

**TRAFFIC SAFETY ANALYSIS OF SMALL
ROUNDBABOUTS IN LATVIA'S TOWNS****MAZO ROTĀCIJAS APĻU SATIKSMES DROŠĪBAS
ANALĪZE LATVIJAS PILSĒTĀS****Jānis Smirnovs**, *B.sc.ing**Riga Technical University, The Institute of Transportation**Riga, Azenes st. 16/20**e-mail: janis.smirnovs@inzenierbuve.lv***Juris Naudžuns**, *Dr.sc.ing**Riga Technical University, The Institute of Transportation**Riga, Azenes st. 16/20**Phone: +3717089278**e-mail: juris.naudzuns@inzenierbuve.lv**Atslēgvārdi. Ceļu mezgls, rotācijas apļi, satiksmes drošības novērtēšanas metodes, konfliktpunkti.***1. Ievads**

Pieaugot satiksmes intensitātei, pieaug arī prasības pēc drošākiem ceļiem un to mezgliem. Latvijā satiksmes intensitātes pieaugums ir ļoti straujš, bet esošais ceļu tīkls, lai arī kvantitatīvi ir labi attīstīts, kvalitatīvi ir zemā līmenī. Lielākā daļa ceļu elementu ir projektēti padomju laikos un neparedzēja tik milzīgas satiksmes intensitātes izmaiņas īsā laika posmā. Tas nozīmē, ka ceļi tiek nolietoti straujāk un ceļu mezgli nespēj nodrošināt nepieciešamo caurlaides spēju, kā rezultātā pazeminās satiksmes drošības līmenis. Lai šo situāciju uzlabotu nepieciešams lietot salīdzinoši modernus risinājumus, piemēram, izbūvēt mazos rotācijas apļus, īpaši uz maģistrālām ielām pilsētu neapbūvētās teritorijās.

Ir divu veidu rotācijas apļi: mazie un lielie. Mazo rotācijas apļu gredzenveida brauktuves ārmalas normālais diametrs ir 40 m, bet lielākais – 45m[1]. Tos var efektīvi pielietot pilsētās satiksmes lēnināšanai un arī satiksmes drošības uzlabošanai. Mazā rotācijas apļa filozofija paredz satiksmes plūsmu konfliktpunktu skaita samazināšanu, kā rezultātā tiem piemīt tikai plūsmu sadalīšanās un saplūšanas konfliktpunkti. Lai panāktu šo vēlamu rezultātu rotācijas apļa gredzenveida brauktuve jāparedz tikai viena braukšanas josla.

Latvija rotācijas apļu ieviešanas prakse ir sākumstadijā un, parasti, tūlīt pēc krustojuma rekonstrukcijas par apļveida mezglu, izpelnās visai kritisku sabiedrības attieksmi, bet pēdējā laikā mazie rotācijas apļi tiek izbūvēti arvien biežāk.

2. Darba mērķis un uzdevumi

Darba mērķis ir izanalizēt mazo rotācijas apļu lietderību pilsētu satiksmes drošības uzlabošanā. Lai sasniegtu šo mērķi tiek izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- 1) analizēt literatūru par rotācijas apļu efektivitāti;
- 2) izvēlēties atbilstošās satiksmes drošības līmeņa novērtēšanas metodes;
- 3) veikt nepieciešamo analīzi izvēlētajos ceļu mezglos un novērtēt iegūt rezultātus.

3. Literatūras analīze

Rotācijas apli kā ceļu vienlīmeņa mezglu iespējamais risinājums tika ieviests 20. gadsimta sākumā [2]. Kopš tā laika rotācijas apļa ideja ir izkopta un uzlabota dažādos veidos. Gandrīz katrā valstī ir standarti vai vismaz rekomendācijas pareizai rotācijas apļu izbūvei: [1], [3], [4]. Principā rotācijas aplis ir vienlīmeņa mezgla „pēdējā iespēja” gan caurlaides spējas, gan drošības ziņā. Gadījumā, ja rotācijas aplim ir problēmas ar caurlaides spēju un drošību, tad ir jāparedz vairāklīmeņu mezgls.

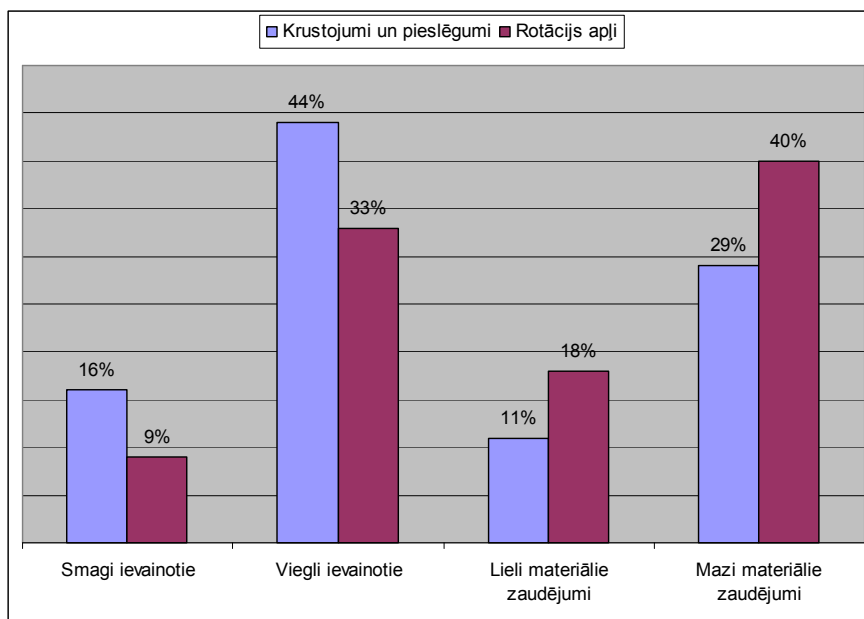
Katrs mezgla risinājums ir individuāls, bet ir vairāki nosacījumi, kurus būtu jāizpilda, lai rotācijas aplis pilnvērtīgi varētu pildīt savas vienlīmeņa mezgla funkcijas.

Pirmkārt, braukšanas priekšroka jādod pa apļa gredzenveida brauktuvi braucošajiem transportlīdzekļiem.

Otrkārt, ir ieteicams panākt, lai mezgla zaru asis krustotos gredzenveida brauktuves centrā [1].

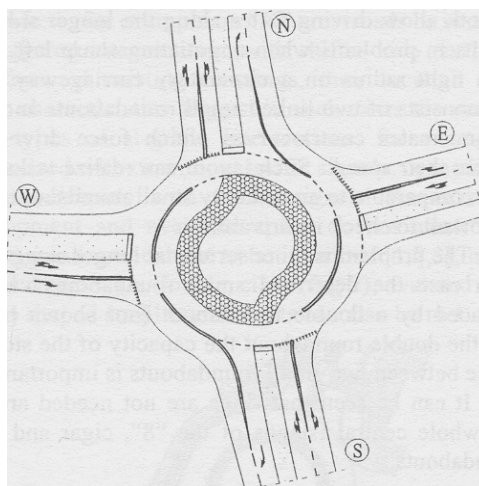
Maksimālā pieļaujamā satiksmes intensitāte mazajā rotācijas aplī ir 20000 A/24h [1]. Visos standartos rotācijas apļu priekšrocības apskatītas salīdzinājumā ar krustojumiem un pieslēgumiem. Salīdzinājums tiek veikts pēc šādiem mezgla parametriem: konfliktpunktu skaits, ceļu satiksmes negadījumu skaits, bīstamība, ceļu satiksmes negadījumu izmaksas. Īpaši tiek uzsvērts konfliktpunktu skaits rotācijas aplī, kur eksistē tikai 8 plūsmu konfliktpunkti, salīdzinājumā ar krustojumu, kurā ir 32 konfliktpunkti un pieslēgumu, kurā ir 9 konfliktpunkti, rotācijas apļa priekšrocība ir nepārprotama. Tiek uzsvērts arī fakts, ka vienjoslas rotācijas apļos nav plūsmu krustošanās konfliktpunktu. Kā galvenais rotācijas apļu trūkums tiek minēta mezgla aizņemtā platība, kas uzliek ierobežojumus to lietošanai blīvi apbūvētā pilsētvidē.

Vācijā veikts pētījums par drošību rotācijas apļos un publicēts rakstā „Wie sicher sind Kreisverkehrsplätze?” [2]. Pētījumā apkopoti statistikas dati par negadījumiem gan rotācijas apļos, gan pieslēgumos un krustojumos.



1. attēls Negadījumu seku smagums [4]

Kā tas redzams 1. attēlā, tad rotācijas apļos ir mazāk negadījumu, kuros cietuši cilvēki – 42% no kopējā negadījumu skaita. Turpretī krustojumos un pieslēgumos šis rādītājs ir 60%. Jāņem vērā arī tas, ka rotācijas apļos kopējais negadījumu skaits ir mazāks kā krustojumos un pieslēgumos. Šajā pašā pētījumā noteikti arī biežākie negadījumu veidi. Pēc datiem var secināt, ka krustojumos un pieslēgumos dominējošais negadījumu veids ir krustošanās un sakļaušanās negadījumi. Rotācijas apļos savukārt dominē braukšanas negadījumi, kas rodas zaudējot kontroli pār transportlīdzekli.



2. attēls. Spirālveida rotācijas aplis. [5]

Nīderlandē ir veikti pētījumi [6] lai pierādītu, ka rotācijas apļi ar spirālveida brauktuvi ir labāki pār vairākjoslu rotācijas apļiem, kuros braukšana organizēta pa koncentriskām gredzenveida braukšanas joslām. Teorētiskā caurlaides spēja rotācijas apļos ar spirālveida (2. attēls) brauktuvi tiek lēsta uz 6000 transportlīdzekļu/stundā. Pētījumā [6] iegūtie dati uzrāda pārsteidzoši labus rezultātus – apkopojot statistiku par ceļus satiksmes negadījumiem, izrādās, ka negadījumu risks samazinās par 50% un negadījumu skaits ar ievainotajiem pat par 80%. Pētījumu veicēji gan pieļauj iespēju,

ka tas varētu būt skaidrojams ar salīdzinoši īso „pēc” periodu – periodu, kurā veikta negadījumu uzskaitē jaunizbūvētajos mezglos.

Gadījumā, ja netiek izbūvēta spirāles formas brauktuve, tad alternatīva satiksmes drošības uzlabošanai ir labā pagrieziena veikšanai izbūvētas atsevišķas, no apla atdalītas, manevra veikšanas joslas.

Latvijā šādi padziļināti pētījumi vēl nav veikti, jo ir visai īss laika posms kopš mazo rotācijas aplū ieviešanas, bet apkopojot statistikas datus var secināt, ka situācija satiksmes drošības ziņā uzlabojas. Katrā ziņā Latvijā nedaudz ir jānogaida ar sarežģītāku rotācijas aplū veidu izbūvi, jo braucēji ir pakāpeniski jāpieradina pie šādiem risinājumiem, bet Latvijā rotācijas aplū ieviešana ir sākumstadijā.

4. Drošības novērtējums

Lai novērtētu situāciju Latvijā, padziļinātai analīzei izvēlēti ceļu mezgli trīs pilsētās: Kuldīgā (uz Aizputes, Mucenieku, Sūru ielām), Liepājā (uz Cukura un Pulvera ielām) un Tukumā (uz Pasta, Raudas, Talsu ielām). Šie rotācijas aplū izvēlēti analīzei, jo tie izbūvēti jau pirms vairākiem gadiem un ir vērā ņemams to ekspluatācijas periods – vismaz trīs gadi. Rotācijas aplūiem Kuldīgā un Tukumā tika veikta arī satiksmes intensitātes skaitīšana, lai varētu novērtēt kāds šajos mezglos ir negadījumu koeficients.

4.1. Metodika

Lai novērtētu izmaiņas satiksmes drošībā mezgliem, kuros pēc rekonstrukcijas ir izbūvēti rotācijas aplū, tiek izmantotas vairākas metodes.

Grafiskās analīzes metode veikta, lai novērtētu negadījumu skaita izmaiņas salīdzinājumā ar teorētisko negadījumu skaitu, kas varētu būt neveicot mezglā rekonstrukciju.

Negadījumu koeficienta analītiskā metode izmantota, lai aprēķinātu negadījuma koeficientu mezglos, kuros veikta satiksmes intensitātes skaitīšana. Negadījumu koeficients aprēķināts pirms un pēc mezglā rekonstrukcijas. Ar analītiskās metodes palīdzību tiek novērtētas un salīdzinātas abu tipu mezglu bīstamības.

Statistiskais novērtējums veikts izmantojot K – testu, kas ļauj aprēķināt negadījumu skaita izmaiņas. Šis tests ļauj novērtēt vai negadījumu skaits konkrētajā mezglā ir pieaudzis vai samazinājies, salīdzinot ar vidējo rādītāju, kas aprēķināts uz visiem mezgliem.

χ^2 tests ir veikts, lai noskaidrotu vai izmaiņas ceļu satiksmes negadījumu skaitā ir saistītas ar gadījuma rakstura svārstībām vai balstītas uz realizētajiem pasākumiem.

No visām iepriekš minētajām metodēm tikai negadījumu koeficienta metode novērtē satiksmes drošību, bet tikai teorētiski, pārējās ir tikai statistikas datus vērtējošas metodes.

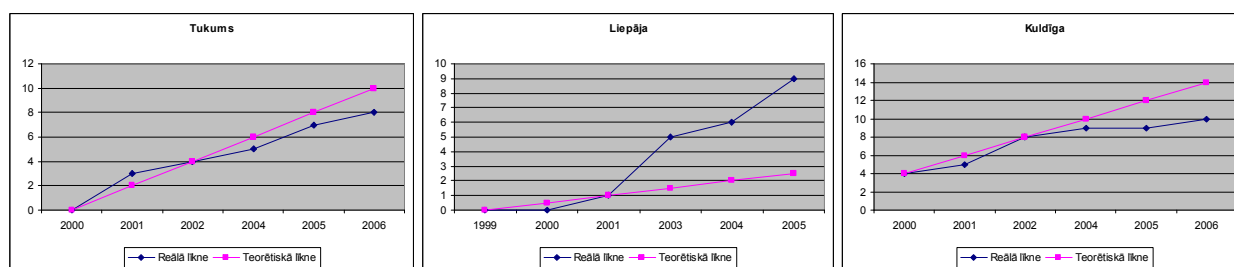
Pētījumā izmantoti dati par ceļu satiksmes negadījumiem, kas iegūti no CSDD datu bāzes.

Transportlīdzekļu satiksmes intensitātes kontrolskaitījumus J. Smirnovs veicis 2007.gada martā.

4.2. Izvērtējums

4.2.1. Grafiskās analīzes metode

Ar grafiskās analīzes metodes palīdzību novērtētas ceļu satiksmes negadījumu skaita izmaiņas izvēlētajos ceļu mezglos. 3. attēlā var novērtēt kāds ir negadījumu skaita pieaugšanas ātrums pirms mezgla izbūves (teorētiskā līkne). Šo negadījumu skaita pieaugšanas raksturojošo funkciju var salīdzināt ar reālo situāciju (reālā līkne), kāda tā ir pēc rotācijas apļa izbūves. Tukumā un Kuldīgā situācija ir uzlabojusies – reālais negadījumu skaits ir mazāks. Tukumā par 2 negadījumiem un Kuldīgā par 4 negadījumiem. Liepājā vērojama neparasta situācija, jo pēc rotācijas apļa izbūves negadījumu skaits ir audzis par 6,5 negadījumiem, salīdzinot ar iepriekšējiem rādītājiem.



3. attēls. CSNg izmaiņu Grafiskās analīzes rezultātu apkopojums

4.2.2. Negadījumu koeficienta metode

Negadījumu koeficients krustojumos tiek aprēķināts izmantojot formulu:

$$NK = \frac{CSNg \cdot 10^6}{365,25 \cdot N \cdot t}, \quad (1)$$

kur CSNg – ceļu satiksmes negadījumu skaits;
 N – satiksmes intensitāte [trl/24h];
 t – laika periods [gadi].

Izmantojot 1.formulu aprēķins veikts divos ceļu mezglos gan laika periodam 3 gadus pirms rekonstrukcijas, gan laika periodam 3 gadi pēc rekonstrukcijas. Mezgla izbūves gads no aprēķiniem tiek izslēgts.

Tabula 1. CSNg skaits Tukumā apskatītajā laika posmā.

	Pirms	Pēc
CSNg	4	4
N [trl/24h]	10000	11000
t [gadi]	3	3

Veicot aprēķinu pēc 1. tabulas datiem:

$$NK_{pirms} = \frac{4 \cdot 10^6}{365,25 \cdot 10^4 \cdot 3} = 0,365 [CSNg / 10^6 km]$$

$$NK_{pec} = \frac{4 \cdot 10^6}{365,25 \cdot 1,1 \cdot 10^4 \cdot 3} = 0,332 [CSNg / 10^6 km]$$

Tā kā negadījumu skaits ir vienāds un mainās tikai satiksmes intensitāte, tad arī negadījumu koeficientu vērtības ir tuvas.

Tabula 2. CSNg skaits Kuldīgā apskatītajā laika posmā.

	Pirms	Pēc
CSNg	8	2
N [trl/24h]	7500	8400
t [gadi]	3	3

Veicot aprēķinu pēc 2. tabulas datiem:

$$NK_{pirms} = \frac{8 \cdot 10^6}{365,25 \cdot 7500 \cdot 3} = 0,973 [\text{CSNg} / 10^6 \text{ km.}]$$

$$NK_{pec} = \frac{2 \cdot 10^6}{365,25 \cdot 8400 \cdot 3} = 0,217 [\text{CSNg} / 10^6 \text{ km}]$$

Šajā gadījumā negadījumu koeficienta vērtības ir atšķirīgas, jo negadījumu skaits pēc rotācijas apļa izbūves ir samazinājies.

4.2.3. Statistiskais novērtējums.

K – tests ir veikts trim ceļu mezgliem, jo šajā testā nav nepieciešams zināt satiksmes intensitāti un var operēt tikai ar statistikas datiem par negadījumu skaitu.

Aprēķins tiek veikts izmantojot sekojošu sakarību:

$$k = \frac{b/a}{d/c}, \quad (2)$$

kur a - CSNg skaits konkrētajā vietā pirms pasākumu realizācijas;
 b - CSNg skaits konkrētajā vietā pēc pasākumu realizācijas;
 c - CSNg skaits kontrolgrupā pirms pasākumu realizācijas;
 d - CSNg skaits kontrolgrupā pēc pasākumu realizācijas.

K – tests rotācijas aplim Kuldīgā:

$$k = \frac{2/8}{14/13} = 0,232$$

K – tests rotācijas aplim Liepājā:

Tabula 3. CSNg skaits Liepājā apskatītajā laika posmā.

	Pirms	Pēc
CSNg	1	8
t [gadi]	3	3
k = 7,428		

K – tests rotācijas aplim Tukumā:

$$k = \frac{4/4}{14/13} = 0,928$$

Gadījumos, ja $k < 1$ (kā Kuldīgā un Tukumā), tad konkrētajā ceļu mezglā ir novērots CSNg skaita samazinājums salīdzinot ar kontrolgrupu. Liepājas rotācijas aplim $k > 1$, tas nozīmē, ka salīdzinājumā ar kontrolgrupu negadījumu skaits ir audzis.

Var secināt, ka veicot šādus savstarpējus salīdzinājumus rezultāts var būt pozitīvs pat reālajai situācijai nemainoties, kā tas ir Tukumā.

4.2.4. χ^2 tests

Ar χ^2 testa palīdzību var pārbaudīt cik statistiski ticama ir CSNg skaita izmaiņa salīdzinot „pirms” un „pēc” periodus.

Tabula 4. Nepieciešamie lielumi, lai veiktu χ^2 testu rotācijas aplim Kuldīgā.

	CSNg skaits Kuldīgā	CSNg skaits ģenerālajā kopā	Kopējais CSNg skaits
Pirms	8(a)	5(c)	13(g)
Pēc	2(b)	12(d)	14(h)
Kopā	10(e)	17(f)	27(n)

Aprēķinu veic lietojot 3.formulu (lielumi 4. tabulā):

$$\chi^2 = \frac{(|a \cdot d - b \cdot c| - \frac{n}{2})^2 \cdot n}{e \cdot f \cdot g \cdot h} \quad (3)$$

χ^2 tests Kuldīgas rotācijas aplim:

$$\chi^2 = \frac{(|8 \cdot 12 - 2 \cdot 5| - \frac{27}{2})^2 \cdot 27}{10 \cdot 17 \cdot 13 \cdot 14} = 4,58$$

Tabula 5. Nepieciešamie lielumi, lai veiktu χ^2 testu rotācijas aplim Liepājā.

	CSNg skaits Liepājā	CSNg skaits ģenerālajā kopā	Kopējais CSNg skaits
Pirms	1(a)	12(c)	13(g)
Pēc	8(b)	6(d)	14(h)
Kopā	9(e)	18(f)	27(n)
$\chi^2 = 5,35$			

Tabula 6. Nepieciešamie lielumi, lai veiktu χ^2 testu rotācijas aplim Tukumā.

	CSNg skaits Tukumā	CSNg skaits ģenerālajā kopā	Kopējais CSNg skaits
Pirms	4(a)	9(c)	13(g)
Pēc	4(b)	10(d)	14(h)
Kopā	8(e)	19(f)	27(n)
$\chi^2 = 0,88$			

Pēc iegūtajām χ^2 vērtībām var secināt cik liela ir varbūtība, ka izmaiņas notikušas nejauši: Liepājā un Kuldīgā šāda iespēja nepārsniedz 5%, bet Tukumā - 50%. No tā var secināt, ka Liepājā un Kuldīgā CSNg skaita izmaiņas ar 95% varbūtību saistāmas

ar izbūvētajiem rotācijas apļiem. Savukārt Tukumā iespēja, ka rotācijas apļa dēļ ir mainījies CSNg skaits ir tikai 50%.

4.3 Salīdzinājums ar citu valstu pētījumiem

7.tabulā dots autoru iegūto datu salīdzinājums ar satiksmes drošības rokasgrāmatā [7] dotajiem rezultātiem. Jāatzīmē, ka rokasgrāmatā apkopoti dati, kas iegūti no vairāku valstu pētījumiem. Kā redzam, tad Latviju raksturojošie dati kopumā apliecina tās pašas izmaiņu tendences, kādas ir citās valstīs, bet, pagaidām, nepietiekamā statistiskā datu materiāla dēļ, negadījumu procentuālās izmaiņas var radīt šaubas. It sevišķi tas attiecināms uz 7.tabulas ailēm, kas raksturo situāciju kad tiek izbūvēts rotācijas aplis „T” – veida pieslēguma vietā.

Tabula7. CSNg seku procentuālās izmaiņas.

CSNg sekas	Ceļu satiksmes negadījumu (CSNg) procentuālās izmaiņas	
	Latvijā	Rokasgrāmatā [7]
<i>Rotācijas apļa izbūve T-veida pieslēguma vietās</i>		
CSNg ar materiālajiem zaudējumiem	+500	(+29; +78)
CSNg ar traumatismu	0	(-40; -12)
<i>Rotācijas apļa izbūve X-veida krustojuma vietās</i>		
CSNg ar materiālajiem zaudējumiem	-50	(+37; +50)
CSNg ar traumatismu	-50	(-46;-23)

5.Secinājumi.

1.Reāliem mazo rotācijas apļu mezgliem aprēķināti negadījumu koeficienti, kuru skaitliskās vērtības ir attiecīgi 0,332 (CSNg/miljons aut-km) un 0,217(CSNg/miljons aut-km).

2. Negadījumu skaita izmaiņas tendences sakrīt ar citās valstīs novērotajām, bet nelielais statistisko datu apjoms liecina par nepieciešamību turpināt pētījumus.

3. Patlaban iegūtie dati ļauj izdarīt secinājumu, ka mazo rotācijas apļu ieviešana Latvijā dod pozitīvu rezultātu un ir turpinājama.

4. Iespējams turpināt pētījumus, izvērtējot spirālveida brauktuves rotācijas apļu ieviešanas iespējas Latvijā.

Literatūra

1. Latvijas Valsts Standarts LVS 190-3 „Ceļu vienlīmeņa mezgli”.
2. B.Bosl. Wie sicher sind Kreisverkehrsplätze? // Strassenverkehrstechnik. #7, 2006., S. 416. – 419.
3. Roundabouts. An informational guide. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Publication No. FHWA-RD-00-067, – 2000. – 284 p.

4. Kleine Kreisverkehre. Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung. Bausteine für die Planungspaxis in Nordrhein-Westfalen. Duisburg – 1993. – 35 S.
5. Marian Tracz, Malwina Splawinska, Krystian Wozniak. New Developments In The Design Of Small Roundabouts //Environmental Engineering. The 6th International conference (May 26-27 2005, Vilnius). Selected papers, Vol. II, p. 787 – 791
6. I.A.Hansen, L.G.H.Fortuijn. Steigerung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von mehrspurigen Kreisverkehrsplätzen durch Spiralforn. // Strassenverkehrstechnik. #1, 2006., S. 37. – 42.
7. Справочник по безопасности дорожного движения. Осло – Москва – Хельсинки.- 2001.- 754 с.

Smirnovs J., Naudžuns J. Mazo rotācijas apļu satiksmes drošības analīze Latvijas pilsētās.

Latvijā strauji pieaug satiksmes intensitāte, kas uzstāda aizvien augstākas prasības ceļu un ceļu mezgla caurlaides spējai un drošībai. Viens no variantiem kā šīs īpašības uzlabot vienlīmeņa mezgla gadījumā ir rotācijas aplis. Pēc literatūras avotu izpētes var secināt, ka Rietumeiropas valstīs ar mazo rotācijas apļu palīdzību tiek panākta satiksmes drošības līmeņa uzlabošanās un caurlaides spējas palielināšanās. Jāpiezīmē, ka Rietumeiropā rotācijas apli tiek lietoti biežāk kā Latvijā un tiek lietoti sarežģītāki risinājumi. Pētījumā izmantotas vairākas metodes: grafiskās analīzes metode, negadījumu koeficienta metode, statistiskais novērtējums un χ^2 tests. Ar šo metožu palīdzību var novērtēt satiksmes drošību ceļu mezglos. Veikts arī iegūto rezultātu salīdzinājums ar citu valstu pētījumiem. Salīdzinot rezultātus var secināt, ka tendences sakrīt. Darbā ir veikta reālu situāciju analīze. Analīzei izvēlēti 3 ceļu mezgli dažādās Latvijas pilsētās. Šiem mezgliem novērtēta bīstamība pirms un pēc rotācijas apļa izbūves. Darba mērķis ir izpētīt mazo rotācijas apļu izbūves rezultātus Latvijā.

Smirnovs J., Naudžuns J. Traffic safety analysis of small roundabouts in Latvia's towns.

In Latvia traffic intensity increases very fast, which adjusts higher requirements for road and intersection capacity and safety. One possibility how to improve these qualities in at-grade intersections is a roundabout. After analyzing literature materials conclusion is – West European countries really improve their traffic safety with roundabouts. Must admit that the roundabouts in Europe are used more often and they also have complicated solutions. There are many methods used in this research: graphic analysis method, accident coefficient method, statistical rating and χ^2 test. With these methods it is possible to estimate traffic safety in intersections. Latvia's results are compared to other country research results. Numbers show, that tendencies are the same. Authors have analyzed changes of road traffic safety level in 3 Latvia's towns before and after construction of roundabouts. Aim of article is to investigate results of small roundabout construction in Latvian circumstances.

Смирнов Я., Науджунс Ю. Анализ малых кольцевых пересечений в городах Латвии.

В Латвии резко увеличивается интенсивность движения, что выдвигает повышенные требования к пропускной способности и уровню безопасности движения автомобильных дорог и перекрестков. Опыт западноевропейских стран показывает, что при помощи малых кольцевых пересечений возможно достичь улучшения состояния безопасности дорожного движения и увеличения пропускной способности. Авторами проведен анализ реальных ситуаций и оценка изменения безопасности дорожного движения до и после постройки кольцевых пересечений. В ходе исследования использовано несколько методов анализа – графический метод анализа, метод коэффициента происшествий, статистический анализ и χ^2 тест. Для проведения анализа были избраны три кольцевые пересечения, находящиеся в городах Латвии. Для этих пересечений определен уровень безопасности до и после постройки кольцевых пересечений. Целью данной работы является изучение результатов постройки малых кольцевых пересечений в Латвии.