

INFLUENCE OF THE DIAMETER OF ROUNDABOUTS ON THE SPEED OF MOVEMENT ⁷

Assoc. Prof. Toncho Balbuzanov, PhD

Department of Transport,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: tbalbuzanov@uni-ruse.bg

Antonii Todorov – PhD Student

Department of Transport,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: atodorov@uni-ruse.bg

***Abstract:** This study investigates vehicle dynamics within three roundabouts located in the city of Ruse, Bulgaria, by conducting field experiments using a specialized vehicle equipped with instrumentation for recording speed and g-force values during motion. The aim was to determine the typical speeds at which drivers navigate these intersections and to analyze how roundabout geometry influences driving behavior. The investigated roundabouts differ in size: 60 m, 80 m, and 100 m in diameter. The measured average speeds were 26.32 km/h, 29.74 km/h, and 33.99 km/h, respectively. The results indicate a clear correlation between the roundabout diameter and the average driving speed—larger roundabouts tend to permit higher speeds. These findings are relevant for traffic engineering, particularly in the context of urban planning, road safety assessments, and future roundabout design.*

***Keywords:** roundabout, , road safety, traffic behavior*

ВЪВЕДЕНИЕ

Кръговите кръстовища (roundabouts) се утвърждават като ефективна и значително по-безопасна алтернатива на светофарно регулираните кръстовища в съвременната пътна инфраструктура. Този вид кръстовища предлагат съществени предимства както по отношение на безопасността, така и на трафикопотока и екологичните показатели. Според изследване на Националния изследователски съвет на САЩ, преустройството на обикновени кръстовища в кръгови води до намаляване на тежките произшествия с между 72% и 80% (“Roundabouts”). Това се дължи основно на елиминирането на фронталните и страничните сблъсъци, които са най-рискови при традиционните кръстовища.

Освен това, кръговите кръстовища подобряват пропускателната способност в участъците в които се изграждат, като значително намаляват транспортните задръжки и броя на спиранията за изчакване. Институтът за застрахователна безопасност на магистралите (IHS) посочва, че времето на престой на превозните средства спада с около 15% до 45%, а общото закъснение – с до 75% (Hu and Cicchino). Това води до по-нисък разход на гориво и намалени въглеродни емисии.

Дългосрочното поддържане на кръгови кръстовища също е по-рентабилно. Те не изискват скъпи електронни съоръжения като светофари, което намалява разходите за енергия, техническа поддръжка и резервни части (Schoettle and Sivak).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Класификация на кръговите кръстовища според външния диаметър

Кръговите кръстовища представляват транспортни съоръжения, при които потоците от трафик се движат еднопосочно около централен остров, като дават предимство на вече навлезлите в кръга

⁷ Докладът е представен на пленарната сесия на 24 октомври 2025 г. в секция Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics, с оригинално заглавие на български език: Влияние На Диаметъра На Кръговите Кръстовища Върху Скоростта На Движение.

превозни средства. Основни геометрични параметри на кръговото движение включват външен диаметър, ширина на пътната лента, радиус на входа и изхода, както и диаметъра на централния остров (FHWA 5–8).

Геометрията на кръстовището е пряко свързана със скоростта на движение, което от своя страна влияе както върху капацитета на съоръжението, така и върху пътната безопасност. Според основните принципи на кинематиката и центростремителното ускорение, допустимата скорост при завой може да бъде изразена чрез формулата:

$$v = \sqrt{r \cdot a}$$

където:

v - скоростта (m/s),

r - радиусът на завоя (m),

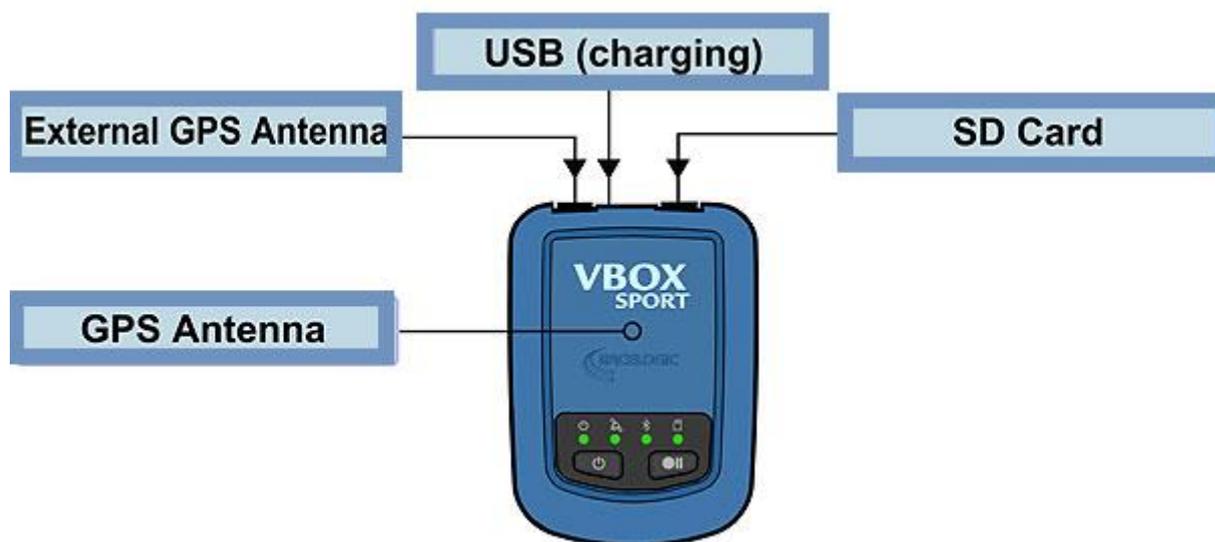
a – допустимото странично ускорение (тип. 0.3–0.5 g за леки автомобили).

По-малките диаметри ограничават скоростта, което подобрява безопасността, но може да намали капацитета, особено при пикови натоварвания (Flannery 12).

В автомобилната инфраструктура съществуват няколко типа кръгови кръстовища – мини кръгови, стандартни еднолентови и многолентови. Всеки от тях има различни препоръчителни размери, които са регламентирани в нормативната документация, като напр. Roundabouts: An Informational Guide на FHWA и AASHTO Green Book (American Association of State Highway and Transportation Officials). В европейски контекст, подобни насоки се съдържат в ръководства като Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) във Великобритания, както и в ръководствата на PIARC (World Road Association).

Анализ на скоростта спрямо диаметъра на кръговото движение

Изследването бе проведено с мобилна система Racelogic VBOX Sport фиг.1. Използваната система дава възможност да се записват параметрите на движение посредством GPS и е широко използвана при определяне на различни характеристики на превозни средства, като велосипеди индивидуални електрически превозни средства, автомобили и др.



Фиг. 1. Racelogic VBOX Sport

Кръговите кръстовища се характеризират с редица геометрични параметри, като външен диаметър, радиус на завой, ширина на лентите и други, които оказват пряко влияние върху скоростта на движение на превозните средства. Според основните принципи на кинематиката, скоростта v на движение по криволинеен път е функция на радиуса r на завоя и страничното ускорение a , което превозното средство може да поеме без загуба на сцепление:

В българската нормативна уредба, по-конкретно в Наредба РД 02 20 2 за проектиране на пътища (2018), кръговите кръстовища се класифицират според външния диаметър на кръга в три категории:

Малки: 13–25 метра

Компактни: 25–45 метра

Големи: 45–90 метра

Тази класификация е от ключово значение, тъй като диаметърът определя минималния радиус на завой, а оттам и максималната скорост, която може да се поддържа безопасно в кръга. При малките кръгови кръстовища радиусите са значително ограничени, което естествено налага по-ниски скорости и съответно повишено внимание от страна на водачите.

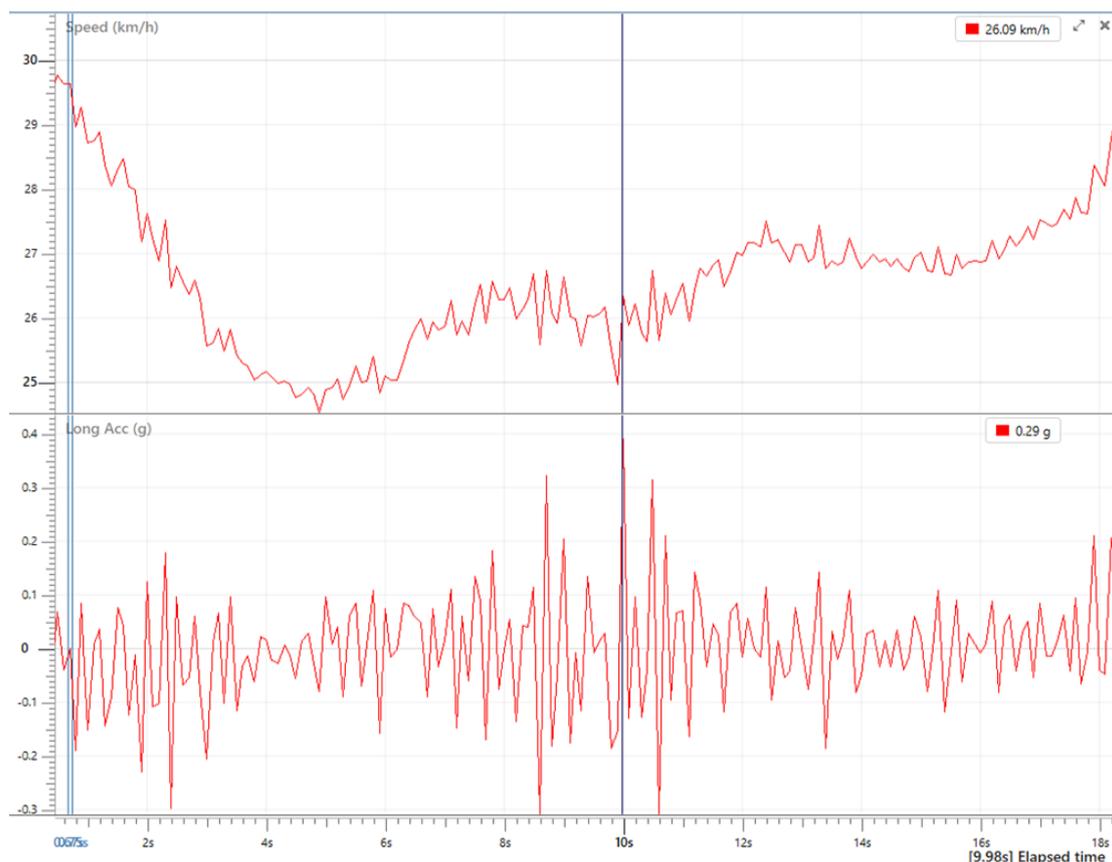
Освен диаметъра, широчината на пътните ленти в кръговото движение също влияе на скоростта и капацитета. Наредбата предвижда широчини на лентите в диапазона 3,25–3,75 метра, в зависимост от типа и интензивността на трафика. По-широките ленти позволяват по-плавно и безопасно преминаване при по-високи скорости, особено в многолентовите кръгови кръстовища.

Кръгово движение при ул. Тулча - ул.Потсдам - ул.Никола Петков е ключово за движението в югозападната/източната част на Русе — то свързва улиците ул. Тулча, ул. Потсдам и ул. Никола Петков. Улица „Потсдам“



Фиг. 2. Кръгово движение при ул. Тулча - ул.Потсдам - ул.Никола Петков

То е определена и като важна връзка към пътен възел (бул. „България“ – бул. „Липник“) и с цел „преразпределение на транспортните потоци“ в района на Източна промишлена зона на Русе. Освен това непосредствено до кръговото движение са разположени и два от магазините на големите вериги. Диаметъра на кръговото кръстовище е 60 метра фигура 2.



Фиг. 3. Връзка между скоростта на движение и страничното ускорение в кръговото движение при ул, Тулча-ул,Потсдам - ул.Никола Петков

Според българската нормативна уредба, това кръгово движение влиза в категорията на големите кръгови движения с диаметър над 45 метра.

В рамките на настоящото изследване бяха проведени полеви експерименти с помощта на специализиран автомобил, оборудван с апаратура за регистриране на скоростта на движение и претоварванията, измервани като g-сили. Целта на експериментите бе да се установи характерната скорост на движение на моторни превозни средства в участъка на кръговото кръстовище при пресечката на ул. „Тулча“, ул. „Потсдам“ и ул. „Никола Петков“ в гр. Русе.

Табл.1 Параметрите на движение в кръговото движение при ул, Тулча - ул,Потсдам - ул.Никола Петков

Channel	At Start	At End	Difference	Max	Min	Avg
Speed (km/h)	26.54	28.54	2.00	28.54	24.54	26.32
Long Acc (g)	-0.07	0.12	0.19	0.39	-0.31	0.00
Elapsed time (s)	131.11	146.67	15.56	--	--	--
Distance (m)	1018.65	1132.40	113.75	--	--	--

Събраните данни табл. 1 позволяват оценка на реалното поведение на водачите в динамична среда и допринасят за по-прецизна характеристика на трафика в този ключов инфраструктурен възел.

Допълнителен етап от полевото изследване беше проведен в района на голямо кръгово кръстовище, разположено при пресечката на бул. „Цар Освободител“, бул. „Липник“ и бул. „Генерал Скобелев“ в гр. Русе.

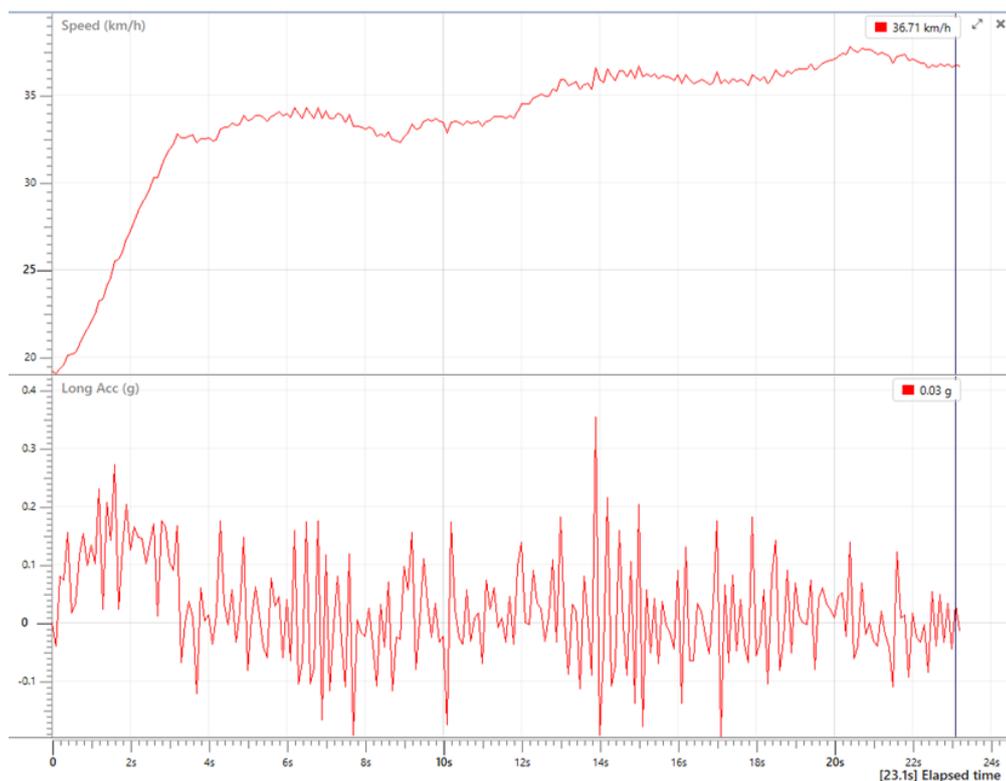


Фиг. 4. Кръгово движение при бул. Цар освободител – бул. Липник – бул. Генерал Скобелев
 Кръстовището се характеризира с приблизителен радиус от 100 метра, което го определя като едно от най-големите по размери в градската пътна мрежа. Измерванията бяха извършени чрез същия специализиран автомобил, снабден с апаратура за запис на скоростта на движение и претоварванията (g-сили) по време на преминаване през кръга. Целта беше да се установят типичните стойности на скоростта на движение в условията на по-широко и слабо криволинейно трасе, както и да се направи сравнение с резултатите от по-малки кръгови кръстовища.

Табл.2 Параметрите на движение в кръговото движение при бул. Цар освободител – бул. Липник – бул. Генерал Скобелев

Measure						
■ VBS_070						
Channel	At Start	At End	Difference	Max	Min	Avg
Speed (km/h)	20.24	36.69	16.45	37.80	20.24	33.99
Long Acc (g)	0.03	0.01	-0.02	0.35	-0.20	0.02
Elapsed time (s)	0.55	23.15	22.60	--	--	--
Distance (m)	3.00	216.38	213.38	--	--	--

От проведеното изследване и събраните данни показани в табл. 2 позволява да се направи оценка на реалното поведение на водачите в динамична среда и допринасят за по-прецизна характеристика на трафика в този ключов инфраструктурен възел



Фиг. 5. Връзка между скоростта на движение и страничното ускорение в кръговото движение при бул. Цар освободител – бул. Липник – бул. Генерал Скобелев

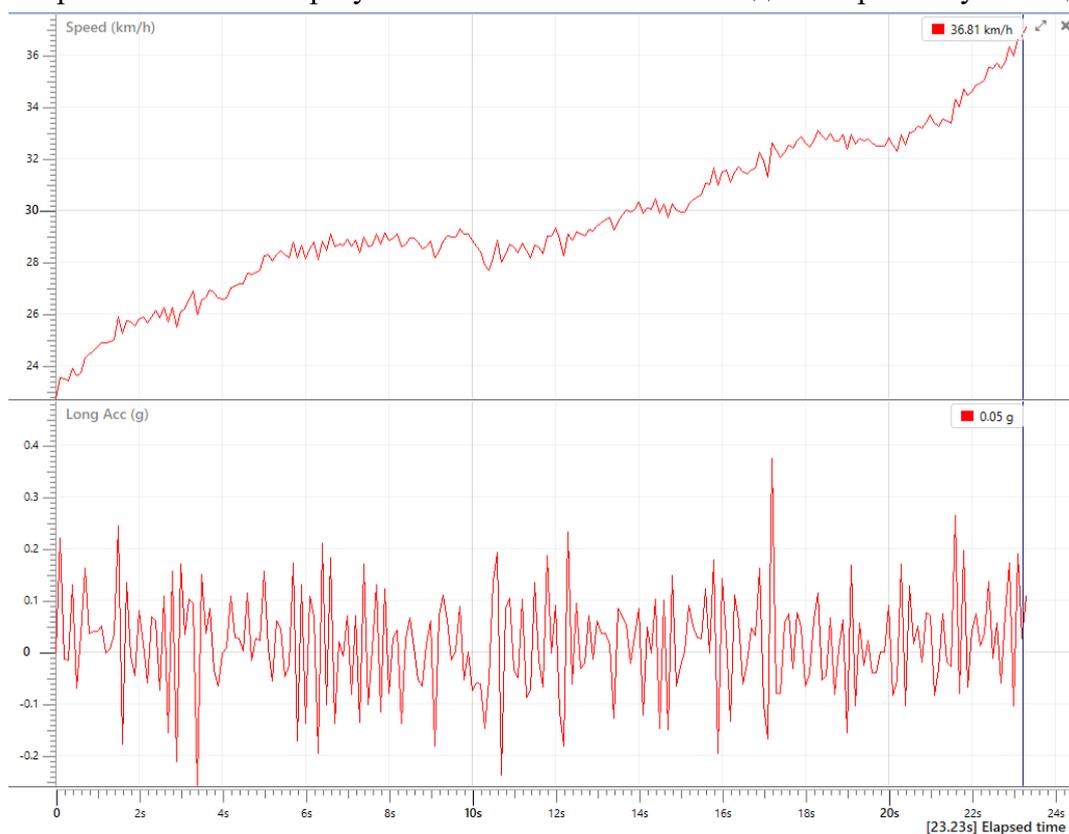
Кръговото кръстовище, разположено по бул. „Липник“ при пътният възел с бул. „България“.



Фиг. 6. Кръгово движение по бул. Липник

Третата изследвана локация в рамките на полевите експерименти бе кръговото кръстовище, разположено по бул. „Липник“ при пътният възел с бул. „България“. Кръговото е с приблизителен диаметър от 80 метра и представлява важен възел в транспортната схема на града, осигуряващ връзка между основни булеварди с интензивно движение. За целите на изследването и тук бе използван специализираният автомобил, оборудван с апаратура за регистриране на скоростта и g-силите, действащи при преминаване през кръга. Целта на измерванията бе да се анализира

поведението на водачите в условията на по-компактно, но функционално натоварено кръстовище, както и да се направи съпоставка с резултатите от останалите изследвани кръгови участъци.



Фиг. 7. Кръгово движение по бул. Липник

От проведеното изследване и събраните данни показани в табл. 3 позволява да се направи оценка на реалното поведение на водачите в динамична среда и допринасят за по-прецизна характеристика на трафика в този ключов инфраструктурен възел

Табл.3 Параметрите на движение в кръговото движение по бул. Липник

Measure x

VBS_070 [Save] [Dropdown]

Channel	At Start	At End	Difference	Max	Min	Avg
Speed (km/h)	23.80	36.70	12.90	36.70	23.61	29.74
Long Acc (g)	0.08	0.07	-0.01	0.37	-0.26	0.02
Elapsed time (s)	0.43	23.18	22.75	--	--	--
Distance (m)	2.77	190.70	187.93	--	--	--

Проведените измервания в трите изследвани кръгови кръстовища показват ясно изразена зависимост между геометричните характеристики на кръговото движение (основно диаметърът) и средната скорост на движение на превозните средства. Най-малкото по размер кръстовище – при ул. „Гулча“, ул. „Потсдам“ и ул. „Никола Петков“ – с приблизителен диаметър 60 метра, регистрира най-ниска средна скорост на движение от 26,32 км/ч. Кръговото с най-големи размери – при бул. „Цар Освободител“, бул. „Липник“ и бул. „Генерал Скобелев“ – с радиус около 100 метра, показва най-висока средна скорост от 33,99 км/ч. Третото изследвано кръгово, разположено при пътният възел на бул. „Липник“ и бул. „България“, с диаметър 80 метра, отчете междинна стойност на средната скорост – 29,74 км/ч. Тези резултати потвърждават, че с увеличаване на радиуса/диаметъра на кръстовището водачите са склонни да поддържат по-висока скорост, което следва да бъде отчетено при бъдещо проектиране и оценка на безопасността на подобни съоръжения.

Сравнението между теоретичните модели и нормативните изисквания показва, че българската уредба успешно балансира между необходимостта от поддържане на адекватна скорост и осигуряването на безопасност. По-малките диаметри ограничават скоростта, което намалява риска от сериозни пътни инциденти, докато по-големите диаметри позволяват по-голям капацитет и по-големи скорости, подходящи за кръстовища с по-интензивен трафик.

ИЗВОДИ

Теоретичните модели показват, че с увеличаването на диаметъра на кръстовището, ъгловите деформации намаляват, което позволява по-високи скорости на движение. Това обаче може да създаде предпоставки за по-сериозни инциденти, особено ако липсват успокояващи елементи като подходяща сигнализация, геометрични стеснения или възвишения (Schoettle and Sivak 14–15).

В заключение, използването на нормативните параметри за диаметър и широчина на лентите като отправна точка при проектирането на кръгови кръстовища е важно за оптимизиране на движението и гарантиране на пътната безопасност. Въпреки това, при по-големи натоварвания или специфични местни условия, се препоръчва проектиране с по-големи размери от минимално зададените, за да се осигури по-добър баланс между скорост, капацитет и безопасност.

REFERENCES

Flannery, Aimee. Operational and Safety Performance of Roundabouts. Transportation Research Board, 2003.

Federal Highway Administration (FHWA). Roundabouts: An Informational Guide, 2nd ed., U.S. Department of Transportation, 2010.

Schoettle, Brandon, and Michael Sivak. Relationship between Roundabout Design Parameters and Vehicle Dynamics. University of Michigan Transportation Research Institute, 2012.

AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book), 7th ed., 2018.

Balbuzanov T. "Study of traffic jams on Lipnik boulevard in the city of Ruse" Proceedings Of University Of Ruse - 2024, volume 63, book 4.2., (2024): 126-131

Balbuzanov T. "Studying the average speed of vehicle traffic on a route in an urban environment" Proceedings of University of Ruse - 2023, volume 62, book 4.2., (2023): 54-59

Hu, Wen and Jessica B. Cicchino. Effects of Roundabouts on Traffic Flow and Safety. Insurance Institute for Highway Safety, 2020.

"Roundabouts: An Informational Guide." Transportation Research Board, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2010, <https://nap.nationalacademies.org/read/22914/chapter/4>.

Schoettle, Brandon, and Michael Sivak. A Preliminary Analysis of the Individual and Environmental Characteristics Associated With Pedestrian Fatalities. University of Michigan Transportation Research Institute, 2011.

"Roundabouts." Insurance Institute for Highway Safety, www.iihs.org/topics/roundabouts . Accessed 14 Oct. 2025.