

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidat:
Ivo Glasnović

Parkirne hiše

Diplomska naloga št.: 3055

Mentor:
doc. dr. Tomaž Maher

Somentor:
viš. pred. dr. Peter Lipar

Ljubljana, 27. 3. 2009

POPRAVKI

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **IVO GLASNOVIĆ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»PARKIRNE HIŠE«

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 10. 3. 2009

.....
(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.712.6:711.553:725.381(043.2)
Avtor:	Ivo Glasnović
Mentor:	doc. dr. Tomaž Maher, univ. dipl. inž. grad.
Somentor:	viš. pred. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Parkirne hiše
Obseg in oprema:	109 strani, 16 preglednic, 96 slik, 6 grafikonov
Ključne besede:	parkiranje, parkirne hiše, parkirni objekti, parkirna mesta, garaže, parkirne klančine, uvozne klančine, kratke klančine

Izvleček

Gradnja parkirnih hiš predstavlja eno od možnih rešitev problema pomanjkanja parkirnih prostorov v urbanih delih mesta, katerih vzrok je naraščanje števila osebnih vozil ter s tem potreb po parkirnih prostorih. Področje načrtovanja in gradnje parkirnih hiš v Sloveniji še ni urejeno, zato je vsak, ki se loti načrtovanja parkirne hiše, prepuščen sam sebi. Cilj te diplomske naloge je zbrati in združiti znanje s področja načrtovanja prometnih elementov in vodenja prometa v parkirnih hišah, ki bi arhitekta in ostale načrtovalce seznanila z osnovnimi problemi na tem področju. V diplomski nalogi se kvaliteta in udobje parkirnih hiš določa glede na nivo uslug, ki se ocenjuje z vrednostmi od A do D. Nivo uslug A nudi najvišji nivo udobja za uporabnika, medtem ko je nivo uslug D najslabši. Na podlagi teh ocen so v diplomski nalogi predpisane minimalne oziroma maksimalne vrednosti nekaterih konstrukcijskih in prometnih elementov ter elementov vodenja prometa. Podani so tudi izračuni za načrtovanje zamud in kolon ter potrebnega števila vhodnih in izhodnih stez iz parkirne hiše. Vrednosti nekaterih parametrov, kot so časi strežbe, so naknadno pridobljeni z meritvami v treh obstoječih parkirnih hišah v Ljubljani, na osnovi katerih so bile določene povprečne vrednosti, ki jih je možno uporabiti pri načrtovanju novih prometnih objektov.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 625.712.6:711.553:725.381(043.2)
Author: Ivo Glasnović
Supervisor: assist. prof. dr. Tomaž Maher, univ. dipl. inž. grad.
Co-Supervisor: sen. lect. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.
Title: Multistory car parks
Notes: 109 pages, 16 tables, 96 figures, 6 diagrams
Key Words: parking, multistory car park, parking structure,
parking spaces, garage, parking ramps,
express ramps

Abstract

Building multistory car parks presents one of the possible solutions for a problem with finding available parking spaces in urban parts of the city, caused by the everyday growth in cars and needs for parking lots. The field of construction and building a multistory car park is not yet developed in Slovenia, therefore anyone who wants to start constructing that type of a structure is left on its own. Main purpose of this paper is to collect and process knowledge in field of constructing traffic elements and leading traffic flows in parking structures, that can help introduce architect and other planners with the basic problems regarding this field. The quality of multistory car parks is defined by level of service they offer. Level of service is graded with letters from A to D, where A offers the best comfort for users and their cars, meanwhile D offers lowest acceptable comfort. Basing on these grades, maximum and minimum dimensions and values are recommended for construction and traffic elements. This paper also presents equations for delays, queues and number of required entry and exit lanes. Values of parameters such as service rates at the entries and exits lanes were additionally measured in three multistory car parks in the city of Ljubljana, based on which the average values were determined and can be used in planning new parking structures.

ZAHVALA

Dokler imamo spomine,
ostaja PRETEKLOST,
dokler imamo upanje,
nas čaka PRIHODNOST,
dokler imamo družino in prijatelje,
je lepa SEDANJOST.

Zahvaljujem se mojemu mentorju doc. dr. Tomažu Maherju za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge in somentorju viš. pred. dr. Petru Liparju. Najbolj pa se zahvaljujem svojim staršem, mami Veroniki in očetu Antonu ter bratu Stivu za vso pomoč, spodbudo in življenjske nasvete, ki ste mi jih nesebično dajali v času študija in skozi mojo mladost. Od vas sem se veliko naučil in spoznal, da je družina največja vrednota, saj mi brez vaše podpore tega nebi uspelo. Zahvaljujem se še vsem sorodnikom, prijateljem in sošolcem, ki so mi pomagali pri izdelavi diplomske naloge in z mano preživeli ta nepozabna mladostniška leta, zato srčno upam da bomo tako dobri prijatelji ostali še naprej.

HVALA!

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	UVOZI IN IZVOZI	3
3	PARKIRNI PROSTORI	9
3.1	Dimenzioniranje parkirnih prostorov	9
3.2	Učinkovitost izrabe parkirne površine (m ² /parkirni prostor)	14
4	DOVOZNE STEZE	17
4.1	Dovozne steze v premi	17
4.2	Dovozne steze v zavojih in na prehodih	22
5	VODENJE V PARKIRNI HIŠI	26
6	KLANČINE	31
6.1	Višinski potek klančin	31
6.2	Uvozne in izvozne klančine	34
6.2.1	<i>Dimenzioniranje uvoznih in izvoznih klančin</i>	34
6.2.2	<i>Preme uvozne in izvozne klančine</i>	36
6.2.3	<i>Krožne uvozne in izvozne klančine</i>	41
6.3	Kratke preme klančine	47
6.4	Parkirne klančine	53
6.4.1	<i>Dimenzioniranje parkirnih klančin</i>	53
6.4.2	<i>Preme parkirne klančine</i>	56
6.4.3	<i>Krožne parkirne klančine</i>	62
6.5	Kombinacije različnih tipov klančin	64
7	ODVODNJAVANJE	67
8	PREZRAČEVANJE	69
8.1	Naravno prezračevanje	69
8.2	Umetno prezračevanje	70
8.2.1	<i>Uniform Building Code (UBC, 1997)</i>	70
8.2.2	<i>BOCA/National Building Code (1999)</i>	70
8.2.3	<i>Standard Building Code (SBC, 1999)</i>	70
8.2.4	<i>Primeri Izračunov umetnega prezračevanja</i>	70
9	OCENA POTREBNEGA ŠTEVILA VHODNIH IN IZHODNIH STEZ	72
9.1	Ocena pričakovanih prometnih obremenitev (V) na uvozih in izvozih v in iz parkirne hiše v času urne konice	73
9.2	Faktor urne konice	74
9.3	Časi strežbe pri različnih vhodno/izhodnih sistemih ter načinih plačevanja parkirnine	75
9.4	Analiza meritev časov strežbe v parkirnih hišah v Ljubljani	78

10	KAPACITETE DOVOZNIH STEZ V PARKIRNI HIŠI	81
10.1	Kapaciteta stez in klančin na in ob katerih ni dovoljeno parkiranje	81
10.2	Kapaciteta dovoznih stez ob katerih je urejeno parkiranje (parkirne vrste)	82
10.3	Nivo uslug parkirnih vrst	85
11	IZRAČUN KOLON NA UVOZIH IN IZVOZIH	86
11.1	Nivo uslug uvozov in izvozov v odvisnosti od dolžine kolon	89
12	PARKIRNE HIŠE V LJUBLJANI	92
12.1	Parkirna hiša Trdinova	92
12.2	Parkirna hiša Šempeter (pri Kliničnem centru)	99
13	ZAKLJUČEK	106
VIRI		108

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz mejnih naklonov različnih vrst klančin	31
Grafikon 2: Časi strežbe v Parkirni hiši Trdinova	78
Grafikon 3: Časi strežbe v Garažni hiši Šubičeva - MAXI MARKET	79
Grafikon 4: Časi strežbe v Garažni hiši Kozolec	79
Grafikon 5: Povprečna dolžina kolone	88
Grafikon 6: Projektna dolžina kolone	88

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Projektne dimenzije merodajnih vozil po Pravilniku za projektiranje cest</i>	9
<i>Preglednica 2: Širina dovoznih stez za posamezne kote parkiranja pri posameznih nivojih uslug</i>	18
<i>Preglednica 3: Priporočene vrednosti elementov v območju pakiranja</i>	22
<i>Preglednica 4: Nivoji uslug za peš promet v parkirni hiši</i>	28
<i>Preglednica 5: Dimenzije merodajnega vozila pri načrtovanju višinskega poteka klančin</i>	32
<i>Preglednica 6: Širina elementov krožnih uvoznih in izvoznih klančin</i>	35
<i>Preglednica 7: Prikaz naklonov in najmanjšega notranjega polmera krožne parkirne klančine</i>	53
<i>Preglednica 8: Faktor največje uporabe</i>	73
<i>Preglednica 9: Tipične obremenitve v času urne konice izražene v % kapacitete parkirne hiše</i>	74
<i>Preglednica 10: Povprečne hitrosti in časi strežbe</i>	76
<i>Preglednica 11: Povprečni časi strežbe v parkirnih/garažnih hišah Šubičeva, Trdinova in Kozolec</i>	80
<i>Preglednica 12: Povprečne hitrosti strežbe v parkirnih/garažnih hišah Šubičeva, Trdinova in Kozolec</i>	80
<i>Preglednica 13: Kapaciteta prometnih tokov na zavijalnih stezah in klančinah</i>	82
<i>Preglednica 14: Kapaciteta prometnih tokov v parkirnih vrstah</i>	83
<i>Preglednica 15: Časovni delež urne konice zapolnjenega s prometom Σt</i>	85
<i>Preglednica 16: Priporočene povprečne dolžine kolon v odvisnosti od nivoja uslug</i>	90

KAZALO SLIK

<i>Slika 1:</i> Tridimenzionalni prikaz izvedbe skupnega uvoza in izvoza v parkirno hišo	3
<i>Slika 2:</i> Prikaz postavitve prometne signalizacije pred vhodnimi in izhodnimi stezami	4
<i>Slika 3:</i> Idealna ureditev uvozov in izvozov v oziroma iz parkirne hiše s pripadajočimi zavijalnimi pasovi	5
<i>Slika 4:</i> Ureditev uvozov in izvozov v primeru delovanja (levo) in okvare (desno) avtomata oziroma zapornice	6
<i>Slika 5:</i> Pravilni (levo) in nepravilna (desno) izvedba uvozov in izvozov	7
<i>Slika 6:</i> Shema postavitve vhodne in izhodne opreme na uvozih oziroma izvozi iz parkirne hiše	8
<i>Slika 7:</i> Prikaz minimalnih dimenzij parkirnega prostora pri nivoju uslug D	11
<i>Slika 8:</i> Enosmerna ureditev vodenja pri pravokotnem parkiranju ($\theta = 90^\circ$) v parkirni hiši Šempeter	12
<i>Slika 9:</i> Stikanje in zlaganje parkirnih vrst pri parkiranju pod različnih kotih	12
<i>Slika 10:</i> Prikaz prilagajanja postavitve parkirnih prostorov tlorisni obliki parkirne hiše na letališču Kōil/Bonn	13
<i>Slika 11:</i> Parkirni objekti z daljšimi (levo) in krajšimi razponi med stebri (desno)	14
<i>Slika 12:</i> Učinkovitosti izrabe prostora pri parkiranju pod kotom 90° (levo) in 75° (desno)	15
<i>Slika 13:</i> Prikaz različne postavitve parkirnih vrst na enaki parkirni površini	16
<i>Slika 14:</i> Obračalni radij vozila	17
<i>Slika 15:</i> Čelno in vzvratno parkiranje pri različnih kotih parkiranja za nivo uslug B	19
<i>Slika 16:</i> Prikaz ureditve poševnega parkiranja z enosmernim vodenjem	20
<i>Slika 17:</i> Parkiranje pod pravim kotom z dvosmernim vodenjem prometa in urejenim stojiščem za pešce ob dovozni stezi - parkirna hiša City Park	21
<i>Slika 18:</i> Prikaz zavijalnih stez in prehodov	23
<i>Slika 19:</i> Prikaz ureditve dovozne steze v zavoju v parkirni hiši na letališču v Kōlnu	24
<i>Slika 20:</i> Zavijalna steza z dvignjenim (zgoraj) in brez dvignjenega otoka (spodaj)	25
<i>Slika 21:</i> Različno obarvane etaže v parkirni hiši Trdinova	26
<i>Slika 22:</i> Parkirna hiša z različnimi omejitvami višin za vozila	29
<i>Slika 23:</i> Razdelitev parkirne etaže na več manjših višinsko ločenih parkirnih etaž	30
<i>Slika 24:</i> Kritični območja pri prehodu vozil med klančino in etažo	33
<i>Slika 25:</i> Izvedba klančin pri naklonu večjemu od 12°	33
<i>Slika 26:</i> Najmanjše priporočene dimenzije premih uvoznih in izvoznih klančin	34
<i>Slika 27:</i> Najmanjše priporočene dimenzije enosmerne krožne uvozne in izvozne klančine	35
<i>Slika 28:</i> Preme višinsko zamaknjene enosmerne klančine	36
<i>Slika 29:</i> Preme klančine z višinsko zamaknjenim voznim pasom za vsako smer vožnje	37
<i>Slika 30:</i> Škarjast sistem razporeditve premih enosmernih klančin	37
<i>Slika 31:</i> Preme klančine z voznima pasovoma za obe smeri	38
<i>Slika 32:</i> Primer ureditve vodenja pri eno in dvosmernih podaljšanih premih klančinah	38
<i>Slika 33:</i> Ločeni enosmerni podaljšani premi klančini za uvažanje in izvažanje	39
<i>Slika 34:</i> Enosmerna podaljšana prema klančina za uvažanje in izvažanje	39
<i>Slika 35:</i> Robna podaljšana dvosmerna klančina v parkirni hiši Haniel v Düsseldorfu	40
<i>Slika 36:</i> Robne višinsko zamaknjene klančine za uvažanje in izvažanje	40
<i>Slika 37:</i> Shema delitve klančin	41
<i>Slika 38:</i> Razporeditev parkirnih prostorov ob centralni krožni klančini	42

<i>Slika 39:</i> Krožna klančina z odprtim sredinskim otokom v parkirni hiši Roedingsmarkt v Hamburgu	42
<i>Slika 40:</i> Ločeni uvozni in izvozni enosmerni krožni klančini	43
<i>Slika 41:</i> Shema razporeditve uvozov in izvozov pri robni krožni klančini z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri	44
<i>Slika 42:</i> Robni krožni klančini z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri	44
<i>Slika 43:</i> Primer postavitve zunanjih krožnih klančini z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri – letališče Köln/Bonn	45
<i>Slika 44:</i> Smer dvigovanja pri dvosmerni krožni klančini	45
<i>Slika 45:</i> Dvosmerna uvozna/izvozna krožna klančina v parkirni hiši Stožce v Ljubljani	46
<i>Slika 46:</i> Zunanja (samostoječa) enosmerna krožna klančina za izvažanje iz parkirne hiše Arndale v Manchesteru, Velika Britanija	46
<i>Slika 47:</i> Preglednost pri parkirnih hišah z polovico etažne višine zamaknjenih etažah	47
<i>Slika 48:</i> Primeri načrtovanja kratkih premih klančin z uporabo enostavnega načina dimenzioniranja	48
<i>Slika 49:</i> Preme kratke klančine s pasovoma za vožnjo v obe smeri	48
<i>Slika 50:</i> Škarjast sistem razporeditve kratkih premih klančin	49
<i>Slika 51:</i> Medsebojno razmaknjene preme kratke klančine za enosmerni promet	50
<i>Slika 52:</i> Prikaz minimalnega razmaka med paroma kratkih izvoznih klančin	51
<i>Slika 53:</i> Razporeditev z robnim parom uvoznih in notranjim parom izvoznih premih kratkih klančin	51
<i>Slika 54:</i> Prikaz razporeditve kratkih klančin v parkirni hiši Trdinova	52
<i>Slika 55:</i> Tridimenzionalen prikaz krožne parkirne klančine s kotiranimi dimenzijami	53
<i>Slika 56:</i> Minimalne dimenzije preme spiralne klančine pri nivoju uslug D (ang. single-threaded helix ramp)	54
<i>Slika 57:</i> Dimenzije pri višinsko zamaknjenima enosmernima parkirnim klančinama pri nivoju uslug D (ang. double-threaded helix ramp)	55
<i>Slika 58:</i> Prema spiralna parkirna klančina (ang. single threaded helix ramp)	56
<i>Slika 59:</i> Zvezni premi spiralni parkirni klančini (ang. end-to-end helix ramp)	57
<i>Slika 60:</i> Višinsko zamaknjeni premi parkirni klančini (ang. double-threaded helix ramp)	57
<i>Slika 61:</i> Robne parkirne klančini (ang. three-bay, double-threaded helix ramp)	58
<i>Slika 62:</i> Prikaz škarjastega sistema izvedbe robnih parkirnih klančin	59
<i>Slika 63:</i> Enojna (dvosmerna) robna parkirna klančina	59
<i>Slika 64:</i> Centralne parkirne klančine (ang. four bay side-by-side ramp)	60
<i>Slika 65:</i> Enojna centralna parkirna klančina v mestu Brick Township, ZDA	60
<i>Slika 66:</i> Dvojna centralna parkirna klančina v južnem Limestonu, Velika Britanija	61
<i>Slika 67:</i> Shema krožne parkirne klančine in krožne parkirne klančine v kombinaciji z izvozno	62
<i>Slika 68:</i> Krožni parkirni klančini v vznožju nebotičnikov Marina Bay City, Chicago	63
<i>Slika 69:</i> Tloris krožne parkirne klančine s klančino za izvažanje v garažni hiši Parc Fosse aux Ours	64
<i>Slika 70:</i> Garažna hiša Parc Fosse aux Ours	65
<i>Slika 71:</i> Izvozna klančina v garažni hiši Parc hôtel de ville Villeurbanne	65
<i>Slika 72:</i> Zasnova parkirne hiše v Riu de Janeiru	66
<i>Slika 73:</i> Prikaz kontrole odprtih za naravno prezračevanje parkirne hiše	69
<i>Slika 74:</i> Zamude pri zavijanju v vhodno oziroma izhodno stezo	77

<i>Slika 75:</i> Parkomat v pritličju parkirne hiše	92
<i>Slika 76:</i> Leva vhodna steza za uvažanje v kletne etaže, desna pa za uvažanje na zgornje etaže	93
<i>Slika 77:</i> Škarjasti sistem križanja izvoznih stez	93
<i>Slika 78:</i> Tridimenzionalni prikaz razporeditve kratkih premih klančin in poteka vodenja v parkirni hiši Trdinova	94
<i>Slika 79:</i> Načrt tlorisa parkirne hiše Trdinova s prikazano preverbo prevoznosti	95
<i>Slika 80:</i> Pločnik za pešce ob izvozni klančini	96
<i>Slika 81:</i> Postavitev parkirnih prostorov za invalide tik ob dvigalih	96
<i>Slika 82:</i> Listek z zapisano etažno številko in oznako parkirne vrste	97
<i>Slika 83:</i> Uvoz na klančino	97
<i>Slika 84:</i> Zavijalna steza na koncu parkirne vrste	98
<i>Slika 85:</i> Zavijalna steza na etažnem delu s sklenjeno dovozno stezo okoli parkirnih vrst	98
<i>Slika 86:</i> Tridimenzionalni prikaz razporeditve lege klančin, parkirnih prostorov ter nosilne konstrukcije	99
<i>Slika 87:</i> Načrt tlorisa parkirne hiše Šempeter s preverbo prevoznosti	100
<i>Slika 88:</i> Prikaz uvozov in izvozov v zgornje in kletne etaže	101
<i>Slika 89:</i> Del na katerem nosilni steber s svojo lego na sredini dovozne steze ovira vožnjo vozil	101
<i>Slika 90:</i> S trobentastim zaključkom klančine bi omogočili lažje vključevanje vozila s klančine na etažo	102
<i>Slika 91:</i> Neprimerno postavljen nosilni steber in zaščitni zid klančine, ki ovirata vozila pri zavijanju na klančino	102
<i>Slika 92:</i> Pogled z dovozne steze na slabo izveden priključek na klančino	103
<i>Slika 93:</i> Očem skoraj skrita premajhna signalna tabla	103
<i>Slika 94:</i> Uvoz in izvoz z zgornjih etaž parkirne hiše z avtomatom za parkirnino in servisno enoto v neposredni bližini	104
<i>Slika 95:</i> Označbe parkirnih vrst na stebrih	104
<i>Slika 96:</i> Prikaz neprimerne lege parkirnega prostora za invalide	105

POJMI:

Abonentna kartica je trajnejša parkirna kartica (običajno s čipom, na katerem so podatki o trajanju dovoljenja za parkiranje), katerih lastniki so fizične osebe ali podjetja, ki so z lastnikom ali upravljavcem parkirne hiše sklenili pogodbo o nakupu oziroma dolgoročnem najemu parkirnih prostorov.

Dovozna steza je steza vzdolž parkirnih prostorov, po kateri uvažamo in izvažamo na parkirni prostor.

Dvojna parkirna klančina ima urejeni dve parkirni vrsti, vsaka s svojo ločeno dovozno stezo, ki med seboj komunicirata preko zavijalnih otokov na obeh koncih. V primeru zelo dolgih parkirnih klančin je med njima potrebno urediti še dodatne vmesne prehode.

Izvozno steza je najkrajša steza po kateri lahko vozila izvozijo iz parkirne hiše.

Parkirna vrsta je del parkirne površine, ki jo sestavljajo dovozna steza skupaj s parkirnimi prostori ležečimi ob njej.

Parkirne ploščadi so deli parkirne etaže z urejenimi parkirnimi prostori, ki so višinsko ali prostorsko ločeni med sabo. Mednje spadajo tudi parkirne klančine, in sicer vsaka parkirna klančina predstavlja parkirno ploščad zase.

Parkirni podesti predstavljajo vodoravne ploščadi, ki omogočajo prehajanje vozil med parkirnimi klančinami, na njih pa je lahko urejeno tudi parkiranje.

Steza v zavoju (zavijalni otok) je del dovozne steze na obeh koncih parkirnih vrst, ki med seboj povezuje več parkirnih vrst in prek katerega poteka horizontalna komunikacija med parkirnimi vrstami. Na njem je možno urediti parkirne prostore, vendar je pri tem potrebno zagotoviti zadostno širino dovozne steze, da omogoča varno zavijanje v in iz parkirne vrste.

Uvozna steza je najkrajša steza, po kateri lahko vozila uvažajo iz etaže v etažo.

Vhodne in izhodne steze so enosmerne steze na uvozih in izvozih iz parkirne hiše, ločene z obojestransko dvignjenima ločilnima otokoma, na katerih je postavljena oprema za izdajanje in branje vhodnih parkirnih in abonentnih kartic.

Zbirna (dovozna) steza je steza, v katero se steka promet iz več parkirnih vrst (podobno kot zbirna cesta).

SEZNAM KRATIC:

AASHTO = American Association of State Transportation Officials

LOS = Level of Service (nivo uslug)

PHF = Peak Hour Factor (faktor urne konice)

PUF = Peak Utility Factor (faktor največje uporabe)

PH = parkirna hiša

GH = garažna hiša

TRRL = Transport and Road Research Laboratory

1 UVOD

Parkiranje v urbanih delih mesta predstavlja zelo velik problem, saj je zaradi pomanjkanja prostora in posledično dragih zemljišč, gradnja klasičnih parkirišč neekonomična in ne nudi zadostnega števila parkirnih prostorov. Ena od rešitev tega problema je gradnja parkirišč v več etažah, ki jih imenujemo parkirne oziroma garažne hiše. Čeprav načrtovanje in gradnja parkirnih hiš predstavlja velik izziv, saj združuje tako znanja iz visokih kot iz nizkih gradenj, pa je strokovne literature, ki bi se ukvarjala s tem problemom, zelo malo. V Sloveniji to področje še ni urejeno, saj do sedaj še ni bilo izdelanih nobenih smernic oziroma sprejetih nobenih predpisov, ki bi jih lahko gradbeniki in arhitekti upoštevali pri projektiranju parkirnih hiš. Tako so ti večinoma prepuščeni lastni iznajdljivosti in običajno le znanjem, pridobljenim iz lastnih izkušenj. To je bil tudi povod za izdelavo diplomske naloge na temo, katere glavni cilj je zbrati in povezati osnovna znanja na področju načrtovanja parkirnih hiš.

V diplomski nalogi so podane osnovne smernice za dimenzioniranje prometnih elementov, opisane pa so tudi prednosti in slabosti različnih načinov vodenja prometa, načinov parkiranja ter uporaba različnih oblik vertikalnih komunikacij. Velik poudarek je na klančinah, ki so najzahtevnejši elementi v parkirni hiši, njihovo postavitve in oblika pa bistveno vpliva na preostale elemente. Pri načrtovanju osnovnih prometnih elementov so podane minimalne zahteve za zagotovitev enostavnega in tekočega odvijanja prometa, glede na načrtovan nivo uslug (LOS), ki naj bi ga parkirna hiša nudila.

V krajših dveh poglavjih Odvodnjavanje in Prezračevanje so opisani tudi osnovni ukrepi, potrebni za učinkovito odvajanje odpadnih vod in predpisi na področju prezračevanja objekta in odvajanja izpušnih plinov.

V okviru diplomske naloge so bile v treh parkirnih hišah v Ljubljani izvedene meritve časov strežbe, ki so se primerjali s časi zbranimi in objavljenimi v priročniku P. Chrest, A., S. Smith, M., Bhuyan, S., R. Monahan, D., Iqbal, M. (2001). *Parking Structures (Third Edition): Planning, Design, Construction, Maintenance & Repair*. Poleg meritev so podane tudi enačbe za izračun potrebnega števila uvoznih in izvoznih stez ter predvidenih dolžin kolon na uvozih

in izvozih. V preglednicah so prikazane tudi vrednosti kapacitet dovoznih stez in parkirnih vrst, ugotovljenih iz enačb TRRL-ja, dobljenih v raziskavah leta 1969 in 1984.

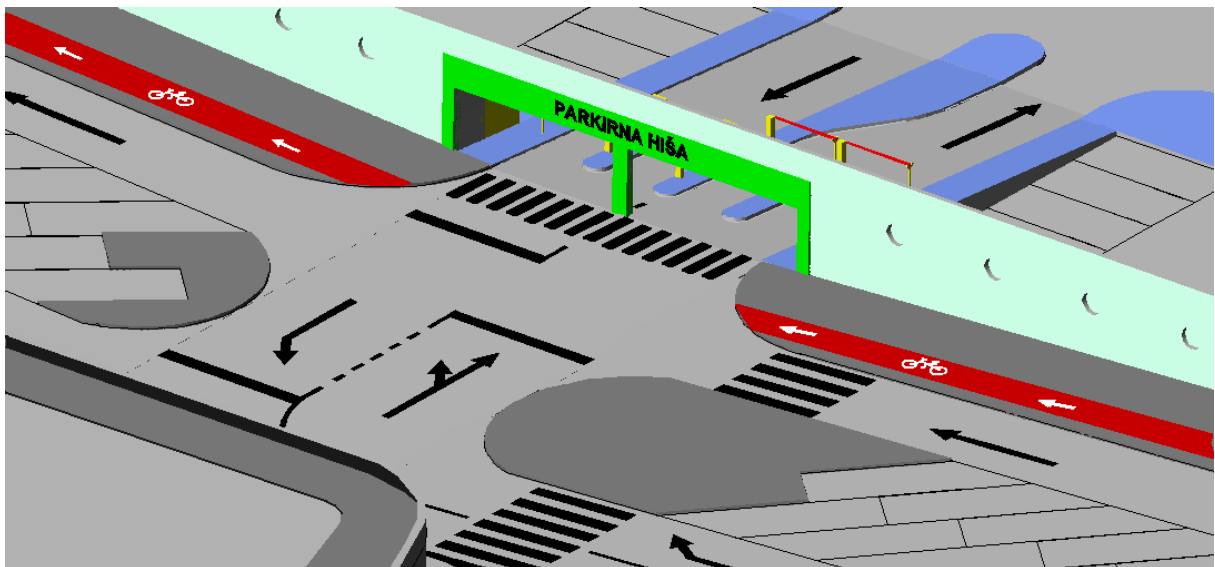
V praktičnem delu so na podlagi predhodno opisanih smernic analizirani dve večji parkirni hiši v Ljubljani, in sicer parkirna hiša Šempeter (Klinični center) in parkirna hiša Trdinova. S pomočjo te analize lahko bralec, ki uporablja ta dva parkirna objekta, najde teoretične obrazložitve in odgovore na marsikatero vprašanje povezano s tema dvema parkirnim hišama.

2 UVOZI IN IZVOZI

Čeprav je zaželeno, da se arhitekturna zasnova parkirne hiše ujema z okolico, je kot prvo potrebno poskrbeti, da voznik prepozna sam objekt kot parkirno hišo. To pomeni, da parkirna hiša ne sme biti skrita, še bolj pomembno pa je, da je vhod v njo dobro viden. Ta naj bo ustrezno osvetljen in postavljen tako, da ga je s ceste mogoče hitro opaziti tudi v nočnem času.

Uvozi v parkirno hišo naj stojijo ob prometnejših cestah in tako omogočajo direkten dostop uporabnikom. Uvozi naj bi bili od prvega križišča oziroma priključka na glavno cesto oddaljeni vsaj 20 do 30 m, saj lahko prometni tok vozil, čakajočih pred vhodom v parkirno hišo, povzroča zastoje in kolone v križišču.

Zapornica na vhodu naj bo od ceste oziroma pločnika oddaljena za dolžino vsaj dveh daljših kombiniranih vozil, kajti zagotoviti moramo prostor za vsaj dve vozili čakajoči pred zapornico, ne da bi ti zapirali pločnika, kolesarske steze ali ceste.



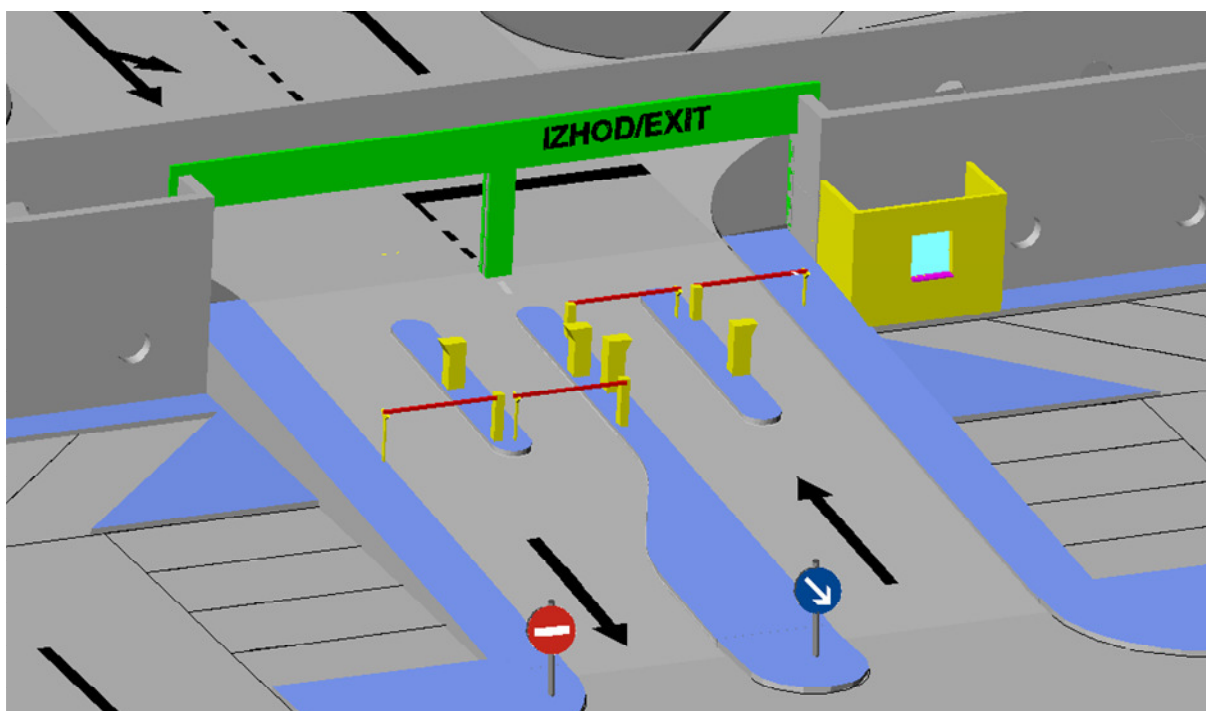
Slika 1: Tridimenzionalni prikaz izvedbe skupnega uvoza in izvoza v parkirno hišo

Zaželeno je, da uporabniku, ko z vozilom zapelje skozi vhod, ni potrebno takoj sprejemati odločitve o naslednjem manevru, ki ga mora izvesti. To zagotovimo z daljšo uvozno potjo, saj mu tako omogočimo, da se prilagodi na osvetlitev v parkirni hiši ter na sistem vodenja

prometa. S tem dobimo tudi zadostno razdaljo, na kateri lahko s postavitvijo ustrezne prometne signalizacije, voznika počasi seznanimo z objektom in usmerimo na prost parkirni prostor.

Pogosta in osnovna napaka tako pri uvozih kot tudi pri izvozih je ta, da ni dovolj prostora, da bi voznik v prvem poskusu zapeljal v vhodno oziroma izhodno stezo in se ustrezno poravnal z avtomatom ali čitalcem kartic. To lahko povzroči zmedo in daljši čas strežbe ter s tem posledično nastanek zamud oziroma kolon.

Kjer vhod in izhod ležita tik drug ob drugem, je potrebno zagotoviti ustrezno pregledno razdaljo, da uporabnik pravočasno razloči, katera izmed stez je namenjena vhodu oziroma izhodu iz parkirne hiše.

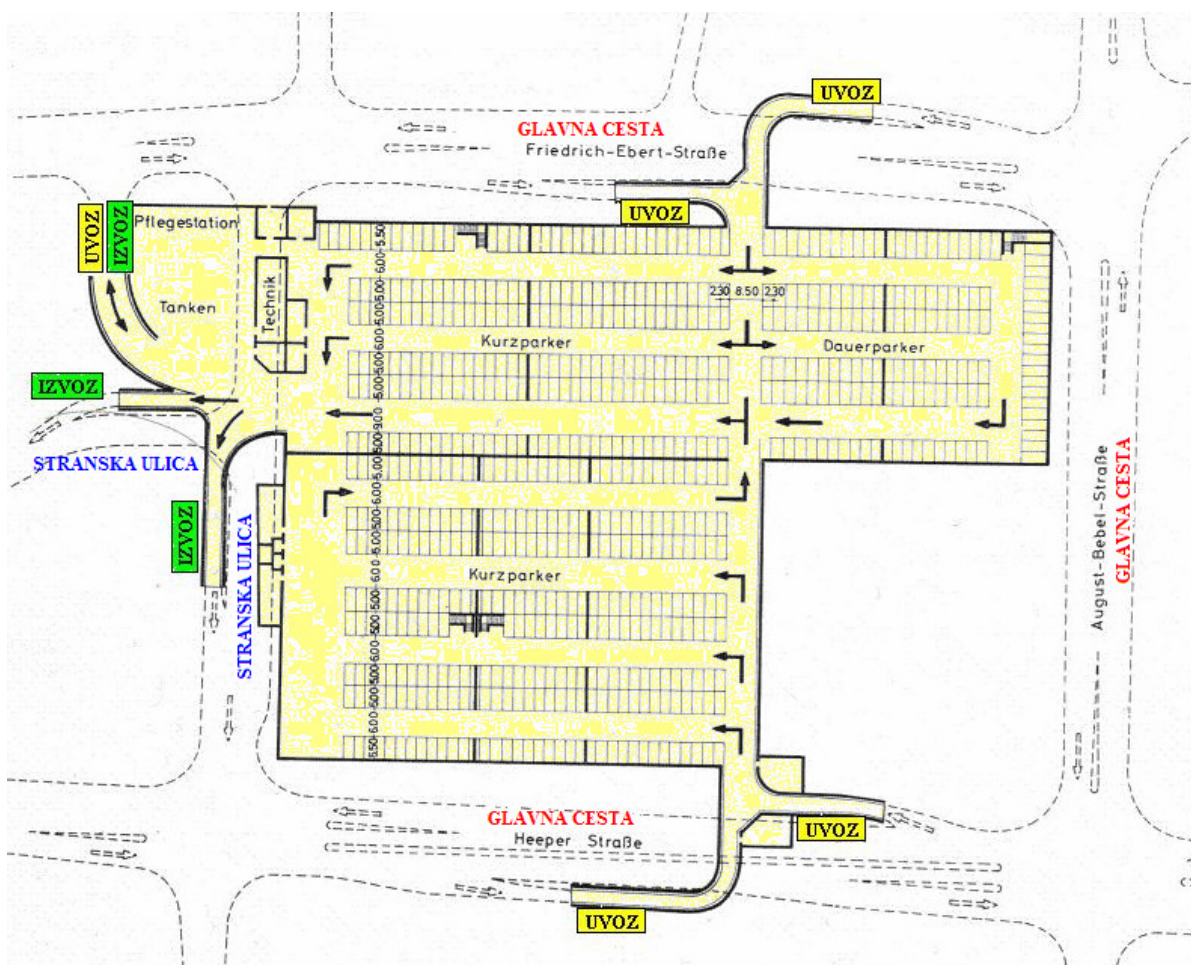


Slika 2: Prikaz postavitve prometne signalizacije pred vhodnimi in izhodnimi stezami

Na splošno je bolj primerno v parkirno hišo uvažati iz enosmerne ceste ali z desne strani dvosmerne ceste, saj je v času urne konice zavijanje levo v parkirno hišo lahko oteženo in nevarno.

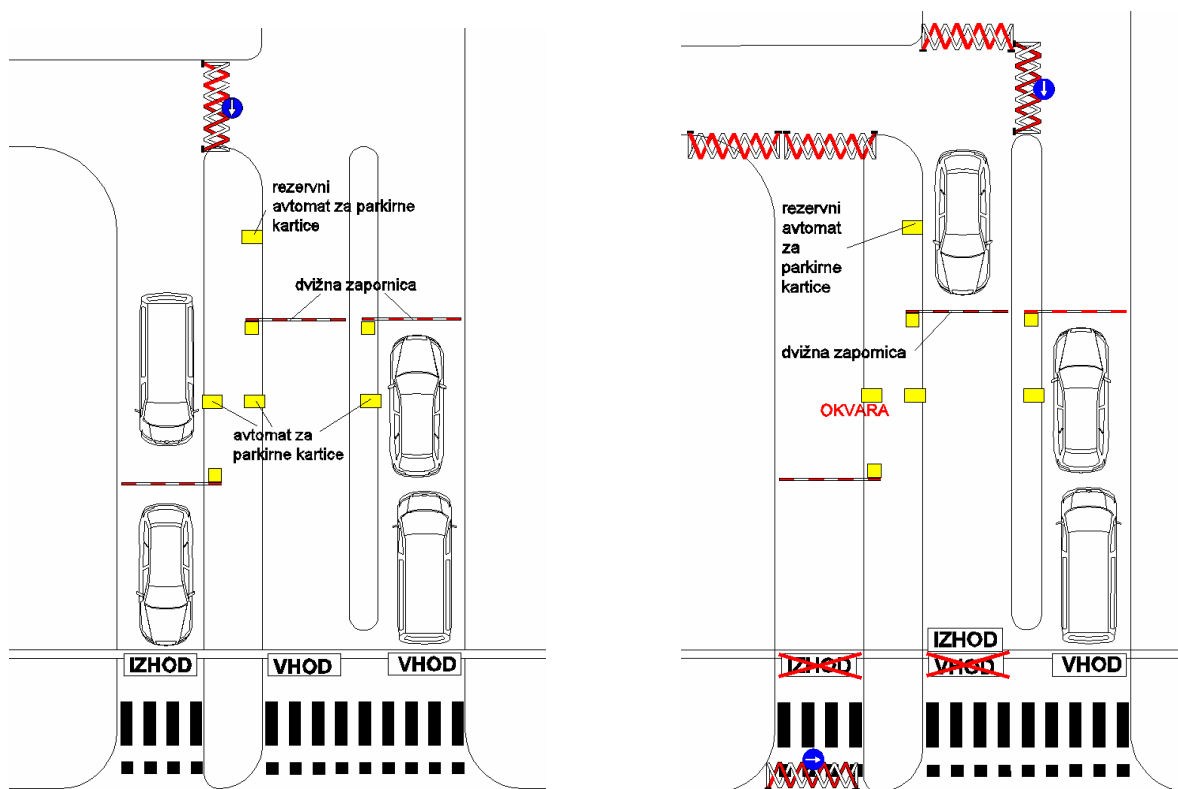
Ko uvoz leži ob zelo prometni cesti ali na cesti, kjer dovoljene hitrosti presegajo 50 km/h, je obvezno urediti tako pas za leve kot desne zavijalce. Ko pa dodatnih zavijalnih pasov ni mogoče postaviti, moramo čitalce kartic ter ostalo vhodno opremo od ceste umakniti za dolžino vsaj 3 do 4 kombiniranih vozil.

Pri večjih parkirnih hišah naj bo uvozov in izvozov več, do njih pa naj bo mogoče dostopati iz več smeri oziroma ulic (*slika 3*).



Slika 3: Idealna ureditev uvozov in izvozov v oziroma iz parkirne hiše s pripadajočimi zavijalnimi pasovi (vir: Farmont, H. 1965, str. 50)

Uvozni stezi naj bosta vsaj dve, da lahko v primeru okvare avtomata na eni izmed uvoznih stez, promet nemoteno poteka po drugi.



Vsi sistemi delujejo

Okvara izvozne steze

Slika 4: Ureditev uvozov in izvozov v primeru delovanja (levo) in okvare (desno) avtomata oziroma zapornice

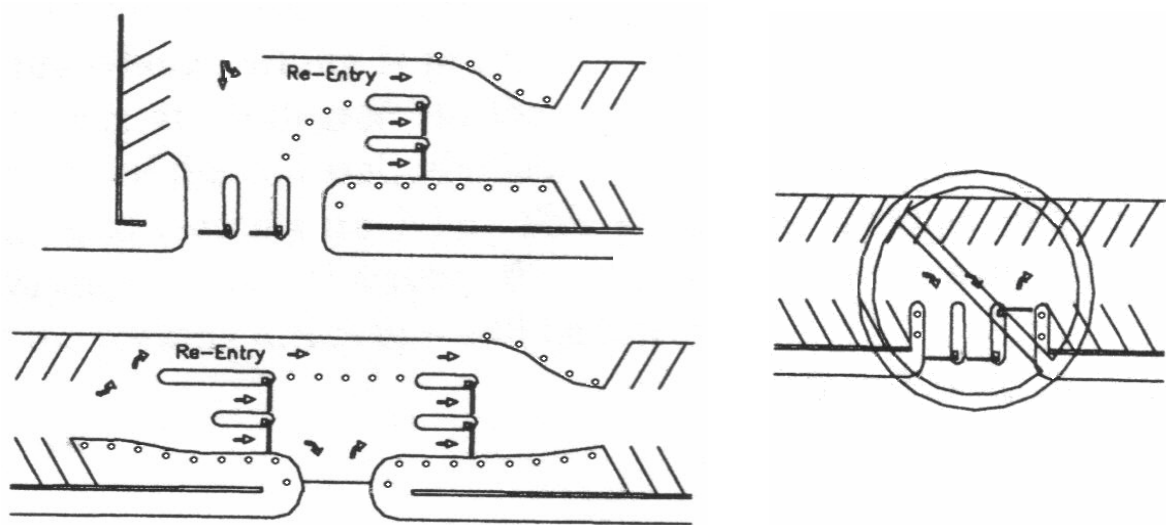
Enojna uvozna steza naj bo široka približno 4,00 do 5,00 m in naj se tik pred vhodnim kontrolnim sistemom zoži na 3,00 m. V primeru dvojne uvozne steze pa naj bo ta široka vsaj 7,30 m.

Izvozi iz parkirne hiše naj ležijo tako, da jih je mogoče navezati na manj prometno cesto, saj s tem zmanjšamo zamude in kolone, ki bi lahko nastale ob izvažanju pri gostem prometu.

Izvozni stezi morata biti ravno tako vsaj dve, da se lahko v primeru, ko na katerem izmed izvozov obtiči uporabnik, ki ne najde parkirne kartice, ostala vozila preusmerijo na drugi izvoz. Število vhodnih kot tudi izhodnih stez lahko približno ocenimo na podlagi razporeditve prometnih tokov vozil v in iz parkirne hiše. V parkirnih hišah, kjer je prometni tok v in iz objekta enakomerno porazdeljen tekom celotnega dne, načrtujemo po eno izhodno in eno vhodno stezo na vsakih 800 vozil. Če pa so uvozi in izvozi parkirne hiše izpostavljeni največjim obremenitvam le v času urne konice, pa je potrebno načrtovati po eno izhodno in

vhodno stezo na vsakih 400 vozil. Če je parkiranje potrebno plačati, število vhodnih stez povečamo za faktor 1,25, število izhodnih stez pa za faktor 1,5. Natančnejši izračun potrebnega števila stez na uvozih in izvozih je opisan v poglavju 9.

Na *sliki 5* so prikazane izvedbe uvozov in izvozov, kjer je potrebno paziti, da vozila, ki čakajo na izhodu, ne ovirajo vožnje ostalih vozil po parkirni hiši. Paziti pa moramo tudi, da so radiji zavojev v vhodno oziroma izhodno stezo zadosti veliki.

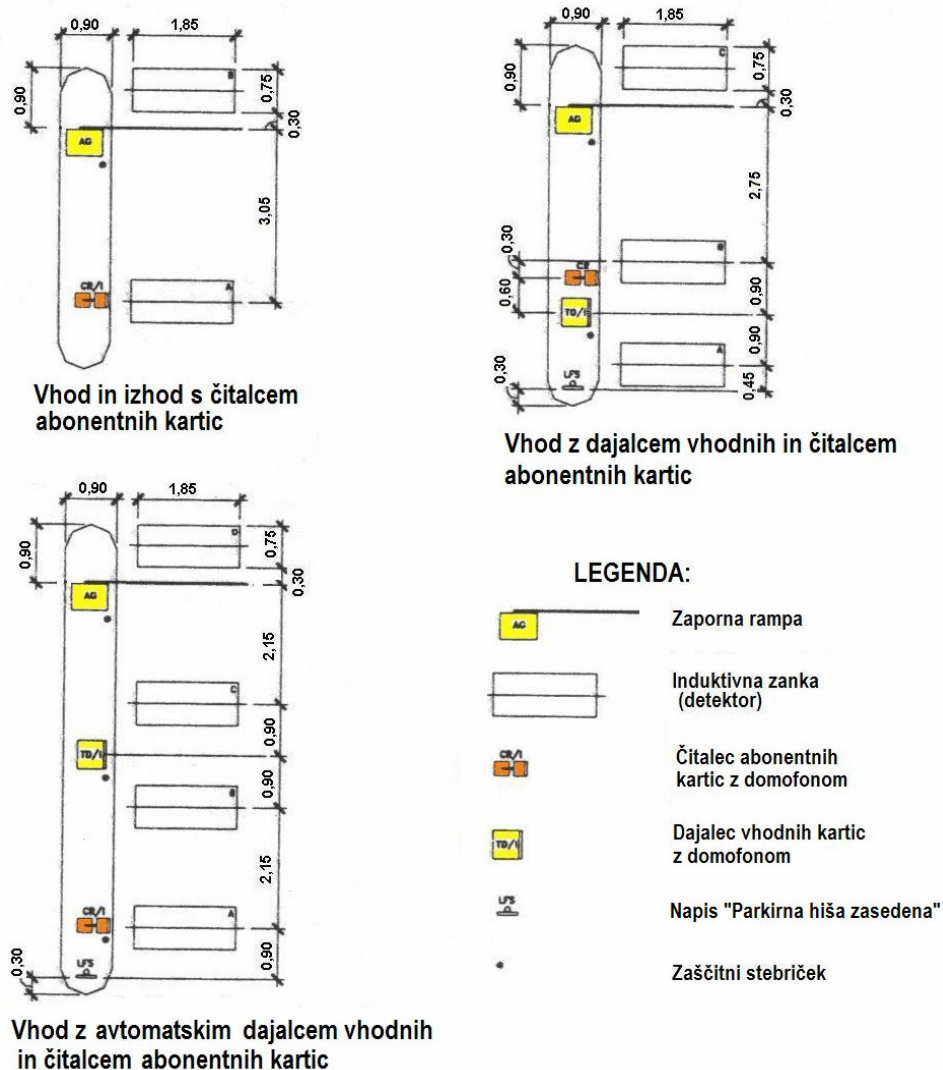


Slika 5: Pravilna (levo) in nepravilna (desno) izvedba uvozov in izvozov (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 150)

Ko je določeno število potrebnih vhodnih in izhodnih stez ter vsa pripadajoča parkirna oprema, je sama izvedba uvoza in izvoza rutinska. Tipični sistemi izvedbe uvozov z vsemi pripadajočimi napravami so prikazani na *sliki 6*.

Zaradi pomanjkanja standardov na področju parkirne opreme, je potrebno pred postavitvijo vhodnih in izhodnih stez vedeti, kakšna bo parkirna oprema in njen proizvajalec.

Izvedba uvozov je za imetnike abonentnih kartic enaka kot izvedba izvozov, saj sta poleg zapornice oba opremljena še s čitalcem abonentnih kartic. Lastniki abonentnih kartic pa so lahko fizične osebe ali podjetja, ki so z lastnikom ali upravljavcem parkirne hiše sklenili pogodbo o nakupu oziroma dolgoročnem najemu parkirnih prostorov.



Slika 6: Shema postavitve vhodne in izhodne opreme na uvozih oziroma izvozih iz parkirne hiše
(vir: P. Chrest et al., 2001, str. 149)

Ob uvozih, namenjenih tudi za uporabnike brez abonentnih kartic (»obiskovalci«) je potrebno dodatno postaviti še dajalce vhodnih parkirnih kartic. Te je možno postaviti takoj pred ali za čitalcem abonentnih kartic, običajno pa sta oba združena v eno enoto. Dajalci kartic so lahko ročni ali avtomatski. Pri »ročnem« dajalcu kartic mora obiskovalec pritisniti na gumb in šele nato mu ta izvrže vhodno parkirno kartico.

Avtomatski dajalec kartic pa sam izvrže parkirno kartico, ko induktivna zanka v tleh zazna vozilo, ki zapelje v uvozno stezo. Ta sistem nam omogoča krajši čas strežbe in povzroča manj zmede pri uporabnikih, ki v parkirni hiši parkirajo prvič.

3 PARKIRNI PROSTORI

3.1 Dimenzioniranje parkirnih prostorov

Pri dimenzijah parkirnih prostorov je potrebno upoštevati osnovne zunanje mere najpogostejših osebnih vozil, ki se vozijo po naših cestah. V Pravilniku za projektiranje cest Republike Slovenije so za javne ceste privzete projektne dimenzije merodajnih osebnih vozil, ki so prikazane v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Projektne dimenzije merodajnih vozil po Pravilniku za projektiranje cest (vir: Uradni list Republike Slovenije, Pravilnik o projektiranju cest, 8. člen)

Razredi osebnih vozil	Dolžina (m)	Širina (m)	Višina (m)	Zunanji obračalni radij (m)
Osební avto	4,70	1,75	1,50	5,80
Mali osebni avto	3,80	1,60	1,40	5,30
Veliki osebni avto	5,15	1,90	1,60	6,00
Eno-prostorni osebni avto	4,70	2,10	1,70	5,80

Klasifikacija osebnih vozil in poimenovanje razredov se razlikuje od države do države. Tako se dogaja, da nekatera vozila spadajo hkrati v dva ali pa celo v noben razred. Pri načrtovanju parkirnih prostorov se kot merodajno vozilo v Evropi in Aziji priporoča manjše osebno vozilo dimenzij 1,75 m x 4,60 m. To vozilo je za približno 0,25 m ožje in za 0,40 m krajše od merodajnega vozila v Združenih državah Amerike (ZDA). Če tudi bi za načrtovanje parkirnih prostorov v ZDA in v Evropi privzeli enako vozilo, bi za doseganje enakega nivoja uslug (LOS) morale biti dimenzije parkirnih prostorov v ZDA še vedno nekoliko večje.

Nivo uslug A določa najvišji standard pri dimenzioniranju parkirnih hiš, kar pomeni najširše in najdaljše parkirne elemente ter s tem potrebno večjo parkirno površino. Ta nivo uslug se uporablja v parkirnih hišah, kjer sta vhodni in izhodni prometni tok zelo izrazita ob določenih časovnih intervalih (urna konica). Na primer parkirne hiše ob bolnišnicah namenjene obiskovalcem, kjer je izrazit porast prometa v času obiskov. Prav tako je to značilno za parkirne hiše ob nakupovalnih centrih, kjer je največ prometa med 14. in 17. uro, ko se ljudje po končani službi odpravijo po nakupih.

Nivo uslug B je mogoče uporabiti v enakih primerih parkirnih hiš kot nivo uslug A, a le če se

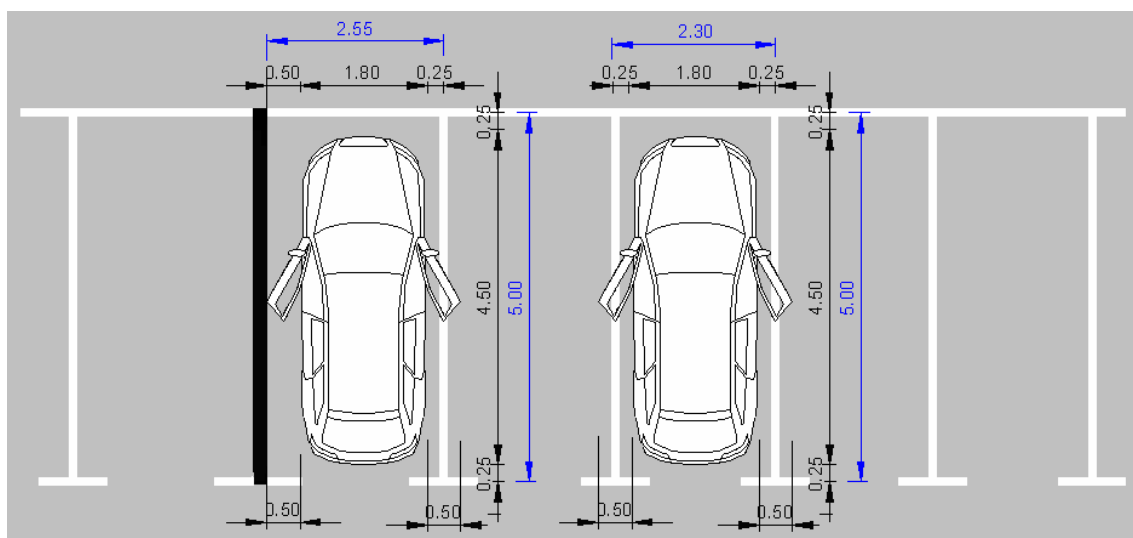
te parkirne hiše nahajajo v zelo urbanih delih mesta, kjer množično primanjkuje prostora za parkiranje in so zato sprejemljive tudi manjše dimenzije.

Nivo uslug C se v ZDA pogosto uporablja za parkirne hiše namenjene študentom in zaposlenim na fakultetah, če pa je izražena potreba po višjem nivoju ugodja, se nivo uslug lahko dvigne na B.

Nivo uslug D se uporablja izključno v najbolj urbanih delih mest (mestna središča), kjer so potrebe po parkirnih prostorih največje, vendar pa je zaradi goste pozidave prostora za gradnjo parkirnih hiš zelo malo.

Študije¹ so pokazale, da pri kratkotrajnem parkiranju (manj kot 3 h) za vstopanje in izstopanje zadostuje 0,60 m razmak med sosednjimi vozili, medtem ko za parkiranje daljše od 3h, zadošča že 0,50 m razmaka med vozili. Z upoštevanjem slednjega 0,50 m (0,25 lastno + 0,25 m) razmaka med sosednjimi vozili, so minimalne dimenzije (LOS D) parkirnih prostorov 2,30 m x 5,00 m. V primeru, če vozilo ni parkirano točno na sredi parkirnega prostora, je izstopanje z ene strani vozila oteženo. Zato so zaželeno večje dimenzije parkirnih prostorov, in sicer za LOS C (2,40 m x 5,00 m), za LOS B (2,50 m x 5,00 m) in za LOS A (2,60 m x 5,00 m). Pri načrtovanju parkirnih hiš z manjšimi razponi med nosilnimi stebri, kjer ti ležijo vmes med posameznimi parkirnimi prostori, je potrebno parkirane prostore ob nosilnih stebrih ali stenah dodatno razširiti za 25 do 30 cm.

¹ Parking Standard Associates, 1971. Parking Standard Report, Volume I, Parking Standard Design Associates



Slika 7: Prikaz minimalnih dimenzij parkirnega prostora pri nivoju uslug D

Sama postavitev parkirnih prostorov je odvisna od vodenja prometa (eno ali dvosmerno), oblike in dimenzije parkirnih hiš ter lege in vrste uvoznih in izvoznih klančin. Pri tem ne smemo pozabiti elementov vertikalne nosilne konstrukcije (stebri, stene) ter maksimalnih razponov horizontalnih nosilnih konstrukcij (grede, plošča). Glede na vrsto parkiranja ločimo bočno parkiranje, parkiranje pod kotom (poševno) in parkiranje pod pravim kotom.

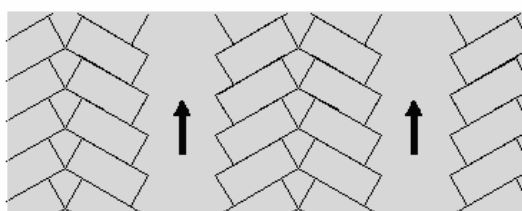
Poševno parkiranje je parkiranje pod kotom $\theta < 90^\circ$ glede na smer vožnje in večinoma ponazarja enosmerni promet. Največkrat se uporablja poševno parkiranje pod koti $\theta = 45^\circ$, 60° ali 75° . Ureditev parkirnih prostorov pod kotom od 76° do 89° ni priporočljiva, saj lahko vozniki majhnih osebnih vozil vozilo enostavno obrnejo in se zapeljejo v napačni smeri. Parkiranje pod kotom manjšim od 45° ni priporočljivo zato, ker ostaja preveč neizkoriščenega prostora.

Parkiranje pod pravim kotom običajno ponazarja dvosmerni promet, pri čemer pride do večjega števila konfliktnih točk, daljšega iskanja parkirnega prostora in zahteva večjo širino parkirne hiše. Vendar lahko sistem pravokotnega parkiranja z dvosmernim prometom deluje tudi kot enosmerni (*Slika 8*), še posebno pri parkirnih hišah z velikim številom prihajajočih vozil v jutranjem času in odhajajočih v popoldanskem času. To pomeni, da zjutraj prometa iz parkirne hiše skorajda ni, tako da promet poteka večinoma enosmerno v parkirno hišo, popoldne pa obratno.

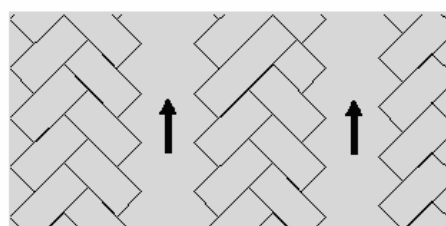


Slika 8: Enosmerna ureditev vodenja pri pravokotnem parkiranju ($\theta = 90^\circ$) v parkirni hiši Šempeter

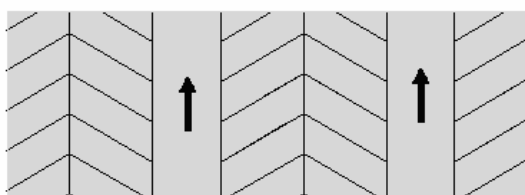
Dobra lastnost parkiranja pod kotom 90° je enostavno in prostorsko bolj izkoriščeno sestavljanje oziroma stikanje parkirnih vrst. Vendar je zaradi potrebnih širših dovoznih stez in dvosmernih zavijalnih otokov, celotni izkoristek manjši.



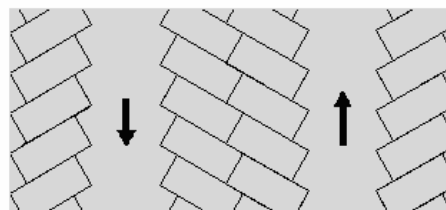
Stikanje parkirnih vrst v ribjo kost pri parkiranju pod kotom $\theta = \{60^\circ, 75^\circ\}$



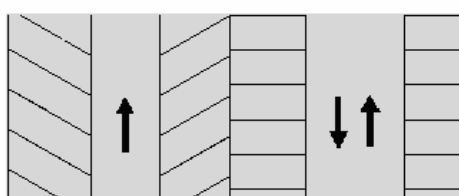
Zlaganje parkirnih vrst pri parkiranju pod kotom $\theta = 45^\circ$



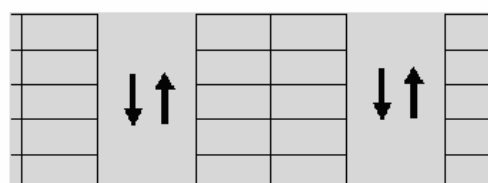
Drugačen prikaz stikanja parkirnih vrst v ribjo kost pri parkiranju pod kotom $\theta = \{60^\circ, 75^\circ\}$



Zlaganje parkirnih vrst pri parkiranju pod kotom $\theta = \{45^\circ, 60^\circ, 75^\circ\}$



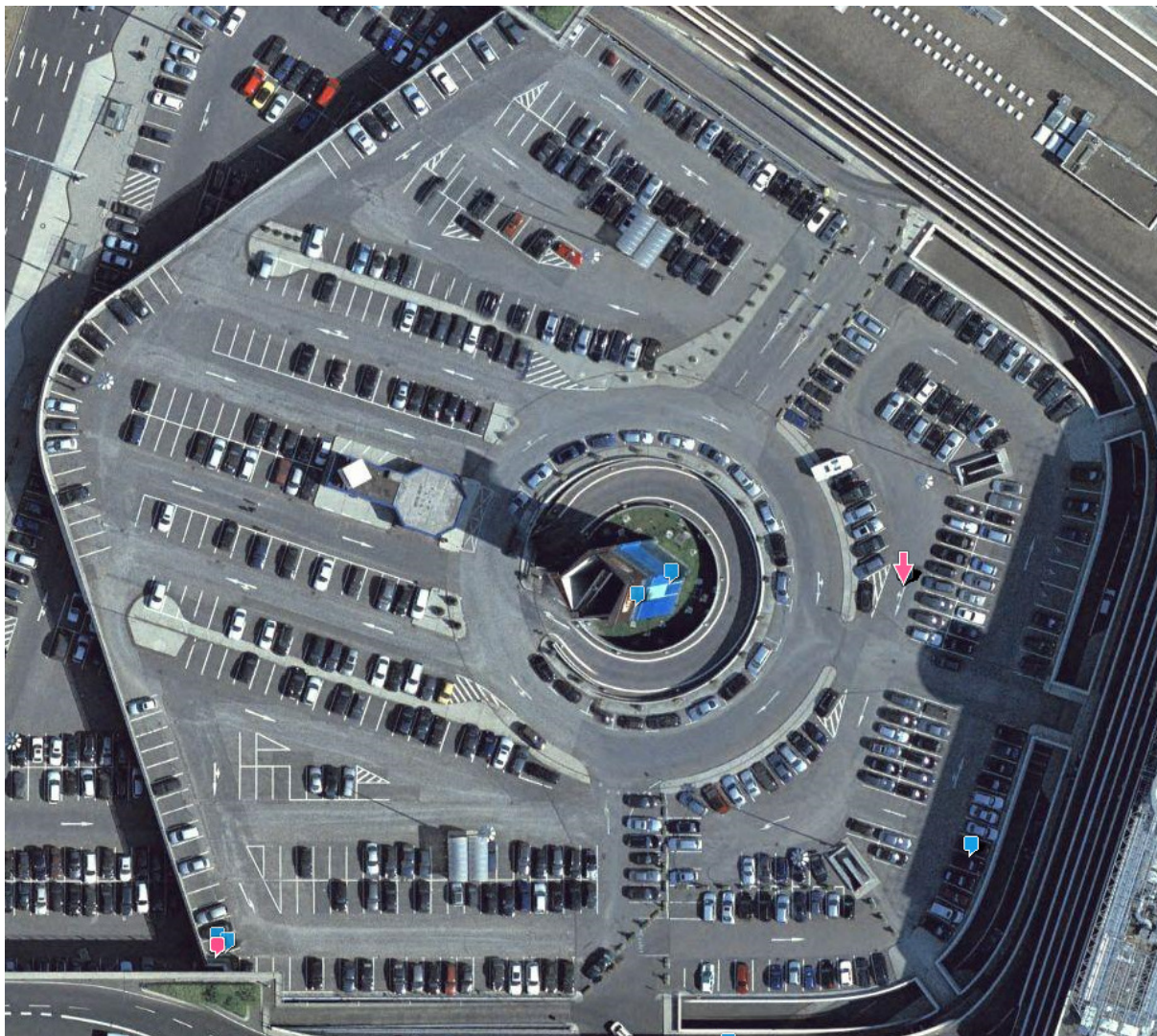
Stikanje parkirnih vrst s poševnim parkiranjem pod kotom $\theta = \{45^\circ, 60^\circ, 75^\circ\}$ in parkiranjem pod kotom $\theta = 90^\circ$



Stikanje parkirnih vrst pod kotom $\theta = 90^\circ$

Slika 9: Stikanje in zlaganje parkirnih vrst pri parkiranju pod različnimi koti

Tlorisne oblike parkirnih hiš so običajno nepravilnih oblik, zato pri razporeditvi parkirnih prostorov pridejo v poštev najrazličnejše oblike stikanja in zlaganja parkirnih prostorov ter postavitve dovoznih stez in klančin (*Slika 10*).

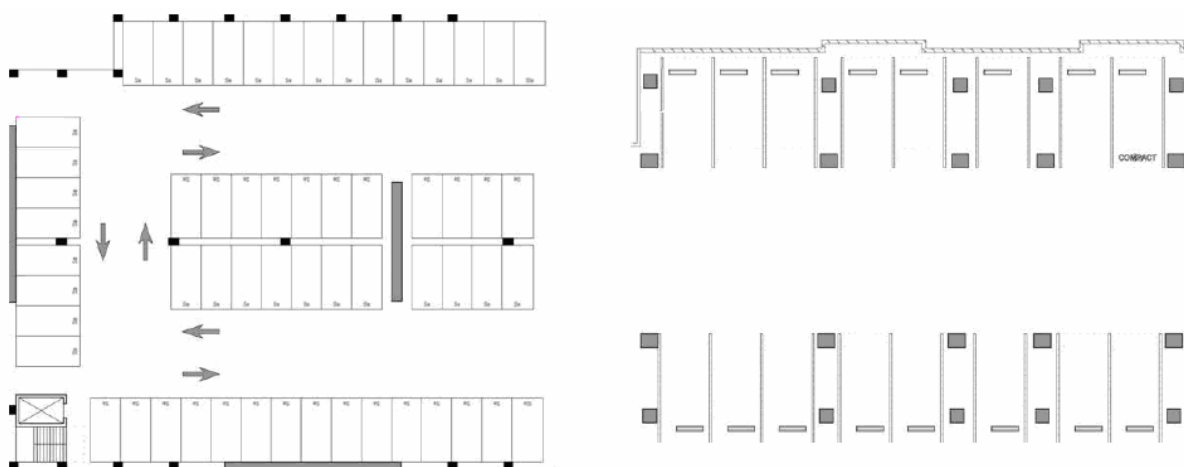


Slika 10: Prikaz prilagajanja postavitve parkirnih prostorov tlorisni obliki parkirne hiše na letališču Köln/Bonn
(vir: <http://loc.alize.us/#/geo:50.878545,7.120841,19,k/>)

3.2 Učinkovitost izrabe parkirne površine ($\text{m}^2/\text{parkirni prostor}$)

Eden najpomembnejših faktorjev izbire vrste parkiranja je površina parkirne etaže, ki odpade na en parkirni prostor. Ta podatek dobimo tako, da celotno parkirno površino delimo z številom parkirnih prostorov. Večja kot je površina na en parkirni prostor, večji so stroški izgradnje, saj za zagotovitev želenega števila parkirnih prostorov potrebujemo večjo parkirno površino oziroma na isti parkirni površini lahko postavimo manj parkirnih prostorov. Učinkovitost izrabe se giblje:

- za objekte z daljšimi razponi med stebri od 27 do 32 $\text{m}^2/\text{parkirni prostor}$ (primer: parkirna hiša Trdinova),
- za objekte s krajšimi razponi med stebri od 30 do 36 $\text{m}^2/\text{parkirni prostor}$ (primer: parkirna hiša Šempeter),
- za objekte namenjene več različnim dejavnostim pa več kot 37 $\text{m}^2/\text{parkirni prostor}$.

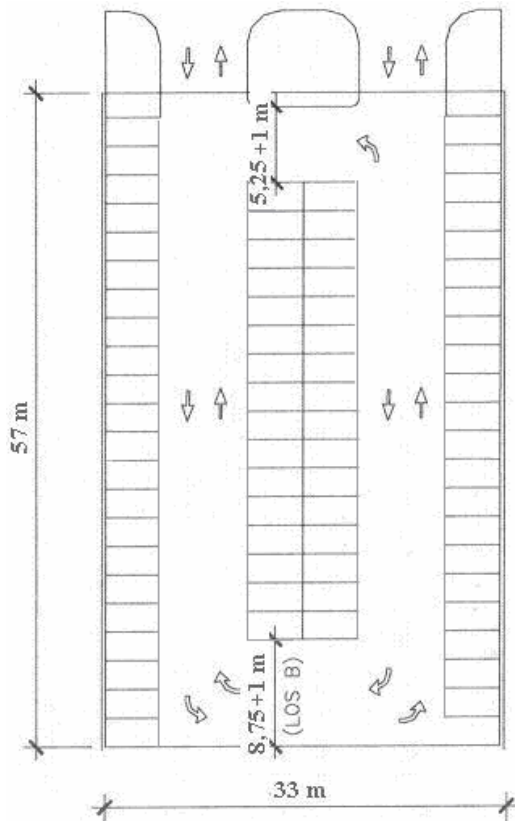


Slika 11: Parkirni objekti z daljšimi (levo) in krajšimi razponi med stebri (desno)

Ker so parkirne vrste pri poševnem parkiranju ožje od tistih pri pravokotnem, je možno na enaki površini postaviti več parkirnih vrst.

Večjo prostorsko izkoriščenost poševnega parkiranja lahko dokažemo na primeru dveh enakih parkirnih površin dimenzij 57 x 33 m. Na vsaki parkirni površini imamo urejenih 80 parkirnih prostorov. Na eni površini je urejeno poševno parkiranje pod kotom $\theta = 75^\circ$, na drugi pa pod kotom $\theta = 90^\circ$. Med parkirnim vrstama sta na obeh koncih urejena prehoda,

uvoz in izvoz (brez vhodno/izhodnih naprav) ležita na desnem koncu parkirne površine. Pri tem je bil izbran nivo uslug B, ki določa minimalno širino parkirnih vrst $M = 16,10$ m ($\theta = 90^\circ$) in $M = 15,50$ m ($\theta = 75^\circ$) ter širino prehoda med vrstama $5,25$ m (enopasovna) + $1,00$ m in $8,75$ (dvopasovna sosledna) + $1,00$ m. Kot je razvidno iz *slike 12*, je pri parkiranju pod kotom 75° za enako število parkirnih prostorov potrebnega manj prostora, kot pri pravokotnem parkiranju.



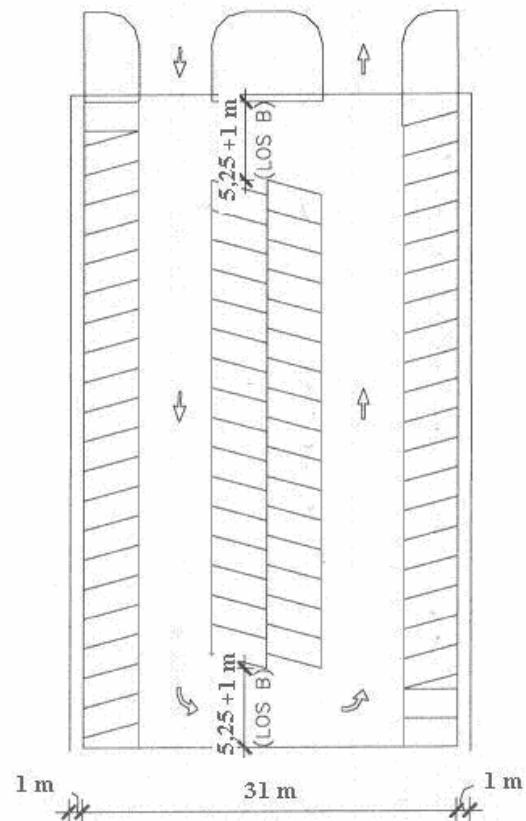
$$\text{GPA} = 57 \text{ m} \times 16,1 \text{ m} \times 2 = 1.835,4 \text{ m}^2$$

kapaciteta = 80 vozil

$$\text{LOS B (PW} = 2,5 \text{ m ; FI} = 90^\circ \text{ ; M} = 16,1 \text{ m)}$$

$$\text{učinkovitost izrabe prostora} = 1.835,4 \text{ m}^2 / 80 \text{ vozil} =$$

$$= \underline{22,94 \text{ m}^2 / \text{parkirni prostor}}$$



$$\text{GPA} = 57 \text{ m} \times 15,5 \text{ m} \times 2 = 1767,0 \text{ m}^2$$

kapaciteta = 80 vozil

$$\text{LOS B (PW} = 2,59 \text{ m ; FI} = 75^\circ \text{ ; M} = 15,5 \text{ m)}$$

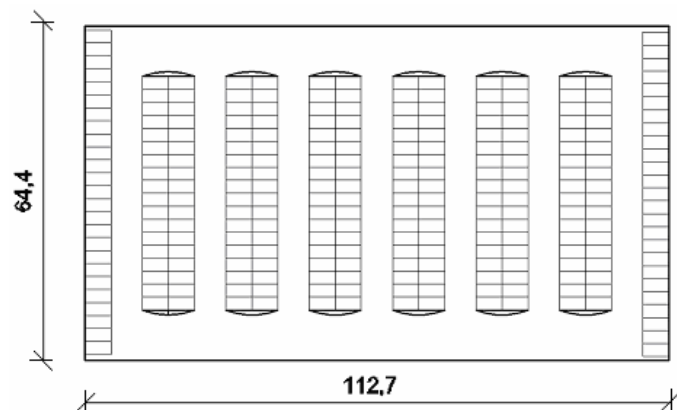
$$\text{učinkovitost izrabe prostora} = 1767,0 \text{ m}^2 / 80 \text{ vozil} =$$

$$= \underline{22,09 \text{ m}^2 / \text{parkirni prostor}}$$

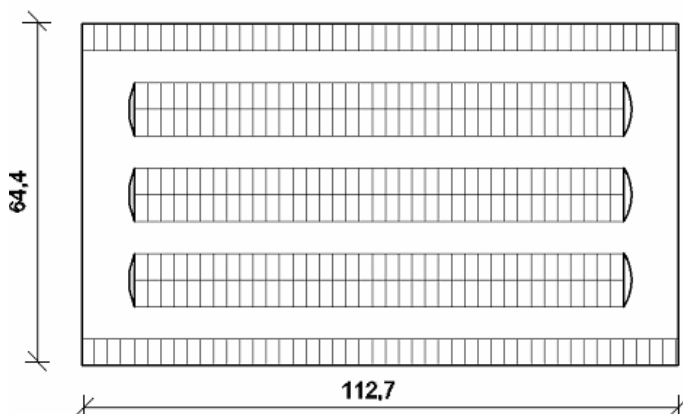
Slika 12: Učinkovitosti izrabe prostora pri parkiranju pod kotom 90° (levo) in 75° (desno)

(vir: P. Chrest et al., 2001, str. 81)

Da bi dosegli boljšo učinkovitost izrabe parkirne površine, se je potrebno prizadevati za čim manjšo uporabo prehodnih stez ter za čim daljše parkirne vrste. Daljša kot je parkirna vrsta, večja je učinkovitost izrabe parkirne površine. Zato je zaželeno parkirne vrste postaviti vzdolž daljše dimenzije parkirne površine (*Slika 13 – naslednja stran*).



GPA = $112,7 \times 64,4 = 7257,88 \text{ m}^2$
 kapaciteta = 266 vozil
 LOS B (PW = 2,5 m ; FI = 90° ; M = 16,6 m)
 učinkovitost izrabe prostora =
 = $7257,88 \text{ m}^2 / 266 \text{ vozil} =$
 = $27,28 \text{ m}^2 / \text{parkirno mesto}$

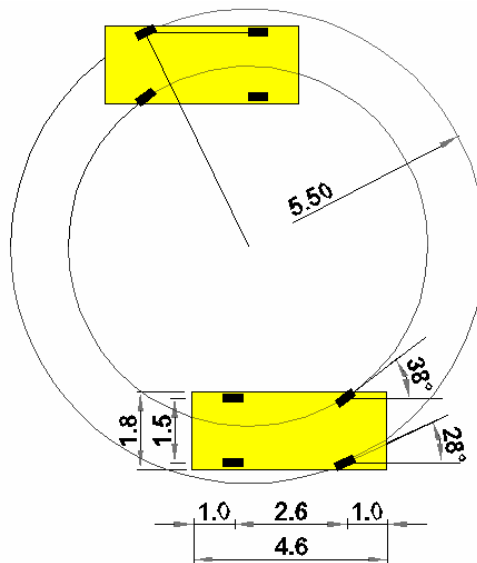


GPA = $112,7 \times 64,4 = 7257,88 \text{ m}^2$
 kapaciteta = 312 vozil
 LOS B (PW = 2,5 m ; FI = 90° ; M = 16,6 m)
 učinkovitost izrabe prostora =
 = $7257,88 \text{ m}^2 / 312 \text{ vozil} =$
 = $23,26 \text{ m}^2 / \text{parkirno mesto}$

Slika 13: Prikaz različne postavitve parkirnih vrst na enaki parkirni površini

4 DOVOZNE STEZE

Dovozne steze potekajo vzdolž parkirnih prostorov, njihovo širino pa določamo glede na širino potrebnega manevrskega prostora vozila (obračalni radij vozila) pri uvozu oziroma izvozu na parkirni prostor in glede na obliko vodenja prometa (enosmerno/dvosmerno). Zunanji obračalni radij je polmer najmanjšega kroga, ki ga pri zavoju za 360° očrta zunanje prednje kolo vozila. Velikosti zunanjih obračalnih radijev vozil se gibljejo med 5,00 do 6,00 m. Nekatera večja osebna vozila pa imajo obračalni radij tudi do 7,50 m.



Slika 14: Obračalni radij vozila

4.1 Dovozne steze v premi

Dovozna steza v premi mora biti široka vsaj 3,00 m, pri vodenju prometa dvosmerno pa vsaj 5,50 m. V splošnem pa ta naj ne presega širine 6,75 m zaradi možnosti pojava nepravilnega parkiranja vozil po sredini steze.

Širine dovoznih stez (A) pri različnih kotih parkiranja (θ) ter za različne nivoje uslug (LOS) so podane v preglednici 2. Za zagotovitev enakega nivoja uslug lahko pri razširitvi parkirnega prostora za vsak dodaten centimeter, širino parkirne vrste (M) zožimo za dodatnih 3 cm.

Preglednica 2: Širina dovoznih stez za posamezne kote parkiranja pri posameznih nivojih uslug (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 80)

θ	VP	WO	O	SO
Velja za vse nivoje uslug (All LOS)				
45	4,83	3,02	0,60	4,65
50	5,00	2,66	0,65	3,90
55	5,14	2,33	0,70	3,26
60	5,23	2,02	0,74	2,68
65	5,29	1,72	0,77	2,17
70	5,31	1,41	0,80	1,69
75	5,29	1,09	0,82	1,25
90	5,00	0,30	0,85	0,00

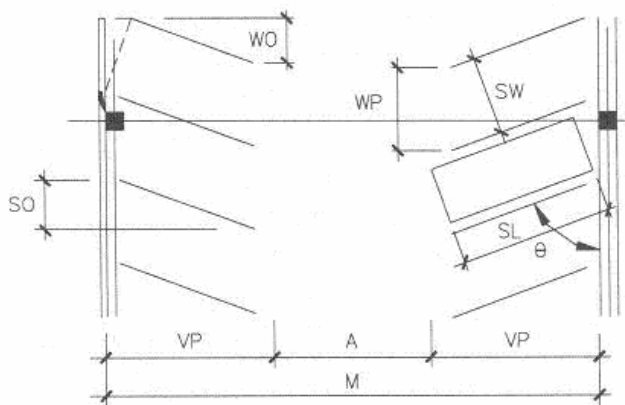
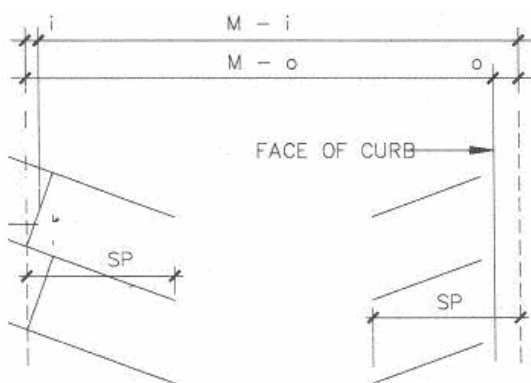
merodajno os. vozilo = 1,75 m X 4,60 m

θ	WP	M	A	I
Nivo uslug A (LOS A)				
45	3,68	13,55	3,98	0,92
50	3,39	13,95	3,95	0,84
55	3,17	14,40	4,13	0,75
60	3,00	14,80	4,34	0,65
65	2,87	15,20	4,62	0,55
70	2,77	15,50	4,88	0,44
75	2,69	15,80	5,22	0,34
90	2,60	16,40	6,40	0,00

θ	WP	M	A	I
Nivo uslug B (LOS B)				
45	3,54	13,25	3,59	0,89
50	3,26	13,65	3,65	0,81
55	3,05	14,10	3,83	0,71
60	2,89	14,50	4,04	0,64
65	2,76	14,90	4,32	0,53
70	2,66	15,20	4,58	0,43
75	2,59	15,50	4,92	0,33
90	2,50	16,10	6,10	0,00

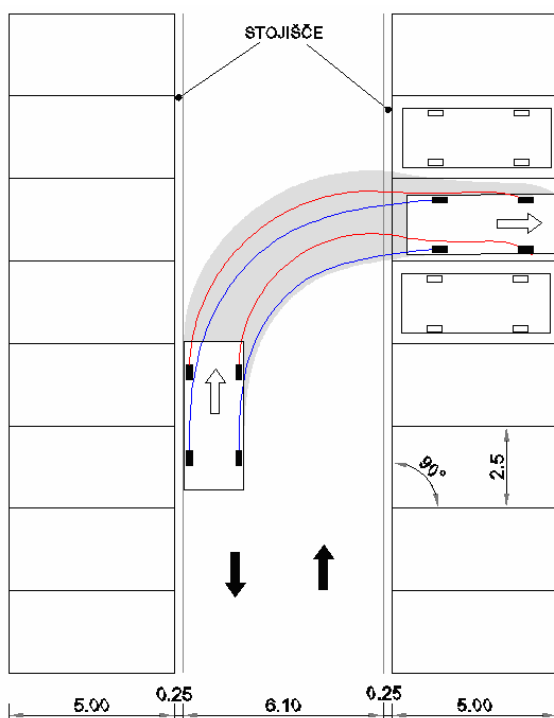
θ	WP	M	A	I
Nivo uslug C (LOS C)				
45	3,39	12,95	3,29	0,85
50	3,13	13,35	3,35	0,77
55	2,93	13,80	3,53	0,69
60	2,77	14,20	3,74	0,60
65	2,65	14,60	4,02	0,51
70	2,55	14,90	4,28	0,41
75	2,48	15,20	4,62	0,31
90	2,40	15,80	5,80	0,00

θ	WP	M	A	I
Nivo uslug D (LOS D)				
45	3,25	12,65	2,99	0,81
50	3,00	13,05	3,05	0,74
55	2,81	13,50	3,23	0,66
60	2,66	13,90	3,44	0,58
65	2,54	14,30	3,72	0,49
70	2,45	14,60	3,98	0,39
75	2,38	14,90	4,32	0,30
90	2,30	15,50	5,50	0,00

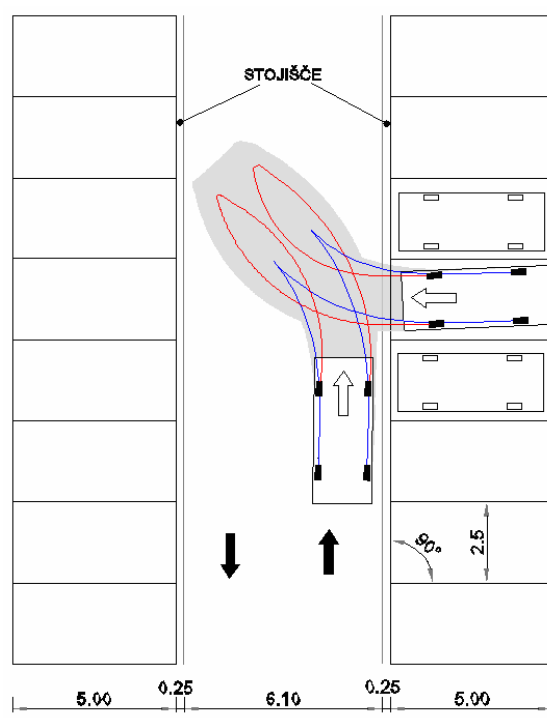


Legenda:

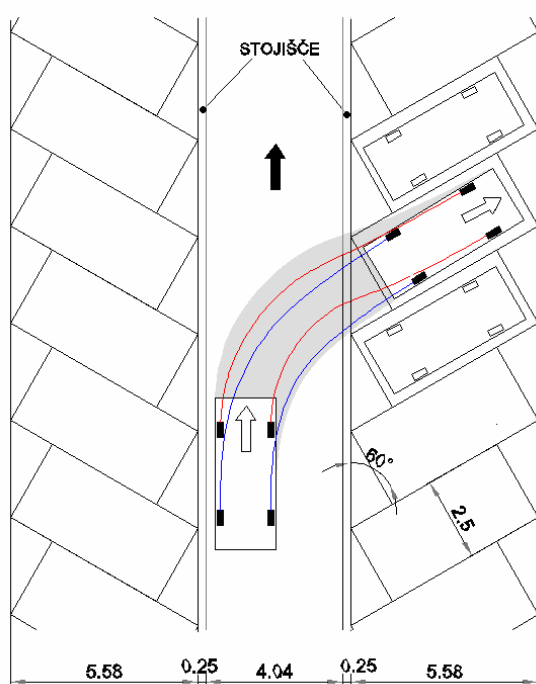
θ = kot parkiranja	o = previs preko robnika	SW = širina parkirnega prostora
M = širina parkirne vrste	SP = prav.projekcija robne črte	SL = dolžina parkirnega prostora
A = širina dovozne steze	VP = prav.projekcija vozila	WO = zožanje zaradi prepletanja
i = zmanjšanje zaradi prepletanja	WP = odmik od zidu	SO = zamik poševne črte
merodajno vozilo = 1,75 x 4,60 m		



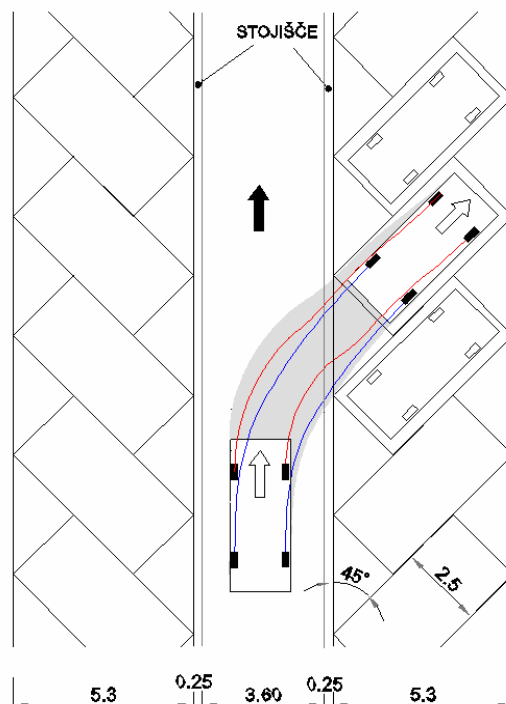
Čelno parkiranje pod kotom 90°



Vzratno parkiranje pod kotom 90°



Čelno parkiranje pod kotom 60°



Čelno parkiranje pod kotom 45°



Slika 15: Čelno in vzratno parkiranje pri različnih kotih parkiranja za nivo uslug B

Ob dovozni stezi je potrebno urediti stojišče široko od 0,25 m do 0,50 m, ki služi kot čakalni prostor za pešce, da lahko ti varno počakajo prost prehod preko dovozne steze. Če so te steze širše kot 3,50 m se stojišče lahko tudi opusti.

Če želimo urediti enosmerno vodenje prometa, je priporočljivo, da predvidimo poševno ($\theta < 90^\circ$) in ne pravokotno parkiranje, saj se pri pravokotnem parkiranju lahko zgodi, da voznik manjšega osebnega vozila zapelje v narobno smer, zaradi česar lahko pride do nesreče. Ta nevarnost je še toliko večja v krivinah, kjer je vidljivost manjša in ni predvidena zadostna širina za srečevanje vozil. Pri enosmernem vodenju s poševnim parkiranjem je tudi lažje uvažati in izvažati v in s parkirnega prostora.



Slika 16: Prikaz ureditve poševnega parkiranja z enosmernim vodenjem

(vir: <http://www.pressebox.de/attachment/92217/Parkhaus+Mosea+ForumPICT0020.JPG>)

Nasprotno, če želimo imeti dvosmerni promet, ne uvajamo poševnega parkiranja, saj bi tako vozilom iz posamezne smeri bistveno otežili parkiranje na nasprotni strani parkirne vrste.

Glavna prednost dvosmernega vodenja prometa je večja širina dovozne steze, kar pomeni večjo varnost pešcev in preglednost pri iskanju parkirnega prostora, možno pa je tudi obvoziti

vozilo, ki čaka na izpraznitev parkirnega prostora. Poleg tega pa prometni tok po dvosmerni stezi poteka prosto in ne v predpisani smeri. Čeprav je pri pravokotnem parkiranju večji izkoristek parkirne površine, je za dvosmerno vodenje potrebna večja širina dovozne steze, kar lahko pomeni celo manjši izkoristek prostora.



Slika 17: Parkiranje pod pravim kotom z dvosmernim vodenjem prometa in urejenim stojiščem za pešce ob dovozni stezi - parkirna hiša City Park

V parkirnih hišah z veliko tlorisno površino je pri enaki širini, v petih parkirnih vrstah s parkiranjem pod kotom 75° , mogoče postaviti več parkirnih prostorov, kot je to v štirih vrstah s pravokotnim parkiranjem. Raziskave so tudi pokazale, da je bilo pri parkiranju pod kotom 60° več vozil ustrezno poravnanih z robnimi črtami, ki označujejo parkirni prostor, kot jih je bilo na parkirnih prostorih pod kotom 90° .

Tudi če imamo pri obeh sistemih vodenja ustrezno pretočnost, bo pri enosmernem prometu prišlo do manjšega števila zastojev. Obstajajo tudi druge prednosti enosmernega prometa s poševnim parkiranjem, saj pri enosmernem vodenju ne more priti do konflikta med nasprotno vozečima voziloma, ko obe želita zasesti isti parkirni prostor.

Pri poševnem parkiranju lahko kot parkiranja (θ) prilagajamo velikosti vozil, in sicer večje kot je vozilo, manjši je kot in obratno. Tako lahko skozi življenjsko dobo objekta kot parkiranja prilagajamo spreminjanju dimenzij vozil.

4.2 Dovozne steze v zavojih in na prehodih

Dovozne steze v zavojih in na prehodih med parkirnimi vrstami skupaj s parkirnimi prostori imenujemo tudi zavijalni otoki (ang. turning bay). Ti služijo za prehajanje vozil in povezavo med sosednjimi parkirnimi vrstami. Nivoji uslug zavijalnih stez temeljijo na standardih prevzetih po American Association of State Transportation Officials (AASHTO), ki kot merodajno vozilo že več kot 30 let uporabljajo enako osebno vozilo dimenzij 2,15 m x 5,80 m. To vozilo je večje od večine današnjih vozil tako v Evropi kot v Ameriki. Za hitrosti nižje od 15 km/h je minimalni zunanji obračalni radij tega vozila 7,30 m. Skozi čas se je to vozilo izkazalo kot primerno za načrtovanje uvoznih in izvoznih klančin in cest. Obračalni radiji pri zavijalnih stezah (*preglednica 3*) so pri nivojih uslug višjih od D nekoliko manjši od tistih predpisanih pri krožnih klančinah (*preglednica 6*). Vzrok za to so višje omogočene hitrosti, saj na vozišču ni predvidenega peš prometa ter vozil, ki se parkirajo. Širine stez v zavojih in na prehodih so glede na nivo uslug in v odvisnosti od oblike vodenja podane v *preglednici 3*.

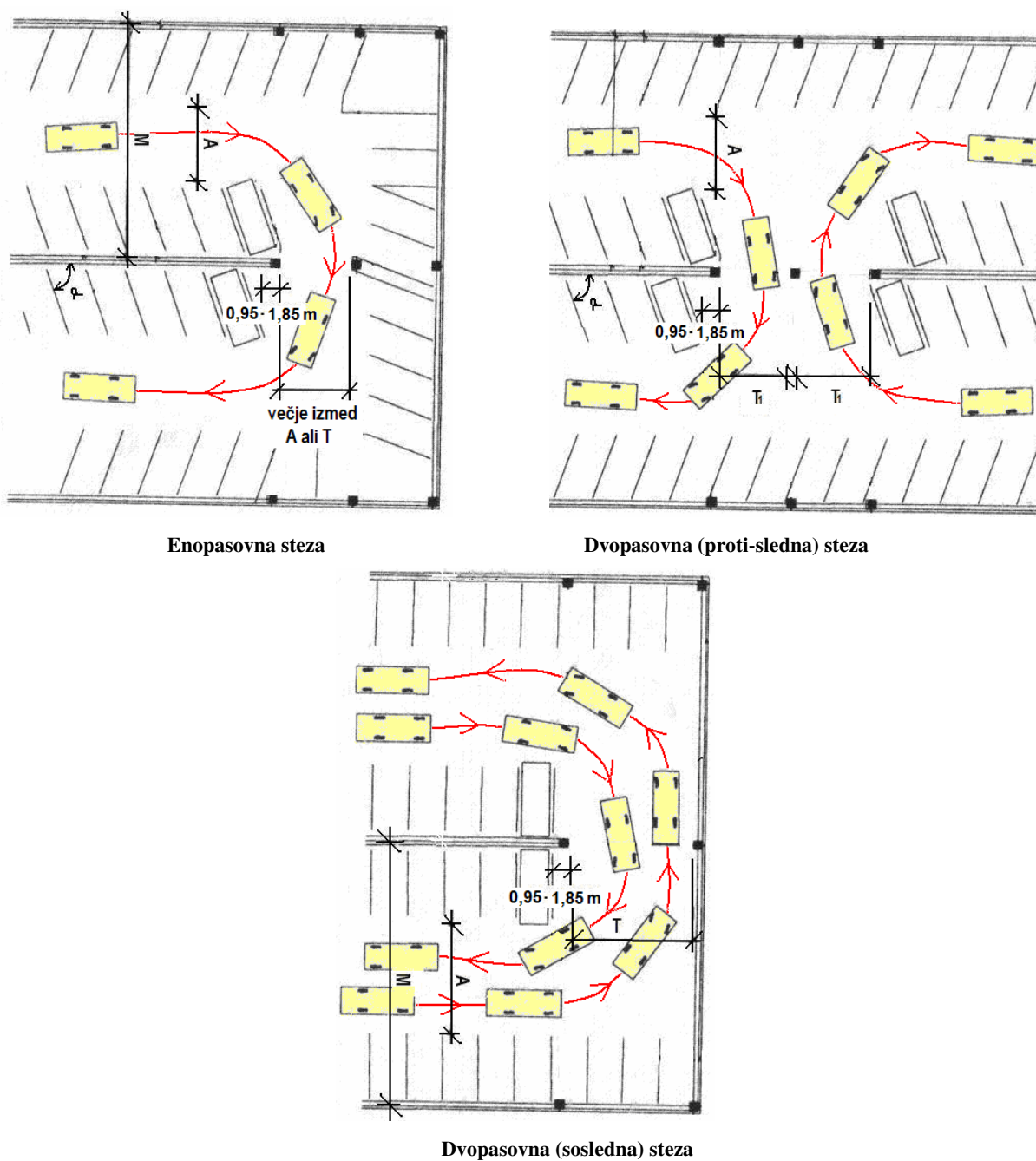
Preglednica 3: Priporočene vrednosti elementov v območju pakiranja (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 52)

		LOS D	LOS C	LOS B	LOS A
Obračalni radij (zunanje prednje kolo)¹		7,3 m	7,9 m	8,5 m	9,1 m
Širina prehoda med parkirnim vrstama (razmak med nosilnimi stebri)					
Enopasovna	T	4,25 m	4,65 m	5,25 m	6,25 m
Dvopasovna (sosledna)	T	7,75 m	8,25 m	8,75 m	9,25 m
Dvopasovna (proti-sledna)	T ₁	8,5 m	9,3 m	10,5 m	11,3 m
Število 360° zavojev do vrha parkirne hiše		7	5,5	4	2,5
Najkrajša razdalja do izvoza (bližnjica)²		150 m	125 m	100 m	75 m
Najdaljša razdalja od parkirnega prostora do uvozne/izvozne steze		250 m	200 m	150 m	100 m
Število parkirnih prostorov na spregled³					
Parkiranje pod kotom manjšim od 90°		1600	1200	800	400
Pravokotno parkiranje		1000	750	500	250
Širina pasu za parkiranje		2,6 m	2,7 m	2,8 m	2,9 m

¹ Najnižji nivo uslug (LOS D) je določen po AASHTO.

² Pri enosmernih stezah je potrebno upoštevati obvezno smer vožnje do izvoza.

³ Parkirni prostori ob glavni stezi pri parkirnih klančinah in parkirni prostori na etaži pri klasičnih parkirnih hišah.



Slika 18: Prikaz zavijalnih stez in prehodov (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 53)

Da bi uporabnikom omogočili lažje zavijanje, naj bo vsak prvi parkirni prostor na notranji strani krivine, od roba stebra, umaknjen za najmanj 0,95 m do 1,85 m. Pri poševnem parkiranju pa naj bo za enako razdaljo umaknjen tudi zunanji rob parkirnega prostora.

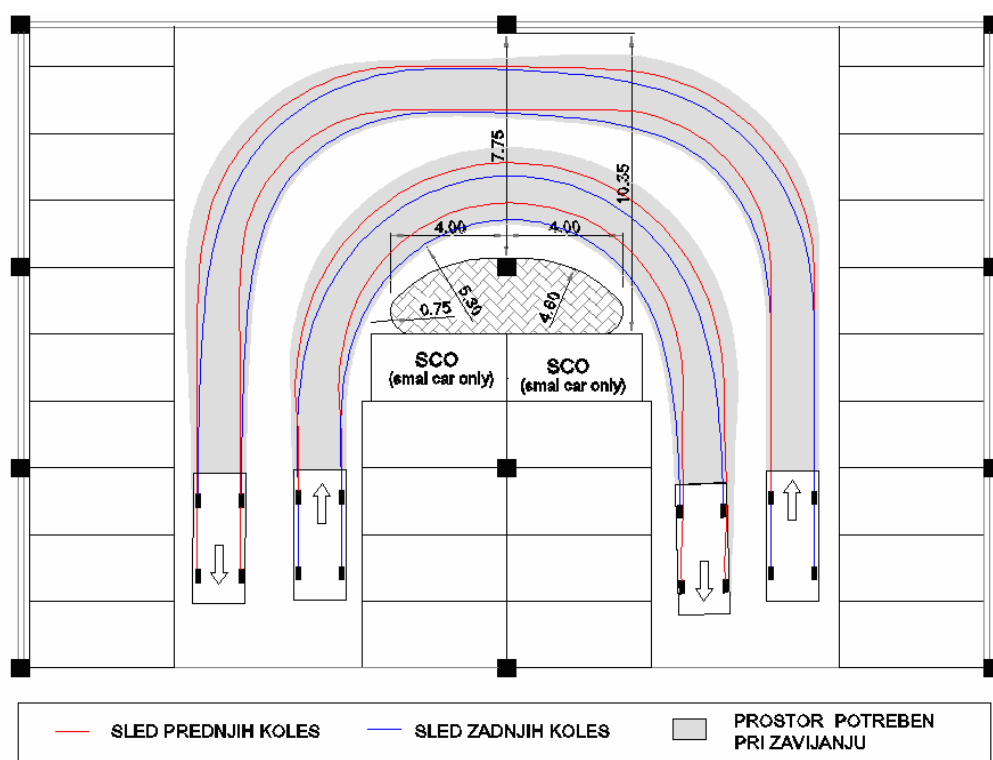
Primernejša rešitev je postavitve polkrožnih otokov na notranji strani krivine, ki naj bodo od vozišča dvignjeni. S tem odvrnemo voznike, da bi svoja vozila parkirali na koncih in na

prehodih med parkirnimi vrstami, saj bi tako parkirana vozila lahko ovirala ostale pri zavijanju ter zmanjševala preglednost v krivini. S polkrožnimi otoki tudi zaščitimo vozila parkirana na koncih parkirnih vrst pred morebitnimi trki vozil, ki bi krajšala krivino.



Slika 19: Prikaz ureditve dovozne steze v zavoju v parkirni hiši na letališču v Kölnu
(vir: <http://flickr.com/photos/cruisair/495980102/>)

Pri dimenzioniranju dvignjenega otoka na notranji strani krivine je potrebno upoštevati notranji radij vozila pri zavijanju, ki znaša okoli 4,60 m (*slika 20*). Radij zaokrožitve dvignjenega otoka naj bo večji od notranjega radija največjega pričakovanega vozila. Če je ta radij manjši, se lahko zgodi, da bodo vozila širše zapeljala v in iz zavoja ter tako prešla na nasprotni vozni pas, pri čemer lahko pride do trčenja. Vmes med parkirnimi prostori in dvignjenim otokom je potrebno urediti dodaten 0,60 m širok pas za lažje vstopanje in izstopanje potnikov iz vozila.



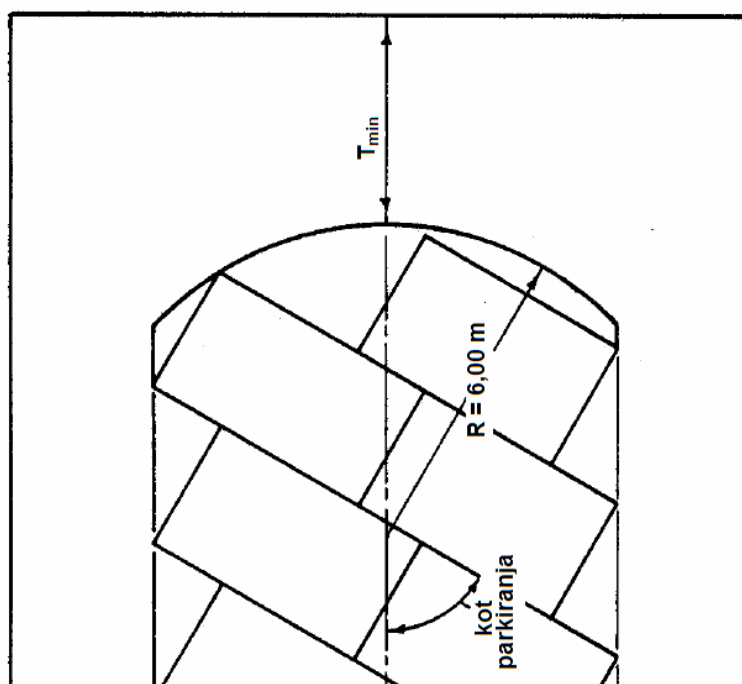
Pri enosmernem
vodenju in parkiranju
pod kotom od 45° do
90° je:

$T_{\min} = 4,25 \text{ m (LOS D)}$

Pri enosmernem
vodenju in parkiranju
pod kotom od 30° do
44° je:

$T_{\min} = 4,00 \text{ m}$

Pri dvosmernem
vodenju in parkiranju
 $T_{\min}$ razširimo za
dodatna 3 do 3,5 m



Slika 20: Zavijalna steza z dvignjenim (zgoraj) in brez dvignjenega otoka (spodaj)

(vir: https://www.pci.org/view_file.cfm?file=P_MNL-129-98.pdf)

5 VODENJE V PARKIRNI HIŠI

Primarni elementi vodenja v parkirni hiši so vizualni pripomočki, kot so na primer table za obveščanje s spremenljivo vsebino, prometni znaki in smerokazi, talne označbe, postavitve osvetljave ter sama oblika in razporeditev konstrukcijskih elementov (stebri, klančine, stopnišče, dvigalo). Ponavljajoč se vzorec postavitve konstrukcijskih elementov in vizualnih pripomočkov na vsaki posamezni etaži uporabniku olajšajo orientacijo v parkirni hiši.

Kmalu po vходу v vsako etažo je potrebno voznika voditi mimo glavnega stopnišča oziroma dvigala ter ga tako seznanimi s peš izhodom iz PH. Večina uporabnikov se namreč glede na peš vhod in izhod zapomni lokacijo, kjer so parkirali svoje vozilo. V primeru, da imamo več peš vhodov in izhodov v in iz parkirne hiše oziroma večje število parkirnih etaž, naj bo vsaka posamezna etaža ali izhod označen z zaporedno številko (1, 2, 3...), etažno številko (I, II, III...), obarvan v različnih barvah (*slika 21*) ali s kakšnimi drugimi posebnostmi, po katerih si jih bo uporabnik lažje zapomnil.



Slika 21: Različno obarvane etaže v parkirni hiši Trdinova (vir: <http://www.parkiraj.si>)

Uporaba različnih barv lahko poživijo parkirne objekte, vendar je pri uporabi različnih barv potrebno paziti, da teh ni preveč, kajti večina ljudi si zapomni in učinkovito razlikuje le 6 različnih barv. Poleg črne in bele so to še rdeča, modra, zelena, rumena, oranžna in rjava. Če je uporabljena kakšna druga barva, se učinkovitost barv bistveno zmanjša. Ločeno uporabo samo toplih (rdeča, rumena, oranžna) ali samo hladnih (modra, zelena) barv 99 % uporabnikov skoraj ne opazi.

Zaradi boljše prepoznavnosti naj bodo barve znakov za pešce drugačne od tistih na prometnih znakih. Narejen je bil tudi poskus, da bi za ozadje vseh tabel za pešce uporabili zeleno barvo (zeleno, ki označuje avtocesto), za izhode pa bi to ozadje bilo rdeče barve (gasilsko rdeča). Že po prvi postavitvi teh tabel se je pokazalo, da so te vizualno zelo moteče. Zaključek je bil, da beli simboli oziroma črke na črni podlagi še vedno predstavljajo preprost in učinkovit način vodenja pešcev.

Razmerje med debelino in velikostjo črk pisave nam pomaga, da se izognemo problemu nastanka svetlobnega madeža kot posledica zelo svetlih debelih črk na temni podlagi. Ravnovesje med debelino in velikostjo črk, ki ga najdemo pri pisavi Helvetica Medium učinkovito izkorišča ta učinek, ne da bi se pri tem poslabšala čitljivost napisov. Uporabimo lahko tudi pisavo Times New Roman ali Goudy, vendar pa je priporočljivo nekoliko povečati velikost črk, ker je razmerje med debelino in velikostjo črk večje. Napisi naj bodo napisani z malimi tiskanimi črkami, vsaka beseda pa naj se začne veliko začetnico. Taki napisi so za 30% do 35 % ožji od napisov, ki so v celoti napisani z veliki tiskanimi črkami. S slednjimi naj bodo napisani le napisi, ki jih želimo posebej poudariti, na primer »STOP«.

Na orientacijo uporabnika vpliva tudi število zavojev, ki jih ta naredi s svojim vozilom od uvoza do prostega parkirnega prostora. Nivo uslug (LOS) v parkirnih hišah se zato določa tudi glede na število 360° zavojev, ki so potrebni, da se uporabnik s svojim vozilom povzpne na najvišjo oziroma spusti na najnižjo etažo. Večje kot je število 360° zavojev, težje se ta orientira. Pri tem je pomembna tudi peš razdalja od parkirnega prostora do zaželenega končnega cilja oziroma izhoda iz parkirne hiše.

Priporočljivo je tudi, da je povsod na etaži možen pregled nad celotno parkirno površino, še posebej proti izhodu, saj se tako pri vozniku poveča občutek varnosti. Upoštevanje slednjega

je privedlo do zmanjšanja števila zapletenih parkirnih hiš v korist tistih, s preprosto razporeditvijo stez in parkirnih prostorov.

Za varnost tako pešcev kot vozil je potrebno poskrbeti za zadostno pregledno razdaljo. Na to razdaljo bistveno vpliva tudi medetažna višina. S tem je mišljeno na minimalno svetlo višino, ki jo merimo od tal vozišča do najnižje točke horizontalne nosilne konstrukcije. Z višanjem svetle etažne višine se povečuje tudi preglednost. Boljša kot je preglednost, prej lahko voznik opazi napise in table za usmerjanje prometa, ter se tako lažje pripravi na naslednji manever.

Preglednica 4: Nivoji uslug za peš promet v parkirni hiši (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 45)

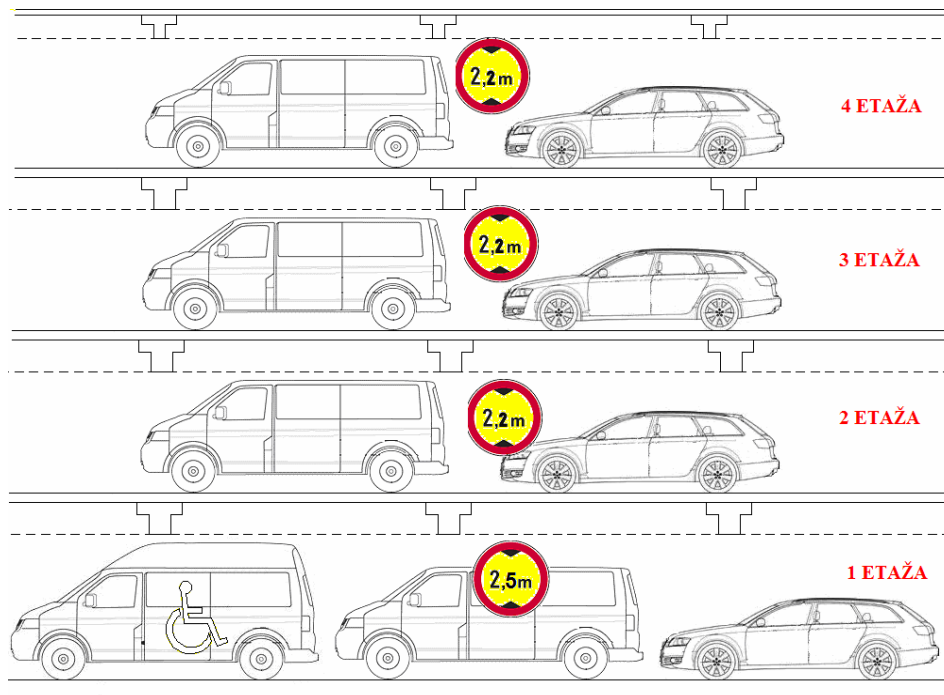
	LOS D	LOS C	LOS B	LOS A
Največja peš razdalja znotraj parkirne hiše	400 m	300 m	200 m	100 m
Največja peš razdalja do končnega cilja				
Končni cilj je znotraj istega zaprtega objekta	1400 m	1050 m	700 m	350 m
Končni cilj je zunaj parkirnega objekta	700 m	525 m	350 m	175 m
Do končnega cilja zunaj objekta pelje nadkrit prehod	600 m	400 m	300 m	150 m
Prosta (svetla) medetažna višina¹				
Horizontalna konstrukcija so grede/plošča ²	2,2 m	2,4 m	2,6 m	2,8 m
Ostale oblike horizontalnih konstrukcij ³	2,4 m	2,6 m	2,8 m	3,0 m
% parkirnih prostorov na vodoravnih etažah	0 %	30 %	60 %	90 %
Največja razdalja od katerekoli točke do odprtin v zunanjih zidovih	75 m	60 m	45 m	30 m
Naklon parkirnih klančin	6,5 %	6 %	5,5 %	5 %

Minimalna medetažna višina v parkirnih hišah se giblje okoli 3,0 m, pri čemer je svetla višina objekta nekje med 2,15 do 2,25 m. Če imamo luči pritrjene na spodnjo stran horizontalne nosilne konstrukcije, je najvišja dovoljena višina za vozila okoli 2,0 m oziroma 2,1 m. Za kombinirana vozila z dvižno rampo za invalide, pa mora biti ta višina vsaj 2,50 m.

¹ Najmanjša vertikalna razdalja od tal do kakršnekoli ovire (napeljava, cevi, luči, nosilna konstrukcija,...).

² Najmanjši horizontalni razmak med gredami je 4,50 m.

³ Prefarbicirani T- profili in montažne armirane plošče.



Slika 22: Parkirna hiša z različnimi omejitvami višin za vozila

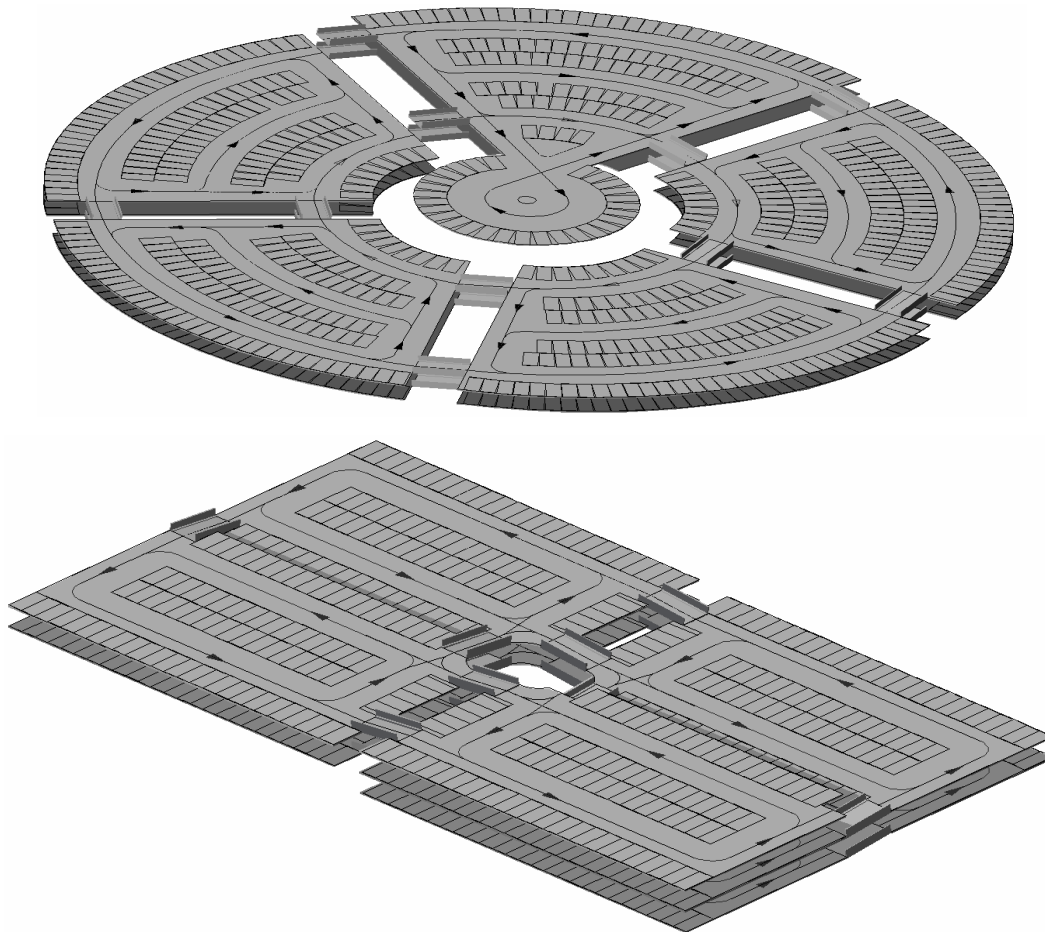
Ker lokalni predpisi omejujejo višino objekta in je interes vsakega investitorja, da ima objekt čim več etaž, lahko del etaž namenimo samo za osebna vozila (nižja etažna višina), medtem ko na drugih etažah (višja etažna višina) omogočimo parkiranje tudi višjim dostavnim vozilom ter vozilom z dvižno rampo za invalide (*slika 22*).

Pri vodenju prometa mora vsak projektant stremeti k temu, da čim bolj zmanjša število konfliktnih točk (križanja, prepletanja) med posameznimi tokovi. Čeprav postavitev parkirnih prostorov stran od uvoznih in izvoznih stez poveča pretočnost, je zaželeno, da izberemo tak sistem »krožnega« vodenja po parkirni hiši, da bo uporabniku omogočal pregled nad čim večjim številom parkirnih prostorov.

Paziti je potrebno pri določanju prednostnih smeri, saj tu ne velja pravilo desnega, ampak je potrebno upoštevati prednost vozil, ki peljejo po izvozni ali uvozni klančini na etažo, pred ostalimi vozili. Prednost vozil na izvoznih klančinah pred vozili na uvoznih klančinah je potrebno določiti glede na medsebojno lego klančin.

Pri samem izvažanju iz parkirne hiše je pomembno, da je izvozna razdalja čim krajša in da se čim manj križa s preostalimi uvoznimi ter dovoznimi stezami. V primeru, da imamo parkirno

hišo z velikim številom parkirnih prostorov je bolje, da jo razdelimo na več delov. Med sabo jih ločimo tako, da jih višinsko zamaknemo, kot je to v primeru D'Humy sistema, kjer so etaže višinsko zamaknjene za polovico etažne višine. Vsak del naj ima svoj sistem »krožnega« vodenja prometa, saj s tem nudi uporabniku lažji pregled nad prostimi parkirni prostori.



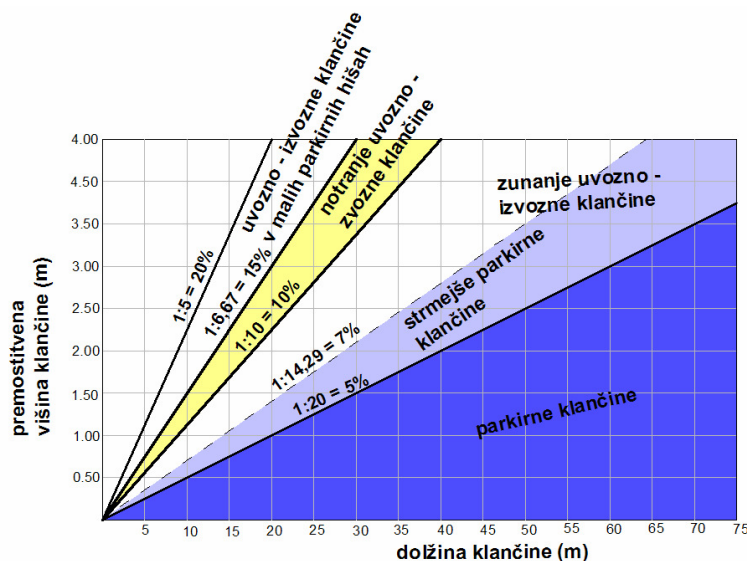
Slika 23: Razdelitev parkirne etaže na več manjših višinsko ločenih parkirnih etaž

6 KLANČINE

Vertikalna komunikacija med etažami poteka preko klančin, ki predstavljajo enega najpomembnejših in najzahtevnejših sestavnih elementov parkirne hiše, saj s svojo lego in obliko bistveno vplivajo na razporeditev vseh ostalih elementov. Klančine se lahko nahajajo zunaj ali znotraj parkirne hiše, lahko so preme ali krožne oblike, eno ali večpasovne, promet po njih pa lahko poteka eno ali dvosmerno. Pri projektiranju parkirne hiše se je potrebno izogibati nepotrebnemu povečanju površine namenjene klančinam. Potrebno je tudi upoštevati, da za manjši naklon klančin porabimo več prostora, vendar pa so položnejše in širše klančine uporabniku bolj prijazne in varne. Projektiranje klančin je razdeljeno na dva dela, in sicer na projektiranje vertikalnega (višinski potek) in horizontalnega poteka klančin.

6.1 Višinski potek klančin

Najbolj učinkovit sistem klančin so kratke preme klančine pri parkirnih hišah s polovico etažne višine zamaknjenimi parkirnimi etažami (D'Humy sistem). Ta način razporeditve etaž nam omogoča postavitev krajših klančin, z zagotovitvijo naklona, ki še vedno ustreza dovoljenemu. Naklon je možno zmanjšati tudi z zmanjšanjem etažne višine na račun manjše višine konstrukcijskih elementov, in sicer z uporabo boljših materialov večjih nosilnosti. Okvirne mejne vrednosti naklonov različnih vrst klančin so prikazane v *grafikonu 1*.



Grafikon 1: Prikaz mejnih naklonov različnih vrst klančin (vir: Vahlefeld, R., Jocques, F., 1956, str. 37)

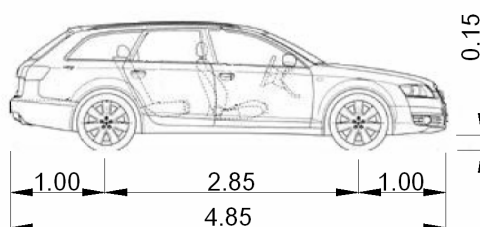
Naklon parkirnih klančin naj ne presega 6,5 %, razen v bolj hribovitem območju, kjer so ljudje vajeni strmejšega terena, vendar največ 7 %.

Uvozne in izvozne klančine naj ne presegajo naklona 12,5 %, razen v primeru, ko je hoja po klančini za pešce prepovedana. Tedaj je naklon lahko nekoliko strmejši, in sicer do 15 %. Nakloni večji od 15 % za uporabnika predstavljajo psihološko oviro, vendar pa v majhnih parkirnih hišah, kjer zaradi pomanjkanja prostora ni možen manjši naklon, izjemoma lahko uporabimo naklon do 20 %. Pri naklonih večjih od 15 % je za zmanjšanje nevarnosti zdrsa vozila potrebno površino vozišča dodatno zaščititi s hrapavljenjem ali poskrbeti za talno gretje klančin.

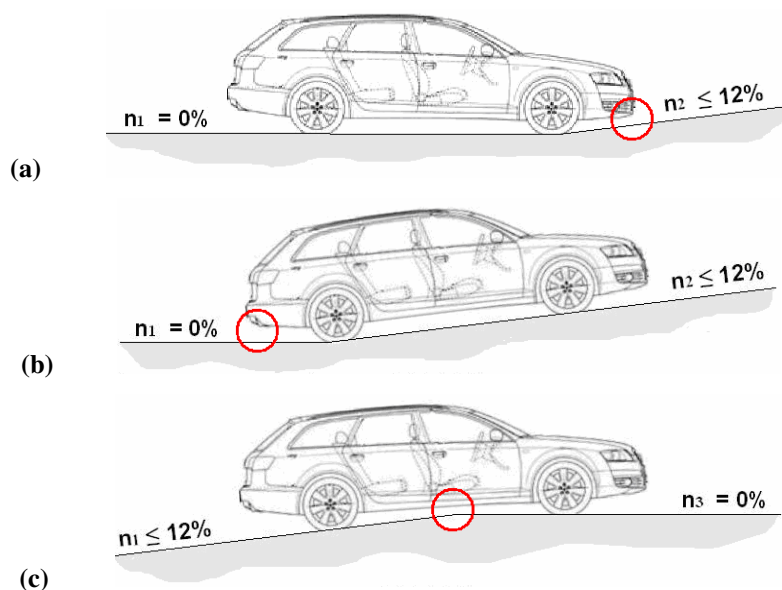
Pri določanju vertikalnega poteka klančin je potrebno upoštevati dimenzije osebnega vozila, kot so največja medosna razdalja, največji previs sprednjega in zadnjega dela vozila ter najmanjša (tovarniška) razdalja od podvozja vozila do tal.

Preglednica 5: Dimenzije merodajnega vozila pri načrtovanju višinskega poteka klančin

	razdalje (m)
medosna razdalja	2,85
previs srednjega dela vozila	1,00
previs zadnjega dela vozila	1,00
višina od tal do podvozja vozila	0,15

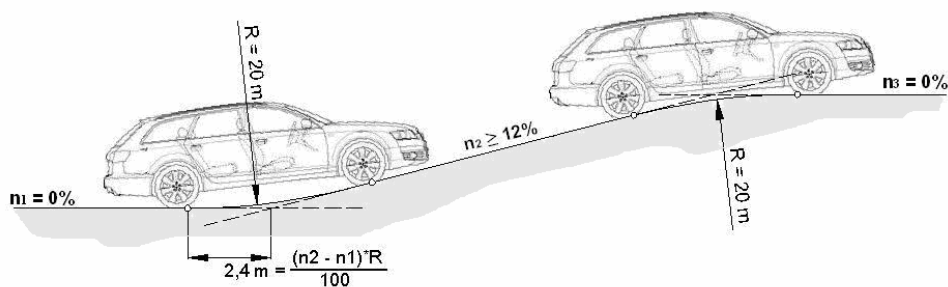


Pri vozilih z dolgim previsnim delom obstaja nevarnost, da na spodnjem koncu klančine, s prednjim (slika 24/(a)) ali zadnjim delom (slika 24/(b)) vozila podrsajo po vozišču oziroma obtičijo pred klančino. Vozila z večjo medosno razdaljo pa lahko na vrhu klančine celo nasedejo na klančino (slika 24/(c)).

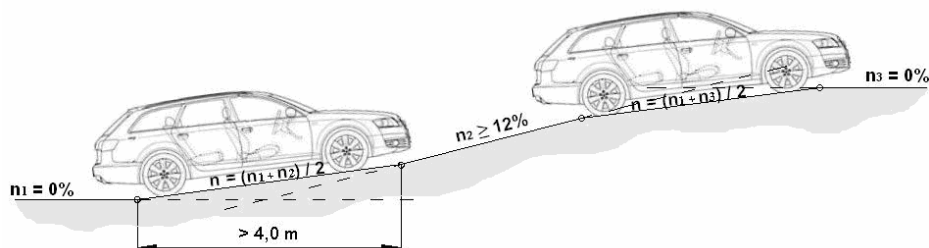


Slika 24: Kritični območja pri prehodu vozil med klančino in etažo

Vertikalni prehod med etažo in klančino do naklona 12 % je možno urediti brez prehodne klančine ali vertikalne zaokrožitve. Pri naklonih klančin, ki presegajo 12 %, pa je potrebno prehod ublažiti z vertikalno zaokrožitvijo, katere polmer naj ne bo manjši od 20 m ali s prehodno klančino dolžine vsaj 4 m in naklonom, ki znaša $\frac{1}{2}$ naklona uvozne ali izvozne klančine (Sill, 1968, str. 97).



a) izvedba z vertikalno zaokrožitvijo



b) izvedba s prehodno klančino

Slika 25: Izvedba klančin pri naklonu večjemu od 12 %

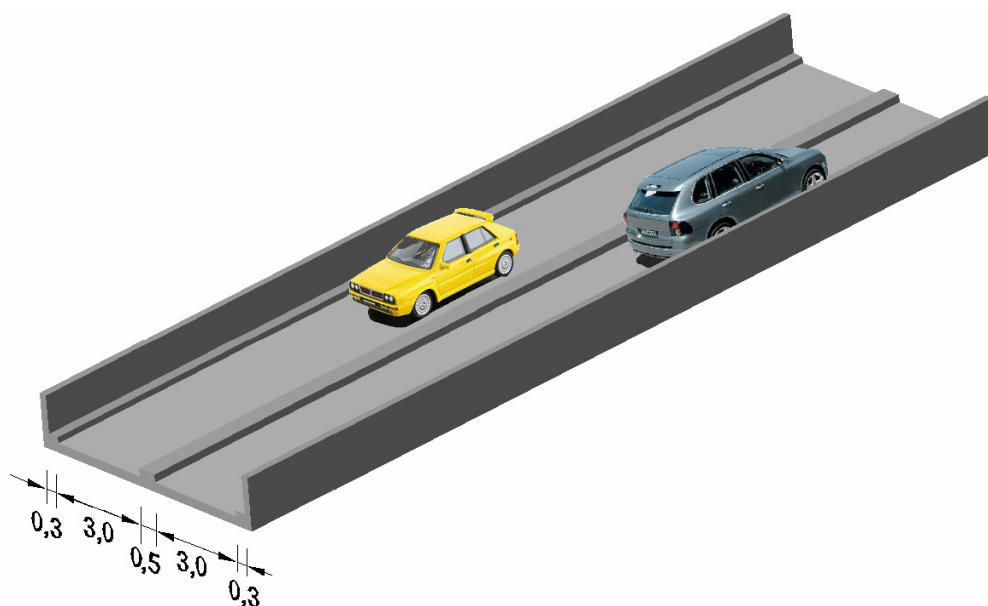
6.2 Uvozne in izvozne klančine

6.2.1 Dimenzioniranje uvoznih in izvoznih klančin

Uvozne in izvozne klančine (ang. express ramps) predstavljajo najhitrejšo vertikalno komunikacijo med etažami, zato je pri njihovem načrtovanju potrebno paziti, da dimenzije posameznih elementov klančin izpolnjujejo minimalne priporočene vrednosti.

Vozni pas na **prejih uvoznih in izvoznih klančinah**, naj bo širok vsaj 3,00 m (<http://www.parkingireland.ie/art1.htm>), medtem ko mora biti pri krožnih klančinah ta širši. Širino prejih parkirnih klančin lahko poenostavljeno določamo tudi glede na izbrano širino parkirnih prostorov, in sicer naj bo enopasovna klančina širine dveh parkirnih prostorov, dvopasovna pa širine treh parkirnih prostorov.

Ob robovih klančin je potrebno izvesti robni pas minimalne širine 30 cm, ki je za 10 do 15 cm dvignjen od vozišča. Ta preprečuje neposredni trk vozila ob zaščitni zid, s čimer se izognemo večjim poškodbam na vozilu, ki lahko nastanejo ob takem trku. Pri klančinah, kjer imamo dva vozna pasova v nasprotni smeri, moramo med pasovoma postaviti ločevalni pas (otok) širine 50 do 60 cm, ki naj bo od vozišča dvignjen z robnikom za 20 cm (Sill, 1968, str. 98).



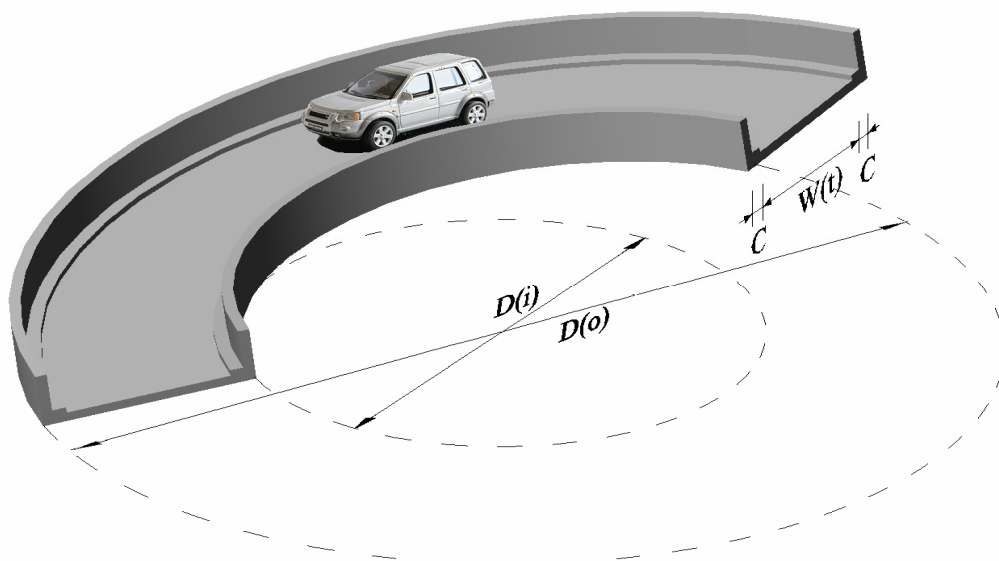
Slika 26: Najmanjše priporočene dimenzije prejih uvoznih in izvoznih klančin

Notranji vozni pas pri **uvoznih in izvoznih krožnih klančinah** naj bo širok 4,00 m oziroma manj 3,65 m, medtem ko vsak naslednji vozni pas pa najmanj 3,5 m. Minimalni polmer notranjega roba voznega pasu krožne klančine $D(i)/2$ mora biti večji od 4,60 m, pri čemer je minimalni zunanji premer enopasovne krožne klančine za nivo uslug D predpisan na 18 m. Pri krožnih klančinah je zaželeno, da so zaščitni zidovi klančin nekoliko nižji od višine voznikovih oči, ko ta sedi v vozilu. Tako lahko voznik med vožnjo po klančini hitreje opazi vozilo pred seboj oziroma vozilo, ki pelje po nasprotnem voznem pasu. Število polnih obratov krožnih klančin od uvoza (za 360°) do najbolj oddaljene etaže naj bo omejeno na 6 obratov.

Preglednica 6: Širina elementov krožnih uvoznih in izvoznih klančin (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 50)

Elementi krožne uvozne/izvozne klančine		LOS D	LOS C	LOS B	LOS A
Širina robnega pasu (varovalna širina)	C	0,15 m	0,30 m	0,45 m	0,60 m
Zunanji obračalni radij vozila ¹	R_T	7,3	9,1	10,9	12,7
Širina voznega pasu					
Enopasovna	W(t)	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m
Dvopasovna (širina zunanjega voznega pasu)		3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m
Zunanji premer krožne klančine					
Kontinuirana krožna klančina	D_o	18	22	26	30
Z višinsko zamaknjenima voznima pasovima		24	28	32	36
Naklon klančine	s	16 %	13,3 %	10,7 %	8 %

Nivo uslug pri krožnih klančinah je odvisen širine robnega pasu (C), zunanjega premera (D_o) in naklona klančine (s), medtem ko naj bi širina voznih pasov ustrezala minimalnim priporočenim vrednostim, ki so enake za vse nivoje uslug (Preglednica 6).



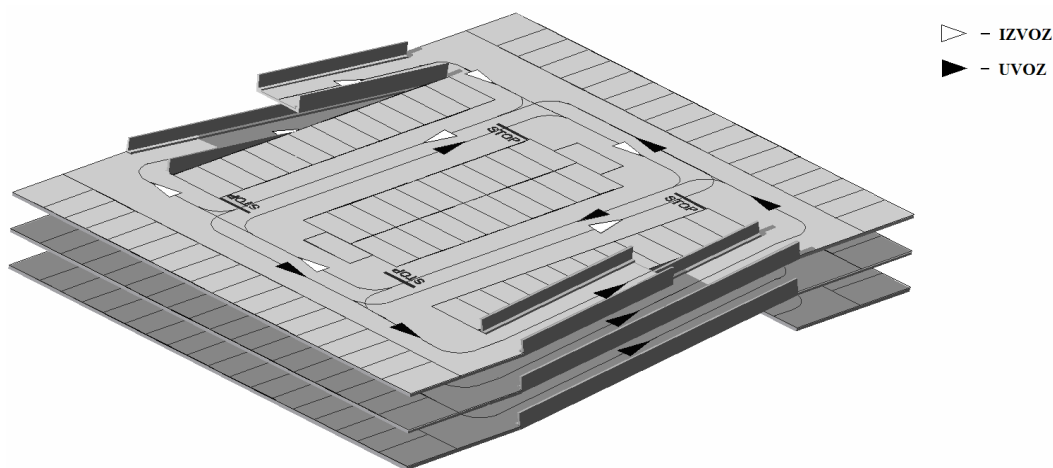
Slika 27: Najmanjše priporočene dimenzije enosmerne krožne uvozne in izvozne klančine

¹ LOS D po AASHTO 1990 slika 11-1

6.2.2 Preme uvozne in izvozne klančine

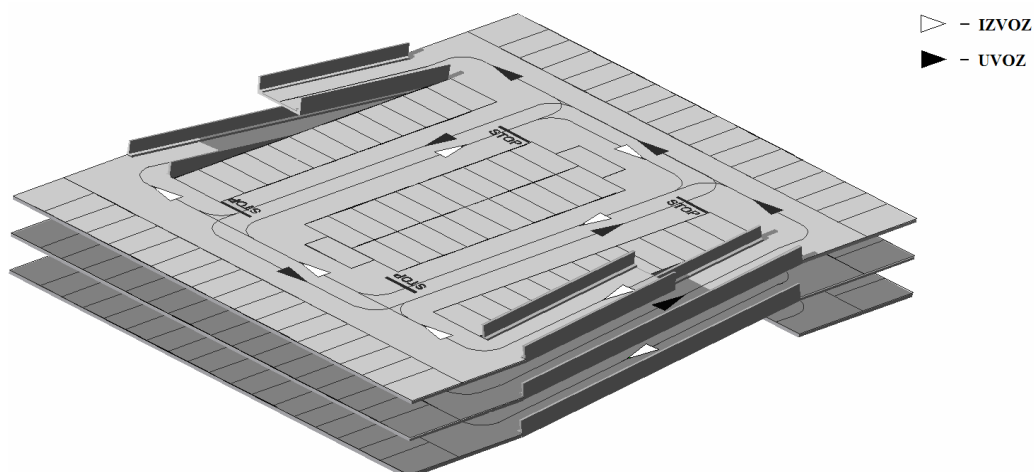
Preme medetažne klančine so najpogostejši tip klančin pri nas, saj je njihovo načrtovanje in izgradnja preprosta in hitra. Tudi z vidika varnosti so te bolj primerne kot krožne, ker omogočajo večjo preglednost na sami klančini. Promet po klančinah lahko poteka enosmerno ali dvosmerno. Bolj učinkovite so enosmerne klančine, saj pri teh ni srečevanja nasproti vozečih vozil in nevarnosti čelnih trkov, če pa že uporabimo dvosmerne klančine naj bodo nasprotni pasovi medsebojno ločeni z dvignjenim ločilnim otokom.

Najpogostejša je uporaba sistema višinsko zamaknjenih klančin za uvažanje na eni in za izvažanje na drugi strani parkirne hiše. V tem primeru lahko uporabimo isto shemo razporeditve stez in parkirnih prostorov na vseh etažah, kar pa uporabnikom omogoča lažjo in bolj enostavno uporabo parkirne hiše.



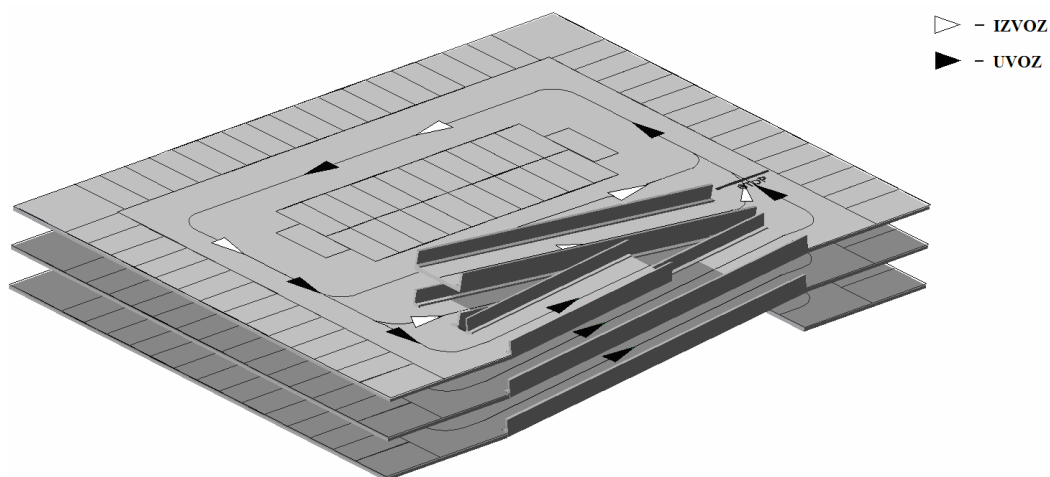
Slika 28: Preme višinsko zamaknjene enosmerne klančine

Podoben sistem vodenja in razporeditve klančin, kot je prikazan na *sliki 28*, lahko vidimo v parkirni hiši v City Park-u v Mostah, le da ima ta zaradi večje parkirne površine namesto enega dva para uvoznih in izvoznih klančin.



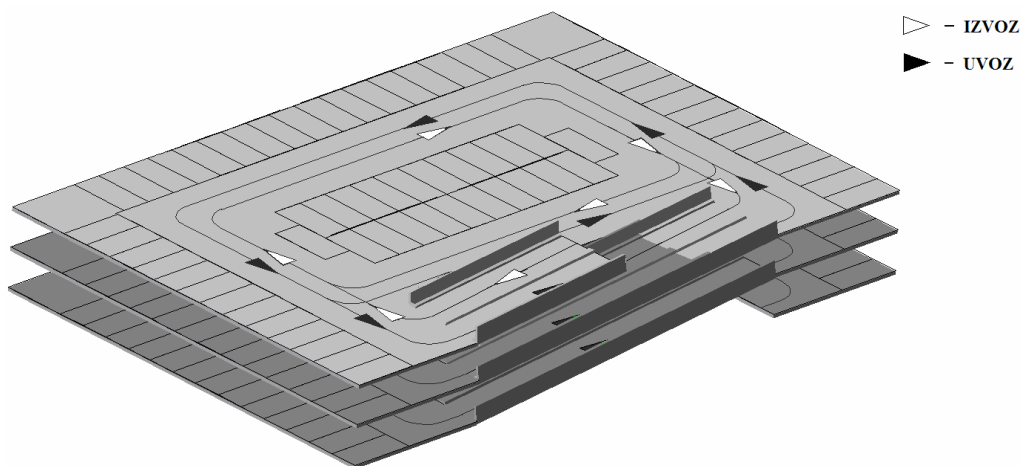
Slika 29: Preme klančine z višinsko zamaknjenim voznim pasom za vsako smer vožnje

Pri škarjastemu sistemu ležijo uvozne klančine ob izvoznih, prometni tokovi na etažo pa se z obeh klančin »stekajo« na istem koncu. Na tem delu, zaradi slabše preglednosti med vozili, ki po klančini uvažajo in izvažajo na etažo, obstaja večja nevarnost bočnega trka vozil.



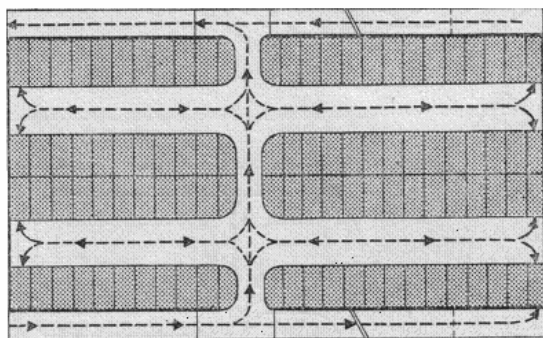
Slika 30: Škarjast sistem razporeditve premih enosmernih klančin

Uporaba klančine za dvosmerni promet (*Slika 31*) je zaželena pri parkirnih hišah, namenjenih zaposlenim v podjetju z dvo- ali tro-izmenskim delovnim časom, kjer se med izmenama pojavlja velik tok vozil v in iz parkirne hiše.

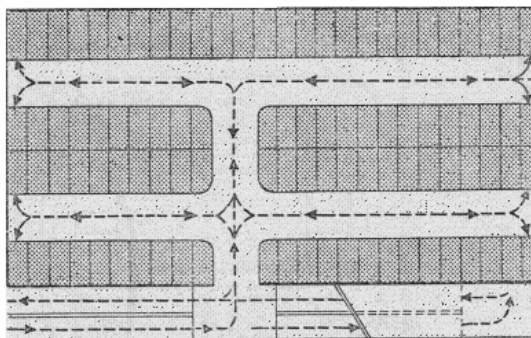


Slika 31: Preme klančine z voznima pasovima za obe smeri

Izvedba podaljšane klančine je možna le ob razmeroma dolgih parkirnih hišah. To je sistem preme klančine, ki se iz etaže v etažo le podaljšuje, tako da so uvozi na posamezno parkirno etažo zamaknjeni za dolžino klančine. Zato je temu primerno potrebno prilagoditi tudi vodenje prometa, ki pa se potemtakem nekoliko razlikuje iz etaže v etažo. Pri tem je zelo pomembna izbira oblike vodenja, ki naj bo taka, da jo je možno z manjšimi spremembami uporabiti na vseh etažah.



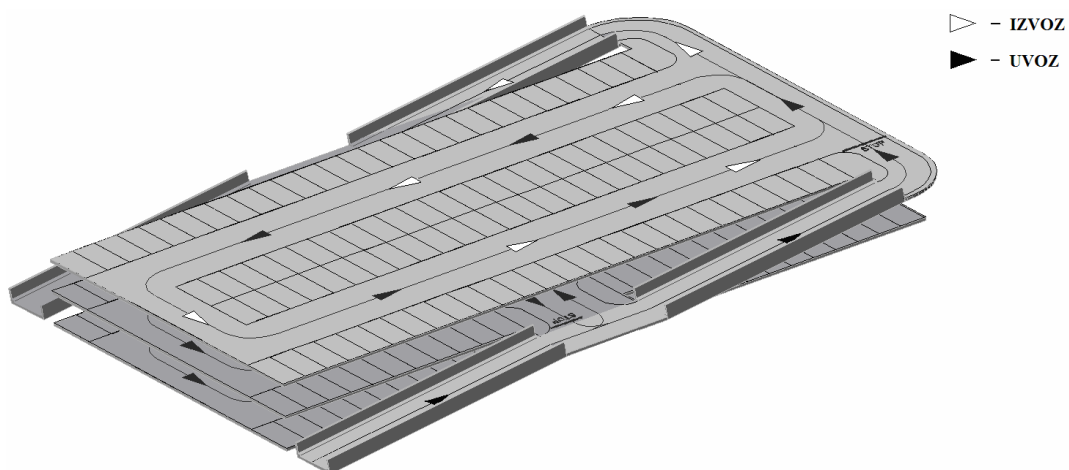
a) dve enosmerni podaljšani klančini



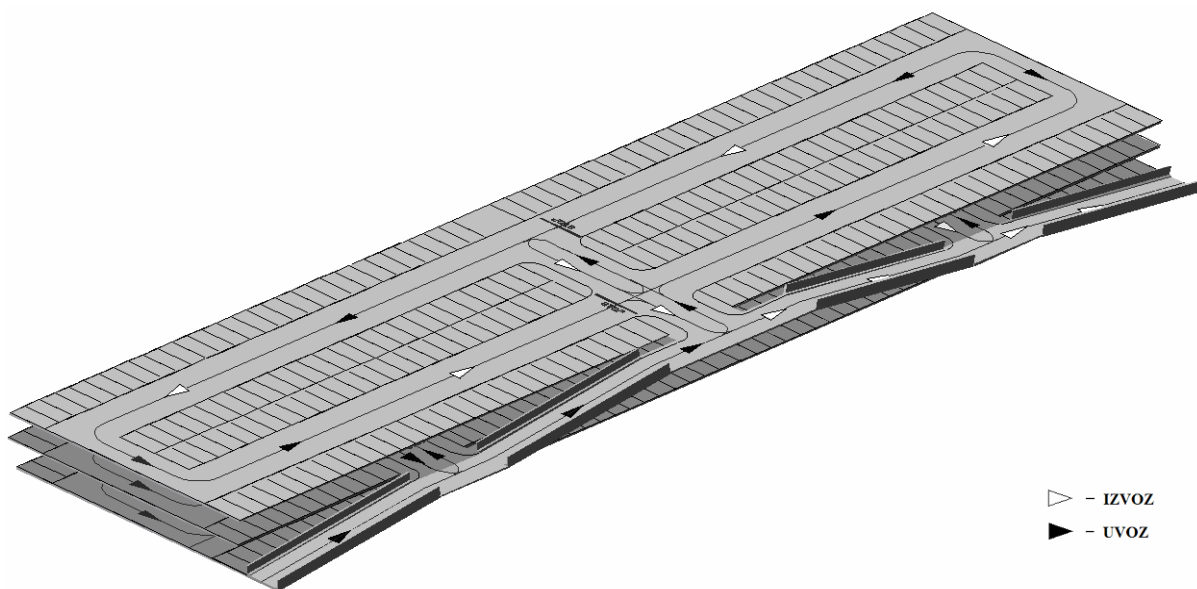
b) dvosmerna podaljšana klančina

Slika 32: Primer ureditve vodenja pri eno in dvosmernih podaljšanih premih klančinah
(vir: Vahlefeld, R., Jocques, F., 1956, str. 35)

Največja slabost teh klančin je, da jih lahko postavimo le ob parkirnih hišah z majhnim številom etaž.



Slika 33: Ločeni enosmerni podaljšani premi klančini za uvažanje in izvažanje



Slika 34: Enosmerna podaljšana prema klančina za uvažanje in izvažanje

Robne podaljšane ali višinsko zamaknjene klančine se z eno stranjo naslanjajo na parkirno hišo, zato so lahko na sam objekt pritrjene konzolno in ne običajno potrebujejo dodatnih nosilnih sten ali stebrov na zunanji strani.



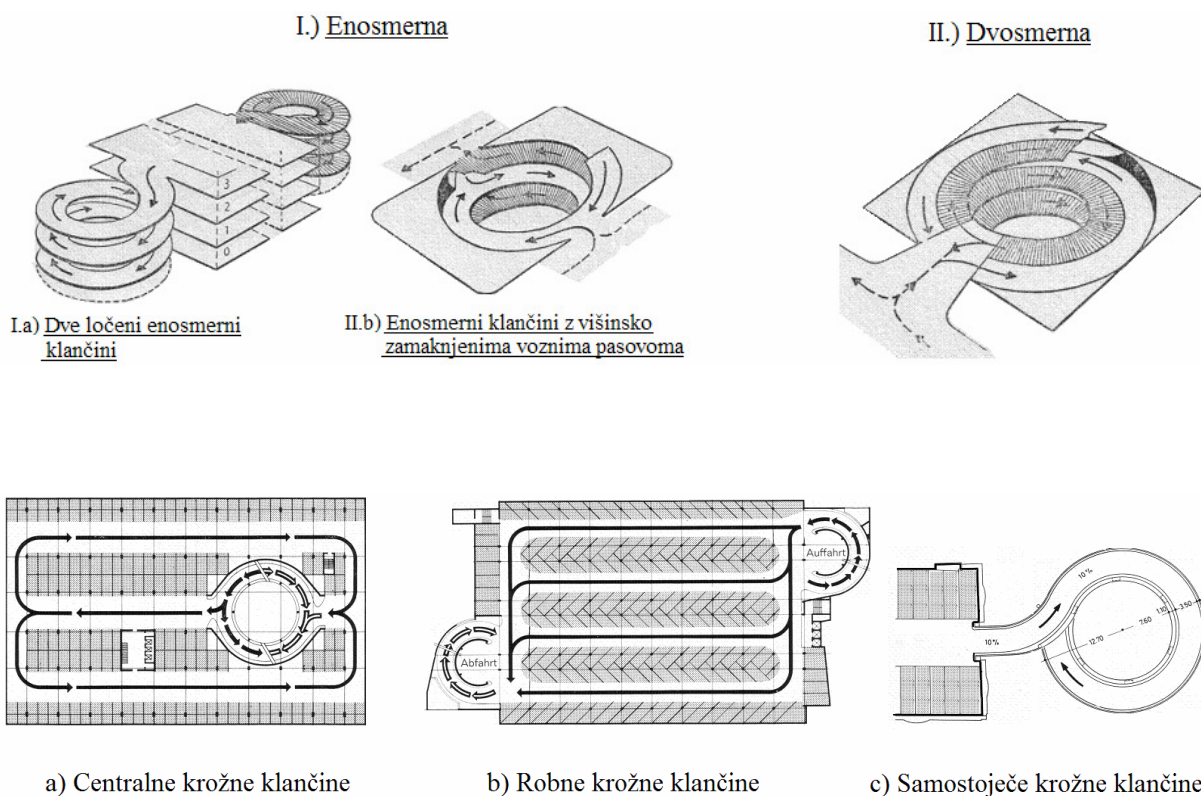
Slika 35: Robna podaljšana dvosmerna klančina v parkirni hiši Haniel v Düsseldorfu
(vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/D%C3%BCsseldorf_Hanielgarage.jpg)



Slika 36: Robne višinsko zamaknjene klančine za uvažanje in izvažanje
(vir: <http://www.donges-steeltec.de/produktgruppen/parkhaeuser/referenzobjekte/p-r-parkhaus-westufer-hbf/>)

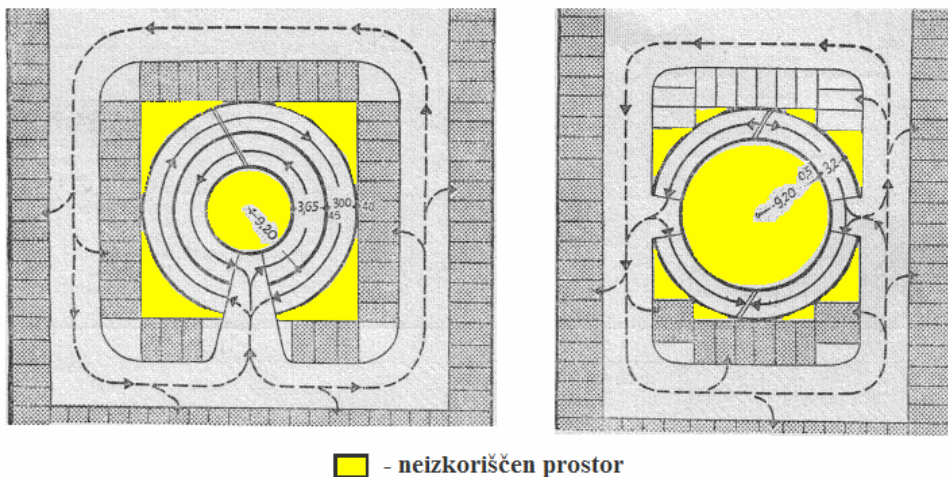
6.2.3 Krožne uvozne in izvozne klančine

Krožne klančine lahko glede na smer vožnje delimo na enosmerne in dvosmerne, glede na njihovo lego pa na notranje (centralne), zunanje (samostoječe) ter robne.



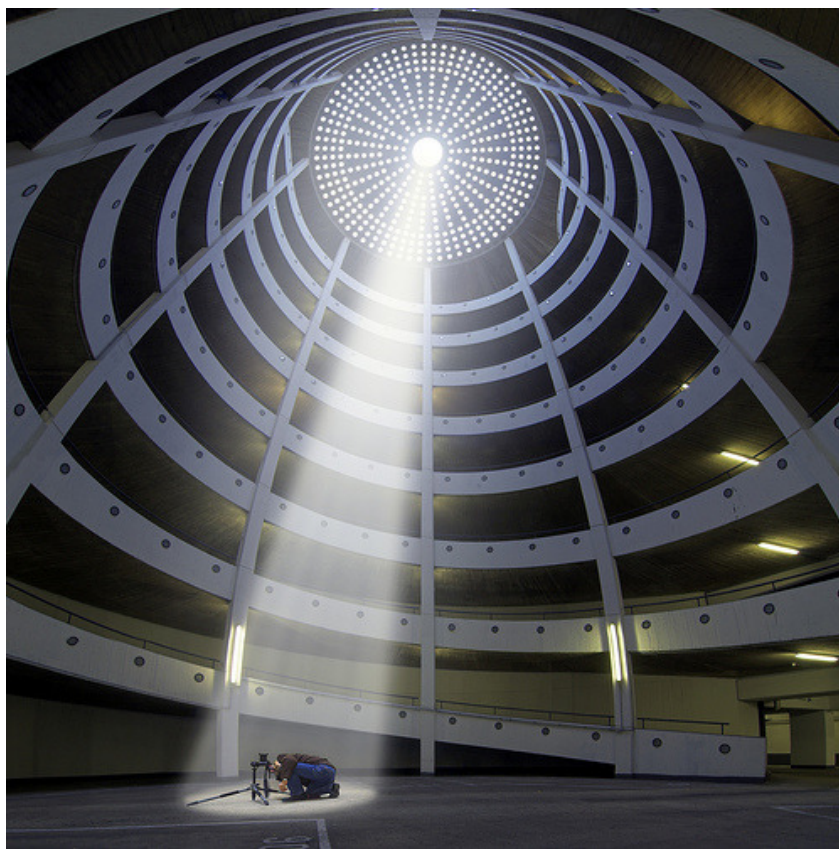
Slika 37: Shema delitve klančin (vir: Vahlefeld, R., Jocques, F., 1956, str. 36, 37)

Centralne krožne klančine zasedejo veliko prostora, saj sredinskega otoka klančin običajno ni možno ustrezno izkoristiti. Veliko iznajdljivost zahteva tudi določanje same lege parkirnih prostorov okoli klančin. Te je potrebno razporediti okoli klančin tako, da je izkoriščenega čim več prostora (*slika 38*).



Slika 38: Razporeditev parkirnih prostorov ob centralni krožni klančini
(vir: Vahlefeld, R., Jocques, F., 1956, str. 37)

Odprt centralni del krožne klančine poleg tega, da nudi lep razgled na vse etaže, lahko služi tudi kot dovod svežega zraka in svetlobe (*Slika 39*).



Slika 39: Krožna klančina z odprtim sredinskim otokom v parkirni hiši Roedingsmarkt v Hamburgu
(vir: http://farm3.static.flickr.com/2405/1849030732_f51d45fd72.jpg)

Da bi zmanjšali neizkoriščeno površino okoli centralnih krožnih klančin, lahko te umaknemo izven parkirnih etaž na rob parkirne hiše (**Robne krožne klančine**) in s tem privarčujemo prostor za parkirne prostore.

Enosmerne krožne klančine delimo na sistem z dvema ločenima enosmernima krožnima klančinama ter sistem dveh enosmernih krožnih klančin z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri.

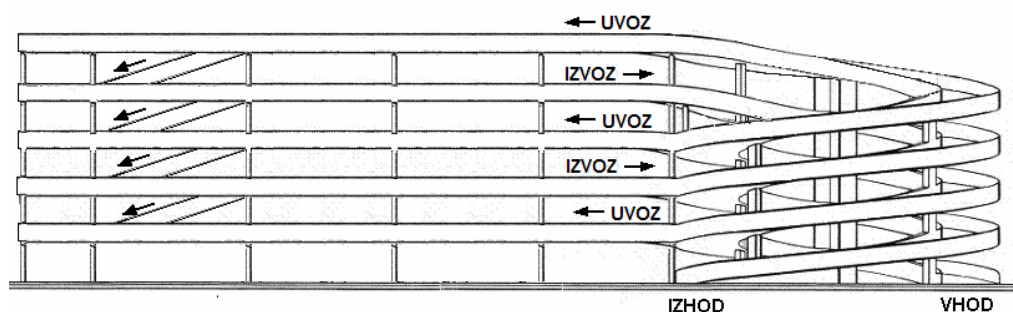


Slika 40: Ločeni uvozni in izvozni enosmerni krožni klančini

Sistem dveh ločenih enosmernih krožnih klančin je najosnovnejši sistem izvedbe krožnih klančin, in sicer je ena klančina namenjena uvažanju, druga pa izvažanju iz parkirne hiše. Te klančine med vsemi uvoznimi in izvoznimi klančinami porabijo največ prostora, zato jih, če je le mogoče, postavimo ob robu parkirne hiše. Običajno se te uporabljajo pri večjih parkirnih hišah, in sicer imata lahko obe klančini dva ali več voznih pasov za isto smer vožnje. Pri menjavanju pasov med vožnjo po večpasovni enosmerni krožni klančini veljajo enaka pravila kot pri večpasovnih krožnih križiščih. Pri večjih parkirnih hišah običajno klančini za uvoz in izvoz ležita na nasprotnih straneh, tako da se uvozni in izvozni tokovi čim manj prepletajo in križajo, zaradi česa obstaja manjša verjetnost za nastanek kolon.

Pri krožnih enosmernih klančinah z višinsko zamaknjenima pasovoma za nasprotno smer vožnje uvozi in izvozi na posamezno etažo ležijo na nasprotnih straneh klančine, zato je ta tip klančin težko postaviti na robu parkirne hiše. To, ter da zasedajo najmanj prostora med krožnimi klančinami sta vzroka, da je večji del teh klančin notranjih (centralnih).

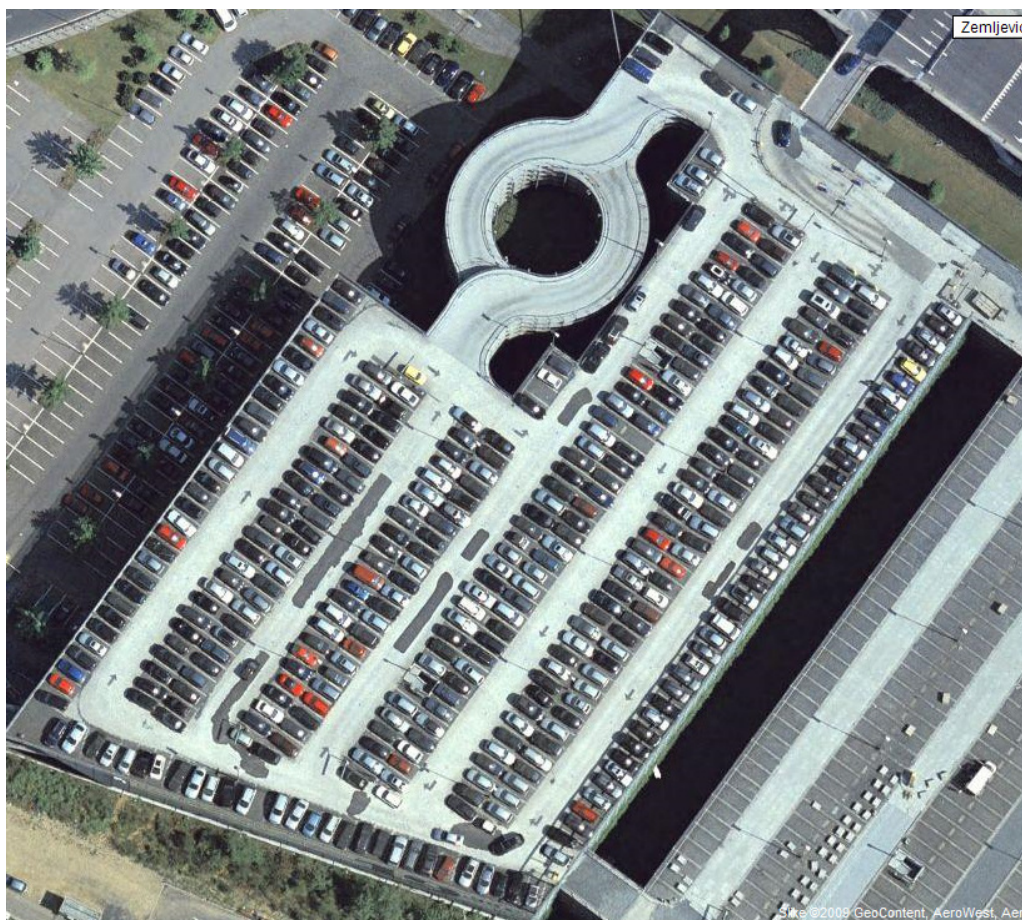
Če pa želimo tak tip klančin postaviti ob parkirni hiši, imamo uvoze le na vsako drugo etažo, izvoze pa na preostalih etažah. V tem premeru potrebujemo na vsaki etaži še po eno dodatno klančino za prehajanje vozil iz etaž z uvozi na etaže, kjer ni uvozov, ter za prehajanje vozil iz etaž z izvozi na etaže z uvozi.



Slika 41: Shema razporeditve uvozov in izvozov pri robni krožni klančini z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri

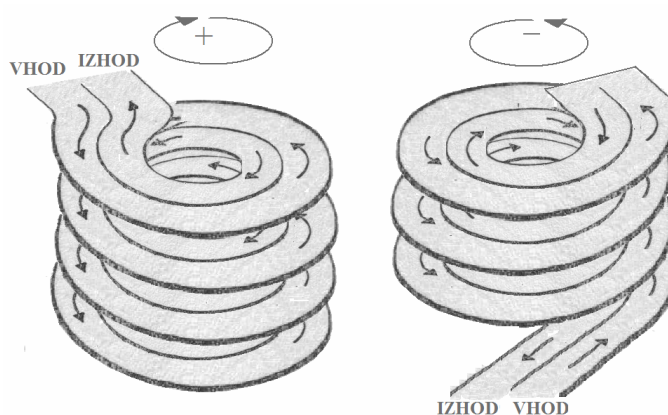


Slika 42: Robni krožni klančini z višinsko zamaknjenima voznima pasovoma za nasprotni smeri



Slika 43: Primer postavitve zunanjih krožnih klančin z višinsko zamaknjenima voznima pasovima za nasprotni smeri – letališče Köln/Bonn (vir: <http://loc.alize.us/#/geo:50.880740,7.115141,19,k/>)

Pri **dvosmernih klančinah** naj izvozni pas leži na notranji strani klančine, pri čemer je potrebno ohraniti vožnjo po desni strani (Evropa, Amerika), kar pomeni, da se mora krožna klančina (spirala) dvigati v proti-urni smeri (-), medtem ko pri podzemnih garažah, kjer je izvoz na najvišji etaži, pa se mora krožna klančina dvigati v smeri ure (+).



Slika 44: Smer dvigovanja pri dvosmerni krožni klančini



Slika 45: Dvosmerna uvozno/izvozna krožna klančina v parkirni hiši Stožce v Ljubljani

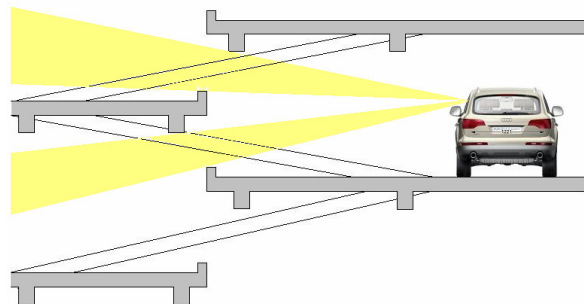
Zunanje (samostoječe) enosmerne krožne klančine uporabimo takrat, ko nam ob parkirni hiši in znotraj nje primanjkuje prostora za izgradnjo uvozne in izvozne klančine oziroma, ko na strehi že obstoječega objekta želimo naknadno zgraditi parkirišče. Najbolje je uporabiti dvosmerno parkirno klančino, razen v primeru večjih parkirnih hiš, kjer želimo zmanjšati število konfliktnih točk tako, da ločimo vozila, ki uvažajo od vozil, ki izvažajo na etažo z izbiro dveh ločenih enosmernih krožnih klančin.



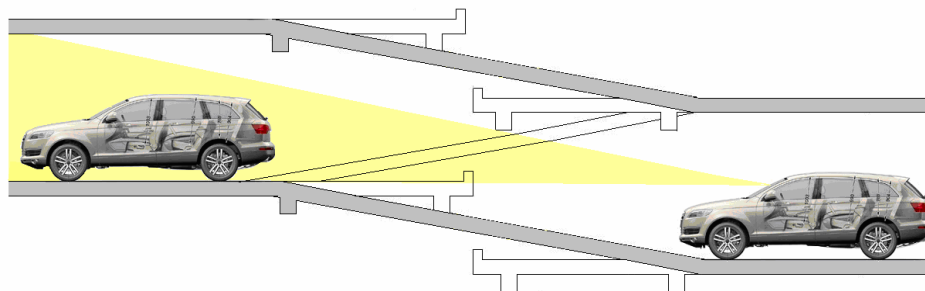
Slika 46: Zunanja (samostoječa) enosmerna krožna klančina za izvažanje iz parkirne hiše Arndale v Manchesteru, Velika Britanija (vir: <http://www.flickr.com/photos/56926694@N00/31123734>)

6.3 Kratke preme klančine

Kratke preme klančine (ang. speed ramps) pri parkirnih hišah s polovico etažne višine zamaknjenih etažah (D'Humy) premoščajo le polovico etažne višine, zato so krajše in jih je lažje umestiti v sam objekt. To pozitivno vpliva tudi na uporabnike, saj imajo ti pregled nad dogajanjem tako v višji kot v nižji etaži ter po celotni klančini. To omogoča hitrejše in varnejše odvijanje prometa po samem objektu.



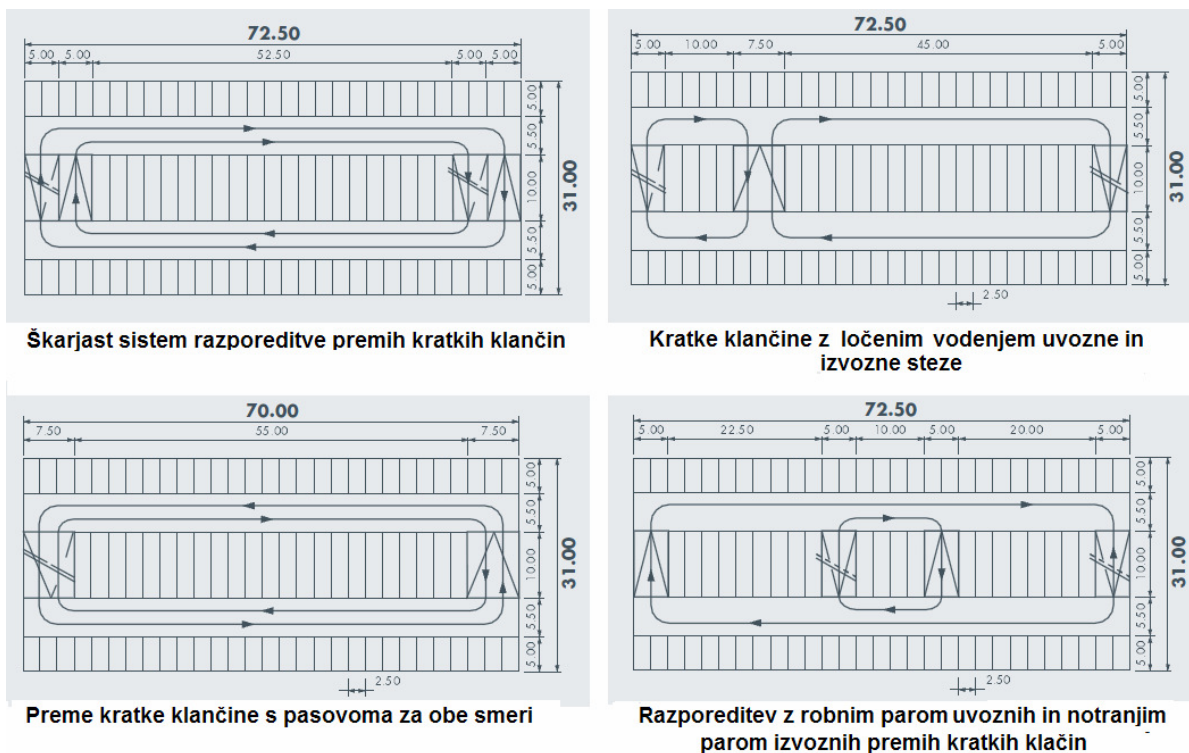
a) Preglednost po sosednjih etažah



b) Preglednost po klančini

Slika 47: Preglednost pri parkirnih hišah z polovico etažne višine zamaknjenih etažah

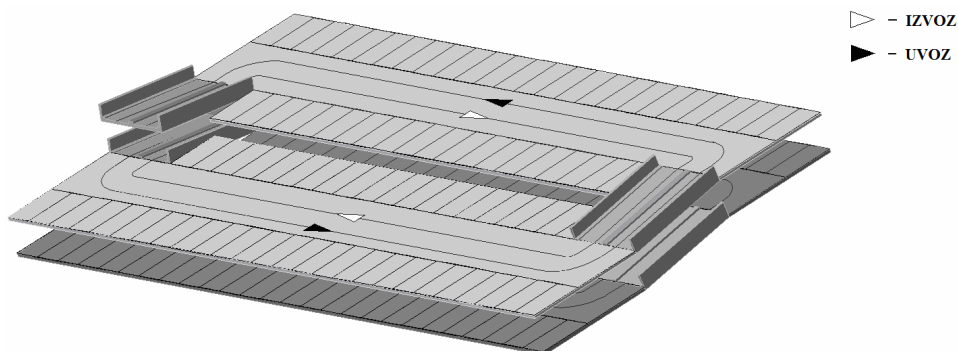
Pri načrtovanju kratkih premih klančin lahko uporabimo enostaven način dimenzioniranja enako kot pri premih uvoznih in izvoznih klančinah, in sicer naj bo širina enosmerne kratke klančine enaka širini dveh parkirnih prostorov, dvosmerne pa širini treh parkirnih prostorov. Pri tem je potrebno upoštevati, da mora biti minimalna širina voznega pasu na klančini širša od 3,0 m. Primeri načrtovanja različnih razporeditev kratkih premih klančin z upoštevanjem enostavnega načina dimenzioniranja so prikazani na *sliki 48*.



Slika 48: Primeri načrtovanja kratkih premih klančin z uporabo enostavnega načina dimenzioniranja

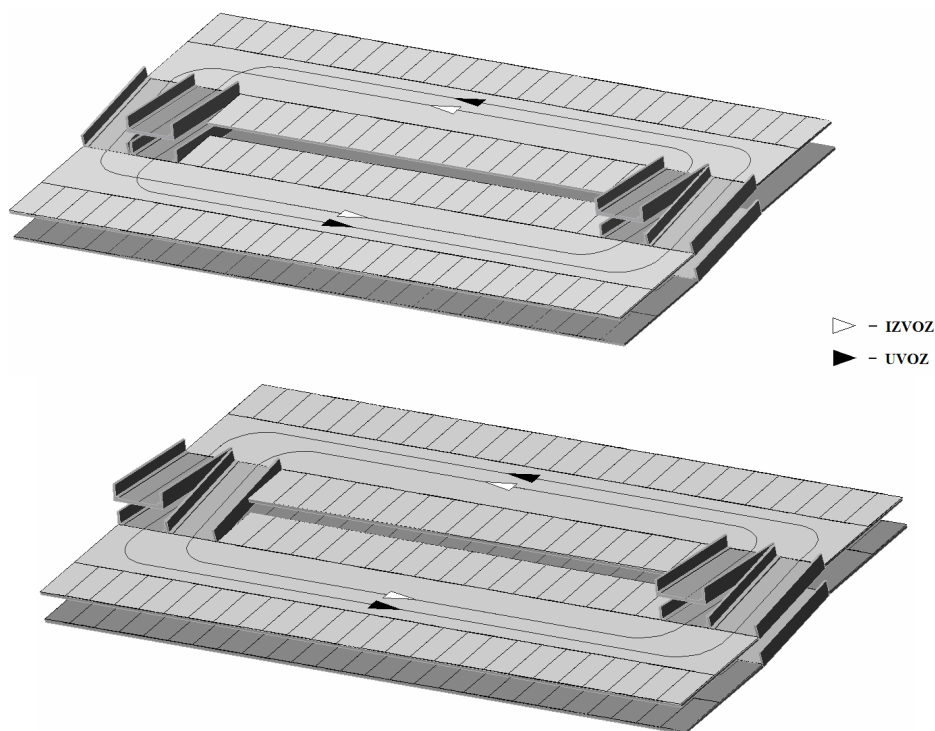
Škarjast sistem razporeditve kratkih premih klančin je z vidika varnosti slabši od ostalih načinov razporeditve kratkih klančin, saj omogoča izredno slabo medsebojno preglednost vozil na sosednjih klančinah.

Najbolj preprosta je uporaba kratkih dvosmernih klančin, kjer promet v parkirni hiši običajno poteka dvosmerno, omogoča pa nam tudi pregled nad vsemi parkirnimi prostori. Z upoštevanjem enostavnega kriterija dimenzioniranja (str. 47, 2 odst.) pri uporabi dveh dvosmernih kratkih klančin namesto štirih enosmernih kratkih klančin prihranimo prostor, ki zadostuje za dodatne štiri parkirne prostore.



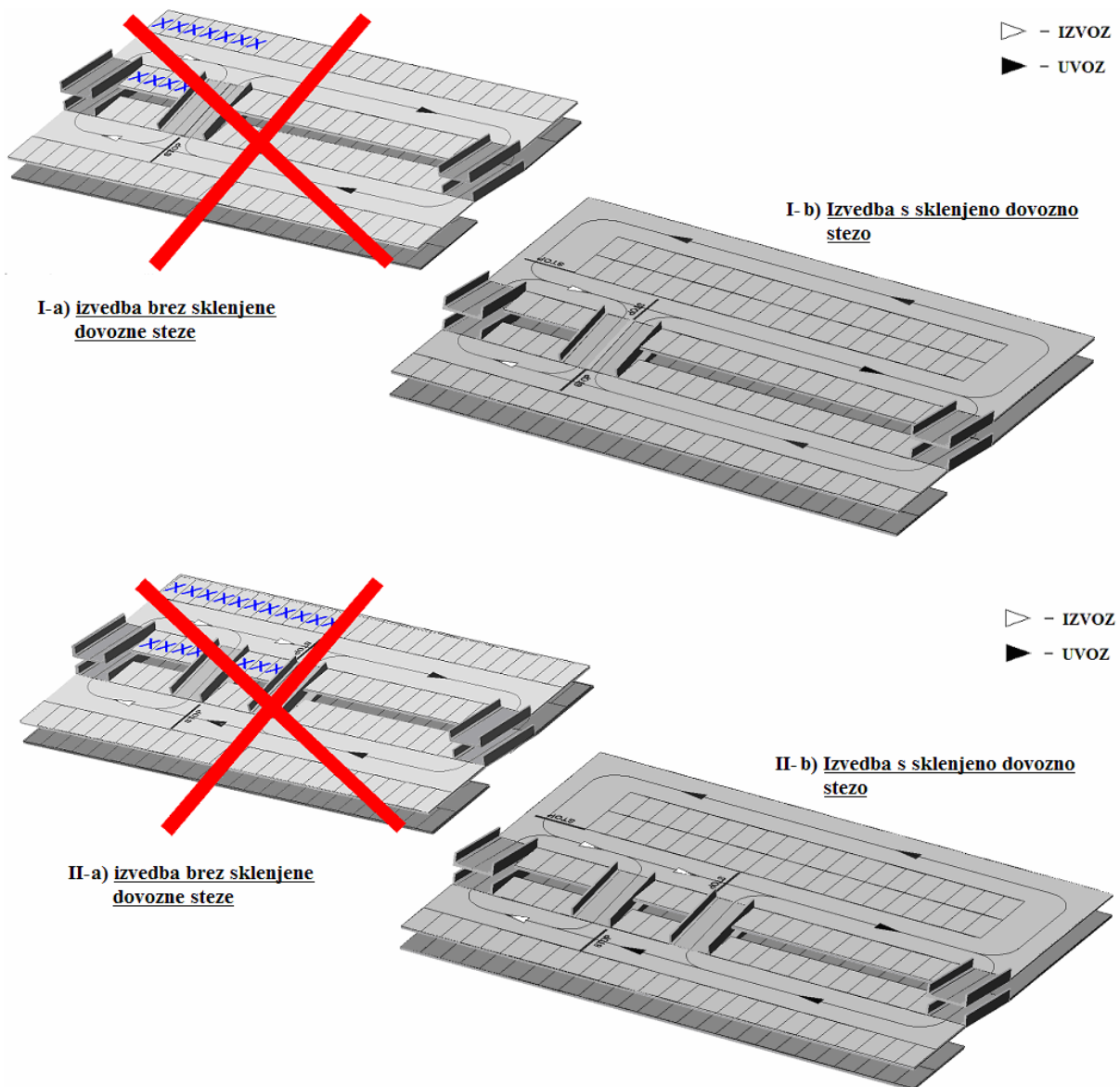
Slika 49: Preme kratke klančine s pasovoma za vožnjo v obe smeri

Na *sliki 50* sta prikazani dve osnovni obliki škarjastih sistemov razporeditve parov kratkih klančin, ki se med seboj razlikujeta samo glede medsebojne lege uvoznih in izvoznih klančin, medtem ko promet pri obeh poteka enosmerno.



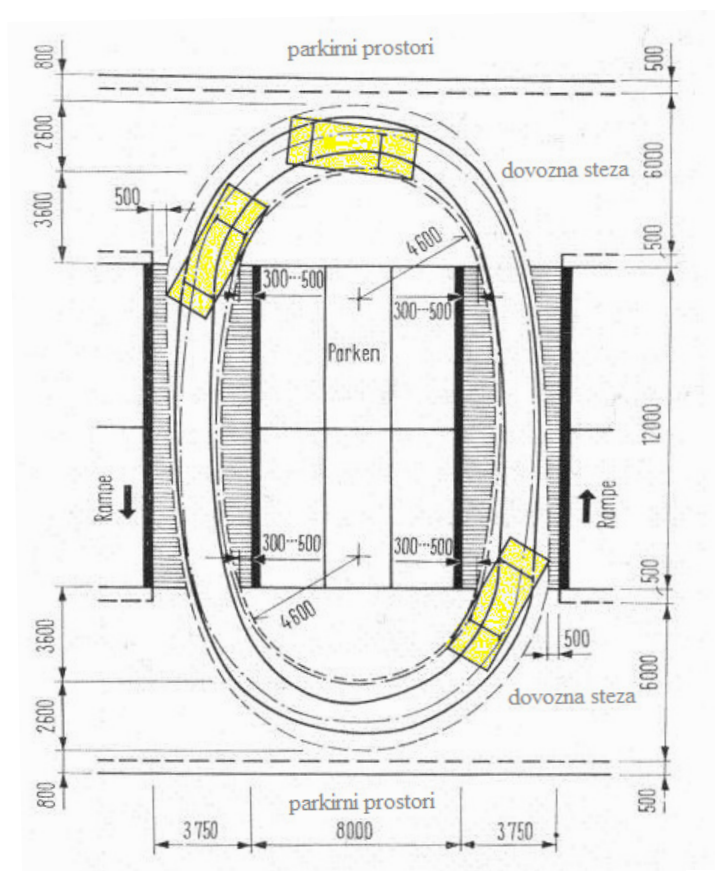
Slika 50: Škarjast sistem razporeditve kratkih premih klančin

Pri poteku klančin, prikazanem na *sliki 51*, so steze za uvažanje v parkirno hišo vodene ločeno od stez za izvažanje iz parkirne hiše. Pri izbiri tega sistema razporeditve je potrebno paziti, da imamo na etaži dovolj prostora za ureditev sklenjene dovozne steze okoli parkirnih prostorov (*slika 51/I-b* in */II-b*). V primeru, da takega prostora ni mogoče zagotoviti (*slika 51/I-a* in */II-a*), je na parkirne prostore ob izvozni stezi (označene z X) možno dostopati le z zgornje etaže.



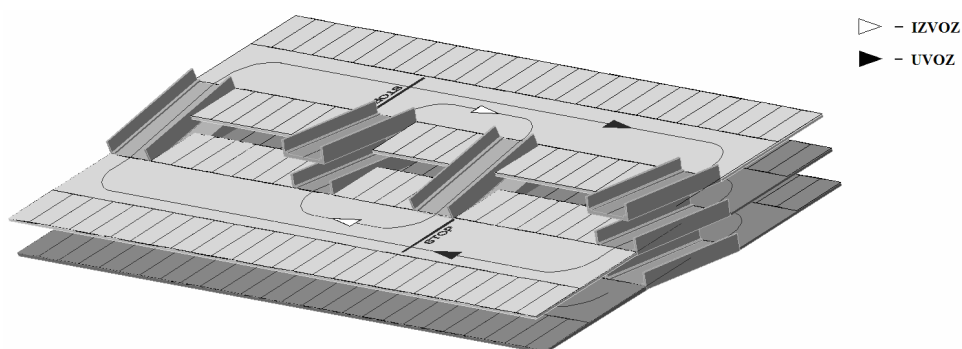
Slika 51: Medsebojno razmaknjene preme kratke klančine za enosmerni promet

V primeru razporeditve klančin na *sliki 51* je zaželeno, da čim več parkirnih prostorov leži ob stezi za uvažanje. Zato naj bosta izvozni klančini čim bližje, njuno minimalno medsebojno razdaljo pa pogojuje obračalni radij vozil (*slika 52*).



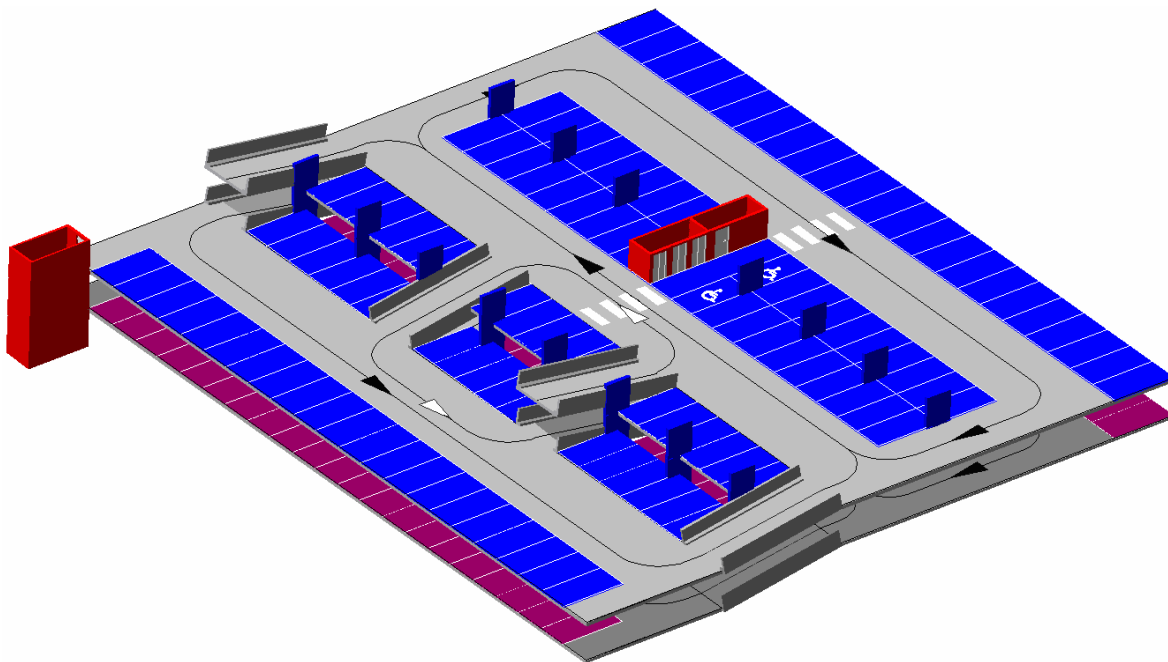
Slika 52: Prikaz minimalnega razmaka med paroma kratkih izvoznih klančin (vir: Büttner, 1970, str. 125)

Najbolj učinkovita je postavitev uvoznih klančin na koncih parkirne hiše, ki omogoča vozniku pregled nad vsemi parkirnimi prostori, postavitev izvoznih klančin blizu druga drugi pa zagotavlja najkrajšo izvozno pot (slika 53). Ustrezen razmak med uvoznimi in izvoznimi klančinami dolžine vsaj enega daljšega vozila, lahko služi kot čakalna niša za vozila iz neprednostnih smeri, ter tako omogoča varnejše vključevanje v prednostni tok ter zmanjšuje nevarnost naleta oziroma bočnega trka.



Slika 53: Razporeditev z robnim parom uvoznih in notranjim parom izvoznih premih kratkih klančin

Razporeditev z robnim parom uvoznih in notranjim parom izvoznih premih kratkih klančin je v parkirni hiši Trdinova, kjer imamo na etaži sklenjeno dostopno stezo, torej združeni dve parkirni vrsti, medtem ko imamo na medetaži parkiranje urejeno samo ob dovozni stezi (*slika 54*).



Slika 54: Prikaz razporeditve kratkih klančin v parkirni hiši Trdinova

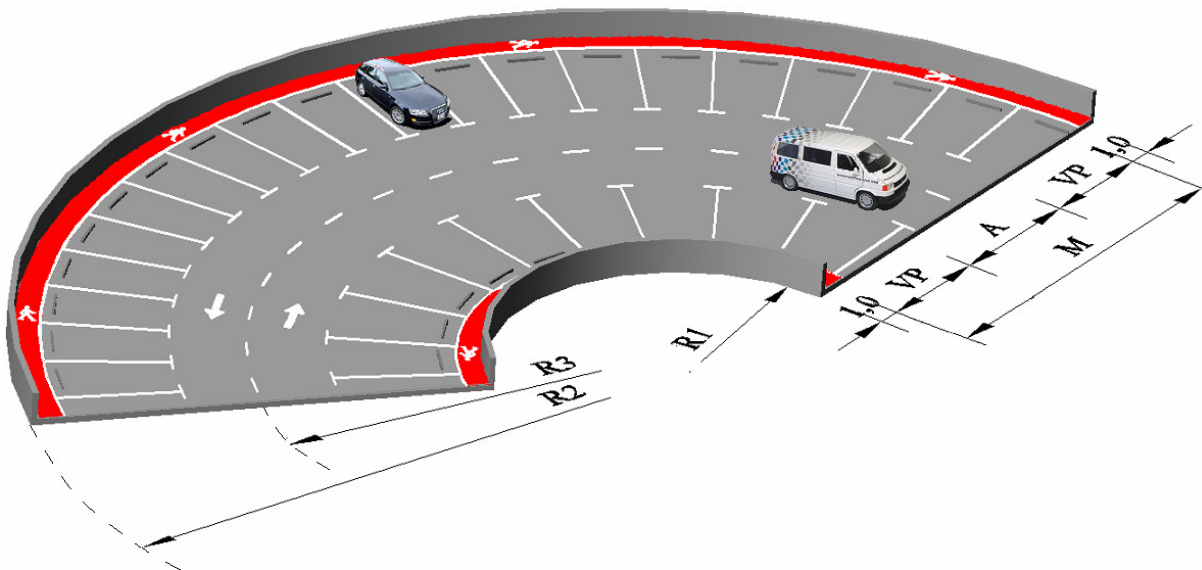
6.4 Parkirne klančine

6.4.1 Dimenzioniranje parkirnih klančin

Pri dimenzioniranju **krožnih parkirnih klančin** je potrebno upoštevati, da največji vzdolžni naklon parkirne klančine ne presega predpisanega naklona za nivo uslug, ki ga želimo doseči. Na podlagi največjega vzdolžnega naklona (s) in predvidene medetažne višine (H), dobimo vrednost minimalnega polmera notranjega roba krožne parkirne klančin ($R1$), ki so prikazane v preglednici 7. Širina parkirne vrste (M) in ostale dimenzije (VP in A) so za različne nivoje uslug podane v preglednici 2.

Preglednica 7: Prikaz naklonov in najmanjšega notranjega polmera krožne parkirne klančine

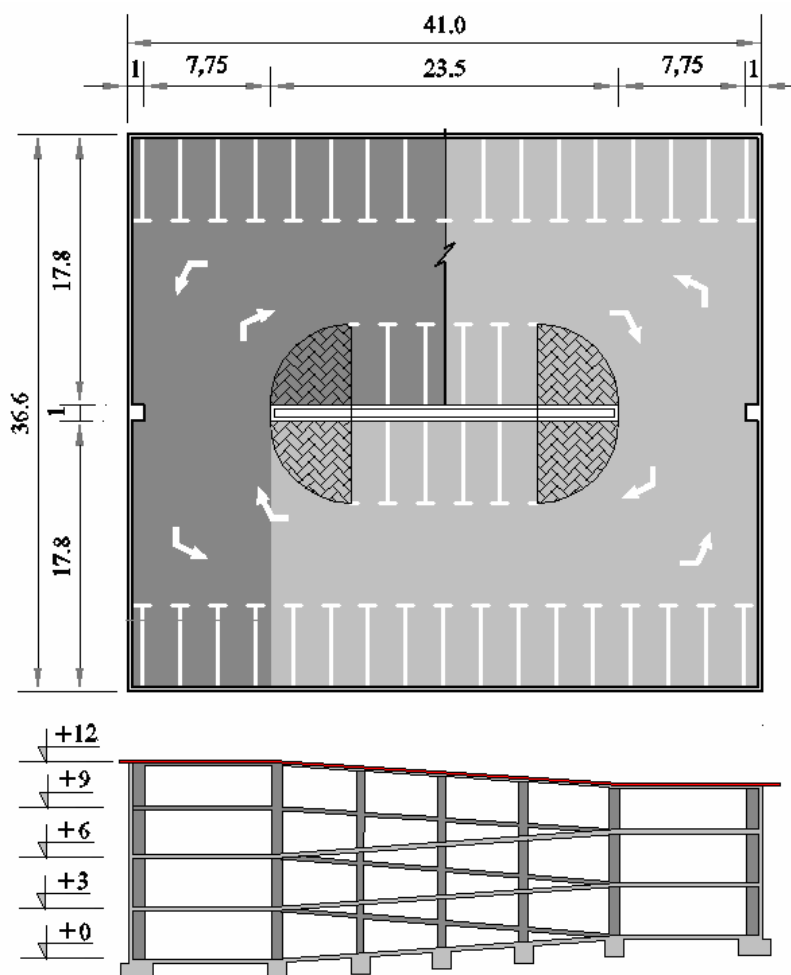
		LOS D	LOS C	LOS B	LOS A
Naklon parkirne klančine	s	6,5 %	6,0 %	5,5 %	5,0 %
Medetažna višina	H	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m
Notranji polmer parkirne klančine	$R1$	7,35 m	8,0 m	8,7 m	9,55 m



Slika 55: Tridimenzionalen prikaz krožne parkirne klančine s kotiranimi dimenzijami

Da bi določili minimalno dolžino prostora, ki ga potrebujemo za postavitev **premih parkirnih klančin**, moramo enako kot pri krožnih parkirnih klančinah, tudi tu predvideti medetažno višino (H) in glede na želen nivo uslug (LOS) določiti minimalne širine parkirnih vrst, zavijalnih stez oziroma podestov (T) ter vmesnih prehodov (T_1), pri čemer je potrebno upoštevati največji dovoljeni naklon, ki je za nivo uslug D 6,5 % (*Preglednica 4*).

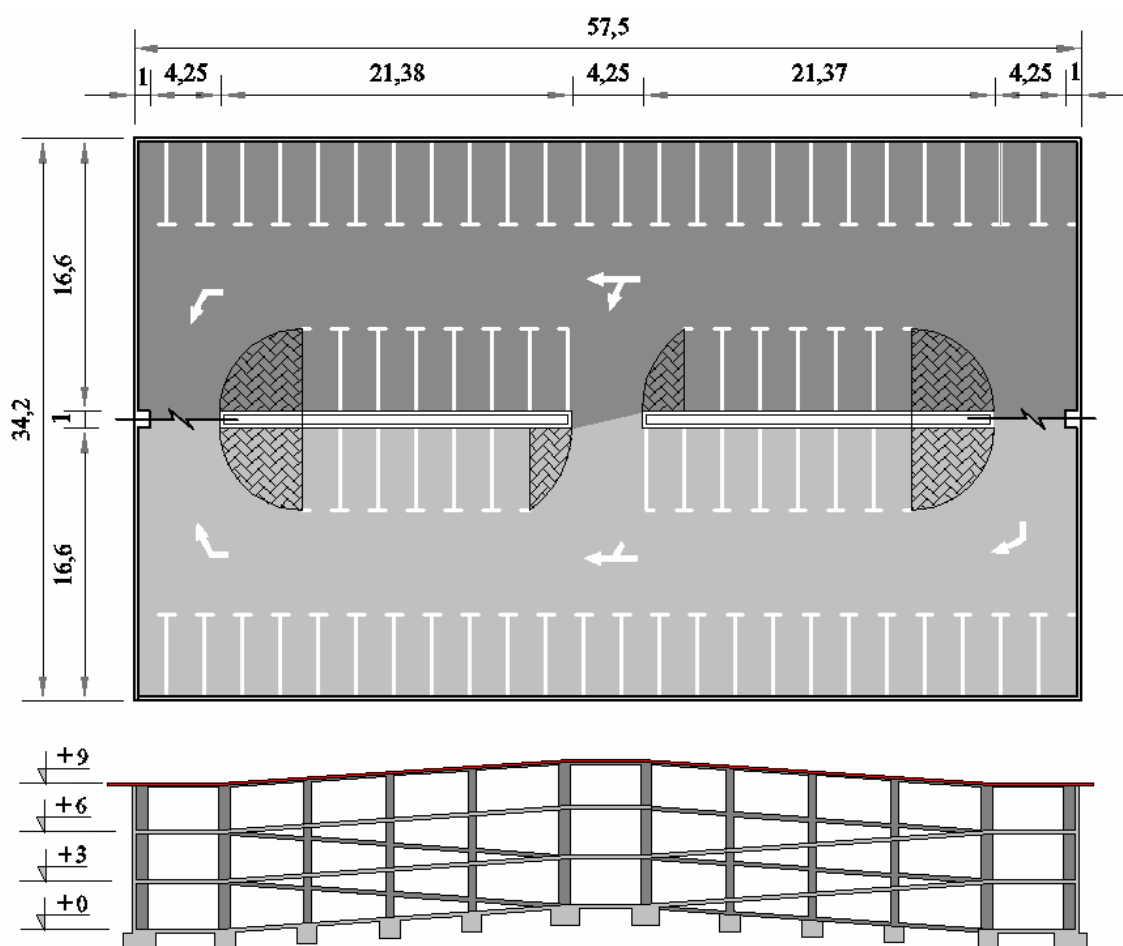
Pri premi kontinuirani parkirni klančini (ang. single-threaded helix ramp), kjer se parkirne ploščadi v celotni dolžini dvignejo za polovico etažne višine, je minimalna dolžina objekta pri nivoju slug D 41 m. Za nivo uslug A pa je ta dolžina dosti večja, in sicer znaša vsaj 51 m.



Slika 56: Minimalne dimenzije preme spiralne klančine pri nivoju uslug D (ang. single-threaded helix ramp)

Pri parkirni hiši z višinsko zamaknjenima enosmernima parkirnim klančinama (ang. double-threaded helix ramp) z medetažno višino 3,0 m ter enosmernim prometom, znaša minimalna potrebna dolžina parkirne klančine z nivojem uslug D, 57,5 m. To je za dobrih 6,5 m več kot

je minimalna potrebna dolžina preme kontinuirane parkirne klančine pri najvišjem nivoju uslug A. Da pa bi pri parkirni hiši z višinsko zamaknjenima parkirnim klančinama dosegli nivo uslug A, je pri enosmernem vodenju potrebno zagotoviti minimalno dolžino parkirne klančine 75 m, pri dvosmernem vodenju pa 80,5 m.

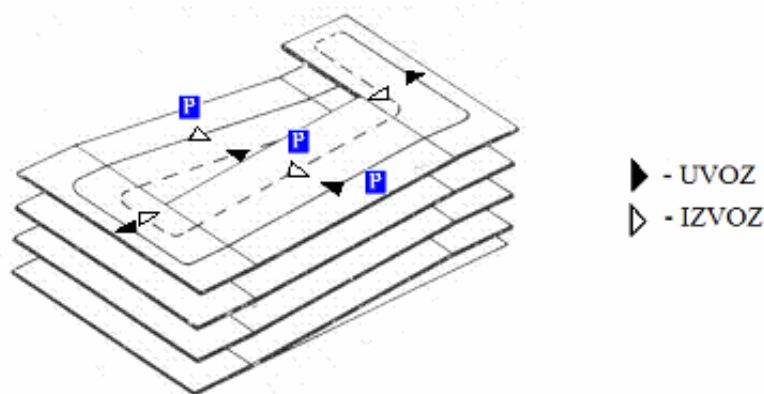


Slika 57: Dimenzije pri višinsko zamaknjenima enosmernima parkirnim klančinama pri nivoju uslug D (ang. double-threaded helix ramp)

Če je dolžina razpoložljivega prostora premajhna tudi za postavitev kontinuirane preme krožne parkirne klančine z največjim naklonom 6,5 %, lahko to storimo tako, da tudi podeste na obeh koncih klančin izvedemo v naklonu. Dokler naklon teh podestov ne presega naklona parkirnih klančin, lahko na njih uredimo tudi parkiranje. Če predpostavimo, da je dolžina prehodnih klančin 11 m, in sicer $2 \times 5,00 \text{ m}$ (dolžina parkirnega prostora) + 1,00 m (razmak med parkirnimi ploščadmi), pri največjem naklonu 6,5 %, znaša dodaten prirastek višine 0,71 m.

6.4.2 Preme parkirne klančine

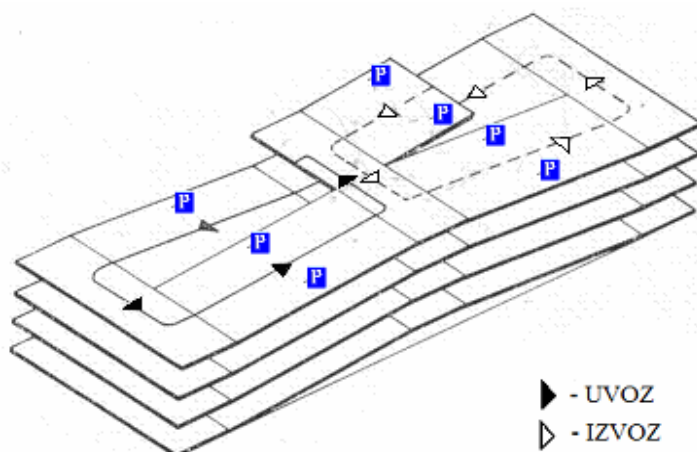
Najbolj učinkovit sistem krožnega vodenja prometa v PH je z uporabo kontinuirane preme parkirne klančine. Ta klančina ima lahko na podestih urejene parkirne prostore, ali pa ti podesti služijo le za prehod iz ene klančine na drugo. To obliko klančine imenujemo tudi prema spiralna parkirna klančina, saj se etaže dvigajo v obliki enojne preme spirale.



Slika 58: Prema spiralna parkirna klančina (ang. single threaded helix ramp)

Poleg osnovne izvedbe preme spiralne parkirne klančine, pa glede na lego in smer vožnje poznamo še druge izvedbe premih parkirnih klančin, kot so: zvezni premi spiralni parkirni klančini (ang. end-to-end helix ramp), višinsko zamaknjeni premi spiralni parkirni klančini (ang. Double-threaded helix ramp), robne parkirne klančine (ang. tree-bay, side-by-side helix ramp) in centralne parkirne klančine (ang. four bay side-by-side ramp).

Uvozna in izvozna tokova pri enosmernih zveznih premih spiralnih klančinah (*slika 59*) sta ločena. Vsak prometni tok poteka po svoji premi spiralni stezi oziroma klančini, ti pa se stikata na vmesnem prehodnem podestu, preko katerega tudi poteka povezava med uvozno in izvozno stezo. Ker le del parkirnih prostorov leži na uvozni stezi, del pa na izvozni, mora uporabnik v primeru, da ob uvozni stezi ne najde prost parkirni prostor, iskati še ob izvozni. Pri dvosmernih parkirnih klančinah, kjer uvozna in izvozna steza ležita druga ob drugi, teh problemov nimamo.

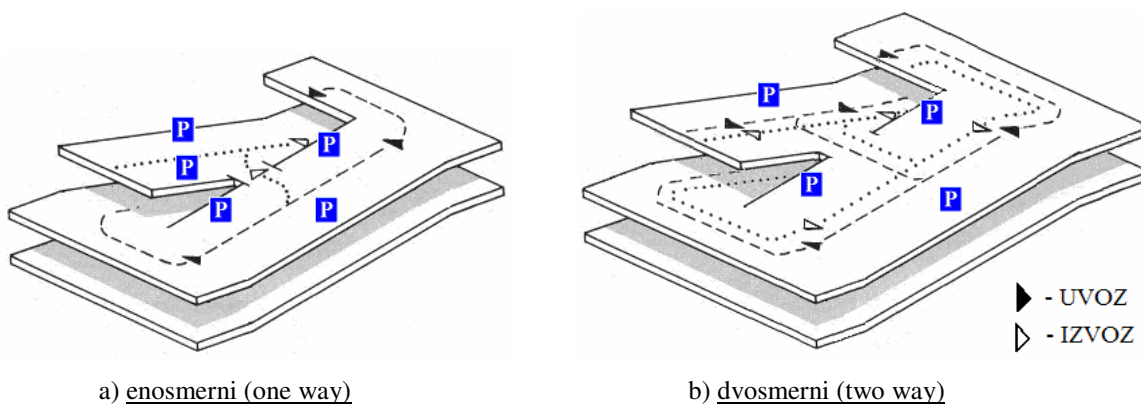


Slika 59: Zvezni premi spiralni parkirni klančini (ang. end-to-end helix ramp)

Višinsko zamaknjeni parkirni klančini (slika 60) sta lahko eno ali dvosmerni, v obeh primerih pa njihova medsebojna povezava poteka preko podesta na delu, kjer se klančini višinsko križata.

Enosmerni višinsko zamaknjeni parkirni klančini sta idealni, če imamo na voljo ozek in razmeroma dolg prostor, katerega širina dopušča le postavitev dveh enosmernih parkirnih vrst s poševnim parkiranjem. Kot parkiranja se tako lahko prilagaja prostoru, ki je na voljo.

Izmed obeh načinov prikazanih na sliki 60 je bolj učinkovita izvedba z dvosmernima parkirnim klančinama, saj vsi parkirni prostori ležijo tako na izvozni kot uvozni stezi, izvozna pot pa je lahko tudi za polovico krajša kot pri enosmerni.



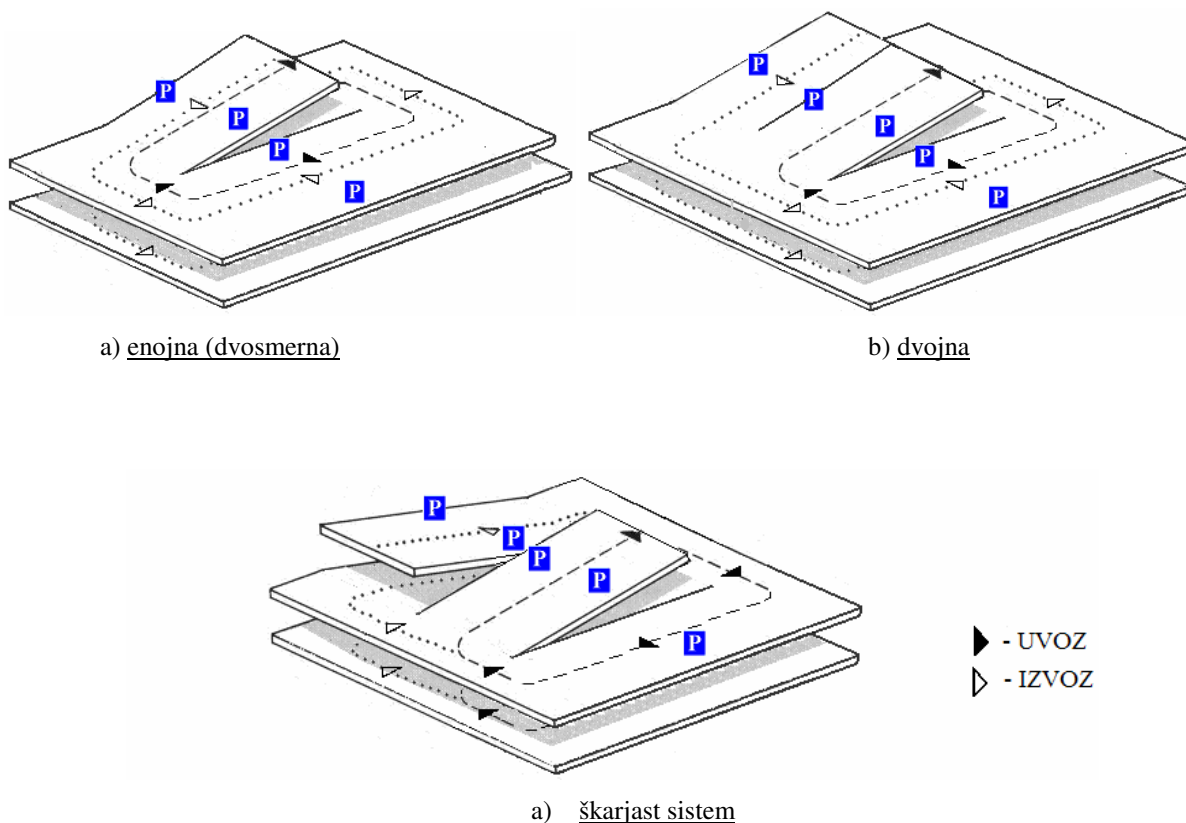
a) enosmerni (one way)

b) dvosmerni (two way)

Slika 60: Višinsko zamaknjeni premi parkirni klančini (ang. double-threaded helix ramp)

Robne parkirne klančine (slika 61) s treh strani obkroža parkirna etaža oziroma podesti, na katerih je mogoče urediti parkiranje v več parkirnih vrstah, odvisno od razpoložljivega prostora.

Razlika med enojnimi in dvojnimi parkirnimi klančinami je, da imamo na enojni eno parkirno vrsto z dvosmernim vodenjem prometa, medtem ko imamo pri dvojni dve parkirni vrsti, po katerih promet teče enosmerno v nasprotnih smereh. To pomeni, da na enojni dvosmerni klančini lahko vozila izvozijo direktno na izvozno stezo. Pri dvojni z enosmernim prometom, pa se morajo vozila, parkirana ob uvozni stezi, najprej po uvozni stezi povzpeti do najbližjega prehoda ali do podesta in se šele tam lahko vključijo na izvozno stezo. Da bi zmanjšali razdaljo do izvozne steze, je na klančini potrebno urediti zadostno število vmesnih prehodov.



Slika 61: Robne parkirne klančine (ang. three-bay, double-threaded helix ramp)

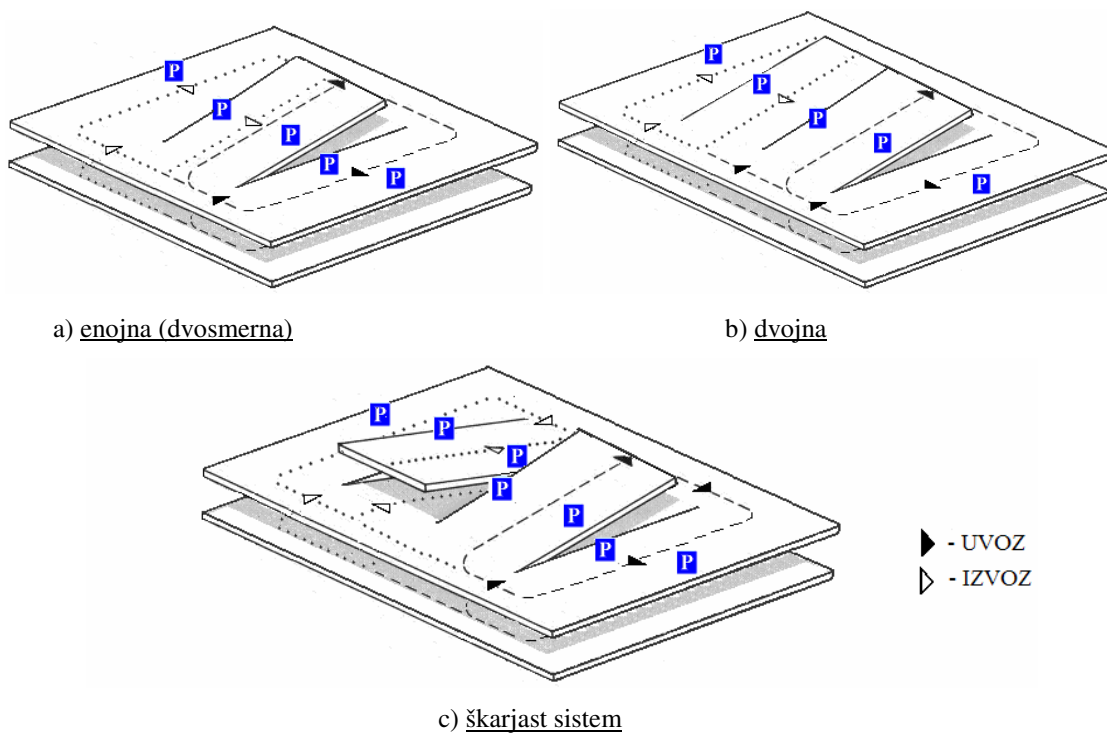


Slika 62: Prikaz škarjastega sistema izvedbe robnih parkirnih klančin



Slika 63: Enojna (dvosmerna) robna parkirna klančina (vir: www.ucmt.org/.../other_pages/parking_01.shtml)

Pri centralnih parkirnih klančinah (*slika 63*) je običajno večji del parkirnih površin na parkirnih etažah in podestih. Pri tem je potrebno obliko vodenja prometa na etažnem delu prilagoditi izbiri sistema parkirnih klančin.



Slika 64: Centralne parkirne klančine (ang. four bay side-by-side ramp)



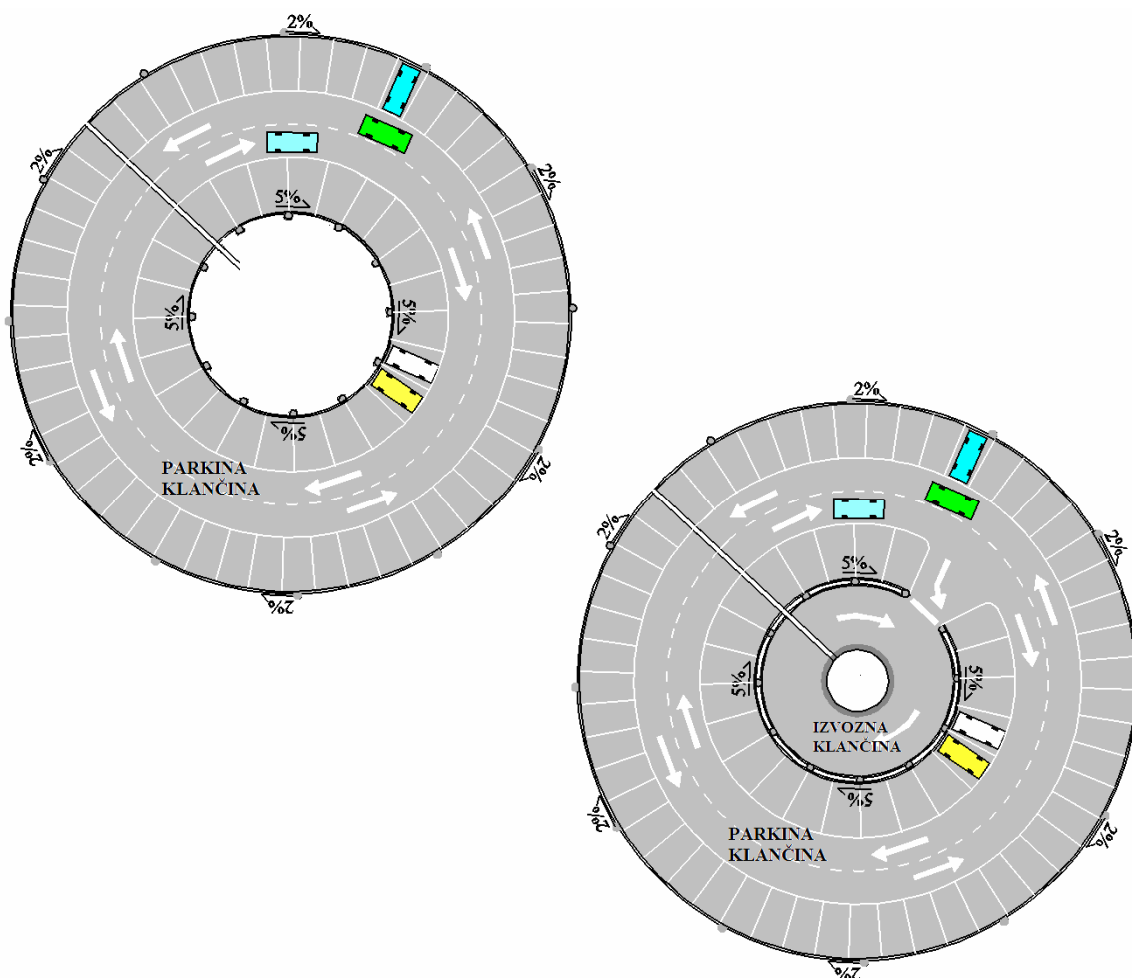
Slika 65: Enojna centralna parkirna klančina v mestu Brick Township, ZDA
(vir: <http://www.wmblanchard.com/pages/projects/>)



Slika 66: Dvojna centralna parkirna klančina v južnem Limestonu , Velika Britanija
(vir: www.engr.uky.edu/~cense/images/parking.jp)

6.4.3 Krožne parkirne klančine

Pri kontinuiranih krožnih klančinah je vodenje prometa dvosmerno. Parkiranje je urejeno vzdolž obeh stani dovozne steze. Parkirni prostori ležijo pravokotno na os dovozne steze, najožji del parkirnega prostora pa ne sme biti ožji od minimalnega določenega.



Slika 67: Shema krožne parkirne klančine in krožne parkirne klančine v kombinaciji z izvozno

Zaradi relativno dolge izvozne poti in velikega števila 360° obratov, krožne parkirne klančine največkrat kombiniramo z izvoznimi klančinami. Običajno so to krožne izvozne klančine, ki jih postavimo v sredinski del parkirne klančine (slika 67).

Najbolj znana spiralna krožna parkirna klančina tvori vznožje stanovanjskih nebotičnikov imenovanih Marina Bay City v Chicagu (slika 68).



Slika 68: Krožni parkirni klančini v vznožju nebotičnikov Marina Bay City, Chicago
(vir: <http://farm1.static.flickr.com>)

Slika 69: Tloris krožne parkirne klančine s klančino za izvažanje v garažni hiši Parc Fosse aux Ours



Slika 70: Garažna hiša Parc Fosse aux Ours

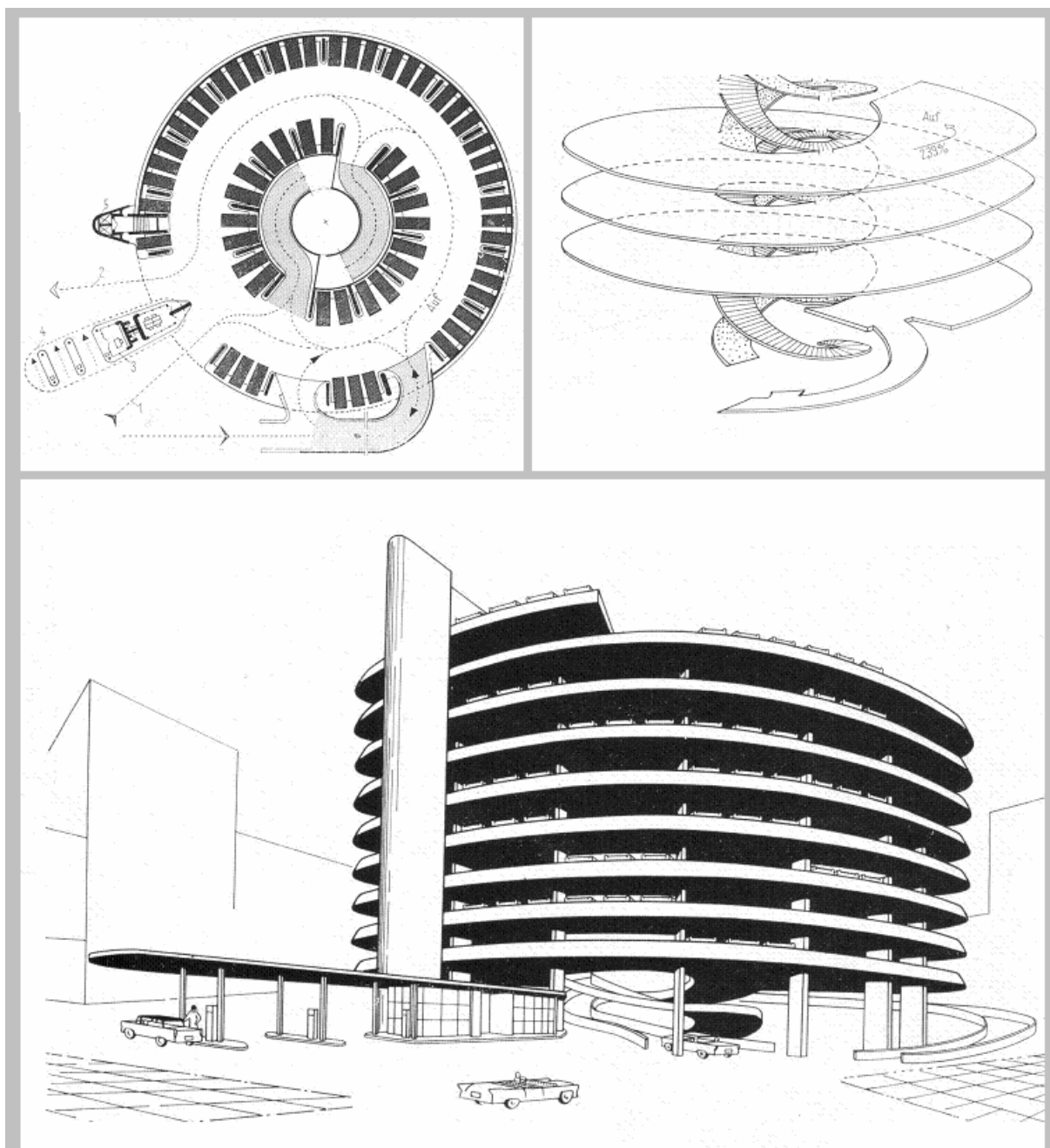
(vir: <http://www.lpa.fr/lpa/lettreChantier.aspx?site=LPACH&lang=FR&page=LTCHANFOSS§ion=LTCHANFOSS>)



Slika 71: Izvozna klančina v garažni hiši Parc hôtel de ville Villeurbanne

(vir: http://www.lpa.fr/lpa/CMS/Files/Lettres/Chantiers/hotel_de_ville/Lettre_LPA_HdV_Vill_n_6.pdf)

Ena zahtevnejših kombinacij parkirnih in uvozno/izvoznih klančin je zasnova parkirne hiše v Rio de Janeiru. Ta naj bi bila sestavljena iz kontinuirane krožne parkirne klančine z enosmerno uvozno stezo ter dodatnima, višinsko zamaknjenima krožnima klančinama za uvoz in izvoz v centralnem delu. Slednji bi služili za hitrejše prehajanje iz etaže v etažo.



Slika 72: Zasnova parkirne hiše v Riu de Janeiru (vir: Büttner, 1970, str. 149,150)

7 ODVODNJAVANJE

V tekoči ali v obliki ledu voda predstavlja nevarnost za parkirne hiše. Voda z vozil pogosto vsebuje korozivne snovi in sol, ki lahko ogrozi strukturne elemente ter vozno površino, če ni pravočasno odstranjena. Vsaka etaža potrebuje učinkovit sistem za odvajanje vode, ki se zadržuje na njeni površini. Da bi preprečili zadrževanje vode, morajo biti etažne plošče v naklonu, zbrano vodo pa je potrebno skozi ustrezno oblikovan sistem cevi speljati v kanalizacijo.

Minimalni naklon etažne površine je 1,0 %, priporočljiv pa je naklon med 1,5 % in 2,0 %. Praviloma so etažne površine nagnjene navznoter, da se voda z njih ne steka po fasadi. Posebno pozornost je potrebno nameniti detajlom na robovih klančin, da se voda čez te robove ne steka na klančino oziroma na spodnje etaže. Za to obstaja več načinov:

- površino etaže nagnemo navznoter,
- nad klančino postavimo 3 cm visok prag,
- na zgornjem koncu okoli klančine vgradimo korito z rešetko.

Odtoki naj ležijo tako, da omogočijo čim hitrejšo odtekanje vode. Prvi korak pri projektiranju odtokov je določiti potrebno število odtokov, ki bo zmožno odvajati meteorno vodo s strehe PH, nato pa še vodo iz nižjih etaž.

Prispevna površina vode na strehi PH enega odtoka naj ne bo večja od 920 m² (cca 15 m x 60 m), priporočljiva prispevna površina na posamezen odtok pa je med približno 460 m² (cca. 15 m x 30 m) in 550 m² (cca. 15 m x 35).

Pri parkirnih hišah odprtega tipa, ki so neogrevane in so izpostavljene nizkim temperaturam, se je potrebno ogniti dolgim horizontalnim odtočnim cevem.

Cevi so lahko iz plastike (PVC), pocinkanega jekla ali litoželezne. Izbira teh je odvisna od cene in lokalnih predpisov. Prednost plastičnih cevi pred ostalimi je njihova odpornost proti koroziji, problem pa so mehanske poškodbe, ki jih povzročijo uporabniki z vozili. Zato jih je

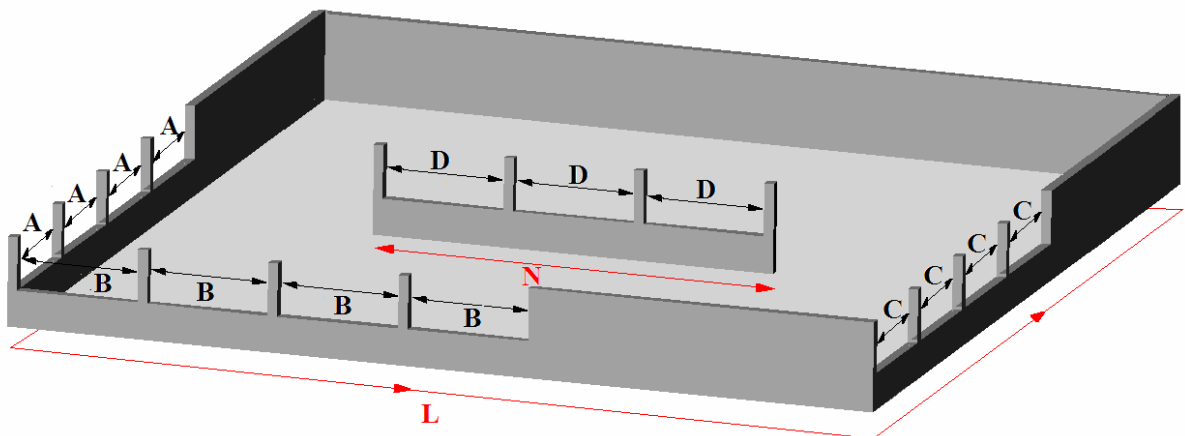
potrebno na odprtih delih zaščititi s postavitvijo stebričkov ali jih skriti v konstrukcijo.

Vso vodo, tako meteorno s strehe, kot odpadno z nižjih etaž, lahko odvajamo v meteorno kanalizacijo, razen, če predpisi zahtevajo, da odpadno vodo s spodnjih etaž odvajamo ločeno od meteorne, in sicer v fekalno kanalizacijo. Za preprečitev oljem, peskom in soli, da se skozi odpadno vodo stekajo v kanalizacijo, je pred priključkom cevi na kanalizacijo potrebno vgraditi lovilce olj ali peščene filtre.

8 PREZRAČEVANJE

8.1 Naravno prezračevanje

Naravno prezračevanje parkirne hiše je zagotovljeno z ustrezno količino odprtin, tako na zunanjih kot tudi na notranjih zidovih. Obstaja več predpisov o potrebni količini teh odprtin, da parkirno hišo lahko definiramo kot odprto in jo ni potrebno dodatno umetno prezračevati. To so predpisi UBC (Uniform Building Code, 1997), BOCA/National Building Code (1999) in SBC (Standard Building Code, 1999), a so ti pri vseh treh skoraj identični.



Dolžina zunanjih odprtin: $\Sigma A + \Sigma B + \Sigma C \geq 40 \% L$

Površina zunanjih odprtin: $\Sigma A + \Sigma B + \Sigma C \geq 40 \% L$

Površina notranjih odprtin: $\Sigma D \geq 40 \% N$

Slika 73: Prikaz kontrole odprtin za naravno prezračevanje parkirne hiše

Vsi trije predpisi (UBC, BOCA in SBC) opisujejo odprto parkirno hišo kot objekt z enakomerno razporejenimi odprtinami na dveh ali večjih straneh. Te odprtine v zunanjih zidovih morajo zavzemati 20 % površine obsega zidov posameznega dela parkirne hiše. Celotna dolžina odprtin, ki naj bi zagotavljala naravno ventilacijo, mora zavzemati vsaj 40 % obsega posameznega dela parkirne hiše. Na linijah notranjih zidov in stebrov je potrebno zagotoviti, da je 20 % njene površine odprte z enakomerno razporejenimi odprtinami. Odprtine ne rabimo razporediti na dolžini več kot 40 % obsega objekta v primeru, da imamo odprtine enakomerno razporejene na dveh nasprotnih straneh PH.

8.2 Umetno prezračevanje

Ko nam v parkirni hiši primanjkuje odprtin za zagotovitev naravnega prezračevanje, je za odstranjevanje strupenega ogljikovega monoksida (CO), potrebno poskrbeti z mehanskimi prezračevalnimi sistemi. Možne so tri oblike prezračevanja, in sicer z dovajanjem čistega zraka, z odvajanjem onesnaženega zraka ter kombinacija obeh dveh sistemov. Večina metod, s katerimi določamo kriterije za količino potrebne ventilacije, nam te podaja v m^3/min oziroma l/min .

8.2.1 Uniform Building Code (UBC, 1997)

UBC podaja več možnih kriterijev za ovrednotenje potrebne količine prezračevanja. Eden od kriterijev je ventilacijski sistem sposoben odvajanja minimalno 6,608 l/s izpustov za vsako vozilo v pogonu. Tak sistem temelji na pričakovanemu številu vozil, ki delujejo istočasno.

8.2.2 BOCA/National Building Code (1999)

BOCA zahteva mehansko prezračevanje, ki bo zmožno odvajati vsaj 0,71 litrov izpustov na m^2 površine objekta ($457,2 \text{ l}/\text{min m}^2$).

8.2.3 Standard Building Code (SBC, 1999)

SBC nalaga, da mora mehansko prezračevanje zagotoviti vsaj 6 zamenjav zraka na uro na vsaki etaži.

8.2.4 Primeri Izračunov umetnega prezračevanja

Izračun potrebne ventilacije po kriteriju istočasnega števila vozil v pogonu po UBC

Imamo parkirno hišo s 1000 parkirnimi prostori. Pričakujemo, da bo v času ene ure iz PH izvozilo največ 60 % vseh vozil, kar je 600 vozil. To pomeni, da izvozi v povprečju 10 vozil/min. Če predpostavimo, da je povprečna razdalja od parkirnega prostora do izhoda 270

m in vozila vozijo s povprečno hitrostjo 10 km/h (2,7 m/s), potrebujejo 100 s do izhoda. Če imamo izhod z maksimalno kapaciteto 360 vozil/h (10 s/vozilo) to pomeni, da nastaja kolona dolžine približno dveh vozil ($600/360 = 1,67 \approx 2$ vozili). Vsakemu vozilu torej poleg 100 s do izvoza prištejemo še čakalni čas 20 s ($2 \text{ vozila} * 10 \text{ s/vozilo} = 20 \text{ s}$) in skupaj znaša 120 s ali 2 min. V 2 minutah, v katerih izvaža eno vozilo, hkrati z njim izvaža še 19 vozil ($10 \text{ vozil/min} * 2 \text{ min} = 20 \text{ vozil}$). Torej v povprečju istočasno obratuje 20 vozil. Za to prezračevanje rabimo sistem, ki bo odvajal 132.160 l/s izpušnih plinov ($20 \text{ vozil} * 6,608 \text{ l/s za eno vozilo}$).

Izračun potrebne ventilacije glede na kvadraturu po UBC in BOCA

Parkirna hiša (1000 parkirnih prostorov) ima površino približno 25.000 m². Torej potrebujemo ventilacijo s hitrostjo odvajanja zraka ($25.000 \text{ m}^2 * 7,62 \text{ l/s m}^2$) 152.400 l/s.

Izračun potrebne ventilacije po SBC

Parkirna hiša (1000 parkirnih prostorov), ki ima 25.000 m² površine, z etažno višino 3 m, potrebuje ventilacijo s hitrostjo odvajanja zraka ($6 * \text{volumen zraka/h je } 6 * 25.000 \text{ m}^2 * 3 \text{ m} * 1000 \text{ l/m}^3 / 3600 \text{ s}$) 125.000 l/s.

9 OCENA POTREBNEGA ŠTEVILA VHODNIH IN IZHODNIH STEZ

Število potrebnih vhodnih in izhodnih stez se oceni tako, da pričakovane prometne obremenitve na uvozih in izvozi v času urne konice V (poglavje 9.1), delimo s PUF (Peak Utilization Factor), oziroma faktor največje uporabe, ki ga pomnožimo z povprečno hitrostjo strežbe $\bar{\mu}$ (poglavja 9.3 in 9.4).

$$n = V / (PUF * \bar{\mu}) \quad (1)$$

PUFfaktor največje uporabe

$\bar{\mu}$povprečna hitrost strežbe (vozil/h)

Vpričakovane prometne obremenitev na uvozih in izvozi v urni konici (vozil)

Delitev s PUF neposredno zmanjša kapaciteto uvoznih in izvoznih stez v skladu z minimalno, ki jo je možno zagotoviti glede na nivo uslug. 100 % zapolnitev stez bi povzročila bistveno povečanje dolžine kolon v krajših časovnih intervalih znotraj urne konice. Metoda izračuna dolžine kolon predvideva prihode in odhode v času znotraj ene ure, zato faktor urne konice v večini primerov analize kolon ni uporabljen. Če ima sistem izredno nizek faktor urne konice (manj kot 75%), pa moramo pričakovano število vozil V v času analizirane ure, deliti s faktorjem urne konice, da bi dobili točnejše rezultate za načrtovanje sistema. Na primer: če imamo parkirno hišo, ki je namenjena za uporabo v času posebnih dogodkov, je lahko faktor urne konice le 50 %, kar pomeni, da se celoten objekt (100 % kapacitete) izprazni v samo 30 minutah. Če bi ta parkirna hiša delovala po sistemu plačila parkirne ob izhodu, bi morali volumen oziroma število vozil na izhodu V pomnožiti z 2, da bi dobili število vozil v času ene ure. Model za izračun dolžine kolon (poglavje 11) bo omogočal boljšo predstavo največje in povprečne aktivnosti znotraj parkirne hiše v času ene ure. PUF faktor nam le pomaga, da hitro ocenimo potrebno število vhodnih in izhodnih stez. V splošnem velja, večje kot je število vozil, večji je PUF , ki ga lahko uporabimo. Vzorci, ki nastanejo kot posledica viškov in padcev aktivnosti v PH, se običajno umirijo zaradi celotnega porasta aktivnosti, ter zato, ker se nenadno povečanje prometa lahko razporedi v več stez. V preglednici 8 so priporočene vrednosti PUF .

Preglednica 8: Faktor največje uporabe (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 139)

Število stez	Faktor največje uporabe (PUF)			
	1	2	3	4 ali več
Enkratno dnevno plačilo parkirnine	0,5	0,65	0,75	0,8
Hitra izvedba plačila parkirnine (parkirne kartice)	0,7	0,8	0,9	0,95
Zelo hitra izvedba plačila parkirnine (abonentne kartica z AVI čipom)	0,8	0,9	0,925	0,95

AVI = automatic vehicle identification (sistem za prepoznavanje vozila)

Z uporabo *PUF* faktorjev, prikazanih v preglednici, je potrebno izračunano število stez zaokrožiti na višje celo število.

Ko določimo le približne vrednosti števila osebnih vozil, ki v urni konici uvažajo oziroma izvažajo, lahko z elektronskimi napravami za pobiranje parkirnine opremimo le tolikšno število stez, kot je to ugotovljeno z realnejšimi ocenami.

Povprečna hitrost strežbe $\bar{\mu}$ (voz/h) je obratna vrednost povprečnega časa strežbe $\bar{s}$ (s/voz),

$$\bar{s} \text{ (s/voz)} \xrightarrow{\text{pretvorba_enot}} \bar{s} \text{ (h/voz)},$$

$$\bar{\mu} \text{ (voz/h)} = 1/\bar{s} \text{ (h/voz)}. \quad (2)$$

$\bar{s}$ povprečni čas strežbe

Torej, če blagajnik oziroma avtomat lahko obdela 2 stranki (vozili) na minuto, je $\bar{s} = 30$ s/vozilo, povprečna hitrost strežbe $\bar{\mu}$ pa je 120 voz/h. Hitrost strežbe pri avtomatih se spreminja od proizvajalca do proizvajalca, odvisno od vgrajenega sistema in tehnologij (*Preglednica 10*).

9.1 Ocena pričakovanih prometnih obremenitev (*V*) na uvozi in izvozi iz parkirne hiše v času urne konice

Za ugotovitev primernosti kateregakoli oblike vodenja prometa je najpomembnejša dobra ocena velikosti pričakovanih prometnih obremenitev (*V*) vozil v in iz parkirne hiše v času urne konice. Vrednosti vhodnih in izhodnih prometnih obremenitev, prikazanih v *preglednici 9*, so dobljene s standardnimi postopki za ugotavljanje generacije potovanj pri različnih

prometnih študijah.

Preglednica 9: Tipične obremenitve v času urne konice izražene v % kapacitete parkirne hiše (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 84)

Prometna obremenitev v času urne konice v in iz PH, podana v % kapacitete parkirne hiše				
	Dopoldanska urna konica		Popoldanska urna konica	
	noter	ven	noter	ven
Namenska raba prostora				
Stanovanjski objekt	5-10	30-50	30-50	10-30
Hotel	30-50	50-80	30-60	10-30
Pisarniški objekt	40-70	5-15	5-20	40-70
Trgovine/restavracija	20-50	30-60	30-60	30-60
Trgovina z nujnimi potrebščinami /banka	80-150	80-150	80-150	80-150
Poslovno središnji kompleks	20-60	10-60	10-50	20-60
Zdravstveni dom	40-60	50-80	60-80	60-90
Bolnica				
Parkirišče za obiskovalce	30-40	40-50	40-60	50-75
Parkirišče za zaposlene	60-75	5-10	10-15	60-75
Letališče				
Parkiranje od 0 do 3h	50-75	80-100	90-100	90-100
Parkiranje od 3 do 24h	10-30	5-10	10-30	10-30
Parkiranje za več kot 24h	5-10	5-10	5-10	5-10
Posebne prireditve	80-100	85-100		

Nekatera priporočila zahtevajo, da je parkirno hišo mogoče v celoti napolniti oziroma sprazniti v eni uri, oziroma v 30 minutah v času posebnih prireditev. Le v redkih primerih rabe, kot so banke oziroma manjše trgovine, se v eni uri promet v parkirni hiši zamenja večkrat. To pomeni, da število vozil, ki uvozijo in izvozijo v eni uri presega kapaciteto, ki se določa glede na namensko rabo. Podatki o številu potrebnih parkirnih prostorov za posamezno rabo, se od države do države spreminjajo in se lahko izračunavajo glede na m² namenskega prostora, ki ga za opravljanje dejavnosti posameznik ali podjetje uporablja. Poleg uporabnih površin se potrebe po parkirnih prostorih lahko izražajo tudi glede na druge enote, kot so število stanovanj, število prebivalcev...

9.2 Faktor urne konice

Faktor urne konice (ang. Peak hour factor - PHF) se izračunava enako kot pri prometnih študijah križišč, in sicer z merjenjem prometnih obremenitev v času urne konice, razdeljene v štiri 15 minutne intervale. Izmed teh štirih intervalov izberemo tistega, z največjimi obremenitvami V_{15} in ga pretvorimo v enakovreden največji urni interval v .

$$v = 4 * V_{15}. \quad (3)$$

vnajvečje 15 minutne prometne obremenitve v urni konici preračunane na eno uro
 V_{15}15 minutni interval urne konice z največjimi obremenitvami

Faktor urne konice je razmerje izmerjenih prometnih obremenitev v urni konici V in največjih 15 minutnih prometnih obremenitvah, preračunanih na eno uro v .

$$PHF = V/v \quad (4)$$

V izmerjene prometne obremenitve v urni konici

Faktor urne konice $PHF = 0,85$ je sprejemljiv v večini prometnih situacijah. Pri parkirnih hišah za posebne prireditve, kjer bi želeli celoten objekt sprazniti v 30 min, bi torej morali v 15 minutah sprazniti polovica objekta:

$$v = 4 * 0,5 * V = 2V \text{ pa je } PHF = V/2V = 0,5. \quad (5)$$

9.3 Časi strežbe pri različnih vhodno/izhodnih sistemih ter načinih plačevanja parkirnine

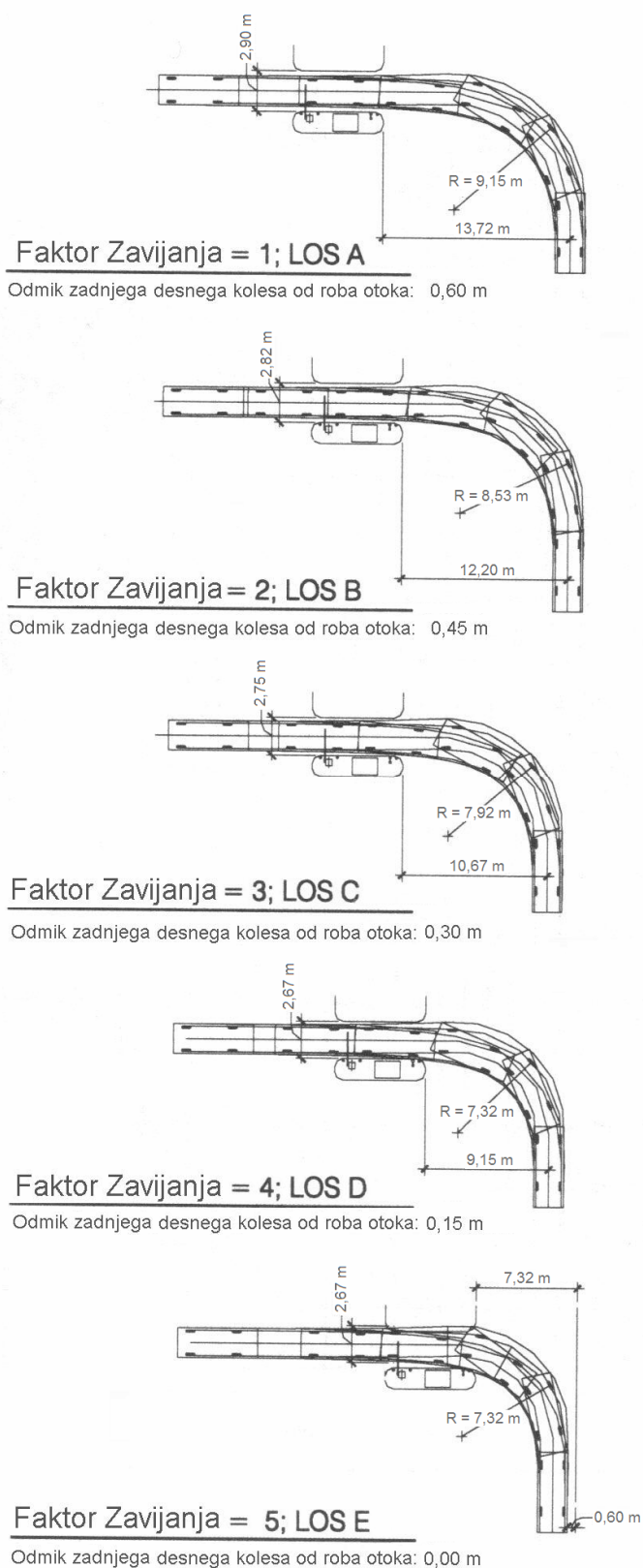
Hitrost strežbe pri današnjih napravah za elektronsko izdajo vhodnih parkirnih kartic in pobiranja parkirnine variira za +/-35 % od prikazane v preglednici 10. V primeru, da pri načrtovanju stez ne poznamo točnega proizvajalca opreme za izdajanje vhodnih parkirnih kartic in pobiranja parkirnine, moramo za vsakega posamezno izračunati potrebno število stez. Če pa je zahtevana hitrost strežbe zelo pomembna, jo lahko za vhodno/izhodno opremo preprosto predpišemo.

Preglednica 10: Povprečne hitrosti in časi strežbe (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 140)

	Povprečna hitrost strežbe $\bar{\mu}$ (vozil/h)	Povprečni čas strežbe $\bar{s}$ (s/vozilo)
Predplač. plačevanje parkiranja (abon. kartice) VHOD ali IZHOD		
Abonentna parkirna kartica, ki jo vstavimo rezo čitalca kartic	435	8,3
Abonentna parkirna kartica z delovanje v zadostni bližini senzorja	600	6,0
Sistem za avtomatsko prepoznavanje vozila	800	4,5
Plačilo glede na čas parkiranja - VHOD		
Izdaja park. kartice s pritiskom na gumb	400	9,0
Avtomatska izdaja park. kartice	450	8,0
Plačilo enkratne vstopne parkirnine na vhodu z zapornico	200	18,0
Plačilo enkratne vstopne parkirnine na vhodu brez zapornice	300	12,0
Plačilo parkirnine iz vozila - IZHOD		
Plačilo z gotovino na izhodni blagajni	135	26,7
Plačilo na izvozu z kred. kartico (telef. linije) brez zahtevanega podpisa	95	38,0
Plačilo na izvozu s kred. kartico (telef. linije) z zahtevanim podpisom	110	32,7
Plačilo na izvozu s kred. kartico (hitra opti. linija) brez zahtevanega podpisa	175	20,7
Parkirna dovolilnica	300	12,0
Dogovorjenim pavšalno plačilom parkirnine	180	20,0
Plačilo v okviru najemnine za stanovanje	180	20,0
Plačilo na izhodni blagajni s dodatnim preverjanjem registrskih tablic (letališča)	100	36,0
Plačilo na parkomatu z dodatno računalniško kontrolo registrskih tablic na izhodu	120	30,0
Vstavev parkirne kartice potrjene na parkomatu ali na blagajni ob plačilu parkirnine	360	10,0
Plačilo parkirne na blagajni (peš dostop)		
Plačilo z gotovino s spremenljivo tarifo	175	20,7
Plačilo na izvozu z kred. kartico (telef. linije) brez zahtevanega podpisa	115	32,7
Plačilo na izvozu s kred. kartico (telef. linije) z zahtevanim podpisom	135	26,7
Plačilo na izvozu s kred. kartico (hitra opti. linija) brez zahtevanega podpisa	245	14,7
Potrdilo za brezplačno parkiranje	600	6,0
Plačilo parkirnine na parkomatu (peš dostop)		
Plačilo parkirnine na parkirnem avtomatu s spremenljivo tarifo	75	48,0
Plačilo z kred. kartico preko tel. linije z zahtevanim podpisom	N	N
Plačilo z kred. kartico brez zahtevanega podpisa	66	54,5
Plačilo z kred. Kartico preko hitre mrežne linije brez zahtevanega podpisa	100	36,0
Parkirna dovolilnica	240	15,0

N = ni uporabno

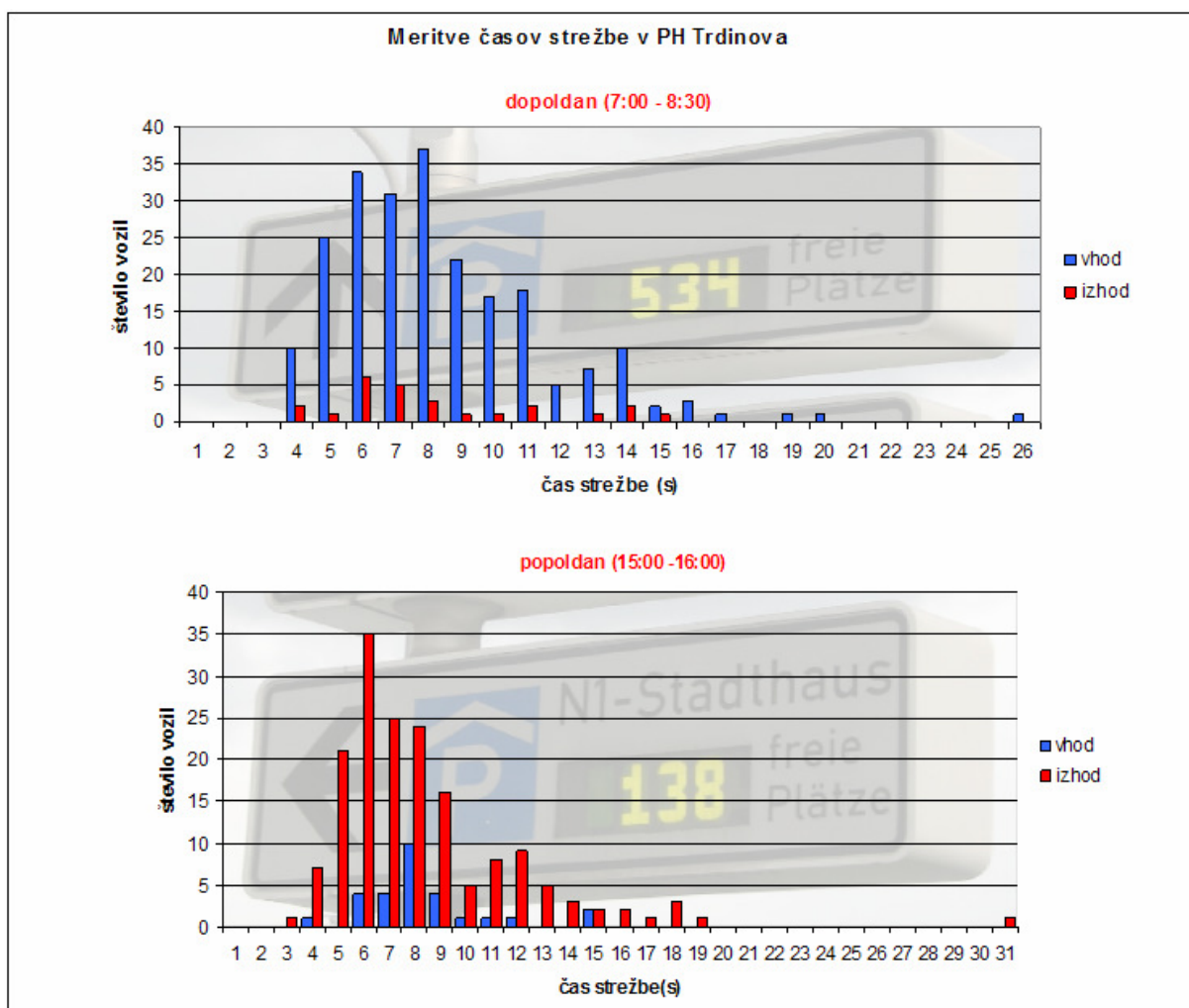
Ostri zavoji pri dostopanju do parkirne opreme ob stezah imajo velik učinek na čas strežbe. Lahko zgodi, da zaradi ostrega zavoja uporabnik ne more v prvem poskusu svoje vozilo poravnati z avtomatom, in mu to uspe šele po večkratnem popravljanju, kar povzroča nekaj sekundne zamude. Te izgube lahko upoštevamo tako, da te sekunde prištejemo k povprečnemu času strežbe in izračunamo natančnejšo povprečno hitrost strežbe. Torej, če je zavoj v načrtovano stezo s čitalcem kartic zelo oster, lahko ta povzroča 5 sekundne zamude. Torej je povprečna hitrost strežbe $3600/(8,3+5=13,3) = 270$ voz/h namesto 433 voz/h.



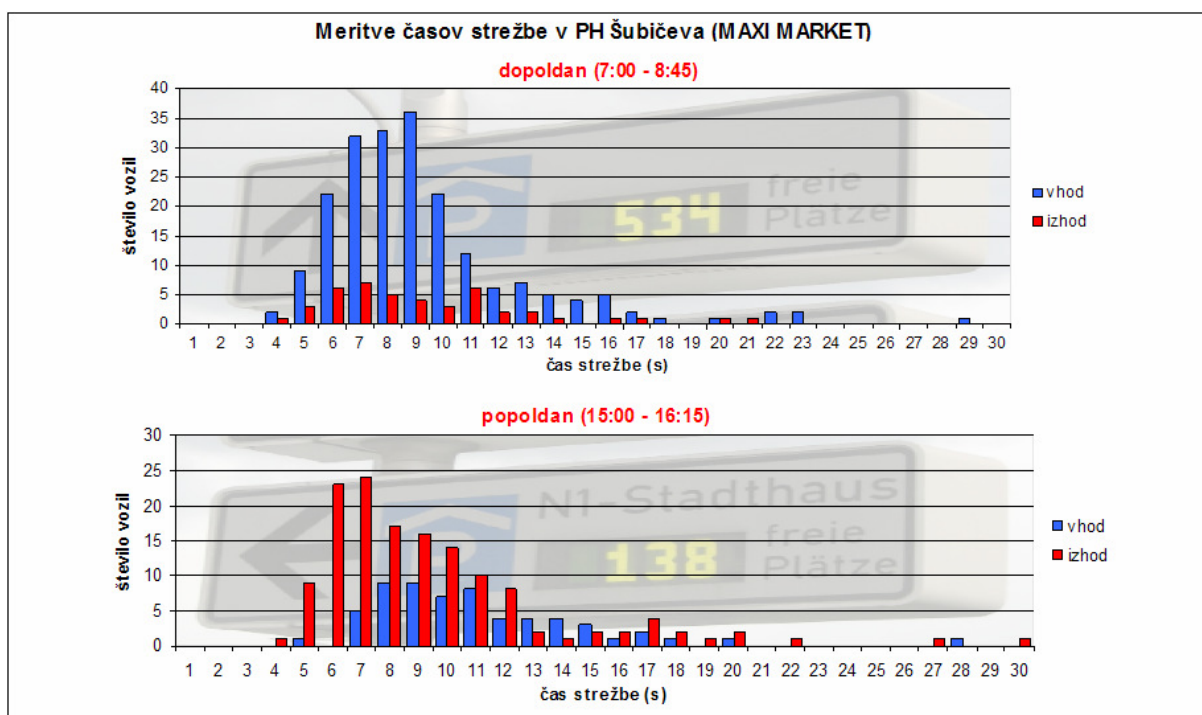
Slika 74: Zamude pri zavijanju v vhodno oziroma izhodno stezo (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 143)

9.4 Analiza meritev časov strežbe v parkirnih hišah v Ljubljani

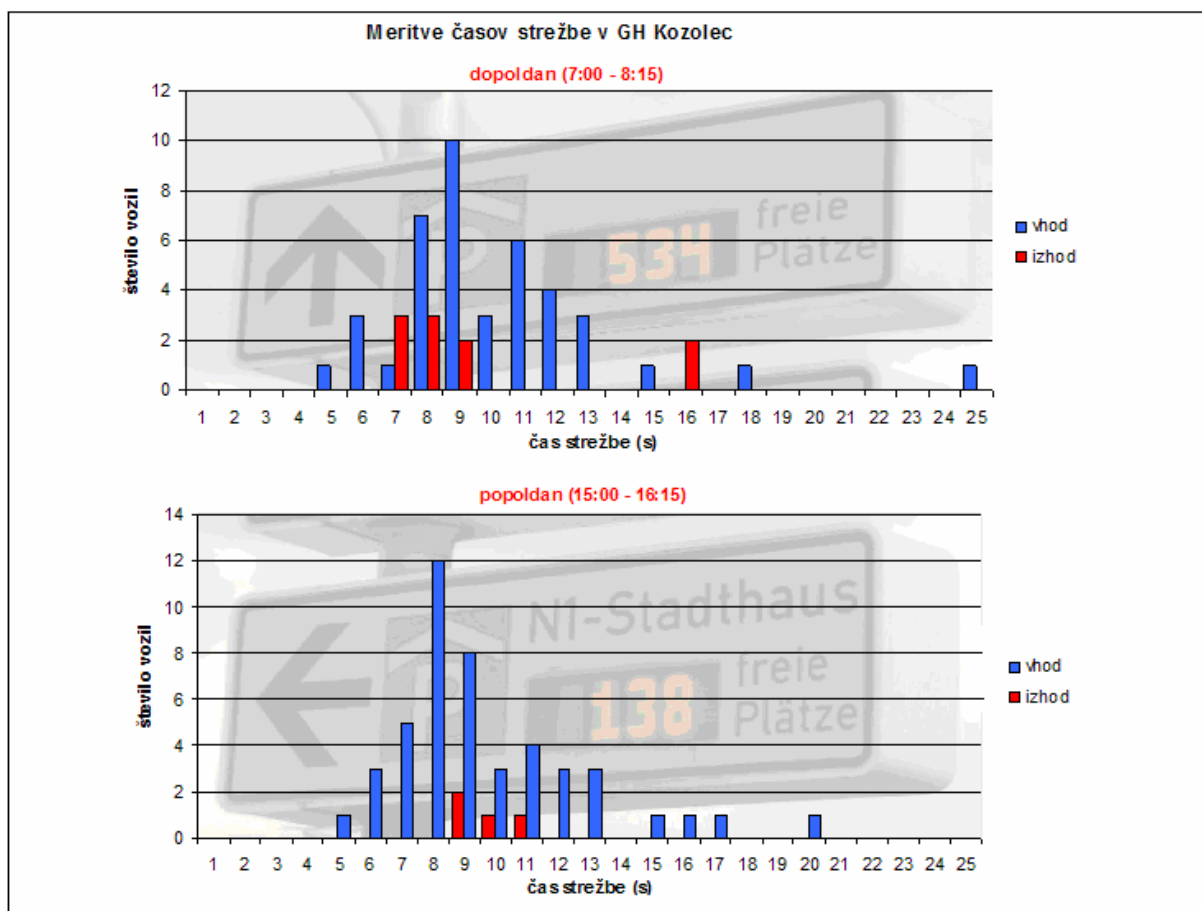
V okviru te diplomske naloge so bile opravljene meritve časov strežbe v treh parkirnih hišah v Ljubljani, in sicer v GH Šubičeva, GH Kozolec ter PH Trdinova. Merjeni so bili časi strežbe na uvozih in izvozih iz parkirnih hiš v času dopoldanske in popoldanske urne konice. Rezultati meritev časov strežb so prikazani v grafikonih 2, 3, 4. Na uvozih so se merili časi od trenutka, ko se je vozilo ustavilo pri dajalcu/čitalcu vhodnih parkirnih kartic, do trenutka, ko se je pri čitalcu/dajalcu kartic ustavilo naslednje vozilo v koloni. Enako so se merili tudi časi na izvozih iz parkirne hiše.



Grafikon 2: Časi strežbe v Parkirni hiši Trdinova



Grafikon 3: Časi strežbe v Garažni hiši Šubičeva - MAXI MARKET



Grafikon 4: Časi strežbe v Garažni hiši Kozolec

Povprečni časi strežbe $\bar{s}$ dobljeni iz izmerjenih časov strežbe za posamezne parkirne hiše so prikazane v preglednici 11.

Preglednica 11: Povprečni časi strežbe v parkirnih/garažnih hišah Šubičeva, Trdinova in Kozolec

Povprečen čas strežbe $\bar{s}$ (s/voz)				
	Dopoldanska konica		Popoldanska konica	
	Vhod	Izhod	Vhod	Izhod
GH Šubičeva	9,86	9,88	11,70	9,87
GH Kozolec	8,91	7,72	8,07	8,75
PH Trdinova	10,86	9,96	8,86	8,51

$\bar{s}_{\text{Vhod}} (\Sigma/6)$	9,71	$\bar{s}_{\text{Izhod}} (\Sigma/6)$	9,12
------------------------------------	------	-------------------------------------	------

Povprečni čas strežbe na uvozih s kombinacijo ročne izdaje parkirnih kartic in senzorja abonentnih kartic, je znašal 9,71 s. Podatki iz preglednice 10 kažejo, da je povprečni čas strežbe $\bar{s}$ ločeno za ročne podajalce kartic 9,0 s in za čitalce abonentnih kartic 6,0 s. Zadnji podatek 6,0 s, bi lahko primerjali z krajšimi meritvami opravljenimi na vhodu v PH Euro Center, kjer je parkiranje dovoljeno le zaposlenim (abonentne kartice) in je ta čas znašal 5,48 s.

Povprečni čas strežbe na izvozih s kombinacijo čitalca parkirnih (plačilo parkirnine peš na parkomatu ali blagajni – ang. pay on foot) in abonentnih kartic, pa je znašal 9,12 s. Preglednica 10 tudi te čase strežbe prikazuje ločeno, in sicer: za vstavitvijo potrjene parkirne kartice 10 s, za izhodne čitalce abonentnih kartic pa 6,0 s.

Na podlagi povprečnih časov strežbe iz preglednice 11 so izračunane vrednosti povprečne hitrosti strežbe v času urne konice (preglednica 12).

Preglednica 12: Povprečna hitrost strežbe v parkirnih/garažnih hišah Šubičeva, Trdinova in Kozolec

Povprečna hitrost strežbe $\bar{\mu}$ (voz/h)				
	Dopoldanska konica		Popoldanska konica	
	Vhod	Izhod	Vhod	Izhod
GH Šubičeva	365	364	307	364
GH Kozolec	404	466	446	411
PH Trdinova	331	361	406	423

$\bar{\mu}_{\text{Vhod}} (\Sigma/6)$	377	$\bar{\mu}_{\text{Izhod}} (\Sigma/6)$	398
--------------------------------------	-----	---------------------------------------	-----

10 KAPACITETE DOVOZNIH STEZ V PARKIRNI HIŠI

10.1 Kapaciteta stez in klančin na in ob katerih ni dovoljeno parkiranje

Kapaciteta stez in klančin na in ob katerih ni dovoljeno parkiranje je izračunana z uporabo TRRL (ang. Transport and Road Research Laboratory) enačb (Ellison P. B., 1969 cit. po P. Chrest et al., 2001) in dimenzijah, podanih v *preglednici 6*. Za ravne dele dovoznih stez in klančin je očitno, da so kapacitete največje, in se podobno kot v prometu gibljejo med 1850 in 1860 vozil/h. Razlike kapacitet med enosmernimi in dvosmernimi stezami so zanemarljive.

Ko nastopijo zavoji, se kapaciteta stez zmanjša. Najbolj pogosti so zavoji za 90°, 180°, ali 360°. Pri zavijalnih otokih je določena kapaciteta pri zavijanju za 180° (ang. U - turn) brez upoštevanih širin dovoznih stez za posamezne nivoje uslug. Vendar pa je to zanemarljivo, če vemo, da so razlike v kapacitetah pri različnih širinah dovoznih stez (različni nivoji uslug) zelo majhne.

Nivo uslug (LOS) se določa glede na razmerje med v/c , kjer v predstavlja že prej omenjene največje 15 minutne prometne obremenitve v urni konici preračunane na celotno konično uro, c pa kapaciteto stez oziroma klančin. Nivo slug D za parkirne hiše ni zaželen, zato razmerje v/c za ta nivo uslug tudi ni podano.

Kapaciteta pri krožni spiralni klančini z nivojem uslug D je 1169 vozil/h, kar je za 420 vozil/h manj kot pri višinsko zamaknjenima krožnima klančinama, kjer so priporočeni večji radii klančin (*preglednica 6*) zaradi zmanjšanja njihovega naklona. Potrebno je tudi upoštevati, da so kontinuirane krožne klančine geometrijsko zasnovane za nivo uslug D, sprejemljive le pri enojnem obratu (360°) ali pri nižjih hitrostih. Za višje objekte in hitrosti, je bolj primeren nivo uslug C. S povečanjem radija pri enojni krožni spiralni klančini iz minimalnega predpisanega za nivo uslug D, na nivo uslug C, se kapaciteta klančine poveča za 26 %.

Preglednica 13: Kapaciteta prometnih tokov na zavijalnih stezah in klančinah (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 86)

	Teoretično določena največja kapaciteta prometnih tokov na zavijalnih, stezah in klančinah, c^1 (vozilo/h)			
	LOS D	LOS C	LOS B	LOS A
Raven del steze ali uvozno/izvozne klančine				
Enosmerna	1850	1853	1855	1858
Dvosmerna	1845	1848	1850	1853
Krožne klančine²				
Dvosmerna Spiralna (ang. single helix)	1169	1473	1631	1715
Višinsko zamaknjeni enosmerni (ang. duble helix)	1589	1704	1761	1793
Zavijalni otoki¹	936	1097	1233	1345
Razmerje v/c	NP	0,8	0,7	0,6

NP - ni priporočljivo

10.2 Kapaciteta dovoznih stez ob katerih je urejeno parkiranje (parkirne vrste)

TRRL enačbe (Ellison P. B., 1984 cit. po P. Chrest et al., 2001) za izračun kapacitet so določene na podlagi opazovanj in meritev, kjer vsa vozila istočasno uvozijo in izvozijo v posamezno parkirno vrsto. Čeprav v urni konici pride do nihanj med uvoznimi in izvoznimi tokovi, so upoštevane prometne obremenitve samo uvoznih ali samo izvoznih tokov. C_{in} je kapaciteta samo uvoznih tokov, C_{out} pa kapaciteta izvoznih tokov v urni konici. Uvedene so tudi nekatere predpostavke, in sicer nivo uslug naj ne bo manjši od LOS C, oziroma v/c naj ne bo večje od 0,8.

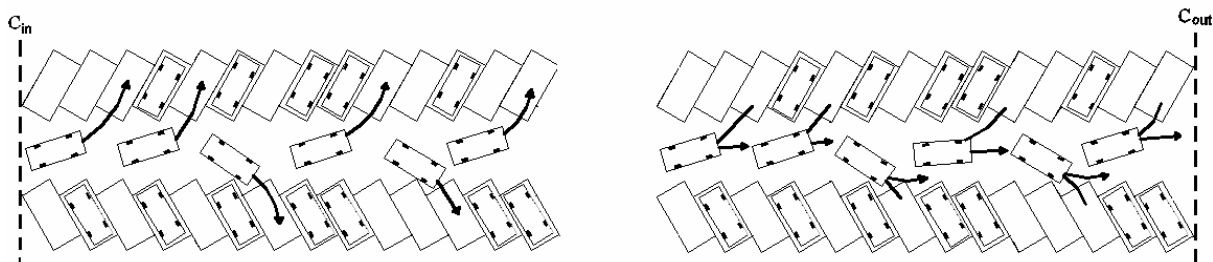
Ugotovljeno je, da se kapaciteta parkirnih vrst z večanjem dimenzij parkirnih prostorov veča, zmanjšuje pa se z večanjem kota parkiranja iz 70° na 90°. Kapaciteta je odvisna tudi od odstotka vozil, ki vzvratno parkira, in sicer se z večanjem tega zmanjšuje. Pri parkirnih hišah s krajšimi razponi med stebri s standardno modularno mrežo 9 x 9 m, se je kapaciteta uvoznih tokov C_{in} zmanjšala za vsaj 30 %, izvoznih C_{out} pa za vsaj 15 %. Pri kapacitetah, prikazanih v *preglednici 14* ni upoštevan faktor urne konice (PHF).

¹ Dimenzije za različne nivoje uslug (LOS) so podane v *preglednici 6*, TRRL enačbe za kapaciteto

² Steze in klančine ob in na katerih ni dovoljeno parkiranje

Preglednica 14: Kapaciteta prometnih tokov v parkirnih vrstah (vir: P. Chrest, et al. 2001, str. 89)

Kapaciteta prometnih tokov (vozil/h)								
Kot parkiranja	LOS D		LOS C		LOS B		LOS A	
	C_{in}	C_{out}	C_{in}	C_{out}	C_{in}	C_{out}	C_{in}	C_{out}
60° enosmerna	1349	1011	1500	1037	1500	1065	1500	1095
70° enosmerna	1189	994	1421	1018	1500	1043	1500	1071
80° enosmerna	886	941	979	961	1130	983	1343	1006
90° enosmerna	693	704	764	716	853	725	970	741



Ker ni bilo opravljenih zadostnih raziskav vpliva različnih dimenzij zavijalnih radijev na kapaciteto, ni bila ugotovljena zgornja mejna kapaciteta, zato je bila ta ocenjena na 1500 vozil/h.

Raziskave TRRL-ja leta 1984 so zajemale izmensko kapaciteto C_i parkirnih prostorov, ko v urni konici vozila izvažajo iz parkirnih prostorov, druga vozila pa uvažajo na proste parkirne prostore. Obstaja logična povezava med C_{in} in C_{out} , saj večji kot je uvozni tok vozil, manjši je izvozni in obratno. Povprečni razmak med vozili je izražen v dolžini ali v času (podobno čas sledenja). Ta čas lahko imenujemo tudi povprečen čas zadrževanja vozila. To je čas, ki ga vozilo rabi za manevriranje v ali iz parkirnega prostora. Povprečen čas za posamezno vozilo se izračuna:

$$t(h/\text{vozilo}) = 1/C \text{ (vozil/h)} \quad (6)$$

hura

ckapaciteta

$t(h)$povprečen čas zadrževanja vozila izražen v urah

Torej poznamo kapacitete uvoznih in izvoznih tokov parkirnih vrst, in ko ocenimo njihovo

¹ Obračalni radij R_i iz preglednice 6; parkiranje na koncih zavijalnih otokov ni dovoljeno

število v času urne konice, lahko izračunamo skupen izmenski čas parkirne vrste v urni konici.

$$\sum t(h) = p * t_p + u * t_u + s * t_s + e * t_e \quad (7)$$

- p Število vozil, ki v konični uri parkirajo na prostih parkirnih prostorih v parkirni vrsti. Čas zadrževanja (t_p) teh vozil izračunamo po enačbi $t_p(h/\text{vozilo}) = 1/C_{in}(\text{vozil/h})$.
- u Število vozil, ki v konični uri zapustijo parkirni prostor v parkirni vrsti. Čas zadrževanja (t_u) teh vozil izračunamo po enačbi $t_u(h/\text{vozilo}) = 1/C_{out}(\text{vozil/h})$.
- s Število vozil, ki v konični uri iščejo proste parkirne prostore, vendar pa parkirajo proč od proučevane parkirne vrste. Čas zadrževanja (t_s) teh vozil je izračunan po enačbi $t_s(h/\text{vozilo}) = 1/C_f(\text{vozil/h})$.
- e Število vozil, ki prečkajo parkirno vrsto na poti proti izhodu. Čas zadrževanja (t_e) teh vozil izračunamo po enačbi $t_e(h/\text{vozilo}) = 1/C_e(\text{vozil/h})$.

Potrebno je paziti, da je $\sum t$ izražen v urah. Na podlagi terenskih raziskav časovnih razmakov med vozili v urni konici, ki prečkajo parkirno vrsto na poti proti izhodu, je priporočena kapaciteta prehoda (C_e) 1800 vozil/h. Torej je $t_e = 1/1800 = 0,00056$ h. Za vozila, ki v konični uri iščejo proste parkirne prostore je predviden povprečni čas prehoda vozila $t_s = 1/1500 = 0,00067$ h.

Ko imamo dvosmerno vodenje prometa, ima vsaka smer svoj $\sum t(h)$, vendar pri tem parkiranje in pre-parkiranje vplivata na obe smeri istočasno. Kjer so parkirne vrste razporejene druga ob drugi, je potrebno vsako parkirno vrsto obravnavati posebej kot ločen podsistem. V točkah, kjer se parkirne vrste združujejo (zavijalne steze), pa se njihovi prometni tokovi odražajo na obremenitvah (število vozil) s in e . V primeru kontinuirane preme ali krožne parkirne klančine, kjer se parkirne vrste nadaljujejo ena v drugo in tvorijo eno samo dolgo parkirno vrsto, to obravnavamo kot enoten sistem, in sicer od izhoda proti najbolj oddaljenim parkirnim prostorom.

10.3 Nivo uslug parkirnih vrst

Če je izračunan skupen izmenski čas Σt manjši od 1 to pomeni, da je na voljo dovolj časa in da se prometnemu toku lahko priključi še kakšno vozilo. To pa seveda ob predpostavki, da je prometni tok v času konice konstanten. Priročnik Highway Capacity Manual nivo uslug določa na podlagi razmerja v/c . Simbol Σt predstavlja dejanske prometne obremenitve parkirnih vrst V , izražene v časovnih enotah. Ker tu iščemo kolikšen delež urne konice je zapolnjen s prometom, sledi:

$$V/c = \Sigma t / 1 = \Sigma t. \quad (8)$$

Nivo uslug (LOS) odvisen od v/c , dobimo z upoštevanjem faktorja urne konice:

$$v = V / (PHF * c), \text{ in sledi } v/c = V / (PHF * c) = \Sigma t / PHF. \quad (9)$$

v največje 15 minutne prometne obremenitve v urni konici preračunane na 1 uro

V izmerjene prometne obremenitve v urni konici

Tako dobimo nivo uslug v odvisnosti od časovnega deleža urne konice zapolnjenega s prometom pri Σt dveh karakterističnih faktorjih urne konice PHF .

Preglednica 15: Časovni delež urne konice zapolnjenega s prometom Σt (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 91)

	Σt za različne nivoje uslug		
	v/c	Σt ($PHF = 0,85$)	Σt ($PHF = 0,5$)
LOS D	NP	NP	NP
LOS C	0,8	0,68	0,40
LOS B	0,7	0,60	0,35
LOS A	0,6	0,50	0,30

NP - ni priporočljivo

11 IZRAČUN KOLON NA UVOZIH IN IZVOZIH

Zastoji lahko nastanejo tudi zaradi kolone vozil, ki čaka pred eno uvozno stezo in tako blokira dostop vozilom, ki za njim poskušajo zapeljati v sosednjo prosto uvozno stezo. Ta primer sem zasledil pred parkirno hišo Trdinova, kjer je ulica, s katere se napaja parkirna hiša, enosmerna in v primeru, ko tri ali več vozil zapeljejo v isto uvozno stezo, medtem pa je na tej stezi prišlo do okvare. Zaradi ozke enosmerne ulice ta vozila blokirajo vozilom z abonentnimi karticami dostop do druge uvozne steze za najemnike (abonente).

Torej načrtovanje ustreznega števila vhodnih stez brez ureditve uvozov in izvozov ter priključkov le teh na cestno omrežje, še ne pomeni doseganja želenega nivoja uslug. Prometni inženirji so razvili teorijo čakalnih vrst oziroma kolon, z uporabo standardnih statističnih postopkov na modelih prometnih tokov v času ene ure. Poznamo dve vrsti enačb za določitev kolon.

- Enačbe za enopasovni dostop (dolžine kolon iz *grafikonov 5 in 6* odčitavamo iz krivulje za »1 Steze«). Te so namenjene za uporabo tam, kjer je za dostopanje do vhoda ali izhoda iz parkirne hiše urejena enopasovna steza.
- Enačbe za večpasovni dostop (dolžine kolon iz *grafikonov 5 in 6* odčitavamo iz krivulje za » n Steze«, $n = 2, 3, \dots, 8$). Te so namenjene za uporabo tam, kjer je za dostopanje do vhoda ali izhoda iz parkirne hiše urejena dvo ali večpasovna steza.

OPOMBA: Prvo vozilo pred zapornico ni všteto v kolono!

Pri prometnem načrtovanju je sprejemljiva od 80 do 90 % natančnost. Razlika rezultatov znotraj tega območja je majhna, zato bi elemente morali dimenzionirati za q_{90} (90% verjetnost). To pomeni, da pri dejanskem merjenju dolžin kolon v času urne konice v enakih časovnih intervalih (recimo 10 s), izmed na stotine zabeleženih meritev, 90% dolžin kolon ne bo preseglo načrtovane dolžine kolon q_{90} .

Za določitev zamudnih časov $\bar{w}$ je uporabljena povprečna dolžina kolon $\bar{q}$:

$$\bar{w}(s) = \bar{q} * \bar{s} \xrightarrow{\bar{s}=1/\bar{\mu}} \bar{w}(s) = \bar{q}/\bar{\mu} \quad (10)$$

$\bar{w}$ povprečne zamude

$\bar{q}$ povprečne kolone izražene v številu vozil

$\bar{s}$ povprečni časi strežbe

$\bar{\mu}$ povprečna povprečna hitrost strežbe

Intenzivnost prometa na uvozu in izvozu λ izračunamo po enačbi:

$$\lambda = V/(n * \bar{\mu}) \text{ (voz/h)}. \quad (11)$$

λ intenzivnost prometa

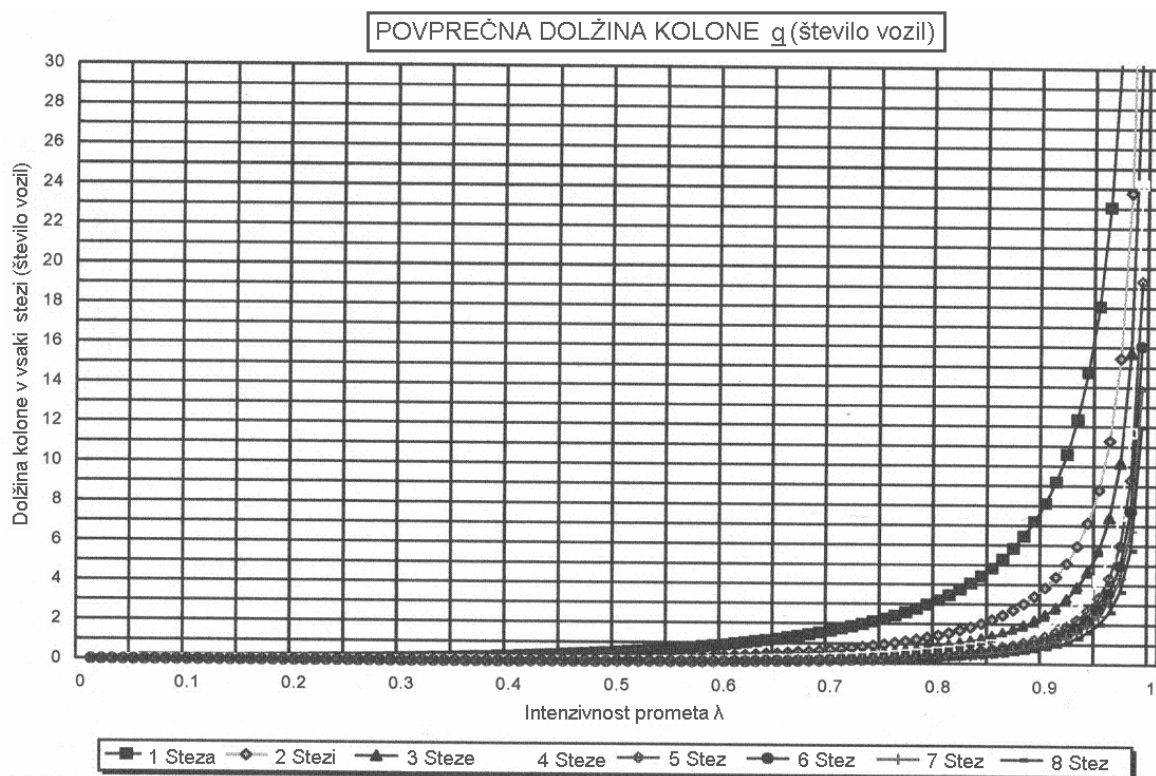
n število stez

Ker je večina večjih javnih parkirnih hiš pri nas namenjena najemnikom (V_m) kot tudi obiskovalcem (V_t), je zaradi različne hitrosti strežbe, potrebno izračunati povprečno hitrost strežbe.

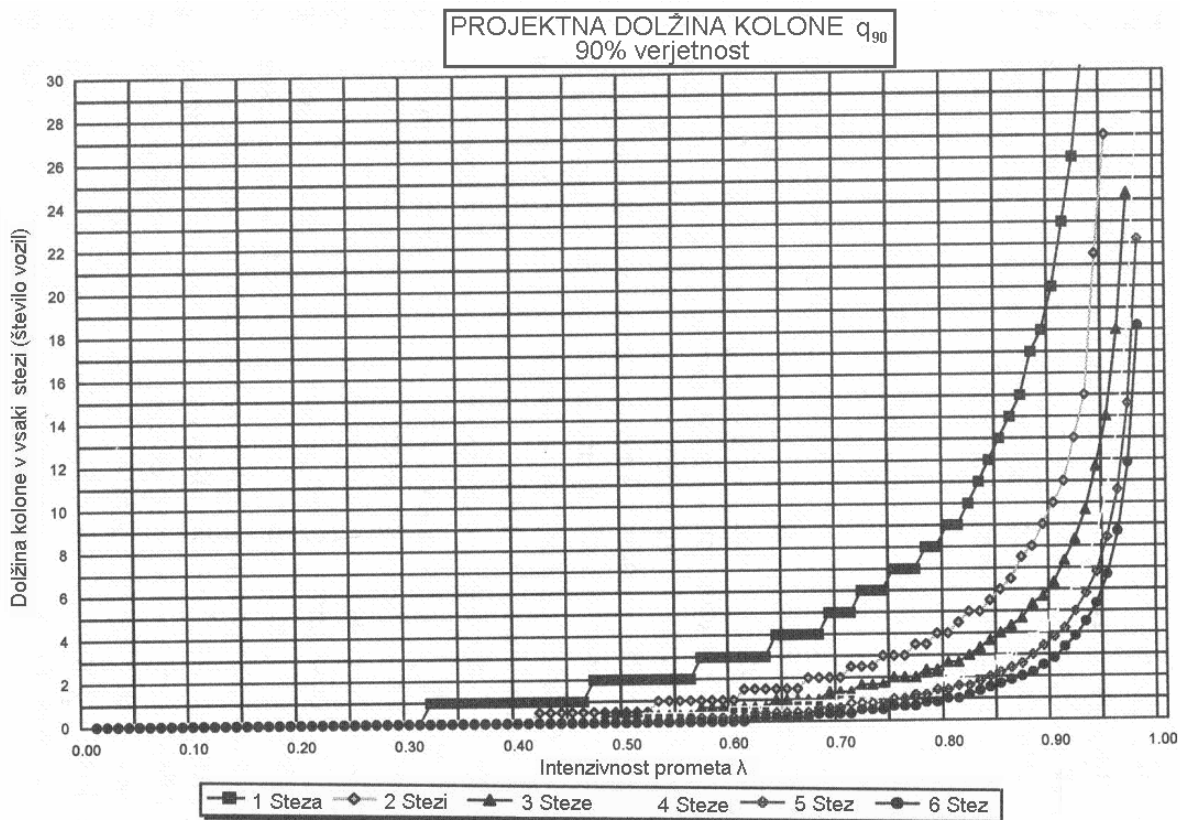
$$\bar{\mu} = \frac{V_m + V_t}{V_m / \mu_m + V_t / \mu_t} \quad (12)$$

Ko izračunamo λ , iz grafa krivulj $\bar{q}(\lambda, n)$ izračunanih za različne n , odčitamo $\bar{q}$, oziroma iz grafa $q_{90}(\lambda, n)$, odčitamo q_{90} . Ker enačbe za določanje dolžine kolon upoštevajo le prihod vozila v uvozno ali izvozno stezo, se faktor urne konice ne upošteva.

Če na primer pričakujemo v času urne konice $V = 600$ vozil, v dveh izvoznih stezah s povprečno hitrost strežbe $\bar{\mu} = 435$ voz/h, je $\lambda = 600/(435*2) = 0,69$. Iz *grafikonov 5 in 6* (»2 Stezi«) odčitamo, da je q_{90} v vsaki stezi 2 vozili povprečna dolžina kolone v vsaki stezi pa je $\bar{q} = 0,63$.



Grafikon 5: Povprečna dolžina kolone (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 144)



Grafikon 6: Projektna dolžina kolone (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 145)

Če je intenzivnost $\lambda = 0,6$ in $n = 2$, je q_{90} pri uporabi enačbe za več pasovni dostop (*grafikon 6*, glej krivuljo: 2 Stezi) za 2 vozili manjša kolona, kot z uporabo enačbe za eno pasovni dostop (*grafikon 6*, glej krivuljo: 1 Steza). V primeru, ko je $\lambda = 0,9$ in $n = 2$, je kolona q_{90} pri uporabi večpasovnih enačb (*grafikon 6*, glej krivuljo: 2 Stezi), kolona vozil za 10 vozil manjša, kot z uporabo enačbe za eno pasovni dostop (*grafikon 6*, glej krivuljo: 1 Steza).

Enačba za večpasovni dostop se lahko uporablja le, ko imamo več stez, ki ležijo druga ob drugi. Če imamo dve izhodni stezi, vsako na drugem koncu parkirne hiše, je potrebno kolono določiti za vsako stezo posebej z enačbami za eno pasovni dostop. Tudi v primeru, ko je ena izmed stez namenjena najemnikom in obiskovalcem, druga steza pa samo najemnikom (primer: PH Trdinova), je potrebno vsako posebej načrtovati z enačbami za eno pasovni dostop (»1 Steza«).

11.1 Nivo uslug uvozov in izvozov v odvisnosti od dolžine kolon

Pri semaforiziranih križiščih je nivo uslug odvisen od povprečnih zamud (ang. average delay), ugotovljenih pri simulacijah ali na terenu. Podoben koncept lahko preprosto uporabimo pri uvozi in izvozi v parkirno hišo, le da so pri uvozi in izvozi sprejemljive nekoliko večje povprečne zamude za enak nivo uslug. Ta prilagoditev temelji na predpostavki, da je zamuda na uvozi in izvozi le enkratni pojav na poti v ali iz parkirne hiše.

Preglednica 16 prikazuje povprečne dopustne dolžine kolon $\bar{q}$ pri največjih priporočenih vrednostih zamud za vsak nivo uslug.

Tu je upoštevano, da so posamezne vrste strežbe počasnejše kot druge. Čeprav imajo dolžine kolone enak psihološki učinek na uporabnika, so kritični faktorji pri določitvi nivoja uslug, sprejemljivi časi zamud. Pri tem je potrebno poudariti, da različne vrste uporabnikov ne zahtevajo enakega nivoja uslug povsod v parkirni hiši.

Preglednica 16: Priporočene povprečne dolžine kolon v odvisnosti od nivoja uslug (vir: P. Chrest et al., 2001, str. 147)

Povprečna dolžina kolon $\bar{q}$ (število vozil)				
Nivo uslug (LOS)	D	C	B	A
Zamude w (s)	90	45	20	10
Predplač. plačevanje parkiranja (abon. kartice) VHOD ali IZHOD				
Abonentna parkirna kartica, ki jo vstavimo rezo čitalca kartic	NP	NP	2,4	1,2
Abonentna parkirna kartica z delovanje v zadostni bližini senzorja	NP	NP	3,3	1,7
Sistem za avtomatsko prepoznavanje vozila	NP	NP	4,4	2,2
Parkirne dovolilnice – vohod in izhod brez zapornice	NP	NP	4,4	2,2
Plačilo glede na čas uporabe parkiranja -VHOD				
Ročni dajalec park. kartic	NP	NP	2,2	1,1
Avtomatski dajalec park. kartic	NP	NP	2,5	1,3
Plačilo enkratne vstopne parkirnine na vhodu z zapornico	5,0	2,5	1,1	0,6
Plačilo enkratne vstopne parkirnine na vhodu brez zapornice	7,5	3,8	1,7	0,8
Plačilo parkirnine iz vozila – IZHOD				
Plačilo z gotovino na izhodni blagajni (spremenljiva tarifa)	3,4	1,7	0,8	0,4
Plačilo na izvozu z kred. kartico (telef. linije) brez zahtevanega podpisa	2,4	1,2	0,5	0,3
Plačilo na izvozu s kred. kartico (telef. linije) z zahtevanim podpisom	2,8	1,4	0,6	0,3
Plačilo na izvozu s kred. kartico (hitra opti. linija) brez zahtevanega podpisa	4,4	2,2	1,0	0,5
Parkirna dovolilnica	N	N	1,7	0,8
Z dogovorjenim pavšalnim plačilom parkirnine	4,5	2,3	1,0	0,5
Plačilo na izhodni blagajni z dodatnim preverjanjem registrskih tablic (letališča)	2,5	1,3	0,6	0,3
Plačilo na parkomatu z dodatno računalniško kontrolo registrskih tablic na izhodu	3,0	1,5	0,7	0,3
Vstavev parkirne kartice potrjene na parkomatu ali na blagajni ob plačilo parkirnine	NP	NP	2,0	1,0
Plačilo parkirne na blagajni (peš dostop)				
Plačilo z gotovino (sprejemljiva tarifa)	NP	2,2	1,0	0,5
Plačilo z kred. kartico preko tel. linije z zahtevanim podpisom	NP	1,4	0,6	0,3
Plačilo z kred. kartico brez zahtevanega podpisa	NP	1,7	0,8	0,4
Plačilo z kred. Kartico preko hitre mrežne linije brez zahtevanega podpisa	NP	3,1	1,4	0,7
Listek za brezplačno parkiranje	NP	7,5	3,3	1,7
Plačilo parkirnine na parkomatu (peš dostop)				
Plačilo parkirnine na parkirnem avtomatu (sprejemljiva tarifa)	NP	NP	0,4	0,2
Plačilo z kred. kartico preko tel. linije z zahtevanim podpisom	NP	N	N	N
Plačilo z kred. kartico brez zahtevanega podpisa	NP	NP	0,4	0,2
Plačilo z kred. Kartico preko hitre mrežne linije brez zahtevanega podpisa	NP	NP	0,6	0,3
Parkirna dovolilnica	NP	NP	1,3	0,7

NP = ni priporočljivo

N = ni uporabno

Pri načrtovanju stez in parkirnih prostorov je potrebno vedeti, da občasni uporabniki zahtevajo višji nivo uslug (najpogosteje B), kot redni uporabniki (najpogosteje C). Razlog temu je v tem, da so redni uporabniki, ki parkirno hišo uporabljajo pogosto, dobro seznanjeni z načinom in potekom vodenja prometa, zato je njihova vožnja bolj suverena in lažje

prevozijo tudi malce slabše zastavljene elemente, ki pa lahko za občasne obiskovalce predstavljajo problem.

Pri načrtovanju uvozov/izvozov, pa je ravno obratno. Redni uporabniki zahtevajo višji nivo uslug, saj se v primeru, ko se dan za dnem srečujejo z istimi zamudami, lahko odločijo za izbiro druge PH. Uslužbenci in lastniki abonentnih kartic na splošno zahtevajo najvišji nivo uslug (LOS A), se pa zadovoljijo tudi z B. Torej v parkirni hiši z velikim številom abonentnih kartic ni priporočljiv nivo uslug C ali D.

Uporabniki so glede zastojev na uvozu, nastalih pri avtomatu za izdajo parkirnih kartic, manj strpni, kot so na izvozu pri plačilu parkirnine. Zato delovanje vhodni sistemov ne načrtujemo pod nivojem uslug B. Za občasne uporabnike, kot so obiskovalci trgovin, je sprejemljiv tudi nivo uslug C ali B v času velike gneče. Zelo malo pa je primerov, ko je sprejemljiv nivo uslug D, razen, če ta nastopi zelo redko, ko pride do nenadnega povečanja prometa v parkirni hiši ob pomembnih prireditvah. Tudi na uvozih in izvozi iz letaliških parkirnih hiš je lahko v urni konici predpisan nivo uslug D. Še posebno, ko se zaradi enakega prihoda več letal pojavi močan tok vozil iz parkirne hiše, medtem ko je preostali čas aktivnost na izvozu nizka.

12 PARKIRNE HIŠE V LJUBLJANI

12.1 Parkirna hiša Trdinova

Parkirna hiša Trdinova je s približno 1185 parkirni mesti največja v Ljubljani. Parkiranje je možno v 6. nadzemnih in 3. podzemnih (kletnih) parkirnih etažah. V pritličju se nahajajo še trgovina in prostori za nadzor, vodenje in vzdrževanje objekta ter avtomati in blagajna za pobiranje parkirnine.



Slika 75: Parkomat v pritličju parkirne hiše

Uvoz v parkirno hišo je eden z dvema vhodnima stezama, ki ležita tik druga ob drugi. Ena je namenjena za uvažanje v kletne, druga pa za uvažanje v nadzemne parkirne etaže. Kletne etaže so rezervirane za najemnike, torej je vhodna steza za kletne etaže namenjena le imetnikom abonmentnih kartic, medtem ko je vhodna steza za zgornje etaže namenjena tako najemnikom kot tudi drugim obiskovalcem. V primeru okvare ene izmed obeh vhodnih stez, je možno drugo uporabljati za uvažanje tako v kletne kot tudi nadzemne parkirne etaže.



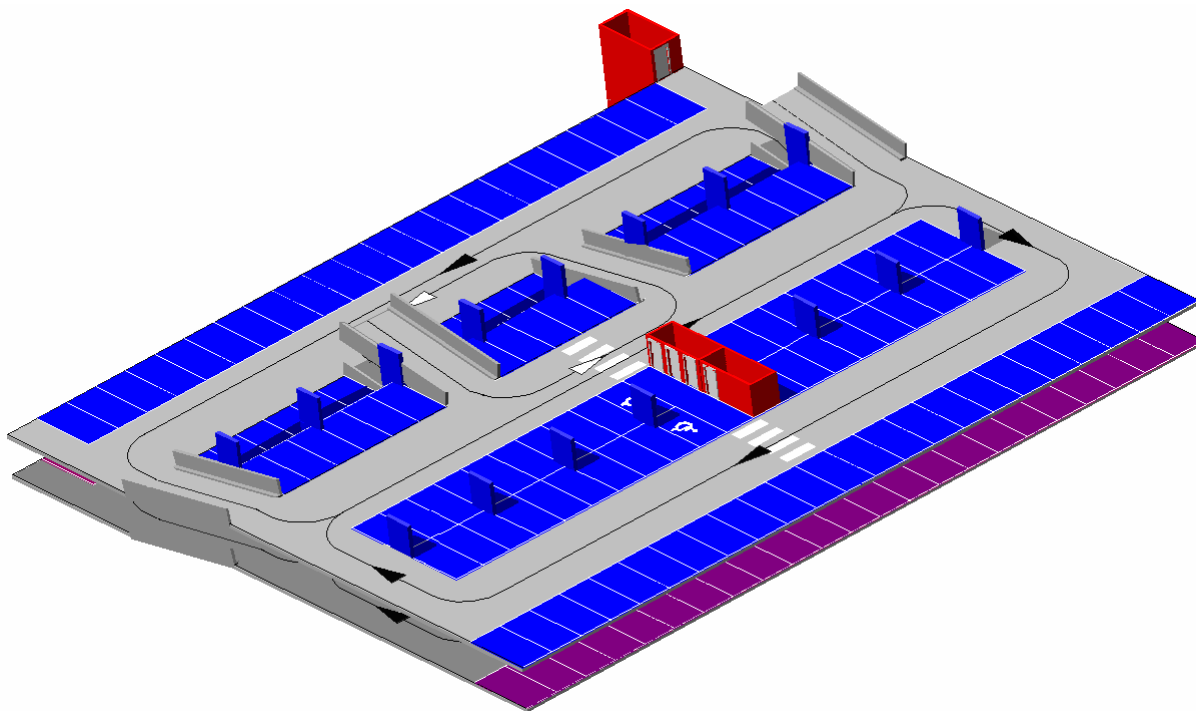
Slika 76: Leva vhodna steza za uvažanje v kletne etaže, desna pa za uvažanje na zgornje etaže

Izvoz je urejen enako kot uvoz z dvema izvoznima stezama, ki ju lahko uporabljajo tako vozila iz zgornjih kot tudi vozila iz kletnih etaž. Zaradi manjše preglednosti med sosednjima izvoznima klančinama je priporočljivo, da uporabniki nadzemnih etaž uporabljajo izvoz na svoji levi strani, uporabniki iz kletnih pa izvoz na svoji desni strani.



Slika 77: Škarjasti sistem križanja izvoznih stez

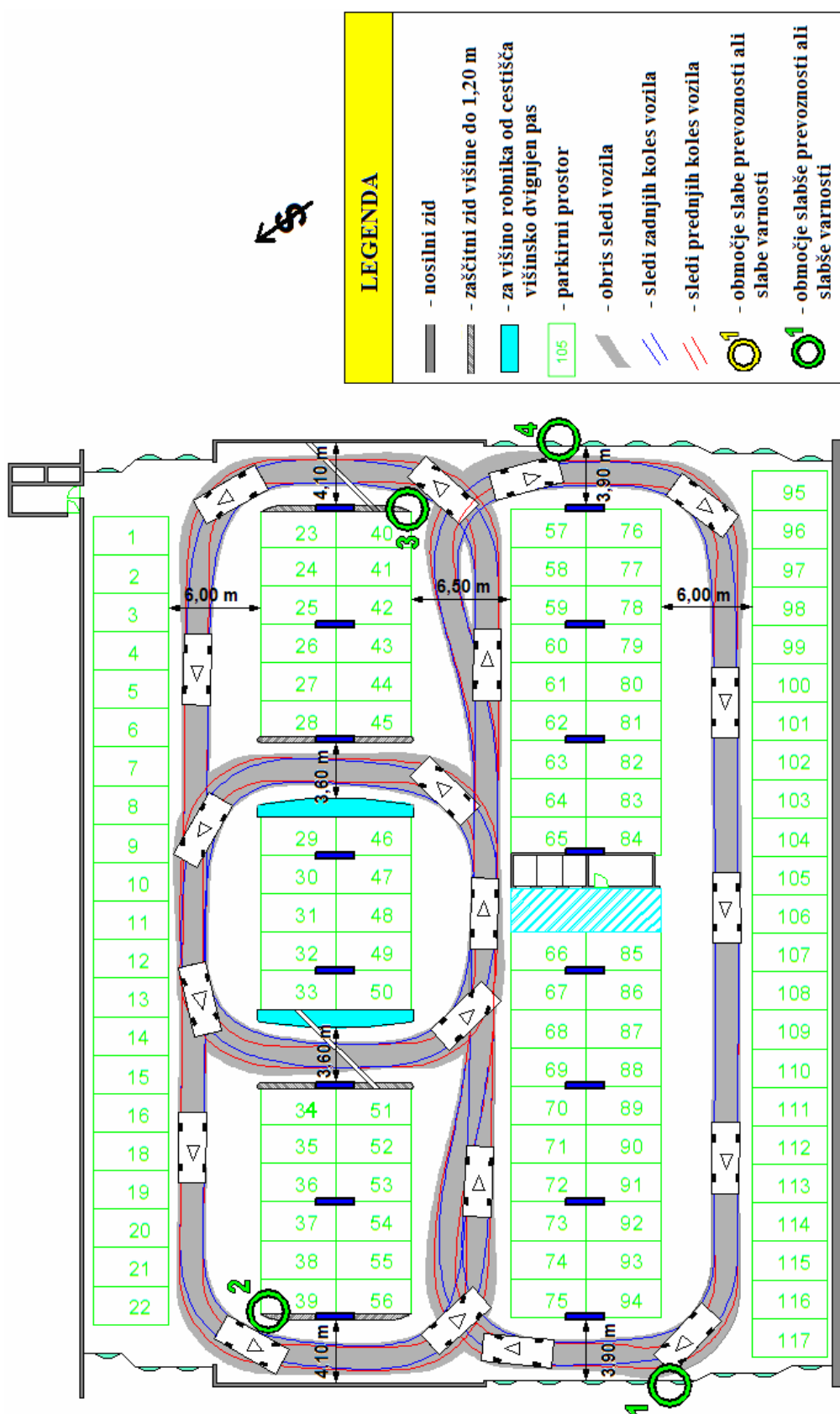
Kletne etaže imajo večjo medetažno višino in dovoljujejo parkiranje tudi višjim vozilom do višine 2,40 m, medtem ko v zgornje etaže lahko uvažajo le vozila nižja od 2,00 m, kar pa izključuje večino kombiniranih vozil kot tudi kombinirana vozila z dvizžno rampo za invalide.



Slika 78: Tridimenzionalni prikaz razporeditve kratkih premih klančin in poteka vodenja v parkirni hiši
Trdinova

Parkirne etaže so razdeljene na dva dela. Manjši deli predstavljajo medetaže, ki so višinsko zamaknjene za polovico etažne višine. Tako se iz nižje v višjo etažo prehaja po kratkih premih klančinah (ang. speed ramps) preko medetaže.

Ta sistem se imenuje D'Humy sistem in je zaradi krajših položnejših klančin uporabniku bolj prijazen in omogoča hitrejše odvijanje prometa. Parkiranje poteka pod pravim kotom z dimenzijami parkirnih prostorov 2,50 m x 5,00 m. Glavni peš vhodi/izhodi in dvigala se nahajajo na sredini etaže, za uporabnike medetaž pa je za varno hojo po klančini do dvigal poskrbljeno z dvignjenim pločnikom.



Slika 79: Načrt tlorisa parkirne hiše Trdinova s prikazano preverbo prevoznosti



Slika 80: Pločnik za pešce ob izvozni klančini

Parkirna prostora za invalide sta dva na vsaki etaži in ležita tik ob dvigalih, kar omogoča varno vstopanje in izstopanje iz vozila v dvigalo in obratno.



Slika 81: Postavitev parkirnih prostorov za invalide tik ob dvigalih

Za lažjo orientacijo uporabnikov je poskrbljeno z različno obarvanimi etažami, in sicer ima vsaka etaža z medetažo svojo pripadajočo barvo. V primeru, da si uporabnik težko zapomni ali ne loči barv, pa lahko pred vhodom v dvigalo vzame listek z zapisano etažno številko in oznako parkirne vrste, v kateri je parkiral svoje vozilo.



Slika 82: Listek z zapisano etažno številko in oznako parkirne vrste

Manjša slabost so majhni zavijalni radiji na koncih parkirnih vrst ter na uvoznih klančinah. Zato morajo vozniki večjih vozil paziti, da v te krivine zapeljejo čim bolj na široko, saj nasprotnem lahko z zadnjim levim kolesom zapeljejo na robnik klančine (*slika 83*).



Slika 83: Uvoz na klančino (pomen označbe je na *sliki 79*)



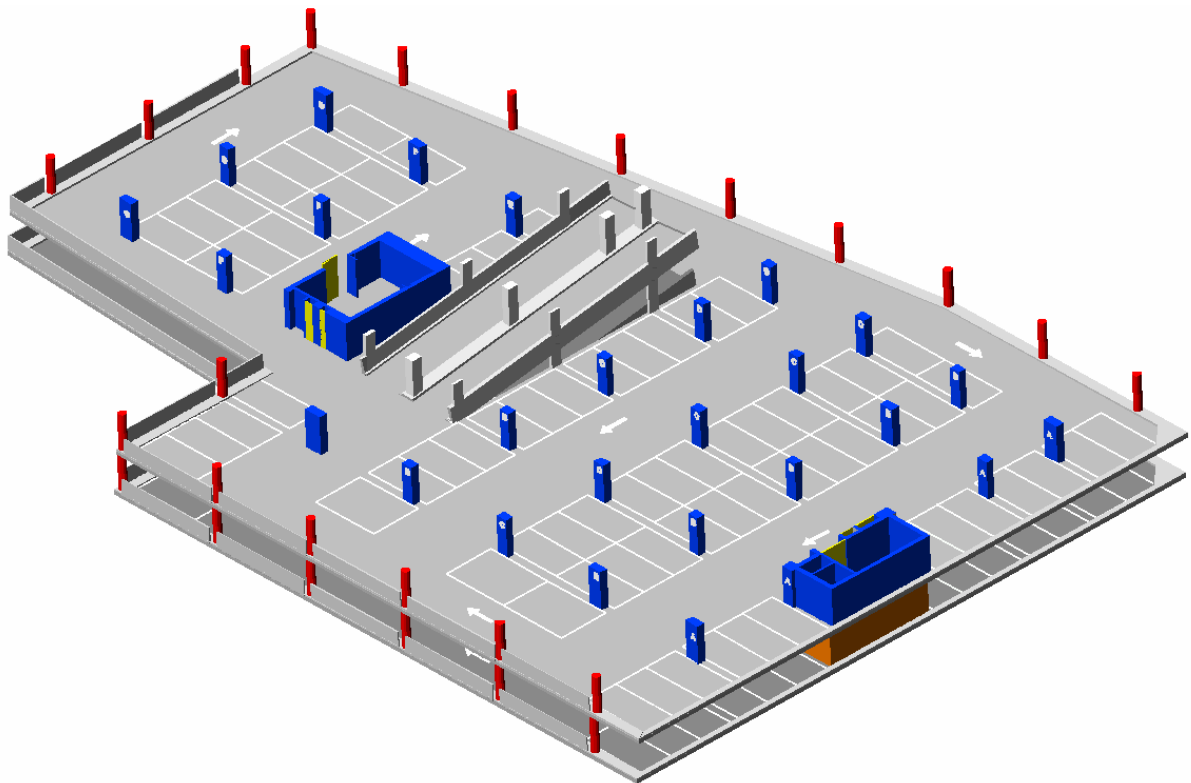
Slika 84: Zavijalna steza na koncu parkirne vrste (pomen označbe je na *sliki 79*)



Slika 85: Zavijalna steza na etažnem delu s sklenjeno dovozno stezo okoli parkirnih vrst (pomen označbe je na *sliki 79*)

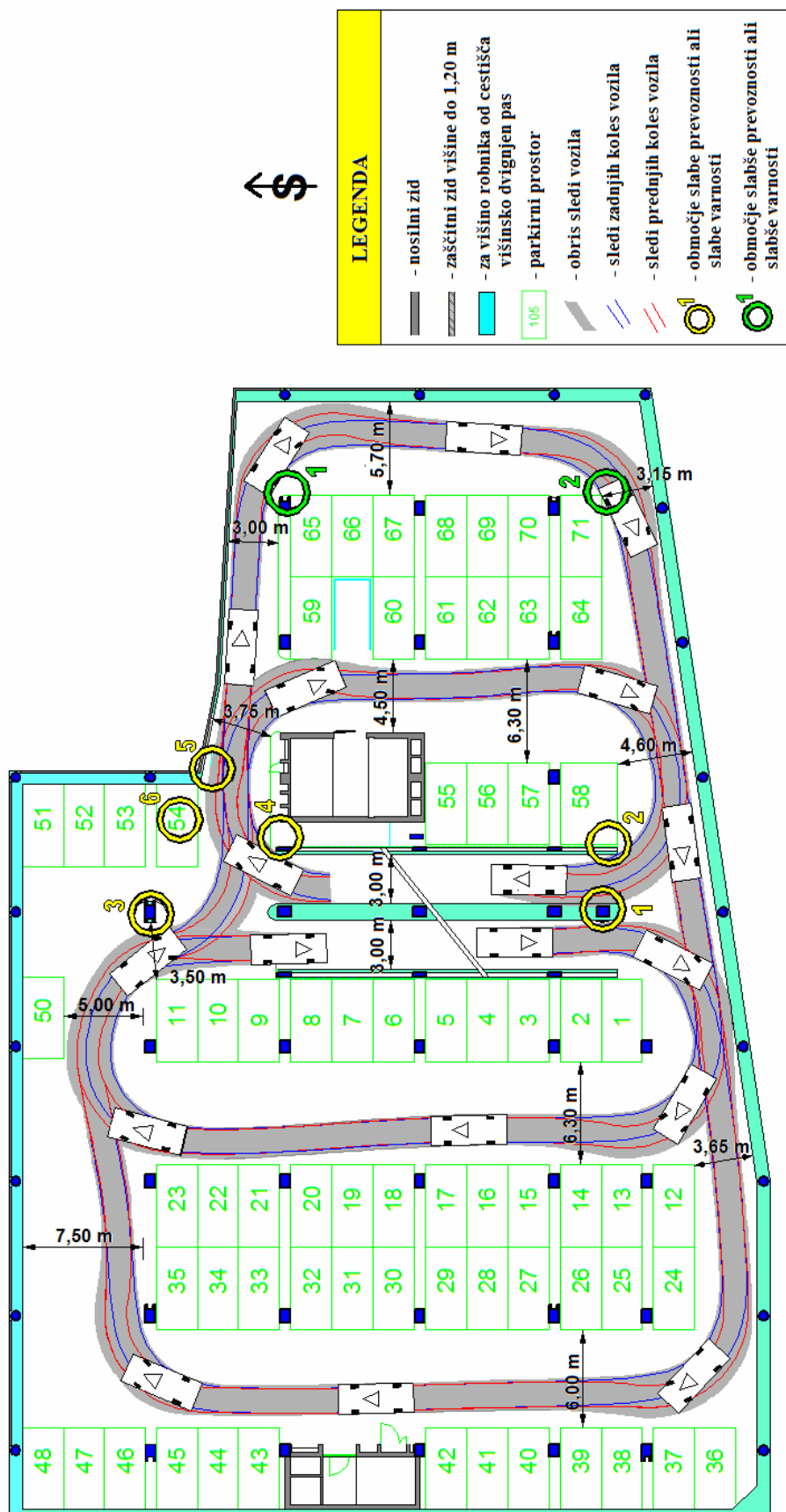
12.2 Parkirna hiša Šempeter (pri Kliničnem centru)

Parkirna hiša Šempeter je ena izmed novozgrajenih parkirnih hiš v Ljubljani. Leži v neposredni bližini Kliničnega centra, in sicer na križišču Njegoševe ulice in Zaloške ceste. Uvoz v parkirno hišo je postavljen na severni strani objekta, do katerega vodi enosmerna dovozna pot iz Njegoševe ulice. Izvoz leži tik ob uvozu in se s slednjo dovozno potjo izteče na Zaloško cesto. Parkirna hiša ima 5 nadzemnih in 2 podzemni (kletni) parkirnih etaži, pritličje pa je rezervirano za trgovsko in gostinsko dejavnost.



Slika 86: Tridimenzionalni prikaz razporeditve lege klančin, parkirnih prostorov ter nosilne konstrukcije

Uvoz in izvoz v kletni etaži sta nekoliko odmaknjena od uvoza in izvoza v nadzemne etaže. Tako je prehod iz kleti v nadzemne etaže možen le iz zunanje strani, in sicer s ponovnim prečkanjem zaporne rampe.

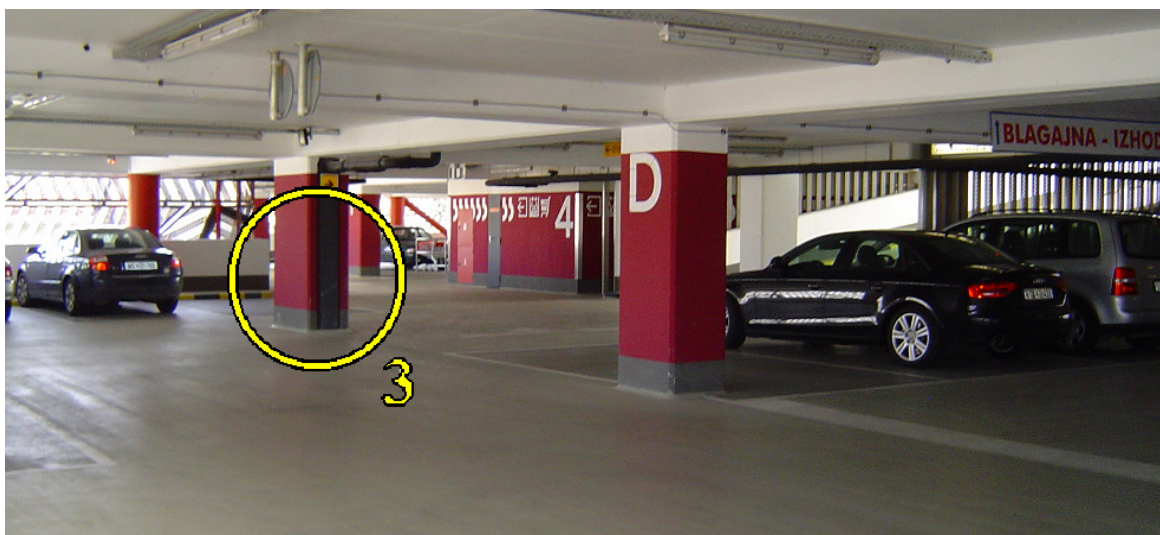


Slika 87: Načrt tlorisa parkirne hiše Šempeter s preverbo prevoznosti

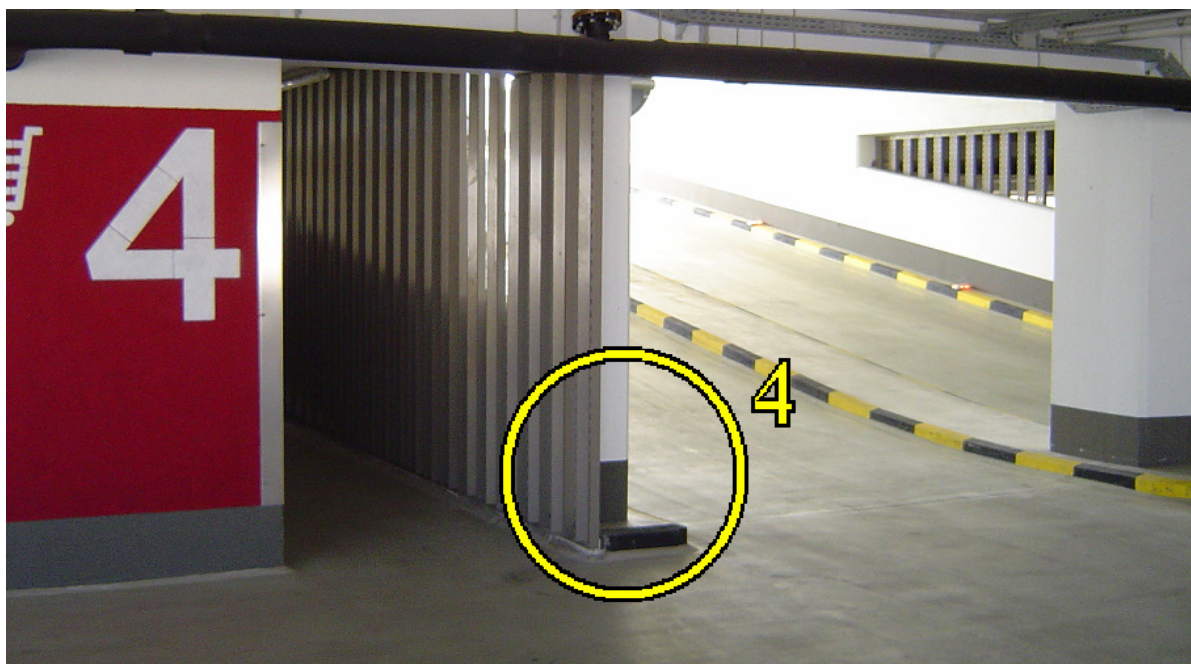


Slika 88: Prikaz uvozov in izvozov v zgornje in kletne etaže

Vertikalna komunikacija med etažami poteka preko dvosmerne uvozno/izvozne klančine, ki leži na sredini etaže na delu, kjer se območje parkirne etaže nekoliko zoža. Parkirna hiša je razmeroma ozka in ker so uvozno/izvozne klančine usmerjene vzporedno s krajšo razdaljo, vozilom primanjkuje prostora (T - *preglednica 3*) za manevriranje na in s klančine (zavijana steza – poglavje). To se opazi tudi po sledeh avtomobilske barve na nosilnih stebrih. Ti deli so tudi nevarni za pešce, saj se ti nimajo kam umakniti pred vozili.



Slika 89: Del na katerem nosilni steber s svojo lego na sredini dovozne steze ovira vožnjo vozil (pomen označbe je na sliki 87)



Slika 90: S trobentastim zaključkom klančine bi omogočili lažje vključevanje vozila s klančine na etažo (pomen označbe je na *sliki 87*)

Glavni nosilni stebri klančine so razporejeni po sredinskem ločilnem otoku med obema pasovoma, kar vizualno skrči širino voznih pasov na klančini, zmanjšujejo pa tudi preglednost voznikov vozil, ko ti uvažajo na zgornje etaže. Boljša rešitev je, če bi nosilne stebre klančin oziroma nosilne zidove umaknili na rob klančin. Zgornji vmesni steber klančine zelo moti voznike pri uvažanju na klančino (*slika 91* in *91*, oznaka 1).



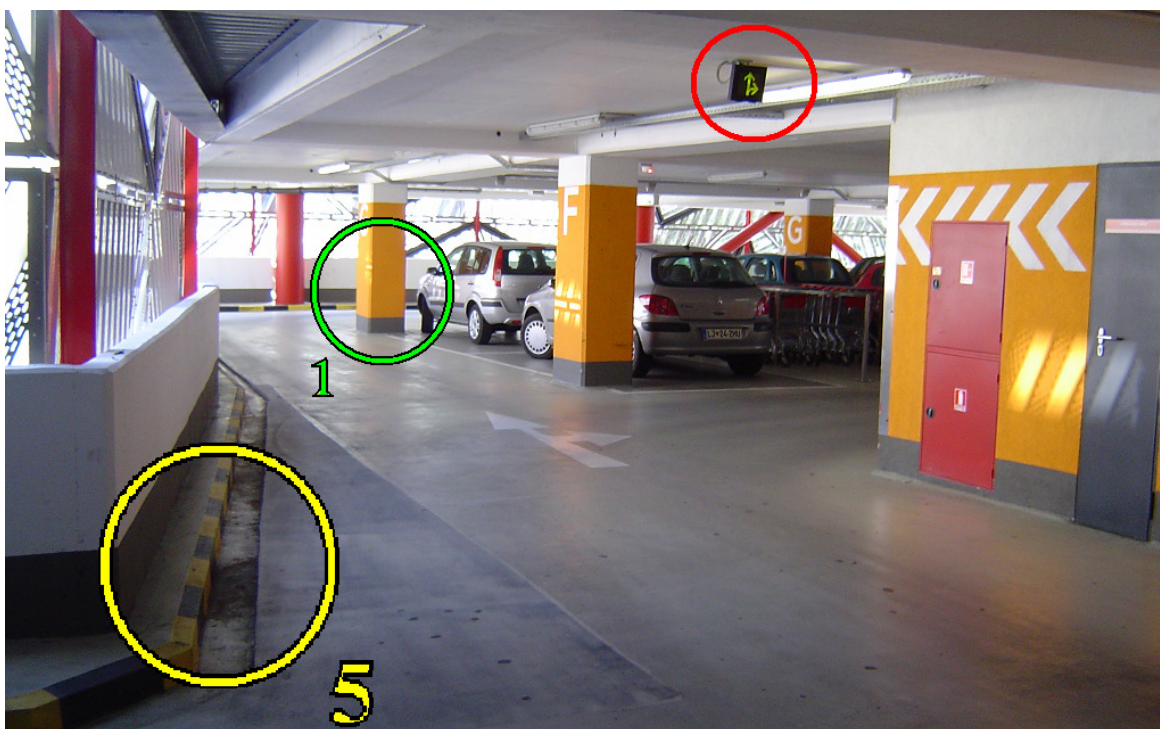
Slika 91: Neprimerno postavljen nosilni steber in zaščitni zid klančine, ki ovirata vozila pri zavijanju na klančino

(pomen označb je na *sliki 87*)



Slika 92: Pogled z dovozne steze na slabo izveden priključek na klančino (pomen označb je na *sliki 87*)

Vodenje prometa v parkirni hiši je povsod enosmerno, parkiranje pa je urejeno pod pravim kotom z dimenzijami parkirnih prostorov 2,50 m x 5,00 m. Uporabnik, ki se prvič pripelje v parkirno hišo, se le težka orientira po postavljeni signalizaciji, ki je očem skoraj skrita (LED tabla dimenzije približno 20 x 20 cm).



Slika 93: Očem skoraj skrita premajhna signalna tabla (pomen označb je na *sliki 87*)

Blagajna in parkirni avtomati za plačilo parkirnine so postavljeni ob uvozi in izvozi, tako da v primeru, če voznik pozabi predhodno plačati parkirnino, to lahko dokaj hitro stori pri izvozu na blagajni ali parkomatu, vendar pa to lahko povzroči nastanek kolon in jezo ostalih uporabnikov. Dobra stvar pri tem je, da je v primeru okvare vhodnega ali izhodnega avtomata servisna ekipa blizu in se lahko napako hitro odpravi.



Slika 94: Uvoz in izvoz z zgornjih etaž parkirne hiše z avtomatom za parkirnino in servisno enoto v neposredni bližini

Glede na to, da so steze v parkirni hiši zelo razvejane in da parkirne klančine na sredini etaže zapirajo pogled proti izhodu, bi bila smiselna postavitev večjega števila znakov za vodenje tako vozil kot tudi pešcev. Označba parkirnih vrst z veliki tiskanimi črkami in različne barve etaž uporabniku pomagajo, da si lažje zapomni etažo in parkirni prostor, kjer je parkiral vozilo.



Slika 95: Označbe parkirnih vrst na stebrih

Če upoštevamo, da je na posamezni parkirni etaži površine približno 2709 m² 71 parkirnih prostorov, znaša učinkovitost izrabe prostora približno 38 m²/parkirni prostor. Če to izrabo prostora primerjamo s parkirno hišo Trdinova, kjer je ta 25 m²/parkirni prostor (3010 m²/117 parkirnih prostorov) ugotovimo, da je učinkovitost izrabe prostora v PH Šempeter za več kot 50 % slabša, kot v parkirni hiši Trdinova.

Glavni vzrok za to najdemo v postavitvi parkirnih vrst, ki potekajo vzporedno s krajšo razdaljo parkirne etaže, kar pa pomeni, da je porabljenega več prostora za dovozne steze in zavijalne otoke in je zato na voljo manj prostora za postavitev parkirnih mest. Drugi vzrok pa je v sami konstrukcijski zasnovi, in sicer ta objekt stoji na nosilnih stebrih s krajšimi medsebojnimi razponi, kar pomeni, da je nosilnih stebrov več in ležijo med parkirnimi prostori. Tako zasedajo več prostora, kot bi ga za to potrebovali, če bi uporabili manjše število širših nosilnih stebrov z večjimi medsebojnimi razponi, postavljenimi ob robovih parkirnih vrst, ko so to v PH Trdinova.

Glede na to, da parkirna hiša leži v neposredni bližini Kliničnega centra Ljubljana, bi pričakovali večje število parkirnih prostorov za invalide. Parkirišča za invalide so postavljena na najbolj izpostavljenih delih dovoznih stez, in sicer na delu, kjer jih kar z dveh strani obkrožajo dovozne steze. To pa posledično pomeni večjo nevarnost za pešca-invalida, ki vstopa ali izstopa iz vozila.



Slika 96: Prikaz neprimerne lege parkirnega prostora za invalide

13 ZAKLJUČEK

Danes gradnja parkirne hiše predstavlja velik inženirski in tudi arhitekturni izziv, saj je poleg zagotavljanja njenega brezhibnega delovanja potrebno poskrbeti še za varnost uporabnikov in njihovih vozil ter za čim bolj tekoč promet po parkirni hiši. S tem je tudi mišljeno na zamude in kolone, ki največkrat nastanejo na uvozih in izvozih iz parkirnih hiš, vzroki za to pa so daljši časi strežbe in nezadostno število uvožno/izvoznih stez.

Pri meritvah časov strežbe vozil na vhodnih in izhodnih stezah iz parkirnih hiš Šubičeva, Trdinova in Kozolec, smo dobili povprečne čase strežbe med 8 in 11 s, kar je glede na vhodno/izhodni sistem plačevanja parkirnine primerljivo z časi, zbranimi in objavljenimi v priročniku *Parking Structures* (P. Chrest et al., 2001).

Na podlagi opazovanj je bilo tudi ugotovljeno, da so časi strežbe odvisni predvsem od hitrosti delovanja vhodno/izhodnega sistema za branje in izdajanje vhodnih parkirnih kartic ter plačevanja parkirnine. Manjši vpliv na čas strežbe ima še širina in postavitve vhodnih in izhodnih stez. Negativen naklon vhodne ali izhodne steze v smeri vožnje pozitivno vpliva na zmanjšanje časa strežbe, medtem ko pozitiven naklon nekoliko poveča čas strežbe. Vzrok za to je zahtevnejše speljevanje z vozilom v klanec navzgor oziroma lažje in hitrejše speljevanje po klancu navzdol. Bolj od naklona pa na čas strežbe vplivajo zavoji pri zavijanju v vhodno ali izhodno stezo in njena širina. Če so ti zavoji ostri, se lahko zgodi, da uporabnik svoje vozilo težje poravna z avtomatom, ali pa mu to uspe šele po večkratnem popravljanju, to pa povzroča tudi nekaj sekundne zamude.

Iz dveh opisanih primerov parkirnih hiš se jasno vidijo napake, ki nastanejo, ko se projektant oziroma arhitekt narobe loti projektiranja parkirne hiše in ne upošteva minimalnih dimenzij prometnih elementov v parkirni hiši. Marsikateri arhitekt večji del svojega časa posveti zunanji oziroma notranji podobi parkirne hiše in se prvo loti postavitve konstrukcijskih elementov ter modularne mreže, in šele nato se ukvarjajo s potekom stez, lego klančin in parkirnih prostorov. To velikokrat pomeni prilagajanje slednjih treh elementov konstrukcijski shemi objekta, kar pa običajno pripelje do nerazumljivih in nesmiselnih rešitev vodenja

prometa, ki smo jim uporabniki priča vsakič, ko z vozilom zapeljemo v tako parkirno hišo.

Take neprimerne rešitve vodenja prometa v parkirnih hišah odvrčajo ljudi od uporabe teh objektov. Zato, če je le mogoče, parkirne hiše načrtujemo tako, da uporabnikom zagotovimo čim višji nivo slug ter s tem hitro in varno parkiranje.

VIRI

INTERNET

Arhitekturna rešitev parkirne garaže konvencijskega centra v Austinu
<http://www.cambridgearchitectural.com/Project.aspx?ID=11> (9.9.2008)

City of San Jose: Off-Street Parking Design Standards
http://www.sanjoseca.gov/planning/pdf/Off-Street_Parking_Design_Standards.pdf
(14.4.2008)

Engineering and consulting for Parking Structures, Walter P. Moore
<http://www.walterpmoore.com/downloads/Parking.pdf> (9.9.2009)

Flickr gellery - najlepši posnetki spiralnih klančin
<http://fiveprime.org/hivemind/Tags/ramp,spiral> (15.2.2009)

Institut of Transportation Engineers
<http://www.ite.org/> (7.3.2008)

Parken:Hoesch Additiv Decke - jeklene montažne parkirne hiše
http://www.google.si/search?hl=sl&client=firefox-a&channel=s&rls=org.mozilla%3Aen-US%3Aofficial&hs=VG2&q=317D_AddDeck-Park_1207.pdf&btnG=Iskanje&meta=
(7.4.2008)

Parking Structures: Recommended Practice for Design and Construction
https://www.pci.org/view_file.cfm?file=P_MNL-129-98.pdf (18.2.2008)

Podzemne garaže-kratek članek
http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/underground_parking_garages.htm (4.4.2008)

Primeri podzemnih garaž
<http://www.ci.birmingham.mi.us/home/index.asp?page=1243> (5.4.2008)

Vhod v parkirno hišo Christ v New Jerseyu
<http://www.wmblanchard.com/pages/projects/30> (9.9.2008)

Walker parking consultants
<http://www.walkerparking.com/> (4.4.2008)

Whole Building Design Guide – Parking facilities
<http://www.wbdg.org/design/parking.php> (2.4.2008)

Wikipedija – Multistory car park
http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-storey_car_park (5.7.2008)

KNJIGE

Büttner, O. 1970. Parkplätze und Grossgaragen: Bauten für den ruhenden Verkehr, Berlin, Verlag für Bauwesen, 328 str.

Farmont, H. 1965. Parken: Parkhauser in der Stadt, Düsseldorf, Beton-Verlag, 91 str.

Klose, D. 1965. Parkhäuser und Tiefgaragen: Metropolitan parking structures, Teufen, Arthur Niggli, 247 str.

P. Chrest, A., S. Smith, M., Bhuyan, S., R. Monahan, D., Iqbal, M. 2001. Parking Structures: Planning, Design, Construction, Maintenance and Repair, Boston, Kluwer Academic Publishers, 856 str.

Sill, O. 1968. Parkbauten: Handbuch für Planung, Bau und Betrieb von Parkhäusern und Tiefgaragen, Berlin, Bauverlag GmbH, 249 str.

Vahlefeld, R., Jocques, F. 1956. Garagen- und Tankstellenbau: Anlage, Bau, Ausstattung, Verlag Georg D.W. Callwey, München, 249 str.