

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geograafia osakond

Magistritöö inimgeograafias ja regionaalplaneerimises (30 EAP)

**Kergliiklusandmete kogumise meetodid ja
kergliiklejate analüüs Tartu linna näitel**

Oskar Vevers

Juhendaja: MSc Tiia Rõivas

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2019

Annotatsioon

Kergliiklusandmete kogumise meetodid ja kergliiklejate analüüs Tartu linna näitel

Kergliiklejaks loetakse jalakäijaid ja jalgrattureid. Kuna kergliikleja on oma liikumistes väga ettearvamatu, on kergliiklusandmete kogumiseks välja töötatud kindlad meetodid. Antud magistritöö eesmärgiks on koostada ülevaade antud meetoditest ja analüüsida Tartu linna näitel kergliiklejate liikumisi 2018. aastal. Uurimistöös kasutatakse visuaalse loenduse ning kombineeritud induktiiv- ja passiivse infrapunaanduriga kergliiklusloenduri andmeid. Tulemustest selgub, et kergliiklejate liikumised saavad alguse hommikuse tippunniga, liikumissuunaga linna keskuse poole, kuhu on koondunud töökohad, kaubanduspinnad ning ülikooli hooned ning päeva lõppedes liigutakse tagasi ümberkaudsetesse linnaosadesse. Jalakäijate ja jalgratturite peamine erinevus on jalgrattaga sõitude hooajalisus.

Märksõnad: kergliiklus, andmekogumismeetodid, jalakäija, jalgrattur

CERCS kood: S230 Sotsiaalne geograafia

Abstract

Data collection methods for non-motorized transport and data analysis on the example of Tartu

Non-motorized transportation (NMT) includes walking and bicycling. Since pedestrians and cyclists are very unpredictable in their movements, there are specific methods for non-motorized transport data collection. The aim of this master's thesis was to make an overview of these methods and analyse the distribution of NMT users in 2018 on the example of Tartu. The data was gathered by performing manual counts and using data from automated counter with inductive loop paired with infrared detector. The study revealed that NMT users are most active during the morning, going to work, and in the evening, going back home. The main difference between cyclists and pedestrians was the seasonality of bicycle while pedestrians are constant throughout the year.

Märksõnad: non-motorized transport, data collection methods, pedestrian, cyclist

CERCS code: S230 Social geography

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Teoreetiline taust	6
1.1 Kergliikleja	6
1.2 Kergliiklus välismaal	8
1.3 Kergliiklus Eestis	11
1.4 Kergliiklusteed	16
1.5 Kergliiklusandmete kogumine	20
1.5.1 Manuaalsed meetodid	21
1.5.2 Automaatsed meetodid	23
Kergliiklusandmete analüüs Tartu linna näitel	28
2. Andmed & meetodika	28
2.1 Jalakäijate ja jalgratturite visuaalse loenduse andmed	28
2.2 EcoCounter kergliiklusloendurite andmed	30
2.3 Jalakäijate ja jalgratturite visuaalse loenduse andmed EcoCounter loenduspunktides	31
2.4 Analüüsi meetodika	32
3. Tulemused	33
3.1 Kergliiklejate arvu muutus 2015.-2018. aastatel	33
3.2 Kergliiklejad 2018. aasta EcoCounter andmete põhjal	35
3.2.1 Üldine ülevaade	35
3.2.2 Kergliiklejate jaotus aastas	37
3.2.3 Kergliiklejate jaotus nädalas	38
3.2.4 Kergliiklejate jaotus tööpäevadel	39
3.2.5 Kergliiklejate jaotus nädalavahetusel	40
3.3 Turu silla loenduspunkti analüüs	42
3.3.1 Jalakäijate jaotus liikumissuuna järgi	42
3.3.2 Jalgratturite jaotus liikumissuuna järgi	43
4. Arutelu	45
Kokkuvõte	48
Summary	50
Tänuavaldused	52
Kasutatud kirjandus	53

Sissejuhatus

Eelmise sajandi alguseni oli jalgsi liikumine peamine liikumisviis maailmas. Rooma Keisririigis domineerisid tänavapildis jalakäijad, kuid ei puudunud ka hobukaarikud, vankrid ning teised selleaegsed liikumisvahendid. Juba tol ajal rakendati liikluse leevendamiseks transpordiplaneerimise meetmeid, kui Julius Caesar keelas tänavatel kaarikutega sõitmise päikesetõusust -loojanguni, et jalakäijatel oleks teedel liiklemine ohutum ja mugavam. Jalgratas tuli tänavapilti 19. sajandil, jõudes arengufaasi, kus see oli transpordivahendina kasutamiseks piisavalt kvaliteetne ja mugav. (Rietveld 2001)

Kergliiklus on kuni viimaste aastateni jäetud transpordiuuringutes tähelepanuta ning põhirõhk on keskendatud mootorsõidukite arvu kiirele kasvule. Kuna kergliiklejad läbivad oma teekonna tõenäoliselt jalgsi või jalgrattaga, moodustavad nende poolt läbitud teekonna pikkused enamikes riikides väga väikese osa kõikide liiklejate poolt läbitud teepikkusest. Kui aga võrrelda jalgsi ja jalgrattaga tehtud liikumiste koguarvu kõikide sooritatud liikumistega, on kergliiklus transpordivaldkonnas tähtsal kohal. (Rietveld 2001)

Vaatamata kergliikluse pikale olemasolule, hakati alles paar kümnendit tagasi tähele panema jalgsi ja jalgrattaga tehtud liikumiste positiivseid tagajärgi (Khisty 2010). Kergliikluse kasutegurid jagada keskkonda säästvateks, majanduslikeks ja sotsiaalseteks hüvedeks. Keskkonna seisukohalt vähendab kergliiklus õhusaastet ning mürataset. Majandusele toob kasu ummikute vähenemine ning soodsa transpordilahenduse olemasolu vaesematele elanikele. Sotsiaalvaldkonnas mõjutab kergliiklus liiklejate füüsilist vormi, toob inimesed värskesse õhu kätte ning paneb inimesed omavahel sotsialiseeruma. (Soni, Soni 2016)

Selleks, et kergliiklust uurida, tuleb esmalt teada saada, kui palju kergliiklejaid on, kus nad liiguvad ning kuidas nad jagunevad. Jalakäijad ja jalgratturid on oma iseloomult väga ettearvamatud liiklejad, mistõttu on nende loendamine tavapärasest keerukam. Andmete kogumiseks kasutatakse kergliiklejatele mõeldud meetodeid. (Hankey *et al.* 2012)

Tartu linn on võtnud eesmärgiks muuta rattaliiklus eelisarendatavaks transpordiliigiks. Selleks on arendatud kergliiklusteede võrgustikku, paigaldatud üle linna automaatsed kergliiklusloendurid ning peatselt käivitatakse ka jalgrattaringluse teenus. Sellega on Tartu linn Eestis esimene omavalitsus, kellel on väga hea ülevaade oma elanike kergliikluse harjumustest. (Tartu linna kodulehekülj 2019)

Antud töö eesmärkideks on anda ülevaade kergliiklusest ja kergliiklusandmete kogumise meetoditest ning analüüsida kergliiklejate liikumisi Tartu linnas.

Eesmärgi täitmiseks on püstitatud neli uurimisküsimust:

- Kuidas jaguneb kergliikluse koormus Tartu linnas?
- Millal toimub peamine liikumine jalakäijate ja jalgratturite poolt?
- Kuidas erinevad jalakäijate ja jalgratturite liikumised ajaliselt?
- Kas automaatse kergliiklusloenduse andmed on võrreldavad visuaalse loenduse andmetega?

1. Teoreetiline taust

1.1 Kergliikleja

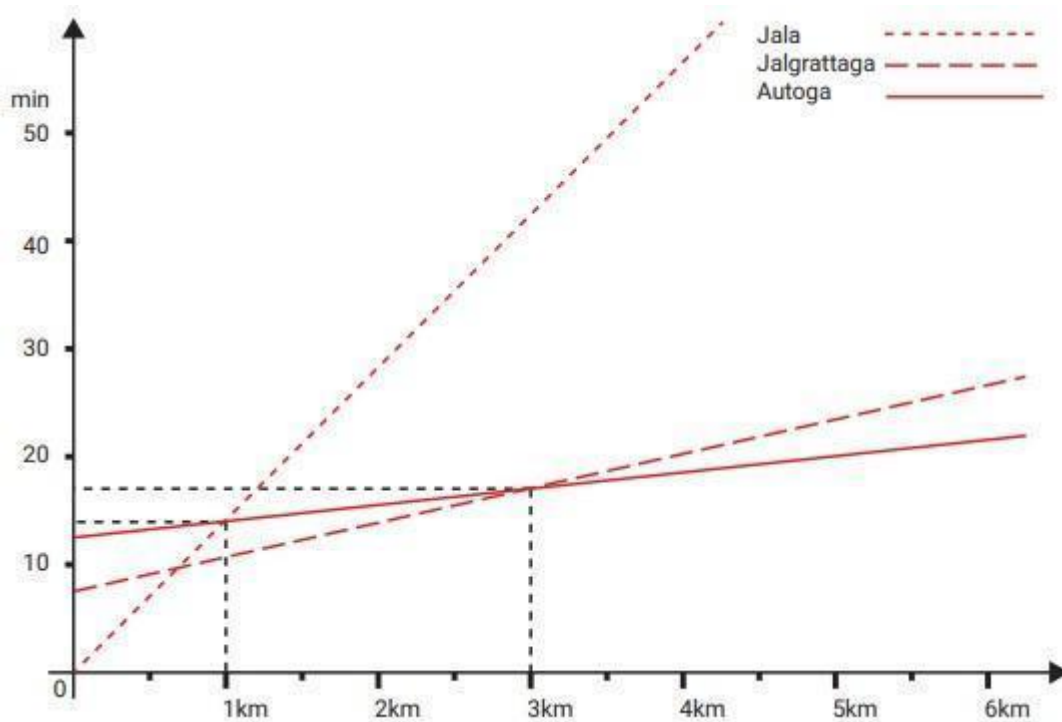
Kergliikleja on liikleja, kellel on liiklusseadusega lubatud liigelda kõnniteel, jalgteel või jalgratta- ja jalgteel. Kergliiklejateks loetakse jalakäijad ja jalgratturid (RT I, 19.07.2018, 12). Liikleja loetakse jalakäijaks, kui ta liigub jalgsi, ratastoolis või muu piiratud liikumisvõimega isikule kasutamiseks oleva liikumisvahendiga. Tänapäeval populaarsed alternatiivsed sõiduvahendid nagu rula, rulluisud, -suusad, tõukeratas, -kelk, tasakaaluliikurid ja muud nendesarnased abivahendid liiklemisel loetakse samuti jalakäijateks. Jalgratturiks kvalifitseerub liikleja, kes kasutab liikumiseks jalgratast. Vastavalt liiklusseadusele loetakse jalgrattaks vähemalt kaherattalist sõidukit, mis liigub sellega sõitva inimese või inimeste lihasjõul pedaalide või käsiväntade-hoobade abil. Jalgrattaks loetakse ka elektrijalgratast, mille püsi-nimivõimsus ei ületa 0,25 kilovatti. (RT I 2010, 44, 261)

Tegureid, mis mõjutavad kergliikluse eelistamist mootorsõiduki kasutamisele, on mitmeid. Isikust sõltuvateks teguriteks on liikleja vanus, sissetulek ja tema füüsilised võimed. Sageli on need ka omavahel sõltuvad. Noortel, alles haridust omandavatel liiklejatel puudub tihti piisav rahaline ressurss, et omada isiklikku autot, mille tõttu on soodsaim alternatiiv teha oma liikumised jalgsi või jalgrattaga (Rietveld 2001). Liikleja füüsiline võimekus tuleb transpordivahendi valikul mõjutavaks teguriks pigem mägisemas piirkonnas, kus tuleb sihtpunkti jõudmiseks läbida tõuse ja langusi (Dimitriou 1995).

Kergliikluses mängib olulist rolli ilmastik. Kuna liikleja on halva ilma korral kaitsmata välitingimuste eest, mõjutab jalgsi ja jalgratta eelistamist nii temperatuur, tuulekiirus ja sademed (Rietveld 2001).

Määravaks teguriks kergliikluse eelistamisel loetakse ka maakasutuse kompaktsust. Piirkonnas, kus asustus on tihedalt kokku koondunud ning vahemaad algus- ja sihtpunkti vahel on lühikesed, on ka jalgsi ning jalgrattaga liiklejaid olulisel määral rohkem (Tolley 1997). Kergliiklus on tõhus liikumisviis linnades toimuvade lühikeste vahemaadega liikumiste korral, pikemate vahemaade puhul on efektiivsem viis motoriseeritud transport. Vahemaa, kus motoriseeritud liikumisviisi eelistada kergliikluse ees sõltub liikleja sissetulekust ja ajaressursist (Replogle 1992). Kui inimene peab sihtpunkti jõudmiseks liikuma rohkem kui ühe

kilomeetri, eelistab ta juba liikumisvahendina kas jalgratast või autot. Rohkem kui kolme kilomeetri pikkuse marsruudi korral langeb ka jalgratas eelistatud liikumisvahendite hulgast. Seega kergliiklus kui transpordiviis on optimaalne vaid keskmiselt kolme kilomeetri raadiuses (Joonis 1).

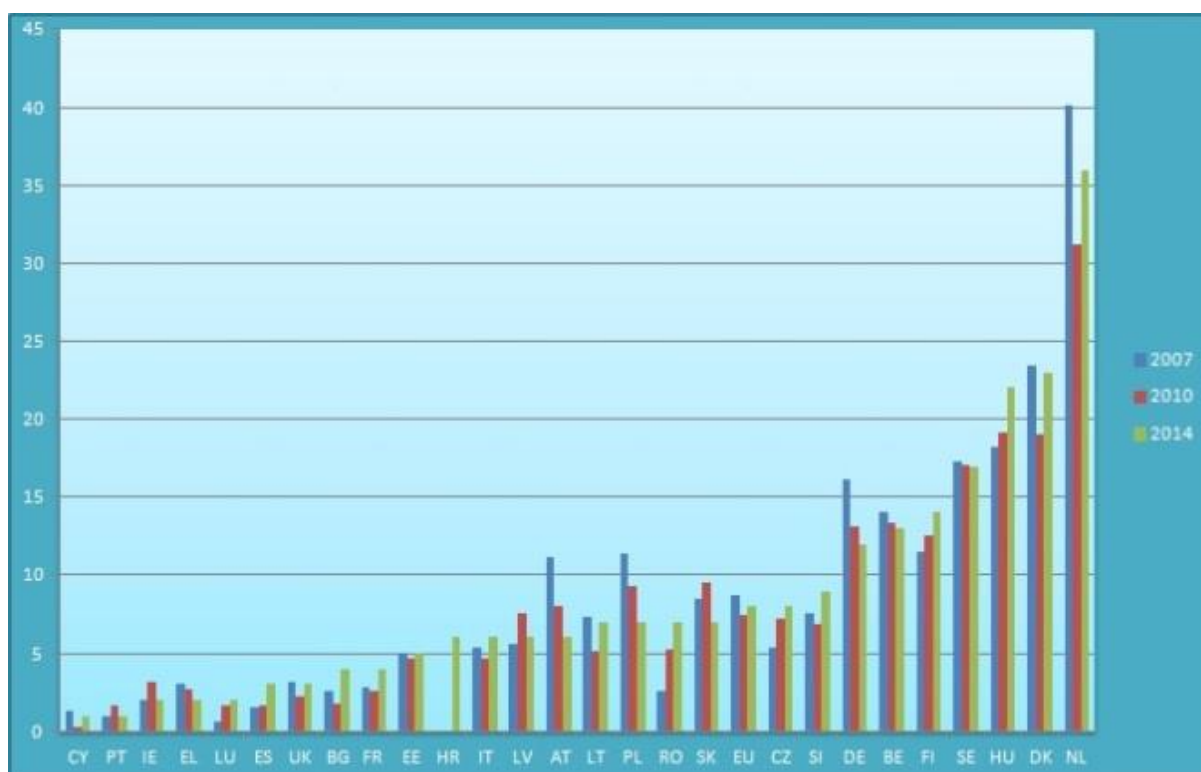


Joonis 1. Liikleja eelistatuim liiklusvahend sõltuvalt teekonna pikkusest. (Jüssi jt. 2017)

Kergliikluse edendamiseks saavad kasu nii linn, linnakodanikud kui ka kergliikleja ise. Liikleja vaatepunktist on keskmine kergliikleja kuvand suurema tõenäosusega motoriseeritud sõiduvahendi kasutajast paremas füüsilises vormis. Samuti on kergliiklejal väiksem võimalus saada diagnoosiks südamehaigus. Üleminek mootorsõidukite keskest liiklusest kergliiklusele suunatud linnapilti vähendab linnas heitgaaside hulka ja mürasaastet (Reynolds *et al.* 2010). Kõik eelnev toimub tänu sellele, et kergliikleja on valinud auto asemel kas jalgsi või jalgrattaga liikumise. Autode vähenemisega vähenevad ka liiklusummikud (Litman 2018).

1.2 Kergliiklus välismaal

Jalgratas ning selle modernsemad uuendused nagu rattajagamisteenus ja elektril töötav jalgratas on kõik leiutatud Euroopas, mille tõttu võib jalgratast kui transpordivahendit lugeda Euroopa edulooks. Tänu sellele on jalgratas Euroopas, eriti Lääne-Euroopas tihedalt kasutatav liiklusvahend. 2014. aastal müüdi üle Euroopa Liidu 21 miljonit jalgratast, ületades uute sõiduautode müüginumbri enam kui 8 miljoni tooteühiku võrra. (Luksemburgi säästva arengu ja taristu ministeerium 2015)



Joonis 2. Jalgratas kui eelistatuim transpordivahend Euroopa Liidu riikides. (European Cyclists' Federation 2019)

Vaadates jalgratast kui eelistatuimat liiklusvahendit Euroopa Liidu kodaniku igapäevaste liikumiste sooritamisel, jääb riikide ühenduse keskmine näitaja 8% kanti. Suurimad jalgratta kasutajad on Hollandis (36%), Taanis (23%) ja Ungaris (22%). Kõige ebapopulaarsem on jalgratas transpordivahendina Portugalis (1%), Küprosel (1%) ja Maltal (0%). (Euroopa Komisjon 2014)

Taani ja Holland on tuntud kui jalgrattariigid juba pikemat aega. 20. sajandi teises pooles pöörasid antud riikide valitsused rohkem tähelepanu kergliikluse infrastruktuuri arendamisele. Jalakäijate arvu kasvatamiseks rakendati mitmeid meetmeid. Linnade keskused muudeti suuremas osas autovabaks, tagades ligipääsu vaid vajalikele sõidukitele (näiteks hädaabiteenused, keskuses paiknevate asutuste kaubaautod, osalt ka ühistransport). Pöörati tähelepanu jalakäija ohutusele, tagades mõlemale poole sõiduteed laiad ja valgustatud kõnniteed, ohutussaared jalakäijatele suuremate ristmike ületamisel. Lisaks anti jalakäijatele valgusfooriga reguleeritud ristmikel rohkem aega tee ületamiseks. Jalgratturite taristu kasvas hüppeliselt Põhja-Euroopa riikides. Saksamaa jalgrattateede võrgustik suurenes 12 911 kilomeetrilt (1976. aastal) 31 236 kilomeetrini (1996. aastal). Hollandis oli kasv natukene väiksem, kuid siiski suurenes kahekordselt olemasolevat taristut 9 282 kilomeetrilt 18 948 kilomeetrini. Selline laienemine tagas hüppelise kasvu jalgratturite arvus, peale mida on kasv jätkunud, kuid aeglasemas tempos. Praegusel ajal keskendutakse rohkem taristu kujundusele, muutes seda liikleja jaoks turvalisemaks, eriti ristmikel. (Buehler, Pucher 2012)

Jalgi käimine ning jalgrattaliiklus on Ameerika Ühendriikides olnud pidevalt madal ning selle tõttu ei ole pikka aega antud liikumisviisidele ka tähelepanu pööratud. Vahemikus 1977-1995 langes käimise kui eelistatuima transpordiviisi osatähtsus 9,3%-lt 5,5%-ni. Jalgrattaga liiklemine küll tõusis 0,6%-lt 0,9% peale, kuid ei ületanud 1% piiri. Kokku oli kergliiklus eelistatuim transpordiviis USAs vaid 6% vastanute hulgas, mis jääb tugevalt alla Euroopa riikidele, kus jalgratas on märgatavalt eelistatum liikumisvahend. Antud vahe peamiseks põhjuseks võib lugeda kahe piirkonna maakasutuse erisusi. Suurem asustustihedus ning kompaktsemalt planeeritud linnad Euroopas tagavad selle, et inimese igapäevase liikumise pikkus on poole lühem kui USAs. Pikemad vahemaad USA linnades aga ei soosi jalgsi käimist või jalgratta kasutust. Kuna aga linnasiseselt on inimeste liikumised siiski piisavalt lühikesed, et neid võiks läbida ilma sõiduautota, ei saa see olla ainuke põhjus, miks kergliikluse osakaal kõikidest liikumisviisidest on nii madal. Suurimaks põhjuseks võib arvata isikliku sõiduauto omandamise lihtsus ja odavus. Võrreldes Euroopaga on USAs soodsam nii osta kui ka ülal pidada autot. Samuti võimaldatakse auto kasutamist juba 16-aastaselt. Lisaks on puudu korralik jalgrattateede võrgustik, mis ei tekita jalgratturile autostunud ühiskonnas turvalist keskkonda, kus ta saaks liigelda. (Pucher, Dijkstra 2000)

Mõned suuremad USA linnad nagu Portland, Oregon ja Minneapolis on hakanud edendama kergliiklust kui transpordiviisi, kasutades selleks samasid meetmeid, mida rakendasid Taani,

Norra ja Saksamaa omal ajal. Tänu sellele on antud linnades jalgratta osatähtsus enam kui viiekordistunud võrreldes 1990 aasta tasemega (Buehler, Pucher 2012). Aastaks 2012 oli USA jalgratturite osatähtsus jätkuvalt paarikümne aasta taguse 0,6% juures ning jalkäijate osatähtsus on langenud 2,8% peale. (McKenzie 2014).

Euroopa ja Põhja-Ameerika kõrval on kergliikluse roll transpordisektoris kõige suurem Aasias, kus lisaks jalgratatele on tänavapildis levinud ka rikšad. Jalgratate ja rikšadega tehtud sõidud moodustavad mitmetes Aasia linnades 25-80% kõikidest tehtud sõitudest (Replogle 1992). Kergliikluse osakaal kõikidest tehtud sõitudest on suurem kui 30% järgnevates linnades: Shanghai (77,9%), Guangzhou (69,3%), Mumbai (49,8%), Peking (47,9%), Jakarta (44,2%), Ho Chi Minh (44,2%), Tokyo (37,4%) ja Hong Kong (34,1%). Kaheksa enim kergliiklust transpordivahendina kasutavate linnade hulgast pooled paiknevad Hiinas (Kenworthy 2013). Vastuolulise tähelepanekuna on mitmetes Aasia linnades rakendatud kergliiklust mittesoosivaid eeskirju, mis piiravad täpsemalt rikšade levikut. Selliste eeskirjade rakendamise ettekäändeks on toodud rikšade poolt põhjustatud ummikud ning ebaõiglane inimtöõjõu ärakasutamine (Replogle 1992). Aasias on kergliikluses märkimisväärset osa omandamas elektrijalgratas. Hiinas on kasutusel kaks korda rohkem elektrijalgrattaid, kui riigis on autosid. 2015. aastal ostetud elektrijalgratatest 90% soetati Hiinas (Salmeron-Manzano, Manzano-Agugliaro 2018).

1.3 Kergliiklus Eestis

Eesti kodanike liikumisviiside jaotuses on toimunud viimastel aastatel autokasutuse suurenemine ning seda teiste säästlikumate ja keskkonnasõbralikumate liikumisviiside arvelt. Kuigi lisaks autodele on suurenenud ka jalgrattakasutuse osakaal, on see jätkuvalt võrreldes teiste liikumisviisidega väga madal (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium 2013). Kiire autostumise kasvu kõrvalt on aga Eesti elanikkonna liikumisharjumused jätkuvalt Euroopa Liidu riikidega võrreldes säästlikumad ja seda ühistranspordi ning jalgsi käimise suhteliselt suure osakaalu tõttu just Eesti linnades toimuvate liikumiste arvelt. Praeguses olukorras on jätkuvalt lihtsam arendada välja ühistranspordi ja kergliikluse taristut, et ennetada autokasutuse kasvu (Jüssi jt. 2010).

Transpordi arengukavas 2014-2020 (Majandus ja Kommunikatsiooniministeerium 2013) on Eesti riik kergliikluse arendamises suhteliselt napisõnaline, kuid puutumata see ei ole. Suuremat tähelepanu on pööratud olemasolevate tingimuste ohutumaks muutmisele ning välja on toodud just jalakäijate ja jalgratturite ohutus ning nende jaoks liiklusohutlike kohtade ümberehitamine. Rõhutatakse autokasutuse osakaalu vähendamisele justnimelt kergliikluse osatähtsuse suurendamisele linnasisestes liikumistes, kus jalgsi käimine ja jalgrattasõit peavad saama linnaliikluse ja infrastruktuuri kavandamise lahutamatuks osaks. Rõhumine linnade modaalse nihke säästlikumaks muutmise kasuks räägib antud keskkonna võimekus luua kompaktne linnaruum, kus jalgsi ja jalgrattaga liikumised on eelistatumad autoga liikumisele.

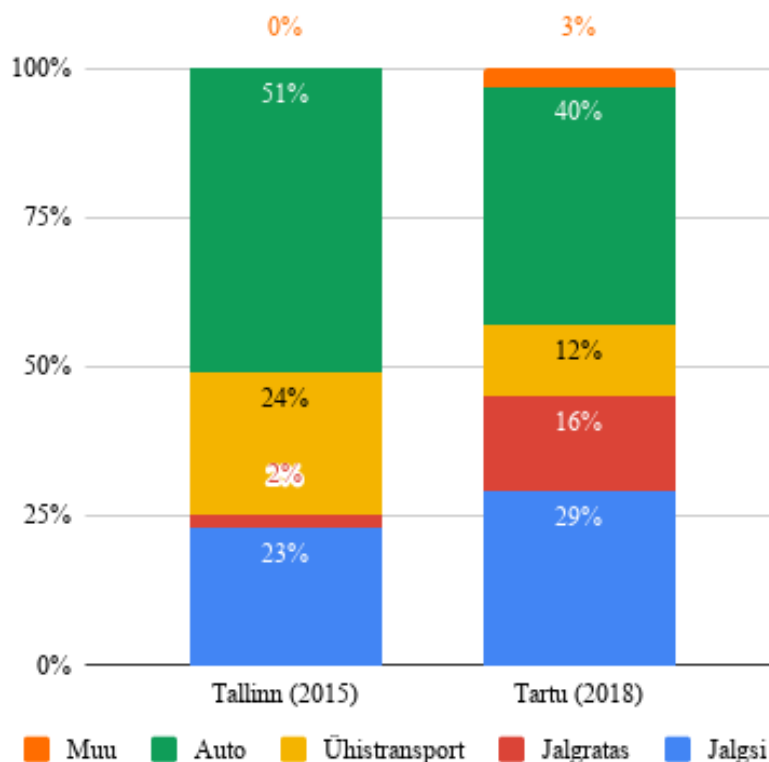
Jalgsi või jalgratast kasutavate inimeste osatähtsuse suurendamine pealinnas ja teistes suuremates linnades on välja toodud ka Eesti regionaalarengu strateegias 2014-2020.

2012. aastal oli Eestis jalg- ja jalgrattateid kokku 342 kilomeetri ulatuses, moodustades Eesti teedevõrgustiku kogupikkusest 0,5% (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium 2013). 2019. aasta 1. jaanuari seisuga on suudetud seitsme aasta jooksul antud tee liigi pikkust peaaegu kahekordistada, moodustades 0,9% kogu teedevõrgustikust (556 kilomeetrit 59 008 kilomeetrist) (Maanteeamet 2019).

Tabel 1. Eesti ja Euroopa Liidu kodanike liikumisviiside modaalne jaotus 2014. aastal (Euroopa Komisjon 2014)

	Eesti	Euroopa Liit
Autoga	51%	56%
Ühistranspordiga	30%	21%
Jalgrattaga	5%	8%
Jalgsi	13%	14%

Vaadates Eesti elanike liikumisviiside modaalses jaotust, jääb kergliikluse osakaal Euroopa Liidu keskmisele alla, olles eelistatud liikumisviis napilt alla viiendiku vastanute hulgas (jalgsi 13%, jalgrattaga 5%). Modaalne jaotuse juures paistab Euroopa Liit silma suurema jalgrattakasutuse poolest, mille protsendi tõstab kõrgeks tuntud jalgrattamaad nagu Taani ja Holland. Eesti eristub aga suure ühistranspordi osakaaluga, mille juures tuleb ka arvesse võtta, et liikumised ühistranspordi peatusesse ja peatusest sooritatakse enamasti samuti jalgsi või jalgrattaga, mis aga modaalsetes jaotuses ei kajastu. (Tabel 1)



Joonis 3. Tallinna ja Tartu elanike liikumiste modaaljaotus. (Kantar Emor 2015 ja Skepast & Puhkim OÜ, Psience OÜ 2018)

Vaadates kahte suurimat Eesti linna, on märgata transpordiviiside jagunemises kergliikluse suuremat osakaalu võrreldes üldise Eesti keskmisega (Tallinnas 25%, Tartus 45%). Tallinnas, kus kodanike liikumiste vahemaad on suuremad, on ka motoriseeritud transpordi osakaal modaalkaotuses suurem, moodustades kolmveerandi kõikidest liikumistest (autoga 51%, ühistranspordiga 24%). Tartus moodustavad auto ja bussiliiklusega sooritatud sõidud natuke üle poole kõikidest liikumistest. Suurimaks erinevuseks kahe linna vahel saab lugeda asjaolu, et Tallinnas on kaks korda rohkem ühistranspordiga liiklejaid ning Tartu paistab silma oma suure jalgratturite hulga poolest (16%). (Joonis 3)

Tallinn on kergliikluse arendamisest huvitatud ja panustab selle arengusse. Autostumise kasvu märkamisel pööratakse tähelepanu alternatiivsetele liikumisviisidele, mis aeglustaksid sõiduautode kasutamise mahtu. Kuna ühistranspordi kasutamine omab juba praegu Tallinnas suurt osa eelistatud liikumisviisidest on rohkem keskendatud selle kättesaadavuse parandamisele, kuid potentsiaalse alternatiivina nähakse jätkuvalt ka jalgrattaliiklust. Antud juhul on jalgratta kui liikumisviisi arendamise võimalusena välja toodud kergliiklusteede ja jalgrattaparklate võrgustiku väljaehitamine (Tallinna Linnavalitsus 2008). Jalgrattateede võrgustiku eesmärgiks on ühendada kesklinn erinevate linnaosadega ning ümberkaudsete omavalitsuste tõmbekeskustega (Tallinna Sotsiaal- ja Tervishoiuamet 2017).

Tallinna linn on jalgrattaliikluse edasi viimiseks koostanud Tallinna rattastrateegia 2027, mis üritab luua Tallinnast "päriselt hea rattalinna". Antud strateegia seab lõppeesmärgiks tõsta rattasõidu osakaal kõigist liikumistest 11% juurde. Eraldi eesmärgiks on muuta kodu ja kooli vahelistest liikumistest tervelt 25% jalgrattaga tehtavateks. Rattastrateegias on ka põhjalik ülevaade jalgrattateede võrgustiku koostamise kohta, mis oli ka ära märgitud pea kõikides arengudokumentides, mis puudutasid Tallinna transpordiarengut. (Jüssi jt. 2017)

Tartu linnaruum, mis soosib jalgsi ja jalgrattaga liikumist, on suhteliselt kompaktne. Liikumised jäävad enamasti kolme kuni viie kilomeetri vahele, olles seega piisavalt lühikesed, et eelistada kergliiklust või ühistransporti autole. Takistuseks võivad jääda Emajõgi ja raudtee, mille ületamisvõimalused piiravad inimeste liikumisvõimalusi punktist A punkti B. Kergliikluse kahjuks räägib Tartu linna puhul valglinnastumine, mis pikendab elu ja töökohtade ning teenindusasutuste vahemaid. (Tartu Linnavalitsus 2011)

Tartu linnas sooritatakse jalgsi või jalgrattaga 45% kõikidest liikumistest, moodustades kergliiklejatena suurima liiklejate rühma ühistranspordi ja autode kõrval. Tänu sellele on linn oma arenguplaanides keskendunud kergliikluse kasutusmugavuse ja ohutuse tõstmisele (Tartu Linnavalitsus 2011). Praeguseks hetkeks on selle jaoks täiendatud kergliikluse taristut uute kergliiklusteedega, püstitatud linna automaatsed kergliiklusloendurid ning 2019. aasta suvel alustatakse rattaringlusega, mille raames luuakse üle linna 69 rattaringluse parklat ning tuuakse kasutusse 750 jalgratast (Tartu linna kodulehekülj 2019).

Tartus on transpordi valdkonnas aastate jooksul läbi viidud mitmeid uuringuid. Alates 2013. aasta kevadest on igal aastal toimunud jalakäijate ja jalgratturite loendus (Valikor OÜ 2018), uuritud kooliõpilaste liikumisviise ning liikluses ohtlikke kohti nende kooliteel (Valikor Konsult OÜ 2012, TÜ Geograafia osakond 2014) ning 2018. aasta Tartu linna ja lähiümbruse liikuvusuuring (Skepast & Puhkim OÜ, Psience OÜ 2018). Viimase uuringu andmetel eelistavad liiklejad kergliiklust transpordiviisina, sest see on tervislik, keskkonnasõbralik ja soodne, kuid sihtkoht peab asuma lähedal. Suurimateks takistusteks jalgratta eelistamisel on ilmastik, liiklusohutuse halb seisukord, puudulik jalgrattataristu. Jalgsi käimist takistavateks teguriteks on sobiva taristu puudumine ning liiklusturvalisus. (Skepast & Puhkim OÜ, Psience OÜ 2018)

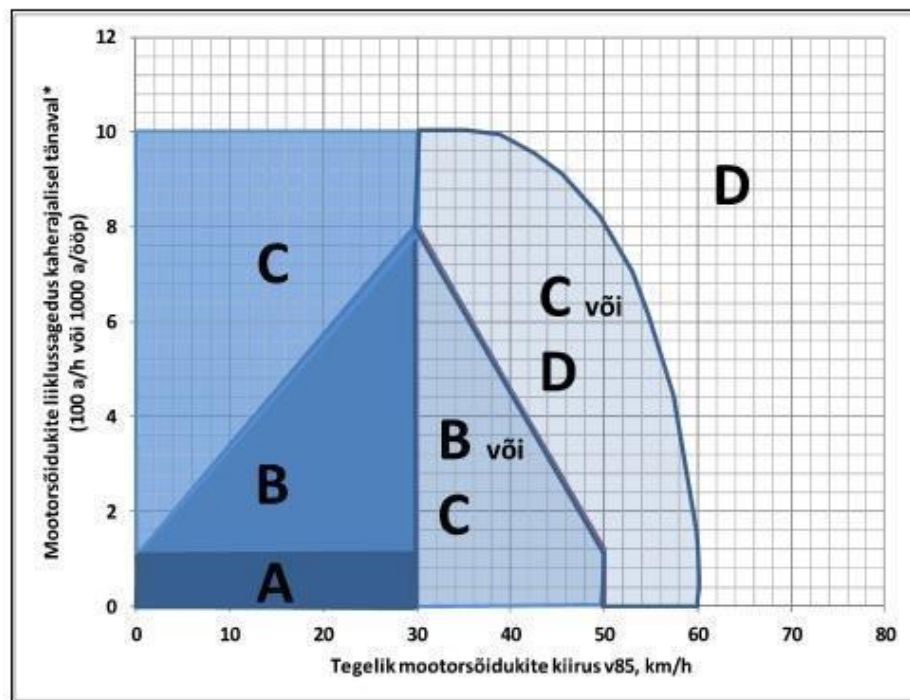
Kolmas Eesti linn, kes pöörab suuremat tähelepanu jalgsi- ja jalgrattaliiklusele on Pärnu, kus on üheks tuleviku eesmärgiks seatud avaliku ruumi kvaliteedi tõstmine ning seda eelkõige kergliiklejate kasutusmugavust arvestades. Pärnu on viimastel aastatel arendanud jõudsalt kergliiklusteede võrgustikku, moodustades kokku 21,2 kilomeetrit (Pärnu Linnavalitsus 2018). Suurimateks probleemideks on linna elanikud välja toonud jalgrattateede võrgustiku sidususe puudumine, ebamugavad üleminekud rattateelt ära- ja pealesõitudel ning üldine rattateede vähesus (Marjapuu jt. 2012). Antud probleeme on enda jaoks teadvustatud ning planeeritud on veel 16 kilomeetri ulatuses kergliiklusteid, mille eesmärgiks on ühendada paremini olemasolev võrgustik linnasiseselt ning liituda ümbritsevate valdade võrgustikega. Viimastel aastatel kasvav jalgratta kui liikumisviisi osakaal viitab vajadusele luua erinevaid hüvesid jalgratturitele, sealjuures pöörata tähelepanu jalgrattaparklate loomisele ning kergliiklejate automaatsete loendurite püstitamisele (Pärnu Linnavalitsus 2018). Pärnus 2019. aasta seisuga püstitatud kolm kergliiklejate loendurit, mis suudavad eristada nii jalgrattureid kui ka jalakäijaid (Pärnu linna kodulehekülj 2019).

Kergliiklusandmeid on kogutud ja analüüsitud ka teistes Eesti piirkondades, kuid detailseid ning pikaajalisi uuringuid on vähe. Üheks maapiirkondi kajastavaks tööks on „Liiklusloenduse tegemine kergliiklusteedel 2016. aastal“ (ERC Konsultatsiooni OÜ 2016), mis on töö teostajatele teadaolevalt esimene üle-eestiline kergliiklejate liiklusloendus. Loendused viidi läbi 13 maakonnas (välja jäid Saaremaa ja Hiiumaa) visuaalse loendamise teel. Kergliiklejate arv oli kõrgeim Harjumaal ning madalaim Viljandimaal. Loendatud kergliiklejatest 61% olid jalgratturid ja 39% jalkäijad.

1.4 Kergliiklusteed

Kergliikluse alla koondatud jalakäijad ja jalgratturid on tegelikkuses omaette liikumisviisid ning mõlema jaoks on vajalik tagada liikumiseks piisav ruum. Kuigi parim lahendus antud juhul on eraldada liiklejad teine-teisest, ei pruugi see olla alati vajalik ning ruumikasutuse seisukohalt mõttekas (Transpordiamet 2014).

Kahe liikumisviisi eraldamine ja kergliiklustee lõpplahendus sõltuvad neljast tegurist: mootorsõidukite liikumiskiirusest ja liiklussagedusest, erinevate kergliiklejate liiklussagedustest, tänava ruumilised võimalused kergliiklejate ja mootorsõidukite eraldamiseks, võimalikud lahendused kergliikluse ristumisel kohaliku liiklusega. (Eesti standardikeskus 2016)



Selgitused

- A Mootorsõidukite ja kergliiklejate ühine ruum, kus rakendatakse liikluse rahustamise võtteid, mis ei häiri jalgrattureid.
 - B Jalgratturid mootorsõidukitega ühisel sõidurajal, jalakäijad kõnniteel.
 - C Jalgratturitele mootorsõidukite rajaga külgnev jalgrattarada, jalakäijatele kõnnitee.
 - D Jalgrattatee või jalgratta- ja jalgte.
- * Neljarajalise tänava puhul tuleb arvestada ainult ühe suuna liiklussagedust.

Joonis 4. Kergliiklejate eraldamine mootorsõidukitest liikumiskiiruste ja liiklussageduste põhjal. (Eesti standardikeskus 2016)

Sõltuvalt mootorsõidukite kiirusest ja liiklussagedusest on soovitatud kergliiklejate eraldamine mootorsõidukitest erinev. Mida kiiremini ning sagedamini liiguvad mootorsõidukid, seda eraldatumaks on soovitatud kergliiklejad mootorsõidukitest viia. Liikluse algstaadiumis, kus mootorsõidukite kiirused ning sagedused on madalad, on aktsepteeritav kergliikluse ja mootorsõidukite viibimine ühises ruumis. Mootorsõidukite liikumiskiiruse ning liiklussageduse kasvades eraldatakse esiteks jalakäijad kõnniteele. Järgneb jalgratturite eraldamine mootorsõidukitest jalgrattarajaga, mis paikneb jätkuvalt sõiduteel ning piisavalt suurte mootorsõidukite kiiruste ning liiklussageduste puhul eraldatakse ka jalgratturid mootorsõidukitest jalgrattateel abil. (Joonis 4)

Vastavalt Eesti Standardikeskuse (2016) linnatänavate nõuetele, tuleb kergliiklusteel eraldada jalgratturite ja jalakäijate liiklus, kui nende eeldatav liiklussagedus tipptunnil on rohkem kui 200 in/tunnis.

Kergliiklejate eraldamist autoliiklusest hinnatakse hõreasustusega aladel erinevalt tiheasustusega aladest. Jalakäijate eraldamise vajaduse hindamiseks võetakse vaatluse alla jalakäijate hulk koos jalgratturitega. Jalakäijate eraldamine sõltub liiklejate hulgast, laste määrast, olemasolevast taristust, mootorsõidukite ööpäevasest keskmisest koormusest, kiirusepiirangutest ning vaba ruumi olemasolust. Jalakäijate ja jalgratturite eraldamisel mängib olulist rolli raskeliikluse tihedus, mistõttu on eraldamise vajadus suurem just riiklikel ja tugimaanteedel, kus raskeliiklus on rohkem esindatud. Raskeliiklus kujutab kergliiklejatele muust liiklusest suuremat ohtu, jättes jalakäijatele ja jalgratturitele vähem ruumi ning tekitades suurtel kiirustel õhupööriseid. Hõreasustusega alas maanteedel eraldatakse jalgratturid mootorsõidukitest alati kahe sõidurealiste teede puhul ning keerukamatel ristumistel (eritasandilised ristmikud, kahe sõidureaga ringteed, enam kui 40 meetrise läbimõõduga ringteed). Maanteedel kasutatakse kergliiklejate eraldamiseks vastavalt liikluskoormusele kas laia teepeenart (suurematel teedel >0,75m, muudel teedel >0,50m) või kergliiklusteed. (Transpordiamet 2014)

Jalgrattateede võrgustik jaguneb kaheks: põhivõrk ja kohalik võrk. Põhivõrgu eesmärk on ühendada omavahel suuremaid keskusi, nagu näiteks äärelinn ja linnakeskus või kõrvuti asetsevad linnaosad. Põhivõrk tagab sujuva liikumise pikematel vahemaadel. Põhivõrk kattub enamasti tiheda liiklusega tänavatega, mille tõttu on see üldjuhul eraldatud jalgrattateena.

Kohalik võrk toimib põhivõrgu kõrval, teenindades linnaosa sees tehtavaid liikumisi. Kohalikus võrgus on domineeriv roll jalgsi liikumisel. (Eesti standardikeskus 2016)

Maanteeameti tellimusel on Stratum OÜ (2013) välja töötanud juhendi, mille abil prognoosida jalakäijate ja jalgratturite liiklust planeeritaval või projekteeritavatel teel. Kergliikluse prognoosimisel kasutatakse liikumisnõudluse põhinevaid meetodeid nagu modelleerimine või liikumiskorrespondentside analüüs.

Tõhusa ning toimiva jalgrattaliikluse tagamiseks on vaja hästi planeeritud jalgrattateede võrgustikku. Võrgustiku kujundamisel on vajalik jälgida viite põhilist nõuet (Deffner *et al.* 2013):

- **Sidusus**

Jalgrattaliikluse puhul on üheks põhiliseks nõudeks sidusus ehk võimalus liikuda punktist A punkti B võrgustikust lahkumata. Teekond terve marsruudi vältel peab olema ühtlase kvaliteediga. Sidususe puhul tuleb arvestada ka jalgrattateede võrgustiku seotust teiste võrgustikega, näiteks ühistranspordipeatustega.

- **Ühenduskiirus**

Võrgustiku ühenduskiirus on vaadeldav kahest vaatepunktist: vahemaa ja aeg. Esimese puhul on täheldav asjaolu, et mida sirgjoonelisem on tee algus- ja lõpp-punkti vahel, seda enam on ta eelistatud liiklejate hulgas. Antud marsruudil võivad aga esineda ajalisel takistused sunnitud peatuste (reguleeritud ristmikud) või läbimisel suuremat koormust nõudvate teelõikude (tõusud sillale) kujul. Iga selline takistus pikendab teekonna ajalisi kulu ning eelistatumaks marsruudiks võib saada pikem, kuid vähemate peatustega trajektoor.

- **Ohutus**

Jalgrattateede taristu planeerimisel on ohutus üks peamisi punkte, millele tuleb tähelepanu pöörata. Liikluspildis on jalgrattur üks kõige haavatavam osaline, olles kiiruse poolest pigem võrdne liikleja linnatänavatel sõitvate autodega, kuid massilt samastudes jalakäijatega.

- **Mugavus**

Mugavuse eesmärk on muuta liikumine jalgratturile võimalikult sujuvaks ning nauditavaks. Mugavust vähendavad halva teekatte olemasolu, kehv teemärgistus, sunnitud peatumised (täisnurksed pöörded, valgusfooriga reguleeritud ristmikud) ning liigne füüsiline pingutus tõusudel.

- **Atraktiivsus**

Atraktiivsuse all on enamasti mõeldud jalgrattateede võrgustiku seotust ümbritseva keskkonnaga. Lisaks visuaalsele küljele ning ümbritsevale keskkonnale mõjutab atraktiivsust ka liikleja isiklik turvalisus, mida saab parandada tagades taristu valgustatuse pimedal ajal ning vältida liigseid ohtu kujutavaid keskkondi (nt tunnelid, pimedad nurgad)

1.5 Kergliiklusandmete kogumine

Kvaliteetsete ja ajakohaste andmete olemasolu annab omavalitsustele võimaluse jälgida liikluses toimuvat, määrata vajadusel rahastust infrastruktuuri paremaks muutmiseks ning olla teadlik pika-ajalistest trendidest jalgratturite ja jalakäijate puhul. Loendatud andmete põhjal saab üles ehitada liiklusemudeleid ja -analüüse. Andmete olemasolu aitab välja selgitada kas ja kuidas mõjutab kergliiklus liikleja sotsiaalset, majanduslikku või tervislikku elu. (Pedestrian and Bicycle Information Center 2019)

Kergliiklusandmeid saab koguda manuaalselt kohapeal või automaatsete kergliiklusloenduritega. Loendusi on kahte liiki – lühiajalised ja pikaajalised. Pikaajalised loendused on hädavajalikud selgitamiseks välja kergliiklejate muutused ajalise mõõtmises. Lühiajalise loenduse tulemusel saab teada, kuidas on liikumine muutunud ruumiliselt. (Pedestrian and Bicycle Information Center 2019)

Jalgratturite ja jalakäijate liiklusandmete kogumise meetodite väljatöötamisel on eeskuju võetud mootorsõidukite loendamise kohta. Kahe liikumisviisi puhul tuleb arvestada peamiste erinevustega (Minge *et al.* 2017):

- Kergliiklus on varieeruvam kui motoriseeritud liiklus.
- Jalgratturite ja jalakäijate poolt tehtavate liikumiste vahemaad on lühemad kui mootorsõidukit kasutades.
- Erinevalt motoriseeritud sõidukite loendamisele, puudub kergliiklejate loendamisel valdkonnas varasem kogemus.
- Andmemahud loendamisel on võrreldes mootorsõidukite enamasti väiksemad
- Kergliiklejad kasutavad tihedamini kõrvaltänavaid, jalgratturid jalakäijatele mõeldud teid ja rajatisi.
- Mootorsõidukid on kergemini tuvastatavamad kergliiklejatest.
- Kergliikleja ei ole piiratud kindlale rajale ning võib oma liikumistes teha ootamatuid manöövreid.
- Kergliiklejad võivad liikuda gruppides, kust indiviidide tuvastamine on raskendatud.
- Kergliiklus on tugevalt mõjutatud ajahetke ilmastikust ja ilmaennustustest, erinevalt motoriseeritud liiklusest.
- Kergliikluse loendamisel kasutatavad tehnoloogiad on suhteliselt uued ning pidevalt arendamisel.

Alljärgnev kergliiklusandmete loendamise meetodite ülevaates tuginevad meetodi tugevused, nõrkused ja täpsus juhendile *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection*. (Ryus *et al.* 2014)

1.5.1 Manuaalsed meetodid

Manuaalsed loendused viiakse läbi loendajate poolt, kes panevad käsitsi kirja jalakäijate ja jalgratturite liikumised. Loendaja loendab kergliiklejaid loenduspunktis kohapeal viibides või loenduspunktis filmitud videomaterjali hilisemal ülevaatusel. Manuaalse loendamise juures on võimalik kergesti täheldada ka kergliiklejate vanust, sugu, kiivri olemasolu ning liikleja liikumissuunda. (Minge *et al.* 2017)

- **Loendamine loenduspunktis kohapeal**

Kohapeal viibides on loendaja kohustatud märkima üles kõik liiklejad, kes ületavad kokkulepitud kontrolljoont. Loendamiseks kasutatakse paberkujul andmetabeleid, loendustabloosid, nutitelefonide rakendusi jms. Käsitsi kirjutades märgitakse loendatud kergliiklejad kokkulepitud ajavahemikku (tavaliselt iga 15 minuti kaupa). Osade loendustabloode ja nutitelefonide rakenduste puhul salvestatakse igale loendatud liiklejale automaatselt kellaaeg, mis hiljem lisatakse antud liikleja andmetele. (Ryus *et al.* 2014)

Inimese kasutamisel kergliikluse loendamisel loenduspunktis tuleb mängu inimfaktor. Loendaja peab hoidma oma kogu tähelepanu kontrolljoonel ning märkima üles kõik liiklejad, kes ületavad antud joont. Inimese tähelepanu on aga hajuv ning pikemate loendusperioodide korral hakkavad loendusi mõjutama inimese bioloogilised vajadused (nt. nälg, väsimus, ilmastiku mõju). Samuti võib loendaja tähelepanu hajutada möödujad, kes tunnevad huvi läbiviidava loenduse kohta ja hakkavad küsima täpsustavaid küsimusi. (Minge *et al.* 2017).

Tugevused: Võimalus koguda liikleja kohta lisainformatsiooni, kasutatav kõikides keskkondades, äärmiselt mobiilne

Nõrkused: Lühiajaline loendamine, suurema mahu korral suurem personalikulu, inimfaktori mõju loendamistulemustele

Täpsus: Loenduse täpsus sõltub loendajast. Täpsus paraneb loendajate treenimise ja kogemusega, langeb loenduse pikkuse ning mahu suurenemisega. Täpsus on halvim loendusperioodi alguses ja lõpus.

- **Manuaalne loendamine videomaterjalilt**

Videomaterjalilt liiklejate loendamine toimub samadel põhimõtetel nagu kohapeal läbi viidud loendused. Videomaterjali põhjal loendamine annab loendajale võimaluse loendusperioodi uuesti vaadata või küsida arusaamatuste korral teist arvamust. Samuti annab see võimaluse jagada reaalne loendamine mitme päeva peale, alustades järgmisel korral sealt, kus video pooleli jäi. Suurte mahtude korral on võimalik videofaili kiirust aeglustada ning vastupidiselt liiklejate puudumisel edasi kerida. Video salvestamisel võib tekkida olukord, kus vaatevälja blokeerib võõras objekt (nt. kaubaauto, putukas objektiivil), mille korral tekib vaatlusandmetesse puudujääk või ebausaldusväärne ajavahemik. (Minge *et al.* 2017)

Vastupidiselt kohapeal läbi viidud loendusele tuleb kaameraga salvestamisel arvestada tehnoloogiliste faktoritega. Kaamera paigaldamisel tuleb kontrollida aku kestvust, mälukaardi mahtu, kaamera korrektset toimimist. Antud ohtude vältimiseks tuleks iga 2-3 päeva tagant regulaarselt kontrollida kaamera töötamist. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: Võimalus koguda liikleja kohta lisainformatsiooni, kasutatav kõikides keskkondades, videomaterjali kordusvaatamise võimalus, vähene personalikulu, andmekogumine öisel ajal

Nõrkused: Pidevad kontrollvisiidid seadmete kontrollimiseks, kaamera jaoks sobiva koha leidmine nii turvalisuse kui ka vaatevälja punktist, võimalus videomaterjali riknemiseks, tundlik ilmastikule

Täpsus: Kõige täpsem loendamismeetod, tänu võimalusele vaadata videot loendusperioodist uuesti ning vajadusel kiirust aeglustada või video peatada. Loenduse täpsus langeb, kui kaamera vaatevälja tekib takistus.

1.5.2 Automaatsed meetodid

- **Automatiseeritud loendus videomaterjalilt**

Videomaterjali olemasolul on võimalik loendada kergliiklejaid arvutialgoritmide abil, mis eristavad vaatlusalal läbivad jalakäijad ja jalgratturid. Peale liiklejate arvu on võimalik registreerida jalgratturitel kiivri olemasolu ning ristmikel liiklejate poolt tehtavad pöörded. Suuremate ristmike vaatlemiseks tuleb vajadusel kasutada enam kui ühte kaamerat. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: Suudab määrata liiklejate poolt tehtavad pöörded ristmikel, teisaldatav, kergesti püstitatav

Nõrkused: Mälumahukas, tundlik ilmastikule

Täpsus: Seadme katsetamist rangetel tingimustel ei ole toimunud.

Tootjad: Miovision, 4SmartStreets, Cognimatics

- **Voolikandurid**

Voolikanduritega loendatakse tavaliselt mootorsõidukite liiklusmahtusid, kuid spetsiaalsete peenikesemate voolikutega on võimalik ka jalgratturite loendamine. Jalakäijaid antud meetodiga loendada võimalik ei ole. Jalgratturite loendamine toimub teelõigule risti asetatud kummist voolikute abil, millest üle sõites tekkinud õhu impulss liigub tee kõrval paiknevasse detektorisse, kus see registreeritakse kui liikleja. (Ryus *et al.* 2014)

Kasutades erineval hulgal voolikuid, on võimalik loendada lisaks liiklejate arvule ka teisi näitajaid. Kahe voolikanduri rakendamisel on võimalik leida jalgratturi liikumise suund ja kiirus. Suuna leidmisel arvestab sensor millises järjekorras voolikandureid ületati. Kiiruse määramiseks leitakse ajaperiood esimese ja teise voolikanduri ületamise vahel. (Minge *et al.* 2017)

Tugevused: Teisaldatav, lihtne seadistada, kahe vooliku kasutamisel võimalik määrata liikumise suund ja kiirus, tuttav tehnoloogia mootorsõidukite loendamiseks

Nõrkused: Pideva järelevalve vajadus, kiiresti kuluv, tundlik välisteguritele (külm, lumesahad, tänavakoristusautod)

Täpsus: Voolikanduri täpsus sõltub selle asukohast. Motoriseeritud liiklusest eraldatud kergliiklusteel loendas voolikandur kuni 15% vähem jalgrattureid. Sõiduteel varieerus loenduse täpsus -27,5% ja -1,9% vahel. Täpsust mõjutab ka loenduri kaugus voolikutest.

Tootjad: EcoCounter, MetroCount, TRAFx, Road Sys

- **Induktiivandurid**

Induktiivandur töötab magnetväljas toimuvate muutuste registreerimise põhimõttel. Kergliiklustee sisse integreeritakse juhtmed, mida mööda liikuv elektrivool tekitab magnetvälja. Sensor tunnetab magnetväljas muudatust, kui andurit ületab jalgratas, mis on tehtud metallist ning registreerib liikumise. Induktiivandureid kasutatakse püsivates loenduspunktides jalgratturite loendamiseks. Jalakäijaid antud anduriga loendada ei saa. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: pikaajaline, võimalus kasutada akutoidet, võimalik loendada jalgrattureid

Nõrkused: keeruline paigaldus, ei pruugi tuvastada kahte kõrvuti sõitvat jalgratturit indiviididena

Täpsus: Induktiivanduri täpsus sõltub pinnasest, milles see paikneb ning anduri ümber paiknev vaba ruum andurist mööda sõitmiseks. Asfaltteele paigaldatud induktiivanduri täpsus varieerus -10% ja +4% vahel. Pinnasteele paigaldatud anduri täpsus jäi vahemikku -10% kuni +25%.

Tootjad: EcoCounter, Road Sys, Intertraffic,

- **Infrapunaandurid**

Infrapunaandurid kasutavad kergliiklejate tuvastamiseks nähtamatut infrapunakiirgust. Sõltuvalt andurist on see kas aktiivne või passiivne infrapunaandur. Mõlema puhul loevad andurid kõiki kergliiklejaid, jalgrattureid ja jalakäijaid eristamata (Minge *et al.* 2017). Kombineerides antud loenduri mõne jalgrattaid loendava anduriga on võimalik eristada kergliiklejad jalakäijateks ja jalgratturiteks. (Ryus *et al.* 2014)

Passiivne infrapunaandur registreerib liiklejaid temperatuurimuutuste alusel. Andur registreerib vaatevälja ilmunud liikleja infrapunakiirguse, mis erineb taustaks olevast temperatuurist. Aktiivse infrapunaanduri korral on risti kergliiklusteega suunatud pidevalt kiirgama infrapunakiir. Liikleja läbimisel infrapunakiirest katkeb side saatja ja vastuvõtja vahel ning registreeritakse liikumine. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: liigutatav, kergesti üles sätitav, töötab akutoitel, võimalus integreerida jalgratturite loenduriga eristamiseks jalakäijaid ja jalgrattureid

Nõrkused: suutmatus eristada indiviide grupist, ei talu ekstreemseid temperatuure, valepositiivne loendus teiste objektide arvelt (loomad, putukad, lendavad lehed, vihmapiisad anduril)

Täpsus: Aktiivse infrapunaanduri puhul on täheldatud selle viga alahinnata jalakäijate arvu, loetledes 12-15% vähem liiklejaid kergliiklejate puhul ning 25%-48% vähem liiklejaid jalakäijate korral. Passiivne infrapunaandur loendab 3,1% kuni 16,7% vähem kergliiklejaid. Mõlema infrapunaanduri juures on täheldatud asjaolu, et liiklustiheduse kasvuga loendab andur suurema veaprotsendiga.

Tootjad: TRAFx, EcoCounter, TrailMaster

- **Piesoelektriline andur**

Piesoelektriline materjal saadab välja elektrisignaali, kui materjal füüsilisel kujul deformeerub. Loendurites kasutatakse antud tehnoloogiat kahe kergliiklusteega risti asetatud ribana, mida ületades surutakse piesoelektriline materjal kokku ning sensor registreerib tekkinud elektrisignaali liikujana. Antud anduriga on võimalik loendada jalgrattureid. Sarnaselt voolikandurile on kahe riba kasutamisel võimalik määrata ka jalgratturi liikumise suund ning kiirus. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: Võimalik määrata liikumise suund ja kiirus, võimalik toimimine akutoitel

Nõrkused: Keeruline paigaldus, suutmatus eristada indiviide grupist

Täpsus: Piesoelektrilise anduri puhul mõõdeti 11,4% vähem liiklejaid, kui neid tegelikult oli.

Tootjad: MetroCount, Road Sys

- **Raadiolained**

Raadiolainete kasutamisel kergliiklejate loendamiseks püstitatakse kergliiklustee äärde vastastikku saatja ja vastuvõtja, mille vahele tekib raadiolainetest kiir. Kiire katkemisel registreeritakse liikleja. Sõltuvalt väljastatavate sageduste arvust on võimalik eristada jalakäijaid ja jalgrattureid. (Ryus *et al.* 2014)

Saatja ja vastuvõtja paigaldamisel tuleb arvestada nende omavahelise kaugusega. Liiga pika vahemaa korral ei pruugi välja saadetud raadiolained vastuvõtjani jõuda. (Minge *et al.* 2017)

Tugevused: Kergesti paigaldatav, liigutatav, võimalik toimimine akutoitel

Nõrkused: Vajab mõlemale poole kergliiklusteed paigaldamiseks püsivat objekti, raskusi grupist indiviidide eristamisel

Täpsus: Raadiolainete kasutamisel sõltub loenduse täpsus, kas eristatakse jalakäijaid ja jalgrattureid või mitte. Esimesel juhul mõõdeti veaprotsendiks jalgratturite puhul -31,2% ning jalakäijatel 26,3%. Kergliiklejaid üldiselt loendades tuli täpsuseks aga -3,6%.

- **Surveplaadid**

Surveplaatide kasutamisel paigaldatakse andurid tasapinnaliselt teekattega või maapinna lähedale teekatte alla. Antud sensoreid kasutatakse peamiselt jalakäijate loendamiseks asfalteerimata radadel. Surveplaadid täheldavad andurile tekkinud raskusjõu ning registreerivad liikleja. Kaaluklasside kasutamisel on võimalik loendada ka jalgrattureid. (Ryus *et al.* 2014)

Tugevused: Toimimine akutoitel, avalikkusele varjatud paiknemine

Nõrkused: Väike vaatlusalala, kasutatav vaid asfalteerimata pinnasel

Täpsus: Seadme katsetamist rangetel tingimustel ei ole toimunud.

Lisaks eelpool väljatoodud kergliiklust loendavatele anduritele leiavad aina rohkem kasutust loendurite tehnoloogias soojuskaamerad eristamaks liiklejaid nende kehatemperatuuride järgi, laserandurid skaneerimaks ette määratud piirkonda ja sellesse sattuvaid kergliiklejaid, magnetomeetrid eristamaks sensori kohal toimunud magnetvälja muudatusi jalgratturi möödumisel, jpt. (Ryus *et al.* 2014)

Eestis on kergliiklusloendurid kasutusel kolmes linnas. Tallinnas on püstitatud 4SmartStreet kaamera, mille videomaterjalilt toimub automaatne kergliiklejate loendus. Tartu ja Pärnu kasutavad EcoCounter kergliiklusloendureid, mis kasutavad kombineerituna induktiivandureid ja passiivseid infrapunadetektoreid. Tartusse on püstitatud kaheksa ning Pärnusse kolm loendurit.

Kergliiklusandmete analüüs Tartu linna näitel

2. Andmed & meetodika

Tartu linn on 2013. aastast alates viinud läbi kergliiklejate loendusi linna teedevõrgustiku tähtsamates sõlmpunktides. Uuritud on kooliõpilaste kooliteid, liikumisviise ja kooliteel paiknevat liiklusohutlikke olukordi. Lisaks linna poolt tellitud uuringutele on kergliikluse kohta tehtud teadustöid ka ülikoolide juures.

Uuringu andmeallikatena on kasutatud kuue erineva Tartu linnas läbi viidud kergliikluse loenduse tulemusi:

- Jalakäijate ja jalgratturite loendus Tartus 2015.-2018. aasta kevadel (visuaalne loendus)
- EcoCounter kergliiklusloendurite 2018. aasta andmed (automaatne loendus)
- Jalakäijate ja jalgratturite loendus Tartus 2018. aasta sügisel (visuaalne loendus)
- Jalakäijate ja jalgratturite loendus Tartus Turu silla loenduspunktis 2019. aasta kevadel (visuaalne loendus)

Töö autor on osalenud töös kasutatavate loenduste läbiviimisel.

2.1 Jalakäijate ja jalgratturite visuaalse loenduse andmed

2015., 2016., 2017. & 2018. aasta kevadel viidi mais ja juunis läbi Valikor Konsult OÜ poolt visuaalne kergliikluse loendus 16 punktis (Joonis 5). Igas loenduspunktis märgiti jalakäijaid ja jalgrattureid 15-minutiliste intervallide kaupa kella 07.00st kuni 20.00ni. Kergliiklejate loendamisel märgiti nende liikumise suund. Jalgratturite juures eristati sõitjad vaatluse järgi õpilaseks, töö- või pensioniealiseks. Loendus toimus tööpäeval ning vaatluse läbiviimise tingimuseks oli soe ja ilma sademeteta ilm.

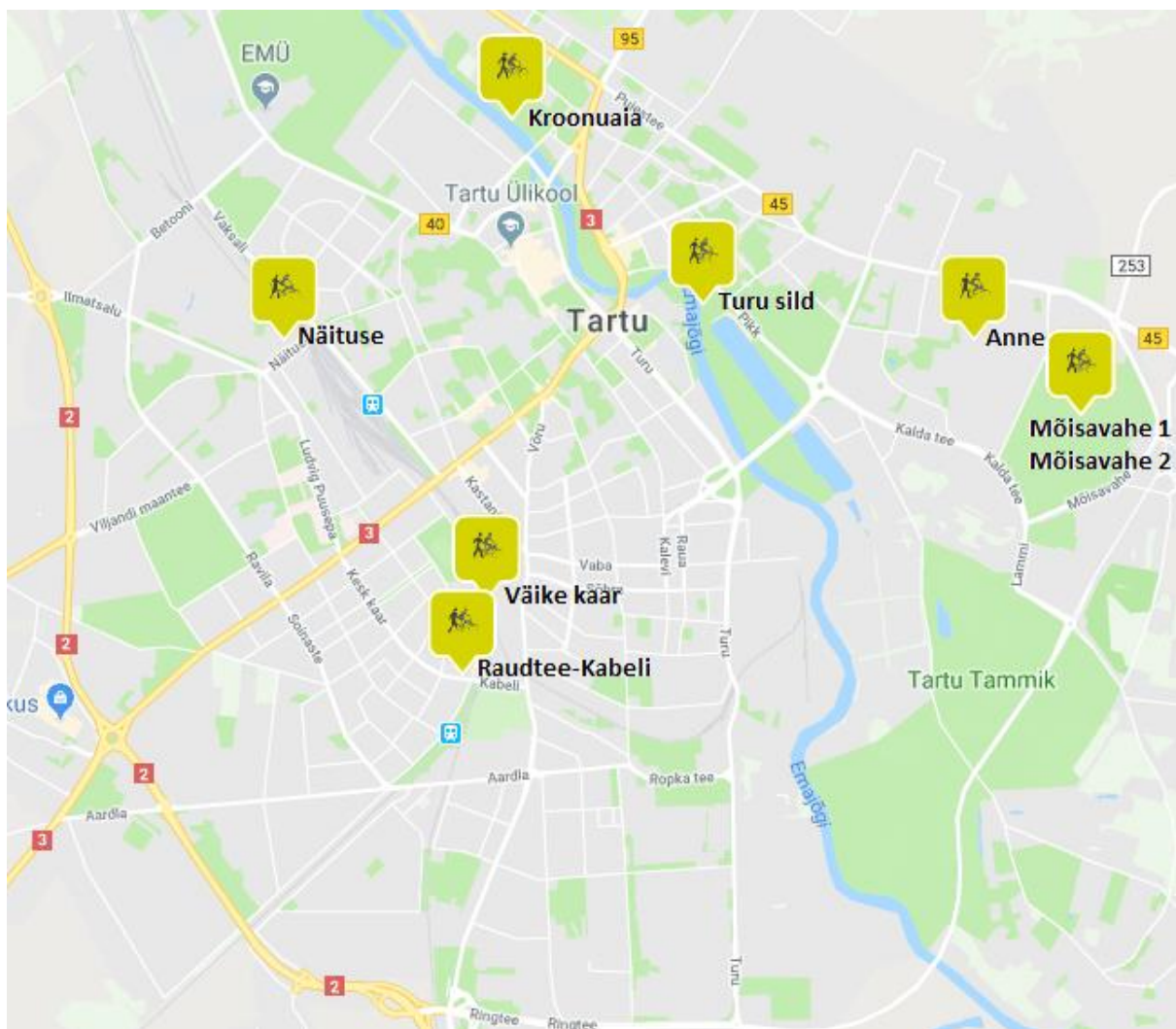
- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Turu sild | 9. Riia tänava raudtee viadukt |
| 2. Vabaduse sild | 10. Kalda tee |
| 3. Võidu silla alune (mõlemal pool jõge) | 11. Lõunakeskus |
| 4. Sõpruse sild | 12. Narva mnt |
| 5. Ihaste sild | 13. Võru-Aardla |
| 6. Kroonuaia sild | 14. Võru-Ringtee |
| 7. Riia mägi (Riia ja Võru tn ristmikul) | 15. Ihaste tee |
| 8. Näituse tn raudtee ülesõit | 16. Kaarsild |



Joonis 5. Kevadiste loenduste punktid (Valikor Konsult OÜ 2018)

2.2 EcoCounter kergliiklusloendurite andmed

2016. ja 2017. aasta suvel ning sügisel paigaldati Tartu linna kaheksa kergliiklusloendurit (Joonis 6). Loenduriteks on Prantsusmaal toodetud EcoCounter Urban MULTI loendurid, mis suudavad eristada jalakäijaid ja jalgrattureid. Kergliiklejate loendamiseks kasutatakse passiivset infrapuna sensorit. Jalgratturite eristamiseks jalakäijatest on lisaks passiivsele infrapuna andurile paralleelselt kasutusel kasutusel induktiivandurid, mis registreerivad metallilise objekti läbimise loenduspunkti. Lahutades kergliiklejatest jalgratturid, saadakse jalakäijate arv. (EcoCounter 2019)



Joonis 6. EcoCounter loenduspunktid Tartus

Loendustulemused salvestatakse automaatselt andmebaasi, kust on võimalik näha olukorda reaalajas. Samuti on võimalik teostada loenduspunktide kohta päringuid ning analüüse, et uurida näiteks kergliiklusteede liikluskoormusi või jalgratturite ja jalakäijate liikumisharjumusi.

EcoCounter loendustulemustest on võetud vaatluse alla 2018. aasta andmed, kuna antud aasta oli ainus, kus kõik loenduspunktid omasid tulemusi 01. jaanuarist 31. detsembrini.

Seoses algandmetes esinevate anomaaliatega, mis läksid loogikaga vastuollu, on Kroonuaia loenduspunkt uuringust välja jäetud.

2.3 Jalakäijate ja jalgratturite visuaalse loenduse andmed EcoCounter loenduspunktides

2015.-2018. aasta kevadel läbi viidud visuaalsete loenduste ning püstitatud EcoCounter loendurite asukohtade erinevuse tõttu viidi 2018. aasta sügisel läbi uus visuaalne loendus, seekord samades punktides, kuhu on püstitatud EcoCounter kergliiklusloendurid. Antud loendus aitab võrrelda saadud andmeid ning tagab võimaluse kontrollida automaatsete loendurite tööd.

Seoses Turu silla loenduspunkti detailsema analüüsiga viidi 2019. aasta maikuus läbi veel üks visuaalne loendus paralleelselt automaatse andmekogumisega.

Sarnaselt igakevadistele loendustele loetleti ka antud juhul nii sügisel ja kevadel jalakäijaid ja jalgrattureid ning nende liikumissuundasid. Jalgratturid liigitati õpilasteks, töö- või pensioniealisteks.

2.4 Analüüsi metoodika

Igakevadiste visuaalsete jalakäijate ja jalgratturite loenduste andmed on lühiajalised, hõlmates 13 tundi ajavahemikus 07:00-20:00. Seoses lühiajaliste loenduste piiratusega analüüsida kergliiklejate arvu muutusi ajalises mõõtmes, uuriti tabelarvutustarkvara *Google Sheets* abil kergliiklejate ruumilist muutumist ajas, võrreldes loenduspunkte läbinud kergliiklejate arvu iga aasta kaupa.

EcoCounter kergliiklusloendurite andmed salvestuvad automaatselt tarnija poolt pakutavasse serverisse, kus neid saab käsitleda EcoCounteri andmeanalüüsi platvormis Eco-Visio 5. Kuna automaatsete kergliiklusloenduritega on olemas aastapikkune andmete kogum, on tegemist pikaajalise loendusega, mille andmetega on võimalik uurida kergliiklejate muutusi ajalises mõõtmes. Eco-Visio 5 platvormis tuleb analüüsi koostamiseks esmalt valida loenduspunktid, mille andmeid tahetakse kasutada. Antud juhul jäid valikusse kõik loenduspunktid peale Kroonuaia, mille algandmetes esines ebareaalseid loendustulemusi. Määrates andmete ajavahemikuks 01. jaanuar kuni 31. detsembri 2018 on võetud vaatluse alla kõikide (välja arvatud Kroonuaia loenduspunkti) Tartu linnas loendatud liiklejate liikumised.

Ajalise mõõtmise uurimiseks vaadeldi esmalt kergliiklejate jaotumist kuude kaupa, seejärel nädalapäevade kaupa ning lõpuks liiklejate jaotumist ööpäevas. Kuna argipäevadel ja nädalavahetustel on liiklejate käitumismustrid erinevad, vaadeldi kellaajalist jaotust mõlema puhul eraldi. Analüüsis on vaadeldud jalakäijaid ja jalgrattureid eraldi.

Kuna igakevadiste loenduste ja EcoCounteri loendurite asukohad kattuvad vaid ühes loenduspunktis (Turu sillal), võeti antud punkt kahe loendusmeetodi võrdlemiseks detailsemalt vaatluse alla. Omavahel võrreldi visuaalse loenduse andmeid loenduspäeval samal ajal loendatud EcoCounter kergliiklusandmetega. Võrdlemiseks on analüüsitud jalakäijate ja jalgratturite arvu muutust tundides kaupa, eristades kergliiklejate liikumissuundasid. Visuaalse loenduse käigus liigitati liiklejad vanusegruppidesse.

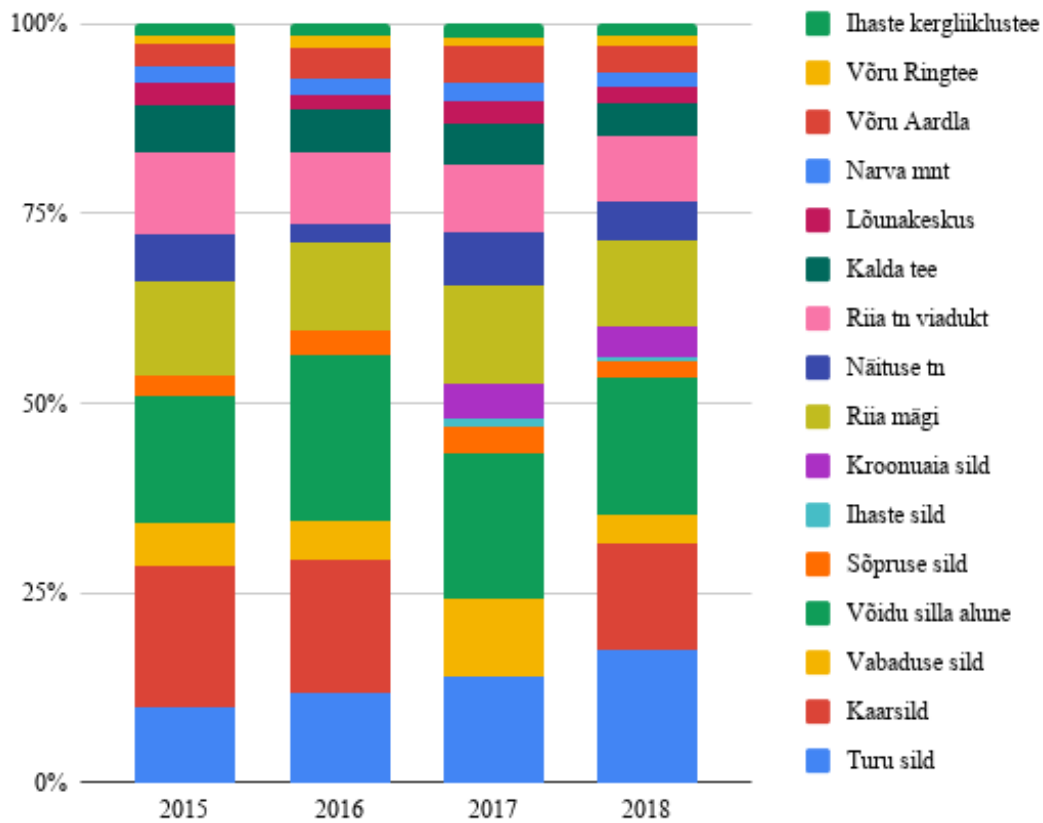
3. Tulemused

3.1 Kergliiklejate arvu muutus 2015.-2018. aastatel

Tabel 2. Kergliiklejad aastatel 2015-2018 ja kergliiklejate arvu muutus eelneva aasta suhtes

	2015	2016	2017	2018
Kergliiklejaid	41 067	44 319 (+7.9%)	39 304 (-11.3%)	45 175 (+14.9%)
jalakäijaid	32 062	33 517 (+4.5%)	29 021 (-13.4%)	33 107 (+14.1%)
jalgrattureid	9 005	10 802 (+20%)	10 283 (-4.8%)	12 068 (+17.4%)

Viimase nelja aasta (2015-2018) lõikes on kergliiklejate arv olnud loenduspunktides suhteliselt stabiilne, varieerudes 40 000 liikleja piiril. Võrreldes loendusperioodi algus- ja lõppaastat võib täheldada väikest kergliiklejate kasvu, eriti jalgratturite arvelt, mis on kasvanud aastaks 2018. rohkem kui 25% võrra. 2017. aastal toimus nii jalakäijate kui ka jalgratturite arvus kerge langus, mis võib olla tingitud antud aasta suhteliselt hilisest kevadest. (Tabel 2)



Joonis 7. Kergliiklejate osatähtsus Tartu linna loenduspunktides aastatel 2015-2018

Enamustes loenduspunktides on püsinud kergliiklejate maht võrreldes teiste punktidega samaväärselt. Enim kasvu võib täheldada Turu silla loenduspunktis, mida 2015. aastal läbis 9,8% kõikidest kergliiklejatest loendusperioodil ning 2018. aastal 17,5%. Kergliiklejate jaotust mõjutas 2017. aastal Kaarsilla sulgemine renoveerimistöökdeks. Näiteks võib antud aastal täheldada kahekordset kergliiklejate kasvu Vabaduse sillal. 2018. aastal, mil Kaarsild on uuesti liiklejatele avatud, ei ole see loenduspunkt taastanud täielikult oma endist osakaalu. (Joonis 7)

3.2 Kergliiklejad 2018. aasta EcoCounter andmete põhjal

3.2.1 Üldine ülevaade

Kokku läbis EcoCounter loenduspunkte (Joonis 6) 2018. aasta vältel enam kui 5 miljonit kergliiklejat, kellest suurema osa moodustasid jalakäijad. Päevas loendati keskmiselt kokku üle 14 000 kergliikleja, peaaegu 12 000 jalakäijat ning üle 2 000 jalgratturi. (Tabel 3)

Tabel 3. Kergliiklejad Tartu linna EcoCounter loenduspunktides 2018. aastal

	Kokku	(% kergliiklejatest)	Keskmiselt päevas
Kergliiklejaid	5 055 896		14 046
jalakäijaid	4 267 606	81,5%	11 853
jalgrattureid	788 290	18,5%	2 192

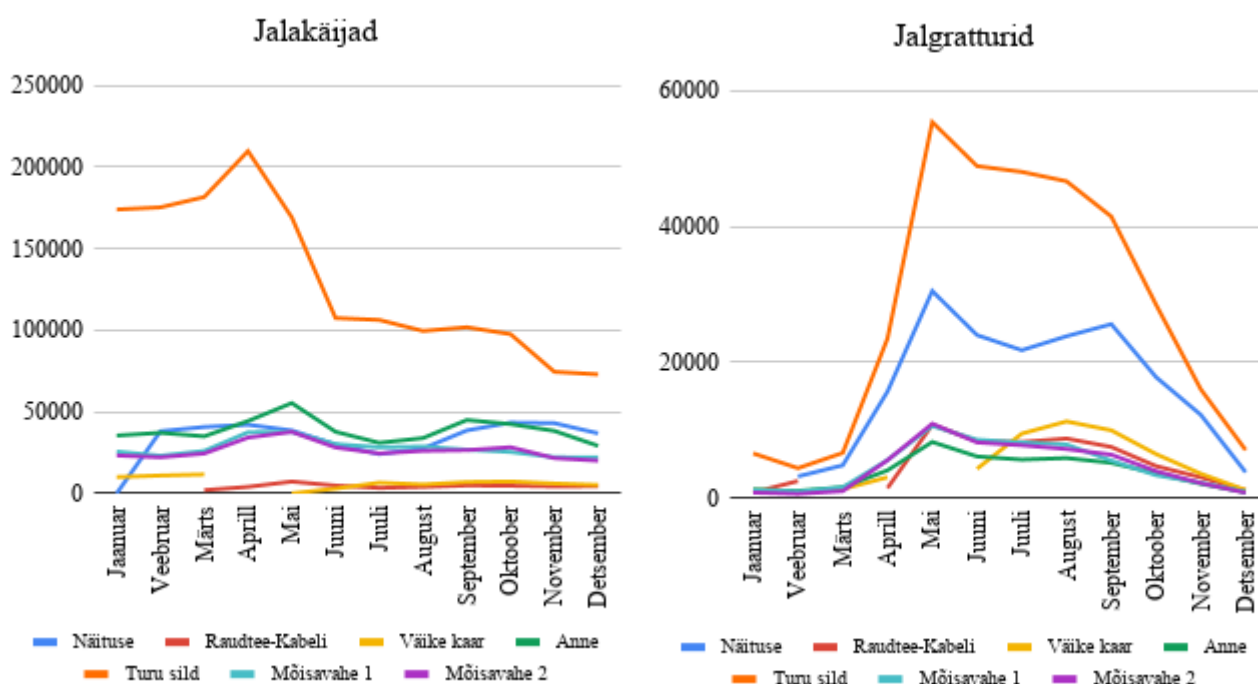
Vaadeldes kõiki loenduspunkte on liikluskoormuse mahult selgelt eristatav Turu silla loenduspunkt, kus liiklejate arvud on mitmekordselt suuremad teistest loenduspunktidest. Aasta jooksul läbis antud punkti enam kui 1.9 miljonit kergliiklejat, moodustades 37.6% kõikidest kergliiklejatest Tartu EcoCounter loenduspunktides. Kõige vähem oli kergliiklejaid Mõisavahe 1 & Mõisavahe 2 loenduspunktides, kus mõlema punkti puhul jäi kergliiklejate koguarvuks alla 400 000 kergliikleja (Mõisavahe 1 punktis 391 695 liiklejat, Mõisavahe 2 punktis 373 898 liiklejat). Kõige suurem erinevus jalgratturite ja jalakäijate vahel oli Väike kaare loenduspunktis, kus jalakäijad moodustasid 92.2% kogu liiklejatest. Jalakäijate osakaal oli üle 90% veel Anne (90.9%) ja Raudtee-Kabeli (90.7%) loenduspunktis. Kõige väiksem erinevus oli Näituse loenduspunktis, kus jalgratturid moodustasid 31.3% kõikidest liiklejatest, millele järgnes Turu silla loenduspunkt, kus 17.6% kergliiklejatest olid jalgratturid. (Tabel 4)

Tabel 4. Liiklejate arv Tartu EcoCounter loenduspunktides 2018. aastal

Loenduspunkt	Kokku	% kergliiklejatest loenduspunktis	Keskmiselt päevas
Turu sild	1 901 244		5209
jalakäijad	1 566 357	82.4%	4291
jalgratturid	334 887	17.6%	917
Näituse	583 231		1676
jalakäijad	400 409	68.7%	1151
jalgratturid	182 822	31.3%	525
Anne	511 316		1401
jalakäijad	464 875	90.9%	1274
jalgratturid	46 441	9.1%	127
Mõisavahe 1	391 695		1073
jalakäijad	334 114	85.3%	915
jalgratturid	57 581	14.7%	158
Mõisavahe 2	373 898		1024
jalakäijad	317 523	84.9%	870
jalgratturid	56 375	15.1%	154
Väike kaar	671 751		1947
jalakäijad	619 642	92.2%	1796
jalgratturid	52 109	7.8%	151
Raudtee-Kabeli	622 761		1716
jalakäijad	564 686	90.7%	1556
jalgratturid	58 075	9.3%	160

3.2.2 Kergliiklejate jaotus aastas

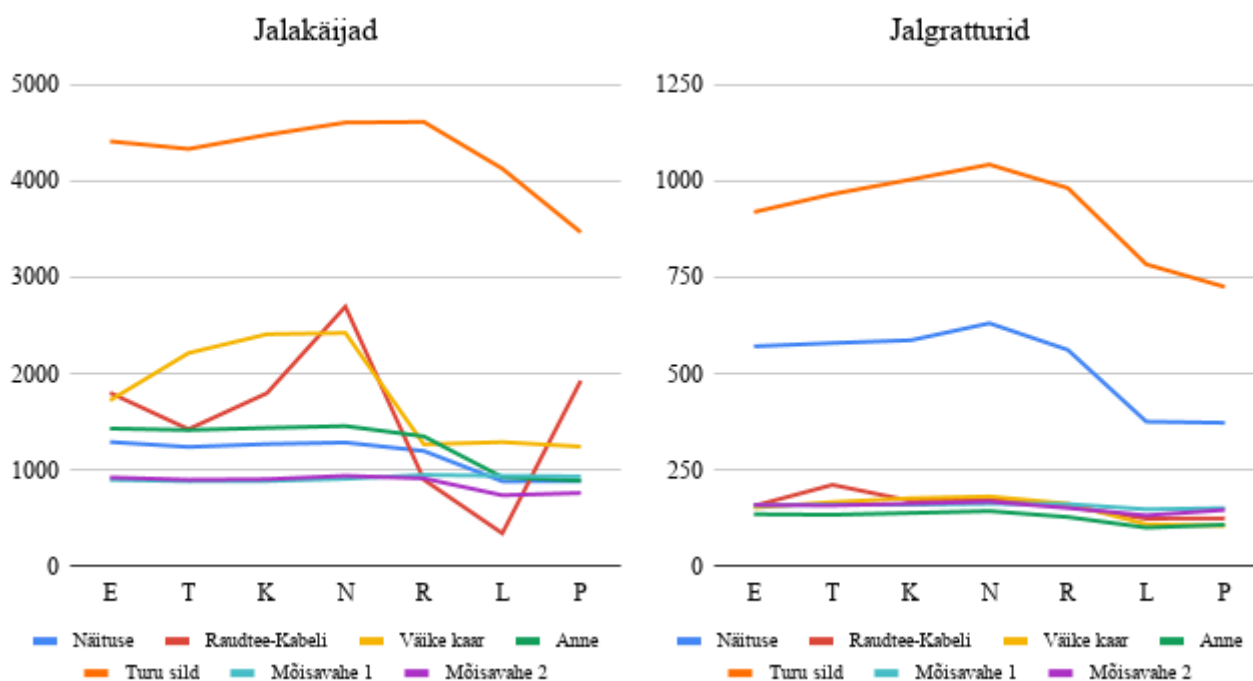
Jalakäijate jaotust aastas vaadates on näha, et enamikes loenduspunktides on jalakäijate arv aasta vältel enam vähem samal tasemel. Turu silla jalakäijate arv langeb suve alguses järsult poole võrra ~200 000 jalakäijalt ~100 000 jalakäijale ning jääb antud tasemele ülejäänud aastaks. Kõikide loenduspunktide puhul võib täheldada alates aprillist jalakäijate arvu kasvu, mis kestab kuni suve alguseni. Suvel toimub jalakäijate arvu langus kuni septembrini, mil toimub uuesti jalakäijate arvu tõus kuni sügise lõpuni (oktoober-november). (Joonis 8)



Joonis 8. Jalakäijate ja jalgratturite jaotus 2018. aastal Tartu linna EcoCounter loenduspunktides

Jalgratturite loendusandmete põhjal saab selgelt eristada jalgratta hooaja algust ning lõppu. Talvekuudel on jalgratturite arv kergliiklejate hulgas olematu. Alates märtsist toimub kerge ning aprillikuust kiire kasv jalgratturite arvukuses kõikides loenduspunktides. Kasv kestab kuni maini, peale mida toimub sarnaselt jalakäijatele langus suvekuudel. Erinevalt hooaja algusest, mis on selgelt eristatav kiire kasvuga, lõpeb jalgratturite hooaeg sujuvalt kõikide sügiskuu vältel. Vastavalt sellele võib jalgratta kõrghooajaks eristada kuud aprillist septembrini ning madalhooajaks oktoobrist kuni märtsini. (Joonis 8)

3.2.3 Kergliiklejate jaotus nädalas



Joonis 9. Jalakäijate ja jalgratturite keskmine jaotus nädalas 2018. aastal Tartu linna EcoCounter loenduspunktides

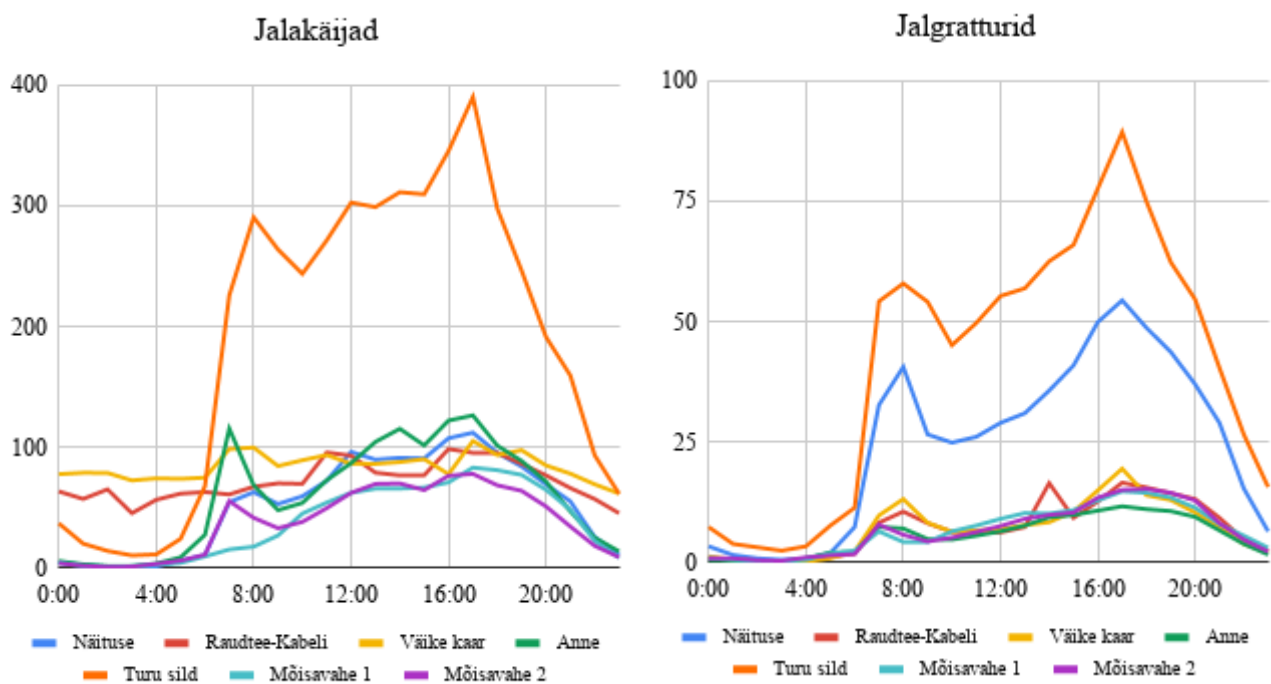
Vaadates jalakäijate jaotust nädalas, võib jagada loenduspunktid kolme gruppi. Turu silla, Anne, Näituse, Väike kaare ning Mõisavahe 2 loenduspunktide puhul on selgelt eristatav tööpäevade ja nädalavahetuse jalakäijate arvukus. Kõigis punktis peale Väike kaare püsib esmaspäevast reedeni jalakäijate arv stabiilsena ühel joonel ning langeb laupäevaks ja pühapäevaks ~20% võrra. Väike kaare loenduspunktis on langus tööpäevade ja nädalavahetuse vahel suurem, vähenedes pea poole võrra. Samuti toimub langus päev varem ning reede on samal tasemel ülejäänud nädalavahetusega. Teisena eristub Mõisavahe 1 loenduspunkt, kus püsib jalakäijate arv terve nädala vältel samal tasemel. Kolmandana saab välja tuua Raudtee-Kabeli loenduspunkti, kus toimub jalakäijate kasv mingil põhjusel neljapäeval ning langeb siis reedeks ja laupäevaks. Nädalavahetuse lõpus, pühapäeval, kasvab aga jalakäijate arv uuesti tööpäevade tasemele. (Joonis 9)

Jalgratturite puhul on ajaline jaotus nädalas kõikides loenduspunktides iseloomult sarnane. Laupäeval toimub jalgratturite arvus langus, mis püsib samal tasemel terve nädalavahetuse vältel, naastes uue nädala alguseks samale tasemele, kus ta oli eelmisel nädalal. Suurem

erinevus nädalavahetuse ja tööpäevade vahel on eristatav suurema koormusega loenduspunktides (Turu sild ja Näituse). Väiksema koormusega loenduspunktides on muutus minimaalne. Samas võib peaaegu kõikides loenduspunktides täheldada väikest jalgratturite arvu kasvu esmaspäevast neljapäevani. (Joonis 9)

3.2.4 Kergliiklejate jaotus tööpäevadel

Kuna kergliiklejate liikumiste eesmärgid erinevad oluliselt tööpäevadel ja nädalavahetusel, on ajalise jaotuse puhul vaadeldud eraldi jagunemist esmaspäevast reedeni ning laupäevast ja pühapäevani.



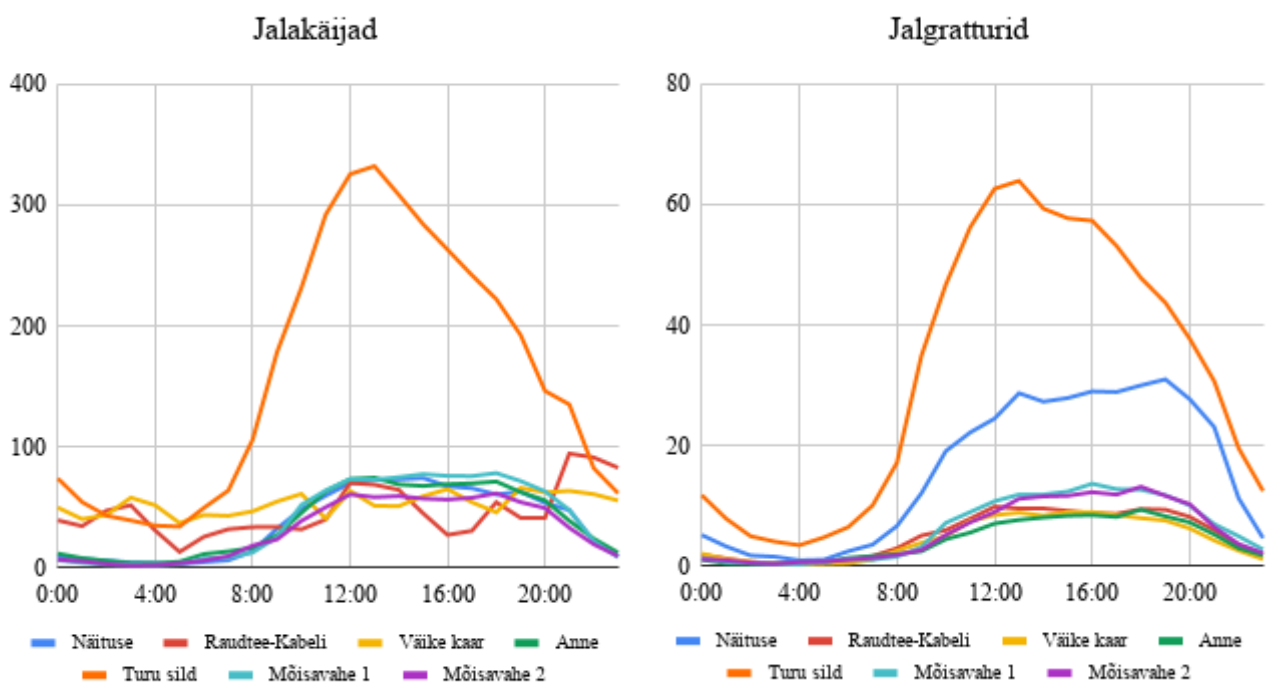
Joonis 10. Jalakäijate ja jalgratturite keskmine jaotus tööpäevadel 2018. aastal Tartu linna EcoCounter loenduspunktides

Kellaajalises võrdluses saab eristada jalakäijate jaotuse puhul kolme erinevat trendi. Esimesel juhul toimub tööpäeva alguses 07:00-08:00 kiire tõus jalakäijate arvukuses, peale mida aga tõus peatub ning kell 09:00 ja 10:00 toimub kerge langus. Lõunast alates hakkab jalakäijate arv uuesti tõusma kuni jõuab oma päeva haripunkti kell 17:00. Alates kella viiest toimub uuesti kiire langus. Sellist trendi võib täheldada Turu silla, Anne, Näituse ja Mõisavahe 2 loenduspunktides. Suhteliselt sarnane olukord on ka Mõisavahe 1 punktis, kuid puudub

hommikuni tipptund kella 08:00 paiku. Selle asemel toimub jalakäijate arvu kasv kuni õhtuse tipptunnini, mis ühtib teiste loenduspunktidega. Kolmandana eristuvad Raudtee-Kabeli ja Väike kaare loenduspunktid, kus püsib liiklejate arv suhteliselt stabiilsena terve päeva vältel. (Joonis 10)

Jalgratturite ajaline jaotus kellaajaliselt tööpäevadel on väga sarnane eelmises lõigus välja toodud jalakäijate esimese grupiga. Kiireim kasv on tööpäeva hommikul 07:00-08:00 ajal, peale mida toimub arvukuse langus. Kell 09:00-10:00 hakkab jalgratturite arvukus taaskord kasvama kuni kella 17:00ni, peale mida toimub kiire langus südaööni. Antud trend on eristatav kõikides loenduspunktides. (Joonis 10)

3.2.5 Kergliiklejate jaotus nädalavahetusel



Joonis 11. Jalakäijate ja jalgratturite keskmine jaotus nädalavahetusel 2018. aastal Tartu linna EcoCounter loenduspunktides

Nädalavahetusel saab jalakäijate kasv võrreldes tööpäevadega alguse tunni võrra hiljem ning tõuseb stabiilselt kuni keskpäevani. Kui Turu sillal hakkab liiklejate arv kohe peale tipu saavutamist stabiilselt kuni öötundideni langema, siis Näituse, Anne, Mõisavahe 1 ja Mõisavahe 2 loenduspunktides püsib jalakäijate arv peale keskpäeval haripunkti jõudmist

Samal tasemel kella 18:00ni, peale mida toimub sujuv langus. Raudtee-Kabeli ja Väike kaare loenduspunktide puhul toimuvad ööpäeva jooksul pidevalt väikesed tõusud ja langused, kuid püsides päev läbi umbes samal tasemel. (Joonis 11)

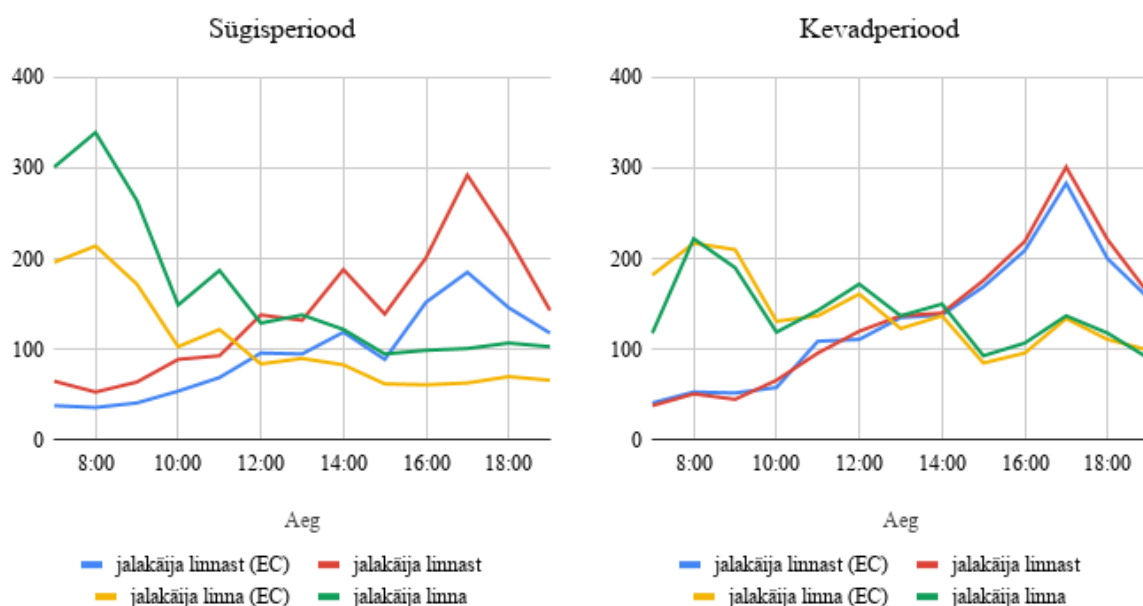
Jalgratturite jaotus kellaajaliselt nädalavahetusel on sarnase trendiga kõikides loenduspunktides. Kell 08:00 hakkab jalgratturite arv tõusma ning jõuab haripunkti keskpäeva paiku. Sarnaselt eelmisele jalakäijate jaotusele nädalavahetusel, eristub Turu sild teistest loenduspunktides sellega, et peale haripunkti saavutamist hakkab koheselt liiklejate arvu langus. Ülejäänud loenduspunktides jääb peale keskpäeva liiklejate arv samale tasemele kuni kella 18:00ni, peale mida toimub langus kuni südaööni. (Joonis 11)

Võrreldes kellaajalist jaotust tööpäevadel ja nädalavahetusel võib täheldada, et nädalavahetusel puuduvad hommikused ja õhtused tipptunnid, mida võib eristada tööpäevadel hommikul 07:00-08:00 ja õhtul 17:00 paiku. Kui tööpäevadel hakkab loenduspunktides aktiivne liikumine juba 06:00-07:00 paiku, siis nädalavahetusel toimub see tund aega hiljem. Õhtuse kergliiklejate arvu langemise korral erisusi märgata ei ole. Üldiselt võib täheldada, et nädalavahetusel toimuvad kergliiklejate arvu kasvud ja langused sujuvamalt pikema ajaperioodi vältel erinevalt tööpäevadest.

3.3 Turu silla loenduspunkti analüüs

Turu sild on kergliiklussild, mis ühendab omavahel Tartu kesklinna ja Annelinna linnaosa. Turu silla loenduspunkt sai valitud täpsemaks analüüsiks, kuna sillal paikneb ainuke loenduspunkt, kus on kergliiklejaid loendatud nii varasematel aastatel toimunud visuaalsete loendust käigus ning kuhu on paigaldatud EcoCounter kergliiklusloendur. Samuti on Turu silla loendur üks kolmest loendurist Tartu linnas, mis suudab eristada liiklejate liikumissuundasid. Turu sillal tehtud visuaalsete loenduste abil on võimalik kontrollida EcoCounter kergliiklusloenduri täpsust.

3.3.1 Jalakäijate jaotus liikumissuuna järgi



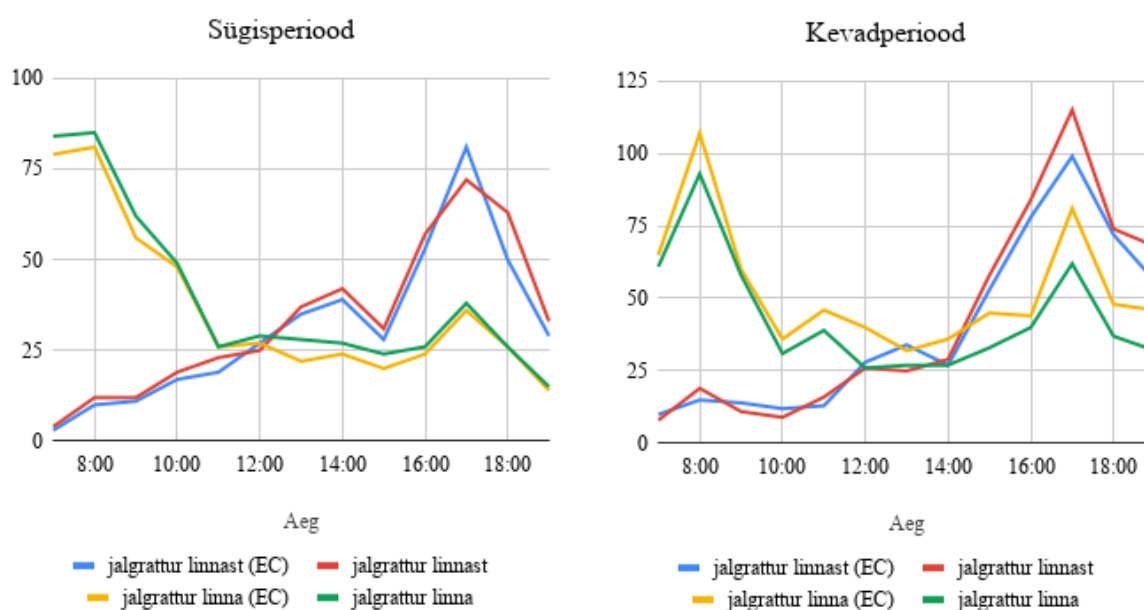
Joonis 12. Turu silla jalakäijate jaotus liikumissuuna järgi sügisese ja kevadise loendusperioodi vältel visuaalse loenduse ja kergliiklusloenduri (EC) andmetel

Vaadates Turu silla jalakäijate jaotust on näha, et suur liikluskoormus on loenduspunktis terve loendusperioodi vältel. Võrreldes aga erisuundades liikuvaid jalakäijaid, saab välja tuua, et suurem liikumine toimub hommikul Annelinna poolt Kesklinna suunas ning õhtul Kesklinnast Annelinna. (Joonis 12)

Võrreldes omavahel sügise ja kevadise liikumise ei esine märkimisväärseid erinevusi kergliiklejate jagunemisel loendusperioodi jooksul. (Joonis 12)

Visuaalse loenduse ja EcoCounter kergliiklusloenduri andmetes esineb sügisest vaatlustulemustega võrreldes umbes 30-protsendiline vahe, kus automaatne loendur on loendanud kolmandiku võrra vähem jalakäijaid. Jalakäijate arvu kasvud ja langused aga toimuvad paralleelselt visuaalse loendusega korrapäraselt. Kevadisel loendusel on automaatse loenduri ja visuaalse loenduse tulemused peaaegu identsed. (Joonis 12)

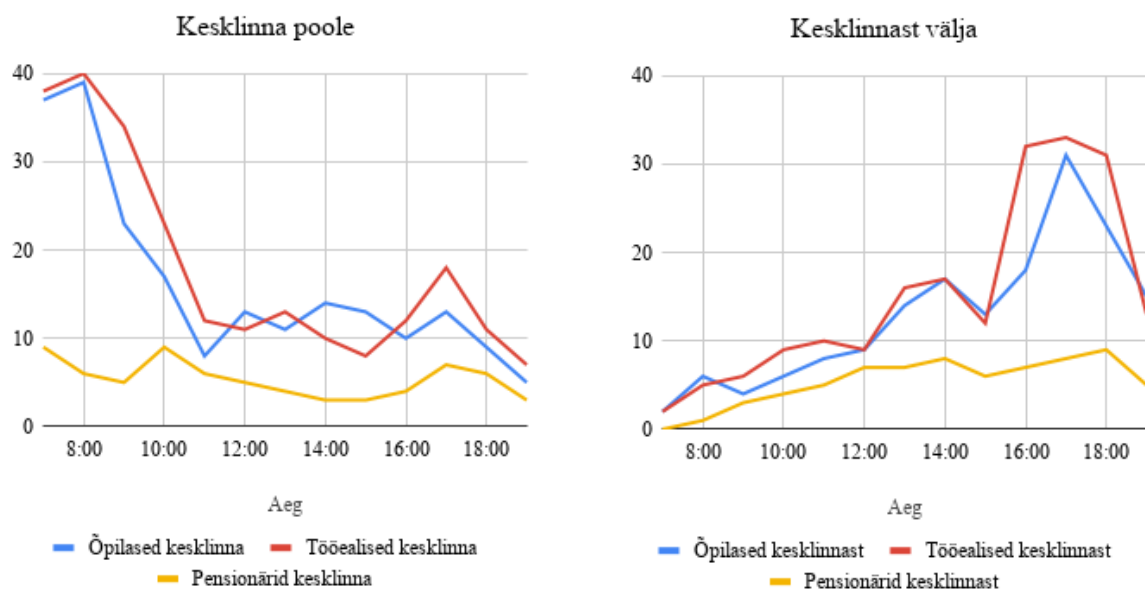
3.3.2 Jalgratturite jaotus liikumissuuna järgi



Joonis 13. Jalgratturite jaotus liikumissuuna järgi Turu sillal sügise ja kevadise loendusperioodi vältel visuaalse loenduse ja kergliiklusloenduri (EC) andmetel

Jalgratturite puhul võib nii nagu jalakäijate puhulgi näha, et sügis- ja kevadhooajal jalgratturite jagunemises ajaliselt suuri erinevusi ei leidu. Kevadperioodil võib täheldada nii hommikul kui õhtusel tippunnil suuremat liikluskoormust võrreldes sügisperioodiga. (Joonis 13)

Kahe loendusmeetodi tulemuse omavahel võrreldes on näha, et tulemused on suhteliselt identsed. Kevadise loenduse puhul esineb natuke rohkem erinevusi visuaalse loendusega, kuid üldjoontes on jalgratturite arvud ligilähedased üksteisega. (Joonis 13)



Joonis 14. Turu silla jalgratturite jagunemine ajaliselt ja vanusegrupi kaupa sügise loendusperioodi vältel

Jalgratturite puhul võib täheldada sarnaselt jalakäijatega liikumissuundasid, kus hommikul liigutakse rohkem Annelinna poolt Kesklinna ning õhtul Kesklinnast Annelinna poole. Õpilaste ja tööeliste ajalisel jaotavuses on näha sarnasusi hommikuse ja õhtuse tiptunni osas. Mõlema vanusegrupi puhul on eristatav hommikune tiptund kella 07:00 ja 08:00 paiku liikumissuunaga Kesklinna ning õhtune tiptund 16:00-18:00 Annelinna suunalise liikumise puhul. Kesklinna suunduval liikumisel toimub peale tiptundi peaaegu kolmekordne langus, peale mida toimub tööeliste hulgas kerge kasv veel tööpäeva lõpus 17:00 ajal. Liikumisel suunaga Annelinna toimub sujuv kasv kuni õhtuse tiptunnini, peale mida langeb jalgratturite arv endisele tasemele. Erinevalt õpilastest, kelle tiptund leiab aset kell 17:00, kestab tööeliste tiptund kolm tundi (16.00-18:00). (Joonis 14)

Pensioniealiste liiklejate juures on samuti märgatav hommikune Kesklinna suunaline liikumine ning õhtul Annelinna poole liikumine. Erinevalt töö- ja kooliealistest on aga pensionäride puhul tõusud ja langused hajutatud päeva peale laiali ning selged tiptunnid ei ole Annelinna suunalises liikluses eristatavad. Kesklinna suunduvate liikumiste juures paistavad pensioniealiste jalgratturite puhul õrnalt välja kaks hommikust tiptundi (kell 07:00 & 10:00) ning üks õhtune tiptund, mis on sarnaselt teiste vanusegruppidega kell 17:00. (Joonis 14)

4. Arutelu

Kergliiklejat arv Tartus on kasvavas trendis, tõustes nelja aastaga 10%. Kui jalakäijate arvu kasv on olnud tagasihoidlik, siis jalgratturite koguarv on selle aja jooksul kasvanud enam kui 25% (Tabel 2). Kergliikluse kui liikumisviisi populaarsuse kasv on tingitud Tartu linnavalitsuse poolt tehtud arendustest kergliiklusteede võrgustiku täiendamiseks, ehitades uusi kergliiklusteid (Tartu linna kodulehekülg 2019). Antud täiendustega on parandatud olemasoleva võrgustiku sidusust, ühenduskiirust, ohutust, mugavust kui ka atraktiivsust, mille tulemusel on liiklejad rohkem valmis kergliikluse kasutamiseks.

2015.-2018 aastal läbi viidud visuaalsete loenduste tulemusena on näha, et suurima koormusega loenduspunktideks on Turu sild, Kaarsild, Võidu silla alune, Riia mägi ja Riia maantee viadukt (Joonis 7). Kuna enamus loenduspunkte paiknevad Tartu liikluse sõlmpunktides, on enamik liiklejaid sunnitud neid punkte läbima. Kõige suurema koormusega on aga need loenduspunktid, mis paiknevad või viivad kesklinna, kuhu on koondunud töökohad, kaubanduspinnad kui ka ülikooli hooned.

Vaadates jalakäijate ja jalgratturite jaotumist kuude kaupa 2018. aastal, tuleb selgelt esile jalgratturite kindel hooajalisus, mida jalakäijate puhul otseselt ei esine. Jalgratturite hooaeg algab aprillist ning kestab kuni oktoobrini-novembrini (Joonis 8). Jalgratturite hooajalisuse põhjustajaks võib lugeda ilmastikku. Kevade alguses ja sügise lõpus ei soosi jalgrattasõitu madalad õhutemperatuurid, mis muudavad liiklemise jalgratturitele ebameeldivaks. Talvel, kui välistemperatuur langeb miinuskraadideni, on takistuseks ka lumikatte olemasolu ning paksus. Nii jalakäijate kui ka jalgratturite puhul on märgata suve keskel, kui võiks trendi järgi olla kõrghooaeg, kergliiklejate arvu langust (Joonis 8). Tartu on tuntud kui ülikoolilinn, mille tõttu moodustavad suure osa Tartu elanikkonnast tudengid. Kuna üliõpilastel lõpeb loenguperiood mai lõpus ära, sõidavad paljud neist suveks tagasi koju. Septembris, kui algab jälle aktiivne õppeperiood tõuseb ka kergliiklejate arv (Joonis 8). Suvi on samuti ka populaarne aeg puhkusele minekuks, mille tulemusel liigutakse jällegi linnast välja suvilatesse. Turu silla loenduspunktis toimub suve alguses suur jalakäijate arvu langus. Antud muutus tuleneb kergliiklusloenduri andurite kalibreerimisest, leidmaks infrapunaandurile õige nurga jalakäijate loendamiseks.

Nädalapäevade kaupa kergliiklejate jaotust vaadates võib enamikes loenduspunktides eristada tööpäevi ja nädalavahetust, kus nädalavahetuseks toimub jalakäijate ja jalgratturite arvu langus (Joonis 9). Sellise erinevuse põhjuseks võib olla asjaolu, et inimeste liikumiste eesmärgid erinevad tööpäevadel ja nädalavahetusel. Esmaspäevast reedeni toimuvad liikumised enamasti töö- ja kodukoha vahel. Nädalavahetusel on liiklejal teised sihtpunktid võrreldes tööpäevadega või on nädalavahetusel kodus.

Kergliiklejate liikumiste jaotusel ööpäeva lõikes on vaadatud eraldi liikumisi tööpäevadel ning nädalavahetusel. Tööpäevadel saab eristada jalakäijate ja jalgratturite puhul selgelt hommikust ja õhtust tipptundi (Joonis 10). Liikumiste hommikune ja õhtune haripunkt kattub tööle ja kooli minekuga. Nädalavahetusel tööpäevadega sarnast ajalist jaotust ei esine, vaid kergliiklejate arv kasvab stabiilselt, kuni see saavutab haripunkti ning hakkab siis samas tempos langema (Joonis 11). Antud erinevust tööpäevade ja nädalavahetuse vahel saab selgitada inimeste kohustuste põhjal. Tööpäevadel läbivad liiklejad igapäevaselt kindla teekonna kodu ja töökoha vahel. Nädalavahetusel on liiklejal enamasti võimalus ise valida, mis kellaegadel ta oma toiminguid teeb ning toimingud, mis paiknevad kodust väljas, tehakse pigem päevasel ajal.

Võrreldes omavahel Tartu linna seitsme loenduspunkti tulemusi, võib kahtluse alla seada Raudtee-Kabeli ja Väike kaare jalakäijate loenduri õigsuse. Vaadates jalakäijate ajalist jaotust nädalapäevade vahel, toimuvad nendes punktides vastuolulised tõusud ja langused võrreldes ülejäänud punktidega (Joonis 9). Liikumiste jaotust ööpäeva lõikes vaadatuna on samuti märgata ebareaalseid tulemusi, kus jalakäijate arv püsib mõlemas loenduspunktis samal tasemel terve ööpäeva jooksul (Joonis 10).

Analüüsidest Turu silla loenduspunkti visuaalse loenduse ja automaatse kergliiklusloenduri andmeid, vaadati kergliiklejate liikumissuundasid ning jalgratturite jaotust vanuserühmadesse (õpilane, tööealine, pensioniealine). Vaadates kergliiklejate liikumissuundasid, on selges ülekaalus hommikul liikumised Kesklinna ning õhtul Annelinna poole (Joonis 13). Kuna Annelinn on eelkõige elamupiirkond ning Kesklinn linnaosa, kuhu on koondunud töökohad, kaubanduspinnad ja haridusasutused, liiguvad elanikud hommikul kodust Kesklinna ning õhtul jälle Annelinna poole koju. Vanusegruppide liikumiste andmeid võrreldes kujunevad välja trendid, kus hommikul liigutakse kesklinna poole tööle või kooli ning õhtul tagasi koju. Pensioniealiste liiklejate liikumised jaotuvad suhteliselt ühtlaselt päeva peale ära, mistõttu suuri tõuse ja langusi päeva jooksul liiklejate arvus ei leidu (Joonis 14). Vanaduspensionile

minnes ei ole liiklejal enam kindlad kellajalasi kohustusi, mistõttu jagunevad nende liikumised päeva peale. Võrreldes erinevate vanusegruppide arvukust, eristub selgelt pensioniealiste liiklejate vähesus. Vananedes langeb tihti ka inimese füüsiline võimekus ning inimene ei pruugi tunda end ohutult jalgrattaga liigeldes (Dimitriou 1995). Sügis- ja kevadperioodi võrreldes ei esinenud kergliiklejate jagunemises loendusperioodil suuri erinevusi (Joonis 12, Joonis 13). Inimeste liikumisharjumuste muutmiseks kulub aega, mistõttu ei esine ka poole aastase vahega tehtud loenduste puhul muutusi.

Üheks eesmärgiks visuaalsete loenduste tegemisel Turu silla loenduspunktis oli kontrollida automaatsete kergliiklusloendurite täpsust. Jalgrattureid loendava induktiivanduri puhul olid kahe loenduse andmed peaaegu identsed (Joonis 13). Sügisperioodil läbiviidud jalkäijate visuaalne loendus erines aga infrapunaanduriga loendatud tulemustest umbes 30% ulatuses (Joonis 12). Kevadperioodil antud viga enam ei esinenud ning täpsemal uurimisel selgus, et kahe loendusperioodi vahelise hooldustöö käigus parandati infrapunaandurite kaldenurka.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli anda ülevaade kergliiklusest, kergliiklusandmete kogumise meetoditest ning kogutud andmete põhjal analüüsida jalakäijate ja jalgratturite liikumisi Tartu linnas. Kergliiklus on liikumisviis, mille alla loetakse jalakäijad ja jalgratturid. Kuna kergliikleja on oma liikumistes väga ettearvatu, kasutatakse andmete kogumiseks kergliiklusele mõeldud loendamismeetodeid.

Töös võeti vaatluse alla Tartu linna kergliiklejad. Kasutatud andmeteks olid 2015.-2018. aasta igakevadised kergliiklejate visuaalsed loendused, EcoCounter kergliiklusloenduri 2018. aasta andmed ning 2018. aasta sügisel ja 2019. aasta kevadel läbi viidud loendused Turu silla loenduspunktis. Turu sild on ainuke loenduspunkt, mis on kajastatud kõikides andmetes, mille tõttu on antud punkti vaadatud kahe loendusmeetodi võrdlemisel.

Kergliiklejate liikumiste uurimiseks püstitati kolm uurimisküsimust:

- Kuidas jaguneb kergliikluse koormus Tartu linnas?
- Millal toimub peamine liikumine jalakäijate ja jalgratturite poolt?
- Kuidas erinevad jalakäijate ja jalgratturite liikumised ajaliselt?
- Kas automaatse kergliiklusloenduse andmed on võrreldavad visuaalse loenduse andmetega?

Töö tulemuste põhjal leiti, et enim liiguvad kergliiklejad Kesklinna ja ümbritsevate linnaosade vahel. Seda näitas igakevadiste loenduspunktide analüüs, kus kõige rohkem liikumisi registreeriti Kesklinnas või selle äärtes paiknevates punktides.

Jalakäijate ja jalgratturite liikumised on seotud liikleja igapäevaste kohustustega. Enamus liikumisi tehakse tööle või kooli minnes, mis tuleb välja vaadates kergliiklejate jaotust nädala, kui ka ööpäeva lõikes. Esimesel juhul eristub tööpäeval nädalavahetusest suurema liikluskoormuse poolest. Kui vaadata, mis kellaaegadel kergliiklejad liiguvad, tulevad esile hommikune ja õhtune tipptund, millal toimub liikumine kodust tööle ja kooli ning tagasi.

Peamine erinevus jalgratturite ja jalakäijate vahel oli jalgrattaliikluse hooajalisus. Talvekuudel langes jalgratturite arv mitmekordselt võrreldes suvekuudega. Jalakäijate puhul püsis liiklejate arv aasta vältel üpris stabiilsena.

Antud uurimistöö annab ülevaate Tartu linna kergliiklejate liikumistest. Kuna kergliiklejate arv on tõusmas, kasvab ka vajadus uute kergliiklusteede ja kergliiklusandmete kogumise järele. Töö käigus kogutud EcoCounter kergliiklusloenduri andmed on piisavalt täpsed ja võrreldavad visuaalse loenduse andmetega. Selle põhjal julgeb autor soovitada Tartu linnavalitsusel paigaldada lisaks olemasolevatele kergliiklusloenduritele veel täiendavaid loendureid, mis paikneksid linna kergliikluse sõlmpunktides.

Data collection methods for non-motorized transport and data analysis on the example of Tartu

Oskar Vevers

Summary

Non-motorized transportation (NMT) includes walking and bicycling. Since pedestrians and cyclists are very unpredictable in their movements, there are specific methods for non-motorized transport data collection. The aim of this master's thesis was to make an overview of these methods and analyse the distribution of NMT users in 2018 on the example of Tartu. For that there were three research questions presented in this paper:

- What is the distribution of traffic load between NMT counting points in Tartu?
- When are the prime times that cyclists and pedestrians are on the move?
- How do pedestrian movements differ from those made by cyclists?
- Is automated count data comparable to the manual count data gathered by visual counting?

The data used for this research was collected using two of the NMT data collection methods: manual count data and the data from an automated counter (EcoCounter Urban MULTI), which uses inductive loop paired with infrared detector. The manual counts were conducted on a sunny day, from 07:00 to 20:00. Each passing pedestrian and cyclist was counted by their mode of transport and their direction of movement. Cyclists were also classified into three age groups. There were additional manual counts conducted on Turu bridge, to compare the manual count with the automated one.

The results revealed that when looking into distribution of non-motorized traffic load in Tartu, it was discovered that most of the NMT movement takes place between the city center and the surrounding districts. Since workplaces, commercial spaces and university faculties have concentrated in the city center, the high traffic volume between the center and surrounding residential districts is understandable. When comparing pedestrian and cyclist movements in year long time scale, the main difference between two transportation modes was the seasonality of bicycle while the number of pedestrians was constant throughout the year. The bicycle

season starts on April and lasts until the winter. On a time scale of a week, the workdays and weekend were distinguishables, with lower traffic volume on the weekend. Since the difference between weekend and workdays were noticeable, the analyzis on a time scale of 24 hours was conducted using days from Monday to Friday and Saturday to Sunday. On workdays the NMT would peak during the morning rush hour and then peak again during the evening rush hour. On the weekend were no rush hours, the amount of pedestrians and cyclists would peak in the middle of the day and then descend back down.

When comparing two counting methods, the automated pedestrian results were questionable after the first count in October 2018, since they differed around 30% from the manual count data. Between October 2018 and May 2019 the infrared detector that registers pedestrians, was recalibrated based on our last results and the data compared was almost identical. Cyclists data was trustworthy from the first count in October 2018.

In conclusion the thesis revealed that NMT users are most active during the morning, going to work, and in the evening, going back home. The main difference between cyclists and pedestrians was the seasonality of bicycle while the number of pedestrians is constant throughout the year.

Tänuavaldused

Soovin avaldada tänu oma töö juhendajale Tiia Rõivasele, kellelt sai alati abi ning head nõu, Tartu linnavalitsusele, kelle poolt võimaldati kasutada töös EcoCounter kergliiklusloendurite andmeid. Tahaksin tänada ka oma perekonda, kes oli toeks töö kirjutamise ajal.

Kasutatud kirjandus

Buehler, R., Pucher, J., 2012. Walking and Cycling in Western Europe and the United States. TR News. 280: 34–42.

Deffner, J., Heftner, T., Rudolph, C., Ziel, T., 2013. Jalgrattaliikluse planeerimise ja edendamise käsiraamat. MTÜ Balti Keskkonnafoorum

Dimitriou, H.T., 1995. A developmental approach to urban transport planning. Avebury, Aldershot

Eesti standardikeskus, 2016. Eesti standard EVS 843:2016. Linnatänavad. Eesti standardikeskus

ERC Konsultatsiooni OÜ, 2016. Liiklusloenduse tegemine kergliiklusteedel 2016. aastal

Euroopa Komisjon, 2014. Special Eurobarometer 422a “Quality of Transport”

Hankey, S., Lindsey, G., Wang, X., Borah, J., Hoff, K., Utecht, B., Xu, Z., 2012. Estimating use of non-motorized infrastructure: Models of bicycle and pedestrian traffic in Minneapolis, MN. Landscape and Urban Planning. 107: 307–316.

Jüssi, M., Poltimäe, H., Sarv, K., Orru, H., 2010. Säätva arengu komisjoni transpordi raport 2010

Jüssi, M., Kalvo, R., Rannala, M., Savi, T., 2017. Tallinna rattastrateegia 2027

Kantar Emor, 2015. Tallinna liikumisviiside uuring 2015

Kenworthy, J., R., 2013. Deteriorating or Improving? Transport Sustainability Trends in Global Metropolitan Areas. In: J.L. Renne and B. Fields (Editors), Transport Beyond Oil Policy Choices for a Multimodal Future. Island Press, Washington DC, pp. 244-264.

Khisty, C.J., 2010. A systemic overview of non-motorized transportation for developing countries: An agenda for action. *Journal of Advanced Transportation*. 37(3).

Liiklusseadus. Vastu võetud 17.06.2010, **RT I 2010, 44, 261**. Viimane redaktsioon RT I, 15.03.2019, 9.

Litman, T., 2018. *Evaluating Active Transport Benefits and Costs*. Victoria Transport Policy Institute

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2013. *Transpordi arengukava 2014-2020*.

Marjapuu, E., Rosenberg, M., Jõul, T., 2012. Pärnu linna jalgratturite loendus ja küsitlus 2011.

McKenzie, B., 2014. *Modes Less Traveled – Bicycling and Walking to Work in the United States: 2008-2012*. American Community Survey Reports.

Minge, E., Falero, C., Lindsey, G., Petesch, M., Vorvick, T., 2017. *Bicycle and Pedestrian Data Collection Manual*.

National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2014. *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nõuded ajutisele liikluskorraldusele. Vastu võetud 13.07.2018 nr 43. Avaldamismärge **RT I, 19.07.2018, 12**.

Pucher, J., Dijkstra, L., 2000. *Making Walking and Cycling Safer: Lessons from Europe*. *Transportation Quarterly*. 54(3).

Pärnu Linnavalitsus, 2018. *Pärnu arengukava 2035*

Replege, M., 1992. *Non-Motorized Vehicles in Asian Cities*. World Bank technical paper, 162. Asia technical department series.

Reynolds, C., Winters, M., Ries, F.J. Ries, Gouge, B., 2010. Active Transportation in Urban Areas: Exploring Health Benefits

Rietveld, P., 2001. Biking and Walking: The Position of Non-Motorised Transport Modes in Transport Systems. Tinbergen Institute Discussion Paper, 111(3).

Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K.M., Schneider, R.J., Proulx, F.R., Hull, T., Luis, M., 2014. Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection

Salmeron-Manzano, E., Manzano-Agugliaro, F., 2018. The Electric Bicycle: Worldwide Research Trends. *Energies*. 11(7).

Siseministerium, 2014. Eesti regionaalarengu strateegias 2014-2020

Skepast & Puhkim OÜ, Psience OÜ, 2018. Tartu linna ja lähiümbruse liikuvusuuring

Soni, N., Soni, N., 2016. Benefits of pedestrianization and warrants to pedestrianize an area. *Land Use Policy*. 57: 139–150.

Stratum OÜ, 2013. Kergliikluse prognoosimise juhend

Tallinna Linnavalitsus, 2008. Tallinna arengukava 2009-2027

Tallinna Sotsiaal- ja Tervishoiuamet, 2017. Tallinna rahvastiku tervise edendamise arengukava 2017-2021

Tartu Linnavalitsus, 2011. Tartu linna transpordi arengukava 2012-2020

Tolley, R., 1997. The greening of urban transport. Wiley, Chichester.

Transpordiamet, 2014. Jalakäijate- ja jalgrattateede projekteerimine

TÜ Geograafia osakond, 2014. Tartu linna õpilaste jalgratta kasutamine ja ohtlikud kohad liikluses

Valikor Konsult OÜ, 2012. Tartu Veeriku linnaosa lasteasutuste laste ja õpilaste liikumisviisid ja ohtlikud kohad liikluses

Valikor Konsult OÜ, 2018. Jalakäijate ja jalgratturite loendus Tartus 2018. a. kevadel

Luksemburgi säästva arengu ja taristu ministeerium, 2015. Declaration on Cycling as a climate friendly Transport Mode.

Internetiallikad

EcoCounter, 2019. Urban MULTI – Permanent pedestrian and bike counter for the urban environment.

<https://www.eco-compteur.com/en/produits/multi-range/urban-multi/>

Vaadatud 26.05.2019

European Cyclists' Federation, 2019. Cycling facts and figures.

<https://ecf.com/resources/cycling-facts-and-figures>

Vaadatud 27.03.2019

Maanteeamet, 2019. Eesti teedevõrk.

<https://www.mnt.ee/et/tee/eesti-teedevork>

Vaadatud 03.04.2019

Pedestrian and Bicycle Information Center, 2019. Counting and Estimating Volumes

http://www.pedbikeinfo.org/topics/countingestimating.cfm?fbclid=IwAR2Q5SW_qW8qvnUeazi1sJbkJ6qr_ajYRnBOJ-uhaPwrbasTKc4jvkS-RtI

Vaadatud 22.05.2019

Pärnu linna kodulehekül, 2019. Kergliiklus

<https://parnu.ee/index.php/linnakodanikule/liiklus/kergliiklus>

Vaadatud 03.04.2019

Tartu linna kodulehekül, 2019. Jalgrattaliiklus

<https://www.tartu.ee/en/node/1763>

Vaadatud 18.04.2019

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Oskar Vevers,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Kergliiklusandmete kogumine Tartu linna näitel

mille juhendaja on Tiia Rõivas,

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **27.05.2019**