



TALLINNA TEHNICAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

ÄÄREKIVIDEGA SEOTUD PROBLEEMID JA VÕIMALIKUD LAHENDUSED

PROBLEMS WITH KERBS AND POSSIBLE SOLUTIONS

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Liivar Laks

Üliõpilaskood 183231 EAXM

Juhendaja: Tiit Metsvahi, projekti spetsialist

Tallinn 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 2020

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 2020

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."2020

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Liivar Laks (sünnikuupäev: 13.09.1993)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
ÄÄREKIVIDEGA SEOTUD PROBLEEMID JA VÕIMALIKUD LAHENDUSED,

mille juhendaja on Tiit Metsvahi,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh
Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni
autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna
kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni
autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka
autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (allkiri)

_____ (kuupäev)

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Liivar Laks, 183231 EAXM..... (nimi, üliõpilaskood)

Õppekava, peeriala: EAXM15 Hooned ja rajatised (peeriala teede- ja
sillaehitus(kood ja nimetus)

Juhendaja(d): Tiit Metsvahi, projektispetsialist (amet, nimi, telefon)

Konsultant:(nimi, amet)

..... (ettevõtte, telefon, e-post)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Äärekividega seotud probleemid ja võimalikud lahendused

(inglise keeles) Problems with kerbs and possible solutions

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Kaardistada tänane seis äärekivide erinevate liikide kasutamisel Eestis
2. Analüüsida äärekividele püstitatud ülesandeid ja hinnata nende täitmisega seotud probleeme
3. Avardada teavet erinevate äärekiviliikide kasutamisevõimaluste kohta

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Eestis kasutatavate äärekivide ja nendele esitatavate nõuete kaardistamine	16.03.20.
2.	Alternatiivsetest materjalidest äärekivid	07.04.20.
3.	Äärekivide erinevad funktsioonid ja probleemid seoses nende täitmisega	10.04.20.
4.	Soovitused, kokkuvõtte ja töö vormistamine	11.05.20.

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "11."mai 2020a

Üliõpilane: Liivar Laks ".....".....2020a
/allkiri/

Juhendaja: Tiit Metsvahi "10"02.2020a
/allkiri/

Konsultant: ".....".....2020a
/allkiri/

Programmijuht: ".....".....2020a
/allkiri/

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. ÄÄREKIVIDE KASUTAMINE EESTIS	9
1.1 Funktsioon	9
1.2 Äärekivide kaardistamine	10
1.3 Äärekivide tootmine Eestis	11
1.3.1 Äärekivi tootmisega tegelevad suuremad ettevõtted	12
1.4 Ohutus	13
1.4.1 Kergliiklejatega juhtunud liiklusõnnetused	16
2. NÕUDED ÄÄREKIVIDELE	22
2.1 Projekteerimisnõuded äärekividele	22
2.1.1 Äärekivi kõrgus	22
2.1.2 Nõuded teepiirdesüsteemidele	24
2.1.3 Nõuded teepäraldiste tugikonstruktsioonidele	26
2.1.4 Nõuded tehnovõrkudele	27
2.2 Tolerantsid betoon- ja loodusäärekivi tootmisel.....	28
2.2.1 Üldist.....	28
2.2.2 Nõuete võrdlus loodus- ja betoonäärekivide tootmiseks	30
2.3 Nõuded äärekivide paigaldamiseks	32
2.3.1 Üldist.....	32
2.3.2 Nõuded raadiuste kujundamiseks	33
2.3.3 Nõuded liimitavatele äärekividele	35
2.3.4 Soovituslik süvistatud äärekivide paigaldusjuhised.....	37
3. ETTEPANEKUD	39
3.1 Äärekivide kasutamine.....	39
3.1.1 Negatiivne näide	40
3.1.2 Positiivne näide	41
3.2 Plast äärekivi.....	42
3.2.1 Nõuded plast äärekividele.....	43
3.2.2 Plastäärekivi omadused võrreldes alternatiividega	44
3.3 Ekstruuder tehnoloogia	46
3.3.1 Analüüs.....	48
3.4 Kassel äärekivi	49
3.4.1 Analüüs.....	50
3.5 Äärised	51

3.5.1 Metallääris.....	52
3.5.2 Plastääris	53
3.5.3 Ääriste analüüs	54
3.6 Helendavad äärekivid	54
3.6.1 Analüüs.....	56
3.7 Äärekivide paigaldusvahendid	57
3.7.1 Hüdrauliline haarats	58
3.7.2 Vaakum haarats.....	58
3.7.3 Haaratsite analüüs	59
Kokkuvõte	61
Summary	64
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	67

SISSEJUHATUS

Lõputöö autorit ajendas äärekivide teemal kirjutama soov leida seoses nende kujundamisega seotud probleemidele võimalikke lahendusi. Praktilise töö käigus on kogetud, et paigalduse ja kasutamisega esineb ebaselgust, erinevaid tõlgendusi kui ka mitmesuguseid küsitavusi. Avardatakse teavet erinevate äärekiviliikide kasutamisevõimaluste kohta. Tuuakse näiteid kohtadest, kus on seda juba tehtud. Lõputöös uuritakse, milliseid äärekive Eestis peamiselt kasutatakse. Antakse ülevaade projekteerimise ja paigaldus nõuetest. Tuuakse välja paigaldustehnoloogiad, mis aitavad tööd oluliselt lihtsustada. Analüüsitakse äärekividele püstitatud ülesandeid ja hinnatakse nende täitmisega seotud probleeme. Funktsiooni täitmisel tuleb silmas pidada üldist ohutuse tagamise nõuet. Võrreldud on erinevaid äärekivide materjale. Kirjeldatakse peamisi loodus- ja betoonäärekivide nõudeid. Võimaliku alternatiivina on toodud plastäärekivid ja ekstruuder meetodil paigaldamine. Lisaks äärekividele leiab töös käsitlemist ka äärised, mis täidavad osaliselt samu funktsioone. Saab ülevaate erinevate lahenduste tugevustest ja nõrkustest. Põhilised teemad, millega antud lõputöös tegeletakse on äärekivi kõrgus ja sellega seotud probleemid, ohutus, alternatiivid ja ettepanekud olukorra parandamiseks.

Inimeste liikumisharjumused on viimastel aastatel muutunud. Aina enam on olulisemaks saanud tervislikumad eluviisid ja liikumisaktiivsus. Seetõttu tuleb pöörata enam tähelepanu ohutu ja liiklejasõbraliku tänavaruumi kujundamisele, mis toetab nii keskkonda kui ka inimeste tervise paranemist. Viimasel ajal on populaarseks saanud erinevad kergliikurid, mis lähiajal on saamas omaette liikumisvahendiks ja mõisteks Liiklusseaduses. Põhiprobleem seoses liiklejatega tekib erinevate teede lõikumiskohtades. Sellised kohad on tihtipeale äärekiviga eraldatud, mis on tavaliselt selgelt tuntavad ja võivad ohtlikuks osutada.

Ühistranspordi kasutamise kvaliteet on sama oluline kui kergliiklus- ja kõnniteede oma. Tuleb arvestada kõigi liiklejate soovide ja vajadustega. Ülemaailmsest pandeemiast tingituna võidakse nii mõnigi detail ühistranspordi ja jalakäijate liikumisruumi osas ümber hinnata. Veel ei ole teada, kas inimeste liikumine tänavaruumi vabas õhus kasvab, kuid antud töö koostamisel on sellise muutuse võimalikkust silmas peetud. Teatud perioodil võib olla rangelt soovituslik kasutada individuaalseid liikumisvahendeid, mis tõstatab äärekivi temaatika olulisemaks, kui on seda varasemalt olnud.

Kõigest sellest tingituna on järjest tähtsamaks teemaks muutunud äärekividega seotud ohutus. Inimeste ootused on ajaga pidevalt kasvanud. Äärekividel on tänavaruumis ja

mujal paiknevatel liiklusaladel suur ja oluline roll. Kivid täidavad funktsioone, millele igapäevaselt ei mõtle, kuid ilma milleta ei kujutaks linnapilti enam ettegi.

Äärekivide käsitsi paigaldamine on raske töö. See eeldab head füüsilist ettevalmistust. Pidev tõstmine ja pikad tööpäevad on kurnavad. Traditsioonilise äärekivide lõikamisel tekib ebameeldiv tolmu, mis kahjustab tervist ja keskkonda. Vanemas eas on sellise töö tegemine oluliselt keerulisem.

Antud töö eesmärk on pakkuda alternatiivseid ja ohutuid äärekivi lahendusi. Maailmas on erinevaid variante, kuidas nendega seotud probleeme vältida või vähendada. Töös on toodud võimalikud lahendused kuidas oleks võimalik kujundada ohutumat tänavaruumi. Kirjeldatud on alternatiivseid plast äärekive, ääriseid, ekstruuder meetodit, haaratseid, helendavaid ja bussipeatustesse sobivaid lahendusi.

1. ÄÄREKIVIDE KASUTAMINE EESTIS

Kirjeldatud on äärekivide kasutamisega seotuid aspekte. Saab ülevaate põhilistest funktsioonidest ja kasutamisest üle-Eesti. Toodud on äärekivi tootjate eripärad. Kirjeldatakse ohte, mis on seotud äärekividega.

1.1 Funktsioon

Tänapäeval on ilma äärekivita linnapilti keeruline ette kujutada. Neid on paigaldatud väga erinevatesse kohtadesse. Äärekivi peamised funktsioonid on:

- liiklusruumi piiritlemine;
- visuaalselt paremini tajutava tänavaristlõike tagamine;
- nägemispuudega inimeste abistamine;
- liiklussaare ääristamine;
- mehhaniseeritud koristamise kergendamine;
- sademevee suunamine;
- haljastuse eraldamine;
- jalakäijate ja jalgratturite eraldamine;
- erinevate tehnoloogiliste protsesside hõlbustamine ja kvaliteedi tagamisele kaasaaitamine;
- haljasribale või kõnniteele parkimise takistamine;
- liikluse optiline suunamine;
- katendi serva toestamine ja selle lagunemise vältimine. [1]

Äärekivi on oma olemuselt küllaltki ainulaadne tee-ehitusdetail. Kõikidele ülesannetele vastavat alternatiivi on keeruline leida. Olenevalt olukorrast on liiklusruumi võimalik näiteks tabelis (Tabel 1.1) toodud liikluskorraldus- ja ohutusvahendite abil piiritleda, parandada ja eraldada, kuid sademe suunamiseks ja katendi serva toestamiseks puudub neil võimekus.

Tabel 1.1 Äärekivide orienteeruv hinnavõrdlus, autor Liivar Laks

Nimetus	Ühik	Hind, €
Betoonäärekivide (Lx300mmx150mm) betoonalusele C16/20, hankimine ja paigaldamine koos kõigi vajalike tööde ja materjalidega;	m	19
Tardkiviäärekivide (Lx300mmx150mm) betoonalusele C16/20, hankimine ja paigaldamine koos kõigi vajalike tööde ja materjalidega;	m	35
Malmist piirde ja postide hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	m	102
Torupiirde hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	m	45
Teisaldatava graniidist pollari (d=520mm, h=620mm, helehall) hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	tk	60
Maasse kinnitatava (betoneeritava) statsionaarse graniidist pollari d=520mm, h=900mm, helehall) hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	tk	170
Maasse kinnitatava (betoneeritava) statsionaarse betoonist pollari (d=320mm, h=1000mm) hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	tk	110
Puit-teras pörkepiirde h=0,80m ehitus koos kõigi kaasnevate tööde, materjalide ja tarvikutega;	m	80
Betoonpoolkerade 850mm x 300mm hankimine ja paigaldus koos kõigi kaasnevate tööde ning tarvikutega;	tk	100

Äärekivide suureks eeliseks liikluskorraldus- ja ohutusvahendite ning teiste alternatiivide ees on hind. Mitmekülgus, hinnavahe ja esteetiline väljanägemine on peamised põhjused, miks on äärekivi kõige laialdasemalt kasutusel olev lahendus. Eestis on mitu betoonäärekivide tootmisega tegelevat tehast, mis samuti soodustavad seda valikut. Tabelis toodud orienteeruvate hindade juures tuleb arvestada, et tööd sisaldavad tingimusi, kus teostatakse rekonstrueerimise töid.

1.2 Äärekivide kaardistamine

Statistika äärekivide kasutamise kohta Eestis puudub. Andmete kogumisel on lähtutud kogemusest ja Eesti äärekivide tootja kodulehel olevast informatsioonist. Kuna olukord on ajas muutuv, siis käsitletavaks seisuks võiks lugeda 2019. aastat.

Eestis on väiksematesse linnadesse paigaldatud üldjuhul betoonäärekive. Erandiks on siinkohal valdavalt ringristmikud, kuhu on paigaldatud tardkiviäärekive. See on tingitud looduskivi parematest tugevusomadustest. Tihti on näha, kuidas rasketehnika ei võta hoogu maha ja sõidab üle äärekivi servade. Seetõttu saavad ringristmikel olevad äärekivid suurema tõenäosusega vigastada kui sirgetel aladel olevad. Oluline roll on vastavalt oludele sõidukiirusest kinni pidamisel. Tardkiviäärekivid on tõestanud, et peavad sellistes oludes paremini vastu kui betoonäärekivid. Mõningate Eesti linnade nagu näiteks Kuressaare, Võru, Paide, Rapla, Elva keskväljakutel ja peatänavatel on näha looduskiviäärekive. Varasemast enam on hakatud tähtsustama esteetilist ja

inimväärsemat linnaruumi. Algust on tehtud esindusväljakute uuendamisega, kus korraldatakse parima lahenduse leidmiseks arhitektuurikonkurse. Loodusäärekivi peetakse omaduste tõttu väärilikaks materjaliks. Korralik betoon võib olla võrdväärsete näitajatega, kuid seda on linnapildis küllaltki palju kasutatud ja mõningate negatiivsete kogemuste põhjal on soovitud proovida tardkiviäärekivi lahendusi. Maantee lõikudel, viaduktidel, bussipeatustes on valdavalt betoonäärekivid. Maanteeameti hallatavalt teedel on ringristmikel samuti hakatud järjest enam kasutama tardkivitäärekive. Erakinnistutel kasutatakse tavaliselt kõnnitee betoonäärekivist lahendusi.

Tallinna linnas on põhimagistraalidel, suurematel kesklinna tänavatel, vanalinnas, miljööväärtuslikel aladel ning ringristmikel kasutatud valdavalt tardkiviäärekive. Enam kasutatakse neid Viimased suuremad tuntud lõigud, kus on kasutatud tardkiviäärekive on Reidi tee, Gonsiori tn, Haabersti ristmik, Türnpu tn, Laagna tee algus, Põhja pst. Varasemad on näiteks Järvevana tee, Liivalaia tn, Pärnu ja Paldiski maantee linnapoolsed algused. Kõrvalistel väiksema liiklussagedusega tänavatel ja parklates on valdavalt betoonäärekivid. Selle põhjal võib väita, et suuremas osas on Eestis äärekividena kasutusel betoonäärekivid.

Tuginedes vanemate kolleegide kogemusele, siis võib väita, et tardkiviäärekivid on end õigustanud. Tallinna linnas on neid hakatud viimastel aastatel järjest enam kasutama. Nurgad ja otsad, mis taluvad pidevalt koormusi on küllaltki hästi vastu pidanud. Üksikuid tagasilööke on olnud, kuid üldiselt võib rahule jääda. Põhiline probleem võib olla tingitud Soome ja Hiina looduskiviäärekivide kvaliteedi erinevusest. Hiinast leiab oluliselt odavamaid tooteid, mis arvatavasti põhjustab mõne võrra ebaühtlasemat väljanägemist. Variant oleks kasutada eelsorteerimist, mis peaks tagama ühtlasema ilme. Probleem seisneb suuresti ka selles, et tellitakse objekti põhiliselt ja tihti ei arvestata, et partiis võib olla mittesobivaid kive. Tuleks arvestada teatud suuruses ülekuluga, et vältida toodete ebaühtlusest tingitud ja muid võimalikke probleeme. Hiljem on sobivuse korral materjali võimalik mujal rakendada. Tardkiviäärekividel on hind oluliselt kallim kui betoonäärekividel, mistõttu ei ole neid otstarbekas kasutada näiteks sise-kvartalites või mõnel väiksemal kõrvalisel tänaval.

1.3 Äärekivide tootmine Eestis

Eestis on paekivi tuntud ehituseks sobiv maavara, millest toodetakse erineva kvaliteediga killustikku. Sõidutee betoonäärekivid puutuvad pidevalt kokku sooladega ja seetõttu kasutatakse nende tootmiseks valdavalt tardkivikillustiku, mis on vastupidavam.

Betoonist äärekivid ja voolurennid, millel on kokkupuude jäätumisvastaste sooladega, ei tohi kivide keskmine massikadu külmaskindluse katsel ületada 0,2 kg/m² ja katse üksiktulemuse massikadu ei tohi ületada 0,5 kg/m². Kui looduslikud äärekivid puutuvad kokku jäätumisvastaste sooladega, tuleb teha külmaskindluskatse samasuguste jäätumisvastaste soolade keskkonnas. [2] Võib väita, et paekivikillustikust toodetud äärekivid ei vasta üldiselt nendele nõuetele.

Tardkivi leidub Eestis vähe ja seetõttu nendest äärekivide tootmisega siin ei tegeleta. Soomes toodetakse tardkiviäärekive, aga Hiinast tulevatel toodetel on hinnad üldjuhul soodsamad.

Tuginedes oma lõputöö juhendaja teadmistele, siis peaks joonisel (Joonis 1.1) toodud kohas olema säilinud paekivikillustikust äärekivi. Kõrval asetsev mosaiik on arvatavasti üle 100 aasta vana. Aastatel 1970-1980 hakati kasutama ka Saaremaa dolomiidist äärekive, mida kiire lagunemise tõttu enam tänavapildis ei kohta.



Joonis 1.1 Paekivikillustikust äärekivi Tallinnas Loode tänaval, autor Liivar Laks

1.3.1 Äärekivi tootmisega tegelevad suuremad ettevõtted

Eestis olevad suuremad firmad, mis tegelevad äärekivide tootmisega: Ikodor AS ja AS Columbia kivi, Framm AS (varasem Talot AS), Rae Kivitehas AS, Rudus AS, OÜ Balti Kivitehas ja Wienerberger AS. Tabelis (Tabel 1.2) on toodud neis toodetavate äärekivide kirjeldused.

Rudus on alguse saanud Soomest, kuid peale selle on tehased veel ka Eestis ja Venemaal. Rudus AS tegeleb siin põhiliselt betooni ja graniitkillustiku müügiga. Lisaks pakutakse emafirma Rudus OY betoon- ja graniittooteid. Valikus on graniitäärekivid, millel on tootekataloogis märke Hiina ja liimitavad betoonäärekivid, mida toodetakse Soome tehases. [3]

Tabel 1.2 Äärekivi tootmisega tegelevad ettevõtted

Ettevõtte	Kirjeldus
Rae Kivitehas AS	Süvistatavad sirged sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivid. Värvus on hall, kõnnitee ja väikeseid äärekive on võimalik ka musta, punase või pruunina. [4]
AS Columbia kivi	Süvistatavad sirged sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivid. Värvus on hall. [5]
Framm AS	Süvistatavad sirged sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivid. Värvused on hall, must, punane ja pruun. [6]
Ikodor AS	Süvistatavad sirged muru-, kõnni- ja sõidutee betoonäärekivid. Värvused on hall, must, punane ja pruun. Võimalik eritellimusel ka kollane, oranž, roheline, sinine või valge. [7]
OÜ Balti Kivitehas	Süvistatavad sirged sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivid. Värvused on hall, must, punane ja pruun. [8]
Wienerberger AS	Savist valmistatud klinkersillutise äärekivid mõõtudega 290x60x200 mm. Värvused on punane, pruun ja tumehall. [9]
Rudus AS	Liimitavad sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivid. Valikus on sirged, raadiusega, kumerad, nõgusad, üleminekuga vasakule ja paremale, uputatavad faasiga ja laineriga profileeritud, faasita. Värvus on hall. [10] Süvistatud sirged ja raadiusega sõidutee graniitäärekivi tooted, mis on lõhestatud, töötlemata ja töödeldud pinnaga faasiga äärekivid. Valikus on: sirged, raadiusega, üleminekuga vasakule ja paremale. Värvused on punane ja hall. [10]

Eelnevale tuginedes võib väita, et Eestis on äärekivide tootjaid turu suuruse kohta piisavalt. Valikust leiab nii sõidutee kui ka kõnnitee elemente. Tellida on võimalik sirgeid, raadiusega ja üleminekuga tavalisi kui ka värvilisi sõidutee äärekive. Raadiusega kõnnitee äärekive ei pakuta. Valikus on ka savist äärekivid. Siiski peab nentima, et valikus on üldiselt ainult betoonäärekivid. Nende andmete põhjal võib väita, et liimitavaid, raadiusega ja graniitäärekive Eestis ei toodeta.

1.4 Ohutus

Ohutus on äärekivide juures oluline tegur, mis käib läbi iga etapi. Ehitusplatsil äärekive lõigates tekib tolm (Joonis 1.2), mida mööduvad inimesed ja ka töölised ise sisse hingavad. Samuti on oht end ketaslõikuriga vigastada. Tardkiviäärekivid kaaluvad ligi 100 kg, mis teeb nende paigaldamise raskeks tööks. Paigaldamisel varitseb mitmeid ohte, näiteks võib kivi kukkuda jala peale. Võimalikud abivahendid on toodud vastavas jaotises (3.7 Äärekivide paigaldusvahendid).



Joonis 1.2 Äärekivide lõikamine Reidi teel, autor Liivar Laks

Äärekivide ületamisel võivad need liiklejaile ohtu kujutada. Enamikes kohtades tuleb nende ületamiseks võtta hoog maha või korra seisma jääda. Ühest küljest väike ebamugavus ja hoo mahavõtmine võib olla teinekord kasulik, sest see väldib ootamatut väljasõitu sõiduteele. Teisest küljest, kui kivi kõrgus ei vasta nõuetele, siis võib see liiklejaile kujutada otsest ohtu.

Ratastooli kasutajale (Joonis 1.3) võib olla iseseisvalt raske kõrgest äärekivist üles saada. Esiotsa tõstmisel ja vale kehaasendi korral on oht selili kukkuda. [11] Kergliikurid, mida on linnapildis aina enam näha, sõidavad üpris kiiresti. Neil on suur potentsiaal sattuda äärekiviga ristuvates kohtades rasketesse õnnetustesse. Ettepanekud olukorra parandamiseks on toodud vastavas alapeatükis (3.1 Äärekivide kasutamine).



Joonis 1.3 Ratastooliga äärekivide ületamine Kuressaares, autor Taniel Vares [11]

Mootorsõidukijuhid puutuvad äärekividega samuti pidevalt kokku. Linnapildis võib näha olukordi, kus äärekivid on katki või ärasõidetud eriti raadiusega aladel (Joonis 1.4). Tihti sõidetakse lubatust suurema piirkiirusega ja pöörderaadiuse sooritamisel ei arvestata

piisavalt sõiduki gabariitidega. Põhjuseid võib olla palju, aga üks äärekive paremini märgatav lahendus on toodud hilisemas jaotises (3.6 Helendavad äärekivid).



Joonis 1.4 Ära sõidetud äärekivid Reidi teel ja Gonsiori tänaval, autor Liivar Laks

Ühistranspordi ja äärekivide kasutamisel on samuti seos. Vaegnägijad, ratastooli ja lastevankriga liiklejad, vanemad inimesed ning paljud teised liiklejad on tihtipeale ühistranspordiga sõites hädas äärekivi ja ooteplatvormi vahelise ebatasasusega. Tihti jääb nende vahele ohtlik vahe, kuhu võib komistada või kinni jääda. Võimalik lahendus on toodud vastavas alapeatükis (3.4 Kassel äärekivi).

Probleeme on ka allalastud äärekivide kõrgusega kinnistute sissesõitude juures. Eesmärk on tõsta ohutust läbi tehnilise abivahendi, et vähendada liiklusõnnetuste tekkimise võimalust mahasõidu aladel. Paljud kodanikud on ehitusobjektidel avaldanud arvamust, et kõrge äärekivi kahjustab nende sõiduvahendit. Mõnikord on probleem ka lähestikku asetsevate kinnistute eraldi madaldatud äärekividest sissesõitudega. See võib tekitada sõiduteega paralleelselt olevale kõnniteele lainetava profiili (Joonis 1.5). Sellisel alal pole kõige mugavam liigelda. Samuti võib tekkida sademevee juhtimise ja libedaga probleeme. Ehituslikult on sellist lahendust keeruline õigete kalletega teostada. Linnatänavate standardis on toodud sellise olukorra puhul võimalik lahendus (2.1.1 Äärekivi kõrgus).



Joonis 1.5 Lainetav kõnnitee Võru tänaval Tartus, autor Liivar Laks

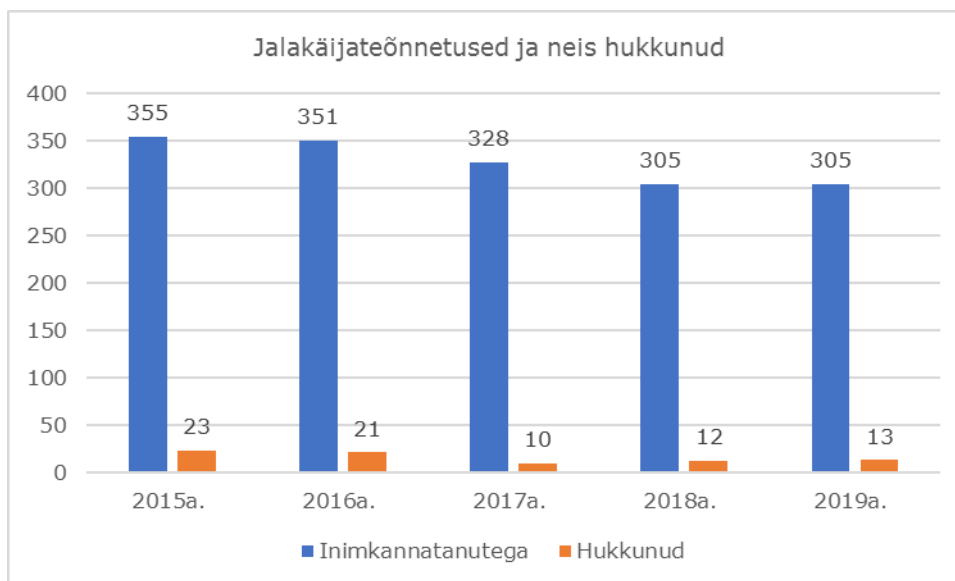
Üldiselt võib öelda, et kõik liiklejad puutuvad suuremal või vähemal määral äärekividega kokku. Tavaliselt ei jäta nendega seotud probleemid mitte kedagi külmaks ja kõigil on selle kohta oma nägemus. Lõputöös keskendutakse peamiselt äärekivi kõrgusest tingitud probleemidele ja püütakse leida lahendusi neile kui ka teistele ohutusega seotud küsimustele.

1.4.1 Kergliiklejatega juhtunud liiklusõnnetused

Teadaolevalt pole Eestis tehtud äärekividega seotud õnnetuste täpsete põhjuste kohta statistikat. Seega saab vaid oletada ja tugineda kogemustele, millest võivad olla tekkinud erinevad ohud. Üheks oluliseks aspektiks võib olla äärekivide kõrgus. Selles jaotises on ülevaade jalakäijate ja jalgratturitega juhtunud liiklusõnnetuste statistikast.

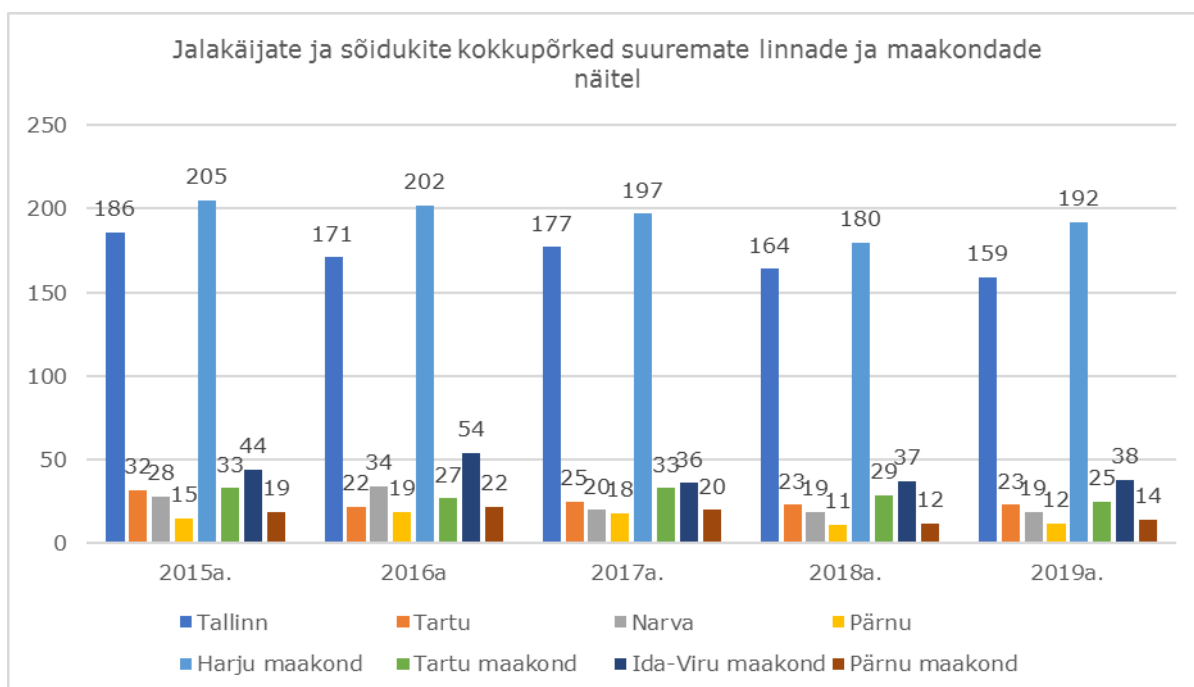
Suurbritannias ja Madalmaades on jalgrattakasutus küllaltki populaarne. Neis riikides väidetakse, et paljud kergliiklejatega juhtunud liiklusõnnetused ei jõua politsei andmebaasidesse. Paljud juhtumid on fikseeritud haiglates. Registrate andmete erinevus on suur ja seetõttu pole statistika alati kuigi täpne. [12] Väiksemate õnnetuste korral alati haiglasse ei pöördata. Arvatavasti on olukord sama ka Eestis.

Järgnevalt kirjeldatakse viimase viie aasta jalakäijate ja jalgratturite registreeritud liiklusõnnetusi. Eesmärk on anda statistilist ülevaadet Eesti viimaste aastate kergliiklejate liiklusohutuse olukorrast. Saab teada, kuidas on registreeritud õnnetuste arv ajas muutunud.



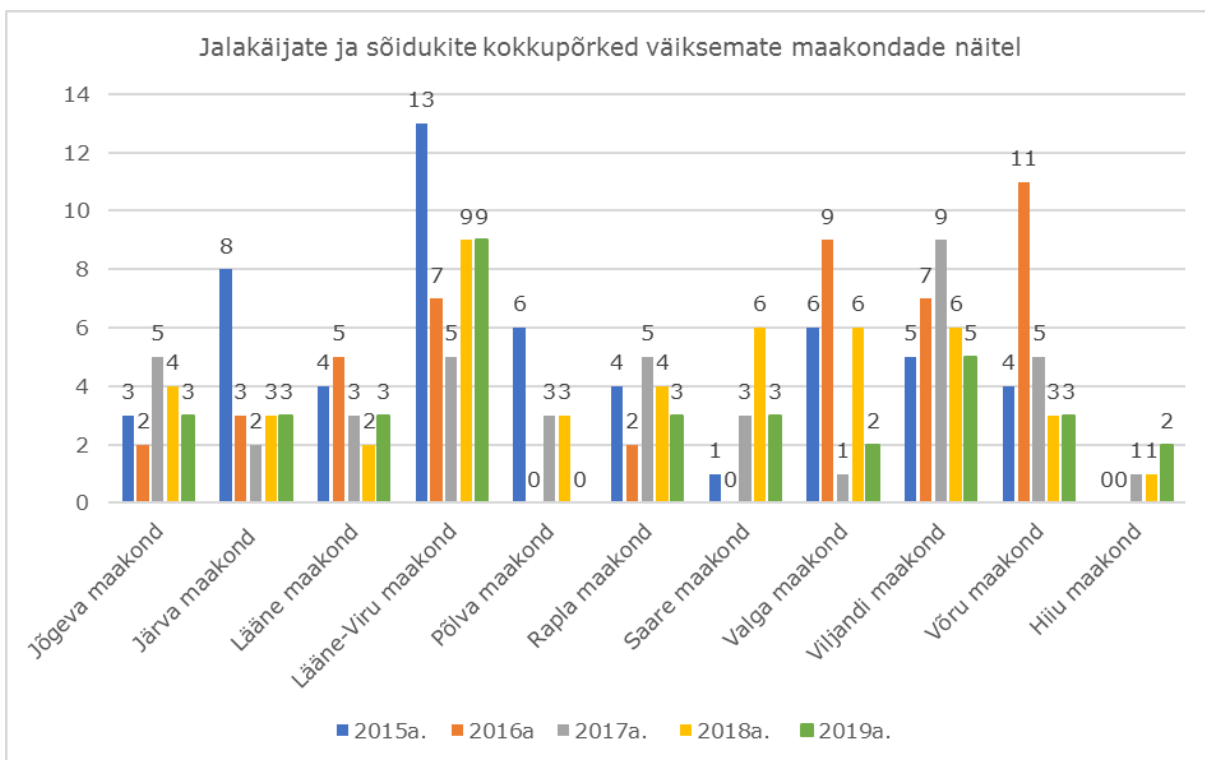
Joonis 1.6 Jalakäijaõnnetused ja neis hukkunud [13]

Joonisel (Joonis 1.6) on toodud statistika jalakäijatega juhtunud liiklusõnnetustest ja neis hukkunud. Selle põhjal saab öelda, et jalakäijatega juhtunud liiklusõnnetuste arv on kerges languses. Võrreldes 2015. aastaga on 2018 ja 2019 jalakäijaõnnetuste arv vähenenud 50 võrra. Hukkunute arv on selle aja jooksul vähenenud 10 inimese võrra.



Joonis 1.7 Jalakäijate ja sõidukite kokkupõrked suuremate linnade ja maakondade näitel [13]

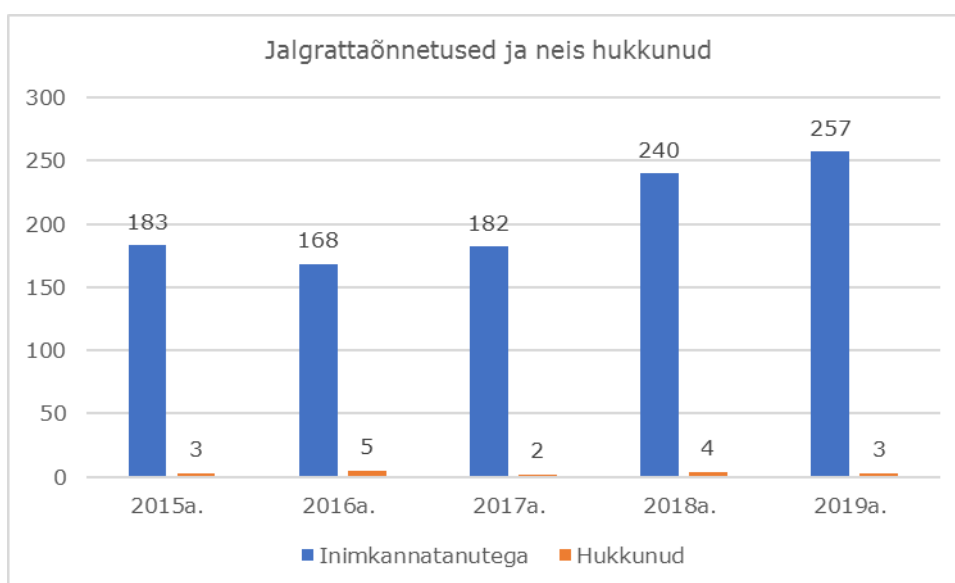
Joonisel (Joonis 1.7) on toodud jalakäijate ja sõidukite kokkupõrked Eesti suuremate linnade ja maakondade näitel. Harju maakonna statistikas on arvestatud ka Tallinna linnaga. Selle põhjal võib öelda, et õnnetuste arvud on püsivad üsna stabiilsed. Tallinna linnas on võrreldes 2015. aastaga 2019 jalakäijate ja sõidukite kokkupõrgete liiklusõnnetuste arv vähenenud 27 võrra.



Joonis 1.8 Jalakäijate ja sõidukite kokkupõrked väiksemate maakondade näitel [13]

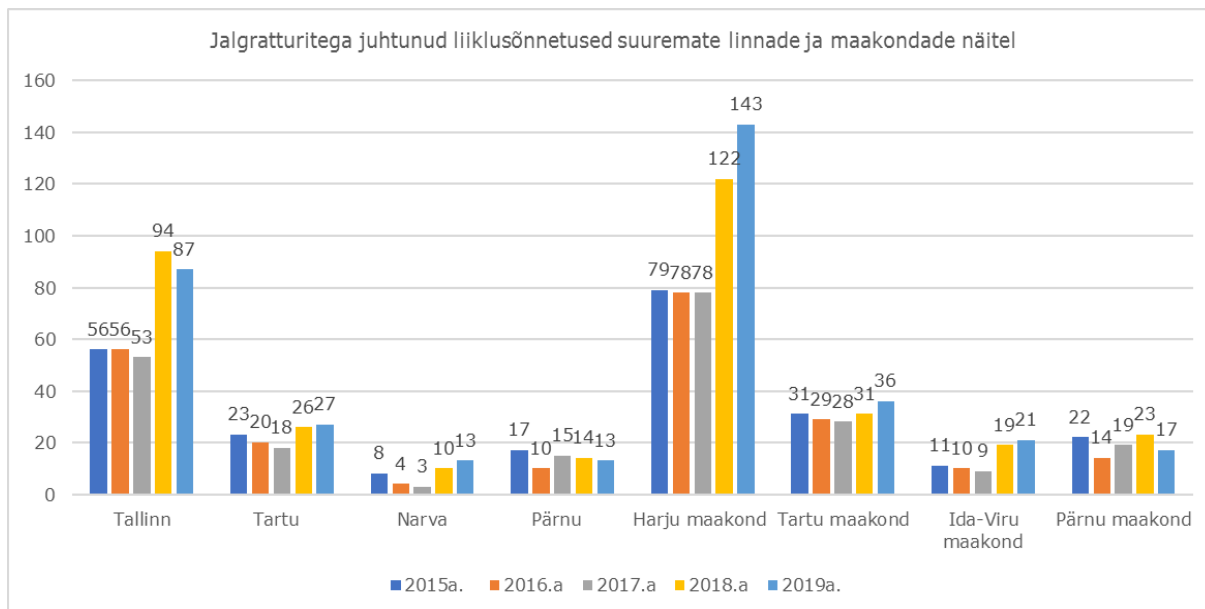
Joonisel (1.8) on toodud jalakäijate ja sõidukite kokkupõrked väiksemate maakondade näitel. Madalate tulemuste poolest hakkab silma Hiiu maakond. Aastatel 2015 ja 2016 oli õnnetuste arv mõne võrra sagedasem, kuid üldiselt on püsinud stabiilsena.

Edasi on kirjeldatud viimase viie aasta jalgrattaõnnetuste statistikat. Saab sarnaselt jalakäijate liiklusõnnetustele ülevaate, mis on nende aastate jooksul enim muutunud. Eesmärk on juhtida tähelepanu liiklusohutusele.



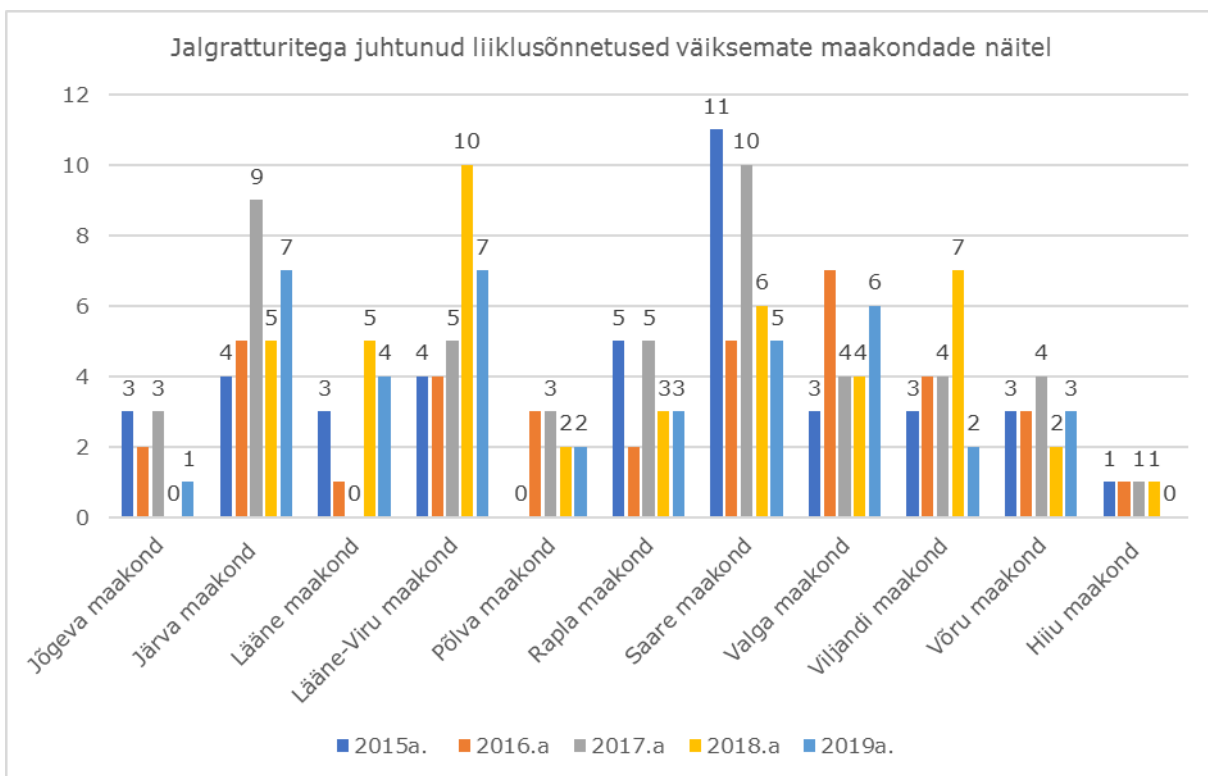
Joonis 1.9 Jalgrattaõnnetused ja neis hukkunud [13]

Sellel joonisel (Joonis 1.9) on kirjeldatud jalgrattaõnnetusi ja neis hukkunud. Jalgrattaõnnetuse arv on viimastel aastatel tõusnud. 2015. aastaga võrreldes oli 2019 neid 74 rohkem. See võib olla tingitud kergliiklusvahendite suuremast kasutamisest. Hukkunute arv on läbi aastate püsinud stabiilsena.



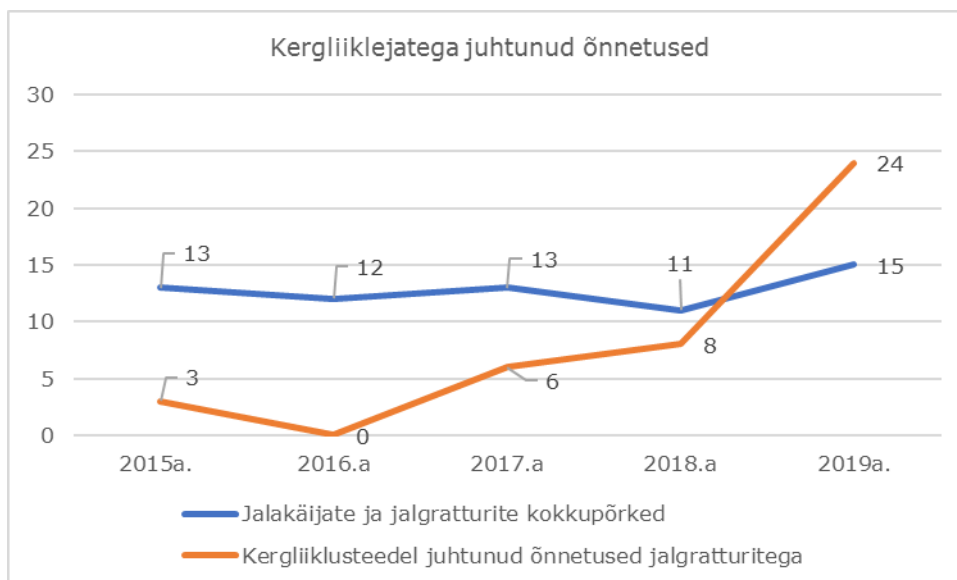
Joonis 1.10: Jalgratturitega juhtunud liiklusõnnetused suuremate linnade ja maakondade näitel [13]

Joonisel (Joonis 1.10) on toodud jalgratturitega juhtunud liiklusõnnetused suuremate linnade ja maakondade näitel. Sarnaselt jalakäijaõnnetuste statistikaga on ka siin Harju maakonnas arvestatud Tallinna linnaga. Eelnimetatud maakond on selgelt teistest ees. Võrreldes 2015. aastaga oli 2019 jalgratturite osalusel juhtunud liiklusõnnetuste arv tõusnud 64 võrra. Ida-Viru maakonnas on nende õnnetuste arv ligi kaks korda suurenenud. Tallinna linnas on samuti toimunud märgatav tõus.



Joonis 1.11 Jalgratturitega juhtunud liiklusõnnetused väiksemate maakondade näitel [13]

Väiksemate maakondade näitel jalgratturitega juhtunud liiklusõnnetuste statistika joonise (Joonis 1.11) põhjal ei näe selget tendentsi. Hiiu maakonnas on sarnaselt jalakäijaõnnetustele madalamad näitajad kui teistel. Saare maakonnas on viimase viie aasta jooksul õnnetuste arv vähenenud 6 võrra.



Joonis 1.12 Kergliiklejatega juhtunud liiklusõnnetused [13]

Joonisel (Joonis 1.12) on toodud kergliiklejatega juhtunud liiklusõnnetused. Sinise joonega on tähistatud jalakäijate ja jalgratturite kokkupõrked ja punasega on kergliiklusteedel juhtunud õnnetused jalgratturitega. Selle põhjal saab öelda, et

jalakäijate ja jalgratturite kokkupõrked on olnud küllatki samas suuruses, aga kergliiklusteedel jalgratturitega juhtunud registreeritud liiklusõnnetuste arv on viimase viie aastaga märgatavalt tõusnud.

Eelneva statistika põhjal võib väita, et viimastel aastatel on kergliiklejatega juhtunud registreeritud liiklusõnnetuste arv märgatavalt tõusnud. Juhtumite arv on suurenenud ka kergliiklusteedel. Enim on tõus olnud Harjumaal ja Tallinnas. Väiksemates maakondades on arvud püsinud aastate lõikes stabiilsemad. Tasub rõhutada, et tegemist on fikseeritud olukordadega, kuid paljud kergliiklejatega juhtunud kergemad vigastused ei satu andmebaasidesse. Kuna täpne liiklusõnnetus põhjuste statistika puudub, siis ei saa välistada, et oma roll on ka äärekivil.

2. NÕUDED ÄÄREKIVIDELE

Peatüki esimeses pooles on toodud äärekividele esitatavad projekteerimisnõuded. Saab põgusa ülevaate äärekivi nõuetest seoses teepäraldiste, tehnovõrkude, teepiirete ja rajatistega. Teises osas on kirjeldatud loodus- ja betoonäärekivi materjalide ja paigaldusega seotud nõudeid. Viimasena on süvistatud äärekivide soovituslik paigaldusjuhend.

2.1 Projekteerimisnõuded äärekividele

Projekteerimisnõuded tulenevad suuresti sellest, mis funktsiooni konkreetselt äärekivi täidab. Linnatingimustes projekteerides tuleb lähtuda standardi EVS 843:2016 „Linnatänavad“ tingimustest. Järgnevalt on toodud erinevatele funktsioonidele tuginedes põhilised äärekividega seotud nõuded, mis peavad olema täidetud.

2.1.1 Äärekivi kõrgus

Äärekivi kõrguse valikul tuleb lähtuda projekteerimise lähtetasemest ja tänavaliigist. Tabelis (Tabel 2.1) on toodud nõutud äärekivide kõrgused linnatingimustes. Seejuures peab arvestama, et kivi kõrgus peab olema mugav ja ohutu nii jalgratturitele, vaegnägijatele, lapsevankriga liiklejatele kui ka vanuritele. [1] Linnatänavate standardi puhul tuleb lähtuda ilma piisava põhjenduseta lähtetasemest „hea“.

Tabel 2.1 Äärekivi kõrgused linnatingimustes, cm

Tänav	Hea	Rahuldav	Erandlik
Põhimagistraal	12	10	8
Jaotusmagistraal	12	10	8
Kohalik jaotustänav	12	10	8
Körvaltänav	8	10	12
Kvartalisisene tänav	0	8	10
Sild ja estakaad	15	12 või 20	30*

30*- sillal puuduva pörkepiirde korral peab äärekivi kõrgus olema 30 cm. [1] Võib järeldada, et tingimustel „hea“ ja „rahuldav“ on pörkepiire olemas. Võib arvata, et äärekivi kõrgus on ilmselt seepärast valitud selline, et viia sillalt või estakaadilt väljasõidu ohtu minimaalseks.

Erinevatel asutustel on oma nägemus sobivatest äärekivi kõrgustest. Enam jaolt nende arvamused ühtivad, aga on väikeseid erinevusi. Siinkohal tuleb kindlasti mainida, et oma osa on projekteerimisel kui ka ehitusobjektile viibivatel ja vastutavatel isikutel. Järgnevalt on esitatud tabel (Tabel 2.2), kus on toodud põhilised äärekividele esitatavad kõrguslikud nõuded erinevate organisatsioonide poolt.

Tabel 2.2 Äärekivi kõrgustele esitatavad nõuded, mm

Nimetus	Tallinna linna nõuded [14]	EVS Linnatänavad [1]	MAA-RYL 2010 [15]
Äärekivi kõrgus kõnnitee esiservas	5-15	10-20	Kuni 30 ja lubatud hälve -10
Äärekivi kõrgus kergliiklustee esiservas	5-15	0-10	Kuni 10 ja lubatud hälve -10
Äärekivi kõrgus mahasõidul	30-40	Min 50	Kuni 30 ja lubatud hälve +-10
Äärekivi kõrgus parklates	-	Invaliidi parkimiskoha ja kõnnitee vahel kuni 30	-

Tabeli (Tabel 2.2) põhjal võib väita, et suures pildis on nõuded sarnased. Esineb üksikuid väiksemaid erinevusi, aga vahed on väikesed. Autori hinnangul võiks jalgrattaraja äärekivi esiserva kõrguseks olla 0 mm ja tuleks kaaluda EVS Linnatänavate standardis krundile sissesõidu äärekivi kõrguse sõnastuse muutmist.

Standardi tekstis on kirjas: „Krundile sissesõidul tuleb äärekivi kõrgust vähendada kuni viie sentimeetrini“. [1] Pigem võiks kasutada varianti, et äärekivi kõrgus mahasõidul peab olema viis sentimeetrit.

Tee-ehitamise kvaliteedi nõuetes on kirjeldatud, et äärekivi kõrgus võib projektsest erineda kuni 10 mm. [2] Võib väita, et tuleb lähtuda projektis nõutud tingimustest. Kui projektis on äärekivi kõrgus märgitud näiteks 10 mm, võib see tegelikkuses olla ministri määruse järgi ka 0 või 20 mm. Ettepanek oleks muuta nõuetes äärekivi kõrguse lubatavat tolerantsi kõnnitee ja kergliiklustee esiservas ja määrata selleks kuni 5 mm.

Pimedate liit on koostanud juhendi, kuidas muuta nägemispuudega inimeste liikumiskeskond ohutumaks. Kergliiklusteel peaks jalakäijate ja jalgratturite teesad olema teineteisest eraldatud, kas erineva pinnakatte ja vähemalt 26 mm kõrguse äärekiviga või reljeefse ja kontrastse eraldusribaga. Kergliiklusteede äärekivi kõrgus peab olema vahemikus 26–30 mm, et seda oleks võimalik eristada. Ülekäiguraja kohal peab kasutama madaldatud äärekivi, mille kõrgus on 26-40 mm. Kasutada võib ka lauget kaldplaatidega lahendust. [16] Andmed põhinevad 2016. aastal tehtud juhendist. See võib olla põhjus, miks paljudes projektides seni kõiki ettepanekuid pole jõutud realiseerida. Äärekivi kõrguse suhtes tuleb arvestada ka teiste liiklejatega. Ratastooliga 40 mm äärekivist üles sõita võib olla vaevaline ja ohtlik tegevus (Joonis 1.3). Pakutavad laued kaldplaadid tundub hea lahendus. Praegusel ajal on linnapildis näha paljudel

kergliiklus- ja kõnniteedel pimedatele mõeldud taktiliseid lahendusi, mis lihtsustab ristuva tee ületamist.

Jalgrattastrateegia järgi tuleks äärekivide ületamist ristimikul võimalusel vältida, kuna see tekitab ebamugavust ja hajutab tähelepanu. [17] Tasub märkida, et juhend keskendub peamiselt rattateedel toimuvale. Tasapinnas äärekivi või selle puudumine võib vähendada liiklusohutlikke olukordi.

Seega on äärekivide kõrguse osas arvamusi erinevaid. Arvestada tuleb kõigi liiklejate vajaduste ja ohutusega. Ettepanekute jaotises (3.1 Äärekivide kasutamine) on toodud üks võimalik lahendus.

2.1.2 Nõuded teepiirdesüsteemidele

Selles jaotises on kirjeldatud teepiirdesüsteemidele ja äärekividele esitatavaid nõudeid. Keskendutud on linnatingimustele ja seetõttu võivad need mõnevõrra maanteed normidest erineda.

Teepiirdesüsteemide hulka kuuluvad pörkepiirded, pörkeleevendid, käsipuud ja muud kaitserajatised. Põhiülesanded on tagada liikleja teelpüsimine ja leevendada õnnetuste tagajärgi nii palju, kui on võimalik. [1] Selle põhjal võib väita, et tegemist on ohutuse seisukohast väga olulise süsteemiga (Joonis 2.1). Kuna piire on ka ise ohtu põhjustav päraldis, siis üldine ideoloogia lähtub kavandamisel sellest, et projekteeritud element väldib veel suurema kahjustuse ärahoidmise.



Joonis 2.1 Teepiirdesüsteem Mustamäel Ehitajate teel, autor Liivar Laks

Joonisel (Joonis 2.1) on näide teepiirdesüsteemi kasutamisest. Antud alal on lubatud suurim sõidukiirus 50 km/h. Kõnnitee on vahetult sõidutee servas ja neid eraldab äärekivi, pörkepiire ja puitprussid. Ühest küljest peaks antud lahendus takistama

mootorsõiduki väljasõitu sõiduteelt vältimaks otsasõitu kergliiklejatele ja ka sõiduki enda allarullumist kergliiklustee taga olevast järsust ja kõrgest nõlvast. Teisalt peaks see takistama jalgratturi väljasõitu kergliiklusteelt sõiduteele. Eriti mäest alla tulles võivad olla kiirused suured ja juhitavus võib kergesti kaduda. Tavapiirde tagumisele küljele jäävad postid, mis on kergliiklejate jaoks ohtlikud ning seetõttu paigaldati kaitsvad puitprussid. Sisuliselt ei tohiks sellist asja teha, sest tänu sellele ei vasta piire enam sellele antud sertifikaadile. Piirde jäikus on suurem ja sissesõidu korral võib puitprussi purunemine kujutada kergliiklejatele suurt ohtu.

Järgnevalt on toodud peamised alad, kuhu paigaldatakse teepiirdesüsteemid. Tavaliselt on nendeks ohtu kujutavad alad. Need võivad olla: varisemisohtlik rajatis, kõrval asuv intensiivselt kasutatav peatumisala, kergliiklustee, müratõkkesein, deformeeruv takistus, mulde nõlv kõrgusega üle 3 m ja järsem kui 1:3, süvend järsem kui 1:3, sõidusuunaga ristuvad kraavid ja muu sarnane. [1] Võib väita, et eesmärk on suurendada liiklejate ohutust.

Järgnevas tabelis (Tabel 2.3) on toodud sõidutee välisserval pörkepiirde ja äärekivi kõrgusega $h > 7,5$ cm kasutamise korral minimaalsed takistuse kaugused äärekivist. [1]

Tabel 2.3 Takistuste kaugus äärekivist, m

Suurim lubatud kiirus, km/h	Hea	Rahuldav	Erandlik
60	2,5	1,5	1,0
70	3	2,0	1,0
80	3,5	2,5	1,5

Järeldus on, et mida suurem on lubatud sõidukiirus, seda suurem peab olema ka äärekivi ja takistuse vaheline kaugus. Kiiruse kasvades nägemisväli kahaneb ja õnnetusse sattumise oht kasvab. Suurema kiiruse korral on üldjuhul vigastused tõsisemad ja aega reageerimiseks jääb vähem. Erinevus on ka lähtetasemete kauguste osas. Lähtuma peaks tingimusest „hea“. Võib väita, et taseme „erandlik“ korral on oht tunduvalt suurem.

Järgnevas tabelis (Tabel 2.4) on toodud järsu nõlva või üle ühe meetri sügavuse veekogu ja sõidutee välisserval oleva pörkepiirde ja äärekivi kõrgusega $h > 7,5$ cm kasutamise korral minimaalsed takistuse kaugused äärekivist. [1]

Tabel 2.4 Järsu nõlva või üle ühe meetri sügavuse veekogu kaugus äärekivist, m

Suurim lubatud kiirus, km/h	Hea	Rahuldav	Erandlik
60	7,0	6,0	4,5
70	7,5	6,5	5,0
80	8,5	7,5	6,0

Järeldus on sarnane eelnevale. Siinkohal tuleb märkida, et tegemist on ohtlikuma takistuse liigiga, mistõttu on minimaalsed nõutud kaugused tunduvalt suuremad. Projekteerides peab nendele aspektidele liiklusohutuse seisukohast kindlasti palju tähelepanu pöörama.

2.1.3 Nõuded teepäraldiste tugikonstruktsioonidele

Linnatingimustes on erinevaid aspekte, millega maanteedel nii tihti kokku ei satuta. Sellest hoolimata peab kursis olema äärekivi ja erinevate postide ning võimalike teiste takistuste vahelise kauguse nõuetega, et vältida hilisemaid arusaamatusi ja tööde ümbertegemisi.

Linnas võib suurima lubatud kiiruse 50 km/h korral äärekivi esiserva ja foori, konsooli/portaali või valgustusposti minimaalseks kauguseks olla 0,3 m. Lubatud kiirusel kuni 50 km/h, võib äärekivi kõrgusega $h > 7,5$ cm keskeraldusribale ehitada foori, konsooli/portaali või tänavavalgustusposti, mille minimaalne kaugus äärekivi esiservast on 0,5 m. [1] Siinkohal võib väita, et vähem oluline ei ole ka posti ja kergliiklustee vaheline kaugus.

Äärekivi esiserva ja tänavavalgustuse masti välispinna kaugus peab olema suurima lubatud kiiruse 50 km/h korral järgmine:

- kõnniteel ja jalgrajal 0,25 m;
- kergliiklus- ja jalgrattateel 0,5 m;
- ülejäänud tänavatel ja kergliiklusteel 0,5 m;
- põhi- ja jaotusmagistraali ning veotänavatel 0,75 m;
- jaotustänaval 0,5 m;
- parklas 0,75 m. [1]



Joonis 2.2 Portaali- ja valgustuspost Gonsiori tänaval, autor Liivar Laks

Joonisel (Joonis 2.2) on toodud näide alast, kus lubatud suurim sõidukiirus on 50 km/h. Vasakul on kujutatud muutsuunaliikluse portaalposti kergliiklusteel jalgratturi ja

jalakäija liiklusala eraldusribal. Paremalt on tänavavalgustuspost keset jalakäija liiklusala. Kindlasti on oma roll kitsal linnatänaval, aga alati on olemas erinevaid lahendusi ja võimalusi. Praegusel juhul võivad mõlemad lahendused osutada liiklejatele ohtlikuks, kuid vasakul olev variant on mõne võrra parem. Üks võimalik variant vasakul oleks olnud portaali asemel kasutada konsoolkandurit. See tähendab, et praeguse kahe posti asemel oleks ainult üks, mis asub teiselpool sõiduteed haljasalal. Variant oleks olnud paigaldada postid ka tugimüüri taga olevale alale. Paremalt oleks saanud valgustusposti kavandada eraldatuna parkimisalale. Siinkohal võib väita, et projekteerimisel tuleb teha suuremat koostööd erinevate osapooltega, et leida parim lahendus.

2.1.4 Nõuded tehnovõrkudele

Linnatingimustes on ka palju erinevaid tehnovõrke. Kõigi valdkondade esindajatega tuleb iga projekt individuaalselt kooskõlastada. Sellest olenemata tuleb ehitusplatsil tihtipeale ette ootamatusi, mida pole kusagil joonisel kajastatud. Järgnevalt on kirjeldatud mõningad tehnovõrkude ja äärekividega seotud nõuded.

Soovitav oleks kasutada varianti, kus sademevesi juhitakse teelt ära süsteemiga, mis asub äärekiviliiniga ühel joonel. Selleks on kõige tavalisem neelukaevu lahendus. Kui seda pole võimalik paigaldada, siis on alternatiiv sõidutee rentsliisse kavandatavad restkaevud. Restkaevu luugiserv ei tohi äärekivist olla kaugemal kui 5 cm. Luugi ribi suund peab olema risti sõidusuunaga. Külgsissevooluga tüüpi kaevudel tuleb luugid paigaldada äärekiviga samale kõrgusele ja joonele. Kindlasti tuleb arvestada, kuidas hakkab välja nägema hilisem hooldus. [1] Järgnevalt on toodud sademeveekaevude projekteerimise kohta üks ebaõnnestunud näide (Joonis 2.3).



Joonis 2.3 Jalgrattatee Gonsiori tänaval, autor Liivar Laks

Vasakul on kujutatud äärekiviliinile projekteeritud neelukaevu. Selle ava on tunduvalt madalam kui tavaliselt ja tõenäoliselt täidab see ka oma funktsiooni mõnevõrra

halvemini. Olukorra muudab ohtlikuks kergliiklustee ületuskoha ja allalastud äärekivi ulatuse mittevastavus. Paremal on kujutatud restkaevu kergliiklustee alal. Selline lahendus võib olla samuti ohtlik. Jalgratturid võivad peenikese rehviga rentsilisse kinni jääda ja kukkuda. Sellest võib järeldada, et erinevaid seoseid pole osatud kuigi hästi tajuda.

Sarnaselt teistele lahendustele on üldised äärekivi kaugused toodud ka tehnovõrkudele. Tabelis (Tabel 2.5) on toodud sõidutee äärekivi esiserva ja erinevate tehnovõrkude minimaalsed kaugused. [1]

Tabel 2.5 Sõidutee äärekivi esiserva ja tehnovõrgu puhasvahe, m

Tehnovõrk	Sõidutee äärekivi esiservani
Kaugküttetoru	1,5
Kanalid, tehnovõrgu tunnelid	1,5
Isevoolne kanalisatsioon	1,5
Veetoru ja survekanalisatsioon	1,5
Kaablid kanalita paigutamisel	1,5
Drenaaž	0,4
Gaasitoru survega kuni 5 MPa	1,5
5 MPa kuni 16 MPa	1,5

Selle põhjal võib väita, et tehnovõrgud, mis on ühiskondlikult olulise tähtsusega igapäeva elu toimimiseks, tuleb rajada äärekivi esiservast minimaalselt 1,5 m kaugusele. Drenaaž, mida kasutatakse enamjaolt piirkonna veetaseme alandamiseks, on lubatud rajada ainsana minimaalselt 0,4 m kaugusele.

2.2 Tolerantsid betoon- ja loodusäärekivi tootmisel

Järgnevas alapeatükis kirjeldatakse erinevaid tolerantside nõudeid tootmisel nii loodus- kui ka betoonäärekivile. Esmalt on toodud üldised nõuded ja seejärel omavaheline võrdlus. Eesmärk on anda nõuetest ülevaade.

2.2.1 Üldist

Selles jaotises on toodud üldised nõuded, mis on seotud loodus- ja betoonäärekivide standarditega. Eesmärk on anda ülevaade tootmise peamistest nõuetest. Standardid on mõnevõrra erinevad, kuid põhimõte on sarnane.

Järgnevad standardid ei käsitle äärekivide välimust ja kombitavust. Samuti ei hõlma see elementide kujule, mõõtmetele ja ristlõikele esitatavaid nõudeid. Standardis on toodud

lubatavad tolerantsid. Materjalide sobivusnõuded peavad olema esitatud tootmisohje dokumentatsioonis. [18]

Täna välisilme loomisel on oluline, et materjalid ja nõuded oleksid ühes piirkonnas samad. Kui ühel objektil kasutada näiteks erinevate tootjate äärekive, mille mõõtmed ei kattu, siis võib see halvemal juhul tekitada liiklusohutlikke olukordi. Visuaalselt pole ka selline linnapilt kõige esteetilisem ja ei jäta head muljet. Samuti peaksid olema värvus ja teised omadused küllaltki sarnased, kui just mingitel konkreetsetel põhjustel ei soovita tekitada kontrasti. Alati tuleb läbi mõelda, kuidas hakkab välja nägema hilisem hooldus. Tavaliselt on see tootja poolt paika pandud. Vähem tähtis pole materjalide vastupidavus nii koormusele kui ka kliimatilistele tingimustele. Järgnevalt loetelust keskendutakse peamiselt mõõtmete tolerantsidele.

Äärekivide omadused esmastel tüübikatsetustel:

- petrograafiline kirjeldus;
- mõõtmed;
- tolerantsid pinnamõõtmel;
- piirtugevus ja paindetugevus;
- paindetugevuse kestvus külmutussulatus-tsüklitel tavaolukorras;
- paindetugevuse kestvus külmutussulatus-tsüklitel jäätumisvastaste soolade esinemise tingimustes;
- veeimavus;
- näivtihedus ja avatud poorsus;
- ohtlikud ained. [19]

Tootja peab esitama äärekivi nimimõõtmed, milles on toodud toote maksimaalne ja minimaalne mõõde. Mõõtmisel tuleb arvestada vuukide ja tolerantsidega. Raadiusega äärekivi otsad peavad olema radiaalsed. Kaarjate äärekivide kogupikkuse mõõtmisel ei arvestata servadesse jäävaid vuuke. [19]

Erilise pinnafaktuuri olemasolul, peab tootja esitama vastava kirjelduse. Kui olulisi erisusi ei leita, siis on toote vastavus tõendatud. Pinnafaktuuri võib mõjutada kivistumistingimuste varieerumine ja täitematerjali omadused, mida ei peeta üldjuhul määravaks. Tootja poolne otsus on, kas teha värvilisena kogu äärekivi või ainult kattekiht. Sobivaks loetakse proov, mille võrdlemisel teiste katsekehadega ei leita olulisi erinevusi. Värvuse varieeruvus võib olla tingitud täitematerjali omaduste ning kivistumistingimuste varieeruvusest, kuid mis ei vähenda materjali põhiomadusi. [18] Selle põhjal võib väita, et värvilisena tehtud äärekivi on kindlam valik. Kattekiht võib liikluse käigus tihti viga saada. Kui ainult pealmine kiht on värviline ja alumine mitte, siis hakkab erinevus rohkem silma ja ei jäta kõige esteetilisemat pilti.

Äärekivi faktuur, soonilisus, värvus tuleb konstateerida visuaalselt. Selle tõestamiseks võetakse etalonproov, mis kirjeldab üldist välimust. Proov peab sisaldama piisavas koguses äärekive tükke, mis sobiksid üldise välimuse hindamiseks. Selle alusel peab saama hinnata värvust, pinnaviimistlust, struktuuri ja soonilisust. Etalonproov peab näitama kivile iseloomulikke näitajaid, nagu näiteks roosteplekid, klaasjad vahekihid, täpid ja kristalliseerunud sooned. Loomulikke erisusi võib tarne ja proovi vahel alati esineda. [19]

Proovil olevaid karakteristikuid tuleb käsitleda kui kivile omaseid ja seetõttu ei saa see olla vastuvõttust keeldumise põhjuseks, kui neid ei esine just liigselt palju, mis hakkaks peamiseid omadusi halvendama. Proovide võrdlemisel tuleb toote- ja etalonproovi võrdlemisel märkida välja kõik nähtavad erinevused. [19]

Pealispinnal ei tohi esineda kestendumist ja pragunemist. Äärekividel, millel on rohkem kui üks kiht, ei tohi esineda kihtide eraldumist. Kirme tekkimist ei loeta kahjustavaks ja seda ei peeta oluliseks sümptomiks. [18] Seega ei tasu iga väikese kivimil oleva täkke pärast materjali kõlbmatuks lugeda. Tähtis on, et peamised nõutud omadused oleksid täidetud.

Fillerite, parandussegude, keemilise töötuse ja teiste sarnaste kasutamine, mis võivad muuta kivimi füüsikalisi omadusi, tuleb eelnevalt kooskõlastada. Katsekehades peab olema esindatud kõik tootele rakendatud meetmed. [19] Kivimi koostisosad peavad olema teada, kuna sellest sõltub, kuidas materjal erinevates olukordades käitub.

Äärekivid peavad olema enne pakkimist puhtad. Pakend peab katma kive selliselt, et vältida vigastusi transpordil, ladustamisel ja teistel sarnastel toimingutel. Tuleb jälgida, et äärekivid oleksid korralikult kaitstud ja ladustatud viisil, mis nende omadusi ei kahjustaks. [19] Soovituslik on alati järgida tootja poolseid juhiseid.

2.2.2 Nõuete võrdlus loodus- ja betoonäärekivide tootmiseks

Järgnevas jaotises on toodud loodus- ja betoonäärekivide tootmisnõuete võrdlus. Eesmärk on anda ülevaade, mis on nende erinevus. Toodud on äärekivide tootmisel olevad tolerantsid mõõtmetele.

Looduskivist äärekivide standard EVS-EN 1341:2012 „Looduskivist sillutusplaadid välissillutiseks. Nõuded ja katsemeetodid“ käsitleb katsemeetodeid ja toimivusnõudeid. Järgnevalt on toodud loodusäärekivide tootmisel mõõtmetele kehtestatud tolerantsid. Täisnurksete ja sirgete äärekivide pindu mõõdetakse pealispinnaga risti. Nõutud

tolerantsid sirgetele pindadele on toodud tabelis (Tabel 2.6). [19] Tabeli põhjal võib öelda, et töödeldud äärekividel on tolerantsid väiksemad kui masintöödeldud kivil.

Tabel 2.6 Looduskivist sirgete äärekivide pindade tolerantsid, mm

Nimetus	Töödeldud	Masintöödeldud/tahatud
Kaardumus	±5	±10
Serva sirgus risti	±3	±6
Serva sirgus paralleelselt	±3	±6
Täisnurksus	±5	±5
Kui peab olema täisnurkne	±7	±10

Betoonäärekivide standard EVS-EN 1340:2003+AC:2006/AC:2014 „Betonist äärekivid. Nõuded ja katsemeetodid“ määrab ära põhilised katsemeetodid ja toimivusnõuded. Sarnaselt loodusäärekividele on ka siin toodud tolerantside nõuded. Sirgete servade ja tasapinnaliste pindade lubatavad hälbed on toodud tabelis (Tabel 2.7). [18] Selle põhjal võib väita, et tolerantsid on samas suurusjärgus töödeldud loodusäärekividega.

Tabel 2.7 Sirge betoonäärekivi servade ja tasapinnaliste pindade tolerantsid, mm

Mõõtmisbaas	Sirguse ja tasapinnalisuse hälve
300	±1,5
400	±2,0
500	±2,5
800	±4,0

Loodusäärekivi pindadel ei tohi olla nähtavaid puurimisjälgi. Äärekivi lohkuudele ja muhkudele on samuti kehtestatud piirmäärad. Tahatud kivi otsa ebatasasuste suurus ei tohi ületada 5 mm. Tolerantsid äärekivi pinna ebatasasustele on toodud järgnevas tabelis (Tabel 2.8). [19]

Tabel 2.8 Looduskivist äärekivide pinna ebatasasuse lubatud hälbed, mm

Nimetus	Esi- ja tagapind	Otspind
Peentöödeldud	±3	±3
Jämetöödeldud	+5, -10	+3, -10
Masintöödeldud/tahatud	+10, -15	+3,-10

Neist kõige nõudlikumad tolerantsid on peentöödeldud äärekividel. Jämetöödeldud äärekividel on vahepealsed ja masintöödeldud kivil suurimad lubatud tolerantsid. Kusjuures otspinna tolerantsi nõuded on jäme- ja masintöödeldud kivil võrdsed. Seega kõige täpsemad tulemused peaksid teoreetiliselt tulema peentöödeldud ja vähem täpsemad tahatud äärekividel.

Järgnevas tabelis (Tabel 2.9) on toodud betoonäärekivide lubatavad pinna, pikkuse ja muude osade ebatasasuse hälbed. [18]

Tabel 2.9 Betoonäärekivide lubatavad tolerantsid, mm

Nimetus	Pikkus	Pinnad	Muud osad
Üldine, %	±1	±3	±5
Minimaalne, mm	4	3	3
Maksimaalne, mm	5	5	10

Betoon- ja loodusäärekivide tootmise lubatud hälvete vahel on erisusi. Enamasti tulenevad need materjali töötlusviisidest. Peamiselt eristatakse kolme liiki loodusäärekive. Nendeks on peen-, jäme- ja masintöödeldud ehk tahatud. Peentöödeldud äärekivil on hälbed karmimad kui jäme- ja masintöödeldud kivil. Betoonäärekivil on tootmisel lubatavad tolerantsid samas suurusjärgus peentöödeldud loodusäärekividega.

2.3 Nõuded äärekivide paigaldamiseks

Selles jaotises on kirjeldatud äärekividele esitatavad paigaldusnõuded. Esmalt on üldised ja hiljem on toodud raadiusega ja liimitavate äärekivide nõuded. Kirjeldatud on, kuidas võiks välja näha üldine süvitatud äärekivide paigaldamine. Siiski tuleb sellesse suhtuda kriitiliselt ja lähtuda projektis olevatest nõuetest.

2.3.1 Üldist

Äärekivide paigaldamine peab toimuma vastavalt projektile. Konstruktsioon peab olema enne koormamist saavutanud nõutava tugevuse. Katkised ja vigastatud äärekivid tuleb välja vahetada. Müra ja tolmu vältimiseks tuleb kasutada vastavaid abimeetmeid. [15]

Äärekive on suure kaalu tõttu soovitatav paigaldada vähemalt kahekesi ja kasutada tõstmiseks spetsiaalseid abivahendeid. Suurest käsitöö mahust tingituna on vaja ohutustehnikale mõnevõrra rohkem tähelepanu pöörata kui paljude teiste tööoperatsioonide puhul. Äärekivide käitlemisel peavad olema töökindad. Müra eest kaitseks tuleb kasutada kaitseprille ja kuulmiskaitsevahendeid. Lõikamisel tuleb tolmu vähendamiseks kasutada piisavas koguses vett. [7] Objektile käies on kahjuks olukord tihtipeale teine. Äärekivi paigaldajad tõstavad üksinda kive ja võivad sellega endale liiga teha. Üldiselt kasutatakse töökindaid, kuid teiste kaitsevahendite kasutus on harv. Iga tarnepartiid tuleb kontrollida dokumentide alusel ja visuaalselt nii laoplatsil kui ka paigaldamise ajal. Vajadusel mõõdetakse äärekivi mõõtmed kohapeal üle. Kui

silmnähtavaid puudusi või muid tähelepanekuid ei ole, siis on tooted lubatud paigaldada. [15] Konsulterides äärekivide paigaldajatega, siis võib väita, et betoonäärekivide mõõtmete ja värvuse puhul enamasti olulisi erinevusi ei esine. Tardkiviäärekivide puhul on Hiinast tuleva toodangu puhul märgatud rohkem ebaühtlust. Soome tooteid on Tallinna linna tänavatel viimastel aastatel vähem paigaldatud. Väiksemate ebaühtluste korral annab kive üldjuhul paigutada selliselt, et probleeme ei tohiks tekkida. Suuremate ebataasuste korral teostatakse eelsorteerimine. Võib väita, et seda on tulnud rohkem teha Hiina toodangu puhul, kuna kvaliteet on rohkem kõikunud.

Transpordialused tuleb ladustada tasasele pinnale. Ehitusplatsile toodud äärekivid tuleb võimalikult kiiresti vabastada transportkilest. Kivide pinnal olevad õli- ja rasvapekid ei kahjusta toodet. Plekk tuleb eemaldada värskelt, et mustus ei imenduks sisse. Eemaldamiseks on sobilik kasutada saepuru, paberit või mõnda muud imavat materjali. Kivipind tuleb pesta kuuma veega harjates või survepesuriga. Võib kasutada nõudepesuvahendit, kuid peale seda tuleb pind korralikult ära loputada, sest muidu on oht, et võib mõjuda betooni struktuurile. Lumi, jää ja sammal eemaldatakse üldjuhul mehaaniliselt, vältides kivide kriipimist ja kahjustamist. Vigastuste tekkimise korral võib kivi olla vastuvõtlik külmakahjustustele. Soovitav on kasutada spetsiaalseid betoonile sobivaid tõrjeaineid. [20] Kõik, mis puutub erinevatesse vahenditesse ja meetoditesse peab olema kooskõlas tootjapoolsete juhistega.

2.3.2 Nõuded raadiuste kujundamiseks

Nõudeid raadiuste kujundamiseks on erinevaid. Kohapeal sirgetest kividest kõverike moodustamine võib jääda visuaalselt nurgelisem ja kohmakam. Piisavalt suure raadiuse puhul on võimalik standardpikkusega äärekivi kõõludest kujundada sujuv kõverik. Selles jaotises on toodud peamised kumerate betoon- ja loodusäärekivide nõuded. Joonisel (Joonis 2.4) on näide raadiusega loodusäärekividest.



Joonis 2.4 Loodusäärekivid Männiku teel, autor Liivar Laks

Kumerat betoonäärekivi kasutatakse raadiuse korral, mis on väiksem kui 6 m. 6-12 m kumeruse korral tuleb paigaldada kuni 0,5 m sirgete või faasitud otstega kive. Üle 12 m korral kasutatakse 1 m sirgeid äärekive. Teehoolduse lihtsustamiseks tuleb kivide otsad ära pöörata või süvistada. [15] Võib väita, et viimati mainitute eesmärk on ka üldise liiklusohutuse tõstmine. Otste ära pööramist ja süvistamist esineb tavaliselt sirgetel äärekivi alguse ja lõpu lõikudel, et suurendada otsa sõidu korral ohutust.

Loodusäärekivide puhul kasutatakse kumeraid kive, kui raadius on alla 12 m. Otstesse võib jätta kuni 10 mm pilu, lõigatud servade vahele 2-4 mm vahe. Looduskivist äärekivi liitumisel kivi- või plaatkattega ei tohi äärekivi kõrgeima tagaserva pinnal olla üle 5 mm sügavusi ebatasasusi, mis on toote paksus +10 mm liituvast pealispinnast. [15] Võib väita, et üldised nõuded nagu kivide otste ära pööramine ja vahed on betoon- ja loodusäärekividel samad.

Tallinna linnas on nõutud kasutada alla 4 m raadiuste korral kuni 0,5 m pikkuseid kumeraid äärekive. Kõveratel ei tohi äärekivide vaheline vuuk olla suurem kui 10 mm. [14] Võib väita, et selline sõnastus pole kõige parem. Sellisel juhul ei ole ära määratud kumera äärekivi minimaalne pikkus.

Liimitavate äärekive puhul tuleb kasutada raadiustel kuni 10 m nõgusaid äärekive. Üle 1500 a/ööp liiklussagedusega teedel tuleb kohtades, kus lumesahk võib kahjustada äärekivi kvaliteeti, paigaldada otstesse kahe kivi ulatuses tardkivist äärekivid. Tavaliselt on nendeks kohtadeks mahasõidud, liiklussaared, bussiplatvormi algused. [21] Võib väita, et tardkivid peavad nimetatud tingimustes paremini vastu.

Kumerusega üle 10 m ja sirgete äärekivide paiknemist ja kõrgusi kontrollitakse iga 10 m tagant. Alla 10 m raadiusega äärekive kontrollitakse 2 m järel. Sissesõitudel tuleb mõlemal pool mõõtmisi teostada 0,5 m kaugusel murdekohast. [15] Võib väita, et sellise kontrollimise järel on võimalik saavutada ühtlase laiussega korrapäraseid vuuke.

Äärekivi ja pöördekoridori vahele peab jääma sõltuvalt projekteerimise lähtetasemest nõutud vahe. Minimaalsed kaugused on toodud järgnevas tabelis (Tabel 2.10). Iga ristmiku projekteerimiseks tuleb teha arvutusliku sõiduki valik olenevalt olukorrast, mis sõltub eelkõige vajalikest ohutusvahedest ja lõikuvate tänavate liigist, mis peavad jääma piirete ja äärekivi vahele. [1]

Tabel 2.10 Äärekivi ja pöördekoridori vahele jääv minimaalne vahe

Lähtetase	Hea	Rahuldav	Erandlik
Vahe, m	0,5	0,5	0,25

Selle põhjal võib öelda, et lähtetase „erandlik“ korral võib suurematel mootorsõidukitel äärekivi ja pöörderaadiuse vaheline ala kitsaks jääda, sest pole mõeldav, et igal juhul õnnestub liikuda sama täpsusega.



Joonis 2.5 Lõuka tn ristmik Tallinnas, autor Liivar Laks

Nagu varasemalt mainitud, siis on linnatingimustes soovitatav võimaluse korral lähtuda projekteerimise lähtetasemest „hea“. Joonisel (Joonis 2.5) on tegemist osaliselt eratee lõiguga, kus sirge osa äärekivide vaheline laius on 7 m ja pöörderaadiuse keskmise osa laius ligi 14 m. Enne ristmikku on liiklust rahustav ja kergliiklejate ohutust suurendav künnis. Lõigus kehtib osaliselt lubatud suurim sõidukiirus 20 km/h. Pöörderaadiuse arvestamisel tuleb lähtuda vastava arvutusliku sõiduauto parameetritega.

Võib väita, et peamine erinevus raadiusega betoon- ja loodusäärekivide kasutamise puhul on tingitud kumeruse suurusest. Kindlasti peab lähtuma konkreetsest projektist ja kehtivatest nõuetest. Pöördekoridori ja äärekivi vahele peab jääma nõutud vahe. Pöörderaadiuse projekteerimisel tuleb arvestada arvutusliku sõiduautoga.

2.3.3 Nõuded liimitavatele äärekividele

Liimitavaid äärekive kasutatakse Eestis küllaltki vähe. See võib olla tingitud asjaolust, et enamus kohalikke äärekivi ettevõtteid ei tegele nende tootmisega. Järgnevas jaotises on toodud nõuded liimitavatele äärekividele.

Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti Teehoiutööde täiendavates nõuetes on kirjeldatud, et linnatänavate projekteerimisel ja ehitamisel ei ole lubatud kasutada liimitavaid äärekive. [14] Võib väita, et nende usaldusväärsus pole end linnas tõestanud (Joonis 2.6).

Liimitavate äärekividena kasutatakse otstest sulundatud kive. Haakumise parandamiseks kasutatakse kruntimist. Alus peab olema kuiv, ühtlane ja puhas. [15] Tuginedes kolleegide teadmistele võib väita, et liimitavate äärekivide kasutamise keelu põhjus linnatingimustel on tingitud ebapiisavast vastupidavusest talihooldusele. Kivid võivad paratamatult sahaga pihta saada, kuid süvistatud äärekivid on sellele üldiselt paremini vastu pidanud. Äärkivide välja vahetamisel tuleb vana liim vajadusel üles sulatada ja eemaldada. Liimitavaid äärekive Eestis ei toodeta ja see mõjutab hinda.



Joonis 2.6 Liimitavad betoonäärekivid Tammsaare teel, autor Liivar Laks

Alusele liimitava äärekivi pinna all olevad kuni 5 mm ebatasasused tasandatakse liimiriba abil ja suuremad asfaltbetooniga. Katte pealmisele kihile on liimitavate äärekivide paigaldamine lubatud ainult kohtades, kus ei ole autoliiklust ja kus ei toimu mehhaniseeritud talihooldust. Äärekivid liimitakse katte sellele kihile, mis ulatub tänavate puhul vähemalt 100 mm ja maanteedel korral 200 mm äärekivist väljapoole. Liimitava äärekivi tagumine külg peab eksploatatsiooni ajal jääma toestatuks. Liimimine peab toimuma plusskraadide ja kuiva ilmaga. Liimitavad äärekivid kinnitatakse bituumen- või vaikliimi abil. [21] Selle põhjal võib väita, et liimitavad äärekivid on üldjuhul vastupidavamad, kui need on paigaldatud kattele eelnevatel kihtidel. Selline paigaldusviisi põhimõte on sarnasem süvistatud äärekividega, mis on üldjuhul stabiilsemad. Võimalik, et selline lahendus sobiks ka linna tingimustesse. Lähtuda tuleb tootja poolsetest juhistest.

Tegemist on süvistatud äärekivide paigaldamisest mõnevõrra kergema lahendusega, kuna ei eelda kaevetöid. Võib väita, et antud lahendus sobib väiksema liiklussagedusega aladele. Raadiusega aladele on soovitatav paigaldada tardkiviäärekivid, et vähendada hooldustööde käigus lõhutud elementide arvu.

2.3.4 Soovituslik süvistatud äärekivide paigaldusjuhhis

Tegemist on süvistatud äärekivide tootjate ja paigaldajate kombineeritud paigaldusjuhhisega. Lisatud on mõned ettepanekud nõuetele, mida võiks muuta. Alati tuleb lähtuda projektis nõutavast ja kehtivatest normidest.

Äärekivide paigaldamine algab kõrguste välja märkimisega. Jätkub süvise kaevamisega, mille laius on soovitatav teha minimaalselt 500 mm. Süvise põhja kõrgused mõõdetakse platsi projektpinnast aluskihi, paigalduskihi ja äärekivi vajaliku väljaulatuse kõrguse võrra madalamale. [22]

Äärekivide aluskiht ehitatakse keskmiselt 15-40 cm killustikust fraktsiooniga 8-16 või 16-32 mm. [20] Võib väita, et mida paksem on killustiku kiht, seda tugevam on üldjuhul alus. Kindlasti tasub sellesse piisavalt investeerida, kuna hiljem töid ringi teha võib minna oluliselt kallimaks.

Aluskiht tuleb vastavalt nõuetele tihendada kihtide kaupa. Kõnnitee välimise äärekivi aluse elastsusmoodul peab olema minimaalselt 120 MPa ja sõiduteepoolse äärekivi 140 MPa. [23] Selle põhjal võib väita, et sõiduteepoolne äärekivi saab üldjuhul suuremat koormust kui kõnnitee äärekivi oma.

Sõidutee äärekivi puhul kasutatakse paigalduskihiks muldniisket betooni minimaalse klassiga C16/20. [21] Seda on nõutud Teetööde tehnilises kirjelduses kui ka enamuses uuemates linnas olevates hangetes.

Kihi paksus kivi all on sõltuvalt äärekivi tüübist ligi 50 mm. Betooni pind silutakse nõõri järgi 5-10 mm kõrgemale kivi aluspinnast. [20]

Äärekivid paigaldatakse nõõri järgi. Jälgides nõõri kõrgust ja kaugust, paigaldatakse äärekivi betoonaluse peal õigele kõrgusele kummihaamriga. Kahe sirge äärekivi otsapindade vaheline kaugus on soovituslikult 2-6 mm. Vahet saab määrata õige paksusega elemendi abil. [22]

Kui äärekivid on paigaldatud, siis tuleks nad toetada betooniga ka külgedelt. Äärekivide välisküljele pannakse reeglina betooni kuni poole äärekivini, mis vajutatakse tugevasti kinni. Siseküljele läheb betooni ligi veerand äärekivi kõrgusest. [24]

Paigaldusbetoon saavutab oma põhitugevuse tavaliselt 48-72 h jooksul, mille jooksul ei ole soovitatav läheduses teisi töid teostada. [22] Paigaldusbetooni põhitugevus oleneb jällegi konkreetsest tootja poolsest kirjeldusest. Mõni võib kiiremini oma tugevuse saavutada teine jällegi aeglasemalt.

Paigaldamisel peab lähtuma projektis etteantud kalletest. Kivide asetust kontrollitakse loodiga kivi tagaküljelt vertikaalsihi suhtes ja kivi pealispinnalt horisontaalsihi suhtes.
[20]

Antud juhises on kirjeldatud peamised süvistatud äärekivide paigaldus põhimõtted. Selle põhjal peaks saama neid edukalt paigaldada. Ajas võivad nõuded veidi muutuda, kuid põhimõte jääb siiski samaks.

3. ETTEPANEKUD

Selles peatükis on toodud ettepanekud, mis on seotud äärekivide valiku ja paigaldusega. Saab ülevaate võimalikest alternatiivsetest lahendustest ja nende plussidest ja miinustest. Eesmärk on leida äärekividega seotud probleemidele võimalikke lahendusi.

3.1 Äärekivide kasutamine

Paljud liiklejad teavad, et äärekivide ületamine võib olla paras väljakutse. Mõningatel juhtudel on see osutunud ohtlikuks (Joonis 1.3). Selles jaotises kirjeldatakse viise, mis võivad olukorda parandada.

Kergliiklustee peab sõiduteest olema eraldatud äärekivi, eraldusriba või mõne muu füüsilise vahendiga. Kõnnitee võib jaotusmagistraalil paikneda vahetult sõidutee ääres juhul, kui see on eraldatud äärekivi või mõne muu füüsilise vahendiga. Kohtades, kus sõidutee ei paikne vahetult kergliiklustee või kõnnitee kõrval, sõltub äärekivi kasutamise vajadus eelkõige sademevee juhtimisest ja tänava liigist. [1]

Järgnev joonis (Joonis 3.1) on näide kaasaegsest linnapildist. Tegemist on liikluskeskkonnaga, kus jalgrattateel olevad sõidusuunad on omavahel eraldatud. Jalgrattatee lõikumisel sõiduteedega ei kasutata äärekive ehk üleminek on samas tasapinnas, mida on võimalik näha positsiooni nr 1 lähistel. Kergliiklustee ja kõnnitee kattepinnad on erineva väljanägemisega ja omavahel eraldatud positsioonil nr 5 toodud vahendiga. Kõnniteel on näha kollasega tähistatult erilise pinnakattega riba, mis tähistab kohti enne sõiduteele või jalgrattarajale jõudmist. Selleks võib olla taktiline braikivi (Joonis 3.3) või sarnane toode, mille abil on pimedatel parem orienteeruda. Tuginedes kogemustele võib väita, et kõnnitee äärekivi kõrguseks on sellistel juhtudel kuni 2 cm.

Jalgratturid peavad vöötrajal liikujatele teed andma, mille kohta on ka vastav teekattemärgistus. Joonisel on nr 4 raadiusega äärekivid, mis arvestavad loomulikku sõidusuunda. Positsioon nr 3 tähistab teemärgist, mis annab märku, et teeületusel tuleb peatuda ja veenduda ohutuses. Samuti teekatte märgistus on nr 2, mille eesmärk on juhtida sõidukijuhtide tähelepanu tee-andmise kohustusele. Lisana võiks olla jalgratturite omavaheline teeandmise reegel fikseeritud näiteks liiklusmärgi või samuti teekatte märgistuse abil.



Joonis 3.1 Ristmiku lahendus [25]

Võib väita, et see on küllaltki hea ristmiku lahenduse näide, millest tasuks ka Eestis õppust võtta. Eelnevale tuginedes on toodud mõningaid näiteid ja analüüsitud võimalikke probleeme, mis võivad antud joonisel olevatest olukordadest tekkida.

3.1.1 Negatiivne näide

Järgneval joonisel (Joonis 3.2) on näide sellest, kus äärekivid on uputatud ehk sõiduteega samas tasapinnas. Sõiduteele on tekkinud lomp. Kergliiklustee kalle on sõidutee suunas ja sademevesi peaks sealt edasi liikuma äärekiviliinil olevasse neelukaevu. Väikese sõidutee pikikalde juures on keeruline vett kaevu juhtida. Sarnane olukord võib tekkida aladel, kus äärekive ei kasutata. Ehitajale on sellised alad keeruline väljakutse. Raadiustel ja ristmikel on laoturiga keerulisem opereerida, kuna kalded muutuvad pidevalt.



Joonis 3.2 Ristmikul olev lomp Reidi teel, autor Liivar Laks

Kindlasti on võimalik selliseid olukordi vältida. Lahendus oleks sellises olukorras suurem koostöö erinevate osapoolte vahel. Projekteerimisel peab ristmike sademevee ärajuhtimisele rohkem tähelepanu pöörama. Vajadusel tuleb alale ette näha täiendavaid sademeveekaeve. Peab arvestama sellega, kuidas tegelikult kavandatud õnnestub ehitajal tavalise laoturiga realiseerida. Projekthorisontaale pole kuigi kerge kujundada eriti kui lahendus on vaja siduda olemasoleva vertikaaliga. Oluline roll on ka kohapealsel välja märkimisel ja kontrollil.

3.1.2 Positiivne näide

Järjest enam on hakatud kergliiklusteede planeerimisele ja kvaliteedile rõhku panema. Joonisel (Joonis 3.3) on kujutatud rattateed ja kõnniteed, mis on omavahel eraldatud teekattmaterjaliga. Variant on veel katteid eristada keskel oleva eraldusvahendiga. Seejuures peab teadma, kuidas hakkab välja nägema hilisem hooldus. Visuaalselt hakkavad erinevad teekatted hästi silma ja on eristatavad. Kõnniteel on kasutatud enne ülekäigurada braikivi lahendust, et anda vaegnägijatele märku olukorra muutusest. Sõidutee keskel on ohutussaar, kus on äärekivi samuti tasapinnas.

Ohutussaart on lubatud projekteerida sõidutee tasapinda juhul, kui katematerjal on selgelt ümbritsevast erinev ja vaegnägijad tajuvad olukorra muutumist. Juhul, kui on kindel, et saarte vahele ei teki hiljem lomp, siis on soovituslik eelistada äärekive, mille kõrgus on 0 cm. [1] Antud juhul on katematerjal eristatav ja äärekivi kõrgus on 0.



Joonis 3.3 Jalgrattatee ja kõnnitee lahendus Reidi teel, autor Liivar Laks

Äärekivid on antud kohas uputatud ja sademevee probleeme teadaolevalt selles kohas tekkinud pole. Ristmikul on foorijuhtimissüsteem. Lisa teemärgiseid jalgratturitele teemärgiseid kohustuse kohta puuduvad. Jalgrattatee ja kõnnitee on eristatavad vasakul eraldusriba ja paremal teekattmaterjali järgi. Ohutuse seisukohast on vajadus täiendavate liikluskorraldusvahendite järgi, sest fooride töö võib mingil põhjusel

katkeda. Selleks võib olla näiteks voolukatkestus, tehniliste tööde teostamine, liiklusõnnetus või mõni teine põhjus. Üldiselt võib väita, et tegemist on hea lahendusega.

3.2 Plast äärekivi

Järjest enam on räägitud taaskasutusest ja selle tähtsusest. Üks alternatiivne taaskasutatav materjal on plast. Seda on võimalik rakendada ka ehituses. Suurbritannias on katsetatud plast äärekive (Joonis 3.4).



Joonis 3.4 Plast äärekivi Suurbritannias [26]

Käsitsi paigaldamisega seotud probleemid ja keskkonna jätkusuutlikkus on sundinud arendama alternatiivsetest materjalidest tooteid. Aina enam on maailmas populaarsust kogumas ringlusesse võetud ja modifitseeritud plastist valmistatud kerged äärekivid. [27] Selle põhjal võib öelda, et tegemist on keskkonnasõbraliku tootega.

Plastist on arendatud ka äärekivi drenaažisüsteem, mis juhib läbi kivide sademevett kattelt minema. [28] Leidub erinevate lahendustega süsteeme (Joonis 3.5). Äärekivides liigub vesi sarnaselt torusüsteemile. Võib väita, et sellise süsteemi toimimine siinsetes talvistes ilmastikutingimustes küsitav.



Joonis 3.5 Plast äärekivi drenaaž Suurbritannias [29]

Betoon- ja loodusäärekivid ning teised traditsioonilised ehitusmaterjalid on üldjuhul rasked. Nende regulaarne tõstmine vähendab oluliselt produktiivsust ja samas võib kahjustada ka inimese olulisi lihaspiirkondi. Plast äärekivid on oluliselt kergemad ja ei vaja juhiste järgi tõsteseadmeid. [30] Võib väita, et plast materjali kerge kaal on üks peamine eelis teiste lahenduste ees.

Plastmass äärekivi on taaskasutatav äärekivilahendus. Keskmises ühes tavaühikus kasutatakse ära ligi 200 plastpudelit. Valmistatakse kergeid ja ümbertöödeldud tooteid, mis pakuvad keskkonnasäästlikumat, kiiremat ja lihtsamat lahendust võrreldes tavaliste äärekividega. [30]

3.2.1 Nõuded plast äärekividele

Plastäärekivil on sarnaselt teistele toodetele esitatud teatavad nõuded, mis peavad olema täidetud. Riigiti võivad need erineda. Selles jaotises on toodud põhilised näitajad, mille alusel on neid Suurbritannias kontrollitud.

Taaskasutatavate plast äärekivide tootmine ja paigaldamine on Highways Agency poolt heaks kiidetud. Tooted vastavad standardile BS-EN1340 „Kerb channels & edging British Standard compliant.“ Äärekive toodetakse täisautomaatses protsessis. [31]

Antud sertifikaat kehtib taaskasutatud plastist valmistatud äärekivile, mis on mõeldud kasutamiseks maanteedele. Plastäärekivi on alternatiiv lahendus. Neid valmistatakse materjalidest, mis koosnevad suuremas osas polüetüleenist. Tooted on tavaliselt halli värvi. Mehaanilised tõsteseadmed ei ole toodete kerguse tõttu vajalikud. [32] Võib väita, et erinevate pigmentide abil on võimalik saavutada ka teisi värve.

Plast äärekivid peavad vastu tavapärasele koormustele ja tõenäoliselt esinevatele löökidele. Nende libisemiskindlus on rahuldav. Paigalduste ja katsete kohta saadavad tõendid näitavad, et materjal millest äärekivid valmistatakse, ei halvene normaalsetes kasutustingimustes märkimisväärselt ja äärekivide majanduslik eluiga on mõistlik. Tooteid võib kahjustada raskete või teravate esemete löögid. Plast äärekivid taluva ilma kahjustusteta lühikesi kõrgeid temperatuure, mis on seotud pinnakatte ja kuuma asfaldiga. Pikaajalist kokkupuudet kuumade masinate või lahtise leegiga tuleb vältida. [32] Külmakindlusele kohta andmed puuduvad, seega siinsetes oludes võib sellega probleeme tekkida. Täpsemalt oleks vaja teada, kuidas käitub materjal löögi korral madalal temperatuuril.

Toodetele ei kehti rutiinsed hooldusnõuded. Vigastatud elemendid tuleb välja vahetada. [32] Eestis eemaldatakse äärekividelt lumi ja jää tavaliselt mehaaniliselt. Plast äärekivide korral võib tekkida oht, et tee-hooldustööde käigus saavad elemendid vigastada.

Katsete tulemused ja ekspluatatsioon näitab, et toodete valmistamiseks kasutatav materjal ei halvene märkimisväärselt ultraviolettkiirguse mõjul ega pikaajalisel kokkupuutel diiselmootori või veega. [32]

3.2.2 Plastäärekivi omadused võrreldes alternatiividega

Antud jaotises on toodud plast äärekivide plussid ja miinused võrreldes traditsiooniliste äärekividega. Rõhk on pandud eelkõige materjalile mitte konkreetsele tootele. Esmalt on toodud plast äärekivide nõrgad küljed.

Peamine miinus on seotud plast äärekivide haprusega ja seda eriti miinuskraadidel. Materjal on tundlik punktkoormusele, mis on nende üks peamisi purunemise põhjuseid. Tuleohtlikkus on plast äärekividel kõrge, kui viimasel ajal on seda suudetud vähendada. [27] Tavatingimustes pole äärekivi süttimise tõenäosus kuigi suur. Siiski on plasti põlemisel eralduvad gaasid mürgised, mis mõjutab omakorda keskkonda.

Üks küsitav punkt on kulumiskindlus. Eestis kasutatakse autodel naastrehve ligi pool aastat. See hakkaks eeldatavalt plasti lõhkuma, mille tagajärjel eralduks mikroplast osakesi. Jaotises (3.2.1 Nõuded plast äärekividele) on toodud, et plast äärekivi ei sobi teravate ja tugevate löökide korral kasutamiseks. Võib arvata, et vastasel juhul ei ole toote eluiga kuigi pikk. Seega võiks nende kasutamine olla mõeldav kohtades, kus äärekivist üle sõitmist on vähe või pole üldse.

Hetkel on toodetel võrreldes betoonäärekividega küllaltki kõrge hind. Põhilist ostuhinda mõjutavad plastikjäätmete kogumine, liigitamine ja ümbertöötlemine ning nendega seotud kulud. [30] Võib väita, et hind on valiku tegemisel üks peamiseid faktoreid.

Negatiivsete näidete põhjal võib väita, et arenguruumi on veel piisavalt. Kindlasti ei saa eeldada, et plasttoode sobib kõikidesse tingimustesse. Siit võib omakorda tõstatada küsimuse, et kas Eestis on vaja linnatingimustes naastrehve kasutada.

Järgnevalt on toodud plast äärekivide tugevused võrreldes alternatiividega. Sarnaselt negatiivsetele külgedele, tuleb ka siin silmas pidada, et analüüsitud on materjali üldisi omadusi mitte konkreetset toodet.

Peamine eelis traditsiooniliste äärekivide ees on, et plast materjal on taaskasutatav. Kui nende materjalide potentsiaali ükskord rohkem märgatakse, siis võib see tekitada ka suurema nõudluse. Sellest tingituna võidakse luua uus tööstus, mis soodustab paremat kogumist ja kontrolli. Täiustatud varumine ja töötlemine loob suurema taaskasutuspotentsiaali, sest vähendab keskkonnamõjusid ja kulusid. Odavam töötlemine soodustab suuremat kasutamist. [30] Võib väita, et kui hind suudetakse viia konkurentsivõimelisemaks, siis suureneb huvi nende kasutamise vastu.

Seega põhilised eelised traditsiooniliste äärekivide ees on:

- väiksem süsinku jalajälg tootmisel;
- suur paigaldamise tootlikkus;
- kerge kaal;
- ohutum löikamine. [30]

Tabelis (Tabel 3.1) on toodud plast- ja traditsiooniliste äärekivide võrdlus. Elementidel on enam vähem sarnased mõõtmed.

Tabel 3.1 Plast- ja traditsiooniliste äärekivide võrdlus

Nimetus	Plastäärekiivi	Betoonäärekiivi	Loodusäärekiivi
Hind	Kõrge	Madal	Keskmine
Eluiga	Pole täpselt teada	Kõrge	Kõrge
Materjali tugevus	Ei talu kõige paremini lööke	Piisav	Piisav
Kaal, kg	5	70	100
Paigalduskiirus	Kiire	Keskmine	Aeglasem
Tundlikkus ilmastikule	Eriti tundlik miinus temperatuuridel	Vähem tundlik	Vähem tundlik
Kokkupuude naastrehvidega	Mikroplasti osakesed	Mõju väike	Mõju väike
Lõikamisvahend	Käsisaag	Ketaslõikur	Ketaslõikur
Lõikamisel tekib	Mikroplasti osakesed	Tolm	Tolm

Nimetus	Plastäärekivi	Betoonäärekivi	Loodusäärekivi
Tuletundlikkus	Kõrge	Madal	Madal
Materjali keskkonnasäästlikkus	Taaskasutamine	Utiliseerimine	Utiliseerimine

Eelneva põhjal võib väita, et hetkel on tegemist küllaltki eksperimentaalse tootega. Toote eluea pikkus on teadmata. Ilmastikutundlikkus eriti miinustemperatuuridel ja vastupidavus löökidele ning kulumiskindlus on peamised põhjused, miks tuleks kasutamisega oodata. Samas tasub seda tulevikuvariandina silmas pidada.

3.3 Ekstruuder tehnoloogia

Selles alapeatükis on toodud ekstruuder tehnoloogia eripärad. Saab aimu plussidest ja miinustest ning kuhu see võiks sobida. Eestis on ekstruuder meetodit aastaid tagasi katsetatud, aga sellega see ka piirdus.

Ekstruuder meetod seisneb kohapeal valatud betooni laoturiga paigaldamises ehk teisisõnu on tegemist kohapeal pressitud betoonist äärekividega. Seda kasutatakse laialdaselt üle maailma valdavalt suurematel objektidel. [33] Kuna Eestis on mahud väikesed ja maanteedele tavaliselt äärekive ei paigaldata, siis võib see olla põhjuseks, miks seda meetodit on vähe kasutatud.



Joonis 3.6 Ekstruuder meetodil paigaldatud monoliit betoonäärekivi Aia teel Meriväljal, autor Liivar Laks

Joonisel (Joonis 3.6) on näide ekstruuder äärekivist, mis paigaldati 2005. aastal Tallinnas Meriväljal. Äärekivid on valdavalt hästi säilinud. Selle põhjal võib väita, et antud meetod on Eestis kasutamiseks sobiv.

Antud tehnoloogia on üks kõige kiirem moodus äärekivide paigaldamiseks. See on end tõestanud vastupidava ja usaldusväärse, mille kasutusiga on võrdväärne teiste alternatiividega. [34]

Pressitud äärekividel on profiili erinevused veidi enam nähtavad kui eelvalatud variantidel. Seetõttu kasutatakse neid enam pikkadel ja sirgetel lõikudel, kus see visuaalselt vähem häirib ning ka vorm püsib ühtlasem. Raadiustel ja mäest üles-alla lõikudel on kontrast suurem. [27] Joonise (Joonis 3.7) järgi võib väita, et mõningaid laotureid on võimalik kasutada ka väikese raadiusega äärekivi kujundamisel.



Joonis 3.7 Ekstruuder meetodil suure laoturiga äärekivide paigaldamine USA-s [35]

Aluse ettevalmistamine käib tavapäraselt teiste äärekivide paigaldamisega. Vajalikud tööd peavad enne äärekivide paigaldamist olema lõpetatud. Alus peab olema laoturi jaoks õige sügavuse ja laiusega. [36]

Betooni transporditakse objektile enamasti betoonisegurautodega. Materjal tuleb valada laoturisse ja paigaldus võib alata. Laoturijuht kontrollib kaldeid ja juhib süsteemi sarnaselt asfaldilaoturile. Teised meeskonna liikmed teostavad regulaarset äärekivi kontrolli, et tagada ühtlast toodangut. [34] Vajadusel saab koheselt teostada laotamisest tekkinud ebatasasuste parandustöid.

Enamus kohapeal valatavatest äärekivi laoturitest ei vaja lisa raketisi. Raadiuse pressimise võimekus on erinev. Spetsiaalsete vormide abil on võimalik paigaldada nii maanteed, asulate, parklate, liiklussaarte kui ka teiste alade äärekive. [36] Peab arvestama, et visuaalselt ei pruugi pilt jääda nii ühtlane kui tehases toodetud eelnevalt vormitud äärekivide puhul.

Aina enam kasutatakse poolitatuid või läbilõigatud profiile, et vältida hilisemat vuukide lõikamise vajadust. [27] Võib väita, et see hoiab kokku nii kuludes kui ka ajas.

Juhtimine on suures osas automatiseeritud, mis eeldab väljaõppinud meeskonda. Ühes brigaadis on keskmiselt viis inimest. Kuigi antud tehnika on väga efektiivne, siis peab arvestama sellega, et ilma kvalifitseeritud tööjõuta ei pruugi saavutada soovitud

tulemust. [33] Oluline roll on väljaõppel. Tegemist on spetsiifilise tehnikaga ja ilma eelnevate teadmisteta võib toote kvaliteet kannatada.



Joonis 3.8 Ekstruuder meetodil äärekivide paigaldamine väikese laoturiga Austraalias [37]

Tootlikkuse puhul tuleb lähtuda konkreetse tootja juhiseist. Võib väita, et keskmine päevane paigaldusvõime on ligi 500 m. [38] Tootlikkust võib mõjutada meeskonna oskused, tehnika valmidus ja korrasolek, betooni saabumine, ilmastik ja palju teisi detaile. Joonisel (Joonis 3.8) on toodud väike äärekivi laotur.

3.3.1 Analüüs

Selles jaotises on analüüsitud ekstruuder meetodi omadusi võrreldes traditsiooniliste alternatiividega. Keskendutud on üldisele meetodile. Eesmärk on anda ülevaade, kuhu see võiks sobida.

Kõrgem hind, võrreldes traditsiooniliste lahendustega, on arvatavasti seotud masina soetamiskuludega. Samas suur tootlikkus peaks selle ajapikku tasandama. Igas valdkonnas on vaja kvalifitseeritud tööjõudu ja see ei ole piisav põhjus meetodi kasutuselevõttust loobumiseks. Spetsialiste on võimalik alati koolitada või vajadusel rentida. Siinsetes tingimustes ei ole masina ostmise ilmselt põhjendatud, kuna üksikobjektide mahud ei ole meil üldjuhul piisavalt suured. Samas mitme suure objekti korral tasub mõelda rentimisele.

Probleeme võib tekkida kaevetööde taastamisaladega, kus pole otstarbekas tehnikat kohale tuua. Arvestama peab ka piisava materjali kuivamise ajaga, kuna vastasel korral ei pruugi betoon saavutada piisavat tugevust ning ka välimus võib saada kahjustada. Tuleb arvestada eripäradega, et üldjuhul sobib see sirgetele pikematele lõikudele, vajab suurt ettevalmistatud ala ja sõltub paljudest kohapealsetest teguritest. Võib väita, et

füüsilise töö vähendamine on üks peamisi aspekte, miks seda varianti võiks kaaluda. Positiivne on suur tootlikkus ja väike materjali ülekulu.

Eelneva põhjal võib väita, et ekstruuder lahendust tasuks kaaluda suurematel objektidel. Eestis oleks arvatavasti potentsiaali pigem väiksematel laoturitel. Kuna see on end tõestanud vastupidava ja efektiivse lahendusena, siis tasub kindlasti seda varianti kaaluda.

3.4 Kassel äärekiivi

Selles alapeatükis tutvustatakse bussipeatuse betoonist Kassel äärekiivi (Joonis 3.9). Eesmärk on anda tootest ülevaade. Saab teada, kuhu see lahendus võib sobida.



Joonis 3.9 Kassel äärekiivi Suurbritannias [39]

Betoonist bussipeatuse äärekiivi on Saksamaal Kasselis välja arendatud toode. Äärekiivi on kumera servaga, mis on mõeldud bussi ja ooteplatvormi võimalikult sujuvaks ühendamiseks. Bussil on võimalik tänu kivi disainile sõita ohutult mööda äärt, et teha ühistranspordi kasutajatele reisimine võimalikult ohutuks ja mugavaks. [40] Võib arvata, et see lihtsustab ka bussijuhtide sõitmist.

Võrreldes tavaliste äärekiividega aitab see tehnoloogia vähendada rehvide kulumist ja sellest tingituna nende tihedat välja vahetamist. Kivid sobivad kasutamiseks nii maantee kui ka linna tingimustesse. [40]

Kassel äärekiivi miinuseks on võimalik bussi poritiibade kahjustamine. Äärekiivi vajab pikka, sirget ja sujuvat bussipeatuse taskuala. Kitsastes tingimustes ei pruugi bussijuhid õiget sõidutrajektoori hoida ja võivad masinale seetõttu kahjusid tekitada. Seega ei tasuks neid kavandada aladele, kus pole võimalik piisava kaugusega

arvestada. [40] Võib arvata, et liiga lühikese taskuala tõttu on nende efektiivsus väiksem. Peab arvestama bussi pöörderaadiusega. Vajadusel tuleb bussitaskud projekteerida pikemalt ja sujuvamaks. Variant on kasutada Kassel äärekive pikemas lõigus, mis lihtsustaks sõidujoone hoidmist. Sõitmisel tuleb valida oludele vastav sõidukiirus.

Kassel äärekivi peamine eesmärk on ühistranspordi kasutajate peale ja maha mineku ohutumaks muutmine. Buss saab sõita tänu äärekivile reisijatele võimalikult lähedale, mis parandab oluliselt mugavust. [41] Võib väita, et järjest enam on pandud ühistranspordi ohutusele rõhku.

Tegemist on patenteeritud tootega, mis on Euroopas küllaltki populaarne. Äärekivi disain on selline, et see annab profiili sõites isejuhtiva efekti võimaldades bussijuhil sõita võimalikult ooteplatvormi lähedale. Kivi kujundus on tehtud selline, et see rehvi võimalikult vähe kahjustaks. [41] Võib väita, et tavalise äärekivi otsa sõites on oht rehvi ära lõhkuda ja seetõttu jäetakse vahe pigem suurem.

Ühistranspordi mugavuse tõstmine on väga oluline erinevatele liiklejatele kõikides piirkondades. Eriti parandab see ratastooli ja lapsevankriga liiklejate, vaegnägijate ja vanemate inimeste ohutust ja mugavust ühistransporti kasutades. [41] Selle põhjal võib väita, et tegelikult suurendab see kõigi ühistranspordi kasutajate ohutust.

Äärekivi koosneb rasketest betoon elementidest, mida on keeruline paigast liigutada. Kivil on lai taktiline pealispind, mis on vaegnägijate jaoks oluline indikaator, et tegemist on bussipeatusega. Kasseli äärekivid on toodetud vastavalt standardile BS EN 1340:2003 „Concrete kerb units. Requirements and test methods.“ [41] Eelneva põhjal võib väita, et tootel on mitmeid ohutust suurendavaid omadusi.

3.4.1 Analüüs

Jaotises on analüüsitud Kassel äärekivi. Toodud on head ja nõrgad küljed. Eesmärk on anda objektiivne ülevaade.

Kassel äärekivil on mitmeid häid omadusi. Tegemist on betoontootega, mille ülesanne on suurendada ühistranspordi kasutajate ohutust. Tuleb arvestada, et kõigil liiklejal pole võimalik kasutada isiklikku transporti, kuid inimeste vajadused on erinevad. Antud äärekivi disain võimaldab bussijuhil sõita võimalikult ooteplatvormi kõrvale viies seeläbi liikumisala ühte tasapinda. Eesmärk on vähendada ebataasususi ja vahesid ühistransporti kasutades. Võib väita, et tänu sellele suureneb ohutus. Äärekivil kasutatakse taktilist lahendust, mis võimaldab vaegnägijatel paremini orienteeruda.

Võib väita, et üldiselt valmistatakse sõiduteede äärekive tardkivi-killustikust, mistõttu peaksid need siinsetes oludes hästi vastu pidama. Kindlasti tuleb iga konkreetse toote puhul uurida vastavust kehtivatele nõuetele. Betoonist äärekivi linnapilti paigutamise ei tohiks probleeme tekkida, kuna seda on laialdaselt kasutatud.

Antud äärekividel on mõningaid miinuseid. Peamine neist on seotud hinnaga, mis on oluliselt kallim kui traditsiooniliste äärekivide puhul. Veel võib väita, et see lahendus ei sobi erineva kõrgusega bussidele. Vastasel juhul võib ühistranspordi kasutajatele tekkida üleminekul kõrguslik aste. Hooldamine võib tekitada mõningaid probleeme, kuna tegemist on kumera lahendusega.

Eelnevale tuginedes võib seda lahendust soovitada. Kindlasti tasuks teemat edasi uurida. Kui antud lahendus peaks siinsetele bussitüüpidele sobima, siis võiks teha katselõigu ja analüüsida selle põhjal kohalike inimeste suhtumist ning mõju ohutusele. Praeguste andmete põhjal võib väita, et see parandab oluliselt ühistranspordi kasutajate sõidumugavust.

3.5 Äärised

Äärised on äärekividele alternatiivsed lahendused piiritlemiseks ja eraldamiseks (Joonis 3.10). Alapeatükis on toodud metall- ja plastääraste kasutamiskiisid. Kirjeldatakse erinevate ääraste tugevusi ja nõrkusi.

Äärised on mõeldud erinevate alade ümbritsemiseks, mis on eelkõige seotud haljastuse, parkide ja kõnniteedega. Neil on sarnaselt äärekividele kaitsev ja eraldav funktsioon, mistõttu sobivad need edukalt aedadesse lillede või sillutise ümbritsemiseks kui ka väiksemate kergliiklusteede ja erakinnistute sissesõitudele. [42] Võib väita, et antud lahendus on puujuurtele säästvam kui äärekivi lahendus, sest ei eelda nii suures koguses väljakaevet.



Joonis 3.10 Metall ääriste kasutamine Reidi teel, autor Liivar Laks

Enne paigaldamist peab alati teadma, mis funktsiooni konkreetne ääris kandma hakkab. Teedehituses kasutatavate ääriste aluskihid peavad olema tunduvalt paremate omadustega kui näiteks koduaias ümber lillepeenra olevatel. Aluse alt tuleb eemaldada kasvupinnas, kõdunev materjal, kivid ja muu üleliigne materjal. Ehituses on alustele nõutavad kandevõime suurused ja tihendamine peab toimuma kihtide kaupa. [43] Selle põhjal võib väita, et teedehituses kasutatavate ääriste alustel peavad olema sarnased omadused nagu äärekividel.

Ääriseid on lihtne paigaldada nõõri ja märkevaiade abil. Kasulik on teha vahepealseid kontrollmõõdistusi kõrguse osas näiteks mõõdulindiga. Suurematel objektidel on mõistlik kasutada täpsemaid mõõteseadmeid. [43] Võib väita, et paigaldusviis on võrreldes äärekividega küllaltki lihtne ja kiire.

3.5.1 Metallääris

Metalläärist võib näha Tallinnas Kadrioru pargi ja Reidi tee piirkonnas. Peamised ülesanded on samuti piiritlemine ja eraldamine. Järgevalt on toodud metalläärise tugevused ja nõrkused.

Metallist servade puhul on valikus tavaliselt alumiinium ja teras tooted. Hoolimata õhukesest profiilist on neil head omadused. Kuna alumiinium on pehmem ja nõrgemate omadustega kui teras, siis sobib see mõnevõrra paremini raadiusega aladele. [42]

Raadiuste tegemine on veidi aeganõudvam protsess. Kuju peaks olema välja painutatud juba enne pinnasesse paigaldamist, kuna hiljem on seda keeruline muuta eriti väiksemate kumeruste puhul. Samas tuleb jälgida, et ei tekitataks elemendile murdekohti, mis võivad toote omadusi kahjustada. [43]

Elemente on võimalik lõigata ketaslõikuriga. Sarnaselt alternatiividele, tuleb ka siin kasutada isikukaitsevahendeid. Lõikamisel tuleb olla tähelepanelik, et ei kahjustataks värvi, mis võib kiirendada korrodeerumist. [43] Võib väita, et paigaldamine on ohtlikum kui plastäärise puhul. Arvestama peab kindlasti ka metalliääre teravusega.

Ilmastikukindlus on neil hea. Külma ilmaga ei muutu rabadaks ega pragune. Peab vastu vihmale ja pakasele. Väga soojade ilmadega võib hakata valel paigaldamisel painduma. [42] Tavaliselt on paindumise oht liiga pikkade elementide paigaldamise korral. Tuleb järgida täpseid tootja poolseid juhiseid.

Selle põhjal saab väita, et tegemist on hea lahendusega. Ääris täidab edukalt oma ülesandeid ja rikastab linnapilti, kuid samas ei ole liiga esilekerkiv. Heade tugevusomaduste tõttu sobib arvatavasti kasutamiseks ka aladele, kus mootorsõiduk võib mõnikord ääre peale sattuda.

3.5.2 Plastääris

Plast tooteid on juba kirjeldatud vastavas alapeatükis (3.2 Plast äärekivi). Selle põhjal võib öelda, et nende omadused on sõltumata konkreetsest ülesandest sarnased. Siinses jaotises on keskendutud plastäärise tugevustele ja nõrkustele.

Plastääris on sarnaselt plastäärekivile taaskasutatav. Meetri pikkuse elemendi kaal on olenevalt tootest ligi 1 kg, mis teeb selle väga kergesti käsitletavaks. Tee on peale paigaldamist kohe kasutatav, kuna materjali paigaldus ei eelda kuivamist, tardumist ja seismist. Ääris on hea lahendus ohutuse tõstmiseks näiteks laste mänguväljakute piirkondades. [44] Seega võib nõrgem omadus teatud kohtades osutada hoopis plussiks.

Olemas on erinevaid sillutiste ja kiviteede ääristusi. Tavaliselt jagatakse plastiktooted jäikadest ja painduvateks. Jäigad sobivad rohkem sirgetele lõikudele ja sujuva raadiuse moodustamiseks nii aias kui teedel. Painduvad on sobilikumad rohkem aedadesse. [44]

Plastist täisnurkseid nurki vormida on keeruline. Aedades ja parkides, kus on ruudukujulised peenrad, võib ümbritsemine osutada probleemiks. [45] Võib väita, et see on tingitud sellest, et painutamisel on oht võrdlemisi pehmet elementi vigastada.

Selle info põhjal võib öelda, et plastäärise kasutamist tasub kaaluda kohtades, kuhu ei tule otsene koormus peale. Selle suureks plussiks on lihtne paigaldusviis. Juhul kui ääris ei ulatu maa või teepinnast kõrgemale, siis riskid selle mehaaniliseks vigastamiseks on madalad.

3.5.3 Ääriste analüüs

Selles jaotises võrreldakse omavahel ääriseid. Tuuakse välja metall- ja plastäärise tugevused ja nõrkused ning seejärel võrreldakse neid omavahel. Kirjeldatakse kuhu erinevad äärised võiksid sobida.

Plastäärise head küljed on, et mõningaid tooteid võib sarnaselt metallile kasutada kinnistute sissesõitudel, kergliiklusteedel kui ka aedades. Plast on taaskasutatav materjal, mis on keskkonnaseisukohast oluline aspekt. Painduvate omaduse tõttu sobib see hästi raadiuste paigaldamiseks. Esteetiliselt näeb hea välja. Toote eluiga on õigesti kasutamisel piisav. Plasti on lihtne lõigata.

Plasti miinuseks on toote haprus, eriti miinustemperatuuridel. Plast on võrreldes metalläärisega oluliselt nõrgem materjal ja võib koormuse tõttu kergesti katki minna. Päikese käes võib värvus pleekida. Täisnurkseid lahendusi on mõnevõrra keerulisem paigaldada.

Metalläärise hea külg on nagu varasemalt mainitud materjali tugevus. Sõiduauto hetkelise koormuse tõttu ei juhtu ilmselt midagi. Äärisel on küllaltki pikk eluiga ja otsest hooldust ei vaja.

Metalli miinuseks võib lugeda, et paigaldus on võrreldes plastäärisega mõnevõrra keerulisem, kuna lõikamisel peab kasutama spetsiaalselt lõikurit. Esteetiliselt võib häirida pinnale tekkiv korrosioon. Soojade ilmadega võib hakata ääris painduma.

Võib väita, et metall- ja plastääris sobivad aedadesse ja parkidesse. Metall on mõnevõrra kindlam valik kasutamiseks sissesõitudel ja kõnniteedel oma paremate tugevusomaduste tõttu. Terav äär võib osutuda probleemiks paigaldamisel kui ka pinnase ära vajumisel. Kindlasti tuleb jälgida, et üldkasutatavatel aladel oleks ääris pinnasega võimalikult ühes tasapinnas. Võib väita, et plastääriseid sobivad paremini kohtadesse, kus ei ole suurt koormust. Sobilikud alad võivad olla näiteks mänguväljakud, kus materjali nõrgemad omadused võivad olla ohutuse seisukohast pigem paremad. Võib väita, et mõlema materjali puhul ei saa nende nõrgad küljed eriti määravaks, kui ääris ei ulatu maa- ja teepinnast kõrgemale.

3.6 Helendavad äärekiivid

Järgnevas alapeatükis kirjeldatakse helendavaid äärekiive. Saab ülevaate nende põhimõttest. Kirjeldatakse kuhu need võiksid kõige enam sobida.

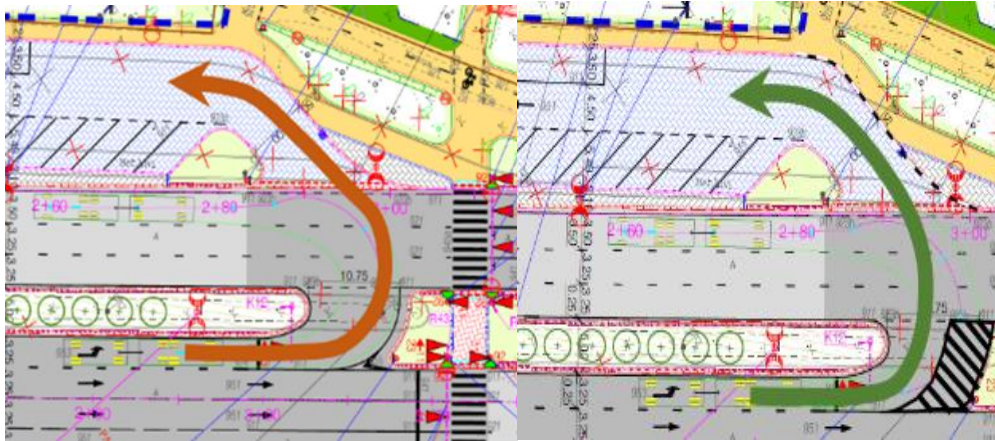
Soomes on paigaldatud äärekividele liiklusohutuse suurendamiseks helendavaid elemente. Peamiselt kasutakse sõidutee äärekividel helkur lahendusi (Joonis 3.11). Eesmärk on tagada pimedas parem nähtavus ja seeläbi suurendada liiklusohutust. [46] Äärekivil olev helkur toimib samal põhimõttel nagu jalakäijal. Võib väita, et võimalik on kasutada ka LED valgustite lahendusi. Valgustid peavad olema vastavuses nõuetega, et mitte omakorda tekitada liiklusohutlikke olukordi. Eestis on viimase aja tuntuim LED valgusti näide paigaldatud Reidi tee kõnnitee graniitplaatidesse (Joonis 3.13).

LED valgustite valikul võib probleemiks osutuda räigus. See on aisting, kui vaatevälja jäävad teravalt heledad laigud, mis võivad tekitavad valu või ebameeldivust. Seetõttu tuleks kasutada lahendusi, kus räigus on viidud miinimumini. [47] Valgustid ei tohi tekitada pimestamise efekti.



Joonis 3.11 Helkuriga äärekivid Soomes [46]

Joonisel (Joonis 3.12) on toodud Reidi tee liiklusohutusauditi probleem nr 4.22. Audiitori hinnangul on antud kohas erinevad riskid kokkupõrgeteks ja äärekivi vastu sõitmiseks, kuna sõidutrajektor ei kulge loogilise sujuvusega juhul kui järgitakse parempoolse rajamärgistuse serva eraldusribal. Sellest tingituna võib liikumise lõpuosa kujuneda üllatuslikuks, sest parkla kattepinde ja selle taga olev pind on liialt sarnased ning äärekivi ei joonistu hästi välja. Lahenduseks on sellises olukorras pakutud osa pöördekohast kinni märgistada märgisega 915, et muuta trajektor loogilisemaks ja ohutumaks ning parandada parkla äärekivide märgatavust märgise 993 abil. Liiklusõnnetuse tõenäosuse risk on hinnatud enne 4 ja pärast 1. [48] Võib väita, et märgise 993 asemel oleks mõeldav kasutada ka näiteks helkurribaga äärekivi lahendust.



Joonis 3.12 Pirita tee vasakpööre Russalka parklasse (väljavõtte Reidi tee LOA-st) [48]

Liiklusohutuse tõstmiseks on võimalik kasutada äärekive. Neile annab kombineerida erinevaid nutikaid lahendusi. Võimalik on paigaldada helkureid, LED valgusteid ja teisi sarnaseid tooteid. Need võivad olla abiks, kui tegemist on ringristmiku, tunneli, ohtliku kurvi või mõne teise erilist tähelepanu vajava alaga. Samuti on need head olukordadeks, kui peaks pimedal ajal mingil põhjusel olema elektrikatkestus ja tänavavalgustus ei toimi. [46] Võib väita, et see lahendus aitab vähendada halvast nähtavusest tingitud äärekivide otsa sõitmist ja suurendab liiklusohutust.



Joonis 3.13 Valgustid Reidi teel, autor Liivar Laks

Talvisel ajal võib ribade nähtavusega probleeme tekkida. Hooldus ja vastupidavus on antud toodete puhul oluline aspekt. Soomes kasutamist tuleks rohkem analüüsida kuna tingimused on sarnased. Kindlasti tasub eriti LED toodete puhul arvestada kliimaatiliste tingimustega. Võib väita, et need lahendused suurendavad nii kergliiklejate kui ka sõidukijuhtide liiklusohutust. Selle põhjal saab öelda, et kasutamist tuleks kaaluda, kuna Eestis on pimedat aega palju.

3.6.1 Analüüs

Selles jaotises on analüüsitud helendavaid äärekive. Toodud on sarnaselt teistele ettepanekutele head ja halvad omadused. Eesmärk on anda ülevaade toote omadustest.

Helendavatel äärekividel on mitmeid positiivseid omadusi. Linnatingimustes võib alati esineda ettenägematusi elektrikatkestuste osas. Helkur põhimõttega lahendused suurendavad sellisel juhul pimedas tunduvalt kõigi liiklejate liiklusohutust. Helkur lahenduste paigaldamine on küllaltki soodne. Võib väita, et äärekividele otsa sõitmine halvast nähtavusest väheneb.

Antud lahendusel on ka mõningad nõrgad küljed. Äärekividel olevad helkurribad vajavad pidevat hooldust, et neid oleks piisavalt hästi näha. Talvel paksu lumega võib nende efektiivsus seetõttu väheneda. Soomes kasutatavad helkurribad on paigaldatud enamuses looduskividele. Parema vastu pidamise mõttes on äärekivi külgpinnale tehtud süvend, kuhu on võimalik helkurit liimida. Selle põhjal võib väita, et kivimi omadused võivad mõningal määral halveneda. Süvendi tegemine on täpne töö. Võib väita, et betoonäärekivi kasutamises korral on oht kivi rikkuda kõrgem. Paigaldatav liim peab olema heade kliimaatiliste tingimustega. Vastasel korral on võimalus, et helkureid tuleb pidevalt välja vahetada. LED valgustite korral peab samuti uurima nende sobivust liiklustingimustesse kui ka vastu pidamist siinsetele välitingimustele. Võib väita, et äärekividele otsa sõitmine ei lõppe, kuna põhjuseid võib olla rohkem kui ainult halb nähtavus.

Kuna seda on Soomes kasutatud, siis tasuks uurida nende kogemusi. Sarnaselt teistele lahendustele on võimalik teha katselõik. Eelnevale tuginedes võib väita, et tänu helendavatele äärekividele suureneks liiklusohutus.

3.7 Äärekivide paigaldusvahendid

Traditsiooniliste betoon- ja loodusäärekivide paigaldamine on raske ja kurnav töö. Eestis paigaldatakse neid valdavalt kahekesti, kuid harv juhul pole ka üksi. Tõstmiseks kasutatakse enamjaolt äärekivi tõstetange. Ehitusobjektidel on päevad pikad. Meeskond peab olema heas füüsilises vormis. Raske töö ei mõju motivatsioonile alati hästi. Maailmas on tehnoloogia pakkunud välja erinevaid lahendusi, kuidas selline töö teha kiiremaks ja lihtsamaks.

Järgnevas alapeatükis kirjeldatakse erinevaid abistavaid lahendusi äärekivide paigaldamisel. Esmalt on ülevaade hüdraulilise haaratsi omadustest ja hiljem vaakum tehnoloogia iseärasustest.

3.7.1 Hüdrauliline haarats

Selles jaotises saab ülevaate hüdraulilisest haaratsist. Kirjeldatud on, mille poolest see tavalisest paigaldusest erineb. Hiljem on võrdlus analoog tootega.

Hüdrauliline haarats on lihtne moodus äärekivide paigaldamiseks. Nagu nimigi ütleb, siis ühendatakse see paigaldustehnikaga hüdrauliliselt. Ühendamise järel on võimalik haaratsit kontrollida ja võtta sobivaid elemente haardesse (Joonis 3.14). Haaratsi abil on võimalik äärekive otse pakist võtta ja paigaldada. [49] Võib väita, et paigalduse täpsuse ja kiiruse mõttes on hea, kui on olemas abiline.



Joonis 3.14 Hüdraulilise haaratsi abil äärekivide paigaldamine [49]

Haaratsiga saab paigaldada nii betoon- ja loodusäärekive kui ka näiteks voolurenne. Samuti on võimalik paigaldada raadiusega äärekive. Täiendav lisaseade võimaldab erimõõtmeliste elementide paigaldamist. Äärekivi haaratseid saab kasutada nii horisontaalsete kui ka vertikaalsete esemete tõstmiseks ja paigaldamiseks. [49] Märkusena saab lisada, et kindlasti tasuks paigaldamisel kanda alati turvajalatseid ja kiivrit.

Haaratsi eelised tavalise paigaldamise ees: vähendab personalikulusid, kergendab rasket tööd, hoiab kokku aega. [49] Võib väita, et kindlasti suurendab ka produktiivsust.

Kindlasti kergendab see tunduvalt füüsilist pingutust, mis on peamine eesmärk. Vajadusel saab töötada üksinda, aga efektiivsem on kahekesi. Võib väita, et nõuab paigaldamisel täpset kätt.

3.7.2 Vaakum haarats

Järgnevas jaotises on kirjeldatud vaakum haaratsi omadusi. Põhimõttelt on sarnane hüdraulilise lahendusega. Toodud on peamised eripärad.

Vaakum haaratsi põhimõtte seisneb selles, et äärekivi või mõni muu sobiv element võetakse hüdraulika abil ühendatud pumba abil vaakumisse ja paigaldatakse valitud asukohta. Paigaldaja peab füüsiliselt vaakumpumba elemendi külge ühendama ja vabastama (Joonis 3.15). [50] Võib väita, et antud tehnoloogial põhinev seade on rohkem sobilik tehnikale, millel on tõstekahvlid. Nende abil on võimalik äärekivi alust transportida ja vaakumpumba abil kive paika tõsta. Ohutuse seisukohast on kindlasti oluline jällegi turvajalatsite ja kiivri kandmine.



Joonis 3.15 Vaakumpumba abil äärekivide paigaldamine [50]

Vaakumsüsteem on kergesti paigaldatav. Võimalik on töötada kitsastes tingimustes. Äärekivide paigaldamiseks mõeldud vaakumpumba abil saab paigaldada edukalt 140 kg raskusi. Toodetakse ka süsteeme, mille kandevõime on kordades suurem. [50] Võib väita, et peamised eelised tavalise paigalduse ees on sarnased, mis on hüdraulilisel haaratsil. Saab kasutada väga kompaktselt, kuna alust on võimalik paigaldamisel transportida.

Antud informatsiooni põhjal võib väita, et tegemist on hea lahendusega. Vaakum haaratsiga saab töötada kiiresti ja efektiivselt. Vajadusel saab töötada üksi, aga selleks tuleb kahes kohas tegutseda.

3.7.3 Haaratsite analüüs

Haaratsite analüüsis vaadeldakse hüdraulilist ja vaakum põhimõttel töötavaid seadmeid. Tuuakse välja mõlemad tugevused ja nõrkused. Võrreldakse kumb võib ühel või teisel moel osutada efektiivsemaks lahenduseks.

Tegemist on põhimõttelt väga sarnaste töövahenditega. Mõlema eesmärk on lihtsustada äärekivide paigaldamist. Hüdraulilise haaratsiga on elemente mõne võrra keerulisem aluselt võtta ja paigaldada, kuna eeldab väga head täpsust. Paremaks paigalduseks peab tihti asendit muutma, mis võib olla tülikas ja aeganõudev. Vaakumpumba abil on

seda oluliselt lihtsam teha, kuna pumba toru on painduv ja ei nõua tehnikajuhi otsest sekkumist. Pumba operaator saab kiiresti kivid paika tõsta. Hüdraulilise haaratsi tööde alustamiseks on mõistlik endale kivid ette tõsta, kuna muidu peab pidevalt neid laoplaatsilt juurde tooma. Vaakumsüsteemi korral saab tänu pumba paindlikkusele kive mõne võrra kiiremini paigaldada.

Antud vaakumpumba lahenduse kahjuks on fakt, et töö on mõeldud kahekesi tegemiseks. Hüdraulilise haaratsi abil on teoreetiliselt võimalik teha kogu töö üksinda kabiinist väljumata, aga vaakumsüsteemi jaoks tuleb sellisel juhul kahes kohas opereerida. Samas kulub üksinda paigaldamisele tunduvalt rohkem aega, kuna kivide paika panemine on täpne töö ja kokkuvõttes ei pruugi kuludes võita.

Nende andmete põhjal on autori arvamus, et vaakum põhimõttel toimiv seade on mõnevõrra efektiivsem. Elementide paigaldus ja tõstmine käib kiiresti. Suuresti on see tingitud asjaolust, et vaakumpump on paindlikum kui jäik haarats.

Kokkuvõte

Antud töö käigus kaardistati äärekivide kasutamise olukord Eestis. Peamiselt tegeletakse süvistatud sirgete sõidu- ja kõnnitee betoonäärekivide tootmise ning nende paigaldamisega. Liimitavaid, raadiusega ja loodusäärekive meil ei valmistata, aga neid tarnitakse ja kasutatakse üha enam. Võib väita, et odavam hind ja kerge kättesaadavus on peamised põhjused, miks valdavalt on kasutusel betoonäärekivid. Probleem tekib tavaliselt siis, kui on vajalik kujundada kõverikke. Tuleb aegsasti planeerida, kas seda on võimalik saavutada standardsete sirgete või kumerate kivide abil.

Järjest enam on hakatud kasutama heade tugevusomaduste poolest tuntud tardkiviäärekive. Tallinna linna viimase aja tuntumad näited on Reidi tee ja Gonsiori tn. Eestis ei ole teadaolevalt avalikel teedel alternatiivsetest materjalidest äärekive kasutatud. Maailmas on tehnoloogiaid, mis võimaldavad äärekive paigaldada ka laoturiga. Sellist meetodit on Eestis katsetatud, kuid arvatavasti seoses väikeste mahtudega pole sellega edasi mindud. Üldiselt paigaldatakse kive meil käsitsi, kuigi on olemas erinevaid tehnoloogilisi lahendusi, mis tõstavad oluliselt töö efektiivsust. Toodud on soovituslik süvistatud äärekivide paigaldusjuhend. Peamiselt keskendutakse äärekividega seotud nõuetele, alternatiivsetele lahendustele ja paigaldusele. Analüüsitud on erinevaid variante ja toodud välja nende tugevused ja nõrkused.

Autori hinnangul peab kergliiklusteede süsteem rohkem kaasajastuma. Heaks näiteks on Euroopas Holland ja Taani. Kesklinna territoorium on mõeldud eelkõige kergliiklejate ja ühistranspordi jaoks. Tasapisi on püütud sellega ka Eestis edasi minna. Positiivne on, et järjest enam on panustatud nii Tallinna kui ka väikelinnade keskväljakute korda tegemisele. Hiljutised tuntumad näited on Kuressaare, Elva ja Võru. Lõputöö koostaja arvates on üheks õnnestunumaks viimase aja tänavaruumi kujundamise näiteks Tallinnas Reidi tee, kus on panustatud nii jalgsi, jalgratta kui ka teiste liikumisviiside tingimuste parandamiseks. Kergliiklejad ja jalakäijad on omavahel eraldatud. Jooksuradadel ja mänguväljakutel on kasutatud kummikatendit. Ülekäigukohtade äärekivi kõrgus on valdavalt 0 tasapinnas. Selline lahendus soodustab mugavamat liiklemist ja vähendab äärekivi kõrguse tõttu tekkivaid ohtlikke olukordi.

Liikluse ohutumaks muutmisel tuleb rõhku panna ka ühistranspordi kvaliteedile. Kasutamisega seotud mugavus on järjest olulisem. Paljudel liiklejatel ei ole peale ühistranspordi teisi alternatiive, kuid arvestada tuleb kõigi inimeste vajadustega. Ratastooli või lapsevankriga ühistranspordi kasutamine võib osutuda probleemseks. Tihti jääb bussi ja äärekivi vahele aste või vahe, mida võib olla keeruline ületada. Üheks olukorra parandamise võimaluseks on kasutada ehitusel spetsiaalseid Kassel äärekive,

mille eesmärk on pakkuda ohutumaid lahendusi ühistranspordi sisenemisel ja väljumisel. Kivi profiil on disainitud selline, et see võimaldab bussijuhtidel sõita võimalikult ooteplatvormi kõrvale. Reisijatel on seeläbi ühtlasem ja ohutum tasapind ühistranspordi kasutamisel.

Kõige tavalisem äärekivide paigaldusviis on käsitsi. Suuremates riikides on töömahud teised ja käsitööd üritatakse võimalikult palju vähendada. Seetõttu kasutatakse näiteks äärekivilaoturi ehk ekstruuder meetodit. Esimene teadaolev Eesti katselõik tehti 1980-ndatel ja viimane näide peaks olema pärit 2005. aastast. Soetamisel võib määravaks saada masina hind, kuid suuremahuliste tööde käigus oleks üks variant ka rentida. Võib väita, et pikemaajaliselt tasub see suurte objektidega end ära. Traditsiooniliste äärekivide paigaldustööd on võimalik teostada ka erinevate mehaaniliste tõsteseadmete abil. Nende eesmärk on samuti lihtsustada füüsilist tööd ja tõsta produktiivsust. Analüüsitud on vaakum ja hüdraulilise haaratsi omadusi.

Taaskasutus muutub järjest enam igapäevasemaks teemaks. Suurbritannias on plastäärekivid end tõestanud arvestatava alternatiivina. Kasutatud on ka plastmaterjalist äärekivi drenaažisüsteeme. Nende peamiseks eeliseks traditsiooniliste lahenduste ees on tunduvalt väiksem toote kaal, mis ei eelda paigaldamisel tõstemehhanismide abi. Lõputöö autorile pole teada, et Eestis oleks neid lahendusi avalikel sõiduteedel varem katsetatud. Kriitiliselt tuleb suhtuda materjali tugevusomadustesse miinustemperatuuridel, kulumiskindlusesse ja vastupidavusele löökide korral. Drenaažisüsteemi puhul on küsitav jää ja lume korral toimimine. Tulevikku silmas pidades tasub siiski neid variante meeles pidada.

Tallinna linnapildis on näha ka piiritlemiseks mõeldud metallääriseid. Lahendus on puujuurtele säästvam kui äärekivi, kuna ei eelda nii suurt väljakaevet. Üldjuhul on neid paigaldatud sõelmetega või sillutisega kõnniteedele, parkidesse ja aedadesse. Ohutuse seisukohast on oluline jälgida, et äärise terav äär oleks ümbritsevaga ühes tasapinnas.

Mõnikord on näha olukordi, kus äärekivid on ära vajunud. Põhjus võib olla tingitud sellest, et keegi on sinna vastu sõitnud. Üks variant oleks kasutada suurema ohuga piirkondades äärekividel helkurriba või vastavaid LED valgusteid. Eesmärk on tagada pimedas parem nähtavus ja seeläbi suurendada liiklusohutust.

Kirjeldatud on ka konkreetseid soovitusi, mis võiksid tänavaruumi kujundamisele kasuks tulla. Hiina kivide puhul tasuks teostada eelsorteerimist, et vältida ebaühtlast kvaliteeti. Soovitatud on muuta Tee ehitamise kvaliteedi nõuetes kõnnitee ja kergliiklustee esiservas äärekivide kõrgusele lubatavat tolerantsi ja määrata selleks kuni 5 mm. Autori hinnangul võiks Linnatänavate standardis kaaluda sissesõidu äärekivi

sõnastuse muutmist ja kasutada pigem varianti, et kõrgus peab olema mahasõidul viis sentimeetrit.

Lõputöö põhjal on võimalik ennetada mõningaid äärekividega seotuid probleeme. Nende teemadega tuleks edasi minna ja uurida sarnastes kliimaatilistes tingimustes olevate riikide kogemusi. Kõik lahendused ei sobi alati igale poole ja läheneda tuleb individuaalselt.

Summary

In the course of this research, the situation of the use of kerb stones in Estonia was mapped. The main activity is the production and installation of recessed straight road and pavement concrete kerb stones. We do not produce adhesive, radius and natural kerb stones, but they are increasingly supplied and installed. It can be argued that cheaper price and easy availability are the main reasons for the predominance of concrete kerb stones. A problem usually occurs when it is necessary to design curves. It should be planned in advance whether a result is achievable with standard straight or curved stones.

The use of granite kerb stones, known for their adequate strength properties, has steadily been growing. The most well-known recent examples of using natural stone in the city of Tallinn are Reidi tee and Gonsiori tn. In Estonia, kerbs made of alternative materials are not known to be used for public roads. There are technologies in the world that allow you to install kerbs with a spreader. This method has been tested in Estonia, but probably no further steps have been taken due to small volumes. In general, stones are manually installed, although there are various technological solutions that significantly boost work efficiency. Recommended installation instructions for recessed kerbs are provided. The main focus is on kerb-related requirements, alternative solutions and installation. Different variants have been analysed and their strengths and weaknesses have been highlighted.

According to the author, the system of light traffic roads needs to be modernized. A good example in Europe is the Netherlands and Denmark where the territory of the city centre is primarily intended for light traffic and public transport. Gradually, attempts have been made to apply such approach in Estonia as well. It is positive that more and more efforts have been made to improve the urban space in the central squares of both Tallinn and small towns. The most common recent examples are Kuressaare, Elva and Võru. In the opinion of the author of the thesis, one of the most successful examples of recent street space design in Tallinn is Reidi tee, where efforts have been made to improve the conditions of walking, cycling and other modes of movement. Light road users and pedestrians are separated. Rubber tracks have been used on running tracks and playgrounds. The kerb height of crossings is mostly in the 0 plane. This solution facilitates comfortable traffic and reduces dangerous situations due to the height of kerb.

In order to make traffic safer, emphasis should also be placed on the quality of public transport. The demand for convenience of use is constantly growing. Many road users

have no alternatives to public transport, but the needs of all people must be taken into the account. Wheelchair or stroller public transportation can be problematic. There is often a step or gap between the bus and the kerb which can be difficult to cross. One way to better the situation is to use special Kassel kerb stones during construction, the aim of which is to provide a safer solution for entering and exiting public transport. The stone profile is designed to allow bus drivers to drive as near as possible to the waiting platform. Thus, passengers may have more even and safer surface when using public transport.

The most common way to install kerbs is by hand. In larger countries, workload may differ, and efforts are being made to reduce manual work as much as possible. Therefore, for example, the kerb spreader or extruder method is used. The first known Estonian test section was made in the 1980s and the last example should be of 2005. The price of the machine can be decisive when purchasing, but in case of some large-scale work, one option might be to rent it. It can be argued that in the long run it will pay off at larger objects. Installation of traditional kerb stones can also be performed using various mechanical lifting devices. They also aim at simplifying physical work and increased productivity. Vacuum and hydraulic gripper properties have been analysed.

Recycling is becoming an increasingly common topic. In Britain, plastic kerb stones have proven to be a viable alternative. Plastic kerb drainage systems are also in use. Their main advantage over traditional solutions is a much lower weight of product, which does not require lifting mechanisms during installation. It is not known to the author of the thesis that such solutions have been tested on public roads in Estonia before. The strength properties of the material at sub-zero temperatures, abrasion resistance and impact resistance need to be given a thorough consideration. In the case of a drainage system, its operation in the conditions of ice and snow is questionable. However, for the future, these options are worth remembering.

Metal borders for demarcation are also present in the cityscape of Tallinn. The solution is more sustainable for tree roots than kerb, as it excludes a large-scale excavation. They are generally installed on sidewalks, parks and gardens with screenings or paving. With regard to safety, it is important to make sure that the sharp edge of the kerb is flush with the surrounding.

Sometimes you can notice that the kerbs have sunk. The reason may be that someone has crushed into the kerb. One feasible option is to use a reflective strip or corresponding LED lights on the kerbs in higher risk areas. The purpose is to ensure better visibility in the dark and thus increase road safety.

There are also specific recommendations which could be useful for designing the street space. In the case of Chinese stones, pre-sorting should be carried out in order to avoid uneven quality. It is recommended to make a change in the permissible tolerance for the height of kerbs at the front edge of the sidewalk and light traffic road in the Road Construction quality requirements and to set it up at 5 mm. According to the author, the wording of the 'entrance kerb' in the Linnatänavate Standard could be reconsidered, and the option that the height must be five centimetres at the exit should be adopted.

Based on the thesis, it is possible to prevent some problems related to kerbs. These issues should be taken forward and the experiences of countries with similar climatic conditions is worth of exploration. Not all solutions are always suitable for every party and, therefore, they must be approached individually.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. EVS 843:2016 Linnatänavad. [Online] <https://www.evs.ee/et/evs-843-2016> (14.02.2020).
2. Tee ehitamise kvaliteedi nõuded. [Online] <https://www.riigiteataja.ee/akt/107082015001?leiaKehtiv> (12.02.2020).
3. Ettevõttest. [Online] <https://rudus.ee/firmast/> (11.02.2020).
4. Äärekiivid. [Online] <http://www.raekivitehas.ee/tooted/aarekiivid/> (12.02.2020).
5. Äärekiivid. [Online] <http://www.columbia-kivi.ee/tooted/28-sillutuskivid/203-aarekiivid> (12.02.2020).
6. Äärekiivid. [Online] <http://www.framm.ee/betoontooted/aarekiivid/> (11.02.2020).
7. Äärekiivid. [Online] <https://ikodor.ee/hinnakirjad/aarekiivid/> (10.02.2020).
8. Äärekiivid. [Online] <http://www.kivitehas.ee/et/aarekivi/> (11.02.2020).
9. Uued kodumaised äärekiivid Penter klinkersillutuskivide tootevalikus. [Online] <https://www.wienerberger.ee/ettevottest/uudised/uued-kodumaised-aarekiivid-penter-klinkersillutuskivide-tootevalikus.html> (13.02.2020).
10. Batoon-ja graniittoodete hinnakiri 2018. [Online] <https://rudus.ee/media/2014/06/PREMIUM-toodete-hinnakiri-2018.pdf> (02.02.2020).
11. Head inimesed ratastoolis istujat hätta ei jäta. [Online] <https://arhiiv.saartehaal.ee/2010/10/26/head-inimesed-ratastoolis-istujat-hatta-ei-jata-lisatud-video/> (11.01.2020).
12. Data considerations. [Online] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/crash_characteristics_where_and_how/data_considerations_en (25.02.2020).
13. Liiklusõnnetuste andmed 2011-2019. [Online] <https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/inimkannatanutega-liiklusonnetuste-statistika> (01.05.2020).
14. Teehoiutööde täiendavad nõuded. [Online] <https://www.tallinn.ee/est/Teehoiutoode-taiendavad-nouded> (22.04.2020).
15. MAARYL 2010 Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded. Hoone ehituse pinnasetööd. Kirjastaja: ET Infokeskuse AS.
16. EHITATUD KESKKONNA LIGIPÄÄSETAVUS NÄGEMISPUUDEGA INIMESTELE. [Online] https://pimedateliit.ee/wp-content/uploads/2017/04/EPL_juhend_august2016.pdf (12.03.2020).
17. Tallinna rattastrateegia 2018-2027. [Online] <https://www.tallinn.ee/est/rattastrateegia/Tallinna-rattastrateegia-2018-2027-2> (01.04.2020).

18. EVS-EN 1340:2003+AC:2006/AC:2014 Betoonist äärekivid. Nõuded ja katsemeetodid. [Online] <https://www.evs.ee/et/evs-en-1340-2003+ac-2006-ac-2014> (12.01.2020).
19. EVS-EN 1343:2012 Looduskivist äärekivid välissillutiseks. Nõuded ja katsemeetodid. [Online] <https://www.evs.ee/et/evs-en-1343-2012> (14.03.2020).
20. AS Talot äärekivide paigaldus- ja kasutusjuhend. [Online] http://www.framm.ee/file/Aarekivide_juhend.pdf (11.02.2020).
21. Teetööde tehnilised kirjeldused. [Online] https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/teet_de_tehniline_kirjeldus_kk.pdf (11.04.2020).
22. Äärekivide paigaldamise juhend. [Online] <https://ikodor.ee/wp-content/uploads/2014/03/AAREKIVIDE-PAIGALDAMISE-JUHEND-20121.pdf> (12.01.2020).
23. TEE-EHITUSTÖÖDE KONTROLL- JA VASTUVÕTUTOIMINGUTE LOETELU. [Online] https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/kontroll_ja_vastuvotu_toimingute_loetelu.pdf (23.04.2020).
24. Äärekivide paigaldus. [Online] <https://wanareval.ee/aarekivide-paigaldus/> (12.02.2020).
25. Roundabouts That Work for Cyclists and Pedestrians. [Online] <https://pedalptown.com/blog/2018/06/22/roundabouts-that-work-for-cyclists-and-pedestrians> (12.04.2020)
26. GREAT NORTHERN GREENWAY – DERBY. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/case-studies/great-northern-greenway-derby/> (02.04.2020).
27. Edgings & Kerbs - Road Kerbs. [Online] <https://www.pavingexpert.com/edging5> (14.03.2020).
28. Duradrain Recycled & Recyclable Heavy Duty Combined Kerb & Drainage System. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/products/duradrain/> (14.03.2020).
29. ENNIS SCHOOL – COUNTY CLARE. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/case-studies/ennis-school-county-clare-installed-2016> (10.04.2020).
30. Recycled & Recyclable Lightweight Kerb Solution. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/products/durakerb> (14.03.2020).
31. Durakerb Technical Brochure. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/wp-content/uploads/Durakerb-Technical-Brochure-04.pdf> (14.04.2020).
32. HAPAS Certificate. [Online] <https://www.durakerb.co.uk/wp-content/uploads/HAPAS-Certificate.pdf> (14.02.2020).

33. C & C Concrete Curb. [Online] <http://concretecrafters.com/extruded-curb/> (02.03.2020).
34. Extruded Asphalt Kerb - Main Brochure. [Online] <http://www.extrudakerb.com/wp-content/uploads/files/Extruded%20Asphalt%20Kerb%20-%20Main%20Brochure.pdf> (14.02.2020)
35. What to see at ConExpo 2017: Kenworth, Power Curbers, Power-Packer in the South Hall. [Online] <https://www.equipmentworld.com/what-to-see-at-conexpo-2017-kenworth-power-curbers-power-packer-in-the-south-hall/> (02.02.2020).
36. Extruded kerbing. [Online] <http://www.deltakerbing.com.au/extruded-kerbing.html> (25.01.2020).
37. Integrated concrete construction and remedial services. [Online] <https://www.mcmservices.com.au/services/concrete-services/> (05.05.2020).
38. Kerblay. [Online] <https://www.adenstar-group.co.uk/kerblay/> (06.05.2020).
39. Faith in Brett's bus boarding Kassel kerb continues for progressive Brighton & Hove City Council. [Online] <https://specifierreview.com/2014/08/28/kassel-kerb/> (15.02.2020).
40. TECHNOLOGIES FOR PRECISION DOCKING AT LEVEL-BOARDING PLATFORMS FOR BUS RAPID TRANSIT SYSTEMS USING LOW-FLOOR BUSES. [Online] http://cardinalscholar.bsu.edu/bitstream/handle/123456789/200849/HedgesC_2017-3_BODY.pdf?sequence=1&isAllowed=y (28.01.2020).
41. Kassel Kerb. [Online] <https://www.ribaproductselector.com/Product.aspx?ci=6218&pr=BrettLandscaping-KasselKerb> (13.01.2020).
42. Hardscaping 101: Metal Landscape Edging. [Online] <https://www.gardenista.com/posts/hardscaping-101-metal-landscape-edging-pros-and-cons/> (14.02.2020).
43. Metallist muru- ja peenraääraste kasutus- ja paigaldusjuhend. [Online] <https://gardenfix.ee/wp-content/uploads/2016/04/Metallist-murupiirde-paigaldusjuhend.pdf> (14.02.2020).
44. Pave Edge kiviteede ääristamiseks. [Online] <http://revalkivisystems.com/toode/> (13.02.2020).
45. Plastic Edge Molding for Landscaping. [Online] <https://homeguides.sfgate.com/plastic-edge-molding-landscaping-47855.html> (14.02.2020).
46. Kerbstone. [Online] <https://www.reunakivi.com/kerbstone> (12.02.2020).
47. Millest sõltub LED-valgustuse kvaliteet. [Online] <http://www.valgustus.ee/UsefulInfo/1104> (05.05.2020).

48. Reidi tee liiklusohutuse auditeerimine pärast tee avamist liiklusele / vastutav täitja
A. Kendra. Tallinn 2020.
49. Hydraulic kerbstone clamp. [*Online*] <https://optimas.de/en/products/install-banding/laying-kerbs-and-gutter-stones/kerb-clamp-hydraulic.php#description>
(10.03.2020).
50. Vacu-Lift. [*Online*] <https://optimas.de/en/products/paving/vacuum-technology/vacu-lift.php> (11.03.2020).