

RINGRISTMIKE KASUTUSPRAKTIKA ANALÜÜS JA SOOVITUSED NENDE RAJAMISEKS

INSENERIBÜROO “STRATUM”

Töö reg.nr. (2007-24)



MAANTEEAMET

Tallinn 2007

INSENERIBÜROO STRATUM

**RINGRISTMIKE KASUTUSPRAKTIKA
ANALÜÜS JA SOOVITUSED NENDE
RAJAMISEKS**

TALLINN 2007

SISUKORD:

Sissejuhatus	3
1. Liiklusring või ringristmik?	4
2. Ringristmike tüübid	7
3. Liiklusohutus	10
3.1. Sõidukitevahelised konfliktid ringristmikel	17
3.1.1. Üherajalised ringristmikud	17
3.1.2. Kaherajalised ringristmikud	18
3.1.3. Jalakäijakonfliktid	21
3.1.4. Jalgrattakonfliktid	22
3.2. Ringristmike mõju sõidukite liikumiskiirustele	28
3.3. Liiklusõnnetuste statistika ja analüüs	30
4. Ringristmiku läbilaskvus	32
4.1. Üherajaliste ringristmike läbilaskvus	35
4.2. Kaherajaline ringristmik	36
5. Keskkonnamõjud	40
6. Valgustus, nähtavus, tähistamine	41
6.1. Linnatingimustes	42
6.2. Äärelinna tingimustes	42
6.3. Maanteetingimustes	42
7. Maksumus	45
8. Millal ringristmik ei ole hea lahendus?	46
9. Ringristmiku hindamine	47
10. Soovitused, ettepanekud	48
10.1. Ringristmike soovitatavad tüübid	48
10.2. Ringristmike käsitus Eesti normdokumentides	51
10.3. Täiendavaid soovitusi ringristmike projekteerimisel	56
10.4. Ringristmiku projekteermise soovitatavad samud	58
Kirjandus:	65

Sissejuhatus

Liiklusinsenerid, planeerijad ja projekteerijad peavad pidevalt tegema otsuseid, mis tõstaks meie liiklussüsteemi ohutust ja funktsionaalsust, samas minimeerides kulusid ja kahjulikke mõjusid keskkonnale, sest traditsioonilisele tasuvusanalüüsile (kuluefektiivsuse analüüsile) lisandub otsustusprotsessi üha enam keskkonnamõju arvestamise vajadus.

Ringristmikud on arenenud liikluskorraga riikides muutunud üheks enam eelistatumaks alternatiiviks foorjuhitud (fooridega reguleeritud) või eesõigusristmikele (nn peatee-kõrvaltee tüüpi) [Rahman&Hicks, 1994; Rahman, 1995], kuna nad on tõestanud ennast efektiivse ja ohutust tõstva liikluslahenduse meetmena [Courage & Hoang, 1997]. Positiivselt on välja toodud ka ringristmike rajamise tulemusena paranenud esteetilist üldmuljet [Courage & Hoang, 1997].

Ringristmike efektiivsus sõltub kahest tegurist. Esiteks, sõidukijuhid peavad tegema lihtsa otsuse peatumisjoonel, millal siseneda ringile. See otsus tugineb juhi poolt tunnetatud ringliikumises vahel oleva tühiku vastuvõetavusel. Teiseks, sõidukid on sunnitud aeglasemalt liikuma.



Foto 1. Kaasaegne ringristmik.

Lisaks sellele, et ringristmike rajamine on kuluefektiivne, kuna nad pikemas perspektiivis eeldavad väiksemaid kulusi, toovad ringristmikud kaasa tavaliselt väiksemaid ooteaegu ja liiklusriski võrreldes foorjuhitud reguleeritud ristmikega. See võib olla ka üheks põhjuseks, miks peaaegu kõik magistraalteede ja tavatänavavõrgu üleminekuristmikud on näiteks Suurbritannias lahendatud ringristmikena [Ourston & Hall., 1996].

1. Liiklusring või ringristmik?

Ringliiklusristmikel võivad olla väga erinevad kujud, kuid nende peamine ühine joon on see, et ristmik on kujundatud ümber keskse, tavaliselt ümmarguse saare, mis takistab sõidukitel ristmiku läbimist sirgjooneliselt. Ringliiklusristmikud laiemas mõttes on mõneti vastuoluline liikluslahenduse vorm, millel on nii pooldajaid kui ka vastaseid. Peamiselt Euroopas ja Austraalias läbiviidud uuringud on edasi arendanud liiklusringi üldist kontseptsiooni sellise lahenduseni, mis on pälvinud rahvusvahelisel tasandil üldist aktsepteerimist.

Eestis ei ole täna veel selgelt eristatud termineid üht või teist tüüpi ringliiklusristmike tähistamiseks. Kui lähtuda inglise keele analoogiast siis võiks üldiselt selliste kaasaegsete ringliiklusristmike (inglise k *traffic circle*) defineerimiseks kasutada terminit „ringristmik” (inglise k. *roundabout*) või “kaasaegne ringristmik” (inglise k. *modern roundabout*).



Foto 2. Etoile' väljak Pariis- ei ole ringristmik

Ringristmikku võiks eristada ringliiklusristmike hulgast mõnede ühiste tunnuste alusel, mille puudumisel ei saa liiklusringi ringristmikuks nimetada. Ringristmikku iseloomustavad järgmised tunnused:

- Sõidukid, mis lähenevad ringristmikule, peavad teed andma sõidukitele, mis liiguvad ringil.
- Ringil liikuvad sõidukid ei ole ühegi eesõiguskonfliktiga seotud ja lõikumiste arvu hoitakse miinimumtasemel. Sõiduk, mis siseneb ringile kõrvalteelt, „muutub” peateel liikuvaks sõidukiks seniks, kuni ta on ringil
- Kiiruse, millega sõiduk on võimeline ringi läbima, määrab üldjuhul ringi keskel oleva saare asukoht ja parameetrid. See näitaja on üldjuhul otseselt seotud ringristmike paremate liiklusohutusnäitajatega võrreldes mõnda teist tüüpi (näiteks nn peatee-kõrvaltee) ristmikega.
- Ringil on peatumine ja parkimine keelatud.

- ❑ Kesksaarel ei toimu jalakäijate liiklemist. Jalakäijad ei läbi ringristmikku.
- ❑ Kõik sõidukid liiguvad vastupäeva, möödudes saarest paremalt.
- ❑ Ringristmikud on projekteeritud selliselt, et võimaldavad liikumist erinevatele sõidukitele.
- ❑ Ristmikel on tõstetud eraldussaadred kõigis suundades. Eraldussaadred (inglise k *splitter islands*) on oluline ohutuselement, mis on vajalik vastassuundades liikuva liikluse eraldamiseks ja jalakäijatele turvalisuse tõstmiseks. Nad on ka oluliseks osaks liikumise juhtimisel.
- ❑ Kui juurdepääsuteedel on jalakäijate ülekäigud, siis nad paigutatakse tavaliselt umbes ühe auto võrra eemale ringile sisenemise kohast.

Rahman & Hicks (1994) on välja toonud kolm peamist erinevust, mis eristavad ringristmikku teistest liiklusringidest:

- ❑ Sisenev liiklus peab teed andma ringil liikuvale liiklusele;
- ❑ Ringile sisenev liiklus peab muutma oma senist liikumissuunda
- ❑ Ringile pealesõidukohad on laiendatud

On olemas erinevaid tüüpe ringristmikke. Kõige üldisemalt saaks neid jagada ühe- ja kahe-rajalisteks, lisaks on kasutusel veel mitmerajaline erilahendus, mida kutsutakse turbo- ringristmikuks (vt. joonis *).



Foto 3. Ringristmik, Nantes , Prantsusmaa

Üherajalistel ringristmikel on ringil üksnes üks sõidurada. Suure liiklussageduse puhul võib ring olla projekteeritud ka mitmerajalisena.

Kahe-rajalise ringristmikuga seotud kitsaskohti silmas pidades, on konstrueeritud ka nn turbiin-ringristmik. See on mittekentsentrilise lahendusega ringristmik, kus on ristmikult võimalik väljuda kahelt

sõidurajalt ilma ühegi külgkonfliktita. Turbiin-ringristmikel on olulised alljärgnevad näitajad:

- ühtegi rajavahetust ei toimu ringristmikul;
- ringile sisenev liiklus peab andma teed kahe rajalisele liiklusele ringil;
- igal segmendil on üks rada, kus liikleja saab valida, kas lahkuda ringilt.

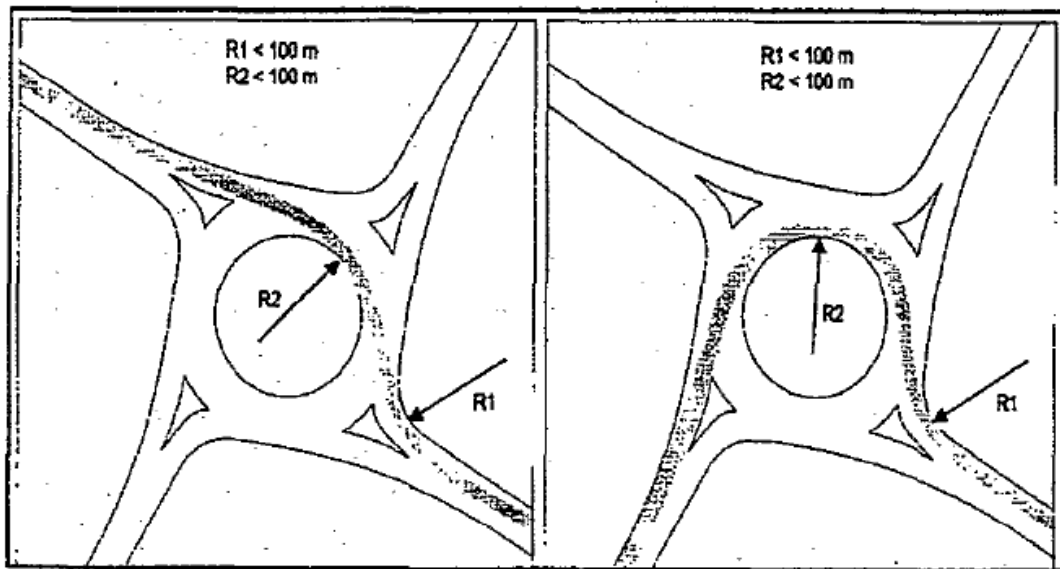


Figure 1. *Turbo-roundabout*

Foto 4. *Turbiin-ringristmik*

2. Ringristmike tüübid

Ringristmikke võib vastavalt nende raadiusele klassifitseerida mini- (siseringi raadius $R_i < 2\text{m}$ (tavaliselt Euroopas), USA-s ja Suurbritannias $0...4\text{m}$), väikesteks ($2\text{m} < R_i < 10\text{m}$; eeldavad, et sisemine saar (sisering) oleks osaliselt ületatav) või tavaringristmikeks ($R_i > 10\text{m}$; võimaldab normaalset liiklemist busside ja raskete veokite jaoks) sõltuvalt nende siseraadiusest R_1 , ja sõidetavusest busside ja raskete veokite jaoks. Ringristmiku projekteerimise peamiseks põhimõtteks on kujundada sujuv auto sõidutrajektoor läbi ringristmiku, kusjuures soovitatavalt peaks olema tagatud põhimõte, kus $R_1 < R_2 < R_3$ (1- sisenemisharust pealesõit ringile; 2- ringil liikumise raadius, 3- väljumismanöövri raadius). Samas peaks $R < 100\text{m}$ projektkiiruse $< 50\text{ km/h}$ puhul ja $R < 50\text{ m}$ projektkiiruse $< 30\text{ km/h}$ puhul.



Joonis 1. Sujuva sõidutrajektoori põhimõte, [Bergh, T., p.43]

Tavasuurusega ringristmikud on soovitatavad kasutamiseks riigimaanteedel ja suurematel linnamagistraalidel. Sõidutee laius ringil sõltub siseringi raadiusest, projekteerimisel aluseks võetud tüüpsõiduki parameetritest ja sujuva trajektoori moodustamiseks valitavatest projekteerimise standarditest.



Foto 5. Miniringistmikud, Saksamaa



Foto 6. Ringristmik Bloomingtonis, Indiana, USA

Radade arv ringristmikul sõltub soovitatavatest liikluse parameetritest, arvestades, et ristmiku läbilaskvuse kasutuse tase tipptunnil (tegeliku liiklussageduse ja läbilaskvuse suhe z) peaks olema $z < 0,5$ maateedel ja $z < 0,8$ linnatingimustes, arvutatuna näiteks CAPCALi mudeli arvutusmeetodi alusel. Selle läbilaskvuse arvutusmeetodi tulem sõltub otseselt sisenemisharu, ringil oleva sõiduraja ja väljumisharu sõidutee laiuusest, sõlme harude arvust ning liiklusvoogude jagunemisest. Mõned mudelid arvestavad ka konfliktpunkte või liitumisnurga suurust.

3. Liiklusohutus

Ringristmike rajatakse liikluse korraldamiseks ning ristmikel aset leidvate õnnetuste raskusastme ja sageduse vähendamiseks [Rahman&Hicks, 1994]. USA kogemus näitab ringristmike rajamise järgselt umbes 37% kõikide õnnetuste arvu ja 51% kannatanutega lõppenud õnnetuste arvu vähenemist. Need väärtused on vastavuses ka teiste rahvusvaheliste uurimuste tulemustega, kus on olnud palju suuremad valimid [Federal Highway Administration..., 2000]. Just inimkannatanutega liiklusõnnetuste osas on toimunud suurim vähenemine, sest ringristmike kuju elimineerib kõige ohtlikumad kokkupõrkevõimalused. Enamus neist uuringutest näitavad ka, et õnnetuste arvu vähenemine on suurem maapiirkondades kui linnas.

Tabel 1. Keskmised liiklusõnnetuste arvu vähenemised (%) erinevates riikides ringristmike rajamise tulemusena*

Riik	Keskmise vähenemine %	
	Kõik õnnetused	Kannatanutega õnnetused
Austraalia	41-61%	45-87%
Prantsusmaa**		57-78%
Saksamaa	36%	
Holland	47%	
Suurbritannia		25-39%
U.S.A.	37%	51%

*Garder, P., 1998

** Guichet, B., 1997

Ringristmike peamine liiklusohutuslik efekt seisneb selles, et nad võivad suurendada ristmike ohutust elimineerides või muutes konfliktitüüpe, vähendades kiirusi potentsiaalsetes kokkupõrkekohtades sundides juhte vähendama kiirusi, kui nad siirduvad ristmikule ja ka ristmikul liikudes.

Paljud varasemad uurimused on leidnud, et ringristmike rajamise üks kasutegureid on üldiselt paranenud ohutusnäitajad. Mitmed USA-s, Euroopas ja Austraalias läbiviidud uurimused on kinnitanud, et ringristmikel on liiklusohutuse näitajad paremad võrreldes teiste ristmike tüüpidega. Eriti on just üherajalised ringristmikud tõestanud oma paremust võrreldes peatee/kõrvaltee tüüpi ristmikuga [vt Federal Highway Administration..., 2000].



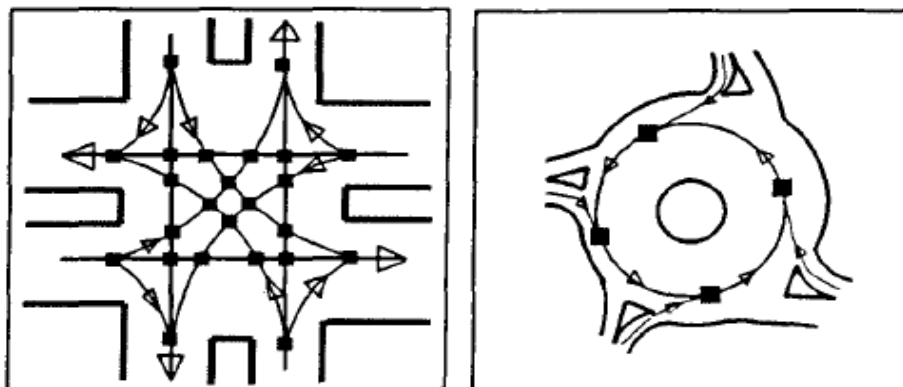
Foto 7. Ringristmik, Lake Stevens, WA, USA

Kuna ringristmikud annavad eelisõiguse ringil liikuvatele sõidukitele, siis on ristmikule suunduv juht kohustatud teed andma ringil liikujale, kusjuures vastavalt vaba intervalli (ajatühiku) vastuvõetavusele (inglise k. *gap acceptance*) ringile siseneva juhi jaoks. Selline põhimõte võimaldab kasutada liiklusringide puhul varasemast väiksemaid liiklusringi diameetreid, mis omakorda sunnib sõidukeid ringile sisenema väiksema kiirusega [Rahman&Hicks, 1994], kuid võimaldab samas kasutada väiksemat vastuvõetavat tühikut, kuna kiirus on väiksem.

Oluliseks ringristmiku liikluse omapäraks on ka see, et ringil liikujad ei saa seda teha sirgjooneliselt, vaid peavad järgima suuremal või väiksemal ringristmiku geomeetriat, eelkõige siseringi läbimõõtu ja sõidutee trajektoori. Seda saab aga omakorda mõjutada ringristmiku kesksaare asukoha valiku ning sisenemis- ja väljumistee paigutamisega nihkesse, elimineerides sirgjoonelise liikumise ringile sisenemisel, seal liikumisel ja sealt väljumisel [Rahman&Hicks, 1994].

Kõigi üldisemas lähenduses on liiklusõnnetuste sagedus ristmikel seotud ristmiku konfliktkohtade arvu, konfliktide raskusastme, aga ka konfliktuvate liiklusvoogude suurusega igas konfliktpunktis. Konfliktpunkt on koht, kus kahe sõiduki liikumise trajektoor lahkneb, liitub või ristub teineteisega.

Tavalisel neljajarulisel ristmikul on 24 konfliktpunkti. Üherajalisel ringristmikul on tavaliselt ainult neli konfliktpunkti ja seega võib teoreetiliselt eeldada väiksemat õnnetuste riski.



Joonis 2. Konfliktipunktid neljajarulisel ristmikul ja ringristmikul, (Rahman&Hicks, 1994, p. 262)

Ringristmiku geomeetrilise lahenduse ja liikluskorraldusliku omapära, peamiselt tee andmise kohustuse, siseneva liikluse sirgjooneliselt trajektoorilt kõrvalejuhtimise ning sisenemise ja väljumise nihkes paiknemise tõttu, on juhid sunnitud aeglustama sõiduki kiirust ringile sisenedes ja ringil liikudes. See omakorda vähendab nõutavat pidurdusmaad ja suurendab juhi aega, mida juhil on vaja ohule reageerimiseks. Ringristmike omapäraks on peetud seda, et seal toimuvad liiklusõnnetused on tavaliselt ümberreastumisel toimuvad kokkupõrked või pikikokkupõrked (tagant otsasõidu tüüpi). Mõlemad õnnetusetüübid leiavad ringristmiku puhul aset madalal kiirusel ja on üldiselt kergemat tüüpi õnnetused, kui võtta arvesse tõsisemaid vigastusi ja varalise kahju suurust. Just õnnetuste kergemad tagajärjed ongi see, mida peetakse oluliseks ringristmike eeliseks teiste ristmikulahendustega võrreldes, kuigi liiklusõnnetuste üldarv ei pruugi ringristmike rajamise tulemusena väheneda [Federal Highway Administration..., 2000].

Näiteks Hollandis teostatud uuringu tulemusel selgus, et asendades neljajarulise ristmiku ringristmikuga, väheneb tõsiste inimkannatanutega õnnetuste arv ca 70% [SWOV factsheet]. Ka Rootsis, nagu enamuses Euroopa riikides, on ringristmikud viimaste aastakümnete jooksul muutumas üha populaarsemaks tänu suurepärastele ohutusnäitajatele, liiklusnäitajatele ja liikluse rahustamise omadustele. Rootsi liiklusõnnetuste statistika näitab ringristmike õnnetuste tasemeks vahemiku 0,04-0,08 miljoni sõiduki kohta sõltuvalt peatee kiirusest ja keskkonnast. Samas oli nende hulgas väga vähe raskeid õnnetusi [Bergh].

Muidugi on ka tavaristmikel võimalik kasutada ristmike kanaliseerimist ja teisi liikluskorralduslikke vahendeid (näiteks STOP-märk, foor), mis võivad küll vähendada, kuid mitte elimineerida ristuvate konfliktide arvu traditsioonilisel ristmikul eraldades konfliktid nii ruumis ja/või ajas. Siiski, kõige tõsisemad õnnetused fooriga reguleeritavatel ristmikel juhtuvad tavaliselt siis, kui esineb konfliktide ajaliseks eristamiseks paigaldatud fooritule nõuete eiramine (nt kokkupõrge punase tule eiramise tõttu, ka sõiduki ning jalakäija kokkupõrge). Seetõttu on üherajalise ringristmiku rajamise tulemusena saavutatavat liiklusohutuslikku efekti siiski peetud efektiivsemaks kui foorjuhtimise rakendamist samal eesmärgil [Federal Highway Administration..., 2000].

Foorjuhitava ristmiku üheks potentsiaalseks riskielemendiks on niinimetatud dilemmatsooni olemasolu. Dilemmatsooniks nimetatakse sellist piirkonda sõiduteel foorjuhitava ristmiku ees, kus fooritule muutumisel lubavast keelavaks tekib juhil valiku kohustus, kas peatuda või jätkata liikumist ning läbida ristmik siiski kas rohelise vilkuva, kollase või punase fooritulega. Elimineerides need nn dilemmatsoonid (inglise k. *dilemma zones*), mis eksisteerivad alati foorjuhitavatel ristmikel, elimineerivad ringristmikud ühe kõige olulisema riskiaspekti foorjuhitaval ristmikul, mis võib sageli viia kõige raskemate tagajärgedega kokkupõrgeteni- kokkupõrge mootorsõidukite vahel küljelt ja seda suhteliselt suurel kiirusel.

Maailma kogemus näitab seda, et liiklusohutuse näitajad on paremad väikestel ja keskmise läbimõõduga ringristmikel võrreldes suurte või mitmerajaliste ringristmikuga. Näiteks Rootsi projekteerimispraktika eelistab väiksema suurusega ringristmikke. Erinevatele allikatele tuginedes võib väita, et väikse või normaalsuurusega ringristmikud (siseringi raadius ($2m < R_i < 10\text{ m}$) vähendavad õnnetuste arvu 40% kuni 85%. Kuid, kuigi tavaliselt väheneb ringi rajamise tulemusena üldine liiklusõnnetuste arv, siis kõige suuremas osas leiab see aset mootorsõidukite vaheliste kokkupõrgete osas, vähem aga jalakäijate ja jalgratturite osas, kusjuures erinevad uuringud annavad viimast liiki õnnetuste osas erinevaid tulemusi. Ilmselt on see paljuski seotud ka jalgrattaliikluse korraldusega.

Ringristmiku puhul on parema ohutustaseme põhjused üldiselt järgmised:

- Ringristmikel on vähem konfliktpunkte võrreldes tavaristmikuga. Samuti ei eksisteeri ringristmikul suurema riskiastmega konflikte, nagu näiteks ristumised 90° nurga all ja kokkupõrked vasakpöörde sooritamisel. Üherajalised ringristmikud on paremate ohutusnäitajatega kui mitmerajalised, kuna neil on vähem potentsiaalseid konfliktpunkte ja samas on jalakäijate ülekäigumaad lühemad;
- Madalamad liikumiskiirused annavad juhtidele rohkem aega reageerimiseks potentsiaalsete konfliktide korral, mis aitab kaasa ringristmike ohutusnäitajate paranemisele;
- Kuna enamus liiklejaid liigub ringil suhteliselt sarnastel kiirustel, on tavaliselt ka õnnetuste raskusaste väiksem võrreldes teiste ristmikutüüpidega;
- Jalakäijad peavad ringristmikul ületama ainult ühe liiklusuuna korraga iga ristmikuharu juures. Lisaks sellele on ringristmikul liiklevate sõidukite kiirused tavaliselt väiksemad, mis suurendab jalakäijate ohutust.

Saksamaal Ruhri Ülikoolis Bochumis uuris Birgit Stuwe (Stuwe 1991) võrdlevalt ringristmikke ja teisi reguleeritud ristmikke. Koguti õnnetuste andmeid 14 ringristmiku ja 14 reguleeritud ristmikutüübi kohta. Uuringus võeti võrdlusgrupiks reguleeritud ristmikud, mis paiknesid ringristmike vahetus läheduses. See võimaldas analüüsida võrdsete või sarnaste liiklustingimustega ristmikke selliste näitajate osas, nagu näiteks liiklusvood ja juhtide käitumine. Analüüs viitas sellele, et liiklusõnnetuste

koguarv ringristmikel on üldiselt suurem kui teistel ristmikel, kuid nende õnnetuste raskusaste oli madalam.

Nende küsimuste edasisel uurimisel oli võimalik välja tuua kaks ringristmike gruppi.

Esimesse gruppi kuulusid suured, nn vanemat tüüpi ringristmikud. Seal oli kasutatud peamiselt kaheajalisi sisenemisharusid ringristmikule. Nendel ristmikel oli ka suurem liiklusõnnetuste arv. Teist gruppi, kaasaegse lahendusega üheajalised ringristmikud ca 28-35 m ringi välisdiameetriga, iseloomustas väiksem õnnetuste arv ja praktiliselt inimkahjuga liiklusõnnetuste puudumine.

Uuringu läbiviimise ajal ehitati kolme kohta ringristmikud, kus viidi ka läbi nn enne-pärast uuring. Need kolm ringristmikku olid 28 kuni 35 m diameetriga. Kõigis neis kolmes asukohas kahanes nii liiklusõnnetuste koguarv kui ka raskete õnnetuste arv. Pärast ristmike lahenduste muutmist ei olnud registreeritud ühtegi tõsiste tagajärgedega õnnetust ja ainult materiaalse kahjuga õnnetuste arv kahanes tervikuna samuti. Veidi suurenes väikese materiaalse kahjuga õnnetuste arv. Õnnetuste arv kahanes 4 õnnetuselt aastas vaadeldud ristmikel 2,4 õnnetuseni aastas. Inimvigastusega õnnetuste arv vähenes 3,3 inimvigastuselt aastas 0,5 vigastuseni ringristmikel.

Ka Hollandis on alates 1980ndatest ringristmikud muutumas üha populaarsemaks. 1992.a. lõpus uurisid Chris Schoon ja Jaap van Minnen (Schoon, van Minnen 1994) 201 ringristmikku. Uurimus keskendus kahele teemale:

- 1) ringristmike nn enne-ja-pärast uuring 181 asukohas.
- 2) 201 ringristmiku võrdlus "pärast" situatsioonis.

Erilist tähelepanu pöörati tehnilistele lahendustele ringristmikel, mis puudutasid jalgratturite ja mopeedijuhtide liikemist ringristmikel: uuriti eraldi jalgrattatee, jalgrattatee ringristmikul ja ilma konkreetsete tehniliste meetmeteta ringristmike ohutusolukorda.

Õnnetuste näitajad viitavad liiklusõnnetustele ja kannatanutele, mis on klassifitseeritud vastavalt raskusastmele, sh vaid materiaalse kahjuga lõppenud õnnetused. Vaadeldi andmeid 1984 kuni 1991.a. kohta.

"Enne ja pärast" uuringu tulemusena leiti, et õnnetuste arv ristmiku kohta aastas vähenes 4,9-lt 2,4-le. Kannatanute arv aastas vähenes samuti 1,3-lt 0,37-ni. Kokkuvõttes tähendas ristmiku senise lahenduse asendamine ringristmikuga 47%-list vähenemist õnnetuste arvus ja 71%-list vähenemist liiklusõnnetuses hukkunute arvus.

Muuhulgas saadi ka alljärgnevad tulemused:

- Kolmeharulise reguleeritud ristmiku asendamine kolmeharulise ringristmikuga tõi kaasa väiksema õnnetuste arvu kahanemise võrreldes neljaharulise reguleeritud ristmiku neljaharuliseks ringristmikuks ümberehitamisega;
- Kõige suurem ohutustaseme paranemine toimus kohtades, kus kehtisid veel vanad eesõiguse reeglid (st. tuli anda teed ringile

sisenevale sõidukile) mis asendati kaasaegsete reeglitega (teed tuleb anda ringil liikuvatele sõidukitele), kus liiklusõnnetustes hukkunute arv kahanes 75% võrra. Samas tõi foorjuhitava ristmiku asendamine ringristmikuga üheksas kohas kaasa õnnetuste arvu vähenemise vaid 2...3% võrra ja liiklusõnnetuste 4%-lise kasvu mopeedijuhtide ja jalgratturite vigastuste osas.

- Jalgratturite puhul saadi surmaga lõppenud õnnetuste osas ringristmikel, millel jalgrattatee oli ringil või mingeid erimeetmeid jalgratturite osas ei olnud rakendatud 60%-line ning ringist lahus (väljaspool ringristmikku) oleva jalgrattatee puhul isegi 90%-line kahanemine surmaga lõppenud liiklusõnnetuste osas.

Niinimetatud "pärast"-uurimus keskendus rohkem jalgratturitele ja mopeedijuhtidele suunatud tehnilistele lahenduste ohutusele. Selle tulemusena saadi alljärgnevad tulemused:

- Ohutuse seisukohalt on kõige eelistatum ringristmik eraldi asetseva jalgrattateega. Soovitati, et liiklussagedustega vähemalt 8000 mootorsõidukit päevas, tuleks ehitada ringist eraldi asetsev jalgrattatee;
- Keskmine liiklusõnnetuste arv aastas hakkab taas kasvama ringristmiku olemasolu korral ja nõ „vanuse“ suurenedes. Leiti olulisi tähelepanekuid liiklusohvrite statistikas. Kolme järjestikuse aasta uurimuse tulemus oli vastavalt 0,19, 1,06 ja 0,75 kannatanut aasta kohta. Kannatanute arvu kasvu oletatav selgitus võis olla, et esimesel, vahetult ümberehitusele järgneva perioodi jooksul sõidavad ka juhid ettevaatlikumalt ja seetõttu põhjustavad ka vähem kannatanutega lõppenud õnnetusi. Kui aga harjumus suureneb, tõusevad taas ka kiirused, mis toovad kaasa õnnetuste arvu kasvu;
- Võrreldes ringristmikke, kus jalgrattaraja tähistamiseks oli kasutatud punast värvi, siis viimaste puhul oli täheldatav mõnevõrra väiksem õnnetuste arv ning ka vähem jalgratturite hukkumisi;
- Kolmeharulised ringristmikud 120-kraadise ristmikeharude paiknemisega tingisid oluliselt suurema liiklusõnnetuste ja vigastatu arvu võrreldes standardse 90 /180-kraadise paiknemisega.

N. Lalani (Lalani, 1975) uuris 38 erineva diameetriga ringristmikku nn Suur-Londoni piirkonnas Suurbritannias. Uurimusse olid kaasatud järgnevat tüüpi ringristmikud: 20 miniringristmikku (sisemise jaotusringi diameeter 1 kuni 4 m), 9 väikest ringristmikku (sisemise jaotusringi diameeter 4,1 kuni 7,9 m), viis suurt ringristmikku ja neli nn topelt-miniringristmikku. Peamised uurimuse tulemused olid järgmised:

- Üldine liiklusõnnetuste arv vähenes keskmiselt 39% võrra võrreldes ringristmiku-eelse perioodiga, sealhulgas 30% mini-, 43% väikeste, 52% suurte ja 40% topelt-miniringristmike puhul;
- Jalakäijaõnnetused vähenesid 40% võrrelduna ringristmiku-eelse perioodiga;
- Mootorsõidukiõnnetused langesid 39% võrra võrreldes ringristmiku-eelse perioodiga. Kuna pikikokkupõrgete ja ühesõidukiõnnetuste tase jäi suhteliselt stabiilseks, toimus kahanemine peamiselt just varasemate sagedaste külgekokkupõrgete arvel;

- Surmaga lõppenud ja raskete vigastustega liiklusõnnetuste osas toimus 69% vähenemine;
- Märjade teeolude tõttu toimunud õnnetused vähenesid 51% (väga vähestes paikades kasutati libedustõrjet);
- Üldine liiklusõnnetuste arv ilma äärekivita kesksaarega ringristmikel langes 23%, samal ajal kasvas tagant otsasõitude arv 60% ja kaherattaliste liiklusvahendite osalusel toimunud liiklusõnnetuste arv kasvas 7%.

1984.a. uurisid Maycock ja Hall (Maycock & Hall, 1984) inimvigastustega lõppenud õnnetusi 84 neljajaharulisel ringristmikul Suurbritannia põhiteedel. Vaatlusvalim koosnes väikestest ringristmikest (kesksaare diameeter üle 4 m, suhteliselt suure välisdiameetriga), tavalised ringristmikud (suhteliselt suure kesksaare ja tavaliselt paralleelsete laiendusega sisenemisharudega) ja kaherealised ringristmikud, millel kehtivad kiiruspiirangud jäid vahemikku 50-65 km/h ja 80-110 km/h.

Nende uurimuse peamised tulemused olid:

- Keskmine liiklusõnnetuste sagedus (keskmine kõigi valimisse kaasatud ringristmike puhul) oli 3,31 inimvigastusega õnnetust aastas, 16% neist olid kas surmaga lõppenud või raskete vigastustega õnnetused. Keskmine õnnetuste tase 100 milj ristmikku läbinud sõiduki kohta oli 27,5. Väikestel ringristmikel kiiruspiiranguga 50-70 km/h oli nii kõrgem õnnetuste sagedus kui ka kõrgem õnnetustase võrrelduna teiste ringristmikutüüpidega.
- Õnnetuste analüüs õnnetustüüpide lõikes näitas, et õnnetuste sagedus oli väikestel ringristmikel erinev tavaroringristmikest. Rohkem kui 2/3 väikeste ringristmike õnnetustest olid pikikokkupõrked. Samas, õnnetused tavaroringristmikul olid suhteliselt võrdselt jaotatud pikikokkupõrgete ja ühesõidukiõnnetuste vahel.
- Liiklejatüüpide lõikes näitas liiklusõnnetuste analüüs, et jalakäijad olid osalised 13-16% õnnetustest ja mootorratturid 30-40%. Õnnetustes osaluse tase (100 milj liiklusvahendi kohta) oli kaherattaliste sõidukite puhul ca 10-15 korda autoliikluse omast kõrgem.
- Õnnetuste analüüsil ringristmiku harude arvu alusel saadi tulemuseks, et liiklusõnnetuste sagedus (liiklusõnnetusi aastas ühe haru kohta) on seotud nii liiklussageduse kui ka ringristmiku geomeetriaga. Jalakäijaõnnetused olid seotud ainult sõidukite ja jalakäijate liiklussagedustega.

Leif Ourstoni (Ourston & Doctors, 1995) andmete järgi oli 1990. aastal Suurbritannias umbes 258 000 inimekannatanuga õnnetust. Neist 14 100 (5,5%) toimus ringristmikel. Surmaga lõppenud õnnetuste osakaal ringristmikel oli 0,43%, samal ajal kui kõigi ristmike peale kokku 1,3%. See näitab selgelt kui efektiivne on ringristmike kasutamine õnnetuste tõsiduse vähendamisel ristmikel.

Hall ja Surl'i (Ourston & Doctors, 1995) uurimus näitas, et suure liiklussagedusega teede ristmikel, millel on suhteliselt sarnased

liiklussagedused, oleks ringristmiku korral üldiselt väiksem õnnetuste arv kui foorjuhitava ristmiku puhul.

Üks mahukamaid analüüse Norras viidi läbi 1990.aastal tuginedes 1985-1989. aasta õnnetuste andmetele 59 ringristmikul ja 124 foorjuhitaval ristmikul (Seim, 1991). Selles uurimuses mõõdeti riskitaset inimvigastustega liiklusõnnetuste arvuga 100 milj. ristmiku läbinud sõiduki kohta aastas.

Järgnevas tabelis on toodud erinevused ringristmike ja foorjuhitavate ristmike vahel õnnetuste tasemes. Seim leidis, et kolmeharulised ringristmikud on kõige ohutumad, kuid erinevus nende ja neljagaruliste vahel ei olnud statistiliselt oluline.

Ohutuse tase (Seim, 1991)

Ristmiku harude arv	Ringristmikud	Fooriga ristmikud
3	0,03 (0,05)*	0,05 (0,08)
4	0,05 (0,04)	0,10 (0,16)

*sulgudes on varasema uurimuse tulemus

Ristmikud, kus on kasutusel vaid eesõigusmärgid ja ristmikud, kus ei ole kasutatud reguleerimismeetmeid, omavad tavaliselt õnnetustaset, mis jääb vahemikku 0,10-0,30.

Uute ristmike projekteerimisel saab ohutust tagada ennekõike kasutades varasemaid kogemusi, mille puhul on tõestatud nende mõju ohutusele. Optimaalse ringristmiku ohutuse ja liiklustingimuste tagamiseks tuleks tähelepanu pöörata aspektidele, mida käsitletakse järgnevates peatükkides.

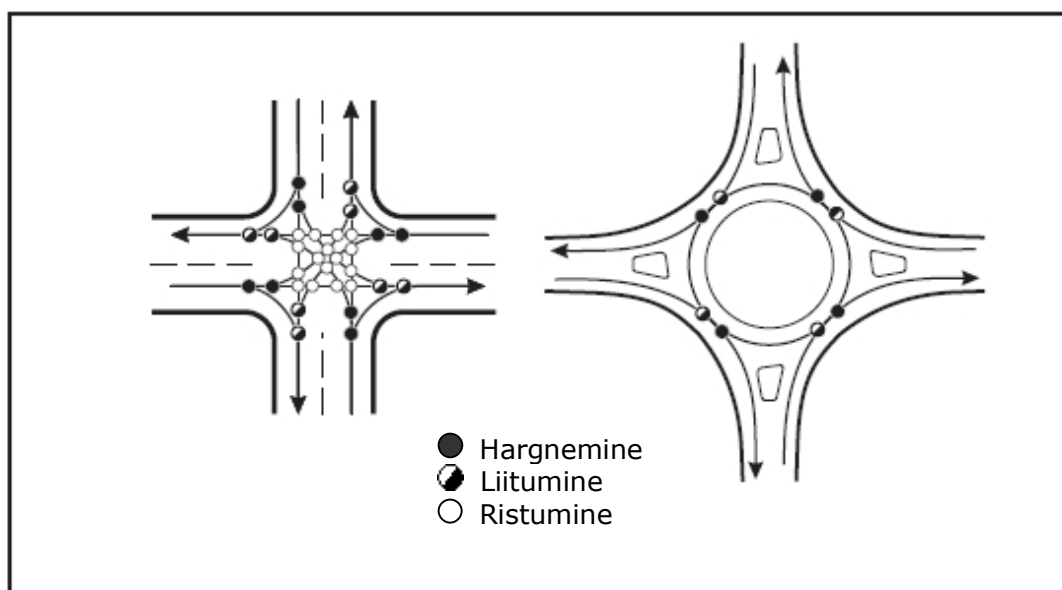
3.1. Sõidukitevahelised konfliktid ringristmikel

3.1.1. Üherajalised ringristmikud

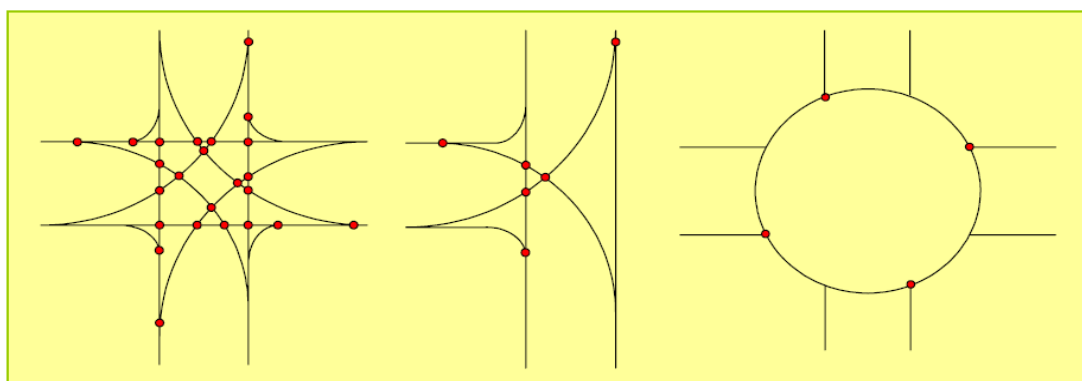
Potentsiaalsed konfliktpunktid ringristmikul võib jaotada kolme peamisse kategooriasse, milles raskusaste varieerub:

- Järjekorras tingitud konfliktid (inglise k. *Queuing conflicts*). Need on konfliktid ja õnnetused, millised on põhjustatud sõidukite poolt, kes sõidavad tagant otsa ringile sisenemist ootavale sõidukile. Seda tüüpi õnnetused on tavaliselt suhteliselt väikse raskusastmega;
- Liitumise ja lahknemise konfliktid (inglise k. *Merge and diverge conflicts*). Need konfliktid on tavaliselt põhjustatud kahe liiklusvoo ühinemisest või lahknemisest. Kõige tavalisem õnnetuse liik liitumisel on külgtokkupõrge ja tagant otsasõit (pikikokkupõrge). Liitumiskonfliktid võivad olla tõsisemate tagajärgedega kui lahknemismanöövri konfliktid, kuna külgtokkupõrke korral on sõiduki küljed tavaliselt vähem kaitstud kui sõiduki ees- või tagaosa
- Ristumiskonfliktid (inglise k. *Crossing conflicts*). Need konfliktid tekivad kahe liiklusvoo ristumisel. Need on kõige raskemate

tagajärgedega kõikidest konfliktidest ja seostuvad kõige tõenäolisemalt vigastuse või hukkumisega. Tüüpilised õnnetuseliigid on ca 90° nurga all toimuvad küljkokkupõrked ja laupkokkupõrked.



Joonis 3. Neljajarulisel üherajalisel ringristmikul on 75% võrra vähem sõidukitevahelisi konfliktipunkte võrreldes tavaristmikeyga. (Federal Highway Administration..., 2000, p. 106)



Joonis 4. Konfliktipunktid erinevatel ristmikutüüpidel (SWOV, 2007, p. 3)

3.1.2. Kaherajalised ringristmikud

Üldiselt on kaherajalistel ristmikel samasugused ohutusnäitajad kui lihtsatel üherajalistel ringristmikel. Siiski, kuna ringristmiku sisse ja väljasõiduharud on laiemad, siis eksisteerivad kaherajalistel ringristmikel täiendavad konfliktipunktid, mida üherajaliste ringristmike puhul ei ole. Seega, ohutuse kaalutlustel tuleks siseneva tee haru sõiduradade, ringil olevate sõiduradade ja ringilt väljuva tee haru sõiduradade arv hoida nii väiksena kui võimalik, muidugi arvestades läbilaskvust. Suurbritannia liiklusõnnetuste mudeli kohaselt tõstab sissesõiduharul olevat sõiduradade arvu suurendamine ühelt kahele inimvigastusega lõppevate õnnetuste arvu ca 25% võrra.



Foto 8. Kaherajaline ringristmik, Austraalia

Mitmerajalise ristmiku puhul esinevad täiendavad konfliktid siis, kui juhid kasutavad vale sõidurada või sooritavad ohtliku või keelatud manöövri. Eriti tavalised on sellised konfliktid juhtide puhul, kes ei ole sellistel ringristmikel liikumistingimuste ja -oludega tuttavad.



Foto 9. Linna kompaktne ringristmik, Saksamaa

Samas on siiski külgkokkupõrgete tekkimise tõenäosus väike ja võib väita, et seda tüüpi konfliktid on „asendatud” vähem tõsiste tagajärgedega liitumiskonfliktidega. Lisaks võib mitmerajalistel ringristmikel esineda kergemaid külgkokkupõrkeid. Seetõttu, kuigi konfliktpunktide arv tõuseb, on konfliktide tagajärjed enamasti vähemtõsised võrreldes alternatiivsete ristmikulahendustega.



Foto 10. Linna kahe rajaline ringristmik, Clearwater, Florida, USA

Peamised õnnetused ringristmikel on põhjustatud sellest, et juhid ei anna sisenemisel teed ringil liikujale. Paljudes uuringutes on viidatud ka pikikokkupõrgetele ja nn ühesõidukiõnnetustele. Ühesõidukiõnnetused (eriti ringilt väljasõit ja kesksaarele otsasõit) on tavalisemad maapiirkondades. Et vähendada ühesõidukiõnnetuste ohtlikkust, tuleb piisavat tähelepanu pöörata ristmiku nähtavusolukorrale.

Tabel 2. Peamiste kokkupõrketüüpide osakaalud ringristmikel*

Riik	Õnnetuse liik	Ringristmiku tüüp	Õnnetuse tüüp		
			Pikikokkupõrge	Külgkokkupõrge	Ühesõidukiõnnetus
Austraalia	Kõik õnnetused	Ühe- ja mitmerajalised	51%	22%	18%
Prantsusmaa	Inimkannatanutega õnnetused	Ühe- ja mitmerajalised	37%	13%	28%
Saksamaa	Kõik liiklusõnnetused	Üherajalised	30%	28%	17%
Sveits	Kõik õnnetused	Ühe- ja mitmerajalised	46%	13%	35%
Suurbritannia	Inimkannatanutega õnnetused	Ühe- ja mitmerajalised	20-71%	7-25%	8-30%

*allikas: Brilon, W., 1998

Erinevaid uurimusi on läbiviidud ringristmike ohutuse mõju efektiivsuse hindamiseks ka linnatänavavõrgul paiknevatel ringristmikel. Hollandis on mitmed uurijad vaadelnud neljajarulisele ristmikule ringristmiku rajamise mõjusid ja jõudnud järeldusele, et selle tulemusena vähenes tõsiste tagajärgedega õnnetuste arv umbes 75%. Jalgratturite ja mopeedijuhtide osalusel toimunud õnnetuste osas oli langus väiksem - 60%. Samas võib siinkohal olla tegemist ka ringristmike mõju mõningase ülehindamisega, kuna esmases järjekorras ehitati ringristmikeks ümber just kõige liiklusohtlikumad ristmikud [SWOV Factsheet].

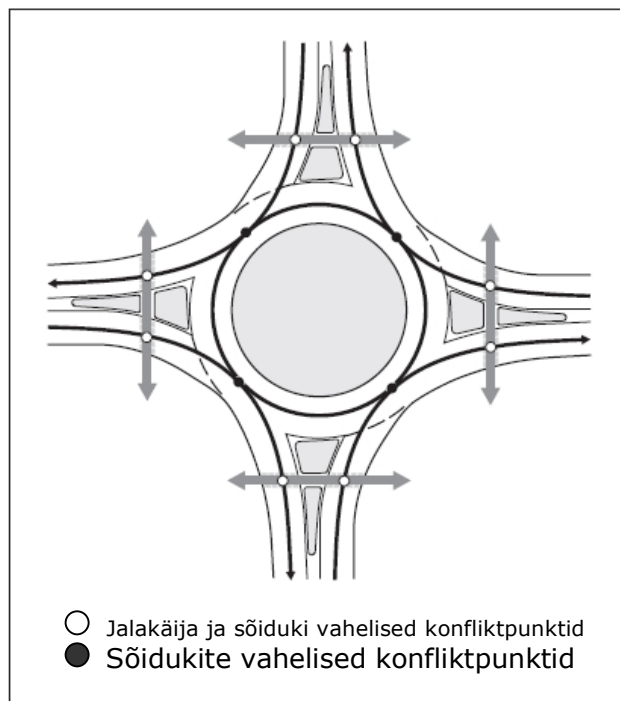
3.1.3. Jalakäijakonfliktid

Sõidukite ja jalakäijate vahelised konfliktid võivad põhimõtteliselt eksisteerida igal ristmikul, isegi seal, kus jalakäijate hulk on minimaalne.

Kui jalakäija peab fooriga reguleeritud neljajarulisel ristmikul arvestama kokku 16 konfliktpunkti läbimisega (ristuv liikumine punase tulega, parempöörded rohelise tulega, vasakpöörded rohelise tulega, parempöörded punase tulega), siis ringristmikel on igal teeharul kaks konfliktpunkti sõiduki ja jalakäija vahel:

- Konflikt ringile sisenevate sõidukitega
- Konflikt ringilt väljuvate sõidukitega

Iga sõiduraja lisandumisega, mida jalakäija peab ületama, lisandub üks konfliktpunkt.



Joonis 5. Sõidukite ja sõiduki ning jalakäija vahelised konfliktpunktid üherajalisel ringristmikul (Federal Highway Administration..., 2000, p. 109)

Omaette probleemid tekivad nägemispuudega liiklejate puhul. Ristmiku ületamiseks peavad viimased esmalt üles leidma ülekäigukoha, mis võib

olla keeruline, kui ringristmiku projekteerimisel ei ole sellega piisavalt arvestatud.



Foto 11. Turbiin-ringristmik ja jalgrattarada ohutussaarel

Ülekäigu kasutamiseks peavad nad kuulmise põhjal leidma ohutu tühimiku, et ületada kas sisenev või väljuv teevaru. Samas võib seda häirida ringil liikuvate sõidukite poolt tekitatav müra. Lisaks on väljuva teevaru puhul oht suurem, kuna siis on sõidukite kiirus suurem. Mõlemad probleemid teravnevad mitmerajaliste sisenemiste ja väljumistega ringristmike puhul. Kolmas ülesanne on eraldussaares üles leidmine ja kui see ei ole ülestõstetud, või varustatud tuvastatavate hoiatustega, siis pole see ka nägemispuudega inimese jaoks kerge. Edasi tuleb ületada teine teepool ja siis jätkata teekonda või leida üles järgmine ülekäik, et ületada ringristmiku järjekordne varu.

Jalakäijate ohutuse tagamiseks peaks tegelik lähenemiskiirus ringile olema 30 km/h või väiksem, sest sellisel kiirusel on jalakäija hukkamise tõenäosus kokkupõrke korral kõige väiksem (Wegman & Aarts, 2006).

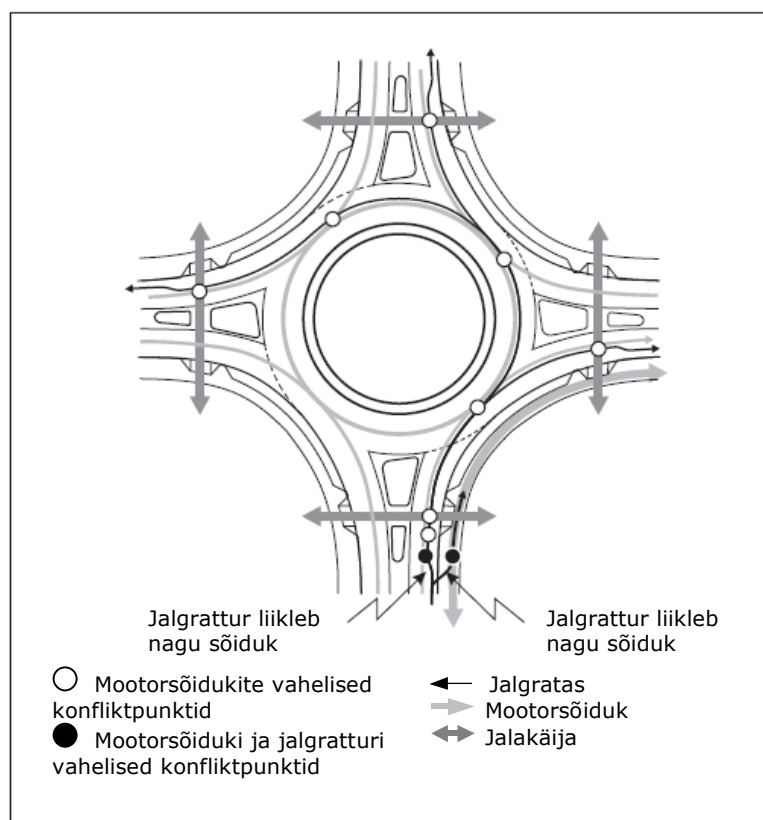
3.1.4. Jalgrattakonfliktid

Jalgratturite ja mootorsõidukite puhul on olemas põhimõtteliselt sarnased konfliktid nii foorjuhitavatel kui ringristmikel. Ringristmikel on harilikult jalgratturitele antud võimalus valida - kas liikuda ringristmikul sõiduki või jalakäija rollis. Selle tulemusena on ka jalgratturi ja sõiduki vahelised konfliktid sõltuvad sellest, kuidas viimased otsustavad ringristmiku läbida. Sõidukina liikudes tekib üks lisakonfliktipunkt siis, kui jalgrattur otsustab liiklusvooga ühineda, ülejäänud konfliktid on samad, mis sõiduki puhul.



Foto 12. Ringristmik kergliiklusteedega, Bellingham, WA, USA

Mitmerajalise ringristmiku puhul sõidab jalgrattur tavaliselt ringi välisservas, mistõttu eksisteerib konfliktioht ringilt lahkuvate sõidukitega kui jalgrattur soovib jätkata ringil liikumist. Kuna jalgratturid on enamasti halvemini nähtavad, siis on nad ka haavatavamad liitumis- ja hargnemiskonfliktide ülekasvamisel liiklusõnnetusteks, seda eriti just mitmerajaliste ringristmike puhul.



Joonis 6. Jalgratturi ja sõiduki vahelised konfliktid ringristmikul (Federal Highway Administration..., 2000)

Suurbritannias teostatud ringristmike liiklusõnnetuste analüüsist selgus, et kuigi üldised ohutusnäitajad ringristmike rajamise tulemusel paranesid, siis jalgratturite olukord halvenes. Prantsusmaal läbiviidud uuring kinnitas sama. Samas leiti, et proportsionaalselt oli kahe rattaliste sõidukite kasutajaid ringristmikel (võrreldes fooriga reguleeritavate ristmikega) kaasatud kokkupõrgetesse enam ning selliste õnnetuste tagajärjed olid tõsisemad.

Ka Hollandis on suhteliselt pikka aega käimas arutelu selle üle, kas ringristmikul on jalgratturite ja mopeedijuhtide jaoks on ohutum oma eesõigust. Ringristmikud, kus neile eesõigus on antud, on olnud halvemate ohutusnäitajatega, aga jalgrattaliikumise üldise toetamise tõttu on jalgratturitele ja mopeedijuhtidele üldiselt linna ringristmikel prioriteet antud. Jalgratturite eelisõigusega ristmike halvemad ohutusnäitajad võivad olla tingitud kahest tegurist- esmalt, juhid eeldavad ekslikult, et neil on jalgrataste ees prioriteet. Teiseks, kuna mootorsõidukijuhtidel tuleb teha (liiga) palju tähelepanekuid lühikese aja jooksul, siis nad võivad jalgratturit märgata liiga hilja.



Foto 13. Kergliikluse lahendus ringristmikul, Holland

Kuna ringristmikud eraldi paikneva jalgrattateega omavad tunduvalt paremaid ohutusnäitajaid võrreldes ringristmikega, kus on jalgrattarajad, siis Hollandis soovitatakse ringristmikele jalgrattaradasid mitte rajada [SWOV. 2007]

Kokkuvõtvalt on enamuses Euroopa riikides rakendatud alljärgnevat praktikat:

- Vältida jalgrattateede rajamist ringi välisserva
- Lubada jalgratturitel seguneda sõidukiliiklusega ilma eraldi kergliiklusraja rajamiseta neil ringristmikel, kus liikluskoormus ei ole suur ning kus sõidukiirused on väikesed.

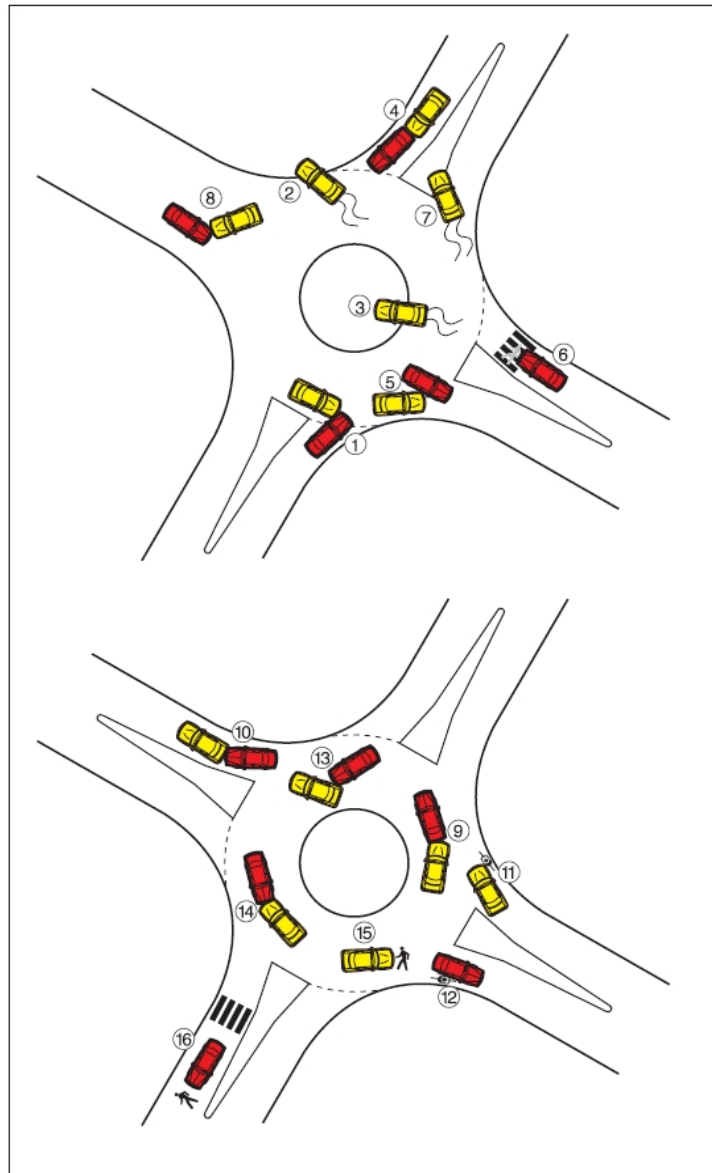
- Kui sõiduki- või jalgrattaliikluse sagedus on suur, on soovitatav rajada eraldi teed jalgratturitele väljaspool ringristmikku. Need jalgrattateed peaksid ületama sisenevaid või väljuvaid ristmikuharusid vähemalt ühe auto pikkuse võrra ringi väliservast eemal, jalakäijate ülekäigu kõrval. Mõnes riigis on jalgratturitele tee ületamisel sisenevate ja väljuvate sõidukite ees ka eesõigus antud, kuigi näiteks Hollandis peavad just jalgratturid sõidukeile teed andma. Enamuses Euroopa maapiirkondades on tava, et jalgratturil ei ole ristmiku sisenevate või väljuvate harude ületamisel prioriteeti antud.

Jalgratta liikumiskiirus ulatub 20-25 km/h-ni ja kui sõidukite kiirus suudetakse hoida ligikaudu samal tasemel, vähenevad kiiruste erinevused ja selle tulemusel ka õnnetuse risk. Selliste ringristmiku projekteerimisparameetrite valiku tulemusena, nagu ringristmiku siseneva teeharu sisenemisnurk ja sõidutee laius selles lõikes, ringristmiku teeharude paiknemine ja ristmiku terviklik kompaktne lahendus- saab ringristmikul suurendada ka jalgrattaliikluse ohutust.

Ei ole ühtegi usaldusväärset uuringut, mis kinnitaks jalakäijaliikluse ohutuse suurenemist ringristmikel, kus jalakäijatele on antud teeületuse eesõigus reguleerimata ülekäigu rajamise abil (nn sebra), mistõttu ei ole selline lahendus ka enamasti välisriikides kasutusel. Samas on arvatud seda, et reguleerimata ülekäigu olemasolu võib ringile lähenevate juhtide tähelepanu veelgi tõsta ja neid sundida oma kiirust vastavalt oludele kohandama.

Ringristmikel võimalikud kokkupõrketüübid:

1. Teeandmise kohustuse mittetäitmine ringile sisenemisel
2. Ühe sõiduki väljasõit ringilt
3. Otsasõit kesksaarele ringil liikumisel
4. Tagant otsasõit sisenemisel
5. Kokkupõrge ringil liikumisel-väljumisel
6. Otsasõit jalakäijale ringile sisenemisel
7. Sõiduki juhitavuse kaotamine ringilt väljumisel
8. Kokkupõrge ringile sisenemisel-väljumisel
9. Tagant otsasõit ringil
10. Tagant otsasõit ringilt väljudes
11. Otsasõit jalgrattale sisenemisel
12. Otsasõit jalgrattale ringilt väljumisel
13. Külgekokkupõrge ringristmikule sisenemisel
14. Vale liikumissuund ringil
15. Otsasõit jalakäijale ringil
16. Otsasõit jalakäijale ringilt väljumisel



Joonis 7. Peamised kokkupõrketüübid ringristmikel.

Ohutuse seisukohalt on oluline, et sõiduraja vahetamine ringliiklusristmikul oleks viidud miinimumini. Üldjuhul peaks sõiduk jääma sellel sõidurajale, millelt ta sisenes ringristmikule. On oluline, et nii ringile sisenemise, seal liikumise kui ka väljumistrajektor oleks äärmiselt hoolikalt tähistatud ja märgatav ka rasketes ilmastikutingimustes ning pimedal ajal [Aotearoa, 2005].



Foto 14. Kergliiklustee ja -üleikäik ringristmiku piirkonnas, Holland

Konkreetsena näitena ringristmike kasutamise mõjudest ja tagajärgedest võime siinkohal tuua järgmise näite Rootsist. Lundi Ülikooli Tehnoloogiainstituut viis läbi suuremahulise eksperimendi rajades 21 ringristmiku siseraadiusega 4-18 meetrit; 11 neljajarulist STOP-märgiga reguleeritud ristmiku ja luues üldise 30 km/h ala Vaxjö linnas (50 000 el.). Üks ristmik muudeti fooriga reguleeritava ristmiku asemel ringristmikuks. Ristmiku asendamise tulemusi hinnati kasutades konfliktuuringuid, kiirusemõõtmiste tulemusi ja marsruudivaliku uuringu tulemusi, samuti juhtidega teostatud intervjuude tulemusi. Suuremate teede lähenemiskiirused ringristmike eel langesid umbes 18 km/h (85% sõidukite jaoks), keskmine kiirus langes 57 km/h-lt ja 49 km/h-ni. Kiiruse langus varieerus vastavalt uurimiskohale 22-55%. Kiirused langesid ka jaotustänavatel keskmiselt 53 km/h-lt tasemele 45 km/h. Ringristmiku liiklusohutuslik efekt, hinnatuna peamiselt konfliktuuringu tulemuste põhjal, oli -1% inimkannatanutega mootorsõidukiõnnetuste puhul, -66% jalgrattaõnnetuste ning -89% jalakäijaõnnetuste puhul, mis annab keskmiseks õnnetuste vähenemiseks ca 44%. Ajakaod olid üldiselt väga väikesed. Leiti selge seos kiiruste ja inimkannatanutega lõppenud õnnetuste arvu vahel, võrreldes olukorraga enne ringristmike rajamist ja pärast seda [Hydén, C. & Várhelyi, A. 2000]

3.2. Ringristmike mõju sõidukite liikumiskiirustele

Hindamaks reaalseid sõidukite liikumiskiirusi erinevate geomeetriliste mõõtmetega ringristmikel viidi antud töö mahus läbi väliuuringud 17-l ringristmikul. Sõiduki ringile sisenemis- ja väljumispunkti, ringil viibimise aja ja vastava ringikaare pikkuse alusel määrati sõidukite tegelik liikumiskiirus ringil.

Ringristmikud jaotati viide gruppi vastavalt nende välisdiameetrile.

Väliuuringu tulemusi kajastavad diagrammid 3.2.1 – 3.2.5.

Diagramm 3.2.1

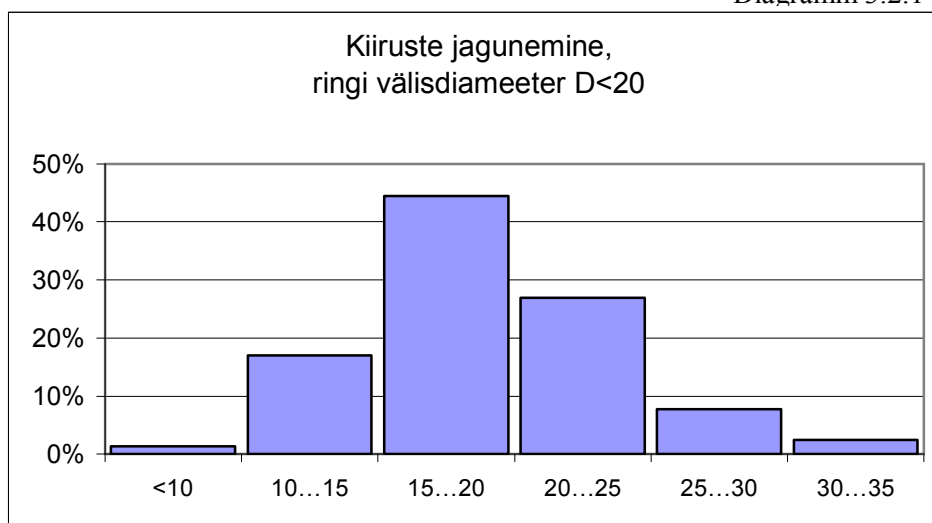


Diagramm 3.2.2

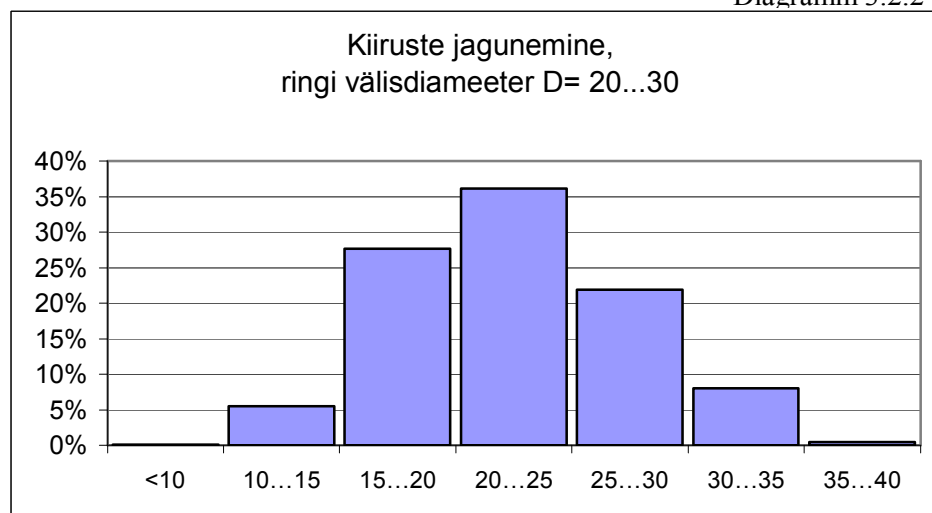


Diagramm 3.2.3

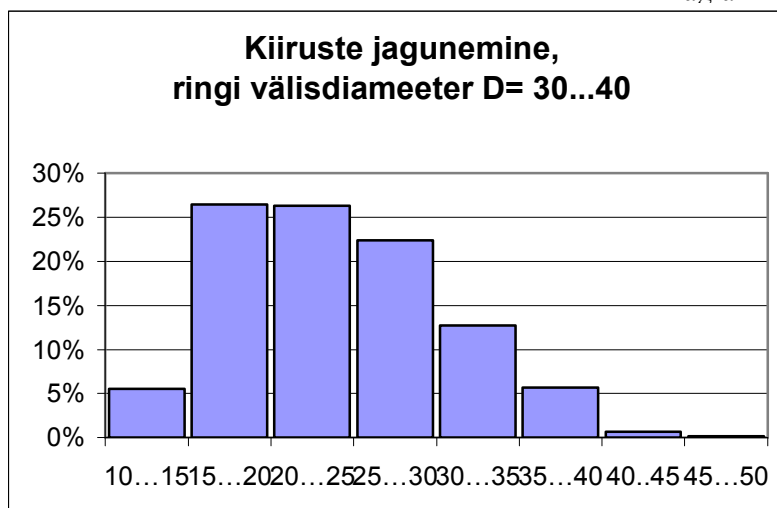
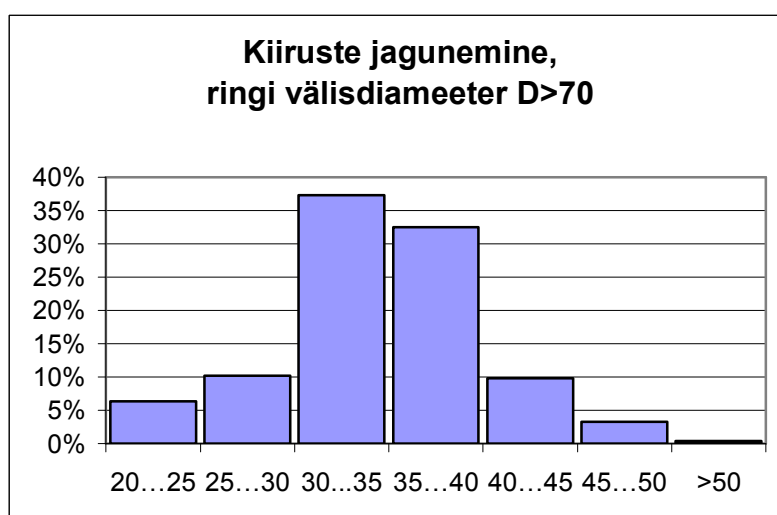
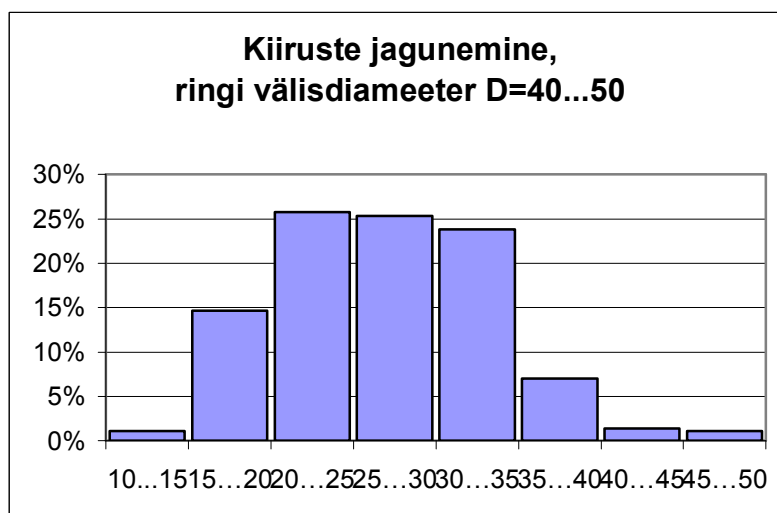


Diagramm 3.2.4



Selgelt on näha, et miniringidel jääb sõidukite kiirus vahemikku 15-25 km/h, järgmise grupi moodustavad ringid keskdiaameetriga 20-40 km/h, kus kiirused jäid enamjaolt vahemikku 15-30, peaaegu samasuguse

kiiruskarakteristikuga olid ka ringid keskdiaameetriga 40-50 m (kiiruste 3-35 km/h osatähtsus küll kasvas). Suurtel ringidel oli kiiruste hajumine väiksem, kuid absoluutväärtus tõusis vahemikku 30-40 km/h. Uuringust järeldub, et kõige suurem kiiruste hajumine keskmiste ringide puhul. Suurte ja väikeste ringide puhul on ringikiirused homogeensemad.

3.3. Liiklusõnnetuste statistika ja analüüs

Kokkuvõtte tänaste ringristmike mõjupiirkonnas aastatel 2002-2007 juhtunud õnnetustest (nimekiri detailse infoga on toodud lisas).

LIIK	Aasta						Kokku
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Kokkupõrge vastutuleva mootorsõidukiga(A)	3		2		1	1	7
Kokkupõrge mootorsõidukiga küljelt / külgedega(B)	7	4	7	5	11	3	37
Kokkupõrge ees peatuva mootorsõidukiga(C)	3	2	3	5	6	2	21
Kokkupõrge jalgrattaga(D)	5	2	3	6	2	1	19
Kokkupõrge mootorjalgrattaga / mopeediga(E)			2	1	1	3	7
Kokkupõrge teel oleva takistusega(G)				1			1
Kokkupõrge seisva sõidukiga(H)					2		2
Kokkupõrge teel oleva jalakäijaga(J)	6	7	2	5	10	1	31
Mootorsõiduki teelt väljasõit(K)	4	1	4	3		2	14
Mootorsõiduki ümberpaiskumine teel(L)	1				1		2
Muu liiklusõnnetus, mis on eelpool märkimata(M)			2	1	1	3	7
Kokku	29	16	25	27	35	16	148

Inimvigastustega liiklusõnnetused ringristmike mõjupiirkonnas, mis on juhtunud peale ringi ehitamist.

KUUPAEV	AEK	LIIK	HUKK.	VIGAST.	Tee	Asukoht	Tee nimetus	Ristmiku asukoht	Ehitus aasta
2.02.2005	12:40	J	0	1	1125	0	100VIIMSI - RANDVERE	Ranna tee	2003
3.08.2005	01:44	G	0	4	28	1056	RAPLA - MÄRJAMAA	SÕERUMÄE	2002
4.08.2005	19:06	D	0	1	1125	0	771VIIMSI - RANDVERE	VIIMSI	2003
23.12.2006	14:30	J	0	1				Viljandi linn	2004
21.02.2007	10:18	A	0	2	1133	0	9572JÄRVEKÜLA - JÜRI	PÕRGUVÄLJA	2005
15.06.2007	15:55	J	0	1	15	47552	TALLINN - RAPLA - TÜRRI	PANGAMAJA	2006
11.09.2007	12:00	E	0	1				Viljandi linn	2004
29.12.2007	21:13	B	0	1	15	47552	TALLINN - RAPLA - TÜRRI	PANGAMAJA	2006

Ülaltoodud tabelis sisalduvate õnnetuste hulk on väike, mis iseenesest on väga positiivne näitaja, kuid samas aga näitab selgelt, et ainult liiklusõnnetuste statistika alusel järelduste või otsustuste tegemine on veidi enneaegne. Vaadeldud 8-st õnnetusest 4 toimus linnas ja 4 väljaspool linna.

Ülaltoodud tabelis olevate õnnetuste lühiiseloostus.

Ristmik	Õnnetusi	Kommentaar
Viimsi - Randvere	2	Praktiliselt linn ("J" & "D"=jalgratas)
Tallinn-Rapla-Türi	2	Rapla linnas("J" & "B"=kokkupõrge küljelt)
Rapla ümbersõit	1	("G"=kokkupõrge teel oleva takistusega)
Tallinna ringtee - Jüri	1	("A"=kokkupõrge vastutulevaga)
Viljandi linn	2	("J" bussipeatuses lähedal + "E"=mopeed ristmikul)

Aastatel 2002-2007 toimunud inimvigastustega liiklusõnnetuste jaotus liikide alusel – kõik õnnetused ja uuritavas olemasolevate ringristmike mõjualas toimunud õnnetused.

Liiklusõnnetuse liik	Kõik õnnetused	Õnnetused piirkonnas
Kokkupõrge vastutuleva mootorsõidukiga(A)	9,0%	4,7%
Kokkupõrge mootorsõidukiga küljelt / külgedega(B)	13,0%	25,0%
Kokkupõrge ees peatuva mootorsõidukiga(C)	6,2%	14,2%
Kokkupõrge jalgrattaga(D)	8,4%	12,8%
Kokkupõrge mootorjalgrattaga / mopeediga(E)	2,7%	4,7%
Kokkupõrge hobuveokiga.	0,0%	0,0%
Kokkupõrge teel oleva takistusega(G)	0,6%	0,7%
Kokkupõrge seisva sõidukiga(H)	2,4%	1,4%
Kokkupõrge teel oleva loomaga.	1,5%	0,0%
Kokkupõrge teel oleva jalakäijaga(J)	25,7%	20,9%
Mootorsõiduki teelt väljasõit(K)	22,8%	9,5%
Mootorsõiduki ümberpaiskumine teel(L)	1,0%	1,4%
Muu liiklusõnnetus, mis on eelpool märkimata(M)	6,5%	4,7%

Eestis toimunud liiklusõnnetuste statistikale tuginedes ei ole käesoleva töö koostaja arvates võimalik anda klassikalist enne ja pärast analüüsi, kuna sellise analüüsi jaoks on enamasti viimasel ajal rajatud ringristmikke veel "liiga uued" ning õnnetusi toimunud liiga vähe. Soovituseks on kasutada maailmas läbi viidud uuringuid.

4. Ringristmiku läbilaskvus

Üldjuhul põhjustab foorjuhtimine ristmikul suhteliselt ebaefektiivset ristmiku ruumi ja aja kasutust, kuna ainult üks või kaks liikumismanöövrit on samaaegselt lubatud. Siinkohal on olukord mõnevõrra erinev linna- ja maanteetingimustes.

Linna liiklussüsteemis on tavaline tippkoormuse esinemine suhteliselt lühikese ajaperioodi jooksul. Väiksemates linnades võin tippkoormust täheldada vaid väga lühikeste perioodide jooksul, tavaliselt hommikul ja õhtusel tipptunnil. Suuremates linnades võib aga tippaeg liikluses kesta mitmeid tunde. Siiski- harilikult on tippaegade osakaal ööpäevasest liikluses siiski suurusjärgu ca 10...20% ööpäevasest liiklusest. See tähendab aga seda, et märgatav osa ööpäevasest liiklusest on sellise suurusjärguga, kus fooride töö efektiivsus on väike või olematu, samas kui tippajal ei pruugi foorjuhtimine samuti nõutavat läbilaskvust tagada, ega ole piisavalt ära kasutatud ka foorjuhtimise adaptiivsuse võimalik efekt.

Maanteeliikluse puhul on enamasti tegemist väiksemate liiklusvoogudega kui linnades-asulates, millisel juhul on ringristmikel jälle olulised eelised ega teki küsimusi ka läbilaskvusega, seda eriti võrreldes X-kujuliste peatee/kõrvaltee ristmikega. Ringristmikud, tänu oma liiklust rahustavatele omadustele, on enamasti sobivaks ristmikutüübiks ka linna äärealadel, ümbersõiduteedel ja muudes kohtades, kus suure liikumiskiiruse säilitamine ei ole määrava tähtsusega.

Kui võrrelda samasuguse sõiduradade arvuga ringristmike ja foorjuhitavate ristmike läbilaskevõimet, siis saab üldjuhul väita, et ringristmike läbilaskvus on sarnane või isegi suurem foorjuhitavate ristmike läbilaskvusest. Samas, erinevalt fooriga reguleeritud ristmikest, ei vaja ringristmikud pikki pöördetähte, ega ka kiirendus-aeglustusradu [Ourston & Hall, 1997].

Ringristmikud pakuvad sobivat läbilaskvust seal, kus seda enim vajatakse- rampidel ja selle lähedal olevate teede ristmikel, samal ajal minimeerides ridade arvu kõige kallimal ristmiku osal- sillal või selle all [Ourston & Hall, 1996].

Kuna üldjuhul saavad sõidukid samaaegselt siseneda ringristmikele kõigist suundades, siis ei kaotata aega kollase või punase tule taga oodates. Seetõttu on ringristmike läbilaskvus tavaliselt samasuur või isegi suurem kui fooriga reguleeritud ristmikel [Rahman&Hicks, 1994]. Samas on ringile siseneva liikluse läbilaskvus määratud ringil liikuva liikluskoormuse poolt, mistõttu ringil liikuva liikluskoguse suurenedes väheneb ka ringile sisenemise võimalus. Seega oleneb ringliikluskoguse läbilaskvus tegelikult suurel määral ka sellest, milline on liikluskoormuse jagunemine sõlmes tervikuna ja kuivõrd väiksema liikluskoormusega või -tähtsusega liiklusuundade liiklus on takistatud muu liikluse poolt.

Kaherajalise ringristmiku oluline eelis on tema suurem läbilaskvus. Samas on sel lahendusel ka olulisi puudusi: suuremad kiirused sõiduradade suurema laiuse tõttu, keerulisemad liiklusolukorrad, mida põhjustavad rajavahetused, võimalikud konfliktid ringilt väljumisel ja pikemad ülekäiguteed jalgratturitele, mopeedijuhtidele ning jalakäijatele. Ühe sõidurajaga väljumisharu projekteerimine kaherajalise lahenduse asemel ei pruugi vähendada oluliselt ristmiku läbilaskvuse kasutustaset, eriti väikeste või keskmiste liiklussageduste puhul, kuid tagab väiksemate kiiruste ja kergliiklejate jaoks väiksemad vahemaade olemasolu ülekäikudel, seega ka paremad ohutusnäitajad. Samuti hoiab see ära olukorrad, kus üks sõiduk võib olla teise poolt varjatud [SWOV, 2007].

Tabel 3. Rusikareegel ringristmiku läbilaskvuse hindamiseks (CROW, 1998)

Ringristmiku tüüp	Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus AKÖL	Läbilaskvus (autot tunnis)
Üherajaline	20 000-25 000	1500
Kaherajaline üherajaliste sisenemisharudega	22 000-30 000	1500
Kaherajaline kaherajaliste sisenemisharudega	35 000-40 000	2100-2400

Ringristmiku läbilaskvus on määratud ära siseneva liikluse läbilaskvuse summana, kusjuures see sõltub ka liiklusvoogude jagunemisest ristmikul tervikuna. Tasakaalustatud jaotuse korral on tagatud ka suurem läbilaskvus. Sõidukite stabiilse saabumissageduse puhul, võivad ringristmikul olla kokkuvõttes lühemad ooteajad kui fooriga reguleeritud ristmiku puhul, eriti kui foorjuhtimise korral ei ole rakendatud adaptiivset lahendust. Ristmikel, kus on ebasoodne liiklusvoogude jagunemine võivad ringristmikul aga tekkida ka pikemad ooteajad kui foorjuhtimise korral. Väikese liikluse puhul pole ringristmikul praktiliselt mittemingisuguseid ooteaegu. Siiski ei ole ringristmiku puhul võimalik anda eesõigust teatud kindlale juurdepääsuteele, nagu näiteks pikendades kindla juurdepääsutee rohelist aega. Üldiselt ooteajad jalgratturitele ja jalakäijatele on ringristmiku puhul väiksemad võrreldes fooriga reguleeritud ristmikega, isegi ilma neile eesõiguse andmiseta [SWOV, 2007].

Ringristmike läbilaskvust saab määrata kas teoreetilise või empiirilise lähenemise abil.

Teoreetiline (tühiku vastuvõetavusel põhinev) lähenemine on välja töötatud Austraalias ja Taanis ja see põhineb tehtavatel eeldustel juhi käitumise suhtes [Troutbeck 1993; Aagaard 1996]. Selle lähenemisviisi puhul eeldatakse, et ringi iga haru läbilaskvus on määratud selle haru suhtes prioriteetses liiklusvoos olemasolevate ja juhile vastuvõetavate sõidukitevaheliste intervallide (tühikute) arvuga. Samas on selle nn vastuvõetav tühiku suurus omakorda sõltuvuses mitmetest ringi geomeetristest parameetritest ja juhi individuaalsetest omadustest.

Tühiku vastuvõetavust mõjutavate tegurite ja ringristmiku geomeetria omavahelise keeruka seotuse tõttu, ülehindavad tühiku vastuvõetavusel põhinevad arvutusmudelid sisenemisharu läbilaskevõimet, kui parameetreid määratakse lähtuvalt juhtide eeldatavast käitumisest. Empiirilisel lähenemisel kasutati Inglismaal, Saksamaal, Prantsusmaal ja Taanis regressioonanalüüsi, et töötada välja ringile siseneva liiklusvoo läbilaskevõime arvutusskeem [Aagaard 1996; Kimber 1980]. Uurimused on näidanud, et empiiriline lähenemine annab üsna häid tulemusi reaalse läbilaskevõime hindamiseks ja on samas sobilik ka ringristmiku liiklustehniliseks analüüsiks.

Läbilaskvuse analüüsi empiiriline meetod seostab otseselt läbilaskvuse nii liiklussageduse väärtustega kui ka ringristmiku geomeetriliste parameetritega. Läbilaskvuse seisukohalt kõige olulisemad geomeetrilised näitajad on ringi läbimõõt, sisenemisharu sõidutee laius, sisenemise nurk ja kõvera raadius ja ringieelse teelaiendi teravus (inglise k. *sharpness of the flare*). Suurendades sisenemise laiust kasutades teelaiendeid (st. radade arvu suurendamist enne ringi) võib suurendada ringristmiku läbilaskvust. Laiendi teravus on suhtarv, mille võrra lisalaius luuakse pakkudes efektiivset sisenemislaiendi pikkust (inglise k. *effective entry flare length*).

Sisenemisnurk on siseneva ja ringleva sõidusuundade vahele joonistatud puutejoonte vaheline nurk. Madalad sisenemisenurgad nõuavad juhtidelt, kes soovivad ringliiklusega liituda, kas üle vasaku õla vaatamist või õige liitumise üritamist külgspeegleid kasutades. Suured sisenemisenurgad loovad ülemääraseid sisenemise kõrvalekaldeid (senisest trajektooriga) ja võivad viia järsu pidurdamiseni sisenemistel, millega kaasnevad tagant otsasõidud. Kui võimalik, siis sisenemisnurk peaks jääma 20- 60 kraadi vahele.

Suur jalakäijate liiklus oluliselt mõjutab iga juurdepääsu sisenemise läbilaskvust. Jalakäijaliikumise tulenev läbilaskvuse vähenemise arvutamiseks tuleks arvestada teadaoleva ringleva voo ja jalakäijate voo abil igal juurdepääsul.

Järjekordade pikkused ja ooteajad on olulised ringristmiku tegevuse näitajad. Järjekordade pikkused viitavad läbilaskvuse ammendumisele ringristmikul, samal ajal kui ooteajad iseloomustavad selle teenindustaset. Empiirilisi ja nn järjekorra (inglise k. *queueing models*) mudeleid saab kasutada nende näitajate hindamiseks [Harders 1989; CETUR 1988; Kimber & Hollis 1979].

Ringristmiku summaarne ja keskmine ooteaeg sõltub iga ringristmiku haru ooteaegadest. Iga haru ooteajad omakorda sõltuvad selle läbilaskevõimest. Iga haru läbilaskevõime on sõidukite maksimaalne arv, mis saavad eeldatavalt siseneda ringristmikule antud harult teatud aja jooksul arvestades etteantud liiklussagedust ja ringristmiku geomeetrilisi omadusi..

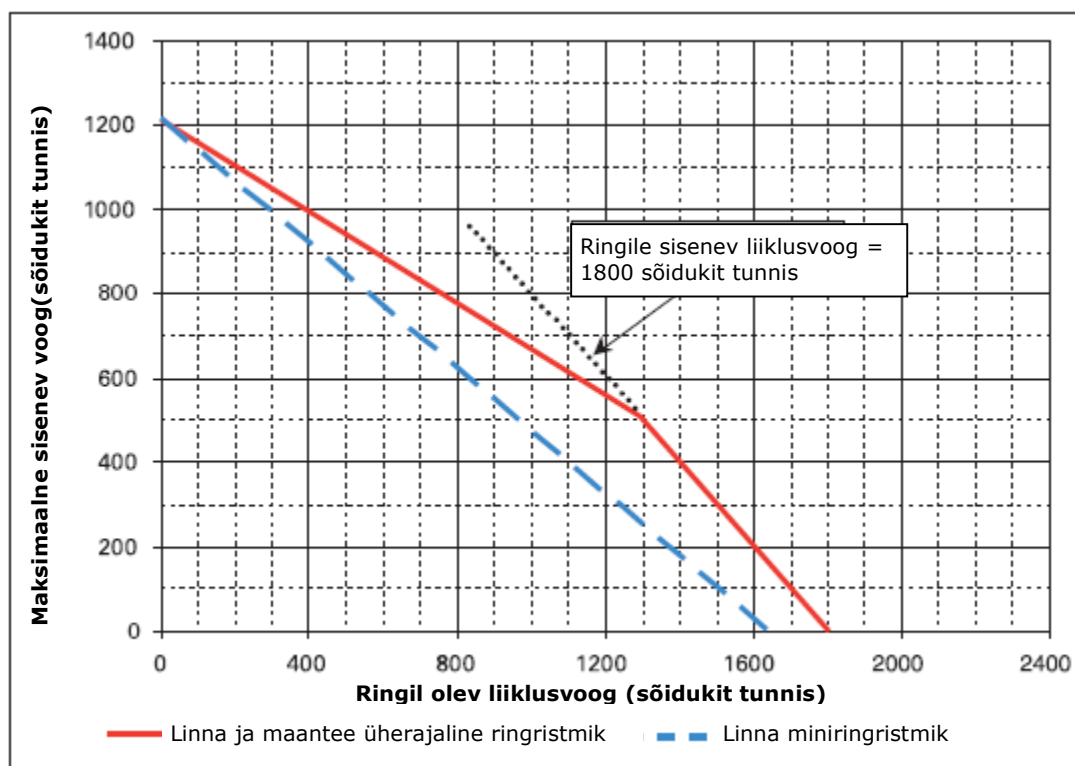
Sõidukitel, mis ringristmiku läbivad, võivad tekkida kahte liiki ooteaegasid: läbimis- ja sisenemisaegu. Sisenemise ooteaeg on ooteaeg,

mis sõidukil kulub jõudmaks ringini ja siis oodates vastuvõetavat tühikut olles järjekorras esimene. Läbimise ooteaeg on aeg, mis sõidukil kulub ristmiku läbimiseks, sisenemisest kuni väljumiseni [Todd, 1979].

Ringristmike geomeetiline projekteerimisel on oluline leida tasakaal stabiilselt madalate kiiruste tagamise nõude ja soovitava teenindustaseme vahel. See tähendab seega kompromissi läbilaskvuse ja ohutuse vahel.

Ringristmike läbilaskvuse hindamiseks saab kasutada ka järgnevaid diagramme:

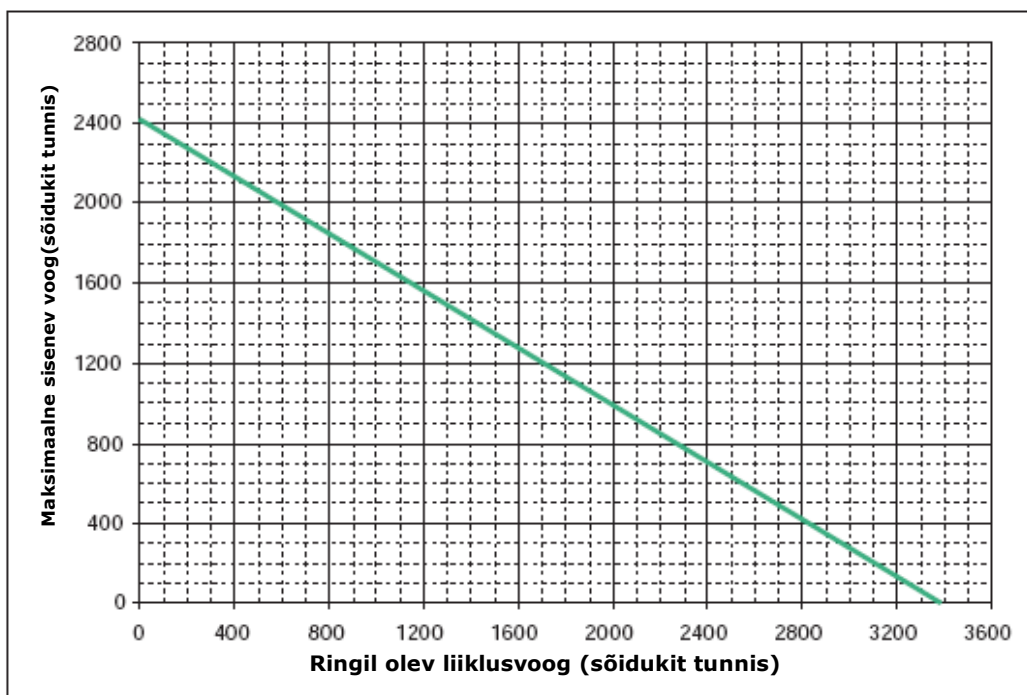
4.1. Üherajaliste ringristmike läbilaskvus



Joonis 8. Ühe sisenemisharu läbilaskvus üherajalise ringristmiku korral, diameetriga 25m- 55m, [Federal Highway Administration, 2000, p. 87]

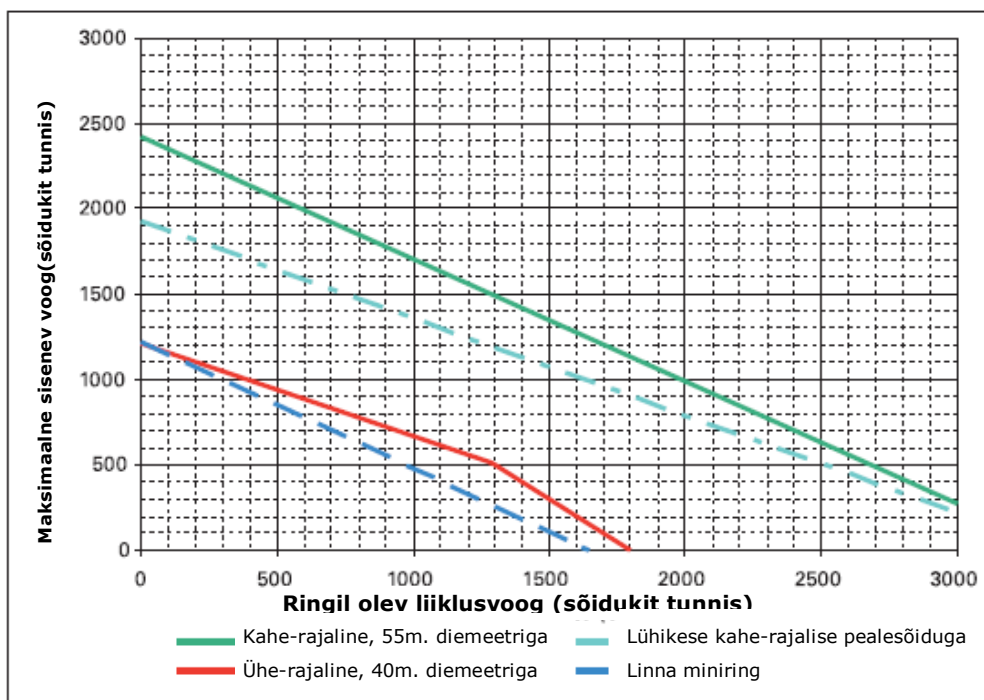
Ühelgi juhul ei tohiks sisenemise ja järgmise väljumise vaheline liiklusvoog olla suurem kui 1800 sõidukit/h. selle ületamine viitab vajadusele kahe- või kolmerajalise sisenemisharu järele.

4.2. Kaherajaline ringristmik



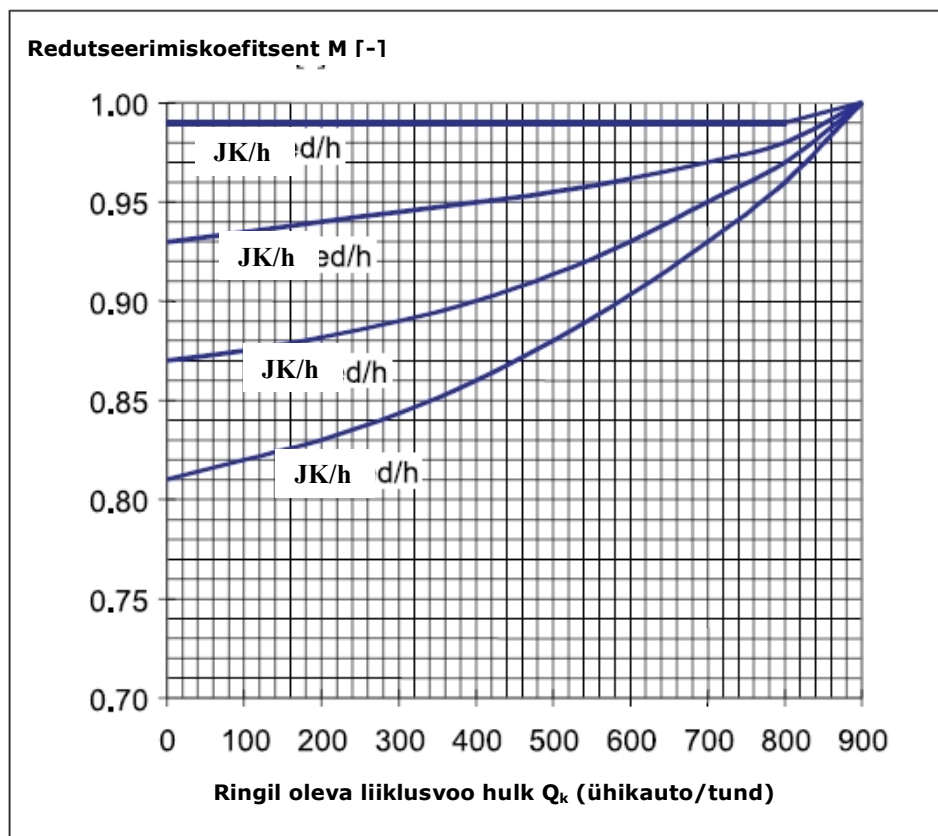
Joonis 9. Ühe sisenemisharu läbilaskvus kahe rajalise ringristmiku korral. Ringi diameetri 40-60m korral, [Federal Highway Administration, 2000, p. 88]

Võrreldes üherajalist ja kaherajalist ringristmikku läbilaskvuse seisukohalt, on selge, et radade arv või sisenemise ja ringlevate teede suurus omab olulist mõju sisenemisharu ja ringristmiku kui terviku läbilaskvusele.

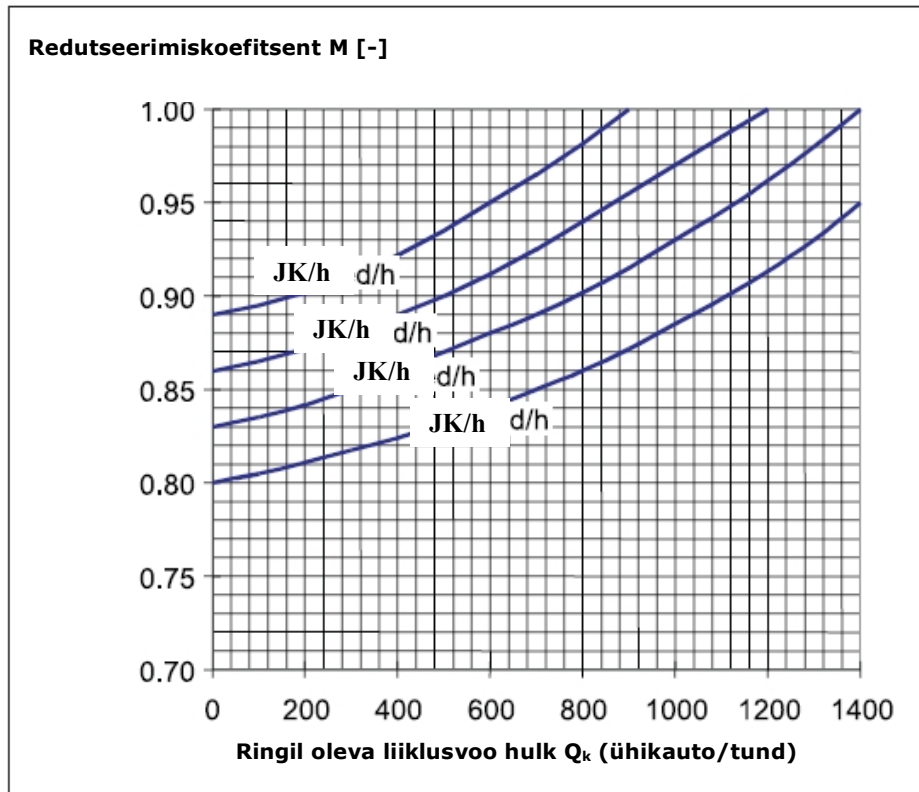


Joonis 10. Läbilaskvuse võrdlus üherajalise ja kaheajalise ringristmiku puhul.
[Brilon et al, 1993]

Jalakäijate ülekäigurajad, mis on märgitud sebradena ja annavad neile eelisõiguse sisenevate sõidukite ees, võivad omada olulist mõju sisenemisharu läbilaskvusele. Samas väheneb jalakäijate poolt tekitatav läbilaskvust vähendav „takistus“ konfliktuva sõidukitevoo kasvades, kuna sõidukid peavad ka ilma jalakäijate olemasoluta peatuma ja ootama sobivat sisenemisvõimalust ringile.

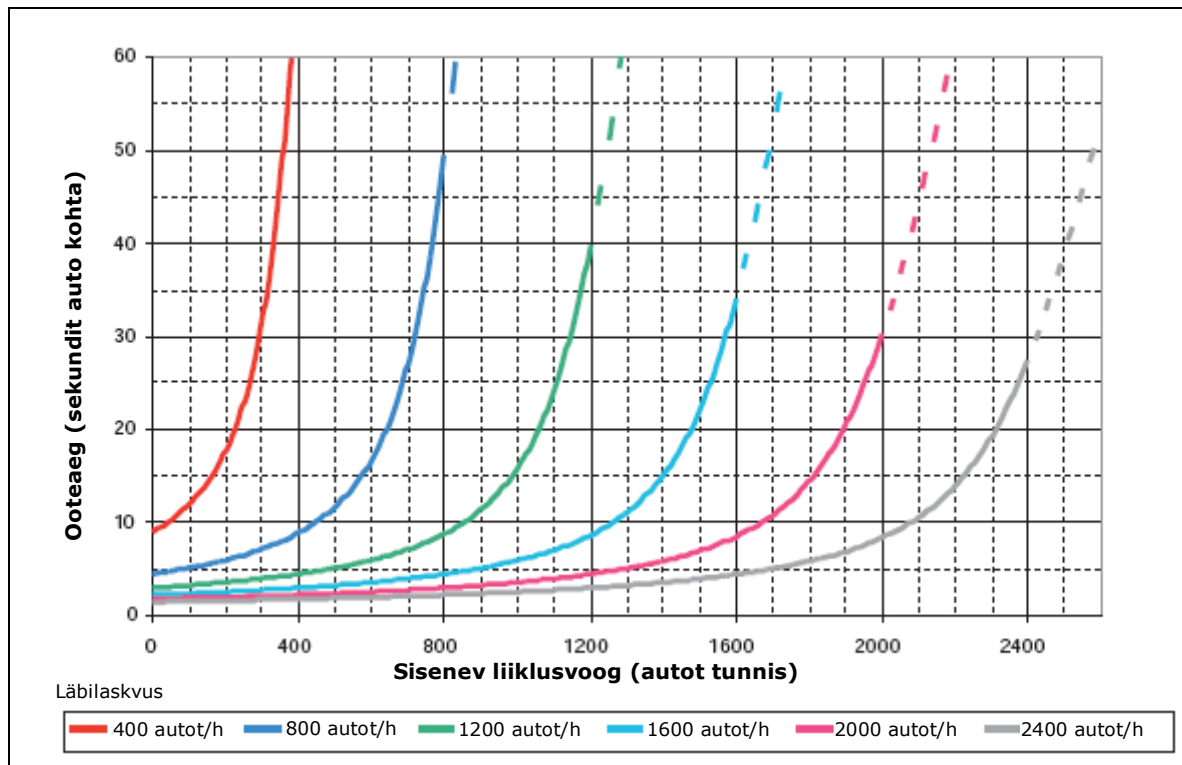


Joonis 11. Läbilaskvuse vähenemise tegur M üherajalise ringristmiku korral eeldades jalakäijate eelisõigust ülekäigurajal [Brilon et al, 1993]



Joonis 12. Läbilaskvuse vähenemise tegur M kaheajalise ringristmiku korral eeldades jalakäijate eelisõigust, [Brilon et al, 1993]

Väljuva liiklusvoo suurust 1400 sõidukit/h ühelt sõidurajalt on üherajalise ringristmiku puhul reaalsete tingimuste juures raske saavutada. Normaalistes linnatingimustes, on väljumisharu reaalne läbilaskvuspiir vahemikus 1200 kuni 1300 sõidukit/h. Seega, kui väljumisvood ületavad 1200 sõidukit/h, võib see viidata vajadusele kaheajalise lahenduse järele.



Joonis 13. Ooteaeg, kui läbilaskvuse ja siseneva liiklusvoo funktsioon, [Federal Highway Administration, 2000, p. 93]

Kui siseneva liiklusvoo suurus hakkab lähenema läbilaskvusele, kasvab ooteaeg eksponentsealselt, kus ka väikesed muutused liiklusvoos omavad suurt mõju ooteaegadele.

5. Keskkonnamõjud

Kuna ringristmike läbilaskvus võrreldes foorjuhitava ristmikuga ei ole üldjuhul väiksem ning ooteajad on tavaliselt lühemad, siis seetõttu vähenevad ka üldine kütusekulu ja saasteainete õhkupaiskumine [Rahman&Hicks, 1994]. Keskkonnakaitse muutub üha määravamaks teguriks otsustusprotsessis erinevate projektide rahastamisel. Samasuguseid tulemusi on saanud ka Hollandi teadlased.

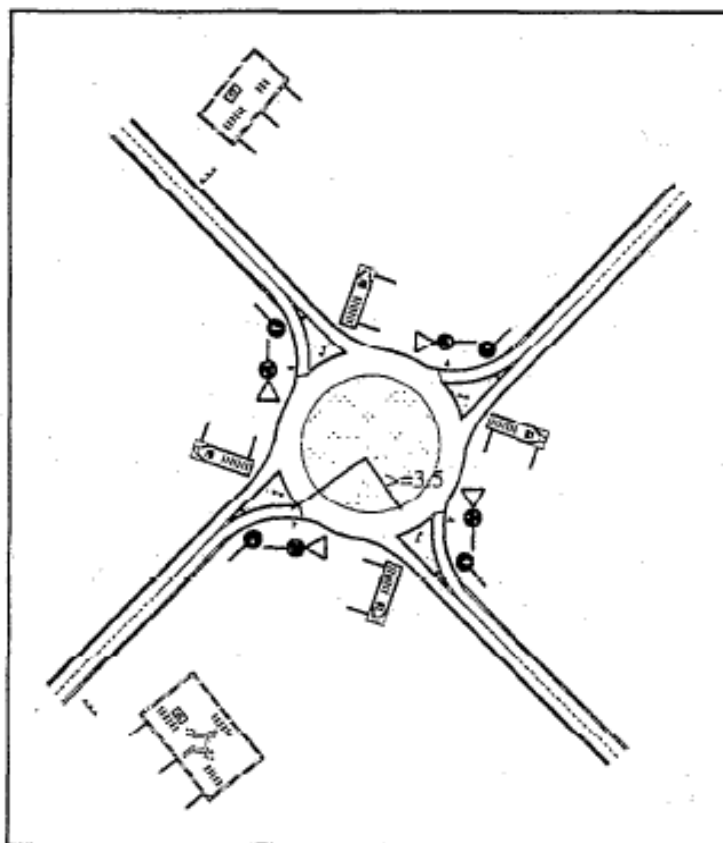
Kuna liiklusvool on tavaliselt ringristmikel sujuvam, siis heitgaasisaaste ja müratase ringristmikel vähenevad, võrreldes fooriga reguleeritud ristmikuga. Samas nõuab ringristmiku rajamine mõnevõrra rohkem ruumi [SWOV, 2007].

Keskkonnamõjuna saab hinnata ka ringristmiku oluliselt kõrgema kvaliteediga esteetilist väärtust. Kui fooriristmik jätab pigem tehnokraatliku teraspostidega rägastiku troostitu pildi, siis ringristmik võimaldab vägagi orgaaniliselt sulanduda ümbritsevasse (vastavalt kas haljastuse või linnakujundusliku elemendina).

Kui fooriga reguleeritavad ristmikud asendatakse ringristmikuga, siis saasteainete hulk väheneb keskmiselt 29% CO ja 21% võrra NOx osas, samuti väheneb müratase [SWOV, 2007].

6. Valgustus, nähtavus, tähistamine

Ringristmiku rahuldavaks opereerimiseks peab juht olema võimeline sisenema ringristmikule, liikuma ringil ja väljuma sealt ohutult ja efektiivselt. Selle saavutamiseks peab juht olema võimeline õigeaegselt märkama ja mõistma ringristmiku üldist lahendust ja liikluslahendust, et teostada nõuetele vastavad manöövrid. Linna liikluskeskkonnas on juhile vägagi informatiivne kahe- ja kolme- ja neljarajaliste ringristmike korral täiendava infotahvli lisamine enne ringi, kus on igal harul näidatud liikluskord ringil (näit. Haabersti ring, Tondi-Linnu tee). Seetõttu peaks iga ringristmik olema varustatud oludele vastava valgustusega. Valgustusvajadus sõltub osaliselt asukohast, kus ringristmik paikneb [Federal Highway Administration..., 2000, pp. 202-205]



Joonis 14. Standardne liiklusmärkide paigutus ringristmikel
Rootsis. [Bergh, T., p.43]



Foto 15. Ringristmiku valgustus, Loveland, Colorado, USA.

6.1. Linnatingimustes

Valgustus peaks olema ringristmikule rajatud alati, kui see on võimalik, kuid valgustuse rajamine on möödapääsmatu kui:

- Enamus juurdepääsuteid on tavaliselt valgustatud;
- On vaja anda juhtidele selget ja üheselt mõistetavat informatsiooni ristmiku lahendusest;
- Valgustus on vajalik, et parandada nähtavust jalakäijate ja jalgratturite osas.

6.2. Äärelinna tingimustes

Äärelinna tingimustes on ringristmikel valgustus soovitatav. Liiklusohutuse kaalutlustel on valgustus vajalik kui:

- Üks või mitu sisenevat/väljuvat sõiduteeharu on valgustatud;
- Muu valgustatud ala paikneb ringristmiku läheduses ja võib häirida juhi vaatevälja;
- Pimeda ajal on prognoositav suhteliselt suur liiklus.

Valgustatud alade ja ringristmike vahel peab olema rajatud pidev valgustus. Valgustamata ringristmik koos ühe või mitme valgustatud juurdepääsuga on ohtlik, kuna ristmikule läheneva juhi tähelepanu võib olla häiritud valgustatud ala(de)st, siis ei pruugi ta ringristmikku näha.

6.3. Maanteetingimustes

Maanteedel paiknevate ringristmike jaoks on valgustus soovitatav, kuid mitte kohustuslik. Kui ristmiku läheduses puudub elektriühenduse võimalus, siis võib valgustuse rajamine muutuda kulukaks. Kui ristmikku ei valgustata, peab ristmik olema hästi tähistatud, nii et seda on korralikult võimalik märgata nii valge kui pimedal ajal. Helkivaid (reflektorseid) liikluskorraldusvahendeid ja korrektset teekatte

märgistust tuleks kasutada kui valgustust ei ole võimalik kuluefektiivsel moel paigaldada.

Seal, kus valgustuse rajamine on võimalik, tuleks valgustada kõik sisenevad teeharud ning eriti ringristmiku keskosa. Üldiselt peaks olema kasutusel järkjärguline valgustatuse üleminekutsoon umbes 80 m kauguseni ringristmikust. See aitab juhtidel kohandada oma nägemist ringristmikul oleva valgustatud keskkonnaga võrreldes maanteel valitseva pimesa keskkonnaga, kusjuures silma adapteerumine võtab umbes 1 kuni 2 sekundit aega. Lisaks sellele ei tohi lubada lühikesi pimedaid alasid kahe järjestikuse valgustatud ala vahele.



Foto 16. Valgustus ringristmike vahelisel teelõigul

Valgustuse rajamise peamine eesmärk on tagada ringristmikule lähenedes selle märgatavus ja samuti teiste liiklejate nähtavus. Selle saavutamiseks on soovitatavad alljärgnevad võtted:

- Üldine valgustatus ringristmikul peab olema ligikaudu võrdne ristuvate sõiduteede valgustatuse summaga.
- Hea valgustatus tuleb tagada eraldussaalte juures, kõigis konfliktkohtades, kus liiklus liitub ringil oleva liiklusvooluga ja kõigis kohtades, kus liiklusvood eralduvad, et väljuda ringristmikult.
- Eelistatult peaks ringristmikku valgustatavus kasvama ringi keskme suunas. See tõstab esile ringi keskel paikneva saare nähtavust aga ka ringil olevate sõidukite nähtvaust sõidukite jaoks, kes lähenevad ringile. Maapinna tasandile paigutatud valgustus kesksaarel, mis valgustab kesksaarele paigutatud objekte, võib parandada ka ringi terviklikku nähtavust.
- Erilist tähelepanu tuleb pöörata jalakäijate ülekäiguradade valgustusele ja jalgrataste liitumise alade valgustusele.
- Ringristmik peab otsesuunas tunduma juhile selge takistusena (lõikab läbi vaatevälja), mida väiksem on ringi läbimõõt (ja ka ringil arendatav kiirus) seda väiksem peab olema ka nurk, mida on vaja juhile tagada ringil liikuva teise sõiduki õigeaegseks märkamiseks. Eestis on viimasel ajal rajatud ringristmikud paraku enamuses kõik madala, peaaegu tasapinnalise keskosaga. See võimaldab küll

kokku hoida hoolduskulusid, kuid on nii liiklusohutuse kui ka esteetiliselt oluliselt halvemad, kui tõstetud keskosaga ringristmikud. Ei tohiks peljata ringi kesksaarele ka erinevate objektide rajamist (skulptuur, purskkaev, poolkõrge haljastus vms) unustamata nende korralikku valgustamist.



Foto 17. Näiteid objektidega ringristmikest

Ringristmikul sõites mõjuva külgjõu tõttu valitseb suurem oht juhitavuse kaotamiseks kui teist tüüpi ristmikel. Seetõttu ei tohiks massiivsed valgustuspostid või mingid muud postid paikneda väikestel eraldussaalidel või väljumisharu parema käe perimeetril. Massiivsete valgustuspostide paigutust kesksaarele peaks vältima, kui selle diameeter on väiksem kui 15 m. Valgustuspostide asemel võiks eelnimetatud kohtades kasutada madalaid kohtvalgustust (teekattes paiknevad), mis on suunatud ringi kesksaarel paiknevale kõrgendusele. Selle tulemusena tekib sõidukijuhile ette nn valgustatud sein, mida on väga raske eirata. Selle juures peab olema tagatud juhtide pimestamise vältimine – valgustus peab olema suunatud konkreetsetele objektile (vältida hajavalgust).

Eriti oluline on madala keskosaga miniringide valgustamine (teekattega samas pinnas nn uputatud valgustid), kuna neid on eriti kerge mitte märgata. Selliseks näiteks Eestist on Sakus rajatud kaks miniringi, mida on väga raske märgata vähegi halvenenud nähtavuse korral. Ringi kesksaare tsentrisse on soovitatav nähtavuse parandamiseks paigaldada ka liigendiga nn kuju taastav post, millest üle sõitmine ei tekitaks sõidukile vigastusi, kuid mis aitaks vägagi üheselt markeerida ringi asukohta.



Foto 18. Miniring Sakus. Lm 544 varjab ringristmikust teavitavat liiklusmärki 424. Sõidukijuhi vaateväli ei ole „läbi lõigatud“, teekattel on näha väga palju hädapidurduse jälgi, nagu ka selgeid märke ringi keskosast üle sõitmisest.

7. Maksumus

Ringristmiku rajamise maksumus varieerub oluliselt sõltuvalt asukohast, sõiduteeharude arvust, sõiduradade arvust ristmikul ja sisenemis- ning väljumisteel, aga ka seda kasutavate sõidukite liigist (raske liikluse osast). Üldiselt on ringristmikud maksumuselt võrreldavad foorjuhitava ristmiku rajamise maksumusega, eriti kui arvestada kulu pikaajalisemalt, kaasa arvatud ekspluatatsioonikulud ja energiavajadus [Rahman&Hicks, 1994]. Majanduslik võrdlus, mis hõlmas ehituse, ülalpidamise, opereerimise ja liiklusõnnetustega kaasnevaid kulusid andis tulemuseks, et ringristmikel on üldjuhul kõrgem tulude/kulude suhe kui foorjuhitaval ristmikul [Rahman&Hicks, 1994].

8. Millal ringristmik ei ole hea lahendus?

Kuigi ringristmik võib tunduda parima, sageli isegi ainuõige meetmena ohutuks ja efektiivseks ristmiku lahendamiseks, pole see siiski parim variant kõigis liiklusolukordades.

Ringristmikud võivad olla mõnevõrra hirmutavad sellega mitte harjunud/kogenematutele juhtidele, nõudes neilt suuremat tähelepanu kui nad ümber kesksaare sõidavad, eriti mitmerajaliste ringristmike puhul. Algajale juhile ja nendes riikides, kus ringristmikud ei ole tavalised, peab ristmiku lahendus andma väga selge pildi sellest, mida juhilt oodatakse. Nõuetekohane eelviitade paigutamine on olulise tähtsusega, samuti peavad tänavate/teede nimed/numbrid olema selgelt välja toodud, et vähendada juhi häiritust ja soodustada ohutut liiklust ringristmikul [Rahman&Hicks, 1994].

Ringristmikud ei toimi hästi sellisel juhul kui liiklusvoogudejagunemine on ebasoodne. Kui autovoog ühelt või kahelt suurima sagedusega harult muutub suureks, siis siseneva liikluse jaoks on sõidukitevaheline tühik sisenemiseks elimineeritud ja ringristmik toimib vaid peatee/kõrvaltee režiimis. Arvestades soovitatavalt homogeenset liiklusvoolu, ei tohiks ringristmikul olla liiga palju harusid (mitte enam kui 5, harilikult kuni 4). Ringristmikku ei saa kasutada olukordades, kus jalakäijate liiklusvood on väga suured või seal, kus on väga palju jalgrattureid [SWOV, 2007].

Samuti võivad olemasolevad kohalikud geograafilised või looduslikud tingimused- künklik teeprofiil või kallid maa- olla takistuseks ringristmiku rajamisele ja need faktorid võivad teatud olukorras muutuda otsustavaks, mille tulemusena võib foorjuhitava ristmiku rajamine olla eelistatud. Ringristmikke ei tohiks reeglina kavandada üle 2% pikikaldega maa-alale. Mõningatel juhtudel võib fooriga reguleeritav ristmik nõuda väiksema maa-ala kasutust [Ourston & Hall, 1996].

Ringristmikud on tõenäoliselt jalakäijate ja jalgratturite liikluse jaoks enamkomplitseeritud, kui standardsed ristumised. See peab paika eriti mitmeharuliste, mitmerajaliste ringristmike puhul. Seda puudujääki saab küll leevendada eraldussarte rajamisega, mida võib kasutada ohutuks teeületuseks [Rahman&Hicks, 1994].

9. Ringristmiku hindamine

Ringristmike tööparameetrite ja ohutusolukorra hindamiseks on soovitatav kasutada järgmist põhimõttelist skeemi, kus lisaks ooteaegadele ja järjekorra pikkusele saab hinnata ka teisi kvalitatiivseid näitajaid.

Kui vastused allpool toodud küsimustele on negatiivsed, siis tuleks rakendada tegevusi, et olukorda parandada:

1. Kas juhid peatuvad ilma vajaduseta peatumisjoonel?
2. Kas juhid peatuvad ilma vajaduseta ringil olles?
3. Kas mõni sõidukitest möödub valelt poolt keskmist saart?
4. Kas järjekorrad tekitavad pikki ooteaegu ringile sisenemisel?
5. Kas tegelik sisenemisharu ridade arv erineb sellest, mis projekti kohaselt kavandatud oli?
6. Kas on tõendeid mingitest liikluskorraldusvahendite (näiteks liiklusmärkide) kahjustustest otsasõidu tagajärjel?
7. Kas toimub jalakäijate liiklus kesksaarel?
8. Kas jalakäijad ja jalgratturid saavad kasutada ringristmikku nii nagu see on ette nähtud?
9. Kas on märgata pidurdusjälgi mõnel äärekivil?
10. Kas on tõendeid väiksematest õnnetustest (näiteks katkine klaas, jne) sisenemisharudel ja ringil?
11. Kas ringil leidub kruusa või muud materjali, mis võiks olla ohtlik jalgratturitele või mootorratturitele?
12. Kas sõidukiirused on sobivad?

Ringristmiku projekteerimise üldised parameetrid on esitatud järgnevas tabelis.

Tabel 4. Ringristmiku projekteerimise üldised parameetrid

Projekteerimise parameetrid	Miniring	Linnas väike	Linnas Üherajaline tavarang	Linnas kaheajaline e. tavarang	Maanteel üherajaline tavarang	Maanteel kaheajaline tavarang
Soovituslik maksimaalne sisenemiskiirus	25 km/h	25 km/h	35 km/h	40 km/h	40 km/h	50 km/h
Sõiduridade arv sisenemisel	1	1	1	2	1	2
Tüüpiline ringi välisdiameeter*	13 m- 25 m	25-30 m	30-40 m	45-55 m	35-40m	55-60m
Ohutussaared	Tõstetud, kui võimalik ja ülekäigu-kohal lõige	Tõstetud, lõige ülekäigul	Ülestõstetud, lõige ülekäigul	Ülestõstetud lõige ülekäigul	Tõstetud ja pikendatud, koos lõikega ülekäigukohal	Tõstetud ja pikendatud, koos lõikega ülekäigukohalt
Tüüpiline läbilaskvustase 4- harulisel ringristmikul (sõidukit/ööpäevas	10 000	15 000	20 000		20 000	

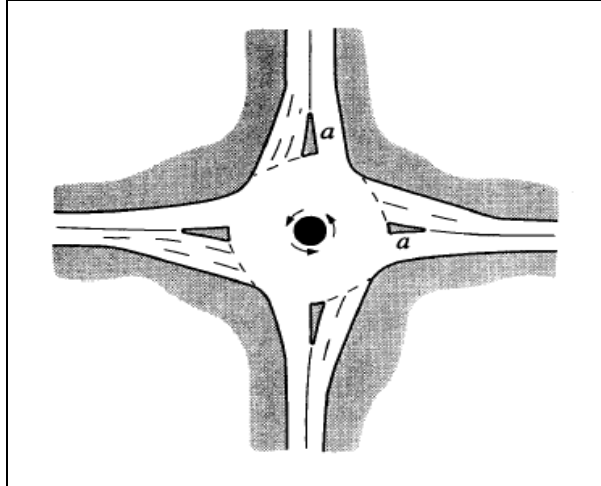
* eeldusel, et on 90° sisenemised ja mitte rohkem kui 4 haru

10. Soovitused, ettepanekud

10.1. Ringristmike soovitavad tüübid

Põhimõtteliselt võib Eestis soovitada kasutada põhiliselt kolme järgnevat ringristmiku tüüpi:

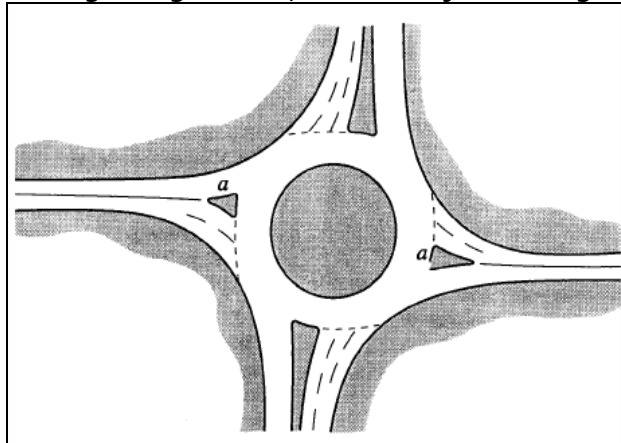
- 1) Väike ringristmik, sisemise jaotusringi läbimõõt kuni 4 m.



Sellist ringristmiku tüüpi tuleks kasutada juhtudel, kui soovitatav sõidukiirus jääb vahemikku ca 30...40 km/h. Väike ringristmik suudab tagada üsna suurte liiklusvoogude läbilaskvuse ega nõua ka eriti suurt maa-ala. Seda tüüpi ringristmik on sobiv kasutamiseks juhtudel, kus ohutusprobleemid domineerivad läbilaskvustingimuste ees, eelkõige elutänavatel, kvartali siseteede ristmikel jne.

Täna pole seda tüüpi ringristmikke praktiliselt projekteeritud ega ehitatud.

- 2) Normaalmõõtmetega ringristmik, sisemise jaotusringi läbimõõt üle 4 m.



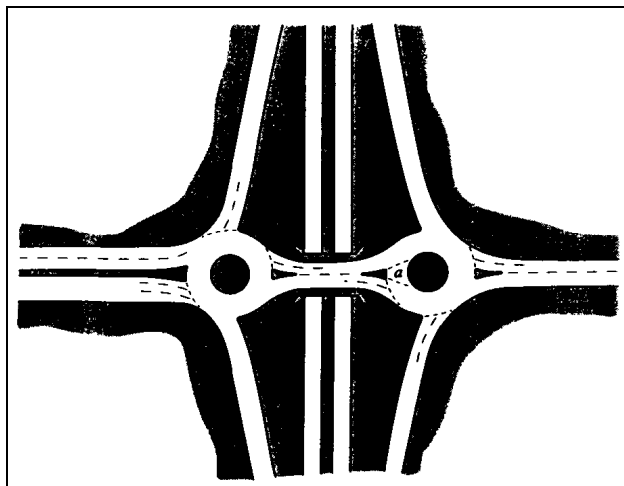
Seda tüüpi ringristmik on sobiv kasutamiseks eelkõige seetõttu, et see ristmikutüüp on liiklejatele hõlpsasti mõistetav ja kasutatav.

Normaalmõõtmetega ringristmikud suudavad tagada suurte liiklusvoogude läbilaskvuse ja omavad samas tähelepanuväärset kiirusi alandavat mõju. On oluline mõista, et ringristmiku parameetrid mõjutavad olulisel määral

ka liikumise iseloomu (kiirused, ooteajad, jne), mida tuleb arvestada ringristmiku projekteerimisel kas asustatud või maanteekeskkonnas.

3) Ringristmik(ud) eritasandsõlme osana

Seda tüüpi lahendusi on sobiv kasutada eritasandilise liiklussõlme koosseisus just kõrvalteede ristmikulahenduse osana.



Ringristmike eelised ja puudused

Ristmiku tüübi üle otsustamisel tuleb lähtuda ee

Kindlasti on oluline arvestada ka ringristmiku, kui võimaliku alternatiivse ristmikutüübi eeliseid ja puudusi. Mõned olulisemad nendest on loetletud alljärgnevas tabelis:

	Eelised +	Puudused -
Liiklusohutus	+ väiksema konfliktpunktide arvu tõttu on liiklusõnnetuse tõenäosus väiksem; + Väiksemad sõidukiirused tagavad suurema ohutuse ja võimaliku õnnetuse korral kergemad tagajärjed.	- on võimalik, et mingil perioodil kasvab ka liiklusõnnetuste arv, kuigi õnnetuste raskusaste on eeldatavalt väiksem
Läbilaskvus	+ eriti väiksemate gabariitidega ringristmiku puhul saavad sõidukid kasutada väiksemaid intervale sisenemiseks ringile, mille tulemusena läbilaskvus suureneb + võrreldes foorjuhitavate ristmikuga on ringristmiku läbilaskvus tavaliselt isegi suurem kui foorjuhitaval ristmikul, kuna puudub nn siirdetaktide ajakadu. + sageli on ristmikul	- kuna ringristmikke on Eestis siiski veel vähe, siis on nende projekteerimine ja ehitamine sageli problemaatiline, kuna arvatakse, sageli põhjendamatult, et ringristmiku läbilaskvus ja vajalik maa-ala võivad tekitada probleeme. - kui mõne ristmiku liiklusköormus ületab perioodiliselt läbilaskvuse, võib foorjuhtimise rakendamine olla õigustatud võrreldes

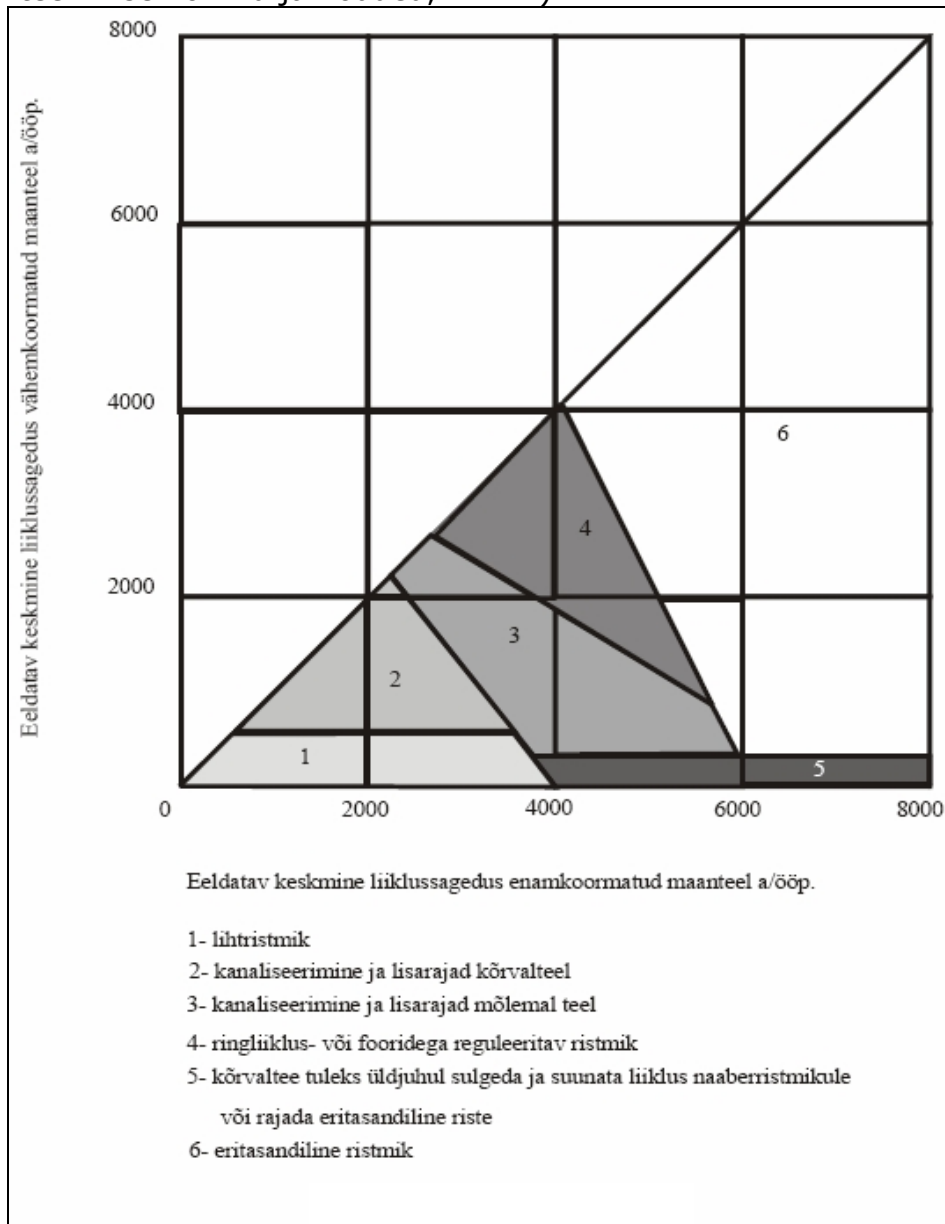
	tippkoormused täheldatavad vaid tippajal, sageli isegi vaid mõnekümne minuti jooksul ööpäevas. Foorjuhitava ristmiku kasutamine tekitab aga täiendava, enamasti mittevajaliku ajakao kogu foori tööaja jooksul.	ringristmikuga. - foorjuhitava ristmiku rajamine on põhjendatud juhul, kui on tegemist koordineeritavate fooridega (nn roheline laine) trassil asuva ristmikuga.
Ooteajad	+ Väikese ja keskmise liikluskoormusega ristmike puhul kujunevad ristmiku summaarsed ooteajad väiksemaks võrreldes foorjuhitava ristmikuga. + ooteajad on oluliselt väiksemad just tipuvälisel perioodil. + võrreldes peatee-kõrvaltee-tüüpi ristikuga vähenevad kõrvalteel liiklejate ooteajad.	- teatava ebasoovitava liikluskoormuste jagunemisega ristmike korral võivad mõne liiklusuuna ooteajad kujuneda tipuajal ebaproportsionaalselt suureks võrreldes teiste suundadega; - kui puuduvad objektiivsed uuringuandmed, siis hinnatakse (enamasti ebaõiglaselt) ringristmiku ooteaegu pikemaks kui fooride puhul; - võrreldes peatee-kõrvaltee-tüüpi ristikuga suurenevad nn peateel liikuvate sõidukite ooteajad.
Maksumus	+ Võrreldes foorjuhitava ristmikuga ei ole vajalik maksumusse arvutada ekspluatatsioonikulud fooride hooldamiseks, fooride, andurite kaablite ja kontrolleri maksumust. + kuna liiklusõnnetuste tagajärjed on kergemad, siis on liiklusõnnetuste kogumaksumus väiksem.	- Võrreldes foorjuhitava ristmikuga võib ringristmiku ehitusmaksumus kujuneda mõnevõrra suuremaks, kui sisse arvata ka ristmiku keskmise jaotusringi kujundus. - Kuna ringristmik vajab sageli korrektset valgustust, siis võib selle maksumus kujuneda veidi suuremaks (kuigi ka reguleeritud ristmikud võiks olla tavapäraselt valgustatud!)
Jalakäijad ja jalgratturid	+ Jalakäijate ohutust aitavad suurendada ringristmiku harudele rajatavad ohutussaad; + Kergliiklejate ohutust suurendab väiksem kiirus, ka kokkupõrkekiirus ringristmikul.	- Jalgratturid tunnevad ennast ringristmikul sageli ebamugavalt ja ebaturvaliselt, eriti ringil liikudes; - Jalakäijate ja jalgratturite liikumise teepikkus suureneb; - Ringilt väljuvate sõidukijuhtide teeandmise kohustuse täitmine jalakäijate ja jalgratturite suhtes on tunduvalt väiksem, kui ringile sisenemisel ja sõiduvõimalust oodates. - Mitmel sõidurajal ringile sõitvad juhid eksivad tihti kergliiklejale teeandmise kohustuse täitmisel – naaberrajal paiknev sõiduk takistab läheneva jalakäija või jalgratturi märkamist, põhitähelepanu ringil on lähenejale.

10.2. Ringristmike käsitus Eesti normdokumentides

Eestis kasutatakse maanteede ja linnatänavate projekteerimisel kahte peamist normdokumenti. Nendeks on Tee projekteerimise normid ja nõuded ning Eesti Standard EVS 843:2003 Linnatänavad.

Kehtivad normdokumendis Tee projekteerimise normid ja nõuded (kehtestatud Teede- ja sideministri 28.09.1999 määrusega nr. 55), käsitleb ringristmikke dokumendi 5.peatükk Ristmikud. Selles on öeldus järgmist:

Ristmiku põhitüübi valik peab toimuma alljärgneva graafiku alusel (Tee projekteerimise normid ja nõuded, lk.112):



Sama dokumendi p.5.2.2. rakendusjuhises on öeldud: „Põhimaanteede asulavälistel lõikudel ei ole soovitatav kasutada ringristmikke.”

Ringristmiku nähtavusnõudeid käsitleb normide ja nõuete alapunkt 5.7.2.3.

2005.aastal koostati Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudis uurimistöö „Maanteede projekteerimismääruste ja sellega seotud määruste korrektuur“, kus on olulisel määral korrigeeritud kehtivaid maanteede projekteerimismääruseid ja lisatud ka uusi osasid. Nimetatud töös on uus ka peatüki 5 Ristmikud alapunkt 5.2.13, mis käsitleb just ringristmike rakendamise ja projekteerimise aluseid (vt. Lisa 3 – Väljavõtte Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudis uurimistöö „Maanteede projekteerimismääruste ja sellega seotud määruste korrektuur“).

Nimetatud töö üldkirjeldatud, ringristmikke käsitleva alapeatüki väljavõtte on toodud järgnevatel lehekülgedel.

Üldiselt saab väita, et toodud normide uue redaktsiooni ettepanek on vastavuses maailma teiste riikide kogemuse ja soovistega. Seega oleks väga oluline, et nimetatud normide uus redaktsioon kehtestataks võimalikult kiiresti, sest kehtiv normide redaktsioon ei anna olulisi soovitusi ega juhiseid ringristmike projekteerimiseks.

Eesti Standardis EVS 843:2003 Linnatänavad käsitleb ringristmikke peatükk 8 Ristmike projekteerimine.

Ristmiku tüüp valitakse lähtuvalt järgnevast soovistest

	Kiirtee	Põhitänav	Jaotustänav	Juurdepääs
Kiirtee	1	2	3	4
Põhitänav	2	5 või 9	5 või 9	7
Jaotustänav	3	5 või 9	6 või 9	8 või 9
Juurdepääs	4	7	8 või 9	9 või 10

Kus ristmiku tüübid on tähistatud:

1. Igal juhul eritasandiline ristmik;
2. Tavaliselt eritasandiline ristmik, kui ristmiku jaoks kasutatav maa-ala on piiratud, siis ainult eritasandiline ülesõit;
3. Tavaliselt mittetäielik eritasandiline ristmik, jaotustänav ja rambi lõikumisel samatasandiline foorjuhitav ristmik;
4. Kõrvaltee suletakse autoliikluseks;
5. Tavaliselt foorjuhtimisega samatasandiline ristmik, kuid eritasandiline ristmik võib olla õigustatud, kui:
 - ebapiisav läbilaskvus tingib pikki ooteaegu,
 - liiklusohutuse tase on madal,
 - sõiduradade arv kujuneb liiga suureks ja liikluse hajutamise võimalus
 - tänavavõrgul puudub;
6. Tavaliselt samatasandiline foorjuhitav ristmik;
7. Samatasandiline ristmik, kus on lubatud ainult parempöördega maha- ja pealesõit;

8. Samatasandiline ristmik, olenevalt liiklussagedusest võib olla foorjuhitav;
9. Ringristmik;
10. Samatasandiline lihtristmik, kus võib kasutada liikluse rahustamise võtteid

Standardi nõuete kohaselt peab projekteeritud lahendus tagama projekteerimistingimustega nõutud teenindustaseme. Teenindustase ringristmikul sõltub kõige enam koormatud harult ringile pealesõidutingimustest ja on määratud läbilaskvuse kasutustasemega sellelt harult.

RJ Pealesõiduharu läbilaskvuse kasutustase z leitakse valemiga:

$$z = m_i / C_i \quad (8.5)$$

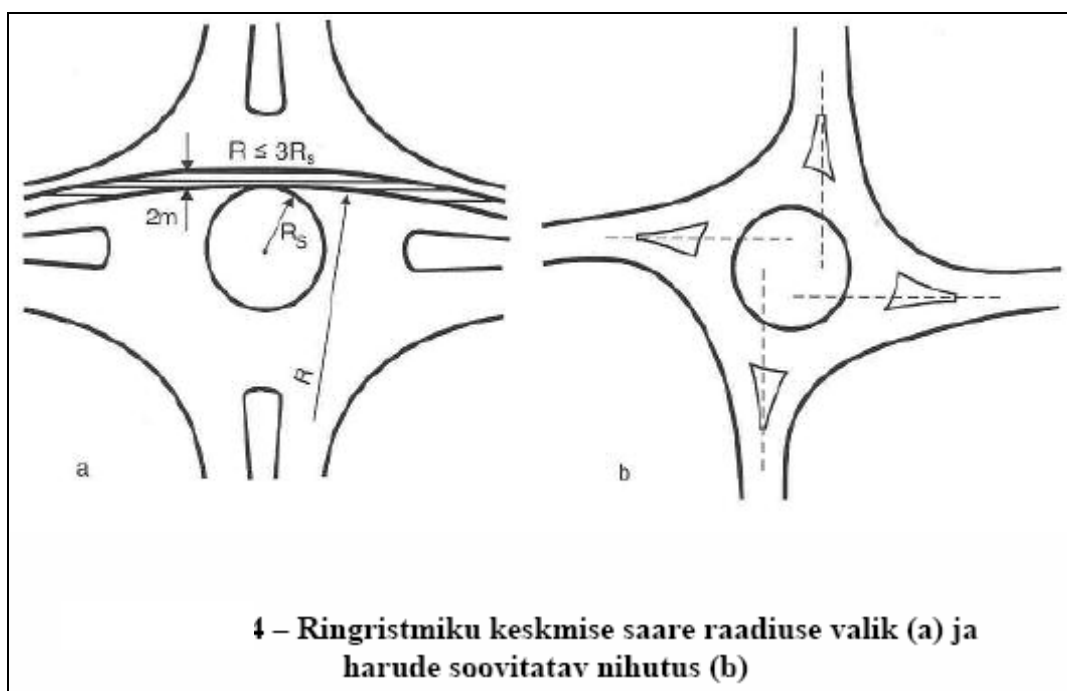
kus

m_i - pealesõiduharu i taandatud liiklussagedus, sa/h

C_i - pealesõiduharu i läbilaskvus, sa/h.

Tabel 8.4 – Teenindustase ringristmikul

Teenindustase	Z
A	<0,7
B	0,71 - 0,80
C	0,81 - 0,85
D	0,86 - 0,92
E	0,93 - 1,00



(6) Ringristmiku saare mõõtmed ja kogu ristmiku geomeetriline lahendus tuleb

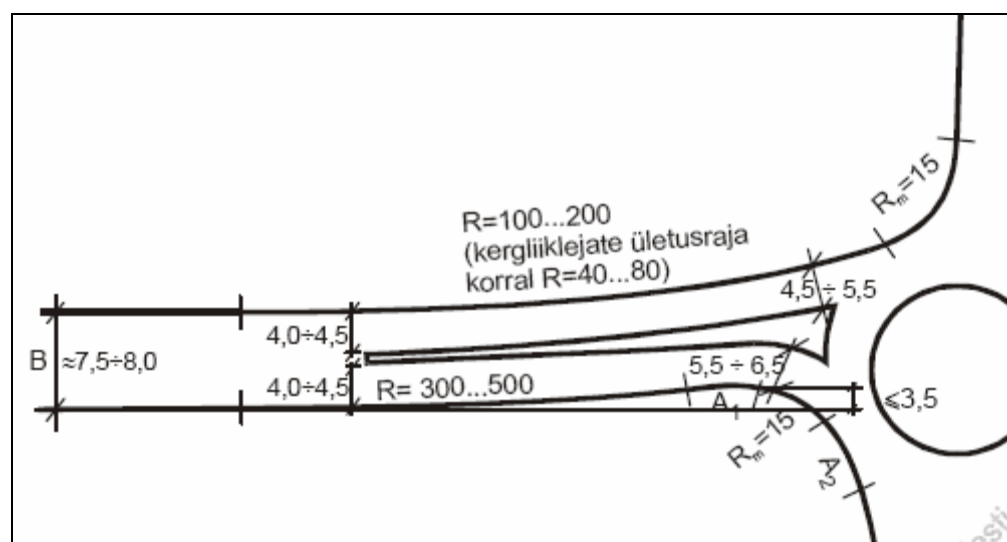
kujundada sellisena, et see võimaldaks suuregabariidilistel sõidukitel sooritada kõiki pöördeid, kuid samal ajal mõjutaks sõiduautode kiirust.

RJ Suure läbilaskvuse ja liikumiskiiruse vähendamise tõttu võivad ringristmikud osutada sobivateks kõiki liiki tänavatel v.a kiirteedel. Ringristmiku jaotusringi läbimõõt seondub tavaliselt tänava klassiga (mida madalam klass, seda väiksem saar). Magistraaltänavatele kavandatavate ringristmike jaotusringi läbimõõt võiks jääda piiridesse 12 m kuni 60 m ja juurdepääsudel 8 m kuni 20 m. Otsesuunas liikuv või vasakpööret sooritav veoauto või bussi võib osaliselt sõita ka saare kitsendusele. See saare osa tuleb rajada kaldu sõidutee poole ja varustada kattega, mis peab vastu veoauto (bussi) ratta koormusele, kuid katte suurem kalle ja tasasus tõrjub eemale sõiduauto kasutajad (joonis 8.25). Kui puuduvad kergliiklejate teeületuskohad, võib ringilt lahkumine olla kiirenev.

(7) Ringristmiku jaotusringi läbimõõt, sõiduteel ja sõidutee kitsenduse laius saare ümber peavad olema kooskõlas ning vastama tabelis 8.14 esitatud parameetritele.

Ringristmiku põhielementide mõõtmed:

Jaotusringi läbimõõt d (m)	1-rajaline sõidutee		2-rajaline sõidutee
	C(m)	$\Delta C(m)$	C(m)
12 - 15	9,0	$\leq 2,0$	-
16 - 20	8,5	$\leq 2,0$	-
21 - 25	8,0	$\leq 2,0$	-
26 - 30	7,5	$\leq 1,5$	12,0
31 - 40	7,0	$\leq 1,5$	11,5
41 - 50	6,5	$\leq 1,0$	10,5
51 - 60	6,0	0,5	10,0



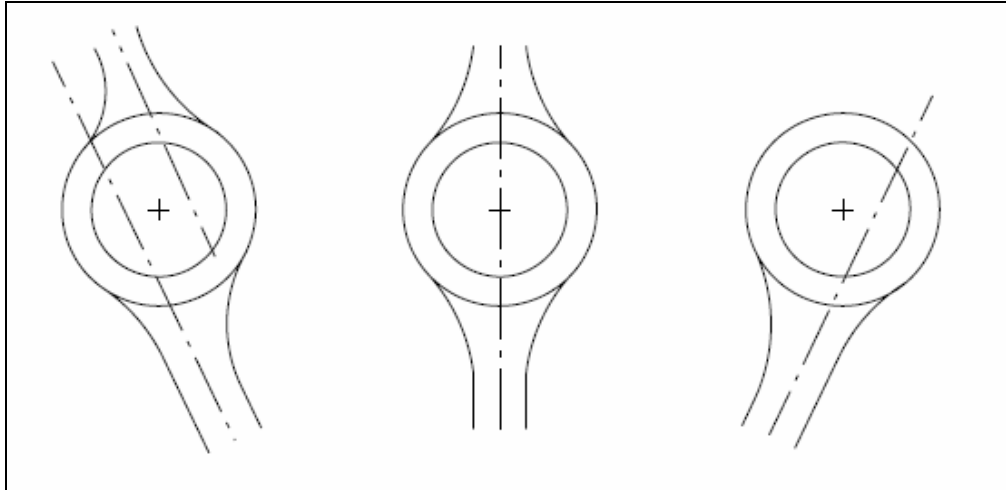
Joonis 15. Üherajalise ringristmiku pealesõiduharu geomeetria kujundamine

Seega võib väita, et ka Eesti Standardis EVS 843:2003 toodud ettepanekud ja nõuded ringristmike rakendamise ja projekteerimise kohta on üldiselt vastavuses maailmapraktikaga. Võib olla on siin peamiseks probleemiks see, et nimetatud normdokumentides ei ole piisavalt palju informatsiooni ringristmike konkreetsete eeliste ja puuduste kohta ning puuduvad mõned praktilised juhised, mille alusel saaks otsustada ringristmiku rajamise otstarbekuse üle.

Järgnevalt on esitatud mõned soovitusel ringristmike võimaliku kasutuse analüüsimiseks ja nende projekteerimiseks.

10.3. Täiendavaid soovitusi ringristmike projekteerimisel

Ringristmiku soovitav paigutus trassi telje suhtes. Saavutamaks maksimaalset efekti ringristmiku kiirust alandavast toimest on vajalik, et ringristmiku projekteerimisel nihutataks ringristmiku tsester mõnevõrra eemale teetrassi telgjoonest, nagu see on kujutatud alljärgneval joonisel.

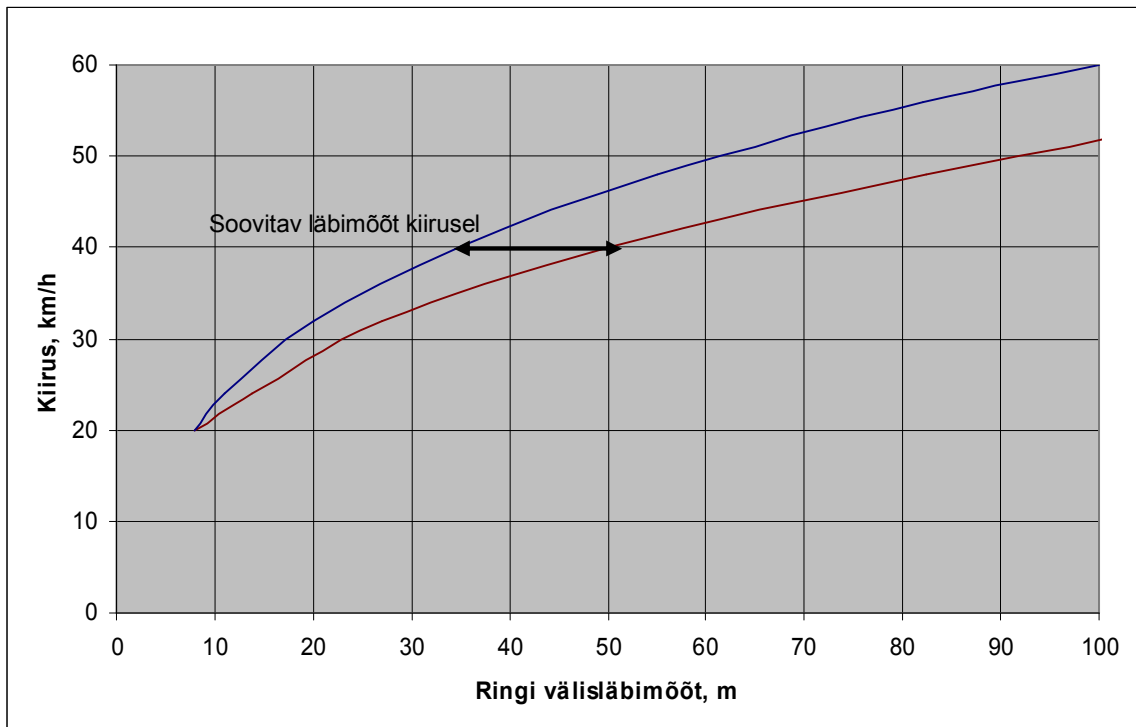


Nihutatud paremale
EELISTATUD

Keskel
KASUTATAV

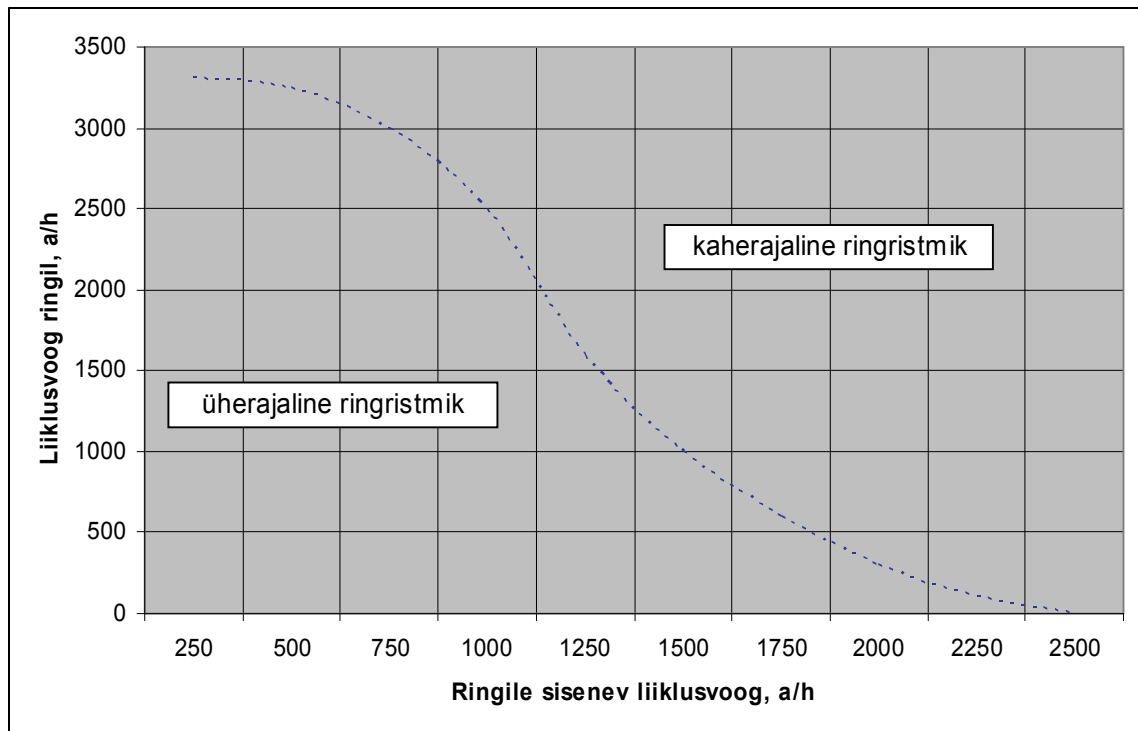
Nihutatud vasakule
EBASOOVITAV

Ringi välisläbimõõdu määramisel tuleks lähtuda soovitavast kiirusest ringristmikul, mida saab teha kasutades alljärgnevat graafikut.



Joonis 16. Ringristmiku soovitava välisläbimõõdu valik lähtuvalt soovitavast kiirusest ristmikul

Ringristmiku vajaliku sõiduradade arvu määramisel võib lähtuda ka alljärgnevast soovituslikust graafikust

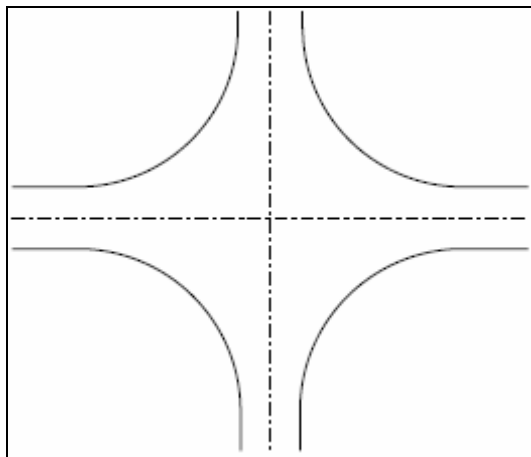


Joonis 17. Ringristmiku sõiduradade arvu valik

10.4. Ringristmiku projekteerimise soovitatavad sammud

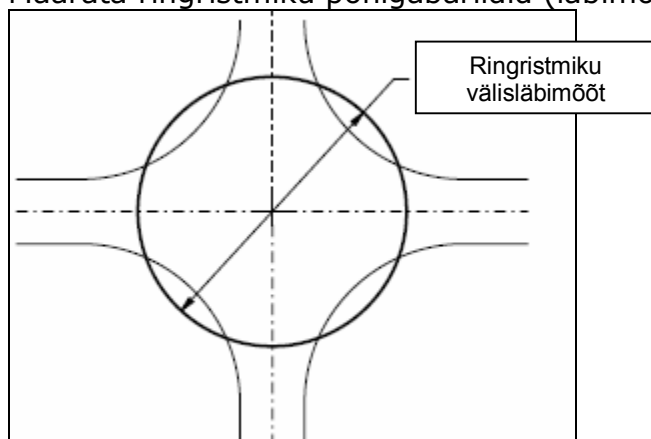
1.samm

Ristmiku olemasolev (või tava-)lahendus



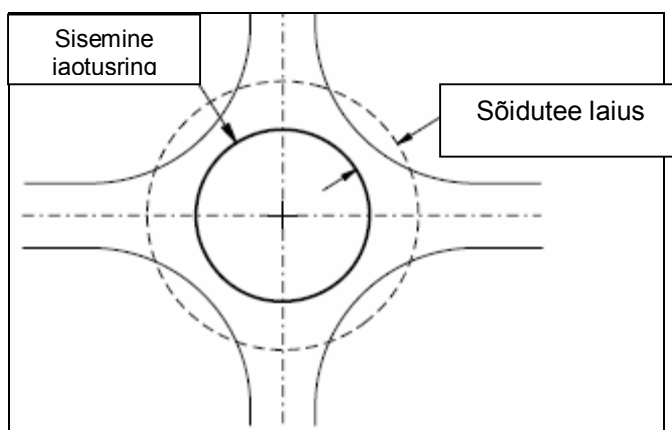
2.samm

Määrata ringristmiku põhigabariidid (läbimõõt)



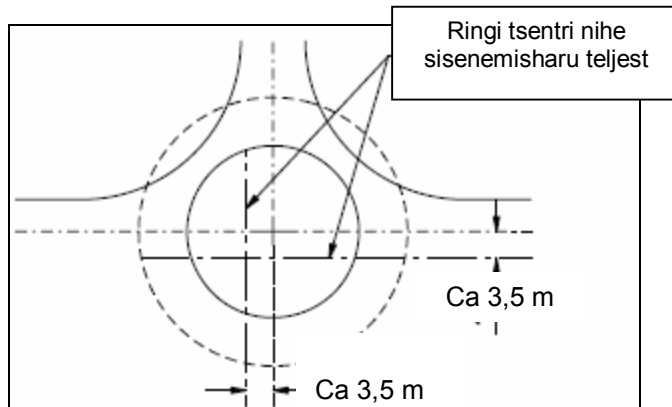
3.samm

Määratakse sisemise jaotusringi läbimõõt ja ringil oleva sõidutee laius



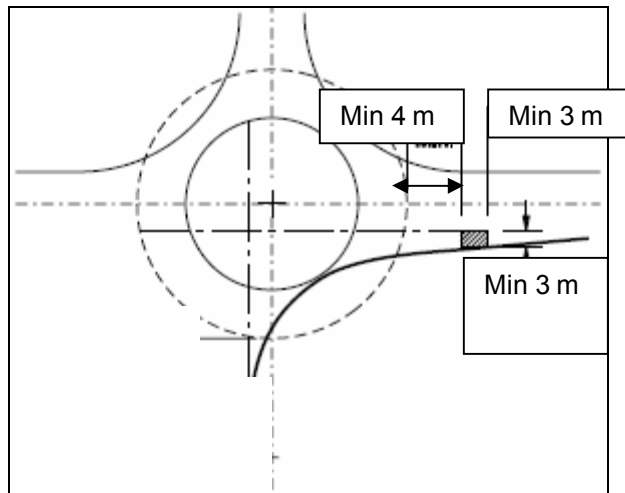
4.samm

Määratakse ringi sisenevate harude teljed



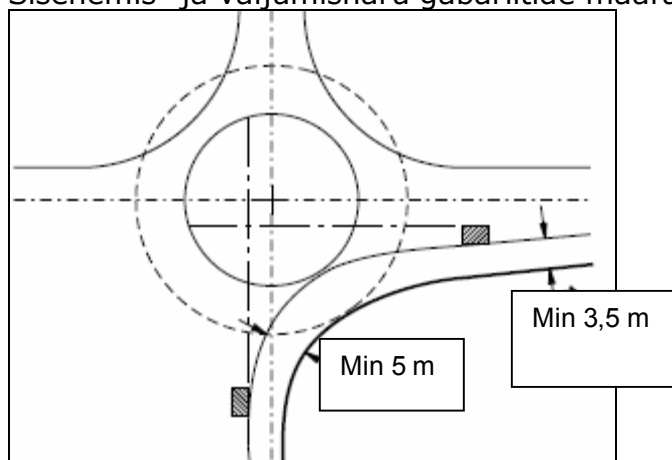
5.samm

Sisenevate harude ohutussaare projekteerimine

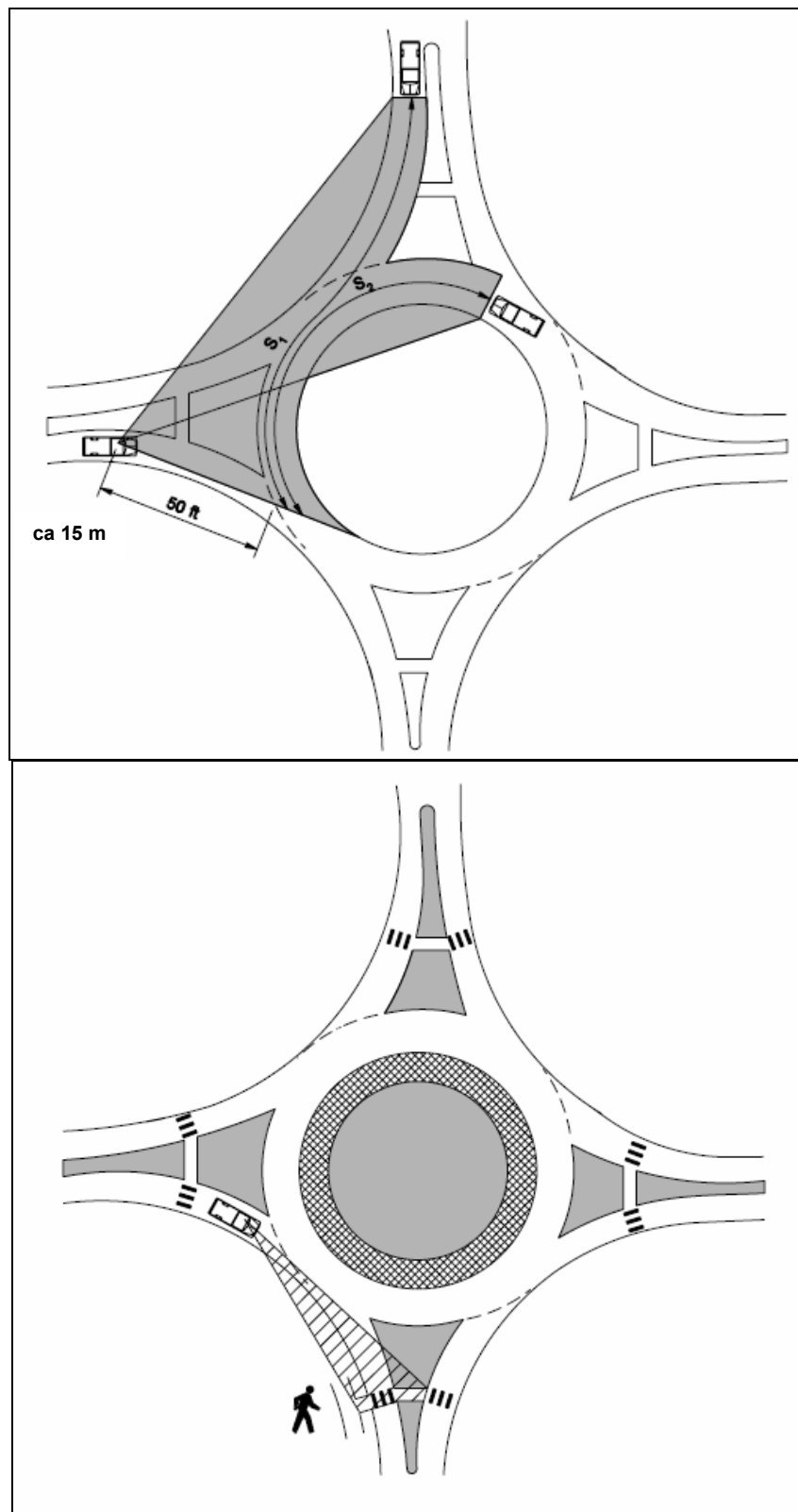


6.samm

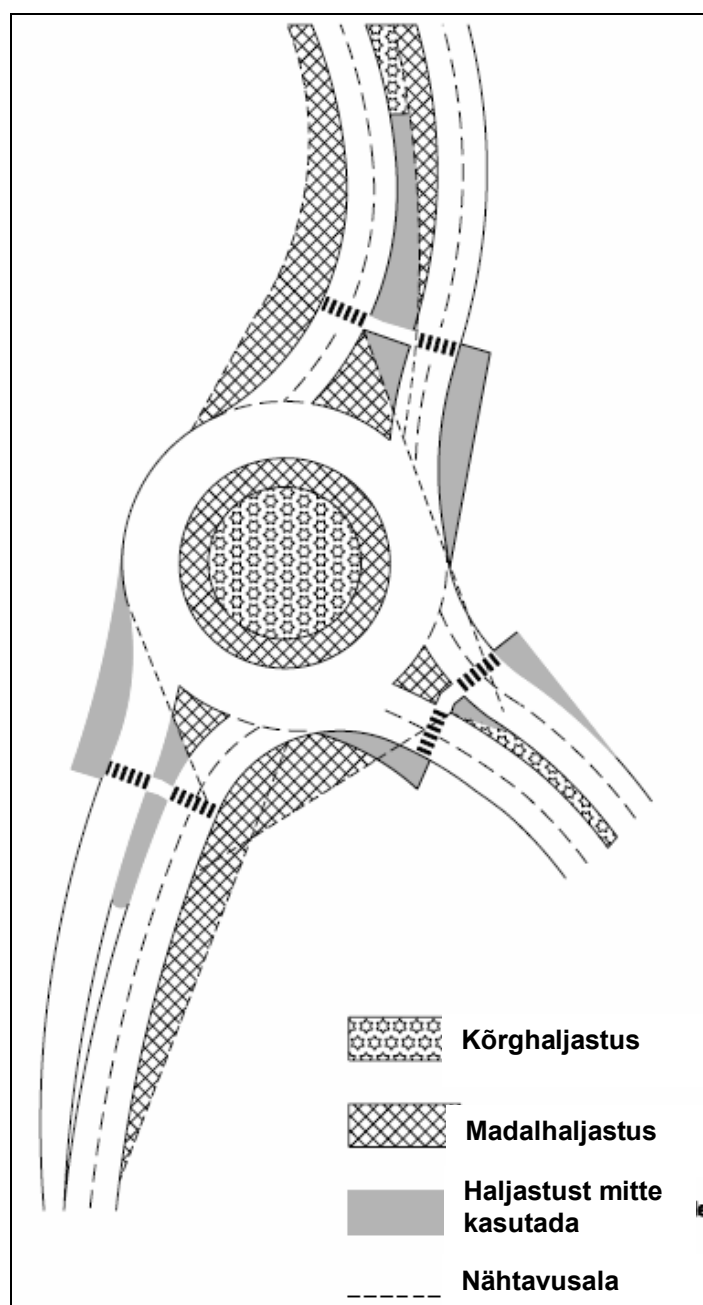
Sisenemis- ja väljumisharu gabariitide määramine



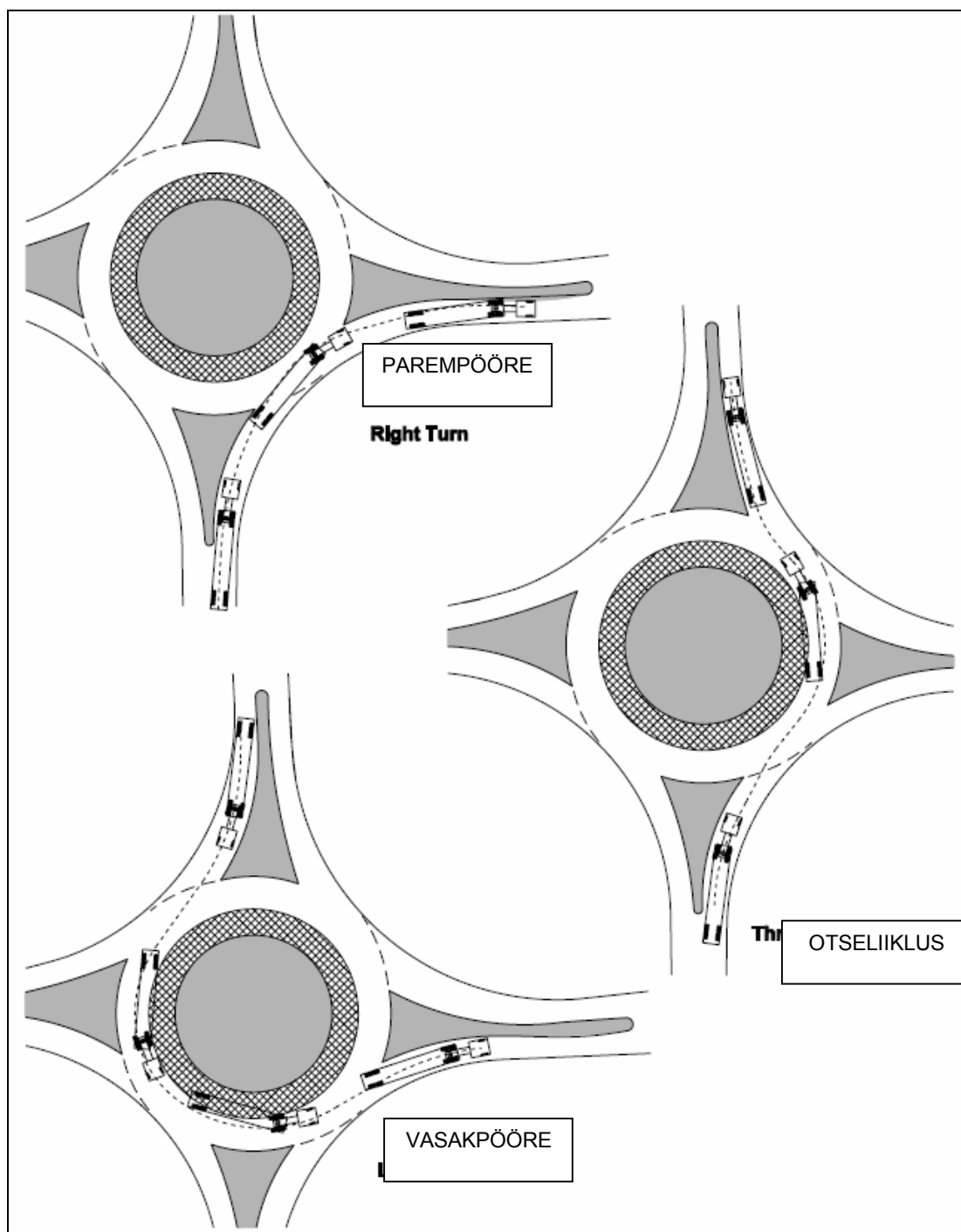
Soovitava nähtavusala määramine ringristmikul



Haljastuse rajamise soovitused ringristmikul



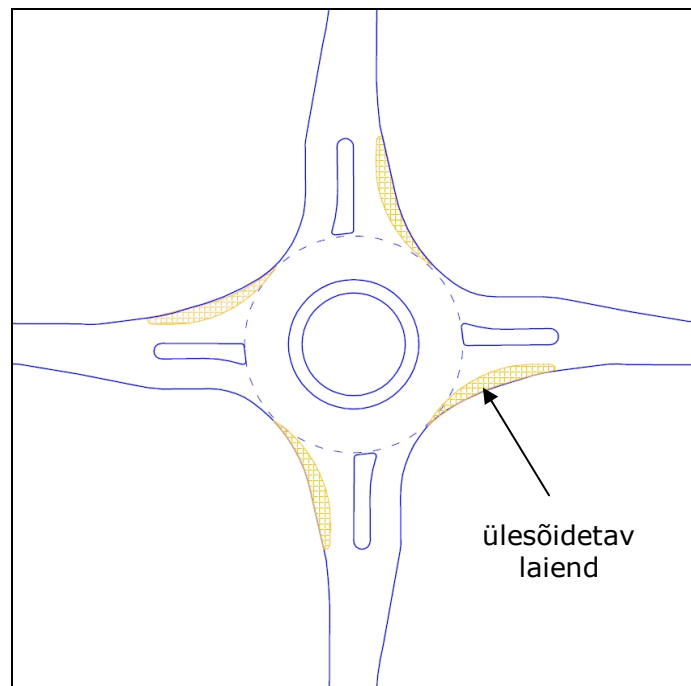
Haljastuse rajamisel arvestada ka EVS 843:2003 jooniste 8.4 nõuetest.



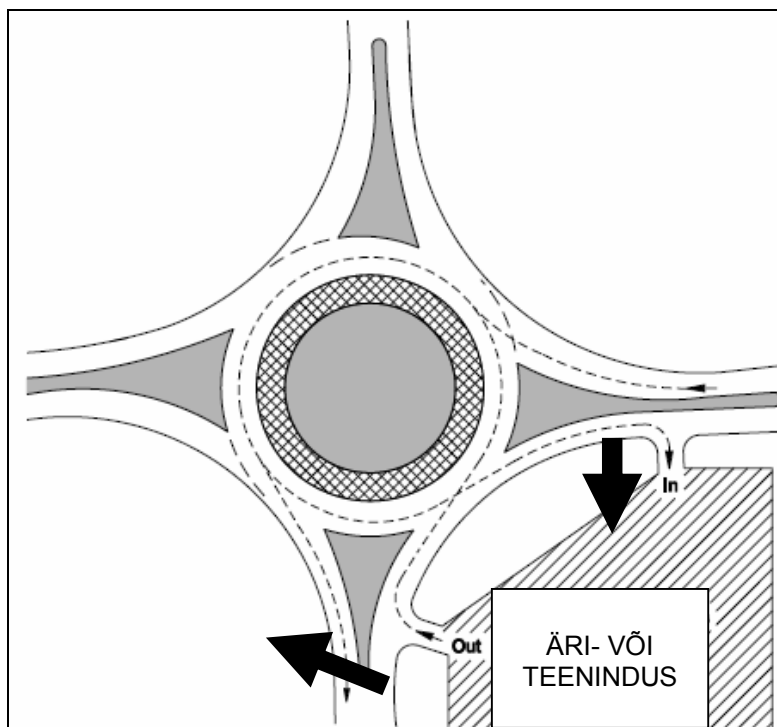
Joonis 18. Raskesõidukite liiklemine ringristmikul

Sageli on üheks ringristmiku rajamise ideeks ühildada see kohaliku sisse- või väljasõidulahendusega. Ringristmik on selleks sageli sobiv ristmikulahendus, sest ringristmik lubab teostada kõiki vajalikke manöövreid. Sisse- ja väljasõitude paigutusel ringristmiku lähedusse tuleks arvestada, et objektilt väljasõit tuleks projekteerida ringristmikule sisenevale harule (lubades harule pealesõitu vaid parempöördega) ja sissesõit ringristmiku väljuvale harule, lubades sissesõitu vaid parempöörde kaudu.

Raskeliikluse jaoks on oluline rajada ringilt väljumisel parempoolse teepeenra ülesõidetav laiend (ringilt väljumisel sõidetakse teepeenar auklikuks, eriti äärekivi puudumisel).



Sisse- ja väljasõidu paigutus ringristmikul



Kokkuvõttes võib väita, et ringristmikud on kogu maailmas viimasel aastakümnel kujunenud üheks kõige populaarsemaks ja enamkasutatavaks ristmikutüübiks. Viimastel aastatel on ringristmike populaarsus hakanud suurenema ka Eestis. Vaatamata sellele, et mõnikord on vähestest kogemustest ja praktikast tulenevalt mõnede ringristmike lahendustel ka puudusi, siis üldiselt on ringristmike senine kasutuspraktika siiski positiivsete tulemustega ja sellest tulenevalt oleks ringristmik, kui ristmikutüüp, edukalt kasutatav väga paljudel juhtudel nii asulates kui maanteedel. Mõnede Lääne-Euroopa autorite soovitusel võiks ringristmik enamusel juhtudel (kui tegemist pole kiirteedega või vajadusega rajada eritasandristmik) olla esimeseks tõsiselt kaalutavaks ristmikutüübiks ja mõne teise ristmiku tüübi valimine peaks tulenema otsusest, et ringristmiku rajamine ei ole ühel või teisel põhjusel otstarbekas.

Kirjandus:

1. Rahman, M. A. & Hicks, T. , 1994. "A Critical look at roundabouts". ITE 1994 Compendium of Technical Papers, pp. 260-264.
2. Courage, K. G. & Hoang, L. T., 1997. *Design And Evaluation Of Modern Roundabouts In Florida*. ITE Resource Papers for 1997 International Conference, pp. 103- 106.
3. Rahman, M. A., 1995. *Design criteria for roundabouts*. Compendium of Technical Papers, pp. 147- 153.
4. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 2000 *Roundabouts: an informational guide*.
5. Guichet, B. "Roundabouts In France: Development, Safety, Design, and Capacity." In Proceedings of the Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signals (M. Kyte, ed.), Portland, Oregon, U.S.A. University of Idaho, 1997.
6. Garder, P. *The Modern Roundabouts: The Sensible Alternative for Maine*. Maine Department of Transportation, Bureau of Planning, Research and Community Services, Transportation Research Division, 1998.
7. Brilon, W. and L. Bondzio. *White Paper: Summary of International Statistics on Roundabout Safety (unpublished)*, July 1998.
8. Ourston, L. & Hall, G. A., 1996. *Modern Roundabout interchanges come to America*. Compendium of Technical Papers, pp. 223-227
9. Aotearoa, I. W., 2005, *Guidelines for marking multi-lane roundabouts*. Land Transport New Zealand, 18 p.
10. Ourston, L. & Hall, G. A., 1997. *Roundabouts Increase Interchange Capacity*, ITE Journal, pp. 30- 36
11. CROW (1998). *Eenheid in rotondes*. Publicatie 126. CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
12. Hydén, C. & Várhelyi, A. (2000). *The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study*. In: Accident Analysis & Prevention. Vol. 32, nr. 1 p. 11-23.
13. SWOV, 2007. *SWOV Fact sheet- Roundabouts*. Leidschendam 6 p.
14. Bergh, T., "Roundabouts- current Swedish Practice and Research". Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signal, pp 36-44