Praegu tegutsevad Starshipi pakirobotid kuues riigis ja üle 50-nes erinevas asukohas.

3.1.2 Clevon AS

Clevon, kui robotkulleriteenust pakkuv ettevõtte, defineerib pakirobotit robotiks, mis toob kaubad kohale selleks ajaks kui inimene soovib. Pakiroboti puhul on hea see, et inimene saab valida, kuhu ja millal pakk tuleb. Clevon töö välja, et näiteks Omniva kulleri puhul on üheks nõrgaks kohaks see, et kliendile antakse aeg ette ja sellel ajal peab keegi kodus olema, kes paki vastu võtab. Clevoni töötaja, kes ei ole küll sellel teemal erapooletu, hea meelega kasutaks robotkulleriteenust ning tunneb uhkust, kui näeb robotit linnaliikluses ja mõttest, et saab olla osa sellest.

Pakiroboti tarneahela üks näide: kiirtoidukett, kus toimub tooraine valmistamine ja mis ladustab kauba/d robotisse – pakirobot, mis saab aru, et kaup on sees ja teavitab sellest klienti – tarbijad, kelleni jõuavad pakid.

Clevoni pakirobotid on mõeldud sõitma igas ilmastikuolus, Starshipi robotitel on aga juhtunud lumme kinni jäämist. Arenguruumi on veel ohutuse valdkonnas, et vältida näiteks roboti tahtmatuid kraavisõite.

Clevonil on väga väike turuosa pakiveo/saadetiste turust, aga Starshipil on märgatavalt suurem turuosa. Clevoni potentsiaal kasvada on aga väga suur. Clevon usub, et 5-10% turuosast võivad haarata robotkulleriteenust pakkuvad ettevõtted lähiaastatel. Eeldus on, et toidu kojuvedu, nii valmistoidu kui ka poest ostetud kaupade tarne kasvab kiiremini kui pakivedu. Clevoni arvutuste kohaselt on autonoomsete kullerite kasv lähima 10 aasta jooksul 25%.

Seni on arvutused näidanud, et pakirobotiteenuste kasutuselevõtt mõjutab viimase miili logistikat positiivselt. Bolt, Wolt ettevõtete näitel on selgunud, et mida lühem ots on kulleri jaoks, seda vähem ta tahab seda teha. Väljasõit ja kulu lühikesele otsale on tavaliselt suurem kui ta läbi pakkuja saaks. USA-s on probleem, et alla 6 miili ei tahetagi sõita. Seetõttu on pakirobotid hea, lihtne ja kiire lahendus ka lühikeste otsade jaoks, milleks ei ole tavakullerit vajagi.

Hetkel on robotkulleriteenust pakkuvate ettevõtete üheks probleemiks tööjõupuudus, kuna robotid vajavad IT-infrastruktuuri, mida paljudel ei ole. Robotkulleriteenust pakkuvate ettevõtete kasumlikkus oleneb ärimudelitest. Clevon usub, et Starship on kasumlik, aga neil on raske turuosa kasvatada, kuna nende tootekontseptsioon on pisike ja nad ei teeninda nii suurt mahtu. Clevoni puhul on käsil teleopereerimine ja neil on pisikesed robotid, kes ei vea nii palju kaupu kui suuremad robotid nagu näiteks DPD kaubikud ja seetõttu ei tule mahtu juurde. Planeeritud võit saavutatakse kui autonoomsust kasvatatakse ja järelvalvele kulub aina vähem aega. Samuti vähendades tööjõudu, seda kasumlikum äri on.

Last mile puhul on mõistlikkuse piir, üle mille ei tasuks minna. Kasulik oleks luua punkte, mis katavad erinevaid rajoone. Näiteks Pärnu on piklik linn, mille igas rajoonis võiks olla nõ pakiroboti kodupunkt, mis teenindab ühte teatud rajooni. Clevoni arvates otseselt infrastruktuurseid pudelikaele linnaliikluses pole, mida lähiajal peaks lahendama, aga infrastruktuurilised digilahendused aitaksid kaasa liiklussujuvusele ja liikluskultuuri parandamisele. Näiteks nutifoorid oleks hea lahendus, mida Eestis hetkel ei ole. Teine mõte on parkimisväravad, mis aitaksid liiklusvoolule kaasa. Kolmas mõte on kaamerate süsteem, mis pakuks kaamerapilti tervest Eestist, et näha, mis teedel toimub. Info edastataks võrku edasi, mis aitaks teekonda planeerida nii, et saaks vältida liiklusavariisid või liiklusseisakuid. Samuti peaks tulevikus pakiroboti teleoperaatori roll jääma aina väiksemaks, tänu millele suudaks pakirobot tuvastada oma asukoha ja kuhu ta peab edasi sõitma ka siis, kui on interneti leviauk. Seljuhul ei sõltuks robot nii palju andmesidest ja pakirobot saaks ise hakkama keerulistes olukordades.

Pakirobot + ühistransport mõtet ei suuda Clevon ette kujutada. Ühistranspordi puhul on oluline, et see liiguks õigetal kellaegadel ühest peatusest teise. Kui sinna liita pakid, siis Clevoni arvates tekitaks see saba inimeste pärast, kes ei oska oma pakki kätte võtta ning seetõttu see ei oleks mugav teenus, mida inimesed tahaksid kasutada. Infrastruktuur või inimeste käitumismudel peaks palju muutuma, et pakirobotite tarne ühistranspordiga liites toimiks. Samas pakkus Clevon välja, et kui bussid peatuksid iga maja ees, kus inimene seisab, siis oleks see mõeldav.

Clevon plaanib varsti tulla välja täiustatud visiooniga, pakiroboti välimus jääb samaks, kuid sisu on erinev. Clevoni eesmärkideks tulevikus on toimetada USA-s ja Euroopas. Samuti saavutada Eestis sertifikaat, et pakirobotite kasutamisel ei oleks piiranguid.

3.1.3 DPD AS

Robotkulleriteenus on kui erinevate kaupade (esmatarbe- ja toidukauba jms) lõppsaajale toimetamine mingil määral autonoomse sõidukiga. Sõidukitel võib autonoomsus olla erinev, aga juht koos sõidukiga puudub. Dpd arvates on pakirobotite turuosa ilmselt väga väike – alla 1%. Segmendi kasvu mõjud transpordile on väikesed, aga kontseptsioon ilmselt mõjutab tulevikus päris palju.

Tarneahel (Clevoni puhul) meenutab pigem mobiilset pakuautomaadi kontseptsiooni, mis näeb välja selline: kauba jaotuskeskuses/sorteerimiskeskuses laeti kaup roboti peale - süsteemi sisestati saaja andmed - saaja sai teavituse - robot sõitis andmete põhjal õigesse sihtpunkti - andis saajale teada, et ta on kohal - saaja sisestas pin-koodi – saaja sai paki kätte.

Robotkulleriteenuse üheks miinuseks on, et hetkel ei saa seda teenust kasutada, kui elad linnast väljas. DPD läbiviidud testidest on selgunud, et inimestel on positiivne huvi pakirobotite vastu, aga see tuleneb pigem uuest ja huvitavast tehnoloogiast, mida tahaks proovida.

Viimase miiliga seotud kulud kasvavad iga aasta, on vaja olla veel keskkonnasäästlikum, efektiivsem, madalamate kuludega. Tulevikus ilmselt klassikalised viimase miili lahendused muutuvad. Hetkel on põhiline, et 1 väga suur sorteerimiskeskus on linna ääres ja mitmed autod sõidavad sealt linna ja tagasi. Tulevikus oleks kasulik, et linna sees on nõ mikrodepood ehk väiksemad ümberlaadimiskohad ja öisel ajal viiakse kaup sinna. Ümberlaadimiskohtadesse, kus toimub viimase miili jaotus, tuleksid nii väikesed ja suured robotid, kõiksugu kullerid (autodega, jalgratastega).

DPD arvates robotkulleriteenus hetkel veel kasumlik ei ole. Selleks, et ta oleks kasulik, peaks efektiivsus kasvama ja pakirobot peaks vedama palju rohkem saadetisi laiali. Maailmas kindlasti leidub neid väheseid pakirobotitega tegelevaid ettevõtteid, kes on kasumlikud. 5-10 aasta pärast võiksid ka Eesti ettevõtted sinnamaani jõuda.

DPD leidis mitu pudelikaela linnaliikluses, mida peaks lahendama. Üheks pudelikaelaks on pakirobotitel talviste ilmaoludega hakkama saamine, nii sõiduteedel kui kõnniteedel. Teiseks pudelikaelaks on 4G levi, mida ei pruugi igalpool olla, isegi Tallinna mõistes. Näiteks Jürist Peetrisse sõites oli Clevoni pakirobotil paarikümne meetri ulatuses leviauk, mille tõttu pidi robot sõitma tee äärde ja peatuma. Seetõttu on väga oluline 5G rakendamine ja arendamine tulevikus.

Pakirobotite teenuse ala suurendamine lahendab efektiivsuse probleemi, kuna siis oleks rohkem tarbijaid. Selle käivitamine ja esialgu töös hoidmine on kulukas. Tuleks mõelda, kui kaugemale suudab robot alguspunktist sõita ja mis päevane läbisõit olema saaks, kuna mingi hetk peab robot laadima ennast. DPD intervjuueeritava jaoks tellides pakirobotiga 5 km raadiuses on mõeldav, aga kui elada näiteks Laagris ja tellida Rocca Al Maresti, siis pigem ei telliks pakirobotiga, kuna tarneaeg on ilmselt pikk. Siis mõtleks juba kallima kullerifirma peale.

DPD testimise käigus selgus, et pakirobotite mõju transpordile on pigem väike. Hea on see, et kuna on mitu tegijat turul, kellel on mõneti erinev kontseptsioon, siis tulevikus on see äri ilmselt kasulik, kuna tänu konkurentsile leiab igaüks endale sobiva lahenduse.

Intermodaalset mõtet (ühistransport + pakirobot) oli DPD-l keeruline ette kujutada, et see toimiks hästi. Robotkulleriteenusega seotud täiendusi on palju. Üheks mõtteks on integratsioon e-kaupmeestega ehk hetkel ükski e-pood ei paku robotiga kohaletoimetamist eraldi teenusena. Teiseks mõtteks on ühendamine e-kaupmehe, lõpptarbi ja robotite pargi operaatori, mis on hetkel veel puudulik. Kolmandaks tuleks paindlikkust arendada, näiteks inimene saab paki kätte ka kell 21.00-22.00 öhtul.

3.1.4 Tallinna Linnatransport AS (TLT)

TLT jaoks on pakirobot kui aeglaselt liikuv jalakäija. Robotkulleriteenus on pigem nišiteenus veel ja üsna arusaamatu, mille kasutusvajadus enda või tööga seoses puudub. TLT ei näe pakirobotites kasutegurit, pigem on see nende arvates miinusprojekt, mille arenduskulud on kallid. Samuti on teenus üsna aeglane ja tekib küsimus, kas pakirobotites ei lähe toiduained vanaks. Kui pakirobotite teenuse ala laiendada ja kaup jõuaks toidupoe kohale 30-minutiga, siis oleks see juba mõeldav.

TLT vaatest mõjutavad pakirobotid kõige rohkem just jalgrattureid, kes peavad arvestama pakirobotite liiklemisega nende teel. Pakirobotitega seoses tekib ka ohutuse küsimus, mis on tänapäeval aina tähtsam, kuna on olnud ka õnnetusi bussi ja pakiroboti vahel. Pakiroboti ja bussi kokkupõrke tõttu võivad pakirobotis kaubad katki minna, kuna buss on ikkagi palju suurem kui pakirobot. Üldiselt pakirobotite mõju ühistranspordile pigem puudub. Pakirobotid võivad tekitada juurde ummikuid just ülekäiguradadel, kui suurendatakse pakirobotite arvu liikluses.

TLT vaatest on pakirobotiteenus turuosa üsna väike ja see ei ole eriti kasumlik äri, kuna nõuab palju investeeringuid ja tellimuste maht on hetkel veel liiga väike. Kuna pakiroboti kättesaadavus on väike,

siis TLT jaoks tundub lihtsam viis kasutada Omniva, Smartposti, DPD pakiautomaati tellimise või kulleriga paki koju toimetamise teenust. Robotkulleriteenuse laiendamine tekitaks uusi probleeme juurde, näiteks reklaami on vaja rohkem ja autonoomsust peab arendama.

TLT ei pea mõistlikuks intermodaalset lahendust ehk pakiroboteid ühistranspordis kasutada, kuna sellel on palju kitsaskohti. Esiteks peaks sõidukid ümber ehitama, et pakirobot saaks peale tulla või lausa eraldi vaguni/sektsiooni ühistranspordis pakirobotite jaoks looma. Teiseks peaks pakirobot umbes 20-sekundiga aru saama, et nüüd on aeg bussi peale minna, aga kas pakirobot on nii nutikas. Sellega seoses tekib ka küsimus, kui buss on rahvast täis, kas ta siis ei lähe peale või kui palju inimesi läheb peatuses maha, kas siis pakirobot jõuab ikka õiges peatuses maha minna. Pakirobotite jaoks eraldi tramm kasutada ei ole ka kasumlik ega reaalne lahendus, kuna tramm ise maksab juba väga palju.

3.2 Järeldused

Pakirobotite kasutamine ei ole tänapäeval veel nii populaarne, kuna see on veel nii uudne teenus, inimesed on harjunud tellima kulleriga või pakiautomaadiga, arvatakse, et pakirobot on aeglane tarneviis. Samuti on miinuseks see, et pakirobot ei too kaupa väljaspoole Tallinnat. Robotkulleriteenus on veel arengufaasis, sest pidevalt laienetakse erinevatesse linnadesse ja riikidesse, autonoomsust arendatakse ning üldiselt võib öelda, et arenduskulud on väga kulukad. Et robotkulleriteenuse äri oleks kasulik ja inimesed usaldaksid seda teenust täielikult, läheb veel mõnda aega.

Hetkel on pakirobotitel väga väike turuosa pakiveo/saadetiste turust, aga eeldus on, et lähiaastatel see kasvab. Autonoomsete kullerite kasvu ennustatakse ligi 25%. Lühikesi tarneid ei ole majanduslikult ega keskkondlikult kasulik teha tavakulleritega, kuna kütust kulub palju, eraldub palju kahjulikku CO₂-te ja kulu on suurem kui oleks pakirobotiga, mis võtab vähe energiat, kuna kaalub vähe. Tarne maksimum distants on hetkel 5 km.

Pakiroboti tarneahel on küllatki lihtne. Robotid sõidavad *hub*-ist välja ja ootavad kuni klient tellib kauba. Tellimuse saabumisel sõidab pakirobot kohta, kust kaup telliti ja seal laetakse see pakirobotisse. Seejärel viib pakirobot kauba kliendile. Klient saab teate, et kaup on kohal ja uksekoodi, millega pakirobot avada. Tarneahela lõpetab klient, kes sai paki kätte.

Intervjuudest selgus, et sellist modaalsust nagu pakirobot + ühistransport ei oska intervjuueeritavad ettevõtted ette kujutada ja selle elluviimist ei pooldata ka lähitulevikus. Clevoni arvates oleks see mõte

mõeldav ainult siis, kui ühistransport peatuks iga maja juures. Küll aga pikemas perspektiivis modaalsus võiks olla visioon, kuhu poole püüelda, kas siis pakiautomaadi ja pakiroboti ühendamisel. Selle jaoks tuleks ka autonoomsust arendada.

Üheks arengumõtteks toodi välja, et terve Eesti kaart tuleks tekitada roboti võrku, mis näitab ära, kus on liiklusummikud ja liiklusõnnetused, et pakirobot saaks seda marsruuti vältida. Intervjuudest selgus, et seda on ka testitud ja hetkel on arengufaasis ning ei ole välistatud, et lähiaastatel jõuab laiemalt kasutusse. Teiseks heaks mõtteks oli teha Tallinna linnavalitsusele ettepanek seoses uute fooridega, kus on sensorid, mis tuvastavad pakiroboti ära. Nutifooridega oleks pakiroboti tarneaeg paar minutit lühem. Robotkulleriteenus tuleks ehitada üles selle peale, et inimesel oleks võimalikult odav ja kiire seda kasutada. Mida efektiivsem ja nutikam on infrastruktuur, seda vähem peab pakirobot peatuma igasuguste takistuste taga. Kolmandaks arenguvõimaluseks on e-poodidele lisada lisaks pakiautomaadi ja kulleritarnele ka pakiroboti tarne. See oleks mõeldav eriti just Tallinnas, eeldusel, et pakirobot sõidab poodide lattu, kus laetakse kaup inimese poolt peale. Näiteks, kui vana inimene on kodus haige, siis ta ei pea minema apteeki rohtude järgi, iseküsimus on pigem see, kui vastuvõtlik on vanem generatsioon pakirobotite kasutamisel. Viimaseks arenguvõimaluseks toodi 5G kasutuselevõtt ja autonoomsuse arendamine. 4G levi ei pruugi olla igas Tallinna piirkonnas, mille tõttu jääb pakirobot seisma, aga kui pidevalt autonoomsust arendada, suudab pakirobot ka ilma internetiühendusega edasi sihtkohta sõita ja operaator ei pea sekkuma.

Siiski selgus, et inimesed tellivad praegu pakirobotiteenusega pigem sellepärast, et see on nii innovaatiline lahendus, mitte kõige kasulikum ja kiirem viis. On lootust, et ajapikku muutuvad inimesed vastuvõtlikumaks ning pakirobotiteenuse tulu kasvab kasumile lähemale.

3.3 Parandusettepanekud ja soovitusel

Omalt poolt lisab autor sellise soovitusel, et robotkulleriteenust tuleks üritada laieneda Tallinnast ka väljapoole väiksematesse linnadesse, kui rääkida ainult Eesti kontekstis. Tallinnast välja laienemine võiks välja näha selline, et teatud piirkonna tagant tuleks tekitada juurde *hub*-e (nö hoolduskeskusi), mis on küll kulukad, kuid kliente oleks rohkem, tänu kellele saaks teenuse ala laiendamise kulud pika aja peale kinni maksta. *Hub* on selline koht, kus pakirobotid saavad ööseks laadima minna ning hooldusesse minna, et nad ei peaks pikka teekonda ette võtma ainult ühte *hub*-i.

Veel üheks autori soovitusena oleks see, et robotkulleriteenus peaks arenema erinevatesse valdkondadesse rohkem, kuna hetkel keskendutakse peamiselt ainult toiduvaldkonnale. Laieneda võiks näiteks internetipoodidesse. Samuti võiksid ettevõtted teha koostööd erinevate platvormidega, nii et kliendile oleks esimene tarne pakirobotiga koju tasuta, tänu millele saaksid inimesed tutvuda teenusega ja mis ärataks huvi.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö “Robotkulleriteenuse tehnoloogia võimekus ja arenemise võimalused” eesmärgiks oli uurida robotkulleriteenuse struktuuri ja tarneahelat, infrastruktuuri efektiivsust ning pakirobotitega seotud tehnoloogia arenguvõimalusi tulevikuks. Töö uurimismeetodiks oli kvalitatiivne uurimus, mille käigus viidi läbi neli intervjuud.

Töös käsitleti põhjalikult olemasolevaid robotkulleriteenuste lahendusi, rõhutades nende tehnilisi aspekte ning efektiivsust erinevates kontekstides. Praegu suudavad robotkullerid pakkuda juba üsna efektiivset kulleriteenust. Siiski rõhutati, et nende laialdane integreerimine igapäevaelus ja ühiskondlik aktsepteerimine sõltub mitmetest aspektidest, nagu reguleeriv keskkond, turvalisus ja üldsuse suhtumine.

Pakirobotiteenuse tarneahel on hetkel üsna mugav kliendile kasutamiseks, inimene tellib toidukohast süüa, pakirobot sõidab kohale ning saadab SMS-iga koodi, millega saab klient kapi lahti ja toidu/paki kätte. Kindlustunde annab see, et ilma koodita ei saa keegi teine su pakki ära võtta. Ei ole välistatud ka, et tulevikus ühendatakse siiski pakirobot ja pakiautomaat, tänu millele saab inimene tellida *on demand* ehk ta ei pea ise järgi minema, kui pakk automaati jõuab, vaid selle toob koju pakirobot. Sõltub kindlasti ka paki suurusest, kuid enamasti tellitakse automaati väikeseid pakke. Pakirobotiteenus on väga õige suund mõeldes keskkonnasäästlikkusele, et vähendada CO₂ jalajälge just viimasel miilil, sest pakirobot on rohkem keskkonnasõbralikum kui auto oma mahu ja kaalu poolest ning tulevikus võikski kõik tarned näiteks 5 km piires ära teha pakirobotid.

Uurimistöö käigus jõuti järeldusele, et robotkulleriteenus ei ole hetkel veel kasumlik äri, vaid pigem on valdkonnal palju arengusuundi, et sinnamaale jõuda. Pakirobotitel on praegusel hetkel väga väike turuosa pakiveo/saadetiste turust. Siiski ennustatakse, et autonoomsete kullerite arv lähiaastatel kasvab märgatavalt.

Intervjuudest selgus, et pakirobotitega seotud infrastruktuureid pudelikaelu ei ole eriti Eestis, ainukesteks murekohtadeks mainiti regulaarset teedehooldust, kitsaid tänavaid ja puuduvaid nutifoore (liikumisanduriga või nupule vajutamisega) liikluses, mis tuvastaks pakiroboti ja annaks kiirelt rohelist tule. Lisaks oleks suureks abiks Eesti kaardi lisamine pakiroboti võrku, mis näitaks täpselt ära, kus on liiklusõnnetused või ummikud, et saaks võimalikult efektiivse marsruudi planeerida. Kasuks tuleks ka 5G laiem levik, mis vähendaks leviaukude teket, tooks kaasa kiirema ja parema internetiühenduse.

Samuti tuleks tulevikus pakirobotiteenuse valdkondi laiendada, mille üheks näiteks on integratsioon e-kaupmeestega, mis tooks rohkem tulu sisse, et arenduskulusid veidi leevendada.

Kokkuvõttes kujundavad tarnerobotid ümber viimase miili tarnemaastikku, ajendatuna tehnoloogia arengutest ja uuenduslikest lahendustest. Hoolimata väljakutsetest nagu sotsiaalne aktsepteerimine ja hoolduskulud, on neil potentsiaal muuta mitmesuguseid tööstusharusid ja parandada klientide rahulolu. Kuna tehnoloogia jätkab edasiminekut ja tarnerobotid muutuvad autonoomsemaks ning integreeritakse olemasolevate logistikasüsteemidega, näeb viimase miili tarnetulevik välja paljulubav, tuues kaasa uue mugavuse ja efektiivsuse ajastu.

SUMMARY

The aim of this research paper "Robot Courier Service Technology Capability and Development Possibilities" was to study the structure and supply chain of the robot courier service, the efficiency of the infrastructure, and the development possibilities of technology related to parcel robots for the future. The research method of the work was qualitative research, during which four interviews were conducted.

The work thoroughly discussed existing robot courier service solutions, emphasizing their technical aspects and effectiveness in different contexts. Currently, robot couriers are already able to offer an effective courier service. However, it was emphasized that their widespread integration into everyday life and societal acceptance depends on several aspects, such as the regulatory environment, security and public attitudes.

The delivery chain of the package robot service is currently quite convenient for the customer to use, a person orders food from a grocery store, the package robot drives to the location and sends a code via SMS, with which the customer can open the locker and receive the food/package. It gives you a sense of security that no one else can take your package without the code. It is also possible that in the future the parcel robot and the parcel machine will still be connected, thanks to which a person can order on demand, i.e. he does not have to pick up the parcel himself when it reaches the machine, but the parcel robot will bring it home. It certainly depends on the size of the package, but mostly small packages are ordered from the machine. The parcel robot service is a very right direction when thinking about environmental sustainability, in order to reduce the CO₂ footprint in the last mile, because a parcel robot is more environmentally friendly than a car in terms of its volume and weight, and in the future all deliveries within, say, 5 km could be made by parcel robots.

During the research, it was concluded that the robot courier service is not yet a profitable business, but rather the field has many development directions to get there. Parcel robots currently have a very small market share of the parcel/shipment market. However, it is predicted that the number of autonomous couriers will increase significantly in the coming years.

The interviews revealed that the infrastructure related to parcel robots is not particularly a bottleneck in Estonia, the only areas of concern were regular road maintenance, narrow streets and missing smart traffic lights (with a motion sensor or by pressing a button) in traffic that would detect the parcel robot

and quickly give the green light. In addition, it would be a great help to add an Estonian map to the network of the parcel robot, which would show exactly where there are traffic accidents or traffic jams, so that the most efficient route can be planned. Wider distribution of 5G would also be beneficial, because there are currently gaps in coverage and 5G would certainly lead to faster and better internet connection. Also, the areas of the parcel robot service should be expanded in the future, one example of which is integration with e-merchants, which would bring in more revenue to alleviate the development costs a little.

All in all, delivery robots are reshaping the last mile delivery landscape, driven by technological advances and innovative solutions. Despite challenges such as social acceptance and maintenance costs, they have the potential to transform many industries and improve customer satisfaction. As technology continues to advance and delivery robots become more autonomous and integrated with existing logistics systems, the future of last-mile delivery looks promising, ushering in a new era of convenience and efficiency.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] S. Sumartojo, R. Lundberg, L. Tian, P. Carreno-Medrano, D. Kulić, M. Mintrom, “Imagining public space robots of the near-future.”, *geoforum*, 124, lk 99-109, august 2021.
- [2] T. Hoffmann, G. Prause, “On the regulatory framework for last-mile delivery robots.”, *machines* 6(3), 33, august 2018.
- [3] M. Figliozzi, D. Jennings, “Autonomous delivery robots and their potential impacts on urban freight energy consumption and emissions.”, *transportation research procedia*, 46, lk 21-28, 2020.
- [4] M. Romanjuk, „Delivery robots serving last mile B2C: an evaluation of Tallinn residents' incentives behind the usage of delivery robots in 2020 on the basis of Starship Technologies example“, lõputöö, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2020.
- [5] C. Chen, E. Demir, Y. Huang, R. Qiu, „The adoption of self-driving delivery robots in last mile logistics“, *transportation research part E: logistics and transportation review*, 146, veebruar 2021.
- [6] Starship Technologies. [Online]. Available at:
<https://www.starship.xyz/company/> (vaadatud oktoober 07, 2023).
- [7] “Starship hakkab koostöös Selveri ja Bloomiga Tallinna kesklinnas pakkuma soodsaimat toidukaupade kojuvedu”, Starship Technologies. [Online]. Available at:
https://www.starship.xyz/press_releases/starship-hakkab-koostoos-selveri-ja-bloomiga-tallinna-kesklinnas-pakkuma-soodsaimat-toidukaupade-kojuvedu/ (vaadatud oktoober 07, 2023).
- [8] Technology, Clevon. [Online]. Available at:
<https://clevon.com/et/tehnoloogia/> (vaadatud oktoober 08, 2023).
- [9] About us, Clevon. [Online]. Available at:
<https://clevon.com/et/meist/> (vaadatud oktoober 08, 2023).
- [10] DPD. [Online]. Available at:
<https://www.dpd.com/ee/et/eesti/> (vaadatud oktoober 08, 2023).
- [11] R. Kreek, “Autonoomsete robotkullerite tootja Cleveron Mobility läheb börsile”, mai 18, 2022. [Online]. Available at:

- https://majandus.postimees.ee/7525655/autonoomsete-robotkullerite-tootja-cleveron-mobility-laheb-borsile?fbclid=IwAR3hMbiss3IayRK_pl_XPtP1_d1sajTTi8Q0ejt2K76PuhAPYUrRkRD-xsw (vaadatud: oktoober 21, 2023).
- [12] “Liiklusreeglid”, Transpordiamet. [Online]. Available at: <https://www.transpordiamet.ee/media/326/download> (vaadatud oktoober 21, 2023).
- [13] M. D. Simoni, E. Kutanoglu, C. G. Claudel, “Optimization and analysis of a robot-assisted last mile delivery system”, transportation research part E: logistics and transportation review, 142, oktoober 2020.
- [14] “DPD testib pilootprojekti käigus uut Clevoni pakiautomaadi tüüpi robotkullerit”, märts 30, 2023. [Online]. Available at: <https://www.dpd.com/ee/et/2023/03/30/dpd-testib-pilootprojekti-k-igus-uut-clevoni-pakiautomaadi-t-pi-robotkullerit/> (vaadatud oktoober 22, 2023).
- [15] Top-Applications, Clevon. [Online]. Available at: <https://clevon.com/topapplications/> (vaadatud oktoober 28, 2023)
- [16] F. Schaub, “The rise of delivery robots”. [Online]. Available at: <https://lumaxdigital.com/the-sparkle-blog/the-rise-of-delivery-robots> (vaadatud oktoober 28, 2023).
- [17] Last Mile Delivery Robots, Universes. [Online]. Available at: <https://univrses.com/case-study/last-mile-delivery-robots-new/> (vaadatud oktoober 28, 2023).
- [18] J. Koon, “Solving the Last-Mile Delivery Problem”, juuli 6, 2023. [Online]. Available at: <https://semiengineering.com/solving-the-last-mile-delivery-problem/> (vaadatud november 04, 2023).
- [19] “Green logistics: what is it, what are its advantages and how can it be applied?”. [Online]. Available at: <https://www.ar-racking.com/en/blog/green-logistics-what-is-it-what-are-its-advantages-and-how-can-it-be-applied/> (vaadatud november 04, 2023).
- [20] “Benefits of Information Technology in Transportation and Logistics”, aprill 27, 2022. [Online]. Available at: <https://www.avioconsulting.com/blog/benefits-information-technology-transportation-logistics> (vaadatud november 05, 2023).
- [21] M. Garland, “Why delivery robots face a regulatory ‘nightmare’, aprill 26, 2023. [Online]. Available at:

- <https://www.supplychaindive.com/news/delivery-robot-bills-laws-proliferate-state-legislatures/648303/> (vaadatud november 05, 2023).
- [22] “The Role of Telecommunications in Enhancing Supply Chain Management”, august 19, 2023. [Online]. Available at:
<https://utilitiesone.com/the-role-of-telecommunications-in-enhancing-supply-chain-management> (vaadatud november 11, 2023).
- [23] GNSS püsijaamade võrk, Geoportaal. [Online]. Available at:
<https://geoportaal.maaamet.ee/est/Ruumiandmed/Geodeetilised-andmed/Geodeetilised-vorgud/GNSS-pusijaamade-vork-p571.html> (vaadatud november 11, 2023).
- [24] “Unmasking the Capabilities of Parcel Delivery Robots”, juuni 20, 2023. [Online]. Available at:
<https://medium.com/@Peyk01/unmasking-the-capabilities-of-parcel-delivery-robots-d98cf15e37d> (vaadatud november 12, 2023).
- [25] “Exploring The Future Of Delivery Robots: Robots Revolutionizing Last Mile Delivery”, oktoober 22, 2023. [Online]. Available at:
<https://intorobotics.com/exploring-the-future-of-delivery-robots-robots-revolutionizing-last-mile-delivery/> (vaadatud november 18, 2023).

LISAD

Lisa 1. Intervjuu AS Tallina Linnatranspordi juhtimiskeskuse divisjoni direktoriga

1. Kas olete robotkulleriteenust kasutanud, andke hinnang oma kogemusele ja pakirobotite tehnoloogiale?

Ei ole, ma tean süsteemi põhimõtet, aga ei ole vajadust näinud kasutamiseks.

2. Kuidas defineerite robotkulleriteenuse? Kui peaksite seda selgitama lapsele, mis oleksid kolm peamist märksõna?

Tellin pakiroboti ja eeldan, et ta toob mulle selle ise kohale ning teavitab millal ta kohal on. Protsessi osad kindlasti kiirus, hind ja mugavus.

3. Kuidas suhtute robotkulleritesse? Millised tunded Teil tekivad, kui näete linnatänavatel pakiroboteid?

Kuna ta liigub kõnniteel, siis ta kõige rohkem mõjutab jalakäijaid ehk siis ta on nõ aeglaselt liikuv jalakäija, kes otseselt ei arvesta jalakäijatega või ilmselt sensoriga tunnetab ära, kui peab seisma jääma või mööda minema kuskilt. Mõni avariid bussi ja pakiroboti vahel on olnud muidugi, aga ei tea, kas buss sõitis ette või pakirobot.

4. Andke oma hinnang robotkulleriteenusele, kui suurt turuosa viimane omab tänapäeva paki veo/saadetiste turust? Oskate hinnata läbi enda kogemuse?

Väga väike ikka hetkel.

5. Teie hinnangul innovaatilised lahendused, pidades silmas robotkulleriteenust, kas on kasumlik äri? Kas valdkonnal on kasvupotentsiaali?

Täna ta ei ole kindlasti kasumlik äri, suurte investeeringute mõttes ehk ta on mahuäri. Üks põhjustest on see, et turuosa väga väike ja teeninduspiirkond on nii piiratud. Kui palju neid inimesi on, kes pakiroboti ringijooksutamise kinni maksab.

6. Mis on Teie arvates üks peamine infrastruktuurne pudelikael, mida tasub lahendada lähiajal, teenuse efektiivsuse kasvatamise eesmärgil? Mis on peamised murekohad linnaliikluse kontekstis?

Konkurents on nii suur, et kes see tahab tellida pakirobotiga. Ise elan Tiskres ja mina ei ole seal pakiroboteid näinud. Kättesaadavus neil on nii väike ning seal on kõik pakiautomaadid olemas. Lihtsam on nii, kui pakk ootab pakiautomaadis või kui on suurem pakk, siis lasen kulleriga koju tellida.

7. Kas teenuse ala suurendamine lahendaks eelnevalt nimetatuid probleeme, või tekitab uusi. Kui jah, milliseid?

Seadmepark suureneb, mille halduskulud on suured. Kasutusmugavus muidugi kasvab, kui laieneks Tallinnast ka välja. Selle jaoks vaja rohkem roboteid, reklaami, administreerimiskulusid jne.

8. Mõeldes tulevikule, kas oskate hinnata robotkullerite segmendi kasvu mõjusid transpordile terviklikult? Millist rolli mängib keskkonnategur antud teemal?

Reisijatevedu nad ei mõjuta mitte kuidagi ehk pakirobotid ei hakka kunagi reisijad vedama. Nad on puhtalt nisitoode. Pakirobot on minu jaoks veel selline arusaamatu lahendus. Pakirobot on muidugi veel säästlikum, kui elektriauto, sest kaalub palju vähem.

9. Kas robotkulleri teenuse arengul on ruumi intermodaalsetele lahendustele, ühistransport + robotkuller? Palun täpsustage. Mis on Teie arvates peamised nõrkused ja tugevused?

See nõuaks sõidukite ja robotite olulist ümberehitamist, peatuse teenindamine on keskeltläbi kuskil 20 sekundit ja selle aja jooksul peab robot aru saama, kuidas ta peale läheb/maha läheb. Kui palju inimesi, kas siis ta ei lähe maha. See nõuaks päris palju ümbertegemist ja me ei hakka kunagi sõidukeid sellepärast ümber tegema, et robot peale saaks. Samuti robot ei ole valmis veel sõidukisse ise peale minema. Tühja trammi ei saadaks kunagi spetsiaalselt pakirobotite jaoks, sest tramm maksab nii palju, et kui ta tahaks sõidutada pakiroboteid, siis see oleks ulme. Kui pakirobot tahab maha minna, aga inimene seisab ees, kas ta siis ei lähegi maha? Et ma ei kujuta ette, kuidas see peaks toimima. Võib-olla kui neil oleks eraldi sektsioon sõidukis, aga samal ajal seda oleks nii kallis teha, et ei ole mõtet. Ma ütlen päris ausalt, et pakirobotiteenusest väga aru ei saa. Tänapäeval juba kullerid sõidavad elektriautodega jne. Ei tea palju see teenus peaks maksma, et see kasumlik oleks ja ta ei ole ju väga kiire teenus. Sellesuhtes, et pakirobot ei lähe näiteks Selveri taha lattu, et kaup peale võtta aga sõidukid lähevad. Kui ma piima telliksin näiteks Tiskresse ja väljas on 25 kraadi, siis see piim on juba halvaks läinud selle ajaga. Tarneaeg läheb nii pikaks, et see mõte kaoks ära, kui teenust laiendada nii palju. Pakirobotitel ei saa eeldada, et neil on külmkapp sees jpm.

Lisa 2. Intervjuu AS Clevon ohutus- ja kvaliteedijuhiga

1. Kuidas defineerite robotkullerteenuse? Kui peaksite seda selgitama lapsele, mis oleksid kolm peamist märksõna?

Robotkullerteenust selgitaks niimoodi, et kui tuleb robot täiesti oma pea minu juurde ja toob mulle paki või toidu, täpselt sellisel kellajal ja kus soovin. Võimalus valida kuhu ta tuleb ja millal, et ma ei peaks sõltuma näiteks kullerist, et kell 12 olen kohal ootamatult.

2. Kirjeldage pakiroboti tarneahelat.

Me näeme seda nii, et kiirtoiduketis, kes iganes toitu valmistab, pakendab toidu pakirobotisse. Robot võib ka ise valida, kus tal parasjagu vaba koht on, kuhu toit panna. Teavitab ka klienti, et pakk on peale võetud, näitab rakenduses ka, kus parasjagu viibib ning seejärel viib kohale ja ütleb, et tule võta oma pakk ära.

3. Kas olete robotkullerteenust kasutanud, andke hinnang oma kogemusele ja pakirobotite tehnoloogiale?

Kahjuks ei ole, kuna olen püsivalt Tartus aga hea meelega telliks.

4. Kuidas suhtute robotkulleritesse? Millised tunded Teil tekivad, kui näete linnatänavatel pakiroboteid?

Kui näha ikkagi enda robotit linnas liikumas, siis on ikka äge ja uhke tunne, olles ise ühest osast, kes on aidanud pakiroboti tänavale viinud. Mida rohkem aeg edasi, seda rohkem peaksid saama pakirobotid turuosa. Sama võiks Clevoniga juhtuda nagu Starshipiga, võimalikult palju laieneda.

5. Andke oma hinnang robotkullerteenusele, kui suurt turuosa viimane omab tänapäeva paki veo/saadetiste turust? Oskate hinnata läbi enda kogemuse?

Väga väike turg ikkagi, kui me räägime Eestist, siis Starship on põhimõtteliselt ainuke, kellel on turuosa, teised nõ veel testivad. Maailmakontspektis on lähiaastatel suur potentsiaal kasvada kindlasti pakirobotitel, kus paljud arendavad ettevõtted plaanivad välja tulla oma tootega. Siiski on ka negatiivseid uudiseid, kus paljud arendavad lähevad põhja ja plaane lükatakse edasi. Kui võimalust on siis lähiaastatega 5-10% kätte saada turust oleks võimalik. Migratsioon robotite peale saab olema valuline,

on ära harjutud tavalise tööjõuga või tööjõupuudusega ja kuna robotid vajavad IT infrastruktuuri, mida paljudel pole, siis need on suuremad probleemid, kui see, et robot saab ise omapäi ringi liikuda.

6. Kuidas mõjutab pakirobotiteenuste kasutuselevõtt viimase miili tarne logistikat ja keskkonnasäästlikkust?

Seni on arvutused näidanud, et ta mõjutab positiivselt. Wolt ja Bolt on ehtsaks näiteks, et mida lühem ots on kulleril, seda vähem ta tahab teha seda. Sest tema väljasõit sellele ei ole majanduslikult mõttekas. USA-s saab nii valida, et kui tarne pole üle 6 miili, siis ei hakatagi üldse vedama. See, et sa saaksid oma paki kätte 1-2 km kauguselt normaalse tarneajaga kätte, siis pakirobot võib olla selleks lahenduseks. Euroopas on rohkem toetatud *micro-mobility*-t, mitte nagu USA-s, kus distantid on suuremad, autotööstus jne teed on ka sellised, et tõuksidega ja ratastega väga ringi ei tarnita. USA-s peaks andma lisaks keskkonnasäästlikusele ka viimase miili osas suure mõju.

7. Teie hinnangul innovaatilised lahendused, pidades silmas robotkulleriteenust, kas on kasumlik äri? Kas valdkonnal on kasvupotentsiaali?

Oleneb palju ärimudelist, kes mida kuidas teeb. Starship ma eeldan, et nad on kasumlikud, aga neil on raske oma turgu kasvatada, sest nad on tootekontseptsiooni poole pealt pisikesed ja nad ei saa mahtu seetõttu. Clevoni puhul on see, et kuna meil hetkel on teleopereerimine, siis me oleme pisikesemad, kui nt DPD veok, siis meil läheks vaja mitut Clevoni robotit, et see maht ära vedada. Sealt ei tule see võit kohe, vaid siis kui autonoomsus on rohkem arenenud ehk kui operaator ei pea enam järelvalvama robotit ja kontrollima, siis sealt on see planeeritud võit. 60-80% moodustub viimase miili kulust töötaja tasu, väiksem osa on sõiduvahend, kütus, amortisatsioon jne. Mida rohkem me saame vähendada tööjõudu, kes selle taga on, seda kasumlikum see on.

8. Mis on Teie arvates üks peamine infrastruktuurne pudelikael, mida tasub lahendada lähiajal, teenuse efektiivsuse kasvatamise eesmärgil? Mis on peamised murekohad linnaliikluse kontekstis?

Otseselt pudelikaelu ei ole aga kindlasti sellised infrastruktuursed it lahendused aitaksid kaasa liikluse sujuvusele. Nutifoorid kindlasti tuleks lisada, mis on nutikad praegu on parkimisväravad. Tartu Ülikool on testinud nutifoore aga ei tea hetkel millal nutifoorid Eestisse tulevad. Sellist kaamerate süsteemi arendatakse praegu, et kaamerapilt maailmast, mis tänaval toimub. Nt kui toimub avarii, siis ta edastab selle võrku ja kui meil on sõidukeid, kes kasutavad seda võrku, siis nad teavad, et nad ei peaks planeerima

sõiduteekonda läbi selle tee, kus on takistus ja võtavad arvesse liikluse muudatuse. Hetkel ta ei ole pudelikaelaks, lihtsalt hea boonus. Teleopereerimine on väärtuslik osa tegelikult, operaator saab vajadusel üle võtta, kui tekib mingi takistus nt kõrvaltänavad, mis ei ole kaardile lisatud jne.

9. Kas teenuse ala suurendamine lahendaks eelnevalt nimetatuid probleeme, või tekitab uusi. Kui jah, milliseid?

Viimase miili puhul on teatud mõistlikkuse piir, üle mille ei tasu minna. Kui sul on kodupunkt üks kindel ja sellel on opereerimiseraadius, siis kui sa lähed üle teatud raadiuse, siis hakkab tekkima *middle-mile* turg. *Middle-mile* turul on pigem efektiivsemad veoautod, kus on rohkem kaalu ja mahtu. Me ka ei näe mõtet 10km kaugusele külasse viia, võibolla kindlasti kui on huvi selle vastu. Kuluefektiivne see sõit kindlasti ei ole, tarbija peaks selle niivõinaa kinna maksma. Opereerimise piirkond peakski olema maksimum 5 km. Eks seda ole näha, kui laiem teenus lahti läheb. Mis on mõttekas teha, et sa teed nõ punkte, ühes kohas on kodupunkt ja teises kohas on teine kodupunkt, kas nad kattuvad või mitte üldse. Et robotid ei läheks ühest piirist üle, võimalikult palju selliseid *hub*-e tekitada. Pärnu on hea näide, et linn on piklik ja ühest linnaotsast teise on metsik tee ning see ei ole mõistlik. Igas rajoonis võiks olla enda *hub*, mis teenindab seda piirkonda.

10. Mõeldes tulevikule, kas oskate hinnata robotkullerite segmendi kasvu mõjusid transpordile terviklikult? Millist rolli mängib keskkonnategur antud teemal?

Kasvud on ennustuslikult erinevad, eeldus on, et kiirtoiduvedu/poest ostetud tarbekaubad, see kasvab kiiremini kui üldine vedu. Üldiselt on näha, et pakirobotite kasv lähima 10 aasta jooksul on 25% aga eks seda näitab aeg. Osad ettevõtted on teinud karuteeneid kogu sektorile, kaasatud miljardeid tootele ja ei toogi turule seda toodet. Kasvu saavadki need näidata, kes jõuavad ka turule ning seal võimelised püsima, siis hakkavad teised järgi tulema. Piisab sellest, kui üks ettevõtte näitab ette, kuidas asi käib.

11. Kas robotkulleriteenuse arengul on ruumi intermodaalsetele lahendustele, ühistransport + robotkuller? Palun täpsustage. Mis on Teie arvates peamised nõrkused ja tugevused?

Mina hetkel ei suuda ette kujutada, et see oleks mõistlik. Ühistransport on koondunud keskuspunktidesse, kus inimesed saavad kokku tulla. Ühistranspordil on ka see osa, et ühistransport peab liikuma õigel kellaajal peatusest peatusesse. Kui sinna liita pakid, nt inimestel on võimalus oma pakk kätte saada, siis see tekitaks metsiku järjekorra, tekib ka mõni, kes ei oska oma pakki kätte võtta. Transpordi mõttes, ta

võiks toimida küll aga see ei ole teenus, mida inimesed tahaksid kasutada, sellepärast, et kui sa tuled bussipeatusesse näiteks kaugemalt, siis sa ei taha tulla ja võtta seda pakki ning siis koju kõndida. Sellesuhtes, kui keegi tooks mingi ägeda lahenduse, siis hakkaks seda uskuma. Eks me oleme paljusi asju mõelnud aga teatud asju ei ole väärt lihtsalt katsetama hakata. Selle jaoks peab ka infrastruktuur muutuma ja inimeste käitumismudel, enne kui saab selliseid asju testida. Kui buss peatuks näiteks inimese maja ees, siis see oleks mõeldav. Mis me nägime enda klientide katsetusel, et paljudele klientidele robotkulleriteenus tekitab raskusi, sest nende toimiv mudel arvestab seda, et neil on juht. Kliendid ei ole isegi valmis veel sellise ärimudeliga leppima veel. Peab leidma võimaluse, kuidas seda meetodid sobitada ja siis arendada.

12. Milliseid muutusi või täiendusi sooviksite näha robotkulleriteenuses tulevikus?

Meil endal on plaanis tulla välja täiustatud versiooniga, välimiselt on sama aga sisu poolest on ta palju parem. Leviaukude lahenduseks on autonoomsuse areng, et me töötame selle kallal. Sellistel juhtudel on vaja edastada erroreid ja kui internet ära kaob, siis las ta kaob ära, sõiduk peab aru saama ise, kus on punkt b ehk kuhu kaup viia, siis pole vaja selleks internetti.

Lisa 3. Intervjuu DPD AS operatsioonide juhiga

1. Kuidas defineerite robotkullerteenuse? Kui peaksite seda selgitama lapsele, mis oleksid kolm peamist märksõna?

Näiteks toidu lõppsaajale toimetamine mingil määral autonoomse sõidukiga. Autonoomsuse tase on muidugi erinev, aga kindlasti ei ole pakirobotil juhti.

2. Kirjeldage pakiroboti tarneahelat.

DPD on kasutanud tootmises Clevoni pakirobotit, depoos laeti kaup robotisse. Kui laadimine tehtud, siis süsteemi lisati saaja andmed ning seejärel hakkas sõitma robot kliendini. Lõpuks sai saaja pin-koodi, millega kauba kätte sai.

3. Kas olete robotkullerteenust kasutanud, andke hinnang oma kogemusele ja pakirobotite tehnoloogiale?

Ei ole, sest elan linnas väljas. Testimise käigus pigem oli positiivne vastuvõtt, kuid huvi oli pigem sellepärast, et see oli innovaatiline, mis inimesi köitis. Aga tean, inimesi kes kasutab Starshipi pakiroboteid ja ei ole ühtegi halba sõna kuulnud nende kohta.

4. Kuidas suhtute robotkulleritesse? Millised tunded Teil tekivad, kui näete linnatänavatel pakiroboteid?

Kindlasti pigem positiivsest vaatenurgast, et valdkonnal on palju potentsiaali, aga hetkel ma näen, et inimesed tellivad seda pigem kui uudse tootena ehk uudishimust.

5. Andke oma hinnang robotkullerteenusele, kui suurt turuosa viimane omab tänapäeva paki veo/saadetiste turust? Oskate hinnata läbi enda kogemuse?

Pigem väga väike, selline 0,1%.

6. Kuidas mõjutab pakirobotiteenuste kasutuselevõtt viimase miili tarne logistikat ja keskkonnasäästlikkust?

Täna mõjutab väga vähe viimast miili, aga tulevikus kindlasti päris palju. Viimase miili kulud kasvavad iga aasta, surve madalamate kuludega hakkama saada on kindlasti ettevõtetel peal. Pakirobotid on selle

surve nõ leevendus. Kindlasti tuleb juurde Tallinnasse sorteerimiskeskuseid tulevikus, kus siis ümber laetakse kaubad. Üks toimetustsiviis ei saa domineerida pakiveol. Autojuhid, rattaga kullerid ei kao kuhugi.

7. Teie hinnangul innovaatiilsed lahendused, pidades silmas robotkulleriteenust, kas on kasumlik äri? Kas valdkonnal on kasvupotentsiaali?

Ma ei ole kursis, kui hästi Starshipil läheb praegu, aga momendil see ei ole kasumlik. Efektiivsus peab kasvama ja soetamise/arenduskulud on nii kallid, et majanduslikult pole mõistlik hetkel seda äri pidada.

8. Mis on Teie arvates üks peamine infrastruktuurne pudelikael, mida tasub lahendada lähiajal, teenuse efektiivsuse kasvatamise eesmärgil? Mis on peamised murekohad linnaliikluse kontekstis?

Lumeolud kindlasti ja oleme näinud videotest, kuidas Starshipi roboteid peab lumest välja aitama. Samuti oli probleem 4G levialaga ja tee peal Jürist Peetrisse oli paarikümne meetrine leviauk. Tavakasutaja, kes mobiili kasutab seda ei tunne. Kui robotil kaob levi ära, siis ta peab tee äärde sõitma ja on jälle tarnekulu. 5G levik aitaks kindlasti pakirobotitel efektiivsem olla.

9. Kas teenuse ala suurendamine lahendaks eelnevalt nimetatuid probleeme, või tekitab uusi. Kui jah, milliseid?

Teenuse ala suurendamine tähendab ka rohkem tarbijaid, teisalt suurem teenuseala tähendab ka rohkem kulusid käivitamisele ja ülevõlpidamisele. Kui palju pakirobot sõidab ja palju nad sõita saavad päevas, tuleks mõelda efektiivsusele laienemisel. Teenuse mõttes tarbijale on väga hea, võibolla kui liiga suur ala on, siis tarneaeg ei ole nii atraktiivne. Rocca al mare-st Laagrisse pakirobotiga ei telli süüa nt. 5 km raadiuses võib täiesti tellida.

10. Mõeldes tulevikule, kas oskate hinnata robotkullerite segmendi kasvu mõjusid transpordile terviklikult? Millist rolli mängib keskkonnategur antud teemal?

Viimasi miili osas see mõju on pigem väike, tore et on tekkinud mitmeid ettevõtteid erinevate kontspetsioonidega. Tänu konkurentidele kujuneb välja sobiv lahendus tarbijate jaoks. Mõtlen siin seda, et üks ettevõtte näitab ette, kuidas äri käib ja teised proovivad järgi tulla ehk kaasatakse ka palju investoreid.

11. Kas robotkullerteenuse arengul on ruumi intermodaalsetele lahendustele, ühistransport + robotkuller? Palun täpsustage. Mis on Teie arvates peamised nõrkused ja tugevused?

Mul oli väga keeruline ettekujutada, kuidas see süsteem hästi peaks töötama. Samas ma ei julge väita, et see on tõsi, mida ma ütlen. Logistiku kogemus on näidanud, et *one size fits all* meetod ei toimi. Näiteks rätsep teeb ülikonna, mis kõigile sobib, kuid see ei pruugi sobida mitte kellelegi. Väga head põhjust rohkem öelda ei ole.

12. Milliseid muutusi või täiendusi sooviksite näha robotkulleriteenuses tulevikus?

Ükski e-pood ei paku kojutoomist pakirobotiga väljaarvatud söögikohad läbi toiduplatvormide. Kindlasti integratsioon e-kaupmeestega peaks tekkima. Teine pool on see, et selline ressurssi ja robotipargi halduse osa, on palju tekkinud vahelülide *start up*-e. Vahepargi ja operaatori ühendamine on natukene puudlik hetkel. Kindlasti paindlikkust juurde teenusele, robotkuller võiks teha tarneid sellistel kellaaegadel, kui inimesed on kodus. Näiteks 9-10 õhtul või megakehvade ilmadega.

Lisa 4. Intervjuu Starship Technologies OÜ globaalsete kaugoperatsioonide asepresidendiga

1. Kuidas defineerite robotkullerteenuse? Kui peaksite seda selgitama lapsele, mis oleksid kolm peamist märksõna?

Nii nagu torud toovad vett kodudesse või kaabel toob voolu kodudesse, toovad robotid toitu kodudesse või ükskõik, milliseid muid pakke. See on täna juba reaalsus mitmes riigis, et robot toob kohale pakke. Pakirobotid on selline tuleviku infrastruktuur, kust viimase miili tarneid teeksid siis pigem pakirobotid.

2. Kirjeldage pakiroboti tarneahelat.

Robotid sõidavad hommikuti nõ kodust välja, kas selleks on siis kaupmehe enda pind või meie enda *hub*-ist ning jääb ootama tööd. Tööd saab nii, et klient läheb oma lemmik toidurakendusse või kaupmehe e-poodi, teostab tellimuse, tellimuse täidab kaupmees enda juures ja asetab kauba pakirobotisse. Pakirobot sõidab vastavalt marsruudile ja klient võtab oma kauba robotist välja. Õhtuti robotid pargivad, siis meie enda keskuses või kaupmehe juures, kus siis laetakse/hooldatakse/puhastatakse. Aku kestab rohkem kui üks päev, aga meie jaoks on oluline, et 24 tundi pakirobot oleks suuteline tellimusi viia. Hetkel me oleme arendamas ka juhtmevaba laadimist, kus siis tulevikus kaob vajadus selliste baaside jaoks ja päevas saab mitu korda laadida. Inglismaal ja Ameerikas on juba juhtmevaba laadimine olemas, päeval tehakse topeltlaadimist ja see on väga efektiivne.

3. Kas olete robotkullerteenust kasutanud, andke hinnang oma kogemusele ja pakirobotite tehnoloogiale?

Ikka olen, kuna mul endal väikseid lapsed, siis neile on kindlasti põnev. Alguses minu kodu juures ei olnud teenuseala aga nüüd on tekkinud. Mind ennast kõnetab see kõige rohkem selle kogemuse juures, et ma saan selle aja lastega veetmiseks, mitte poes käimiseks. Enne pakiroboti teenust pidi sõitma autoga poodi, et kindlasti see on väga keskkondasaastev. Selleks, et inimkulleriga Bolti teenust teha minimaalse kahjumiga ja tingimused inimestele väga head ei ole, Eestis on kindlasti veel hästi. Palju on seal sotsiaalsetgarantiid puudu, töö ja puhkeajad on puudu. Ma usun, et robotid seda lahendavad selle probleemi. Me ise anname kindlasti neile tööd nt klienditeeninduses. Seda argumenti ei ole, et me võtame

neilt töö ära. Palju on ikkagi tööstusriikides tööjõupuudus. Euroopa Liit proovib palju lahendada sotsiaalsed garantiid ja tervisekindlustust hetkel, platvormitöö on tihtipeale ilma igasuguste hüvedeta.

4. Kuidas suhtute robotkulleritesse? Millised tunded Teil tekivad, kui näete linnatänavatel pakiroboteid?

Mind valitseb selline ükskõikne tunne naljaga pooleks, et ma olen liiga palju neid näinud. Muidugi positiivselt, tihtipeale mõeldakse pakirobotites kui tulevikuteenusest, aga tänapäeval see on kommertstingimustel töötav teenus. Me oleme teinud üle 5 miljoni tarne ja sõitnud üle 10 miljoni km. Meil on turge, kus me konkureerime tavaliste toidukulleritega ja mul on hea meel, et me oleme maailmas nr 1, kui rääkida ainult kõnniteel sõitvatest pakirobotitest. Me ise usume, et see tehnoloogia on reaalsus paljudes kohtades. Nüüd on küsimus, et tahaks jõuda veel paljudesse riikidesse. Me oleme täna 6-s riigis ja 50-s asukohas, et see on veel väga väike jalajälg. Tehnoloogia on selleks võimeline, et üle maailma levida, aga kõik sõltub sellest, kui kiiresti me suudame seda paika saada ja see sõltub palju ka partneritest.

5. Andke oma hinnang robotkulleriteenusele, kui suurt turuosa viimane omab tänapäeva paki veo/saadetiste turust? Oskate hinnata läbi enda kogemuse?

Seda päris nii ei ole võimalik mõõta, see sõltub suuresti sellest asukohast ja mis see nõ *application* on teenusel. Me vaatame turgu nagu toitu, soetoit jne. Paljudes kohtades, kus me opereerime robotitega, tavakuller ei konkureeri. Kui mõelda näiteks Bolt või Wolt peale, siis Saue/Keila nende jaoks ei ole mõeldav, et nad seal tegutsema hakkavad, seal on meil turg nõ 100%. Me ise vaatame pigem seda, et mis me suudame kauplusele pakkuda, kas me suudaksime tekitada lisaäri mahtu. Inglismaal on näiteid, kus kauplustele tekitame 10-15% äri juurde, et see on päris suur lisaäri. Me võtame ikkagi majanduslikult mõteka distantsi 5 km, sellel turul me valdame valdava enamuse. Ei ole mingit loogilist põhjendust, miks seda peaks tegema 2000 tonni kaaluva autoga või rattaga, mis ei ole majanduslikult mõttekas.

6. Kuidas mõjutab pakirobotiteenuste kasutuselevõtt viimase miili tarne logistikat ja keskkonnasäästlikkust?

Päris märkimisväärselt, et kui me saaksime kõikidest 2-3 km tarnetest autod välja lõigata, siis sellel oleks juba suur mõju. Kõige keskkonnasaastavam on ikkagi sõidukid, millega on ebamõistlik tarneid teha viimasel miilil. Pakirobot kulutab ühe sõidu jaoks umbes sama nagu klaasitäis vet, väga keskkonnasäästlik ikkagi. Ma ei tea seda palju on näiteks Bolti sõidukite ja rattaga sõitvate kullerite

osakaalu vahe, aga hetkel lumiste ilmadega rattaga sõitmisega osakaal väheneb kindlasti. Keskkonnamõju mõjutada positiivselt on väga võimalik, aga sõltub kui hästi me suudame seda teostada.

7. Teie hinnangul innovaatilised lahendused, pidades silmas robotkulleriteenust, kas on kasumlik äri? Kas valdkonnal on kasvupotentsiaali?

Ta on pigem arengufaasis, kui võtta kõik arenduskulud ja investeeringud, siis ta täna veel kasumlik ei ole. Kui võtta kõik tarne seotud kulud, siis sõltuvalt riigist, aga me suudame olla 30-40% soodsamad, kui inimeste tööga tarneid teha. Inimese tarne on seotud miinimumpalgaga, mis on olnud tõusvas trendis läbi ajaloo. Euroopa Liidus väga palju panustatakse selle peale, et igasugused puhkeaja reeglid, sotsiaalkindlustused, tervisekindlustused peaksid hakkama kehtima ka platvormitööle, siis need kõik lähevad kulubaasi. See on selge arengusektor, mis annab märku, et neid tarneid ei ole mõistlik inimestega teha. Teiselt poolt tuleb vastu see, et robotite masstootmisel roboti hind väheneb. Robot suudab olla üha enam autonoomsem. Me ise usume, et kui me võrdleme ennast puhtalt logistikafirmadega ja tarne pealt seotud tuludega, siis me suudame olla täiesti teises järgus kasumlikkuse poole pealt. Bolt ei teeni ainult kulleriteenuse pealt, et see ei ole hea üks ühele võrdlus, aga kui me mõtleme üldiselt, siis pakirobotiteenust on kindlasti võimalik pakkuda kasumlikult.

8. Mis on Teie arvates üks peamine infrastruktuurne pudelikaal, mida tasub lahendada lähiajal, teenuse efektiivsuse kasvatamise eesmärgil? Mis on peamised murekohad linnaliikluse kontekstis?

Ausalt öeldes väga ei ole pudelikaalu, kõik on sellised tehnoloogilised väljakutsed. Linnad kui sellised arenevad inimesekesksemaks ja selline tänava infrastruktuuri paranemine hõlbustab ka meid. Täna kõige keerulisemad opereerimisel on kitsad tänavad, kalamaja või kopli näiteks. Peab kitsaste parkimiskoridoride vahel ja pimedates nurkades sõitma jne. Kui ma mõtlen selle peale, mida on võimalik paremini teha, siis kõikides riikides ei ole seadusandluses defineeritud pakirobotit kõnniteel. Me ise teeme palju seadusandlustega koostööd, et aidata seda seadusandlust välja mõelda. Kusjuures Eesti on üks esimesi riike maailmas, kus on defineeritud seaduses pakirobotid kõnniteel sõitmiseks. Aga see ei ole pigem pudelikaelaks, vaid koostööd parandada jooksvalt. Integratsiooni valgusfooridisse kindlasti, liikumisanduriga foorid või nupuga vajutades. Robot annab signaali foorile, et paneks rohelise tule. Teeme palju koostööd omavalitsustega, et kui Tallinnas on halvasti lumest puhastatud tänavad, siis anname signaali. Ohutuse mõttes teame selgelt, et autod sõidavad kiiresti, siin on ohtlik üle minna jne, et selliseid mudeleid, kuidas paremaks muuta infrastruktuuri, et seal me osaleme palju. Hetkel ei ole

infrastruktuuris väga mingeid keerukusi. See ei ole otseselt meie ootus linnadele, et pakirobotite pärast muudaks midagi liikluses, aga hea muidugi oleks.

9. Kas teenuse ala suurendamine lahendaks eelnevalt nimetatuid probleeme, või tekitab uusi. Kui jah, milliseid?

Ühtepidi ta lahendab, et meil tekib mastaabisääst ehk kui meil on ühes alas rohkem roboteid, siis muudab kulud pigem madalamaks, et serveriparki me ei oma, vaid rendime. Suurem teenuseala üldiselt tähendab rohkem roboteid ja suuremat hoolduskeskust, näiteks rohkem linnaruumi vaja laadimiste jaoks, et see on selline läbirääkimine maaomanike linnavalitsusega. Ei ütleks, et see lahendab või tekitab juurde, erinevad aspektid mõjutavad erinevalt. Meie jaoks on oluline just, et teenuse ala suureneb ja igast kasvupotentsiaalst, me võtame maksimumi kindlasti. Kõik sellised lisaprobleemid on lahendatavad, mis tekitavad teenuse ala suurendamisel.

10. Mõeldes tulevikule, kas oskate hinnata robotkullerite segmendi kasvu mõjusid transpordile terviklikult? Millist rolli mängib keskkonnategur antud teemal?

Täna on kõik tööstusriigid tööjõu puuduses, kuna tööjõudu autodesse ja mitte kõrgetlisandväärtusega töökohtadesse on aina enam puudu, siis ega transpordiettevõtted samamoodi soovivad saada keerukamaid transpordilahendusi ja teha pikemaid sõite, siis ei ole loogilist lahendust, miks peaks inimene pakke viima. Täna on sellel kindlasti tehnilised piirangud, pakirobotid on hea lahendus toiduviimiseks aga televiisorit või pesumasinat näiteks laadimiskasti ei pane ja ei mahu pakirobotisse. Kaubamajast sokid, püksid jne oleme võimelised ära tooma. Eks seal ole erinevaid faktoreid, kuidas seda transpordivaldkonna mõju on. Kõige otsesem mõju on viimase miili tarned, kui me räägime kuni 5 km kaugustest tarnetest. Seda transporti ei peaks kindlasti teostama suure autoga. Mõtleme palju, et kui palju valdkondi me suudame ära katta, et täna kindlasti toiduvedamisel on kõige suurem potentsiaal.

11. Kas robotkullerteenuse arengul on ruumi intermodaalsetele lahendustele, ühistransport + robotkuller? Palun täpsustage. Mis on Teie arvates peamised nõrkused ja tugevused?

Ühistranspordiga ma ei suuda seda kokku via, aga selline modelaarsus on kindlasti tulevik. Kui me ise ütleme, et 5km kaugus on selline, mida on mõistlik teha. Kui näiteks lemmikburgerikoht on 7 km kaugusel, siis seda pakirobot ei tee, vaid peab ikkagi inimene tegema. Need pikemad toidutarned ei ole modulaarsed, aga näiteks see, et pakiautomaadist tuua kaup kohale, oleks mõte küll. Pakiautomaati toob

Omniva näiteks ja siis saad sisuliselt *on demand* tellida, et nüüd ma olen kodus ja ei viitsi pakiautomaati minna, siis ole hea ja too mulle ära. See on lihtne lahendus aga nüüd on küsimus, et pakiautomaat või robot peab olema arendatud selliselt, et see laeks pakid robotisse ära ilma inimese abita. Pikkasid sõite robotid tegema ei hakka, see ei ole majanduslikult mõistlik. Piirangud on seotud paratamatult sellega, et ristmikel jääd toppama ja nii palju ristmike teeb selle teenuse ebaefektiivseks. Aga modulaarsus on kindlasti võimalik. Me oleme kuulnud küll, et miks te teete pakiroboteid, kui isesõitvad autod on palju mõistlikumad, aga sellel on üks väga oluline aspekt. Lihtne väljakutse on õpetada liiklusreegleid autodele, aga parkimine on väga piiratud Tallinnas ja isesõitvale autole sa ei õpeta selgeks seda, kuidas liikluseeskirju rikkuda näiteks, et ma pargin siia praegu paariks minutiks nagu kullerid teevad. Sellist peatumiskultuuri isesõitvale autole ei ole võimalik õpetada. Teine lahendus on see, et linnad saavad aru infrakstuuri mõttes kui ehitatakse uut kortermaja, siis peaks olema kullerite jaoks peatumiskoht. Selle osas ma tean, et linnavalitsus mõtleb midagi aga selline modulaarsus on kindlasti tulevik.

12. Milliseid muutusi või täiendusi sooviksite näha robotkulleriteenuses tulevikus?

Starshipi teenus läheb ajaga aina odavamaks, meie moto on see, et Starshipi teenust saaks igaüks lubada ja tahame anda tagasi peredele seda aega, mis kulub poodi minemiseks. Pakirobotiteenus ei peaks olema luksusteenus ja ainuke muudatus ongi plaanis lähitulevikus võimalikult taskukohane hind tekitada. Tarne toidukohast või e-poest võiks maksta 1 euro. Ma tahaks uskuda, et me näeme ikkagi seda lähitulevikus. Meie jaoks tähendab see seda, et teenus jõuaks rohkemate inimesteni ning selle jaoks on vaja toota kümneid või sadutuhandeid roboteid. See eeldab seda, et meil on olemas äripartnerid ning loodetavasti saame Ubereatsi, Bolti või kellegagi maailma vallutada. Kasv on täna kõige olulisem väljakutse. Autonoomsus ja tehnoloogiline väljakutse ei ole nii suur probleem, et seda me oleme valmis teostama. Suurem küsimus on kaasata investeringute kapitali.