

Primljen / Received: 30.12.2012.

Ispravljen / Corrected: 12.5.2013.

Prihvaćen / Accepted: 21.5.2013.

Dostupno online / Available online: 10.7.2013.

Kritični parametri projektiranja garaža

Autor:

Prof. dr. sc. **Rudolf Eger**, dipl.ing. građ.Sveučilište primijenjenih znanosti RheinMain
Fakultet arhitekture i građevinarstva
Wiesbaden, Njemačka
rudolf.eger@t-online.de

Stručni rad

Rudolf Eger

Kritični parametri projektiranja garaža

Prihvatljivost, iskoristivost i gospodarska uspješnost garaža ovisi o kvaliteti njihova projektiranja. Često se primjenjuju samo minimalni zahtjevi ili čak i manji. Nakon početka rada garaže najčešći problemi koji se pojavljuju su: dva parkirna mjesta potrebna za jedno (veće) vozilo, ogrebotine na vozilima i stupovima te dugi redovi čekanja na ulazu i/ili izlazu. U radu se analiziraju najvažniji parametri projektiranja u garažama: veličina parkirnog mjesta, mogućnost manevriranja na parkirnim mjestima i trakovima, raspored stupova, visina prolaza, nagibi i zavoji rampi, nagibi podova garaža te duljina reda čekanja na ulaznim rampama.

Ključne riječi:

garaža, parkiranje, mjerodavno vozilo, parkirno mjesto, dužina reda čekanja

Professional paper

Rudolf Eger

Critical design parameters for garages

The acceptability, usability, and economic success of garages depend on the quality of their design. Only minimum or even lower requirements are often applied. Problems most frequently encountered after the start of operation are: two spaces needed for one (bigger) car, scratches on cars and pillars, and long queues at entrance/exit. Main design parameters for garages are analysed in the paper: manoeuvrability in parking spaces and lanes, column grid, headroom, slopes and curves of ramps, garage floor slopes, and waiting time at garage entrance barriers.

Key words:

garage, parking, design vehicle, parking space, queue length

Fachbericht

Rudolf Eger

Kritische Parameter im Entwurf von Garagen

Eignung, Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Garagenanlagen ist von der Qualität des entsprechenden Entwurfsprozesses abhängig. Häufig werden nur die minimalen Anforderungen erfüllt oder nicht einmal erreicht. Nach Betriebsstart treten in Garagen oftmals folgende Probleme auf: Bedarf von zwei Parkplätzen für ein größeres Fahrzeug, Kratzer an den Fahrzeugen und Stützen, lange Wartezeiten am Eingang und/oder Ausgang. In der vorliegenden Arbeit werden die wichtigsten Parameter im Entwurf von Garagen analysiert: Größe des Parkplatzes, Manövrierbarkeit auf den Parkplätzen und Fahrspuren, Anordnung der Stützen, Durchfahrts Höhe, Steigung und Kurven der Rampen, Bodenneigung, sowie Länge der Warteschlange an den Eingangsrampen.

Schlüsselwörter:

Garage, Parken, Entwurfsfahrzeug, Parkplatz, Länge der Warteschlange

1. Uvod

Parkirališni objekti mogu biti izgrađeni u razini terena na otvorenom s iscrtanim parkirnim mjestima i trakovima (kolnicima) ili kao garažne građevine iznad ili ispod razine terena (podzemne garaže). Garaže često nisu samostojeće građevine nego su parkirne etaže integrirane u građevinu u gradskim središtima, često u podzemlju.

Potreba za parkiranjem ima mnoštvo varijabli. U gradskim središtima broj potrebnih parkirnih mjesta umnogome ovisi o kvaliteti sustava javnog prijevoza. Neki veliki gradovi - barem u Njemačkoj - ograničavaju gradnju novih parkirališta na određeni postotak, ako je projekt dobro povezan s javnim prijevozom, pa se tako u unutrašnjosti (središtu) grada Frankfurta na Maini (Njemačka) smije graditi samo 10 % od parkirališta koja bi inače trebalo izgraditi na lokaciji izvan grada [1]. Međutim, bez obzira na dobar i vrlo dobro iskorišteni javni prijevoz, obično postoji velika potreba za kvalitetnim parkiralištima koja bi morala biti takve razine da zadrži stanovnike, kupce, posjetitelje i zaposlenike koji tamo borave ili dolaze. Iskustvo pokazuje da je u središnjim poslovnim zonama velikih njemačkih gradova obično 100 parkirnih mjesta po hektaru, od čega su oko 50 % javna [2]. Karta unutrašnjeg dijela grada Frankfurta pokazuje i glavne postaje javnog prijevoza i javne garaže koje imaju oko 11.700 javnih parkirnih mjesta u središtu grada.



Slika 1. Postaje javnog prijevoza i garaže u središtu grada Frankfurta na Maini (www.mainziel.de)

2. Kritični parametri planiranja i projektiranja

2.1. Mjerodavno vozilo

Mnoge starije garaže - ali, iznenađujuće, i neke novoizgrađene garaže - imaju parkirna mjesta i trakove koji uzrokuju problem ako ih koriste srednje velika vozila. Zato je, nakon odluke o potrebnom broju parkirnih mjesta, sljedeći važan korak svakog procesa planiranja utvrditi tipično (mjerodavno) vozilo za stvarni projekt garaže.

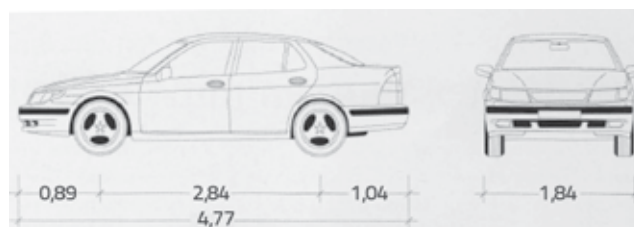
Mjerodavno vozilo za javnu garažu obično bi trebalo biti osobno vozilo koje predstavlja 85 % vozila koja se danas

voze u regiji u kojoj se nalazi garaža (npr. u središnjoj Europi nije potrebno uzeti u obzir odredbe za američko mjerodavno vozilo koje ima dužinu 5,80 m; širinu 2,10 m (bez ogledala; vanjski radijus okretanja 7,30 m [3]). Neke su zemlje izabrale 80 % i/ili 90 % (npr. Austrija) kako bi se odlučilo o veličini mjerodavnih vozila. Iako se puno govori o malim vozilima, dimenzije 85 % vozila za Njemačku, a može se pretpostaviti i za ostale srednjoeuropske zemlje, povećale su se zadnjih desetljeća. Od 2000. godine (zadnji podaci prikupljeni prije 2010. godine) povećala se uglavnom širina (+8 cm) i visina (+16 cm). Tablica 1. prikazuje podatke za Njemačku [4-8].

Tablica 1. Podaci o veličini mjerodavnog vozila u Njemačkoj (85 % vozila)

Godina	Duljina [m]	Širina (bez ogledala) [m]	Visina [m]
1975. / 1991.	4,70	1,75	1,50
2000. / 2005.	4,74	1,76	1,51
2010. / 2011.	4,77	1,84	1,67

Na slici 2. prikazane su dobivene mjere za 85 % mjerodavnih osobnih vozila za 2011. (Mercedes-C klase i VW Passat 2010 predstavljaju gotovo 85 % tipičnih osobnih vozila). Ova veličina vozila izvedena je iz svih novih osobnih vozila uključujući i mala i velika, ponderirana s brojem registracija u 2010. godini u Njemačkoj.



Slika 2. Dimenzije 85 % osobnih vozila, Njemačka 2010./2011. [8]

Za korisnike koji nemaju jasno utvrđene posebne potrebe dimenzije mjerodavnog vozila za garažu u središnjoj Europi su: širina 1,84 m i duljina 4,77 m (prema spomenutim podacima za Njemačku).

Za garaže posebnih namjena kao što su: a) garaže u zgradama s luksuznim stanovima gdje se mogu očekivati luksuznija vozila ili SUV/monovolumeni; b) garaže ili etaže garaža namijenjene malim vozilima (kao što je Smart) treba izabrati druga mjerodavna vozila koja čine 85 % određene klase. U tablici 2. prikazane su neke od ovih klasa. Razlika između garaža za dugotrajno ili kratkotrajno parkiranje nije uzeta u obzir, jer nema temelja za pretpostavku da postoji bilo kakva razlika u vozilima koja se parkiraju na jedan od dva načina.

Tablica 2. Klase posebnih vozila u Njemačkoj (85 % vozila klase 2010./2011.)

Klasa vozila	Duljina [m]	Širina (bez ogledala) [m]	Visina [m]
Niska klasa (npr. Smart)	3,64	1,65	1,56
Visoka klasa (npr. Mercedes S-klase)	5,20	1,95	1,49
SUV/monovolumeni (npr. Porsche Cayenne)	4,77	1,91	1,75
Velika dostavna vozila (npr. VW Multivan)	5,15	1,93	2,06

2.2. Veličina parkirnog mjesta i širina pristupnog traka

Parkirališna mjesta i prometni trakovi duž parkirališta moraju osigurati dovoljno prostora za manevriranje (upravljanje) navedenim mjerodavnim vozilom pri ulasku u parkiralište ili izlasku s parkirališta. Osim veličine vozila (širina: 1,84 m x dužina 4,77 m), mora postojati i dovoljni dodatni prostor na svim stranama kako bi se omogućila sigurna i udobna pažljiva vožnja.

Prema njemačkim smjernicama ([7] poglavlje 4.2.1.6), razmak od 0,75 m između susjednih parkiranih vozila i 0,55 m smatra se "udobnim" i prihvatljivim jer se pri tome ogledala mogu "izvući", a vrata otvoriti pod prihvatljivim kutom. Ispred i iza parkirano vozila predlaže se razmak od $2 \times 0,15 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$. Zajedno s dimenzijama mjerodavnog vozila i uz pretpostavku da su sva vozila parkirana točno na sredini parkirnog mjesta, brojčano izvedene dimenzije parkirnog mjesta za okomito parkiranje iznose:

dužina: $0,15 \text{ m razmak} + 4,77 \text{ m vozilo} + 0,15 \text{ m razmak} = 5,07 \text{ m}$,

širina: $0,375 \text{ m razmak} + 1,84 \text{ m vozilo} + 0,375 \text{ m razmak} = 2,59 \text{ m}$ (udobno),

širina: $0,275 \text{ m razmak} + 1,84 \text{ m vozilo} + 0,275 \text{ m razmak} = 2,39 \text{ m}$ (prihvatljivo).

Budući da vozila nisu uvijek parkirana na sredini parkirnog mjesta i da se ponašanje putnika pri ulasku u vozilo i izlasku iz vozila uvelike razlikuje, može se ispravno pretpostaviti da veličina parkirnog mjesta pri okomitom parkiranju treba biti:

5,00 m x 2,50 m (duljina x širina). Navedene dimenzije odgovaraju za 85 % osobnih vozila.

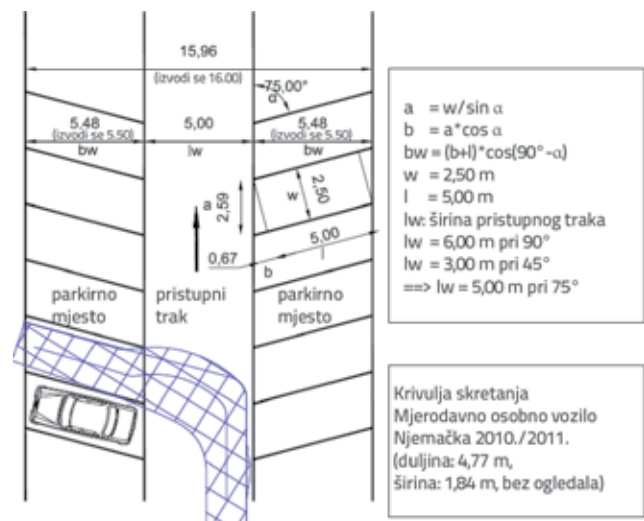
Dakle, predložena širina od 2,50 m predstavlja sredinu između "udobnog" i "prihvatljivog" korištenja raspoloživog podnog prostora.

Ako se za projekt garaže kao mjerodavno vozilo odabere vozilo veće klase (uzimajući u obzir tablicu 2. i ostavljajući više prostora za otvaranje vrata), tada dimenzije parkirnog mjesta trebaju biti:

5,20 m x 2,70 m (duljina x širina). Navedene dimenzije odgovaraju za 85 % vozila veće klase.

Ako je parkirno mjesto izravno označeno pored zida, širini treba dodati najmanje 0,20 m kako bi se većini vozila omogućilo da na mjesto uđu s prednjim krajem, a ne da se najprije moraju okrenuti i zatim vožnjom unatrag ući na parkirno mjesto.

Trakovi uzduž parkirnih mjesta trebaju omogućiti sigurnu i sporu vožnju te nesmetan ulazak u parkirno mjesto i izlazak iz njega. Da bi vozilo iz traka određene širine moglo ući na parkirno mjesto određene širine, treba voditi računa o prostoru potrebnom za manevriranje vozila (prebrisana površina – trajektorija kretanja vozila), rešetki stupova, garažnoj konstrukciji i kutu između parkirnih mjesta i prolaznog traka (slika 3.).



Slika 3. Veličina parkirnih mjesta i širina pristupnog traka za kut postavljanja od 75°

Prema nekim propisima još uvijek je dopušteno izvoditi trakove širine 5,50 m. S obzirom na današnje dimenzije automobila, ta širina je premala jer potrebna dužina okomitog parkirnog mjesta za mjerodavno vozilo već iznosi 5,07 m, od čega se 5,00 m isctava kao parkirališno mjesto, a 0,07 m ulazi u trak.



Slika 4. Parkirna mjesta i pristupni trak s vozilima koja "strže"

Ako sustav gradnje garaže nije otvoreni prostor bez stupova, treba dodati prostor potreban za stupove, zidove, izolaciju i tehničke instalacije prema izmjerama parkirnih mjesta i trakova prikazanih na slici 3. Budući da su mnoge garaže na podzemnim razinama stambenih ili poslovnih zgrada, raster nosivih dijelova građevine mora se uskladiti s rasterom garaže. Dobar primjer prikazan je na slici 5 s kvadratnom mrežom od 8,10 m, od čega je 5 x 1,35 m uobičajeni modul u arhitekturi.



Slika 5. Primjer rasporeda nosivih stupova zgrade s etažama podzemne garaže. Realizirano: Opernturm garaža, Frankfurt na Maini 2010.

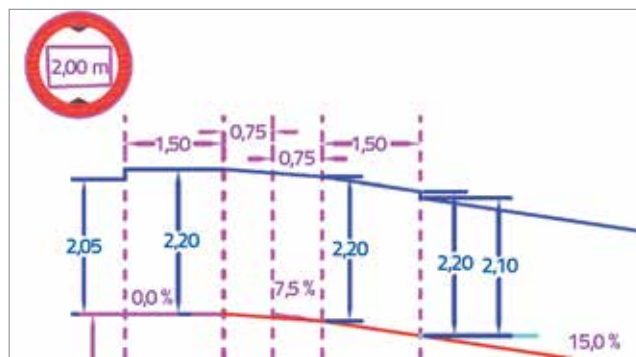
2.3. Visina prolaza

Potrebno je odrediti dovoljnu visinu prolaza u garažu za rampe i razine parkiranja. Na ulazu treba postaviti znak koji prikazuje maksimalnu dopuštenu visinu vozila (osim toga, viseći nosač treba upozoriti ako previsoko vozilo pokušava proći u garažu). Uobičajena prikazana visina na znaku je 2,00 m. Noviji podaci pokazuju da se visina vozila znatno povećala (tablice 1. i 2.). Ako se predviđa da će garažu često koristiti SUV i/ili vozila s krovnim povišenjima, vodilicama, dodacima za sportsku opremu, dopuštena visina vozila ne smije biti manja od 2,10 m.

Budući da postoje zakonski dopuštena odstupanja između planiranih mjera i stvarno izvedenih mjera (najmanje 0,02 m do 0,05 m, ovisno o nacionalnim propisima i lokalnoj gradnji), treba uzeti u obzir ta odstupanja. Također, stvarna visina vozila može se razlikovati od visine navedene u dokumentaciji vozila (npr. tlak u gumama, ovjes). Zato visini prikazanoj na ulazu treba dodati najmanje 0,10 m kao zbroj odstupanja na ravnim razinama garaže (tj. znak na ulazu za visinu od 2,00 m daje planiranu visinu za prolaz od 2,10 m na ravnoj razini). Na kosim rampama treba osigurati veću visinu prolaza (slika 6): +10 cm duž kosine (sveukupno 2,15 m ako je prikazana visina na znaku 2,00 m). Veću visinu prolaza od +20 cm treba osigurati i na mjestima gdje je promjena nagiba 8 % ili više (npr. prijelaz s 15 % nagiba na kosini na 0 % na razini garaže) i to na 1,50 m duž obje strane (sveukupno 2,25 m ako je na znaku prikazano 2,00 m).

Ako je razina garaže pod nagibom zbog odvodnje (vode za pranje, topljenje snijega i leda), potrebna je dodatna visina

prolaza kako bi se izbjegle nekontrolirane mlake i opasnost od utjecaja klorida. Potrebna nagib treba biti najmanje 2 % kako bi se osiguralo otjecanje vode u pravom smjeru i imajući u vidu dopuštena odstupanja pri izgradnji.

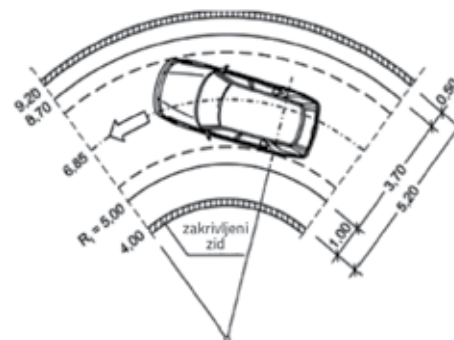


Slika 6. Primjer izračuna visine prolaza duž kosine garaže (dopušteno odstupanje od 5 cm nije uključeno!)

2.4. Rampe

Rampe su dijelovi garaže koji služe za povezivanje viših i nižih razina (etaža). Uzdužni nagib rampi ne smije premašiti 15 % (na sredini traka), kratke rampe unutar garaže mogu imati nagib do 20 %. Ako je razlika u promjeni uzdužnog nagiba veća od $\Delta s = 8$ %, rampe treba izvesti s ravnim dijelom blažeg nagiba (7,5 %) na duljini od 1,5 m (0,75+0,75 m) pri vrhu i 2,5 m (1,25+1,25 m) pri dnu rampe da bi se izbjegla oštećenja na vozilima (npr. pogledati sliku 6) [7].

Horizontalna os rampe u krivini mora biti sukladna trajektorijama kretanja izabranog mjerodavnog vozila s dodatnim zaštitnim razmakom kako bi se osigurala sigurna i udobna vožnja. Pravocrtna rampe trebale bi imati širinu traka barem 2,75 m, uz zaštitni razmak od 25 cm s obje strane. Zakrivljene rampe moraju imati unutarnji polumjer krivine od najmanje 5,00 m i širinu traka od 3,50 m. S obje strane traka treba osigurati zaštitni razmak od najmanje 25 cm. Neki izvori radi udobnije vožnje zahtijevaju da trak bude širok 3,70 m, a zaštitni razmaci 30 do 50 cm [7, 9]. Predložene dimenzije navedene u [7] prikazane su na slici 7.



R ₁ [m]	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
f [m]	3,70	3,60	3,50	3,45	3,40	3,35	3,25	3,15	3,10	3,05	3,00

Slika 7. Predložene mjere za spiralne rampe [7]

Slika 8. prikazuje spiralnu rampu (gotovo) minimalnog polumjera: unutarnji radijus 4,75 m, vanjski radijus 8,75 m (= širina traka 3,50 m + 2 x 0,25 m). Ova rampa opslužuje podzemnu garažu koja ima četiri razine s 1.400 parkirnih mjesta bez nekih poznatih pritužbi.



Slika 8. Spiralna rampa širine 4 m, unutarnji radijus 4,75 m (My Zeil, Frankfurt)

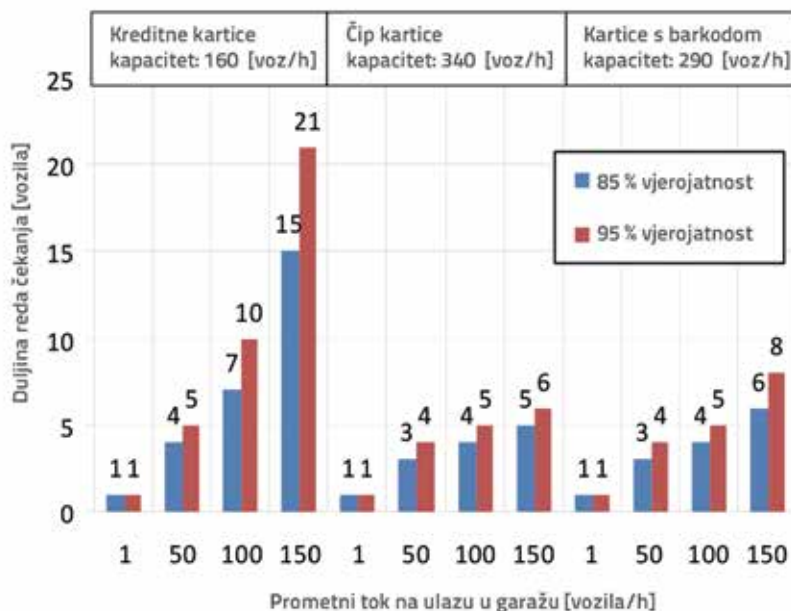
2.5. Duljina za čekanje na rampama

Ulazne i izlazne rampe mogu dovesti do značajnih zastoja i poremećaja u odvijanju prometa u obližnjoj ulici i/ili u garaži. Njemačke smjernice za garaže ([7], dodatak K) uvode metodu procjene duljine čekanja na rampama na temelju poznatog i dokazanog kapaciteta pojedinih

kontrolnih uređaja. Pri tome je potrebno voditi računa o određenim parametrima kao što su položaj garaže, grupe korisnika i vrste uređaja za naplatu. Na temelju položaja garaže, značajki korisnika i vremenske distribucije vozila tijekom dana treba odrediti vršni broj vozila na ulazu u garažu i izlazu iz nje (podaci o duljini čekanja za "prometni tok koji ulazi u garažu" nalaze se na slici 9.). Očekivana duljina čekanja pretpostavljena je na temelju empirijskih podataka i rezultata računalne simulacije. Na osnovu sumiranja i sažimanja podataka dobivena je slika 9. koja daje prikaz očekivane duljine čekanja (broj osobnih vozila, uz pretpostavku da je svako vozilo dugačko 6 m uključujući i razmak između vozila) za poznato ulazno opterećenje. Rezultati su se pokazali dosta pouzdanima, oslanjajući se malo na oprezniju stranu ako se pokuša s procjenama stvarnog prometa [10, 11].

3. Zaključak

Suvremene garaže mogu biti iskoristive ako su parkirališna mjesta, pristupni trakovi i rampe projektirani tako da zadovoljavaju potrebe za parkiranjem tipičnih osobnih vozila. Zadnjih desetljeća ta su vozila postala veća, a tehničke su smjernice uglavnom zaostajale. Zato današnji parkirni prostori trebaju imati parkirna mjesta široka najmanje 2,50 m i trakove široke najmanje 6,00 m. Ostali važni parametri projektiranja su: visina prolaza (najmanje 2,00 m za visinu vozila), dimenzije rampi (nagib, širina, zaobljenje krajeva rampi) i duljina čekanja na rampama.



Slika 9. Pretpostavljena duljina čekanja [7, 10]

LITERATURA

- [1] Stellplatzsatzung und Stellplatzeinschränkungssatzung Frankfurt Main, 1998.
- [2] Gerlach, Jürgen et. al.: Kennlinien der Parkraumnachfrage. Publisher: Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Heft V 78, Bergisch-Gladbach, 2000.
- [3] AASHTO: Geometric design of highways and streets. Chapter 2, 2001.
- [4] Richtlinien für Anlagen des ruhenden Verkehrs. Publisher: FGSV, Köln, 1975.
- [5] Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs EAR 91. Publisher: FGSV, Köln, 1991.
- [6] Bemessungsfahrzeuge und Schleppkurven zur Überprüfung der Befahrbarkeit von Verkehrsflächen. Publisher: FGSV, Köln, 2001.
- [7] Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs EAR 05. Publisher: FGSV, Köln, 2005.
- [8] Schuster, A., Sattler, J. & Hoffmann, S.: Neues Pkw-Bemessungsfahr-zeug für den Entwurf von Anlagen des ruhenden Verkehrs, Straßenverkehrstechnik, pp. 5-10, 2012.
- [9] Pech, A., Jens, K., Warmuth, G. & Zeininger, J.: Parkhäuser – Garagen. Springer Verlag, Wien, 2006.
- [10] Bouhezzo, M.: Staulängen vor einer Garageneinfahrt. Bachelor thesis at Hochschule RheinMain, Faculty of Architecture and Civil Engineering, Wiesbaden 2011, not published.
- [11] Afewerki, D.: Staulängen vor Garageneinfahrten. Diploma work at Fachhochschule Wiesbaden (now: Hochschule RheinMain), Faculty of Civil Engineering, Wiesbaden 2004, not published.