

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

PERO VIDAN, dipl. ing.

**MODEL POVEĆANJA SIGURNOSTI PLOVIDBE NA
UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

ZAGREB, 2010.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

PERO VIDAN, dipl. ing.

**MODEL POVEĆANJA SIGURNOSTI PLOVIDBE NA
UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Zagreb, travanj 2010.

PODACI I INFORMACIJE O DOKTORANDU

1. Ime i prezime: **Pero Vidan, dipl. ing.**
2. Datum, mjesto rođenja i MBG: **09.09.1976., Metković, Hrvatska, MBG 0909976382607**
3. Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja: **Pomorski fakultet Split, Sveučilište u Splitu. 2000.**
4. Naziv doktorskog studija: **Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Poslijediplomski doktorski studij - Tehnološki sustavi u prometu i transportu**

INFORMACIJE O DOKTORSKOJ DISERTACIJI

1. Naslov disertacije: **Model povećanja sigurnosti plovidbe na unutarnjim plovnim putovima**
2. UDK
3. Fakultet na kojem je disertacija obranjena: **Fakultet prometnih znanosti, Zagreb**

POVJERENSTVA, OCJENA I OBRANA DOKTORSKE DISERTACIJE

- 1) Datum prijave disertacije:
- 2) Povjerenstvo za ocjenu doktorske disertacije:
 - 1) prof. dr. sc. Zvonko Kavran, predsjednik
 - 2) prof. dr. sc. Natalija Jolić, član
 - 3) prof. dr. sc. Josip Kasum, član
 - 4) prof. dr. sc. Ivan Dadić, član
 - 5) doc. dr. sc. Mihaela Bukljaš Skočibušić, član
 - 6) prof. dr. sc. Stanislav Pavlin, zamjena
- 3) Datum sjednice Fakultetskog vijeća na kojem je prihvaćena tema: **31. ožujka 2010.**
- 4) Mentori: **prof. dr. sc. Natalija Jolić i prof. dr. sc. Josip Kasum**
- 5) Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije:
 - 1) prof. dr. sc. Zvonko Kavran, predsjednik
 - 2) prof. dr. sc. Natalija Jolić, član
 - 3) prof. dr. sc. Josip Kasum, član
- 6) Lektor: **prof. Marinko Vukojević**
- 7) Datum obrane: 8.srpnja 2010.
- 8) Datum promocije doktoranda:

Sažetak

Promet unutarnjim plovnim putovima je najisplativiji način kopnenog transporta. Niska cijena transporta uvjetovala je sve veći intenzitet prometa na rijekama, kanalima i jezerima. Porast svjetske flote na unutarnjim plovnim putovima nije popraćen istim trendom modernizacije plovnih putova.

Sigurnost plovidbe na unutarnjim plovnim putovima podrazumijeva plovidbu i uvjete uređene domaćim i međunarodnim propisima u svezi sa sigurnošću i brodova u plovidbi unutarnjim plovnim putovima. Unutarnji plovni putovi su svi navigacijski prohodni plovni putovi rijeka, jezera i kanala koji su uređeni, obilježeni i otvoreni za sigurnu plovidbu.

Duljina rijeka, kanala i jezera pojedinog područja u pravilu ne odgovara duljini unutarnjih plovnih putova. Duljina plovnih putova ovisi o njihovoj plovnosti. Plovnost ovisi o hidrometeorološkim uvjetima, umjetnoj infrastrukturi i suprastrukturi koja omogućava sigurnu plovidbu. Mnoge zemlje koje posjeduju vodne resurse nisu omogućile plovnost postojećim rijekama i jezerima duboko u kontinent.

Predlaže se tehnička i tehnološka modernizacija plovidbe unutarnjim plovnim putovima u cilju povećanja razine sigurnosti plovidbe. Očekuje se povećanje sigurnosti unaprjeđenjem postojećih i implementacijom novih rješenja.

Razvoj sigurnosti na unutarnjim plovnim putovima zaostajao je za intenzivnim povećanjem prometa na istim te uvelike zaostao za razvojem sigurnosti u pomorskom prometu. U radu se predlaže poboljšanje postojećih pravnih propisa. Analiziraju se uzroci nezgoda i pogibelji. Predlažu se novi pravni okviri u cilju smanjenja broja nezgoda.

Predlaže se povećanje sigurnosti plovnih putova novim sustavom označavanja. Daje se uvid u nove načine traganja i spašavanja. Analizira se prilagodba postojećih elektroničkih komunikacijskih i inih uređaja i predlažu nova rješenja.

Drži se da se moguće ljudske pogreške koje nastaju kao posljedica manevriranja i izbjegavanja sudara na plovnim putovima mogu smanjiti automatizacijom plovidbe.

Primjena ovakvog sustava simulira se hibridnim Petrijevim mrežama. Uz povećanje sigurnosti plovidbe simulira se i problem smanjivanja redova i kašnjenja.

Očekuje se djelomična primjena predloženih rješenja na plovne putove u Republici Hrvatskoj.

Summary

Inland waterway traffic is the most cost-effective way of land transportation. Low price of transport has caused the growing intensity of traffic on the rivers, canals and lakes. The increase in world fleet of inland waterways is not accompanied by the same trend of modernization of waterways.

Safety of navigation on inland waterways includes the sailing conditions which are controlled by domestic and international regulations related to safety of navigation in inland waterways. Inland waterways are all navigable waterways rivers, lakes and canals, which were constructed, marked and open for safe navigation.

The length of rivers, canals and lakes of each category does not match the length of inland waterways. The length of waterways depends on their navigability. Navigability depends on hydro-meteorological conditions, suprastructure and artificial infrastructure that provide safe navigation. Many countries that have water resources are not provided with navigable existing rivers and lakes deep in the continental area.

In order to increase the level of safety of navigation, technical and technological modernization of inland navigation waterways has been proposed in the paper. An increase of safety by improving existing and implementing new solutions is expected. Development of safety on inland waterways was lagging behind the pace of traffic increase on the same ones and largely lagging behind the development of safety in maritime transport. The paper deals with the improvement of existing legal regulations and causes of accidents and danger have also been analyzed. In order to reduce the number of accidents, a new legal framework has been proposed.

It is been proposed to increase the safety of waterways by new system of signalization. It is given an insight into new ways towards search and rescue. The adaptation of existing electronic communication and other devices have been analyzed and new solutions have been proposed.

Possible human errors that occur as a result of a collision avoidance maneuver on the waterways can be reduced by the automation of navigation.

Application of this system is simulated by Petri hybrid nets. With the increased safety of navigation, the problem of reducing queues and delay have been simulated. A partial implementation of the proposed solutions to the waterways is expected in the Republic of Croatia

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Problem istraživanja.....	2
1.2. Svrha i cilj istraživanja	2
1.3. Ocjena dosadašnjih istraživanja	2
1.4. Metode istraživanja	4
1.5. Kompozicija rada	5
2. PLOVIDBA UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA	8
2.1. Plovidba unutaršnjim plovnim putovima Sjeverne Amerike	11
2.2. Plovidba unutaršnjim plovnim putovima Južne Amerike	16
2.3. Plovidba unutaršnjim plovnim putovima Azije	18
2.4. Plovidba unutaršnjim plovnim putovima Europske Unije	22
2.4.1. Plovidba unutaršnjim plovnim putovima Republike Hrvatske ...	27
2.5. Značajke plovidbe unutaršnjih plovnih putova i mogući problemi	29
3. UTJECAJ LJUDSKOG ČIMBENIKA NA RAZINU SIGURNOSTI PLOVIDBE.....	34
3.1. Pogibelji u plovidbi unutaršnjim plovnim putovima	34
3.2. Prijedlozi poboljšanja	40
3.3. Mjere za vrednovanje zanimanja brodaraca	43
4. SIGURNOST PLOVIDBE NA UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA	48
4.1. Sigurnost plovidbe na unutaršnjim plovnim putovima Svijeta	49
4.2. Prijedlog novih mjera za sigurnost plovidbe unutaršnjim plovnim putovima Svijeta	52
4.3. Označavanje unutaršnjih plovnih putova	62
4.3.1. Prijedlog unifikacije označavanja plovnih putova u cilju povećanja sigurnosti plovidbe	64
5. OPĆI MODEL POVEĆANJA SIGURNOSTI PLOVIDBE	65
5.1. Prijedlozi poboljšanja postupaka traganja i spašavanja na unutaršnjim plovnim putovima	67
5.1.2. Organizacijska poboljšanja	68
5.1.3. Tehnološka poboljšanja	70
5.1.4. Računalna podrška	72
5.2. Traganje i spašavanje na unutaršnjim plovnim putovima.....	74
5.2.1. Značajka traganja i spašavanja na unutaršnjim plovnim putovima	74
5.2.2. Načini traganja i spašavanja na unutaršnjim plovnim putovima	75
5.3. Doprinos sigurnosti plovidbe uvođenjem novih tehnologija u označavanju unutaršnjih plovnih putova	96

5.4. Zaštita brodova i luka na unutarnjim plovnim putovima	100
5.4.1. Ugroze i prijedlozi mjera zaštite na unutarnjim plovnim putovima	101
5.5. Plovidba u meteorološki otežanim uvjetima	105
5.5.1. Meteorološki čimbenici	105
5.5.2. Planiranje putovanja, plovidba i rute	107
5.5.3. Optimalna meteorološka ruta i Inland ECDIS	114
5.6. Automatizacija plovidbe u cilju povećanja sigurnosti plovidbe ..	118
5.6.1. Simuliranje plovidbe hibridnim Petrijevim mrežama.....	124
5.6.1.1. Upravljanje brodovima na širokom plovnom putu....	126
5.6.1.2. Simulacija plovidbe Petrijevom mrežom u kanalima.....	129
5.6.1.2.1. Simulacija plovidbe Petrijevom mrežom jednosmjernog prometa kanalom.....	132
5.6.1.2.2. Naizmjeničan promet sustavom kanala i bazena	133
5.6.1.3. Simulacije plovidbe Petrijevom mrežom u prevodnicama.....	136
5.6.1.3.1. Modeliranje i simuliranje prevodnice uz pomoć hibridne Petrijeve mreže	145
5.6.1.3.2. Modeliranje i simuliranje dolaska na prevodnicu bez redova čekanja.....	150
5.7. Problemi normizacije u cilju obrazovanja brodaraca	155
6. PRIMJENA MODELA U REPUBLICI HRVATSKOJ	158
6.1. Strategijski razvoj unutarnjih plovnih putova u Republici Hrvatskoj	159
6.2. Prijedlog organizacije traganja i spašavanja na unutarnjim plovnim putovima Republike Hrvatske	162
6.3. Zaštita brodova i luka unutarnje plovidbe u Republici Hrvatskoj	164
6.4. Primjena automatizacije plovidbe u Republici Hrvatskoj.....	166
7. ZAKLJUČAK	167
LITERATURA	170
POPIS SLIKA	179
POPIS GRAFOVA	181
POPIS TABLICA	183
POPIS KRATICA.....	184

