

ROTACIJSKI SUSTAV PARKIRANJA AUTOMOBILA U GRADOVIMA

Inovativno rješenje za optimizaciju parkirališta u urbanim sredinama

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Rotacijski sustav parkiranja omogućuje vertikalno parkiranje automobila, čime se znatno povećavaju parkirališni kapaciteti na lokacijama čije površine nije moguće proširiti, a to je često jedina realna opcija u gusto izgrađenim područjima i u povijesnim dijelovima gradova pod konzervatorskom zaštitom.

Uvod

Pronalaženje slobodnoga parkirnog mjesta velik je izazov za mnoge građane, posebno u središtima većih gradova poput Zagreba, Splita ili Dubrovnika. Problem se dodatno osjeća u prometnim špicama, pri dolasku na posao i odlaska s njega, odlasku u bolnicu, dovođenju ili preuzimanju djece iz vrtića i škola. Stambene zgrade često nemaju dovoljno parkirališnih mjesta za sve stanare, što stvara dodatne frustracije i gužve. U takvim situacijama potraga za parkirališnim mjestom postaje dio svakodnevnog stresa za sve koji kao osnovno sredstvo prijevoza koriste automobile. Taj problem nije nov, a njegovo rješavanje zahtijeva sustavan

pristup i dugoročnu strategiju. Boljom organizacijom i znatnijim ulaganjima u javni prijevoz moglo bi se smanjiti oslanjanje na osobne automobile i tako ublažiti pritisak na parkirališne kapacitete. Pogledajmo kako to danas izgleda na primjeru glavnoga grada Hrvatske. Već desetljećima razmatraju se rješenja poput lake gradske željeznice i metroa, no ona ostaju samo na razini ideja, dok se problem parkiranja i prometnih gužvi iz godine u godinu pogoršava. Na zagrebačkim cestama posljednjih godina vlada velika gužva, a parkiranje u mnogim dijelovima grada pretvara se u pravu lutriju. U pojedinim četvrtima vozači na traženje parkinga potroše više od 30 minuta jer ga ne mogu pronaći u blizini svojega stana.



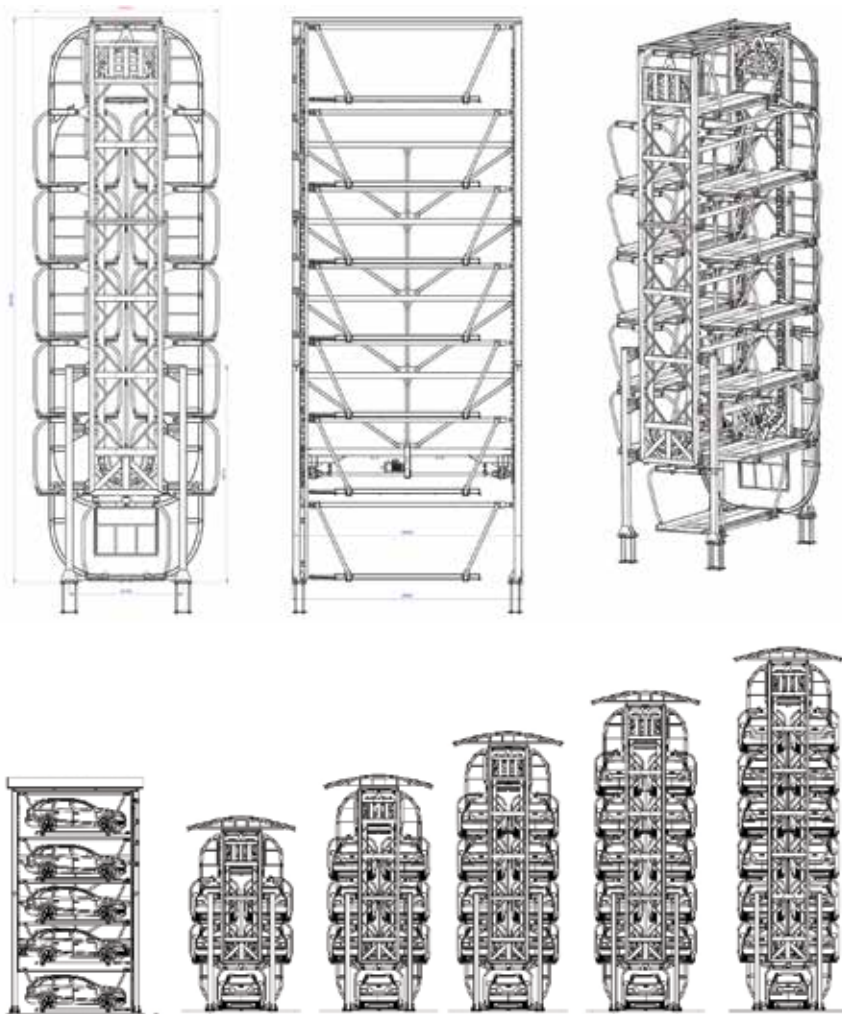
Prometne gužve postale su svakodnevnica, a pronalazak slobodnog parkirnog mjesta lutrija

Prema podacima Statističkog ljetopisa grada Zagreba i Centra za vozila Hrvatske, u gradu Zagrebu se u posljednjih deset godina broj motornih vozila na cestama povećao za 100.000, a samo u posljednje četiri godine registrirano je 40.000 novih automobila. Takav je trend izazov i za najrazvijenije europske gradove. Naime, podaci pokazuju da su u Zagrebu na cestama u 2023. bila 460.702 vozila, a da je na raspolaganju bilo 35.905 javnih parkirališnih mjesta (s naplatom i bez naplate) i tek 3326 parkirališnih mjesta u javnim garažama. U periodu od 2019. do 2023. zabilježeno je i veliko povećanje broja mopeda i motocikala, što još više pridonosi gustoći prometa na zagrebačkim ulicama.

Tradicionalni sustavi parkiranja nisu u stanju pratiti rastuću potražnju, a na tržištu su se pojavili novi inovativni pristupi. Rotacijski sustav parkiranja (engl. *Rotary Parking System – RPS*) nudi prostorno učinkovitije i troškovno prihvatljivije rješenje nego što je to, naprimjer, gradnja podzemnih garaža. U ovome prilogu predstaviti ćemo rotacijski sustav parkiranja i njegov doprinos rješavanju problema nedostatka parkirnog prostora u urbanim sredinama.

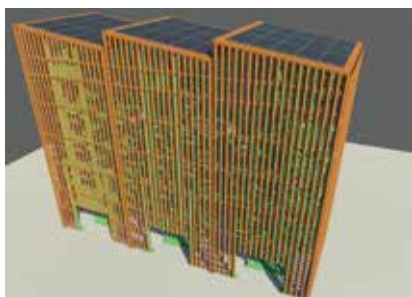
Rotacijski sustav parkiranja automobila

Rotacijski sustav parkiranja, poznat i kao rotirajuća garaža, inovativno je rješenje prikladno za prostore ograničene površine. Takav sustav može povećati kapacitet parkiranja do osam puta u odnosu na tradicionalna parkirališta, ovisno o konfiguraciji. Zahtijeva tlocrtnu površinu od samo 35 m², što odgovara prostoru potrebnom za dva standardna parkirna mjesta, a omogućuje smještaj do 16 vozila. Sustav primjenjuje rotacijski mehanizam koji omogućava okomito kružno kretanje automobila, slično principu rada pano-



Detalji projektnog rješenja – tipski projekt

ramskoga kotača, čime se maksimalno iskorištava ograničeni prostor. Uzimajući u obzir rast cijena zemljišta i ograničene resurse u gusto naseljenim urbanim područjima, rotirajuće garaže postaju atraktivno rješenje za povećanje broja parkirnih mjesta, osobito u gradovima s bogatom kulturnom baštinom i strogim prostornim i arhitektonskim ograničenjima.



Rotirajuća garaža s fasadom

Počeci primjene takvih sustava u Europi i Sjevernoj Americi sežu u rane godine 20. stoljeća, a prvi su se put pojavili u većim europskim i američkim gradovima. Prvi takav sustav implementiran je 1905. u Parizu, u garaži na Rue de Ponthieu. Sustav je upotrebljavao dizalo u središtu koje je premještalo automobile na više etaže, a na svakoj su etaži radnici ručno parkirali vozila. Taj se koncept brzo proširio, a u dvadesetim godinama prošlog stoljeća u Chicagu uveden je tzv. sustav Paternoster, koji je omogućio parkiranje osam automobila na prostoru koji je predviđen za dva vozila. Bio je vrlo popularan zbog svoje jednostavnosti i učinkovitosti u korištenju prostora. U Japanu, koji je postao globalni lider u proizvodnji rotacijskih sustava s više od stotinu tisuća automatiziranih parkirnih mjesta

na godinu, od kasnih devedesetih godina prošlog stoljeća automatizirana parkirališta postala su osobito popularna. Danas se u Kini rotacijski sustavi parkiranja na veliko koriste u raznim gradovima poput Pekinga, gdje su automatizirane rotirajuće garaže smještene u blizini stanica metroa, Shenzhena, koji primjenjuje pametne sustave parkiranja s AI optimiranjem, te Guangzhoua, gdje se rotacijske garaže ugrađuju u stare gradske jezgre zbog nedostatka prostora.

Od ideje do realizacije patenta

Razmatrajući takva rješenja po svijetu, dvojica hrvatskih inženjera Stipe Tafra i Boris Markoja došla su na ideju da razviju rotirajuću garažu i takav sustav ponude kao rješenje za manjak parkirališnih mjesta u hrvatskim gradovima. Razvoj njihove rotirajuće garaže rezultat je gotovo desetljeća rada i usavršavanja proizvoda koji je danas zaštićen patentom.

Ključni trenutak dogodio se 2017., kada je razvijen prvi funkcionalni prototip, koji je bio izložen u prostoru tvrtke *RECRO* u Aveniji Većeslava Holjevca 40, u Zagrebu. Prototip je omogućio daljnja testiranja i prilagodbe, što je dovelo do optimiranja dizajna, povećanja razine sigurnosti te poboljšanja energetske učinkovitosti sustava. Specifičnost projektnog rješenja, koje je omogućilo dobivanje patenta, leži u upotrebi elektromotora snage 9,2 i 11 kW te primjeni planetarnih reduktora. Te komponente omogućuju visoku učinkovitost i pouzdanost rotirajućeg sustava parkiranja, što je vrlo važno za njegovu funkcionalnost i dugoročno održavanje. Osnovna nosiva konstrukcija rotirajuće garaže izrađena je od toplo valjanih kvadratnih cijevi EN 2010 dimenzija 200 x 200 x 6,3 mm, koje čine četiri glavna nosiva elementa. Uz njih u konstrukciji su korištene toplo valjane kvadratne i pravokutne cijevi različitih dimenzija koje se povezuju HEA profilima, L-profilima, šavnim cijevima $\varnothing 76,1 \times 4$ mm te čeličnim limovima koji čine platforme za vozila. Svi elementi povezani su visokovrijednim vijcima klase 10.9, pritegnutim na precizno definiranu silu, čime se osiguravaju stabilnost i otpornost konstrukcije.



Vizualizacija rotirajuće garaže u stambenom naselju

Osim čelične konstrukcije rotirajuća garaža opremljena je glavnim lancem ukupne težine 3,4 tone, koji su projektirali i izradili glavni inženjer pogona i prijenosa Ivan Gudelj, dipl. ing. stroj., te Ivan Zaninović, dipl. ing. stroj. Pogon sustava osigurava elektromotor snage 11 kW, koji je povezan s dvama planetarnim reduktorima radi optimiranja prijenosa snage i učinkovitosti rotacije. Na kraju pogonskog sklopa nalaze se dva lančanika, čiju je konstrukciju razvio Ivan Gudelj kako bi se osigurala precizna i sigurna rotacija garažnog sustava.

Tijekom patentiranja inženjeri Stipe Tafra i Boris Markoja susreli su se s tehničkim i pravnim izazovima. Razrada svih detalja i usklađivanje s potrebnim normama i propisima trajali su sedam mjeseci, tijekom kojih je trebalo ispuniti sve tehničke i pravne zahtjeve koji su osigurali da rješenje bude zaštićeno i prepoznato kao inovativno. Patent vrijedi još tri godine, a već je podnesen prijedlog za njegovo

produženje na dodatno razdoblje od deset godina. Očekuje se da će proširenje prava intelektualnog vlasništva omogućiti daljnji razvoj tehnologije i širenje njezine primjene na širem tržištu.

Princip rada rotacijskog sustava parkiranja

Rad rotacijskog sustava parkiranja temelji se na jednostavnom mehaničkom principu. Vozila se dovoze u utovarni prostor na razini tla. Nakon skeniranja i očitavanja registracijske pločice rampa se podiže, a odabrano parkirno mjesto spušta se na razinu prizemlja. Termalne kamere osiguravaju da osoba slučajno ne ostane u vozilu. Garaža se može rotirati s obje strane kako bi se spustila u smjeru koji je bliži prizemlju. S obzirom na to da su garaže opremljene senzorima koji bilježe registrarske pločice, sve je automatizirano, uključujući plaćanje parkinga. Kada vozač želi pre-

uzeti svoj automobil iz garaže, preko aplikacije zadaje uputu, a sustav se okreće i spušta automobil na utovarni prostor na razini tla, gdje ga vozač može odvesti. Sustav radi u kontinuiranoj petlji, okrećući automobile na parkirna mjesta i iz njih prema potrebi. U njegovu je središtu automatizirani rotacijski mehanizam koji omogućuje okomito kretanje automobila. Sustav je dizajniran tako da spriječi bilo kakve sudare između vozila, čak i tijekom vršnih sati rada.

Prednosti rotacijskih sustava parkiranja

Jedna od ključnih prednosti rotacijskog sustava parkiranja jest njegova jednostavna implementacija, bez potrebe za složenim građevinskim dozvolama. Zahvaljujući samostojećoj i modularnoj konstrukciji, omogućuje znatnu uštedu prostora, jednostavno upravljanje, niske operativne troškove i dug vijek trajanja. Prikladan je za sve vrste osobnih vozila. Može se instalirati na javnim i privatnim parkiralištima, uz poslovne i komercijalne objekte, hotele, bolnice, trgovačke centre, marine i autosalone te u stambenim naseljima, čak i u uskim uličicama ili iza zgrada.

Gradnja se temelji se na tipskome projektu, što znači da se rotirajuća garaža projektira u skladu s Pravilnikom o jednostavnim građevinama, a projekt je moguće brzo realizirati i lako uklopiti u postojeći urbani prostor. Vozila su parkirana u kontroliranim uvjetima, čime se smanjuje rizik od oštećenja ili krađe. Također, smanjuje se potreba za izgradnjom velikih horizontalnih parkirališta ili



Vizualizacije rotirajućih garaža – primjeri za grad Split - Plokite i Zagreb - Armuševa



Projektno rješenje rotirajuće garaže u uskim ulicama

dubokih podzemnih garaža, čime se čuvaju prirodni resursi i smanjuje ugljični otisak.

Energetska učinkovitost također igra važnu ulogu jer rotirajuće garaže upotrebljavaju elektromotor snage do 11 kW, što omogućuje tih rad, bez buke (manje od 65 dB), i minimalnu potrošnju energije.

Pročelja (fasade) rotacijskih sustava parkiranja mogu se prilagoditi željama investitora, koji mogu odabrati oblik pročelja koji se uklapa u arhitektonsku viziju lokacije. Garaže mogu imati modernu staklenu fasadu, zelene zidove ili klasične obloge. Osim toga na krovove rotacijskih garaža moguće je postaviti fotonapon-

ske panele za proizvodnju električne energije potrebne za njihov rad kako bi se dodatno povećala energetska učinkovitost i smanjio ekološki otisak. Može se nadograditi i stanicama za punjenje električnih vozila.

Dodatna prednost rotacijskih garaža njihova je modularna čelična konstrukcija, što omogućuje da se, nakon određenog vijeka upotrebe ili kada više nisu potrebne na postojećoj lokaciji, mogu jednostavno razmontirati i premjestiti na drugo mjesto gdje postoji veća potreba za parkiranjem.

Kod nekretnina koje su smještene u gusto naseljenim urbanim područjima često se javlja problem nemogućnosti etažiranja

zbog neispunjavanja uvjeta o minimalnome broju parkirališnih mjesta. U takvim situacijama rotacijska garaža može biti učinkovito rješenje jer omogućuje optimalno korištenje prostora i osigurava dodatna parkirališna mjesta unutar ograničenih površina.

Prvi pilot-projekt rotacijskog sustava parkiranja uspješno realiziran u Puli

Tvrtka *Pula Parking*, koja upravlja parkiralištima u Puli, u veljači 2024. pustila je u probni rad prvu rotirajuću garažu u Hrvatskoj.

Garaža je izgrađena na kraju Premanturske ceste, na lokaciji Marsovo polje, iza zgrade *Croatia Osiguranja*. Na prostor koji je prethodno zauzimalo šest parkirališnih mjesta sada se može smjestiti 30 vozila u tri rotacijske jedinice, od kojih svaka prima po deset automobila.

Pulska rotirajuća garaža visoka je 14,5, široka 17,5 a duboka 7,5 metara te može primiti automobile do dva metra visine i 2,5 tone težine. Sustav upotrebljava motor snage od samo 9,2 kW, što osigurava minimalnu potrošnju energije. Ulazak i izlazak vozila regulirani su rampama i senzorima za očitavanje registarskih oznaka. Cijena parkiranja iznosi 1 euro tijekom zimskih mjeseci te 1,6 eura u ljetnoj sezoni. Glavni projektant Ivan Markić, dipl. ing. građ., je pri



Pogled na rotirajuću garažu u Puli



projektiranju uzeo u obzir sve relevantne propise koji se odnose na vremenske uvjete poput brzine vjetera i seizmičkih zona. Cjelokupna konstrukcija zaštićena je od korozije, pri čemu je dio konstrukcije zaštićen vrućim cinčanjem, dok je drugi dio zaštićen posebnim premazima (*C4 high*) kako bi se konstrukcija zaštitila od korozije. Revident projekta bio je dr. sc. Josip Pišković, dipl. ing. građ.

Taj je pilot-projekt velik iskorak u modernizaciji parkirališnih rješenja, no njegova implementacija nije prošla bez izazova. Jedan od najvećih tehničkih izazova bio je precizna montaža sustava i provjera svih detalja spajanja kako bi se osigurala stabilnost i pouzdanost u svakodnevnom radu. Posebna pozornost posvećena je integraciji senzora i kamera koji služe za nadzor pokreta unutar radne zone rotirajuće garaže kako bi se osigurala sigurnost vozila i korisnika.

Dodatni izazov bilo je testiranje ponašanja sustava u uvjetima intenzivne upotrebe, jer garaža tijekom dana mora podnijeti velik broj ciklusa parkiranja i preuzimanja vozila. Nakon pozornih prilagodbi i provjera sustav je uspješno optimiran. Danas, nakon gotovo godinu dana rada, pokazuje izvrsne rezultate na zadovoljstvo investitora i korisnika, koji su zadovoljni uštedom vremena i jednostavnosti korištenja garaže.

Jedan od budućih koraka u razvoju tog sustava jest povećanje razine automatizacije implementacijom mrežnoga rezervacijskog sustava. Planirani su integracija prepoznavanja registarskih oznaka vozila, automatska naplata te povezivanje sa sustavom naplate javnog parkiranja u Puli. Taj dio sustava još je u fazi testiranja, a sljedeći cilj je omogućiti korisnicima još praktičnije iskustvo parkiranja, uz mogućnost rezervacije mjesta unaprijed putem mobilnih aplikacija ili mrežne platforme. Garaža se održava u skladu s preporukama proizvođača elektromotora i reduktora, što uključuje redovitu izmjenu ulja u prijenosnim mehanizmima kako bi se osigurala optimalna učinkovitost i smanjilo trošenje dijelova. Dodatno, stručni tim periodično provjerava zategnutost vijaka pomoću moment ključa, čime se eliminira rizik od mogućih pomaka konstrukcije

zbog dugotrajne upotrebe. Posebna pozornost posvećuje se i očuvanju završne zaštite konstrukcije pa će se po potrebi sanirati eventualna oštećenja boje kako bi se spriječila korozija i osigurala dugotrajna otpornost na vremenske uvjete.



Rotacijski sustav parkiranja

Troškovni okvir za implementaciju rotirajuće garaže može znatno varirati ovisno o različitim čimbenicima kao što su kapacitet garaže, oprema, izgled fasade i dodatni specifični zahtjevi investitora. Iako je zbog svega navedenog teško predvidjeti točnu cijenu, općenito se može reći da su troškovi rotirajuće garaže otprilike 50 % manji u odnosu na izgradnju podzemnih garaža, što je znatna prednost u tržišnim uvjetima visokih troškova zemljišta i infrastrukture. Ako se takav sustav implementira na javnim parkiralištima, isplativost u dugoročnome razdoblju također ovisi o cijeni parkiranja po satu, koja može utjecati na brzinu povrata ulaganja. U većini slučajeva isplativost se procjenjuje u razdoblju od tri do pet godina, ovisno o politici cijena parkiranja, broju korisnika i drugim uvjetima specifičnima za lokaciju i investitora.

Zaključne napomene

Gradovi diljem svijeta suočavaju se s izazovima kako balansirati rast opsega prometa s održivim razvojem gradova. U tome kontekstu politika Europske unije ističe važnost vraćanja prostora pješacima i stvaranja javnih površina koje mogu poboljšati kvalitetu života, smanjujući potrebu za proširivanjem parkirališnih kapaciteta.

Iako još uvijek predstavljaju relativnu novost u urbanim sredinama, rotacijski sustavi parkiranja imaju potencijal za povećanje kapaciteta parkirališta u gusto naseljenim područjima. Implementacija takvih sustava zahtijeva početna ulaganja i prilagodbu korisnika novim načinima parkiranja.

Rotirajuća garaža u Puli već je godinu dana u svakodnevnoj upotrebi, a pokazala je da može učinkovito odgovoriti na problem parkiranja u urbanim sredinama. Iako su postojali početni izazovi poput prilagodbe korisnika i tehničke implementacije, sustav je funkcionalan i doprinosi smanjenju opterećenja na drugim parkiralištima u tome dijelu grada.

Nakon Pule interes za rotacijskim sustavima parkiranja iskazali su i drugi gradovi u Hrvatskoj, a trenutačno se razmatraju lokacije u Zagrebu i Dubrovniku. Uz razvoj automatizacije, integraciju s pametnim tehnologijama (AI i IoT) i ekološke inicijative, ali i sve veće potrebe za parkirališnim kapacitetima u hrvatskim gradovima, takvi sustavi parkiranja osobnih vozila mogli bi postati standardno rješenje.

Literatura:

- https://www.zagreb.hr/UserDocsImages/0/SLJGZ2024_WEB.pdf
- <https://cvh.hr/gradani/tehnicki-pregled/statistika/>
- <https://paris-promeneurs.com/le-garage-ponthieu-demoli/>
- <https://rarehistoricalphotos.com/vintage-photographs-of-early-vertical-parking-garages/>
- Projektna dokumentacija, Rotary Parking d.o.o.