

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Vodarstvo in
komunalno inženirstvo

Kandidat:

Vasja Hrast

Ureditev plovbe na Ljubljani

Diplomska naloga št.: 82

Mentor:
prof. dr. Mitja Brilly

Ljubljana, 31. 5. 2007

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **VASJA HRAST** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom :
» **UREDITEV PLOVBE NA LJUBLJANICI** «

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

Podpis: _____

Ljubljana, 20.4.2007

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 656.62(497.4Ljubljana)(043.2)

Avtor: Vasja Hrast

Mentor: prof. dr. Mitja Brilly

Naslov: Ureditev plovbe na Ljubljani

Obseg in oprema: 65 str., 5 sl., 1 graf., 1 preg., 3 pril.

Ključne besede: plovba, načrtovanje plovne poti, načrtovanje pristanov

Izvleček

Diplomski naloga obravnava problem plovne poti po reki Ljubljani. Predstavljeni so zgodovinski podatki o izvajanju plovbe in dejavnostih, ki so se povezovale z dogodki na vodi. Izbrana je varianta, ki omogoča plovbo na Ljubljani od zapornic na Gruberjevem prekopu in Ambroževem trgu do Vrhnike. Prikazani so hidrološki podatki, s katerimi razpolagamo in obstoječe stanje na celotnem obravnavanem odseku. Opisani so omejujoči dejavniki, ki jih je potrebno upoštevati pri dimenzioniranju plovne poti.

Podan je postopek načrtovanja plovne poti za primere manjših vodotokov na katerem se uporabljajo manjša turistična plovila. Vsi ti podatki, ki so pridobljeni za načrtovanje plovne poti so potem uporabljeni za dimenzioniranje plovne poti na barjanskem delu Ljubljane. Prikazane so potrebne ureditve za izboljšanje plovnih lastnosti in povečanje varnosti pri plovbi. Pozornost je posvečena tudi izbiri primerne plovila, ki bi najbolj ustrezalo zahtevam za plovbo po Ljubljani. Ob terenskem ogledu je izpostavljena problematika priveznih mest in prostorov za skladiščenje. Izbrana je bila primerna lokacija za izgradnjo pristanišča na Ljubljani. Prostor za pristajanje je opremljen z vso potrebno infrastrukturo in objekti, ki omogočajo varno pristajanje plovil in nudijo tudi možnost izrabe za druge dejavnosti. Plovba na Ljubljani je predstavljena kot dodatna ponudba za izkoriščanje turističnega in rekreacijskega potenciala, ki bi temu okolju prinesel neko dodano vrednost.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 656.62(497.4Ljubljana)(043.2)

Author: Vasja Hrast

Supervisor: Prof. Mitja Brilly, Ph. D. C. E.

Title: Regulation of navigation on the river Ljubljana

Notes: 65 p., 5 fig., 1 graph., 1 tab., 3 ann.

Key words: navigation, designing of waterway, harbour designing

Abstract

This graduation thesis treats problem of navigational waterway on river Ljubljana. There are presented historical facts about performing navigation and activities which are connected with events on water. It is chosen a variant which enables navigation between dams on Grubers canal and Ambrožev trg till Vrhnika. There are shown hydrological data with which we dispose on whole treated area. There are described limiters which are used to be consider at the designing of the navigable waterway.

There is given procedure for designing of navigable waterway on small rivers on which are used only small vessels for tourist purposes. All data which are acquired for designing navigable waterway are then used for designing of navigable waterway on the part of Ljubljansko barje. There are shown necessary regulations for the improvement of navigable characteristics and increasing of safety. Attention is given also to choosing the proper vessel, which must be convenient for navigation on river Ljubljana. In territorial observation is exposed problem of moorings and proper places for disposing boats. It is chosen a proper location for harbour on river Ljubljana. Space for landing is equipped with all needed infrastructure and buildings which enable safety landings and offers many different opportunities for other activities. Navigation on Ljubljana river is shown as special offer for spending our free time and will give additional value to the environment.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so kakorkoli pripomogli k temu, da je bila ta diplomska naloga izdelana.

Vasja

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Zgodovina plovbe na Ljubljani	3
1.2	Obstoječe stanje na področju Ljubljane	6
1.2.1	Premostitve	6
1.2.2	Zapornice	7
2	PODLAGE ZA NAČRTOVANJE PLOVNE POTI	10
2.1	Vhodni podatki	10
2.1.1	Plovilo	10
2.1.2	Vodna pot	11
2.1.3	Osnovni dejavniki	12
2.2	Hidrološki režim	15
2.2.1	Karakteristični pretoki	15
2.3	Prostorski plan	18
2.4	Zakonske podlage	21
2.5	Terenski ogled	23
2.6	Okoljski vplivi	25
3	NAČRTOVANJE PLOVNE POTI	28
3.1	Širina	28
3.1.1	Pas potreben za vodenje plovila	29
3.1.2	Vpliv toka in vetrov	31
3.1.3	Oddaljenost od brežine	33

3.1.4	Dodatna širina zaradi pripomočkov za navigacijo	33
3.2	Globina	34
3.2.1	Statični ugrez ciljnega plovila	35
3.2.2	Poves	35
3.2.3	Dodatek zaradi plimovanja	36
3.2.4	Dodatno povečan ugrez	36
3.2.5	Dodatna globina zaradi izpostavljenosti	38
3.2.6	Dodatek zaradi dotoka sveže vode	38
3.2.7	Dodatek, ki ga zahteva sestava dna	39
3.2.8	Meja vodljivosti	39
3.3	Brežine	40
3.4	Krivine	41
3.4.1	Radij krivine	41
3.4.2	Širina	42
3.4.3	Prehodi	44
3.5	Prehodnost pod mostovi	45
3.5.1	Splošno	45
3.5.2	Horizontalni odmik mostu	45
3.5.3	Vertikalni odmik mostu	45
3.6	Standardno plovilo	46
4	UREDITEV PRISTANIŠČA	47
4.1	Globina kanalov in plovnih poti v pristanu	48
4.1.1	Dodatni ugrez	48
4.1.2	Varnostno povečanje globine	49

4.2	Razvrstitev kanalov	50
4.2.1	Vstopni kanal	50
4.2.2	Povezovalni kanal	51
4.2.3	Obračalno mesto	51
4.2.4	Mesta za privez in sidranje	51
4.2.5	Izvedba jezbic in pristaniške kotanje	52
4.2.6	Led	52
4.3	Objekti v rečnem pristanišču	53
4.3.1	Klančine za splavitev plovil	53
4.3.2	Privezi	55
4.3.3	Pomoli	55
4.3.4	Poglabljajnje in odlaganje naplavin	56
5	UREDITEV PO POSAMEZNIH ODSEKIH NA LJUBLJANICI	57
5.1	Ureditve na območju Špice	57
5.1.1	Maritimni pogoji za ureditev pristana na Špici	58
5.2	Izbira lokacije pristanišča na Ljubljani	61
5.3	Ureditev pristanišča in izbira objektov primernih za barjanska tla	62
6	ZAKLJUČEK	65
	VIRI	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Cestni most v Podpeči

Slika 2: Razširjena struga Ljubljanice pri Vrhniku

Slika 3: Zarast struge na Ljubljanskem barju

Slika 4: Obstoječi privezi na Špici

Slika 5: Prikaz odmikov pri pristajalnem mestu

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki o trajanju pretokov

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1 : Trajanje pretokov

1 UVOD

Ljubljana kot počasi tekoča reka, ki teče po ekološko zelo pestremu Ljubljanskemu barju nam daje odlično izhodišče za plovbo po reki. To dejstvo je bilo znano že v preteklosti, ko se je ta potencial plovne poti izkoriščal predvsem za transport materiala in blaga na relaciji od Ljubljane do Vrhnike. Ker v sodobnih časih transport blaga po vodotokih takšnih dimenzij ni več gospodarsko upravičen se plovba nanaša predvsem na področje rekreacije in turizma. Turizem in rekreacija na vodotokih pa zajemata vsa področja od izletniške plovbe, plovbe za namene športnega ribolova do plovbe za aktivno preživljanje prostega časa.

V zadnjih desetletjih plovba po Ljubljani ni celovito urejena, zakonodaja se spreminja in ne rešuje osnovnih problemov zagotovitve plovbe po celotni trasi. Za ureditev plovbe po Ljubljani je potrebno interdisciplinarno sodelovanje večih panog s področja turizma, urejanja vodotokov in varovanja okolja. Ob doseženem kompromisu posegov v prostor na območju varovanega Ljubljanskega barja je mogoča vzpostavitev plovne poti prav do Vrhnike, do katere so v zgodovini že vozile prave rečne ladje. Z vzpostavitvijo plovne poti in rednih izletniških voženj po Ljubljani bi se nudilo novo turistično storitev, ki bi pomenila drugačno potovanje skozi krajino in doživljanje prostora še iz drugih prespektiv. A sama vzpostavitev poti in tehnični ukrepi za zagotovitev varne plovbe in zadostno varovanje okolja še niso zadosten razlog za odločitev turista za plovbo po Ljubljani. Z ustreznimi promocijskimi sredstvi je potrebno predstaviti program plovbe kot atraktivno preživetje prostega časa.

Priveze in pristane, ki se sedaj pojavljajo kot zasebni privezi ob bregovih Ljubljane, je potrebno odstraniti in urediti skupna privezna mesta za manjše čolne. Z ureditvijo tega problema bo vizuelni izgled Ljubljane mnogo lepši in kvaliteta prostora se bo povečala. Z povečanjem kvalitete prostora pa se poveča tudi atraktivnost lokacije, ki omogoča plovbo po neokrnjenem barjanskem prostoru. Plovba po Ljubljani omogoča izlet, ki nudi prehod iz strogo urbanega centra mesta v neokrnjeno prvobitno naravo v nekaj minutah. Sam program izleta s čolnom je potrebno dopolniti z dodatnimi vsebinami, ki bi plovbi dajale še dodatno vrednost. Plovbo bi lahko nudili kot tematsko plovbo z kulturnimi, tehničnimi in naravovarstvenimi vsebinami.

Rekreativni vidik plovbe po Ljubljani pa predstavljajo predvsem uporabniki kanujev in manjših čolnov, ki individualno pristopajo na reko. Uveljavljeno je tudi kajakaštvo, saj je Ljubljana tehnično nezahtevna reka in nudi možnost, da tu kajakaš opravi svoje prve zavesljaje.

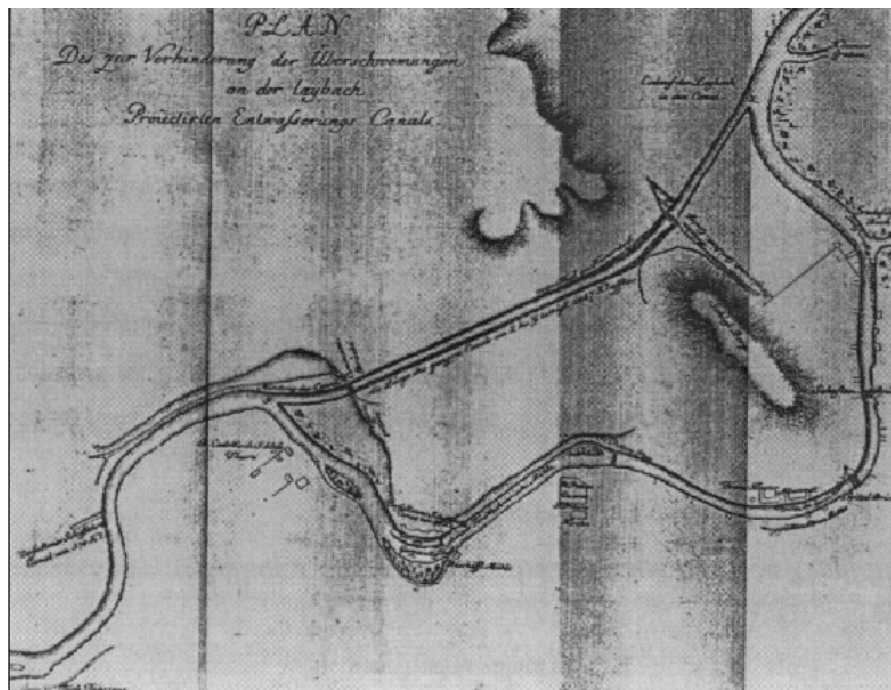
Za ohranjanje plovne poti po Ljubljani bi bilo potrebno zagotoviti organizirane službe, ki bi skrbele za nadzor in izvajanje vzdrževalnih del na plovni poti in na infrastrukturi, ki je potrebna za izvajanje plovbe. Poleg tehničnega načrtovanja in ureditve plovne poti je potrebna tudi zakonska in upravna ureditev. Le pravilna zakonodaja, ki v posvetu s stroko določa omejitve in ureditve na področju plovbe po celinskih rekah in jezerih nam lahko zagotavlja smernice za dolgotrajno obratovanje plovne poti. V primeru Ljubljane gre predvsem za določevanje zakonodaje na podlagi obstoječega stanja in interesov posameznikov. Zakonodajo v zvezi s plovbo po celinskih rekah se v globalnem smislu sprejema na državnem nivoju, posamezne ureditve glede plovnih režimov in ureditve pritanišč in pristajalnih mest pa je potrebno uveljaviti z zakonodajo na lokalnem nivoju. Zakonodaja mora dopuščati razvoj dejavnosti in ga hkrati omejevati z uredbami, da razvoj ne prične pretirano vplivati na okolje in s tem degradirati krajino.

V diplomski nalogi sem uporabil nekatere smernice za dimenzioniranje plovnih poti, ki sem jih obdelal v seminarski nalogi z naslovom Vodarske ureditve za potrebe turizma. Predpise in priporočila za plovne poti po koritih manjših rek sem poskušal smiselno uporabiti na področju toka reke Ljubljane od Ljubljane pa vse do Vrhnike. Preverjal sem predvsem sposobnost plovbe standardnega plovila, ki je bilo privzeto po trenutno veljavni zakonodaji za plovbo po reki Ljubljani. Smiselno sem poskušal razviti v kakšni obliki je plovba po Ljubljani najbolj smotrna. Vsakršno urejanje plovbe na Ljubljani, pa nima smisla v kolikor ni zadosti uporabnikov, ki bi koristili to ponudbo, ki nam prikaže krajino iz druge perspektive, to je iz vodne gladine katere nimamo priložnosti spremljati vsakodnevno.

1.1 Zgodovina plovbe na Ljubljani

Del Ljubljanice med Vrhniko in Ljubljano so regulirali že stari Rimljani. Prvi velik gradbeni poseg je bil izgradnja Gruberjevega prekopa med leti 1773 in 1780. S to ureditvijo je center Ljubljane postal otok. Mogoča je bila rečna plovba, seveda z nekaterimi omejitvami.

Ljubljana je bila plovna za manjše ladje vse do izgradnje železnice v takratni Avstriji, to je približno do sredine 19. stoletja. Za časa Ilirskih provinc je plovbo na ozemlju današnje Slovenije nadzirala Uprava za plovbo po Savi in Ljubljani. To pove, da je bila že v tistih časih plovba po rekah pomembno transportno sredstvo. Leta 1912 je bila na Grubarjevem prekopu zgrajena zapornica, v začetku tridesetih let pa so se začela obširnejša dela na mestni Ljubljani. To so bile izgradnje mostov, poglobitev struge, tlakovanje in betoniranje dna, obrežna zavarovanja.



Slika: Gruberjev prekop 1781 (Arhivi 26, 2003)

Vodni promet je bil v preteklosti na Ljubljanici zelo živahen, saj se je mesto s pomočjo njega preskrbovalo z lesom iz ižanskih in turjaških gozdov ter z gradbenim kamnom iz Podpeči. Plovna pot do Vrhnike prav do samih izvirov Ljubljanice, pa je služila kot trgovska pot za posredovanje blaga do Primorske in Italije. Vstop v samo mesto je bila na Ljubljanici omejena z gosto vrsto v rečno dno zapičenih pilotov, ki so prisilili vsako plovilo, da se je približalo desnemu bregu, kjer je bila postavljena mestna straža. Skoraj vse krakovske in nekatere trnovske hiše so imele ob Ljubljanici pripete svoje čolne še v 18. stoletju.

Za vožnjo po Ljubljanici so skrbeli čolnarji. Čolnarji so bili dvojni veliki in mali, poleg njih pa se omenjajo še vlačilci, kateri so z vrvmi vlekli ladje proti rečnemu toku. Veliki čolnarji so bili v državni službi, imeli so od vladarjev potrjeno pravico (od leta 1489), vendar so morali prevažati predvsem cesarsko blago, ko tega tovara ni bilo na razpolago pa so lahko opravljali tudi zasebne prevoze. Vsaka ladja je imela čolnarskega mojstra in pet čolnarskih hlapcev v 17. stoletju je bilo velikih čolnarjev s hlapci vred okoli 50. Čolni velikih čolnarjev so bili državna last, dolgi so bili od 18 m do 20 m, v širino pa so merili 2.5 m. Pri prevozu večjih tovorov so skupaj povezali dva čolna in dobili plovilo z večjo nosilnostjo.

Poleg teh plovil so po Ljubljanici pluli še z 6 do 7 metrov dolgim čolnom s streho, ki je služil za prevoz ljudi, nekoliko večji čoln jebil peskar, ki je služil za prevoz peska, škatlja pa je bil 4 do 5 metrov dolg čoln, ki je služil za ribolov.

Ljubljansko pristanišče je bilo na Bregu in na Grabnu, celotna površina je zavzemala 827 arov in sedem pokritih skladišč vključno s carinarnico. Naložilo in razložilo se je letno preko 20 000 ton blaga. Pristanišče je zaposlovalo mnogo ljudi, saj je bilo tovore potrebno prelagati na vozove in spraviti v skladišča. V pristanišču se je odvijal tudi pester trgovski promet, saj so z čolni iz Vrhnike prihajali sladkor, kava kolonialno blago, svila in drugo blago, ki ga drugje ni bilo mogoče dobiti.

Prve vožnje za zabavo, ki bi jih lahko imeli za začetek plovbe v turistične namene segajo v 17. stoletje. Čolnarji so prevažali Ljubljančane z čolni dolžine od 5.7 m do 9.5 m in širine od 1 m do 1.6 m. Čolni so prevažali od 8 do 24 potnikov, vodili pa so jih od dva do tirje čolnarji. Za večje prireditve so združili več čolnov, tako so znani da so v primeru plesa združili 4 čolne nanje položili pod in plesišče zavarovali z ograjo. 30. julija 1702 je Filharmonično društvo organiziralo

svojo prvo veselico na Ljubljani, o zabavah na Ljubljani poroča tudi Valentin Vodnik leta 1797, z vožnjo po Ljubljani pa je bila proslavljena tudi Napoleonova poroka 1. julija 1810.

Prvi parnik se na Ljubljani pojavi leta 1840, ko anglež David Moline in Ignacij Skarija pridobita pravico prevažanja tovora in ljudi za 15 let. Parnik Nadvojvoda Ivan pomeni revolucijo v plovbi po Ljubljani saj do Vrhnike porabi samo 2 h in 45 minut, medtem ko so navadne ladje v takratnem času za to pot potrebovale 8 do 10 ur. Ker pa se je na parniku pripetilo mnogo nesreč se nazadnje ni upal z njim voziti nihče več in tako je bil leta 1850 že umaknjen iz prometa. Naslednji poskus s parnikom je bil konec 19. stoletja, ko z njim poskusi Karel Koritnik z Vrhnike, toda tudi on kmalu opusti plovbo.

Leta 1857 je zgrajena železniška proga Ljubljana – Trst in to je pomeilo konec, že tako zamirajočega tovarnega prometa na Ljubljani. Od leta 1823 je veljal tudi brodarški red, ki je dopuščal, da je lahko iz trgovskih razlogov brodaril kdorkoli je hotel, a tudi ta ukrep ni uspel ohraniti plovbe po Ljubljani.

Poskusi obnove plovbe po Ljubljani segajo v obdobje po prvi svetovni vojni, ko grejo zasluge predvsem Ljubljanskemu športnemu društvu, ki je imelo sedež v Veliki čolnarki ulici. Na Jeku je delovala tudi izposojevalnica čolnov, z večjimi motornimi čolni pa so podjetniki prevažali opeko iz Vrhnike in gradbeni kamen iz Podpeči. Ob nedeljah so po Ljubljani ti isti čolnarji prevažali izletnike.

Na Ljubljani so se v zgodovini odvijale tudi mnoge slavnostne povorke, prva je omenjena v letu 1660, ko Ljubljano obiše cesar Leopold I. V njegovem spremstvu na Ljubljani sodeluje 15 čolnov, nekatere izmed njih prav za to priložnost izdelajo italijanski tesarji. Podobna slovesnost se v Ljubljani ponovi še leta 1728, ko jo obiše cesar Karol VI. (Val navtika, november 2002)

1.2 Obstoječe stanje na področju Ljubljane

1.2.1 Premostitve

Stanje spodnjega roba mostu nad vodno gladino je povzeto po odmiku pri pretoku $57 \text{ m}^3/\text{s}$ na vodomerni postaji Moste dne 21.4.2006. Na področju Ljubljane so obstoječe premostitve:

- cestni most na priključku avtocesta v Vrhniki, zgornja kota mostu 294.00 m n. m.
- lesen most za pešce, kota zgornjega roba brvi je 293.20 m n. m.
- Železniški most v Preserju, spodnji rob mostu na koti 292.12 m n. m.
- Cestni most v Podpeči, spodnji rob mostu je na koti 289.83 m n. m., odmik od gladine ca 3.6 m



Slika 1: Cestni most v Podpeči

- Cev za vodooskrbo Ljubljane, spodnji rob konstrukcije je 3.2 m nad vodno gladino
- Avtocestni most čez Ljubljanico
- Cestni most na Hladnikovi ulici
- Karlovški stari, kota spodnjega dela na 292.35 m n. m.
- Železniški most; kota spodnjega dela na 292.25 m n. m.
- Snaga kota spodnjega roba na 292.65 m n. m.

- Most na Poljanski , kota spodnjega roba mosta na 287.64 m n. m.
- Cestni most v Štepanjskem naselju, kota spodnjega roba 286.88 m n. m.
- Štepanjska peš brv, kota spodnjega dela na 287.29 m n. m.
- Peš brv ob sotočju mestne Ljubljani in Gruberjevega prekopa, kota spodnjega dela 285.82 m n. m.
- Prulski most, kota spodnjega dela mostu je 291.60 m n. m.
- Most Sv. Jakoba, z koto spodnjega dela na 290.60 m n. m.
- Šentjakovski most, 290.60 m n. m. kota spodnjega dela
- Čevljarski most, kota spodnjega dela mostu je 290.60 m n.m.
- Ribja brv, ni podatka o koti
- Tromostovje z koto najnižjega dela 290.35 m n. m.
- Zmajski most z koto 291.25 m n. m. na spodnjem delu
- Mrtvaški most , kota spodnjega dela mostu je 287.40 m n. m
- Šempeterski most
- Bolnišnična brv
- Most na Grablovičevi z spodnjo koto 287.30 m n. m
- Brv med Proletarsko in Kajuhovo z spodnjo koto 285.90 m n. m
- Most na Kajuhovi z spodnjo koto 285.64 m n.

Te premostitve s svojimi spodnjimi kotami predstavljajo omejitev plovbe po Ljubljani, saj omejujejo višino plovil, ki lahko plujejo pod mostovi. Ob normalnem vodostaju Ljubljani se moramo prilagoditi najnižji točki mosta, ki nam omejuje plovbo.

1.2.2 Zapornice

Na Ljubljani sta zgrajeni dve zapornici, ki zagotavljata potreben nivo vodne gladine na barju, kar omogoča zadostno stabilnost terena. Zapornici sta zgrajeni na mestni Ljubljani na Ambroževem trgu in na Gruberjevem prekopu 420 m dolvodno od Karlovškega mostu. Plovba preko zapornic ni možna zato predstavljajo omejujoč dejavnik.

Nivo vodne gladine se zadržuje na koti 285.60 m n. m. Mogoče so regulacije pretoka, ki se gibljejo od 4 do 125 m³/s, pri čemer je predpisan biološki minimum 8 m³/s.

Zapornica na Ambroževem trgu

Padec dna struge Ljubljani skozi mesto znaša okoli 0.7 ‰. Zapornica na mestni Ljubljani je dvodelna tablasta zapornica, izvedena okoli 130 m dolvodno od Šempeterskega mosta, izbira mesta je bila pogojena z geološkim stanjem v strugi.. dograjena je bila 1955. Zapornica se sestoji iz praga, dveh stranskih opornikov in vmesnega stebra. Svetla odprtina med stebroma in obrežnimi zidovi znaša 2 * 12.45 m, tako da je ostala pretočna kapaciteta odprtin ista kot jo ima regulirana Ljubljana gorvodno z normalnim profilom širine 24.5 m. Za oskrbo zapornic služi mostišče, ki povezuje pokrite prostore kjer so nameščene dvigalne naprave.

Manipulacija zapornic temelji zgolj na opazovanju stanja vodne gladine na Barju. Ne obstojajo merilna mesta ampak vse temelji zgolj na izkušnjah zaporničarja. Zapornice se odpirajo glede na stanje vodotoka gorvodno od zapornic. Vzpostavljenega ni nobenega informacijskega sistema, ki bi omogočal pravilno izvedbo ukrepov v določenem kritičnem trenutku.

Zapornica na Gruberjevem prekopu

Tudi ta zapornica zadržuje gladino vode na koti 285.60 m n. m. Zapornica je dvodelna tablasta izvedena približno 4200 m dolvodno od Karlovškega mosta. Geološke razmere v okolici so dovolj ugodne, da je temeljenje zapornice izvedeno na konglomeratu. Padec dna struge Gruberjevega kana pa znaša med 1.0 in 1.2 ‰.

Zapornica je sestavljena iz praga, dveh stranskih opornikov in vmesnega stebra. Svetla odprtina med stebroma in obrežnimi zidovi znaša 2*11.10 m. Za oskrbo zapornic služi pokrito mostišče z dvigalnimi napravami. Zaradi višine table je onemogočeno uravnavanje gladine s prelivanjem, gladino se uravnava samo z iztokom izpod zapornice. Manipuliranje z zapornico predstavlja zamuden postopek, saj potreben čas za popoln dvig zapornice znaša kar 1,5 ure. Zapornica je slabo informacijsko opremljena, nima pa tudi potrebne dovozne poti.

Zapornice na Ljubljani predstavljajo trenutno nepremostljivo oviro za plovbo po reki, zato je plovno območje na Ljubljani definirano kot območje, ki sega od obeh zapornic gorvodno vse do Vrhnike. Za premagovanje višinske razlike, ki nastane med obema nivojema gladin pri zapornicah bi morala biti zgrajena splavnica

2 PODLAGE ZA NAČRTOVANJE PLOVNE POTI

Na plovnih poteh, kjer je pričakovati popolno izrabo vodne širine in globine je potrebno doseči ravnotežje med koristmi uporabnikov in zagotoviti najvišjo mero varnostnih zahtev. Te vključujejo analizo in primerjavo razmerij med parametri plovila, plovno potjo in vremenskimi vplivi. V nadaljevanju pa morajo biti upoštevani še drugi faktorji kot so pogostost zamuljenja, potrebe po vzdrževanju, potrebe po pomoči pri plovbi, odlaganje plavin pri poglabljanju in vsi ekonomski in okoljski vplivi.

2.1 Vhodni podatki

Vhodne spremenljivke nam določajo minimalne potrebne dimenzije vodne poti, ki jo potrebujemo za varno plovbo.

2.1.1 Plovilo

Glavna komponenta pri načrtovanju vodne poti je pravilna izbira ciljnega plovila. Pri vrednotenju manevrirnih sposobnosti plovne poti je ciljno plovilo ponavadi največje plovilo, ki se prilega vodni poti tako, da lahko pluje varno in učinkovito. Parametri potrebni pri določitvi ciljnega plovila so:

- dolžina (L)
- maksimalna širina (B)
- maksimalni ugrez trupa (d)
- hitrost (vs)
- gibljivost
- gostota prometa - število plovil, ki plujejo po plovni poti

Ciljno plovilo za plovbo po reki Ljubljani je največji možni čoln, ki ga dopušča zakonodaja za plovbo po reki. Gabariti čolna znašajo 10 m v dolžino, 5 m v širino, maksimalni ugrez trupa pa naj bi znašal 0.6 m. Hitrost plovila po zdajšnji zakonodaji, ki določa plovbo le do avtocestnega

mostu v Črni vasi, ne sme presegati 8 km/h. To vrednost uporabimo kot referenčno vrednost za plovbo gorvodno po Ljubljani. Ker morajo biti vsa plovila tehnično brezhibna v skladu z Zakonom o plovbi po celinskih vodah upoštevamo dejstvo, da je vodljivost vseh plovil najmanj dobra. Gostota prometa bi bila nizka, saj že zaradi visokega standarda zaščite okolja in le omejenega potenciala plovbe ne pričakujemo visoke gostote prometa. Na nizko gostoto pa vpliva tudi dejstvo, da plovba od Ljubljane do Vrhnike znaša približno 3 ure. V kolikor se oseba odloči za plovbo znaša izlet po celotni plovni poti najmanj polovico dneva.

2.1.2 Vodna pot

Parametri ali karakteristike vodne poti določeni z raziskavami ali iz obstoječih podatkov so:

- karakteristike materiala na dnu
- globina
- hitrost in smer toka
- hitrost in smer vetra
- višina valov
- pomoč pri plovbi

Kot izrazito kraška reka s počasnim tokom ima Ljubljana muljasto dno. Na njej se ne pojavljajo valovi in pomoč pri plovbi ni potrebna. Pri današnji koti zaježitve na Ljubljani je kota dna struge na mestni ljubljani in Gruberjevem prekopu približno 1.8 m nižje od gladine vode. Takšna globina vode se ohranja vse do odseka v Podpeči, oz. do prečkanja struge Ljubljane z železniškim mostom. Gorvodno se globina počasi zmanjšuje vse do cestnega mosta na Vrhniki od katerega dalje brez velikih ukrepov in poglobljanja plovba s turističnimi čolni ni več mogoča. Smer toka je vedno vzporedna smeri struge, razen ob deviacijah in ovinkih, kjer prihaja do lokalnih sprememb smeri toka glede na smer brežin.

2.1.3 Osnovni dejavniki

Vhodni podatki so zajeti iz osnovnih raziskav, ki vključujejo analizo in ovrednotenje naslednjih dejavnikov:

Ciljno plovilo in ostala plovila :

- dimenzije (hitrost, širina, ugrez)
- okretnost in hitrost
- število in pogostost uporabe
- vrsta tovora, ki ga prevaža

Ostali promet, ki uporablja vodno pot:

- vrste manjših plovil in zastoji
- križanje prometa

Na Ljubljani se za plovbo v rekreacijske namene uporablja veliko število manjših plovil. Predvsem gre za kanuje, kajake, manjše čolne za ribolov in izlete. Pri srečevanju s turističnimi čolni nebi smelo prihajati do problemov, saj hitrost plovbe 8 km/h ne povzroča večjih valov in tudi razdalja od opazitve plovila do srečanja je dovolj velika. Plovba po Ljubljani nebi služila za prevoz tovora ampak samo za prevoz potnikov v turistične namene, tako lahko predvidevamo za uporabo čolne brez velikih nosilnosti.

Vreme:

- veter (hitrost, smer, in trajanje)
- valovi (višina, obdobje, trajanje, smer)
- vidljivost (dež, smog, megla, sneg)
- led (pogostost, trajanje, debelina)
- ekstremne višine vode (nizke ali visoke)

Med dejavniki vremena je najbolj omejujoč faktor za plovbo po Ljubljani veliko spreminjanje v višini pretoka vode med ekstremno nizkim in visokim nivojem. Nizek pretok ni omejujoč

dejavnik, saj je stalna višina gladine zagotovljena z zapornicama na mestni Ljubljani in na Gruberjevem prekopu.

Karakteristike vodne poti:

- tokovi, obalni ali rečni
- količina sedimentov in njihova porazdelitev
- vrsta dna in bregov
- konfiguracija
- dotok sveže vode
- plitvine
- slanost
- izkopen material na odlagalnih mestih
- temperatura
- kakovost vode
- biološke populacije (vrsta, gostota, porazdelitve, selitve)
- ovire (potopljeni čolni in opuščeni objekti)
- obstoječi mostovi in prečkanja energetske vodov
- zožitve plovne poti
- potek kablov in cevi pod plovno potjo

Vhodni podatki so uporabni za razvoj plovne poti, ocenitev širine in globine kanalov.

Globina vode

Globina vode mora omogočati nemoteno plovbo plovila z največjim ugrezom . Ni potrebno, da je plovba takim plovilom omogočena celoten čas, lahko so določeni samo časovni intervali v katerih je globina vode zadostna. Izbira načrtovane globine mora temeljiti na ekonomski analizi stroškov, zaradi sprememb plovne reda in obremenitve plovil v primerjavi z stroški izgradnje in vzdrževanja.

Globina vode v Ljubljani za plovbo ciljnega plovila ne predstavlja problema vse do izliva Borovniščice v Ljubljano. V tem barjanskem delu naprej proti Vrhniki na nekaterih odsekih beležimo nizko globino vode ali pa zadostno globino samo v delu struge. Nujne bi bile poglobitve in označitve plovne poti s signali, ki bi točno določali pot z primerno globino struge. Kota gladine Ljubljanice se nad zapornicama zadržuje na 285.6 m n. m., dvig gladine pri majhnih pretokih okoli 20 m³/s do Vrhnike znaša le 0.4 m, pri pretokih okoli 100m³/s, pa znaša dvig gladine na celotni strugi do Vrhnike okoli 2 m.

2.2 Hidrološki režim

Povodje Ljubljanice, kot desnega pritoka Save, leži ob razvodnici med Jadranskim in Črnomořskim porečjem in meri okrog 1900 km². Jugozahodni del povodja predstavlja kraški svet, tako Ljubljana izvira v tipičnem kraškem izviro. Od izvira na Vrhniki do izliva v Savo sprejma Ljubljana padavine neposredno s povodja velikega 801 km². To je nekaj več kot 40 % celotnega povodja, z nekaj tipičnimi hudourniškimi pritoki kot so Iška, Gradaščica, Podlipščica, Borovniščica in površinskimi barjanskimi dotoki.

Ljubljana meri v dolžino od izvirov na Vrhniki do izliva v Savo 40 km., do vodomerne postaje Moste pa 28,6 km.

Za vodomerno postajo Moste kot ključni vodomerski profil na Ljubljanici so bile opravljene hidrološke analize za enotno obdobje 30 let (1961 – 1990). Omenjeno obdobje se je na podlagi že opravljenih statističnih hidroloških obdelav izkazalo kot reprezentativno. Izbrano obdobje zajema cikel mokrih ter suhih let in hidrološka obdelava podatkov daje najrealnejše rezultate in ustreza zahtevam statističnih obdelav. Upoštevanje daljšega obdobja 1930 – 1990, ki zajema dva ciklusa bi po logiki dajalo zanesljivejše rezultate. Źal so hidrometrične meritve v obdobju druge svetovne vojne nepopolne in podatki zato niso uporabni.

2.2.1 Karakteristični pretoki

Karakteristični pretoki predstavljajo minimalni, srednji in maksimalni pretok v posameznih mesecih, oziroma letih.

Pri minimalnih (mesečnih in letnih) pretokih velja omeniti, da je podatek za najnižji pretok kratkega trajanja posledica manipulacije zapornic na mestni Ljubljanici in na Gruberjevem prekopu. Minimalne pretoke Ljubljanice za prerez vodomerne postaje Moste je zato potrebno razumeti kot večdnevna povprečja. Minimalni dejanski pretoki tako znašajo med 4.5 in 5 m³/s. Prikaz minimalnih pretokov pokaže, da predstavlja kraški dotok pri nizkih vodah glavni vodni vir Ljubljanice.

Nekraški dotok ima na minimalne pretoke Ljubljajnice majhen vpliv. Izkaže se, da ima kraški dotok na Barje poletno-jesenski minimum, medtem, ko je zimski sekundarni. Nekraški dotok na Barje pa ima poletni minimum. Zimski minimum je pri nekraškem dotoku sekundaren.

Iz podatkov za srednje mesečne in letne pretoke je razvidno, da znaša srednji letni pretok v profilu vodomerne postaje Moste za omenjeno obdobje $57.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Iz študije ("Ljubljansko barje – hidrologija in analiza poplavnosti", VGI, 1981) izhaja, da odpade na zaledni kraški dotok na Barje 69 % povprečnega letnega pretoka, na nekraški dotok pa 31 %.

Za zaledni kraški dotok je značilno, da ima izrazit pozno jesenski primarni maksimum (november – december), medtem ko sekundarni maksimum srednjih mesečnih pretokov nastopi spomladi (april). Pregled srednjih mesečnih pretokov kraškega dotoka na Barje izkazuje tudi zelo izrazit poletni primarni minimum (avgust). O sekundarnem zimskem minimumu pa ne moremo govoriti, ker je povsem neizrazit.

Nekraški dotoki Ljubljajnice imajo neizrazit primarni maksimum spomladi (marec – april), ko se pluvialnemu odtoku pridruži odtok zaradi topljenja snega v višje ležečih delih povodja. Sekundarni maksimum odtoka kot posledica dežja nastopi pozno jeseni (november – december) in je praktično enak primarnemu spomladanskemu maksimumu.

Primarni minimum je tako za kraški kot za nekraški dotok na Barje izrazit v poletnih mesecih (avgust), neizrazit sekundarni minimum pa nastopi januarja.

Visoke vode predstavljajo omejitev plovbe na reki Ljubljajnici, saj zaradi odprtih zapornic in posledično velikih hitrosti v strugi ladje ne morejo pluti.

Zaradi značilnosti, da vsebujejo zabeleženi podatki o visokih vodah (predvsem pri vodotokih z izrazitim poplavnim območjem) tudi odtočne karakteristike svojega povodja, je potrebno posvetiti problematiki visokih vod posebno pozornost.

V spodnji tabeli so podane vrednosti trajanja in pogostosti posameznih pretokov za povprečno leto v obdobju 1961 – 1990.

Tabela 1: Podatki o trajanju pretokov

Pretok- manjši od	Pogostost	Trajanje
10 m ³ /s	17 dni	27 dni
15 m ³ /s	44 dni	
20 m ³ /s	72 dni	28 dni
25 m ³ /s	106 dni	34 dni
30 m ³ /s	137 dni	31 dni
50 m ³ /s	221 dni	84 dni
70 m ³ /s	262 dni	41 dni
95 m ³ /s	297 dni	35 dni
125 m ³ /s	326 dni	29 dni

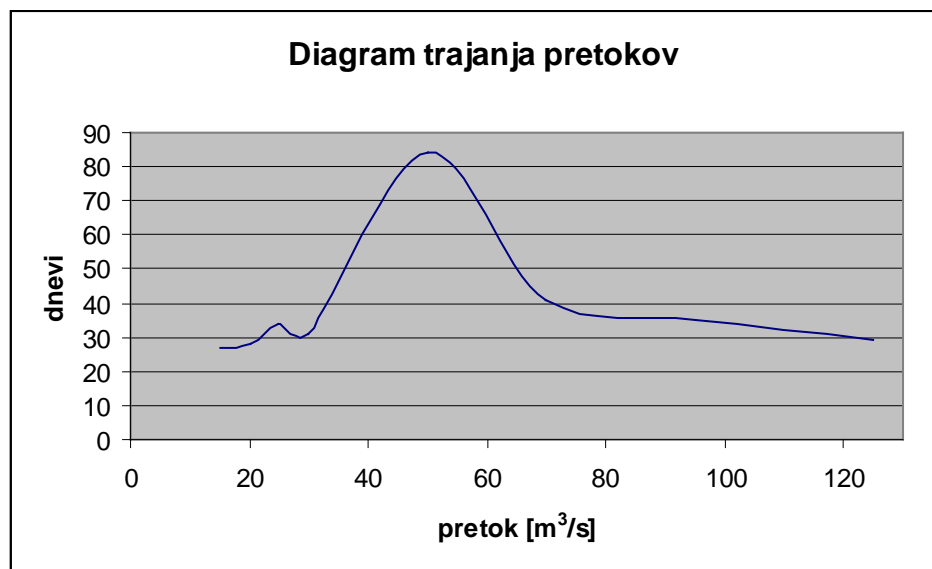


Diagram 1 : Trajanje pretokov

Problematična so velika nihanja v pretokih, saj se med posameznim leti prihaja do velikih sprememb v pretokih, tako v obdobju med letoma 1961 do 1990 zasledimo med ekstremno suhim letom 1983 ($35.67 \text{ m}^3/\text{s}$) in ekstremno mokrim letom 1965 ($87.13 \text{ m}^3/\text{s}$) za 40% manjši oziroma za 50 % večji pretok kot v povprečnih letih.

V suhem letu 1983 trajajo visoki pretoki nad $125 \text{ m}^3/\text{s}$ samo 16 dni v letu, v mokrem letu (1965) pa se to število dni povzpne na 88 dni v letu. Visoke vode predstavljajo omejitveni faktor za plovbo, vendar je višina vode po katerih ni več mogoča plovba odvisna od plovnih karakteristik plovil.

Nizke vode na Ljubljani za plovbo niso problematične, saj je stalni nivo gladine zagotovljen z zapornicama na Gruberjevem prekopu in na Ambroževem trgu. Plovba tako ni ogrožena zaradi ekstremno nizkih vodostajev, ampak je problematična predvsem v obdobju visokih voda, ko je zaradi deročega toka plovba onemogočena.

2.3 Prostorski plan

Za območje urejanja Ljubljane v vseh njenih delih je bilo izdelanih že mnogo strokovnih podlag in predlogov ureditev. Ljubljansko barje kot specifičen ekosistem z mnogimi ogroženimi habitati predstavlja omejitveni dejavnik za posege v okolje.

Za samo ureditev v mestu so bile izdelane študije krožne plovbe za potrebe transporta potnikov po mestni Ljubljani in Gruberjevem prekopu. Ta poseg bi pomenil tudi velik poseg v urbano mestno okolje in le stežka bi lahko pridobili dovolj prostih površin za zgraditev splavnice. Transport potnikov bi imel prednost v tem, da bi lahko razbremenil vse preveč zasedene prometne površine v centru mesta. Pomankljivost pa je predvsem v počasnosti transporta, ki je po velikostnem redu primerljiva z hojo pešca, zato za širšo javnost ni sprejemljiva in ni konkurenčna ostalim vrstam transporta, ki se uporablja za potniški promet. Ta krožna pot pa ponuja turistični potencial krožnega ogleda starega mestnega jedra vendar so koristi majhne glede na to, da je plovba že v obstoječem stanju mogoča do zapornic, ki vzdržujejo stalni nivo gladine Ljubljane.

Izveden je bil tudi natečaj, ki je iskal najprimernejše ureditve na področju Špice. Vendar na natečaju ni bila izbrana nobena rešitev. Sklenjen je bil kompromis, ki je določil, da naj avtorji najbolje ocenjenih projektnih nalog izdelajo nov ureditveni načrt.

Izdelan je bil tudi plan uvedbe krožne plovne poti po mestni Ljubljani in Gruberjevem prekopu. Ta rešitev bi potrebovala velike tehnične posege z izgradnjo dveh splavnic in poglobljanjem struge na določenih delih. Prevoz potnikov po vodni površini pa ni racionalen zaradi velikih stroškov obratovanja in majhne učinkovitosti gledano predvsem na časovne zmogljivosti takega prometa, katerega transportne hitrosti so primerljive s pešačenjem.

Na barjanskem delu Ljubljane predstavlja specifično okoljevarstveni program Natura 2000, katerega površini zajema kar 70 %. Razmišlja se tudi o ustanovitvi posebnega krajinskega parka, ki bi še dodatno zaščitil prvobitnost okolja. Krajinski park pomeni zaščito oblik krajine, vseh rastlinskih in živalskih vrst ter omejevanje posegov na področju, ki ga obsega. Omejevanje poseganja v prostor in zaščita okolja posledično pomenita tudi manj različnih dejavnosti, ki bi se lahko odvijale v okolju. Potrebno je iskati kompromis med zaščito okolja in potencialnimi dejavnostmi, ki se še lahko odvijajo v okviru nekvarnih učinkov na okolje.

V letu 2006 so bila določena tudi vstopno – izstopna mesta na Ljubljani. Te so sedaj na območju mesta Ljubljane na območju Mesarice, pri gostišču Livada, na Špici, pri veslaškem centru Savica, ob Trnovskem pristanu nasproti iztoka Gradaščice, na Gruberjevem nabrežju, pri stopnicah na Gallusovem nabrežju, na Novem trgu, na Dvornem trgu, na Cankarjevem nabrežju, na Ribjem trgu, pri Gerberjevem stopnišču, pri Mesarskem mostu, pri brvi pri Rdeči hiši in pri Ambroževem trgu. Ta mesta so določena in na njih naj bi se pričelo urejevati infrastrukturo, ki bi omogočala varen vstop in izstop iz plovil. Mesta so bila izbrana na podlagi že obstoječih mest, kjer se plovila privezujejo ali pa se vkrcavajo in izkrcavajo potniki na plovilih. Sistem teh vstopno izstopnih mest ni povezan vsmiselno mrežo ampak se le navezuje nekatera do sedaj že uporabljena mesta, ni pa smiselnega načrta, kako naj bi se mesta za vkrcanje in izkrcanje potnikov uporabljala.



Slika: Satelitska slika Ljubljane in Ljubljanskega barja (Google maps)

2.4 Zakonske podlage

Pravne in strokovne podlage za plovbo na območju Ljubljane predstavljajo :

- Zakon o varstvu okolja (UL RS št. 32/93, 1/96, 41/04 – ZVO – 1)
- Zakon o ohranjanju narave (UL RS št. 56/99)
- Zakon o vodah (67/02)
- Pomorski zakonik (37/04)
- Zakon o plovbi po celinskih vodah (30/02)
- Zakon o graditvi objektov (UL RS 110/02 – ZGO – 1)
- Uredba o uporabi plovil na motorni pogon na reki Ljubljani (29/04)
- Pravilnik o rekreacijskih plovilih (42/05)

Uredba o uporabi plovil na motorni pogon na reki Ljubljani določa odseke, kjer je dovoljena uporaba plovil na motorni pogon, vrste motornih pogonov, ki so dovoljeni in omejitve povezane z plovbo plovil na motorni pogon. Uredba velja za celotno Ljubljano od njenega izvira v Retovju do izliva v Savo. Plovba s plovili na motorni pogon je na Ljubljani prepovedana. Izjema je plovba za izvajanje lovsko – gospodarskih in ribiško - gojitvenih načrtov. Pri teh zahtevah pa mora plovilo zadovoljevati naslednje predispozicije:

- dolžina plovila ne presega 5 metrov
- plovilo poganja motor na elektriko ali izven krmni motor z notranjim zgorevanjem, katerega efektivna moč ne presega 2,95 kW.
- hitrost plovila ne presega 5 km/h
- pogonski motor izhaja iz proizvodnje, za katero je izdan certifikat o tipski odobritvi v skladu s predpisi, ki urejajo emisije hrupa in snovi v okolje iz motorjev, namenjenih pogonu plovil.

Ne glede na ta določila pa je dovoljena plovba za plovila na motorni pogon katerih namen je prevoz potnikov in tovora od avtocestnega mostu pri Črni vasi do zapornice na Ambroževem trgu. Za ta plovila pa veljajo naslednje določila:

- dolžina plovila ne presega 10 metrov, širina plovila 5 metrov, ugrez plovila pa ni večji od 60 cm

- plovilo poganja motor na elektriko ali motor z notranjim zgorevanjem, katerega efektivna moč ne presega 55 kW
- hitrost plovila ne presega 8 km/h
- pogonski motor izhaja iz proizvodnje, za katero je izdan certifikat o tipski odobritvi v skladu s predpisi, ki urejajo emisije hrupa in snovi v okolje iz motorjev, namenjenih pogonu plovil

Mestna občina Ljubljana mora posredovati nadzornemu organu na njegovo zahtevo imena in naslove vseh lastnikov plovil na motorni pogon, ki so pridobili v skladu s predpisi, ki urejajo plovni režim po celinskih vodah, pridobili dovoljenja za plovbo po reki Ljublanici. Inšpekcijski nadzor nad plovbo pa izvajajo inšpektorji pristojni za vode. Za kršitelje so predpisane kazni višine 30 000 SIT pa vse do 10 000 000 SIT.

Zakon o plovbi po celinskih vodah ureja varnost plovbe po celinskih vodah in določa pogoje, ki jih morajo izpolnjevati plovbna območja, plovila in plavajoče naprave ter osebe, ki upravljajo plovila, pristanišča in druga mesta za dostop do vodnega območja, določa elemente plovbnega režima, ureja vpisovanje plovil in plavajočih naprav, dviganje potopljenih stvari in ureja nadzor nad varnostjo plovbe.

Pravilnik o rekreacijskih plovilih določa veljavne zakonske omejitve, ki morajo veljati pri vseh plovilih, ki so zastopana na trgu oz. se uporabljajo za plovbo v rekreacijske namene ali za preživljanje prostega časa. Določene so predvsem omejitve v izdelavi in varnostne zahteve, ki morajo biti izpolnjene za varno plovbo po celinskih vodah.

Te zakonske podlage so bile dopolnjene in sicer samo v uredbah, ki določajo maksimalno dolžino plovila in plovno pot. Po novih uredbah, ki pa še niso stopile v veljavo, je maksimalna dovoljena dolžina plovila 15 m plovna pot pa je podaljšana od prejšnjega avtocestnega mostu v Črni vasi do cestnega mostu v Podpeči.

2.5 Terenski ogled

Pri opravljenem terenskem ogledu sem ugotavljal dejansko stanje na reki Ljubljanici vse od njenega izvira pri Vrhniku, pa do zapornic na Gruberjevem prekopu in na Ambroževem trgu v Ljubljani. Pri ogledu sem opazoval predvsem obstoječo uporabo plovil in infrastrukturo, ki je zgrajena za njihovo uporabo. Prvi čolni in kanuji ter zasilna privezna mesta z manjšim pomolom se pojavijo takoj na začetku vrhnike kakih 1500 m od samega izvira. Struga Ljubljanice je v tem delu plitva in ne omogoča plovbe večjim plovilom, razen kanujev in manjših čolnov na vesla. Struga se poglobi šele po cestnem mostu proti koncu Vrhnike, vendar je še vedno ozka in ne omogoča plovbe večjih plovil. Primernost za plovbo večjih plovil se začne kazati šele po prečanju avtocestnega mosta. Avtocestni most na Vrhniku bi lahko predstavljal končno točko plovne poti, ki bi segala do Ljubljane. V nadaljnjem odseku gre za tok Ljubljanice po barjanskem terenu. Brežine so neutrjene na nekaterih delih so vidni znaki utrditev, vendar gre za nevdrževane objekte, ki počasi propadajo. Na plovni poti do izliva Borovniščice je struga precej ozka in ne doseže širine večje od 18 m. Na tem odseku gre izpostaviti več priveznih mest za manjše čolne pri ribiškem domu RD Barje pri Blatni Brezovici. Urejena so tudi parkirišča, brežine in dostopne poti do vode. Po izlivu Borovniščice se struga razširi, ob bregu je opaziti posamezne privezane čolne in improvizirane pomole, ki pa segajo le kak meter v strugo reke.



Slika 2: Razširjena struga Ljubljanice pri Vrhniku

Po poti dolvodno prispemo v Podpeč, kjer je večja koncentracija plovil. Gre predvsem za manjše čolne in kanuje ter splave. Urejena so posamezna privezna mesta, ni načrtne ureditve, plovila so skladičena tudi na obrežju, zgrajenega pa ni vstopnega mesta, ki bi omogočal splavitev čolnov. Ljubljana pod cestnim mostom zavije levo in v dokaj ravni liniji širine do 25 m teče vse do Ljubljane. V tem območju je opaziti posamezne privezane čolne na levem in desnem bregu. Takoj ob vstopu v Ljubljano pa se začnejo vrstiti privezana plovila ob levem in desnem bregu. V nekaterih primerih gre tudi za zasebno prilaščanje obrežnega pasu in omejevanje gibanja ob njem. Prva večja koncentracija plovil je vidna na Livadi, kjer so na levem bregu privezani manjši čolni in kanuji ob urejenem pomolu ter mesta za skladiščenje čolnov ob stavbi ribiške družine. Na desnem bregu sta privezani dva večja čolna, ki služita za turistične prevoze. Dolvodno so postavljena vratca za kajakaštvo in urejene brežine za dostop na vodno površino. Sledi razcepitev toka na dva dela na Gruberjev kanal in na mestno Ljubljano. V tem delu na Špici so privezani čolni, ki naj bi služili za turistični prevoz potnikov. Privezi so neurejeni, nekateri čolni dajejo že zapuščen videz, ob ogledu sem naštel 10 čolnov večje dolžine, ki bi lahko služili za turistične prevoze. Nekatera plovila delujejo kot gostinski lokali na vodi, druga pa ne kažejo znakov da bi bila v operativni uporabi. Na mestnem delu Ljubljane je opaziti nekaj pristajalnih mest, ki imajo zgrajene dostope po preurejenem rečnem koritu. Na samem vodnem telesu se je po mojem štetju nahajalo

11 plovil na motorni pogon, katerih dolžina se giblje v velikostnem razredu 10 m. to število plovil, ki so povečini privezana, je preveliko za sedanjo stanje razvitosti plovbe po Ljubljani. Na priveznih in pristajalnih mestih ni zadostni informacij o ponudbi plovbe po Ljubljani. Večina plovb se izvaja le za organizirane skupine ob vnaprejšnji najavi.

Pri terenskem ogledu sem bil pozoren tudi na turistično atraktivnost lokacij. Izpostaviti gre predvsem pristajalna mesta na samem mestnem delu Ljubljane in na Špici, ki so turistično zelo atraktivne lokacije. Na teh mestih je potrebno poskrbeti za zadostno označitev in postaviti informacijske panoje o turističnih prevozih po Ljubljani.

2.6 Okoljski vplivi

Motorna plovila lahko vplivajo na vodno okolje na različne načine. Mehanizmi s katerimi vplivajo na okolje so emisije iz izpuhov, kontakt z pogonskim vijakom, turbulence iz pogonskih sistemov, valovi zaradi gibanja, hrup. Vsak od teh mehanizmov ima lahko različne vplive na vodni ekosistem. Dviganje sedimentov, onesnaževanje vode, motnje rib in vodnega življa, uničevanje vodnih rastlin in erozija bregov so le glavne točke, ki jih bom obravnaval.

Prosojnost vode se meri z količino trdnih delcev v vodi ali pa z globino do katere potuje svetloba skozi vodo. Ugotavljamo jo lahko z Secchi-jevim diskom.

Prosojnost vode je pomembna in vpliva na sposobnost rib, da si poiščejo hrano, določa globino do katere rastejo vodne rastline, določa stopnjo raztopljenega kisika in temperaturo vode. Ponavadi je tudi merilo trofičnega stanja in zdravja ekosistema. Prosojnost vode je pomembna tudi iz estetskega razloga in vpliva na uporabno vrednost in rekreacijsko rabo vodnega telesa.

Plovila lahko vplivajo na vodno prosojnost z direktnim ali indirektnim propellerskim motenjem dna posebno v nizkih vodah. Direktno dvigajo delce z samega dna in in povzročajo slabšo prosojnost indirektno, pa dvigajo nutriente iz usedlin rečnega dna in povzročajo povečano rast alg. Za slabšo prosojnost pa so lahko krivec tudi valovi, ki jih povzroča trup plovila ali pa njegov pogon med plovbo, kateri imajo za posledico erozijo brežin, ki povzroči motnost vode.

Vpliv, ki ga povzroča plovilo na prosojnost vode se lahko zmanjša z pravilno izbiro pogona, pravilno obliko trupa in prilagojeno hitrostjo plovbe.

Kvaliteta vode je pomemben dejavnik pri izvajanju plovbe za turistične namene na področju Ljubljane. Voda mora biti dovolj atraktivna, ne sme zaudarjati in vanjo ne smejo biti speljani kanalizacijski kanali brez predhodne obdelave odpadne vode. Kvaliteta vode je pomemben turistični dejavnik in predstavlja atraktivnost lokacije.

Motorji za čolne so zasnovani tako, da nam nudijo veliko moč glede na velikost motorja. Posledica tega je, da del goriva, ki je doveden k motorju ostane neizgorjen in konča v vodi. Posebno neučinkoviti so predvsem dvotaktni motorji, pri katerih je delež neizgorelega goriva še posebno velik. Novejši 4-taktni motorji, ki danes prevladujejo na trgu, imajo že večji delež

izrabe goriva in ustrezajo tudi novejšim standardom glede emisij izpuha. Druga možnost vplivanja na kvaliteto vode je z samim skladiščenjem goriva na čolnu in ob vodi. Obstajajo možnosti puščanja rezervoarjev in vodov do motorja. Posebno problematična so mesta, kjer se nahaja večja koncentracija plovil oz. kjer se plovila privezujejo. Potrebna je kontrola brezhibnosti delovanja motorja. Ker je za plovbo po Ljubljani omejena moč motorja na 2,95 kW ni nikakršnih vzrokov, da bi se bali direktnega onesnaženja pri normalno delujočih motorji, kajti taki motorji s svojo karakteristiko izpuha in neizgorelega goriva ne morejo znatno prispevati k onesnaženosti vodnega telesa in okolja okoli njega.

Erozija je termin, ki se nanaša na transport materiala s pomočju vodnih tokov in energijo valov vzdolž obrežij rek in jezer. Plovilo vpliva na erozijo bregov tako da brazda, ki jo ustvari, producira valove, ki potujejo vse do obale, kjer se razpršijo. Velikost vala je odvisna od hitrosti, tipa plovila, moči motorja, širine trupa in oddaljenosti plovbe od obale. Turbulence, ki jih povzročajo vijaki lahko povzročajo erozijo v obalnem pasu, saj destabilizirajo dno in s tem pripomorejo k eroziji obrežja. Erozijo obrežij lahko preprečimo z omejitvijo hitrosti plovbe, prepovedjo plovbe v določenem obalnem pasu in uporabo pogonov, ki povzročajo manjše valovanje. Brežine Ljubljane so predvsem v barjanskem delu neutrjene in podvržene velikemu učinku erozije, ki pa jo povzroča tok reke ob visokih vodah. Vpliv erozije bi bil ob plovbi znaten le v delu med stikom vodne gladine in obrežnim pasom.

Vodni makrofiti so velike s koreninami pritrjene rastline, ki naseljujejo litoralni pas večine rek in jezer. Plovila lahko vplivajo na makrofite direktno, z kontaktom propelerja in trupa plovila, ali indirektno z turbulencami in valovanjem. Propeler lahko poseka rastlinine poganjke ali izruva celo rastlino, kadar plujemo v nizkih vodah. Povečane turbulence zmanjšajo prosojnost vode in s tem lahko onemogočajo zadosten pristop svetlobe do rastlin. Valovanje onemogoča lahko tudi rast določenih rastlin na obrežju.



Slika 3: Zarast struge na Ljubljanskem barju

Če plovila selimo iz reke v reko ali iz enega jezera v drugo jezero je možen tudi prenos neavtohtonih vrst rastlin in s tem rušenje naravnega ravnovesja v ekosistemu.

Klima, dostopnost in kvaliteta hrane, primernost zavetja in prisotnost plenilcev imajo vpliv na ribjo populacijo. Kvaliteta vode, turbulence in prisotnost polutantov pa vplivajo na uspešnost reprodukcije.

Direkten kontakt z plovili oziroma z propelerji je lahko vzrok smrtnosti pri določenih ribjih vrstah npr.: krapih. Onesnaženje iz izpuhov in izlivi goriva so lahko strupeni za določene ribje vrste. Gibanje samih plovil pa lahko vpliva na naravne aktivnosti rib, kot so drstenje in prehranjevanje. Sicer pa je vpliv plovbe na ribe precej majhen in v dosedanjih raziskavah, razen v ekstremnih primerih, ni dokazanega znatnega vpliva.

3 NAČRTOVANJE PLOVNE POTI

3.1 Širina

To poglavje obravnava postopek za določitev širine plovnih kanalov na ravnih odsekih. Osnova za spremenljivke uporabljene v obrazcih je ciljno plovilo. Celotna širina kanala je horizontalna razdalja med nasprotnima si nasipoma ali bregovoma na načrtovani globini. Izražena je kot :

Celotna širina = načrtovana širina + odstopanja

Širina struge Ljubljanice v globini okoli 1m znaša pri pretokih okoli $20 \text{ m}^3/\text{s}$ na odsekih:

- od Črne vasi do vtoka Iške 24 do 30 m
- od vtoka Iške do Podpeči 18 do 24 m
- od Podpeči do vtoka Borovniščice od 15 do 24 m
- od vtoka Borovniščice do Vrhlike pa od 10 do 18 m

Načrtovana širina se nanaša na skupek širin potrebnih za:

- manevriranje plovil
- hidrodinamične interakcije med dvema ploviloma, ki se srečujeta
- vpliva vetrov in toka
- vpliva na erozijo bregov
- vpliva navigacijskih oznak in pilotov

3.1.1 Pas potreben za vodenje plovila

To je širina, ki dopušča odstopanja od plovne smeri, ki jih povzroča zibanje in vijuganje plovila. Širina pasu potrebnega za vodenje plovila mora biti izračunana za največje od pogosto pričakovanih tipov plovil. V nekaterih primerih plovna pot omogoča nekaterim tipom plovil dvosmerno plovbo, drugim pa le plovbo v eni smeri. Pogostost plovbe določenih tipov plovil nam služi za določitev potrebne širine.

Pri načrtovanju pasu potrebnega za vodenje plovila je potrebno ugotoviti glavne plovne značilnosti ciljnega plovila. V preglednici so prikazane privzete vrednosti za koeficiente, ki ponazarjajo vodljivost plovil in s tem določajo tudi potrebno širino plovne poti. Prikazani so glavni tipi plovil njihovi koeficienti in s tem širina pasu, ki je potrebna za vodenje plovila.

Tabela : Vodljivost plovil in širina pasu za vodenje plovila

	Vodljivost	Koeficient vodljivosti	Širina pasu za vodenje plovila
Bojna plovila, tovarne ladje	odlična	1.3	1.3 B
Tankerji, nove kovinske ladje, tovarne ladje	dobra	1.5	1.5 B
Stare kovinske ladje, stara in okvarjena plovila	slaba	1.8	1.8 B

B = Širina ciljnega plovila

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Vodljivost čolna, ki je tehnično brezhiben v skladu z Zakonom o plovbi po celinskih vodah je najmanj dobra. Pas potreben za vodljivost plovila tako znaša 1.5 B, kar v našem primeru pomeni največ 7.5 metra v širino.

Pas hidrodinamičnega vpliva

Ob srečanju dveh plovil prihaja do močnih interakcijskih sil med njima, ki vplivajo na spremembe smeri plovbe. Čeprav so lahko interakcijske sile med dvema ploviloma precej velike, pa imajo na spremembo smeri plovbe le majhen vpliv. Prava težava pa se pojavi, ko se plovili že srečata. Motnja lahko v kombinaciji z bregom privede do nevarnega oscilarijočega valovanja.

Minimalna širina pasu hidrodinamičnega vpliva je 30 m. Priporočena razdalja pa je :

- razdalja med ploviloma = $1B$, če $B > 30\text{m}$
- razdalja med ploviloma = 30m , če $B < 30\text{m}$

Pas hidrodinamičnega vpliva se upošteva samo pri plovilih z nosilnostjo nad 1200 ton. Ker po Ljubljani ne plujejo plovila z velikimi nosilnostmi to povečanje širine plovnega pasu zaradi hidrodinamičnega vpliva zanemarimo.

Pri dvosmerni plovbi v kanalih je pomembna tudi gostota prometa. Potrebe širšega pasu glede na gostoto prometa so prikazana v tabeli:

Tabela: Gostota prometa in razdalja med plovili

Gostota prometa	Potrebna širitev razdalje med ploviloma
Majhna (0-1 plovila/uro)	0.0 B
Zmerna (1-3 plovila/uro)	0.2 B
Velika (>3 plovila/uro)	0.4 B

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Gostota plovbe na Ljubljani je majhna in v povprečju na dan ne znaša več kot 1 plovilo / uro, zato tudi dodatna razširitve zaradi gostote prometa ne upoštevamo.

3.1.2 Vpliv toka in vetrov

Sile vetra imajo na plovila dva učinka. Povzročajo bočni zamik in vrtilni moment. Prvega izničimo z zamikom smeri plovbe, drugega pa z dodajanjem ali odvzemanjem krmila. To povzroča vijuganje plovila, zato potrebujemo razširitev plovne poti. Stopnja s katero veter vpliva na plovilo je odvisna od smeri delovanja vetra na plovilo, razmerja med hitrostjo vetra in hitrostjo plovila ter od stopnje obremenitve plovila.

Vetrovi ponavadi ne predstavljajo nevarnosti do 10 kratne hitrosti plovila. Problematici so vetrovi, ki spreminjajo smer. Največji vpliv imajo vetrovi, ki delujejo pravokotno na smer plovbe.

Tabela: Vpliv vetra

Jakost vetra	Potrebna širina za upravljanje plovila		
	odlično	dobro	slabo
majhna (< 15 vozlov)	0.0 B	0.0 B	0.0 B
zmerna (15 -30 vozlov)	0.3 B	0.4 B	0.5 B
močan (> 30 vozlov)	0.6 B	0.8 B	1.0 B

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Če znaša maksimalna hitrost plovila po Ljubljani 8 km/h, potem vetrovi do hitrosti 80 km/h nimajo večjega vpliva na varnost plovbe. Ker pa hitrosti vetrov lahko presegajo 30 vozlov, kar znaša približno 55 km/h moramo upoštevati dodatno razširitev, ki naj znaša 0.6 B, to je 3 m.

Vpliv toka, ki je dokaj podoben vplivu vetra:

Tabela: Vpliv toka

Jakost toka	Potrebna širina za upravljanje plovila		
	odlično	dobro	slabo
malenkostna (< 0.2 vozla)	0.0 B	0.0 B	0.0 B
majhna (0.2 - 0.5 vozla)	0.1 B	0.2 B	0.3 B
zmerna (0.5 -1.5 vozla)	0.5 B	0.7 B	1.0 B
močan (> 1.5 vozla)	0.7 B	1.0 B	1.3 B

1 vozela = 1.852 km/h

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Hitrost toka, je pri vodostajih, ki so primerni za plovbo dokaj majhna še vedno pa se povzpne nad 3 km/h kar znaša približno 0.85 m/s , zaradi tega je potrebna razširitev 1.0 B. Kot vidimo je hitrost toka omejujoč faktor, saj za plovbo v močnem toku potrebujemo širok pas, ki je namenjen vodenju plovila.

Širina plovne poti za plovbo po Ljubljani mora tako znašati 10 m. Čeprav je plovilo lahko široko le 5 m je potrebno zaradi različnih okoljskih dejavnikov in varnosti plovbe načrtovati plovni pas širine 10m. Do vtoka Borovniščice zagotavljanje take širine ne predstavlja nobenih problemov saj je struga Ljubljane do tega odseka široka na najožjih mestih vsaj 15 m, kar predstavlja zadostno širino za izvedbo plovne poti. Na odseku gorvodno od izliva Borovniščice pa do Vrhnik, pa se soočimo z ožjo strugo, problematične so predvsem plitvine, ki nastopajo ob bregovih, tako da podatek širine struge med 10 in 18 m na tem odseku ne zadošča plovni poti. Izvedene bodo morale biti poglobitve, ki bodo razširjale globino glavne struge na zadostno širino za uvedbo plovne poti.

3.1.3 Oddaljenost od brežine

Ko se plovilo premika, se voda premika od premca proti krmi ob trup in zapolnjuje nastalo praznino za krmo. Pritiski, ki jih povzroča bočni tok, so izenačeni, ko plovilo pluje na odprtem ali pa po simetrali kanala. Ko se plovilo giblje vzporedno z brežino, vendar izven simetrale kanala sile niso v ravnotežju in prihaja do zasukov plovila. Zasuk pa povzroča moment, ki se producira s pomočjo valov, ki nastajajo med trupom plovila in bližnjim bregom. Gladina vode za valom, ki poteka proti bližnjemu bregu je nižja kot gladina vode na strani proti sredini kanala, to povzroča efekt siljenja krme proti bližnjemu bregu. Ta efekt imenujemo tudi sesanje k bregu in vpliv se večja direktno z oddaljenostjo plovbe plovila od sredinske črte kanala.

Jakost vpliva sesanja brega je povezana z vplivom različnih faktorjev:

- Oddaljenost plovila od brega – teorija in eksperimenti so pokazali, da se jakost vpliva sesanja brega večja z kvadratom oddaljenosti od brega.
- Jakost vpliva sesanja k bregu se večja z manjšanjem globine vode in povečevanjem hitrosti plovbe.
- Različne raziskave so tudi pokazale, da ima razmerje med višino bregov in globino vode zaznavne vplive na vplive brežine.

Plovba naj poteka čimbolj po namišljeni osi vodotoka, saj se s tem izničuje vpliv sesanja k eni od brežin. Ob srečevanju dveh plovil se mora zmanjšati hitrost plovbe, saj se z večanjem hitrosti večajo tudi učinki vpliva drugega plovila in vplivi brega na smer plovbe.

3.1.4 Dodatna širina zaradi pripomočkov za navigacijo

Določitev dodatne širine zaradi navigacijskih pripomočkov je funkcija kompleksnosti plovne poti in potreb po navigacijskih sredstvih vzdolž plovne poti. V primeru, da je plovna pot označena z sistemom boj in pilotov, ni potrebna nobena dodatna širina plovnega pasu. Širjenje plovnega pasu in postavitve navigacijskih pripomočkov morajo potekati v skladu.

Tabela prikazuje dodatne razširitve glede na stanje navigacijskih pripomočkov.

Tabela: Dodatna razširitev glede na stanje navigacijskih sredstev

Navigacijska sredstva	Potrebna razširitev
Odlična	0.0 B
Dobra	0.1 B
Zmerna z občasno slabo vidljivostjo	0.2 B
Zmerna z pogosto slabo vidljivostjo	0.5 B

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Na nekaterih delih so na Ljubljani potrebni pripomočki za navigacijo v smislu določanja plovne poti po poglobljenem delu struge. Izvedba navigacijskih sredstev temelji predvsem na zabutih pilotih z označenimi stranmi in smermi plovbe. Vidljivost v določenih obdobjih ovira predvsem megla, vendar plovba v meglenem vremenu turistično ni atraktivna, vendar za določanje plovne poti vseeno uporabimo razširitev pasu potrebnega za plovbo z faktorjem 0.2 B, kar nam določajo dobra navigacijska sredstva z občasno slabo vidljivostjo.

3.2 Globina

Minimalna globina plovne poti za varno plovbo je izračunana iz vsote vgreza ciljnega plovila ter številnih dodatkov in priporočil. To je vidno v naslednji formuli:

Potrebna globina plovne poti = ugrez ciljnega plovila + poves + dodaten ugrez + dodatek zaradi izpostavljenosti + dotok tekoče vode + dodatek zaradi sestave dna + obalni dodatek + prekomerna potopitev

Glede na dejavnike, ki vplivajo na globino plovne poti, vključene v tem poglavju moramo upoštevati še:

- vpliv tokov
- vpliv vodostajev na plovni poti in v vodnih telesih, ki se povezani s plovno potjo
- vpliv na okolje
- omejujoče globine

Vedeti moramo, da za plovila z najglobljim ugrezom ni potrebna plovnost v celotnem času, ampak jo lahko dopuščamo samo ob primernih višinah vodostaja. Tako mora biti izbira načrtovane globine utemeljena na ekonomskih izračunih zaradi neplovnosti za vsa plovila v celotnem času v primerjavi z stroški izgradnje in vzdrževanja določne plovne globine.

3.2.1 Statični ugrez ciljnega plovila

Ugrez ciljnega plovila temelji na pričakovanem prometu, ki bo potekal po določeni plovni poti. Dimenzije so določene glede na ekonomska vrednotenja ladijskega prometa, ki bo potekal po plovni poti.

Na Ljubljani nam določa ugrez plovila zakonodaja, Uredba o uporabi plovil na motorni pogon na reki Ljubljani, ki predpisuje največji statični ugrez plovila na 0.6 m.

3.2.2 Poves

Poves je definiran kot vzdolžno nagibanje plovila ali razlika med ugrezom premca in krme. Nadzira se ga pri natovarjanju. Ponavadi se ob normalni hitrosti plovbe poves pričinja pri premcu. Ta poves izničujemo z pravilnim natovarjanjem in razporedom tovora. Normalni poves za plovila je 0.25 m na 100 m dolžine plovila.

Pri čolnih za prevoz potnikov je pomembna razporeditev sedišč. Glede na določene razmerja bi poves pri 10 m dolgemu čolnu znašal le 2.5 cm.

3.2.3 Dodatek zaradi plimovanja

Izbira dodatka k globini zaradi vpliva plime temelji na opazovanju in analizi s statističnimi metodami. Pomemben je čas sezone plovbe in in natančno opazovanje. Dodatek, ki ga dobimo mora biti optimalna rešitev.

Ker Ljubljana ni direktno povezana z morjem se vpliv plimovanja ne odraža na njenih vodostajih.

3.2.4 Dodatno povečan ugrez

Do dodatno povečanega ugreza prihaja kot posledica gibanja plovila skozi vodo. Gre za hidravlični pojav, ko izpodrinjena voda veča hitrost od ladijskem trupu ter povzroča lokalno znižanje nivoja gladine, ter s tem globlji ugrez plovila. Dodatno povečan ugrez je lahko različen na premcu in na krmi. To zavisi od oblike trupa in drugih fizičnih dejavnikov.

Razvita je bila tudi enačba na bazi obširnih raziskav. Enačba je prilagojena komercialni plovbi na kanadskih vodnih poteh. Ker je širina plovnih poti najbolj omejujoč dejavnik je najbolj primerno uporabiti 3. Eryuzluvo enačbo:

$$Z(d/D^2) = a \left[V_s / \sqrt{g * d} \right]^b [D/d]^c * F_w$$

Kjer so :

Z = dodatno povečan ugrez

d = ugrez plovila

D = globina kanala

V_s = hitrost plovila

g = težnostni pospešek

W = širina kanala

B = največja širina plovila

F_w = faktor širine kanala

$F_w = 1$, kjer je $W > 9.61 B$

a, b, c so koeficienti: $a = 0.298$, $b = 2.289$, $c = -2.972$

$$F_w = \frac{3.1}{\sqrt{W/B}}, \text{ kjer je } W < 9.61 B$$

Enačbe so brezdimenzijske in niso odvisne od uporabe enot.

Uporaba

Formula je primerna za :

- za relativno plitve in ravne vodne poti
- širina kanala je lahko velika, a ne sme biti manjša od 4 kratne širine plovila
- hitrost je določena od 2 do 14 vozlov
- poves lahko znaša 10 % ugreza
- primaren je dodatno povečan ugrez na premcu
- ugrez plovila je 80 - 100 % od registriranega ugreza

Za primer Ljubljani na odsekih na katerih lahko uporabimo to formulo, lahko izračunamo dodatno povečan ugrez. Omejujoč faktor za uporabo te formule na nekaterih predelih predstavlja majhna širina struge, ki ne dosega 4 kratne širine ciljnega plovila.

$$Z(d/D^2) = a[V_s / \sqrt{g * d}]^b [D/d]^c * F_w$$

$$d = 0.6 \text{ m}$$

$$D = 1 \text{ m}$$

$$V_s = 8 \text{ km/h} = 2.22 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 20 \text{ m}$$

$$Z * 0.27 = 0.298 * 0.243 * 0.123 * 1.55$$

$$Z = 0.05 \text{ m}$$

Dodatno povečan ugrez plovila na Ljubljani znaša 5 cm.

3.2.5 Dodatna globina zaradi izpostavljenosti

Dodatna globina zaradi izpostavljenosti mora upoštevati premike plavin, zibanje ladje in valovanje zaradi vpliva lokalnih razmer. Temeljiti pa mora na razpoložljivih podatkih o lokalni klimi in ladijskem prometu.

Poglobitev mora biti izbrana tako, da zmanjša čase zamud glede na ekonomske učinke.

Izpostavljenost	Poglobitev
neizpostavljeno	0.0 m
srednje izpostavljeno	0.15 m
zelo izpostavljeno	0.30 m

Tabela: Dodatna globina glede na izpostavljenost
(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Izpostavljenost je na Ljubljani problem predvsem na delih, kjer se plovna pot zoži na samo poglubljeni del struge, taki odseki so predvsem na območju gorvodno od iztoka Borovniščice v Ljubljano. Zaradi navigacijskih objektov se izpostavljenost nekoliko zmanjša, tako da lahko izberemo dodatno poglobitev za srednje izpostavljene dele, ki znaša 0.15 m.

3.2.6 Dodatek zaradi dotoka sveže vode

Slanost povečuje gostoto vode in hkrati zmanjšuje ugrez plovila na vodni poti. Snovanje plovne poti mora upoštevati tudi nihanja slanosti, ki so posledica izpostavljenosti vplivov morja v rečnih izlivih. Večji dotok rečne vode zmanjša vzgon plovila.

Ta dodatek se upošteva samo pri mešanju sladke in slane vode. Takih primerov na Ljubljani ni zato ta dodatna poglobitev ni potrebna.

3.2.7 Dodatek, ki ga zahteva sestava dna

To je po definiciji minimalna varnostna razdalja med gredljem plovila in načrtovanim nivojem dna kanala. Ta dodatek je namenjen zgolj preprečevanju trkov trupa z dnom. Vrednost je funkcija narave dna, plovni lastnosti plovila in namena plovne poti. Tabela prikazuje vrednosti, ki so funkcija sestave dna.

Sestava dna	Poglobitev
Mehko dno	0.25 m
Srednje trdo (pesek)	0.60 m
Trdo dno (skala)	0.90 m

Tabela: Dodatna globina glede na sestavo dna
(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Sestava dna pri Ljubljani je sestavljena iz meljastih in glinenih struktur. To pomeni, da gre predvsem za mehka dna, katera ne predstavljajo velikih nevarnosti za poškodbe. Varnostna poglobitev za takšna dna znaša 0.25 m.

3.2.8 Meja vodljivosti

Meja vodljivosti je skupek poglobitve zaradi izpostavljenosti in dodatka, ki ga zahteva sestava dna. Vrednost je merilo, ki še omogoča zadostno vodljivost na plovni poti. Minimalna vrednost 1.0 m je ponavadi v uporabi pri večjih plovilih.

Kadar statični ugrez plovila znaša 0.6 m, moramo za varno plovbo po Ljubljani zagotoviti še dodatnih 0.475 m globine zaradi vseh varnostnih dodatkov. Tako mora globina plovne poti na Ljubljani znašati vsaj 1.1 m. Zagotavljati pa je potrebno da se ta globina ne zmanjša, ker je to najmanjša še dovoljena globina, ki zagotavlja varno plovbo. Poglobljanje struge moramo

zagotavljati s tehničnimi sredstvi, to se pravi z izkopavanjem ali črpanjem plavin z dna plovne poti na odsekih kjer se le te odlagajo. Poglobitve morajo biti večje od predpisane globine 1.1 m, saj vodotok vedno odlaga plavine in zagotovljen mora biti prostor za odlaganje, ki še ne moti plovne globine. Z ekonomskega vidika je potrebno preučiti intervale v katerih se bo struga poglobljala in za koliko bomo strugo poglobili glede na stanje dotoka plavin.

3.3 Brežine

Izbira primernih brežin je nujna za zmanjšanje vzdrževalnih del na plovni poti in za zaščito plovil. Zaradi zmanjšanja poškodb trupa v primeru trčenja je najmanjši dovoljeni nagib brežin 1:1. Tabela nam prikazuje največje nagibe za stabilnost brežin.

Tabela: Prikaz nagibov brežin v odvisnosti od materialnih faktorjev

	Zemljina	Nagib brežine Š : V
Priporočeni nagibi	Vsi materiali, minimalni potrebni nagib brežine	1 : 1
	Trdna skala	1 : 1
	Razpokana skala, trdna podlaga	1 : 1
	Zabetonira grušč, težka glinena zemljina	1 : 1
	Trdna, peščena, ilovnata zemljina	1 : 1
	Navadna in peščena ilovica	3 : 2
	Trdna glina	3 : 2
	Rahla peščena ilovica	2 : 1
	Peščena zemljina	3 : 1
	Pesek in grušč, z malo finih frakcij	3 : 1 – 4 : 1
	Pesek in grušč, z finimi frakcijami	4 : 1 – 5 : 1
	Vlažna in šotasta zemljina	4 : 1
	Blato in mehki mulj	6 : 1 – 8 : 1

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Glede na karakteristike zemljine ob Ljubljani, ki jo sestavljajo predvsem vlažna in šotasta zemljina ter peščena ilovica, predlagam nagib brežin od razmerij 3 : 1 do 4 : 1.

3.4 Krivine

Krivine uporabljamo samo, kjer je to nujno potrebno. Plovba skozi krivine je težavna, kar je posledica neravnovesja med hitrostjo in pretokom v smeri plovbe. To povzroča navor in hidrodinamične sile, ki povzročajo težave pri plovbi plovila skozi krivine.

Pri načrtovanju krivin moramo upoštevati:

- radij zavoja, ki se odraža iz sposobnosti zavijanja plovila
- povečanje širine plovne poti zaradi pričakovanih težav
- prehodno območje iz ravnine v razširjeno krivino
- pravilna izbira razmerij

3.4.1 Radij krivine

Radij krivine mora biti načrtovan za plovilo, ki ima najslabše sposobnosti zavijanja in bo uporabljalo plovni kanal.

Kjer so zavoji potrebni so predpisani radiji za plovbo brez pomoči. Tabela prikazuje minimalne radije, ki so potrebni za izvedbo določenega zavoja.

Tabela: Radij v odvisnosti od kota zavoja

Kot zavoja	Radij zavoja
Manj ko 25°	3 L
25° - 35°	5 L
35° - 55°	8 L
Več kot 55°	10 L
Kjer je L = dolžina ciljnega plovila	

(Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels)

Krivine z radijem več kot 10 L so privzete kot majhne krivine in plovba skozi nje poteka enako kot po ravninskih odsekih. Na Ljubljani ni večjih zavojev z radiji manjšimi od 10 dolžin ciljnega plovila (100 m), zato predpostavimo da je plovba kar enaka kot plovba po ravnemu kanalu ob predpostavki, da so vsa plovila enako sposobna za zavijanje.

Problematicni so le zavoji od Podpeči po barjanski Ljubljani gorvodno v 3 zavojih Ljubljana nenadno spremeni smer za kot med 70 do 90°. Radiji tukaj ne dosežajo velikostnega razreda 100 m, ampak so manjši. Potrebno bi bilo z zemeljskimi deli razširiti zavoje in ublažiti prehode, s tem bi povečali radije zavojev, kar bi še zadoščalo pravilom za načrtovanje plovne poti.

3.4.2 Širina

V primerih, ko radij krivine ni manjši, je potrebno dodati dodatno širino k širini plovne poti na ravnem delu za primer težav pri vodenju plovila, kot tudi zaradi sposobnosti plovila pri zavijanju. Pojavljati se prične zanašanje, ki je odvisno od razmerja med ugrezom in globino plovne poti. Zanašanje povzroča, da plovilo zdrsne iz plovne poti za približno 0.3 B pri razmerju med globino in grezom 1.1 do 1.6 B v globoki vodi. Povečanje širine je tudi funkcija kota zavijanja plovila, radija zavoja, vidne razdalje, okoljskih razmer, kot tudi dolžine, širine, hitrosti in vodljivosti plovila. Razvita je bila tudi formula za povečanje širine v zavojih:

$$\Delta W = \frac{0.9144\Phi V_s^2 L^2 F}{R_t C_c S}$$

Kjer je:

W = povečanje plovne širine

Φ = kot zavoja, v stopinjah

V_s = hitrost plovila glede na dno [vozli]

L = dolžina plovila [m]

R_t = radij zavoja [m]

C_c = koeficient vodljivosti plovila (slaba = 1, dobra = 2, zelo dobra = 3)

S = nemotena vidna razdalja iz poveljniškega mosta [m]

F = 1.0 za enosmerni promet, 2.0 za dvosmerni promet

Zaradi težavnega predvidevanja vpliva hidrodinamičnih sil je priporočeno, da ostaja širina konstantna skozi celoten zavoj.

Povečanje širine plovne poti v zavojih, ki se kaže kot funkcija odvisna odkota zavijanja, radija zavoja in dolžine ter vodljivosti plovila, je specifično za vsak zavoj posebej. Velik in pomemben faktor predstavlja vidljivost iz poveljniškega mesta na čolnu. Zato tukaj kot omejujoč dejavnik nastopi zarast na brežinah, ki ovira pogled naprej po plovni poti. Če plovbe ne opravljamo z ciljnim plovilom težko predvidevamo kolikšna bo vidna razdalja z poveljniškega mostu. Zato lahko le predpostavim približno razdaljo, ki je vidna z poveljniškega mosta naprej po plovni poti. Pripravil sem približen izračun potrebnega povečanja širine plovne poti skozi zavoj, ki je tipičen na reki Ljubljani. Zaradi privzetih podatkov izračun dodatne širine plovne poti ob plovbi skozi krivine služi le kot orientacijska vrednost.

$$\Phi = 45^\circ$$

$$V_s = 8 \text{ km/h} = 4.32 \text{ vozla}$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$R_t = 100 \text{ m}$$

$$C_s = 2$$

$$S = 150 \text{ m}$$

$$F = 1.0$$

$$\Delta W = \frac{0.9144 \Phi V_s^2 L^2 F}{R_t C_s S}$$

$$\Delta W = 2.6 \text{ m}$$

Predpostavljena razširitev za plovbe skozi krivine tako znaša 2.6 m, ta vrednost pa ni veljavna za vse zavoje. Za izračun sem izbral spodnje mejne vrednosti, tako da je ta vrednost maksimalna in lahko pričakujemo, da večje razširitve od teh na plovni poti ne bodo potrebne.

3.4.3 Prehodi

Potrebno je prehodno območje iz ravnega kanala v krivino s povečano širino, da se zmanjšajo vplivi zaradi vpliva nesimetričnosti. Deli z različnimi širinami morajo biti povezani z ravnimi linijami, ki imajo dolžino vsaj enako dolžini ciljnega plovila, ne smejo pa preseči dolžine, ki izhaja iz razmerja med dolžino prehoda in širino razširitve ter znaša 1:10.

3.5 Prehodnost pod mostovi

3.5.1 Splošno

Prostor pod mostovi mora biti zadosten, da omogoča varen prehod največjih pričakovanih plovil, ki bodo uporabljala plovno pot. Varen prehod pomeni to, da je varnostno nadvišanje nad najvišjo točko plovila dovolj veliko, da omogoča varno plovbo pod mostno konstrukcijo. Pomembno je tudi širina mostne odprtine, saj lahko mostni oporniki zmanjšajo prehodno širino.

3.5.2 Horizontalni odmik mostu

Horizontalni odmik mostu mora upoštevati naslednje:

- gostoto prometa, enosmerni ali dvosmerni promet, dopuščenost prehitevanja
- smer in hitrost toka
- tveganje trka
- posledice trčenja zaradi prevoza nevarnega tovora, poškodbe plovila in mosta ter motenje plovne poti pod mostom

3.5.3 Vertikalni odmik mostu

Vertikalni odmik mostu je razdalja od vodne površine do najnižje točke mostne konstrukcije. Upoštevan je vodni nivo, ki je presežen samo v 2% časa izvajanja plovbe na reki. Razdalja med vrhom plovila in najnižjim delom mostne konstrukcije je odvisna od plovni lastnosti plovila.

Na Ljubljani sta omejujoča faktorja višina cestnega mostu v Podpeči, ki se dviga približno 3.6 m nad vodno gladino pri pretoku $57 \text{ m}^3/\text{s}$. Drug omejujoč dejavnik je prečkanje cevi za vodooskrbo Ljubljane nad izlivom desnega pritoka Iške. Spodnji rob konstrukcije nosilca cevi je bil pri pretoku $57 \text{ m}^3/\text{s}$ približno 3.2 m nad vodno gladino.

Ker v Uredbi za uporabo plovil na motorni pogon ni določena največja višina plovila nad vodno gladino, moramo ciljno plovilo prilagoditi odmikom ovir in premostitev. Po mojih predvidevanjih je največja možna višina plovila nad vodno gladino 3 m. Ta višina zagotavlja plovbo pod vsemi mostovi na reki Ljubljani do zapornic na Gruberjevem prekopu in Ambroževem trgu.

3.6 Standardno plovilo

Standardno ali ciljno plovilo je plovilo, katerega parametri najbolj ustrezajo plovbi po izbrani plovni poti. Za področje Ljubljane mejne gabarite določajo zakonske podlage, ki jih najdemo v Uredbi o uporabi plovil na motorni pogon na reki Ljubljani. Standardno plovilo je termin, ki označuje plovilo, ki najbolj ustreza karakteristikam plovbe po določeni plovni poti in ki izpolnjuje tudi vse potrebe za katere naj bi se plovilo uporabljalo.

Standardno plovilo, ki naj bi se uporabljalo za izvajanje izletniškega turizma po Ljubljani vse do Vrhnik, naj bi bilo tipsko in naj bi se uporabljalo v skladu z vsemi predpisi, ki zagotavljajo varovanje naravne dediščine. Plovilo mora omogočati plovbo v vseh letnih časih in vremenskih razmerah in mora imeti zadostno kapaciteto prevoza potnikov. Primerno je, da plovilo omogoča vkrcanje zaključene družbe potnikov, kar je v današnjem času približno kapaciteta enega turističnega avtobusa.

Zahteve za izbiro plovila morajo biti jasno postavljene, oblikovati se mora posebna komisija, ki bo preučila vse pogoje, ki jih mora izpolnjevati plovilo in na podlagi strokovnih kriterijev. Znanje morajo biti omejitve, ki so prisotne na plovni poti. Prvo je potrebno izvesti analize in ogled, ter načrtovati plovno pot. Po teh postopkih sledi izbira plovila, ki točno ustreza plovni poti in potrebam za zadostitev prevoznih sposobnosti. Standardno plovilo mora biti prilagojeno plovni poti, ne pa da se plovna pot prilagaja plovilu. Neprimerna izbira plovila pomeni dodatne posege v okolje in s tem zvišanje stroškov obratovanja plovbe po plovni poti.

4 UREDITEV PRISTANIŠČA

Prva stvar, ki je potrebna pri ureditvi pristanišča je določitev potrebne velikosti glede na število pričakovanih privezov in velikosti plovil, ki naj bi plule po vodotoku. Ker ureda o plovbi po reki Ljubljani zakonsko odreja največje gabarite plovil je prvi omejujoči dejavnik pri načrtovanju velikost plovila, ki lahko znaša 10 m v dolžino, 5 m v širino največji dovoljeni ugrez plovila pa je 60 cm. Pri izdelavi načrta je potrebno predvideti tudi razvoj dejavnosti plovbe. Z uveljavitvijo nove turistične ponudbe je mogoče tudi povečanje zanimanja za turistično plovbo in kapacitete pristana morajo biti sposobne zadostiti potrebam v kratkoročnih obdobjih. Pristanišča za manjše čolne se gradi za življensko dobo največ 50 let. Večje investicije ekonomsko niso smotne, ker so vložena sredstva na začetku obratovanja prevelike. Vsaka investicija mora upravičiti vložek z zadostnimi koristmi. Najmanj so zaželjene investicije z visokimi stroški, ki prinašajo relativno malo koristi. Večje investicije pa imajo za posledico manjše stroške vzdrževanja.

Glavni objekti ki jih je potrebno načrtovati v pristanu so :

- vstopni kanal
- povezovalni kanal
- zadostno obračalno mesto
- privezna mesta in sidrišča
- posebni objekti, ki zagotavljajo zadostno kvaliteto voda, zaščito konstrukcij pred ledom, zaščito brežin pred erozijo

Primernost prostora za izgradnjo pristanišča je odvisna tudi od karakteristik samega kraja. Pri tem pa so pomembni predvsem:

- tokovi
- gibanje sedimentov
- vrste dna
- globine vode in gibanja vodne gladine
- motenj

- obstoječih prečkanj mostov

Ti podatki predstavljajo osnovo pri izbiri primernege mesta za izbiro pristanišča.

4.1 Globina kanalov in plovnih poti v pristanu

V splošnem mora biti globina prilagojena ugrezu plovila, ugrezu zaradi nagibanja, vplivu valovanja in varnostni razdalji potrebni do dna kanala. Dodatna varnostna poglobitev je potrebna zaradi netočnosti pri izvedbi poglobljanja dna kanala. Globino dna kanala se ponavadi meri ob najnižjem vodostaju pri katerem je plovba še mogoča. Ker je globina plovne poti na Ljubljani določena na 1.1 m globine privzamemo to vrednost tudi za globino dostopnega in notranjih kanalov v pristanišču. Vstopni kanal v pristanišče je tako globok kot so vse notranje plovne poti v pristanišču. Določene morajo biti tudi metode s katerimi se pogloblja plovne poti, presoditi pa moramo tudi stabilnost brežin in jih zaščititi z tehničnimi ukrepi, če so izpostavljene preveliki eroziji in izpodkopavanju. Brežine so sestavljene iz šotnih nanosov in iz peščene ilovice. Za tako sestavo tal so primerni nagibi brežin od razmerij 1 : 3 do 1 :4. Brežin se v notranjem pristanišču ne utrjuje, ampak se jih samo zatravi in skrbi za njihovo vzdrževanje.

4.1.1 Dodatni ugrez

Predviden dodatni ugrez za rekreacijska in manjša plovila pri nizkih hitrostih plovila znaša 30 cm na vstopnem kanalu v pristanišče in največ 15 cm na kanalih znotraj samega pristanišča. Ta dodatni ugrez je predviden kot posledica gibanja plovila skozi vodo, ki povzroči povečanje hitrosti ob dnu plovila in s tem približa dno plovila koti dna plovnega kanala

Povečanje globine zaradi nastalih valov

Globino se pri majhnih in rekreacijskih plovilih poveča tudi zaradi vpliva valovanja. Ta poglobitev ponavadi znaša polovično vrednost višine vala. Za večja plovila se ta vrednost izračunava. Ta ukrep za plovbo po Ljubljani ni smislen.

4.1.2 Varnostno povečanje globine

Zaradi varnosti plovbe globino plovne poti kanala pri strugah z mehkim dnom povečamo za 0.6 m, pri kanalih z trdnim dnom pa varnost povečamo še za 30 cm zaradi pričakovanih hujših posledic pri trčenju plovila ob trdno dno.

Toleranca zaradi poglobljanja

Zaradi nezmožnosti točnega dela pri mehanskem odstranjevanju plavin v okolju kjer so stalno prisotni neugodni rečni tokovi, nihajoča vodna gladina in nehomogen material na pristaniškem dnu je potrebno upoštevati toleranco zaradi del pri poglobljanju dna pristanišča. Ponavadi se vrednost giblje od 0.3m do 1 m.

Dodatna globina zaradi vzdrževanja

Vzdrževanje plovne poti kanala se ponavadi sestoji iz odstranjevanja sedimentov iz njegovega dna. V kanali kjer je zasipavanje stalno dodatna poglobitev zagotavlja dolgotrajnejšo časovno periodo med dvema posegoma in s tem zagotavlja daljši čas plovbe po kanalu brez vzdrževanja. Globlje dno zagotavlja več prostora za odlaganje sedimentov, vprašanje pa je kolikšna je ekonomska in tehnična zmožnost večjega poglobljanja. Poznano je da se v globljih kanalih plavine hitreje kopičijo, zato je potrebno preučiti več možnosti, če je potrebno tudi z modeliranjem.

4.2 Razvrstitev kanalov

4.2.1 Vstopni kanal

Vstopni kanal ponavadi sledi konturi najglobljega dna. Ta pristop pomeni najmanj del s poglabljanjem v začetni izvedbi in najmanj težav pri plovbi, saj tokovi ponavadi sledijo tej smeri najglobljega dna. Alternativna varianta predstavlja izbiro najkrajše poti do visokih vod. Smer vstopnega kanala mora vpoštevati smer najdominantnejšega vetra in smer valovanja ter njihove vplive na plovbo. Smer vstopnega kanala se mora izogibati uskladitvi z smerjo toka plovne poti zaradi erozije na bregovih. Potrebni so lahko valobrani ali jezbece pravokotno na smer toka, ki vzdržujejo vstopni kanal v prvotno načrtovani obliki. Za izvedbo jezbic in valobranov je priporočljiva izdelava fizičnih modelov, da z njimi ponazorimo razmere, v realnosti. S pomočjo tega se lahko odločimo za pravilno izbiro ukrepov, ki jih bomo izvedli.

Na Ljubljani kjer so problematične visoke vode je za vstop v pristanišče potrebno urediti z jezbeno pravilne oblike, ki bo zagotavljala zaščito vstopnega kanala ob enem pa bo še vedno omogočala varno vplutje čolnov v pristanišče. Jezbeno se oblikuje s pomočjo fizičnega modela v laboratoriju, tako da dobimo najboljše izkoristke glede zaščite vstopnega kanala pred vdornimi vodami in obliko ki omogoča najlažje vplutje.

Širina vstopnega kanala mora omogočati varen zavoje čolna v pristan. Ker gre pri tem za ostro zavijanje 90° moramo upoštevati priporočilo, da se radij zavoja poveča na $10L$, kar v našem primeru znaša 100 m. To lahko dosežemo tako, da razširimo vstopni kanal, ki bi sicer za varno plovbo po ravnini znašal le 10 m. V delu kjer se pripravlja čoln za vplutje v pristanišče strugo Ljubljani razširimo in izvedemo prehod do vstopnega kanala z dvema radijema, ki omogočata vplutje plovil, ki plujejo v smeri toka ali pa proti toku. Zahtevnost manevra zavoja pogojuje izvedbo vstopnega kanala.

4.2.2 Povezovalni kanal

Povezovalni kanal zagotavlja povezavo vstopnega kanala z obračalnim mestom in priveznimi mesti. Razporeditev in dimenzije vseh teh elementov morajo biti usklajene in ustrezati dimenzijam ciljnega plovila. Povezovalni kanal za plovila širine do 5 m in dolžine največ 10 m je zadostna širina 12 m, kar omogoča še zmeraj varno vplutje in izplutje iz priveznega mesta in zadostno širino ob dostopu do obračalnega mesta.

4.2.3 Obračalno mesto

Obračalno mesto naj bi zagotavljalo plovilom spremembo plovbe smeri brez daljših vzvratnih voženj. Ponavadi je locirano na koncu povezovalnega kanala ali pa ob mestih za splavitev. Glede globine vode obračalno mesto nima posebnih zahtev, zato lahko prevzamemo za kredibilno kar globino, ki smo jo načrtovali za izvedbo povezovalnega kanala. V večjih pristaniščih je obračalno mesto lahko tudi čakalno mesto, to pa v primeri ko je rampa za splavitev plovitev plovil prezasedena in je za njeno uporabo potrebno čakanje.

Obračalno mesto v pristanišču na Ljubljani bi imelo funkcijo splavljanja plovil in obračanja čolnov. Za tak namen mora biti zgrajen bazen globine 2 m ter velikosti kvadrata s stranico 25 m. Takšni gabariti nam zagotavljajo varno izvedbo splavitve plovila do dolžine 10 m preko splavitvena klančine .

4.2.4 Mesta za privez in sidranje

Velikost priveznih mest mora zagotavljati zadosten prostor med priveznimi mesti in povezovalnim kanalom, da so omogočeni nenadejani premiki, ki so vedno prisotni pri privezanem plovilu. Na priveznih mestih valovanje ne sme biti višje od 0.3 m zaradi varnega

privezovanja plovil. Na priveznih mestih je potrebna zaščita pred trki plovil v pomole. Izvede se z gumijastimi odbojniki. Plovila morajo biti opremljena z vrvmi za uporabo na priveznih in pristajalnih mestih. Vsako plovilo mora biti privezano najmanj na štirih točkah, kar omogoča zadostno zaščito pred trki v druga plovila ali v pristaniško infrastrukturo.

4.2.5 Izvedba jezbic in pristaniške kotanje

Pristaniška kotanja vsebuje jezvice, pilote, obračalno mesto, povezovalne kanale, privezna mesta, splavitvene rampe in druge pristaniške objekte. Samo oblika kotanje pa mora omogočati lahkotno gibanje plovil. Jezvice izvedemo samo, če so nujno potrebne za zagotavljanje varnosti notranjih kanalov, priveznih mest in vseh drugih objektov v pristaniški kotanji. Pred izvedbo jezbic moramo preučiti več variant, da nam izbrana varianta ponuja največji izkoristek glede na vložena sredstva. Jezvice izvajamo kot gruščnate nasipe, kot zložbo pilotov in kamenja ter kot plavajoče struktur, ki pa so primerne samo za globoke vode. Pomembna je izbira primernih jezbic glede na lastnosti vodotoka, ter na materialne karakteristike dna in pogoje za izgradnjo.

4.2.6 Led

Led je eden izmed omejujočih dejavnikov v pristanišču, zaradi zamrzovanja moramo izvesti nekatere ukrepe, pomembna pa je tudi izbira strani na kateri gradimo pristanišče na vodotoku, saj lahko plavajoči kosi ledu poškodujejo pristaniško infrastrukturo. Zato potrebujemo podatke iz zgodovine, kako se pojavlja ledena plošča na vodotoku. Če pa pride do zaznavanja ledene plošče je potrebno, da se izvedejo natančne karakteristike o časovnem pojavljanju in trajanju ledenega pokrova.

Ledeni pokrov se na Ljubljani ne pojavlja, če pa že pride do zaledenitve so to le lokalne zaledenitve s tanko debelino ledenega pokrova, ki nima velikega vpliva na pristaniško infrastrukturo. V zimskem času pa je turistična plovba tudi manj obiskana zaradi neprijetnih vremenskih razmer.

4.3 Objekti v rečnem pristanišču

Rečni pristan mora vsebovati objekte potrebne za splavitev plovil, za privez plovil, mesto za oskrbo z gorivom, prostore za sanitarije in oskrbo z vodo. Pri načrtovanju je potrebno ugotoviti primerno vključitev objektov v okolje, ter zagotoviti funkcionalnost vseh objektov kot celote.

4.3.1 Klančine za splavitev plovil

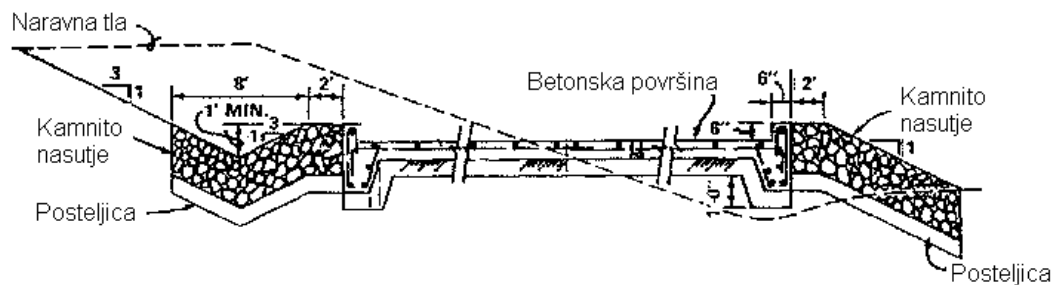
Dimenzioniramo jih glede na velikost plovil, za katere je primeren vodotok ali jezero.

Pri klančinah gre za fiksno konstrukcijo, ki nam omogoča splavitev plovila z avtomobilskega priklopnika. Klančina mora biti vedno vzporedna z rečnim tokom, ter imeti mora pravo površinsko obdelavo, da ne pride do zdrsa avtomobila. Nagib klančine naj bo $12 - 16^\circ$ kar omogoča, da pri avtomobilu ne pride do potopitve izpušne cevi ter, da zavorni sistem zadnjih koles ne pride v stik z vodo. Klančine so lahko izdelane iz različnih materialov od gramoznega nasutja, lesa do betona. Priporoča se, da so pogosto uporabna dostopna mesta dobro utrjena. Za ročno splavitev čolna so priporočljivi nagibi klančin 1 na 3. Obvezna oprema ob klančini je tudi steber za privez plovila. Za pranje plovil po uporabi, mora biti navoljo ploščad z lovilci maščob in odtokom odpadne vode v kanalizacijski sistem. Negativni vpliv klančine je ta, da se možnost erozije na izpostavljenem mestu poveča in s tem zmanjša stabilnost brežine. Kot alternativa klančinam se pojavljajo dvigala za splavljanje. Primerna so na področjih s prostorsko omejitvijo ter na predelih, kjer se ukvarjamo z zelo strmimi obalami. Potrebna je zadostna globina vode že takoj ob obali.

Druga alternativa pa je izgradnjaj tirov po katerih lahko na posebnem vozičku spustimo plovilo v vodotok do globine vode, kjer lahko zapluje. Do objektov za splavitev mora biti speljana dovozna pot, ki je namenjena zgolj za dovoz plovila do vodne površine. Drugo zadrževanje vozil na tem območju ne sme biti dovoljeno, saj obstaja možnost onesnaženja vodotoka ob morebitnem

iztekanju goriva ali olja. Po splavitvi ali po izstopu mora vozilo zapustiti območje za splavitev in počakati na parkirišču.

Klančino za splavitev se izvede z lesenimi piloti zabiti v barjanska tla. Nagib klančine se privzame kar po nagibu izvedene brežine, saj ta nagib ustreza priporočilom za nagibe splavitvenih klančin. Širina klančine mora biti prilagojena največjemu plovilu, ki lahko pluje po Ljubljani, to je plovilo širine 5 m. Zaradi lažjega splavljanja in različnih dimenzij transportnih prikolic predvidimo dodatno razširitev klančine za 0.5 m na vsaki strani, tako da celotna širina znaša 6 m. Dolžina splavitvene klančine, kise spušča vse do dna obračalnega mesta pod naklonom 1:4, pa znaša 14 m vse do kote terena okolice izkopa.



Slika: Prečni prerez klančine za splavitev
(Environmental engineering for small boat basins)

4.3.2 Privezi

Velikosti privezov so določene z velikostjo plovil, katerih velikost je še primerna za plovbo po določenem vodotoku. Postavitev privezov mora biti vzporedna s tokom vodotoka. Ločimo enojne in dvojne priveze. Pri enojnih je vsako plovilo privezano na privez z dveh strani, pri dvojnem privezu pa je privezano samo z ene bočne strani. Privezi so povezani z obalo z pomoli, katerih smer je pravokotna na smer privezov in obale. Razporeditev privezov ob pomolih je ponavadi simetrična. Enojni privezi predstavljajo bolj varen privez, dvojni privezi pa so ekonomsko bolj učinkoviti. Kot privezna mesta uporabljamo pilote zabite v rečno dno. Na priveznih mestih mora biti zagotovljena zadostna globina vode za določene tipe plovil. Minimalno globino vode je potrebno označiti tudi na vidnem mestu pred priveznimi mesti, da lahko voditelj bližajočega se čolna presodi ali je privezno mesto primerno za njegovo plovilo. Zaradi poplavljanja Ljubljane in dviga gladine nad normalni nivo, ki še omogoča plovbo je potrebno zagotoviti privezna mesta tudi za čas poplavljanja. Moj predlog je da se privezovanje izvede samo višje nad gladino, da imajo plovila zadosti sposobnosti dviganja in spuščanja skupaj z gladino vode. Na predvidenem mestu ureditve pristanišča poplavne vode segajo le od 20 do 30 cm nad gladino obstoječega terena tako, da lahko preplavijo tudi nekatere dele načrtovane infrastrukture.

4.3.3 Pomoli

Pomoli so objekti, ki nam omogočajo dostop do privezov. Pomole gradimo vedno pravokotno na tok vodotoka. Ločimo med plavajočimi pomoli in stabilnimi pomoli. Pomol mora biti vedno nad vodno gladino, zagotovljeno mora biti varno gibanje po njem, v zimskem času mora biti odstranjen led in sneg. Iz pomolov naj bi bilo omogočeno oskrbovanje plovil. Širina pomola, ki naj bi omogočala oskrbovanje z vozili je minimalno 2.4 m, pomoli po katerih je dovoljeno gibanje samo peš, pa morajo imeti minimalno širino vsaj 0.9 m.

Plavjoči pomoli omogočajo prilagajanje višine pomolov z gibanjem vodne gladine, izveden pa mora biti premični del med kopnim in pontonskim delom, ki omogoča lahek dostop z obale na pomol. Ureditev pomolov in priveznih mest je prikazana v Prilogi A.

4.3.4 Poglobljanje in odlaganje naplavin

V kolikor je potrebno poglobljanje dna pristana moramo preučiti metode, ki so najprimernejše za izvajanje teh del ter določiti prostor za odlaganje izkopanih plavin. Potrebno je tudi ovrednotiti uporabnost izkopanega materiala. Če je potrebno poglobljanje večkrat na leto zaradi stalnega dotoka plavin se namesti, kar stalne naprave za črpanje plavin iz pristaniškega dna. V primeru majhnega dotoka pa samo nadziramo stanje v pristanišču in kadar nivo dna doseže določeno koto začnemo z poglobljanjem pristaniškega dna oz. dna povezovalnih kanalov in priveznih mest.

Izkopan material lahko odlagamo nazaj v vodo ali pa ga skladiščimo na kopnem. V kolikor ugotovimo, da so usedline kontaminirane je potrebno skladiščenje na kopnem z monitoringom in lovljenjem izcednih vod. Poglobljanje v pristanišču na Ljubljani ni stalno potrebno, nadzirati je potrebno le globino po nastopu visokih vod, ki imajo transportno sposobnost plavin.

5 UREDITEV PO POSAMEZNIH ODSEKIH NA LJUBLJANICI

5.1 Ureditve na območju Špice

Na območju Špice prihaja sedaj do neurejenega priveza plovil. Infrastruktura potrebna za privez plovil je povsem neprimerna in si jo urejaja vsak posameznik zasebno. Tej infrastrukturi ne sledi niti potrebna ureditev na kopnem. Glede na predpisano plovilo, ki mu gabarite, moč in hitrost plovbe določa Uredba o uporabi motornih plovil na reki Ljubljani (UL 29/04). Zakonsko so določene omejitve plovila: dolžina 10 m, širina 5 m, ugrez plovila 60 cm, hitrost plovila 8 km/h, moč motorja 55 kW. Glede na te dimenzije je potrebno dimenzionirati pristanišče, privezna mesta in vstopno izstopna mesta. Po zakonu o plovbi po celinskih vodah (UL 30/02) je pristanišče vodni in priobalni prostor, namenjen za vplutje in izplutje plovil, vkrcanje oseb in tovora, skladiščenje, privez in podobno. Za razliko od tega je vstopno izstopno mesto vodni in priobalni prostor, ki omogoča dostop do vodnega območja za vplutje in izplutje plovil, vkrcanje in izkrcanje oseb ter ni namenjeno za stalni privez. Stanje in globine pristanišč morajo omogočati varno vplutje in izplutje plovil, vkrcanje in izkrcanje oseb oz. tovora in varen privez plovil. Te pogoje mora skladno z zakonom o plovbi po celinskih vodah zagotavljati upravljalec pristanišča. Upravljalca pa določi lokalna skupnost po 13. členu Zakona o plovbi po celinskih vodah (UL 30/02), za upravljalca se izbere gospodarska javna služba. Za podelitev koncesije se smiselno uporabljajo določbe predpisov, ki urejajo gospodarske javne službe.

Glede na potrebe za plovbo in na obstoječe stanje se ugotavlja, da bi bil na Špici potreben privez za nekje do 4 plovila. Za zagotovitev priveza takega števila plovil potrebujemo pristaniški prostor nekje v dolžini 40 m. Ker je konec Špice arhitektonsko urejen s kamnitimi stopnicami se v ta del nebi smelo posegati. Gradnja pristajalno – priveznega objekta bi se lahko pričela šele 40 m dolvodno od razcepa Gruberjevega prekopa. Od te točke naprej bi se pričele pristaniške ureditve, stopničasti pristop do vodne površine, vzdolžne obalne konstrukcije ali prečni pomoli, navoz za spuščanje čolnov in objekti na kopnem. (Inštitut za vode republike Slovenije: Proučitev vodnih ureditev na območju Špice)



Slika 4: Obstoječi privezi na Špici

5.1.1 Maritimni pogoji za ureditev pristana na Špici

Za lociranje linije obalne konstrukcije sem uporabil navodila v strokovnih podlagah Vodne ureditve na področju Špice. Upoštevana je največja dovoljena širina plovila (B_{max}) 5 m in ugrez (D) 0.60 m. Za varnostno globino vode pod dnom plovila (S_k), ki je odvisna od gibanja plovila med vožnjo, nihanja vodne gladine zaradi vetra, valovanja ter od kvalitete dna, smo privzeli vrednost 0.60 m. Pogoj, ki nam omogoča lociranje pristanišča je možnost plovbe drugega plovila mimo plovila, ki je na privezu. Pri tem je potrebno upoštevati varnostne razdalje med ploviloma (S_c), manevrirno varnostno razdaljo mimo plovečega plovila (M_L) in varnostno razdaljo plovečega plovila mimo nasprotnega brega (B_c). Omogočeno mora biti tudi varno obračanje plovila. Zaradi minimalnih dimenzij plovnega kanala se izvede obračalno mesto na zaključku pristaniške infrastrukture, saj na mestih kjer obstajajo privezna mesta ni dovolj manevrirnega prostora za varno izvedbo obračanja plovila.

\check{S}_{\min} minimalna potrebna širina plovnega kanala

D ugrez plovila

B_{\max} največja dovoljena širina plovila

S_k globina vode pod dnom plovila

S_c varnostna razdalja med ploviloma $S_c = 1.0 B_{\max}$

M_L manevrirna varnostna razdalja $M_L = 1.8 B_{\max}$

B_c oddaljenost od nasprotnega brega $B_c = 1.5 B_{\max}$

$$\check{S}_{\min} = B_{\max} + S_c + M_L + B_c$$

$$\check{S}_{\min} = 5.0 + 1.0 * 5.0 + 1.8 * 5.0 + 1.5 * 5.0 = 26.50 \text{ m}$$

Razpoložljiva širina Gruberjevega prekopa na mestu pristaniškega objekta znaša le med 22 m in 23 m. Tako po tem izračunu ni mogoča varna plovba v tako ozkem kanalu s takimi tipi plovil. Ker pa je hitrost plovbe zelo majhna in predstavlja povečan varnostni faktor pri tem pa se pri plovbi v in iz pristanišča še ustrezno zmanjša. Tem varnostnim dejavnikom lahko zato priredimo vrednosti varnostnih odmikov:

S_c varnostna razdalja med ploviloma $S_c = 0.75 B_{\max}$

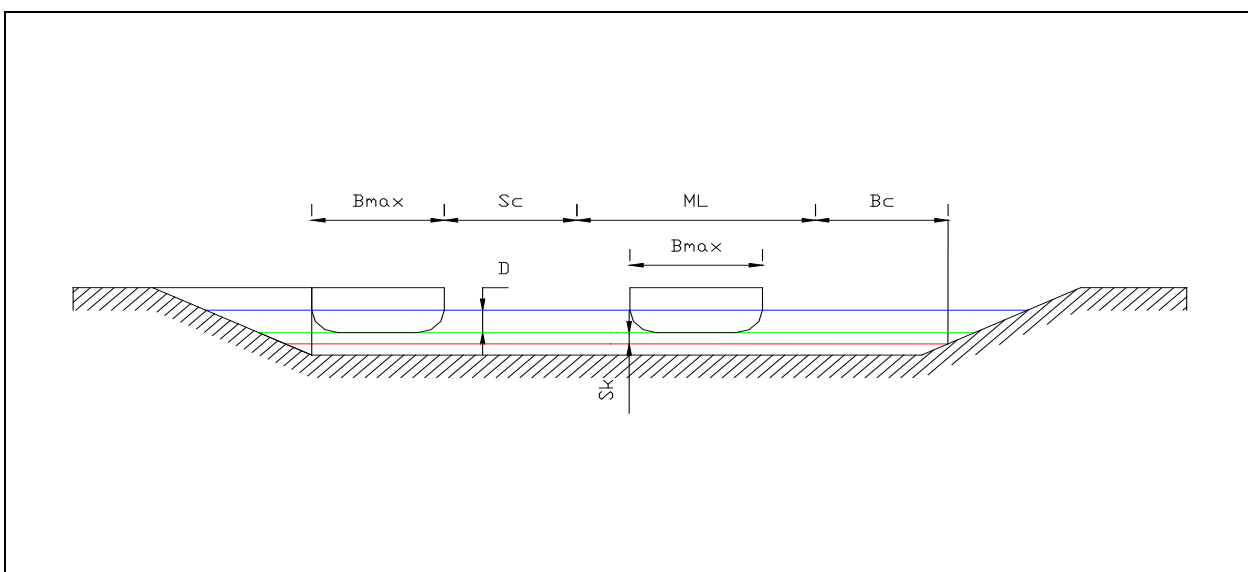
M_L manevrirna varnostna razdalja $M_L = 1.5 B_{\max}$

B_c oddaljenost od nasprotnega brega $B_c = 1.0 B_{\max}$

$$\check{S}_{\min} = 5.0 + 0.75 * 5.0 + 1.5 * 5.0 + 1.0 * 5.0 = 21.25 \text{ m}$$

Iz tega podatka sledi, da je mogoča plovba mimo plovila, ki je privezano na priveznem mestu. Obalna linija mora biti odmaknjena 11 do 12 m od namišljene osi Gruberjevega prekopa. Na začetek priveznega objekta lociramo tudi navozno rampo za splavitev čolnov. Nanjo mora biti omogočen dovoz z transportnim vozilom. Navozna rampa za splavitev plovil ne sme segati v plovni kanal, saj z njo omejujemo že tako ozko plovno pot, ki komajda ustreza varnostnim zahtevam za plutje mimo objektov ob že privezanih plovilih. (Bruun, P.: Port Engineering)

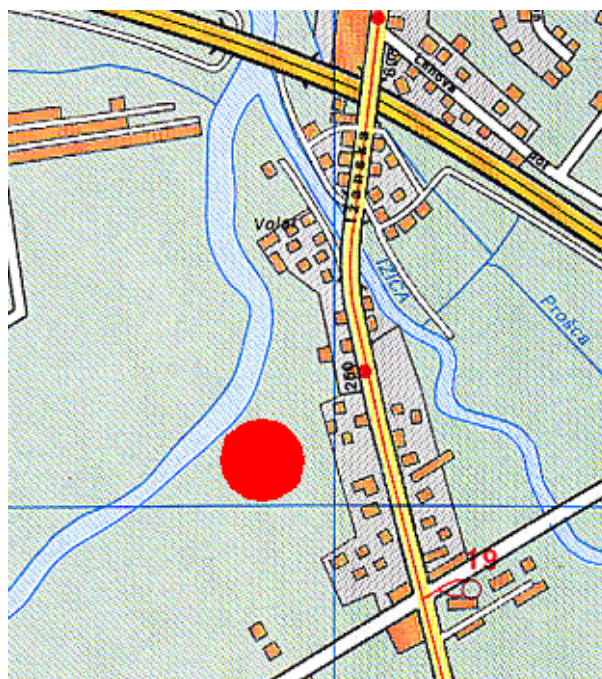
Odločimo se za izvedbo objektov kot težnostih objektov kesonske gradnje ali kot lahke gradnje na osnovi platojev pritrjenih na lesene pilote zabite v dno prekopa. Lahka konstrukcija iz platojev pritrjenih na lesene pilote se dobro vklaplja v okolje in njena izvedba ne zahteva nobenih večjih gradbenih posegov v okolju. Ob koncih priveznega objekta se zgradi tudi rampe za izplavljanje plovil in lopo, ki služi za hranjenje najbolj nujnih pripomočkov, ki jih potrebujejo čolnarji. Privezna mesta na Špici služijo plovilom, ki so namenjena turističnim prevozom potnikov, privezna mesta na Špici pa so bližje mestnemu središču in imajo krajši reakcijski čas do priveznih mest v samem mestnem središču. S priveznim mestom na obrobju se tako zagotavlja hiter reakcijski čas ob nenadno povečani potrebi po plovbi. Le hitra storitev omogoča, da se plovba lahko uveljavi, kot atraktiven turistični produkt.



Slika 5: Prikaz odmikov pri pristajalnem mestu

5.2 Izbira lokacije pristanišča na Ljubljani

Ljubljana potrebuje pristanišče v katerem bo dovolj prostora za vsa plovila, ki se uporabljajo na reki, ter prostor za splavljanje plovil, ki se na reki uporabljajo dnevno. Primerna izbira lokacije pristanišča je velikega pomena. Ker na sami mestni Ljubljani ni prostora za izvedbo gradnje pristanišča se moramo odločiti za gradnjo izven mestnega območja. Primerna lokacija bi bila na območju Ljubljane pred sotočjem z Ižico. Na tem območju imamo področje ravnice šotnih barjanskih tal v katerih bi bila možna izvedba pristanišča za majhna plovila, ki bi plula po reki Ljubljani. Dostop do pristanišča bi bil možen preko Ižanske ceste ter kasneje prehodom na lokalno cest med Črno vasjo in Podpečjo. Problem pa predstavlja, da to območje sodi med poplavna območja reke Ljubljane, zato je potrebno ob načrtovanju predvideti tudi možnost visokih vod, ki bi lahko poškodovale pristaniško infrastrukturo. Ohranjen je tudi ekosistem, ki je značilen za ravninske kraške reke, zato bi morala biti gradnja izvedena v skladu z načeli ohranjanja naravne dediščine. Prikaz ureditve pristanišča v Prilogi A.



Slika: Izbira lokacije pristanišča (Atlas Slovenije, 1996)

5.3 Ureditev pristanišča in izbira objektov primernih za barjanska tla

Ob pravilni izbiri lokacije za ureditev pristanišča je potrebna tudi pravilna ureditev in izbira primernih objektov in načinov gradnje. Za barjanska tla je obvezna gradnja ki uporablja temeljenje s pomočjo pilotov. Lahka gradnja z globokim temeljenjem omogoča zadostno stabilnost objektov. Objekti v rečnem pristanu niso obremenjeni z težkimi tovari. Glavne obremenitve predstavljajo potniki in plovila, ki so na objekte privezana.

Pristanišče naj ne bi bil le prostor namenjen zgolj privezu in hrambi plovil, ampak naj bi imel tudi funkcijo prostora, ki združuje v eni točki več dejavnosti. Prvotni namen bi ostal še vedno tesno povezan z plovili, prostori za privez plovil in hranjenje bi bili prvotnega namen, dopolnili pa bi jih z objekti in poršinami, ki bi omogočale razvoj še drugih turističnih in rekreacijskih panog. Ker je pristanišče glavna vstopna in izstopna točka za obiskovalce, ki se odločijo pluti po reki sami z najetim ali lastnim čolnom, je pričakovati velik obisk osebnih avtomobilov. V ta namen mora biti zgrajeno parkirišče zadostne kapacitete, opremljeno pa mora biti z vso potrebno infrastrukturo. Priporočljivo bi bilo urediti tudi nekaj parkirnih mest za lastnike bivalnikov, ki bi lahko svoje počitnikovanje izkoristili tudi za izkušnjo plovbe po Ljubljani. Ureditev Pristanišča je prikazana v prilogi A.

Ob samem pristanišču bi bilo ugodno locirati tudi storitveni servis, ki bi skrbel za servisiranje in izposajo plovil. Ta dejavnost dopolnjuje pristaniške storitve in s tem dodaja boljšo kakovost celotnemu pristanišču. Uporabniku mora nuditi takojšen servis pri manjših okvarah in ponujati mora tudi vzdrževanje plovil. Ob pristanišču bi moralo biti tudi zemljišče, ki bi omogočalo varno shranjevanje plovil preko zime. Ta prostor bi moral biti zavarovan, ter delno pokrit saj nekatera plovila niso primerna za izpostavljanje vremenskim vplivom.

Dodatna ponudba, ki naj bi jo imelo pristanišče je tudi gostinska dejavnost, ki se sedaj na Ljubljani izvaja kar na plovilih. Menim, da plovila ne morajo nadomeščati lokalov, zato je potrebna ureditev gostinskega objekta v pristanišču. Ker je ta del Ljubljanskega barja poplavno ogrožen je graditev objekta problematična. Kot alternativna rešitev se ponuja varianta ureditve gostinskega lokala na pontonu. Ta ima določene prednosti in slabosti. Izrecna prednost je prilagajanje takega objekta trenuti višini vodostaja. Tak objekt ima zelo malo možnosti da ga

poplavi, problematičen pa je pravilen privez, ki omogoča gibanje. Tak objekt mora biti opremljen tudi z vso infrastrukturo, ki omogoča njegovo nemoteno delovanje. Pri napeljavi komunalnih vodov, pa se pojavijo tehnične težave pri izvedbi.

Primerna variantna rešitev, ki nudi zadostno stabilnost in varnost za stabilizacijo plavajočih objektov je izvedba pontonske ploščadi pritrjene in stabilizirane z piloti, ki omogočajo vertikalne pomike ploščadi, preprečujejo pa horizontalne pomike. Ta rešitev je ugodna za razporeditev prostora v pristanišču in zagotavlja stabilnost objektov in s tem trajno ureditev in varnost.

Tehnično je premični plavajoči ponton izveden tako, da ob zabutih pilotih namestimo drsnike, ki omogočajo gibanje pontona glede na gibanje vodne gladine. Detajli so prikazani v prilogi C.

V pristanišču morajo biti objekti, ki omogočajo varno privezovanje plovil. Pomembna je pravilna izbira razporeditve posameznih objektov v pristanišču. Posamezni objekti imajo točno določeno rabo. Strogo je potrebno ločiti del, ki ga uporabljajo plovila za turistične prevoze po Ljubljani in del, ki je namenjen zasebnim plovilom in plovilom za izposajo. Za dostop plovil na vodno gladino služi navozna rampa in posebno dvigalo, ki pa se uporablja samo za manjše čolne. Tako lahko vsakdo, ki poseduje plovilo vstopi na vodno površino.

Objekti, ki so postavljeni morajo biti zgrajeni na način, ki se lepo sklada z naravno krajino. Posebno pozornost pa velja nameniti varnosti v pristanišču. Na delih, kjer je mogoč ob izkrcanju padec v vodo, mora biti postavljena varnostna ograja, za vzpon iz vode morajo biti na pomolih pričvrščene mornarske lestve, ki omogočajo izhod iz vode ob morebitnem padcu. Na nekaj mestih mora biti nameščena tudi osnovna reševalna oprema, to je vrv in plavajoč obroč, ki omogoča reševanje iz vode. Detajli obrežnih pomolov so prikazani v prilogi B.

Za varnost plovil med plovbo v pristanišču morajo skrbeti tudi označbe, ki jasno določajo kateri del pristanišča je namenjen uporabi določene vrste plovil. Na izpostavljenih mestih morajo biti nameščeni odbojniki, ki preprečujejo trk plovila ob pristaniško infrastrukturo.

Za red in ureditev v pristanišču je odgovoren upravljalec pristana. Ta ima vsa pooblastila, da v skladu z veljavno zakonodajo določa red in obnašanje v pristanišču.

Imeti mora urejene prostore v katerih izvajajo vse potrebne procedure, ki omogočajo izvajanje plovbe po reki. To bi bila točka, na kateri bi se preverjalo ustreznost plovil za plovbo in urejenost vse dokumentacije, ki jo predpisuje zakonodaja. Na tej lokaciji bi imeli svoj center tudi

nadzorniki, ki bi vršili nadzor nad plovbo po Ljubljani. Na tej točki bi se izvajal tudi monitoring stanja voda glede kakovosti vode in glede pretokov, ki bi še omogočali varno plovbo. Na dovozni poti do pristanišča mora biti jasno označen pristaniški red in pravila obnašanja pri plovbi na Ljubljani. Strogo mora biti določeno pri katerih vodostajih je plovba mogoča, na kraju samem pa mora biti tudi jasno razvidno kakšen je trenutni vodostaj Ljubljanice.

Vsa infrastruktura, ki je ogrožena s strani poplavnih vod mora biti ustrezno nadvišana nad gladino obstoječega terena. Predlagam ureditev objekta za pristaniško službo, ki bi stal na pilotih dvignjen nad koto površja. Takšna ureditev bi omogočala tudi ekonomično izrabo prostora na zemeljskem delu pristanišča. V teh prostorih se lahko hrani vso pomembno opremo, ki je občutljiva na vodo in mora biti ustrezno zavarovana. Prostori služijo tudi za urejanje vseh formalnih postopkov, ki so potrebni za uporabljanje plovila na vodnih površinah.

Pristaniška infrastruktura mora biti oblikovana tako, da je uporabniku prijazna in ne zahteva nobenih zahtevnih postopkov, če jo hočemo uporabljati. Celotna ureditev mora biti usklajena z veljavno zakonodajo o graditvi objektov.

6 ZAKLJUČEK

Glede na to, da ja plovba na Ljubljani potekala že stoletja, ne vidim nobenega zadržka, da nebi potekala še naprej. Potrebno je le sistematsko pristopiti k razvoju in preučitvi vseh možnosti in vrst plovbe, ki jih reka omogoča. Ker se zmeraj bolj ščiti in ohranja naravo v prvobitnosti, bi bilo potrebno preučiti možnosti, ki le malo posegajo na območje zaščitenih rastlinskih in živalskih vrst. V svoji diplomski nalogi sem poskušal prikazati kakšna je možnost za izrabo Ljubljane kot reke, ki bo omogočala plovbo za turistične namene. Uporabljal sem predvsem tehnične vidike s področja urejanja plovnih poti in pristanišč na rekah. Pri določanju omejitev plovbe pa sem se naslanjal na obstoječo zakonodajo, ki že določa in omejuje plovbo na reki. Slabost te zakonodaje pa je v tem, da ni bila sprejeta na podlagi strokovnih podlag, ampak se je prilagajala obstoječemu stanju na področju plovbe na Ljubljani. Po mojem mnenju prilagajanje ne vodi v neko kakovostno ureditev, ki bi imela tudi svoj potencial razvoja. V diplomski nalogi sem podal nekaj rešitev, ki bi omogočale kvaliteten razvoj plovbe na Ljubljani. Pomemben segment same vzpostavitve plovne poti, primerne infrastrukture in izbire odgovarjajočih plovil pa je tudi obveščanje javnosti in predstavitev novega produkta. Kajti če zgradimo vso potrebno infrastrukturo in zagotovimo optimalne pogoje za plovbo po reki, ta še vedno ne bo rentabilna in ne bo dolgo delovala, če zanjo ne bo dovolj zanimanja javnosti. Pri vsakem takem projektu, ki potrebuje velika vlaganja za vzpostavitev ni zagotovil, da se vložena sredstva tudi vrnejo. Zato je po mojem mnenju smotrno, da so taki projekti sofinancirani tudi s strani države, kajti v širšem pomenu predstavljajo zanimivo alternativo, ki v povezovanju z drugimi turističnimi in kulturnimi dejavnostmi predstavlja dejavnost, ki daje širšemu območju neko dodatno vrednost.

VIRI :

Ajdič, M. 1999. Plovna pot Ljubljana – Gruberjev prekop – Ljubljana. Ocena možnosti realizacije. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut.

Battelino, L. 2005. Proučitev vodnih ureditev na območju Špice. Strokovne podlage. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije.

Battelino, L. 2006. Strokovne podlage za določitev plovnega območja na reki Ljubljanici. Strokovne podlage za pripravo uredbe. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije.

Battelino, L. 1998. Strokovne Pristajalni pomol v Sečoveljskih solinah. Projekt. Ljubljana, Constructa.

Brown, W. 1993. Environmental engineering for small boat basins. Engineer manual. Washington, U. S. Army Corps of Engineers.

Simoneti, M. 1997. Ureditev rečnega prostora Ljubljanice od barja do izliva v Savo. Razvojno aplikativna enoletna raziskava. Ljubljana, Ljubljanski urbanistični zavod.

Taylor, P. 1984. Hydraulic design of small boat harbors. Engineer manual. Washington, U. S. Army Corps of Engineers.

Rosina, I. 2002. Plovna reka Ljubljana. Val navtični mesečnik 74:116 – 119.

Zakon o varstvu okolja. UL RS št. 32/93, 1/96, 41/04 – ZVO – 1.

Zakon o ohranjanju narave. UL RS št. 56/99.

Zakon o vodah. UL RS št. 67/02.

Pomorski zakonik. UL RS št. 37/04.

Zakon o plovbi po celinskih vodah. UL RS št. 30/02.

Zakon o graditvi objektov. UL RS št. 110/02 – ZGO – 1.

Uredba o uporabi plovil na motorni pogon na reki Ljubljani. UL RS št. 29/04.

Pravilnik o rekreacijskih plovilih. UL RS št. 42/05.

Guidelines for the Safe Design of Commercial Shipping Channels, Published by the Waterways Development Division, Canadian Coast Guard, December 2001 http://www.ccg-gcc.gc.ca/mns-snm/pubs/waterguide1201/index_e.htm#0.0%20Introduction (15.10.2006)

<http://maps.google.com> (16.2.2007)