

Игор Бачкалов  
Међународни прописи у бродоградњи: сигурност брода

др Игор А. Бачкалов  
**Међународни прописи у бродоградњи: сигурност брода**  
I издање

Издавач:  
Машински факултет  
Универзитета у Београду  
Краљице Марије 16, 11000 Београд  
[www.mas.bg.ac.rs](http://www.mas.bg.ac.rs)

За издавача  
Декан, проф. др Радивоје Митровић

Уредник:  
проф. др Милан Лечић

Рецензенти:  
проф. др Милан Хофман  
проф. др Милорад Моток

Припрема за штампу:  
Иван Јовановић

Штампа:  
Планета принт  
Рузвелтова 10, 11000 Београд

Одобрено за штампу  
одлуком декана Машинског факултета у Београду  
бр. 13/2017 од 05.07.2017.

Тираж:  
100 примерака

Београд, 2017. године

ISBN 978-86-7083-945-8

**Игор Бачкалов**

**МЕЂУНАРОДНИ ПРОПИСИ У БРОДОГРАДЊИ  
СИГУРНОСТ БРОДА**

БЕОГРАД  
ММХVII



*The ship is sinking  
There's leak in the boiler room  
The poor, the lame, the blind  
Who are the ones that we kept in charge  
Killers, thieves, and lawyers*  
– Том Вејтс, *God's Away on Business*

*...џри бродолома сам ѓреџрџио, ноћ и дан ѓрвео на морској ѓучини...*  
– из Друге посланице св. апостола Павла Коринћанима



# Садржај

Предговор.....	9
Увод.....	13
1. О прописима у бродоградњи.....	19
1.1 ИМО, Заставе и класификациона друштва .....	19
1.2 Детерминистички и пробабилистички прописи.....	29
1.3 Ризик .....	31
2. Међународна конвенција о сигурности живота на мору.....	47
2.1 Стабилитет неоштећеног брода .....	53
2.1.1 Статистички критеријуми стабилитета .....	58
2.1.2 Критеријум временских услова .....	62
2.1.3 Даљи развој прописа о стабилитету неоштећеног брода .....	73
2.2 Преграђивање и стабилитет оштећеног брода.....	133
2.2.1 Пробабилистички прописи о непотопивости (SOLAS 2009).....	135
2.2.2 Непотопивост ро-ро бродова, SOLAS 90 и Стокхолмски споразум .....	154
2.2.3 Усклађивање пробабилистичких прописа и пројект HARDER .....	174
2.2.4 Висина дводна .....	190
2.2.5 Даљи развој прописа о непотопивости .....	194
2.2.6 Детерминистички прорачун непотопивости у конвенцији SOLAS .....	200
2.3 Противпожарна заштита .....	201
2.3.1 Основни концепти противпожарне заштите морских бродова.....	202
2.3.2 Алтернативна решења.....	226
2.3.3 Пробабилистички приступ противпожарној заштити.....	230
2.4 Сигурност брода након несреће .....	232
3. Међународна конвенција о баждарењу брода.....	245
3.1 Развој прописа о баждарењу .....	245
3.2 Утицај прописа о баждарењу на сигурност брода .....	252
3.3 Развој Конвенције 1969 ТМ након ступања на снагу .....	265
3.3.1 Побољшање услова живота и рада посаде .....	265
3.3.2 Неки специјални простори изузети из прорачуна тонаже .....	266
3.3.3 Баждарење иновативних типова бродова .....	269

4. Међународна конвенција о теретним водним линијама .....	277
4.1 Развој прописа о теретној водној линији .....	277
4.2 Услови за доделу надвођа .....	282
4.3 Слободни бок и минимална висина прамца .....	293
4.4 Слободни бок неких специјалних типова бродова .....	307
5. Прописи о сигурности неких типова теретних бродова.....	311
5.1 Бродови за расути терет .....	311
5.1.1 Својства расутих терета и опасности везане за њихов транспорт	312
5.1.2 Сигурност бродова за превоз житарица .....	315
5.2 Бродови за превоз дрвета на палуби .....	321
5.3 Контејнерски бродови .....	330
5.3.1 Утовар, размештај (слагање) и осигуравање контејнера.....	331
5.3.2 Стабилитет контејнерских бродова у неоштећеном стању .....	348
5.3.3 Противпожарна заштита контејнерских бродова.....	351
6. Прописи о сигурности речних бродова.....	359
6.1 Зона пловидбе.....	365
6.2 Типови бродова унутрашње пловидбе.....	369
6.3 Слободни бок и растојање сигурности .....	371
6.4 Стабилитет неоштећеног брода .....	373
6.4.1 Стабилитет речних контејнерских бродова .....	374
6.4.2 Стабилитет речних путничких бродова .....	379
6.4.3 Стабилитет речних танкера.....	384
6.5 Преграђивање и непотопивост .....	385
6.5.1 Непотопивост речних бродова за чврсти терет .....	385
6.5.2 Непотопивост речних путничких бродова .....	387
6.5.3 Непотопивост речних танкера .....	392
6.6 Противпожарна заштита .....	393
6.7 Додатни аспекти сигурности речних бродова.....	399
6.8 Даљи развој прописа о сигурности речних бродова.....	400
6.8.1 Пробабалистичка анализа стабилитета речних бродова .....	401
6.8.2 Алтернативна решења за речне танкере према Споразуму ADN	412
6.8.3 Проблеми развоја прописа о сигурности речних бродова.....	418
Литература .....	423



# Предговор

Када је старозаветни пророк Ноје градио брод („ковчег“, *арку*), није могао да се ослони само на бродограђевну праксу раздобља у којем је живео, већ је, према Библији, упутства за градњу добио непосредно од Бога (Постање 6, 14-20). Нојев ковчег је, наиме, требало да буде већи од било којег тада постојећег брода, да превози врло специфичан терет (по пар животиња од сваке врсте, које је требало сместити на три палубе и одвојити једне од других) и да плови у екстремним временским условима, олуји која се појављује једном у историји... Језиком савремене бродоградње, захтеви пројектног задатка (величина брода, неуобичајени терет, чврстоћа трупа, стабилитет и поморственост у условима *Нојевој њошоја*) учинили су Нојев брод првим и најпознатијим *неконвенционалним* бродом у писаној историји хришћанске цивилизације. Постојећа бродограђевна традиција била је неадекватна и недовољна да би такав брод био изграђен; били су неопходни прописи које је установило регулаторно тело са ауторитетом.

Потреба за одговарајућим бродограђевним прописима, дакле, постоји онолико дуго колико постоји и бродоградња. Прича о пророку-бродоградитељу и његовом броду непрекидно се понавља: иако искуство у градњи и експлоатацији бродова чини основу за развој техничких прописа који су, несумњиво, од пресудног значаја за побољшање сигурности брода, посаде, путника и терета, стално се јављају захтеви за новим, другачијим, нестандартним, *неконвенционалним* бродовима који превазилазе оквире искуства... Онда су потребни нови прописи, којима ће, по могућству, бити обухваћени и до тада непознати ризици, скопчани са опасностима са којима нема довољно искуства у експлоатацији. Прописе доносе и надгледају њихово спровођење регулаторна тела, при чему је, баш као у старозаветној причи, неопходна интеракција између бродоградитеља и законодавца.

Аутор жели да истакне да је настанку ове књиге непосредно допринело више његових колега. Аутор се најпре захваљује рецензентима, професору Милану Хофману и професору Милораду Мотоку, са Катедре за

бродоградњу Машинског факултета у Београду. Захваљујући њиховом пажљивом читању и детаљним рецензијама, књига је постала јаснија, прецизнија, конзистентнија и разумљивија. Поред тога, професор Хофман је одиграо још једну важну улогу у настанку ове књиге – идеја за књигу која би се бавила прописима у бродоградњи потекла је од њега.

Аутор дугује захвалност и колегиницама, Марији Филиповски, дипл. инж. бродоградње (DNVGL, Лондон) и Јасни Јововић, дипл. инж. бродоградње (DNVGL, Осло) за садржајне дискусије и помоћ при прикупљању интегралних и ажурних текстова прописа.

Аутор се такође захваљује професору Алберту Франческуту, са Универзитета у Трсту, који је ставио на располагање низ драгоцених докумената, с краја седамдесетих и почетка осамдесетих година 20. века, који сведоче о развоју Критеријума временских услова.

Аутор се захваљује и Стефану Рудаковићу, маг. инж. бродоградње (Катедра за бродоградњу Машинског факултета Универзитета у Београду) на помоћи при изради слика које илуструју феномен параметарске резонанце ваљања.

Прописи о сигурности брода су сложени и често захтевају тумачење. Аутор се унапред захваљује свим читаоцима који укажу како на грешке у тумачењу прописа, начињене у књизи, тако и на другачија тумачења, која су можда постала уобичајена у пракси појединих регулаторних тела.



Пророк Ноје са макетом брода.  
Цртеж на основу фреске из Протатске цркве,  
Кареја, Света Гора, око 1300. године.



Пред инжењере бродоградње постављају се разноврсни задаци који обухватају пројектовање и градњу нових и ремонт и реконструкцију постојећих бродова и других пловних објеката. У свим професионалним активностима, инжењери су обавезни да воде рачуна о сигурности људског живота и имовине и о очувању животне средине (RINA, 2010). Управо због тога, наведени задаци морају да се обављају у складу са бројним прописима, правилима, стандардима, нормама, итд. које доносе и спроводе национална и међународна регулаторна тела, регистри и класификациона друштва или представљају део „добре бродограђевне праксе“ бродоградилшта или пројектних бироа. Подразумева се да инжењер мора да познаје правила и прописе. То, међутим, често није довољно. Треба знати и разлоге због којих су прописи установљени, разумети њихово порекло и, колико је могуће, сагледати последице њихове примене. Због тога, циљ ове књиге није (само) да упуту инжењера у то које прописе треба поштовати, у зависности од постављеног задатка. То, уосталом, није ни могуће: прописи се мењају, развијају, еволуирају и – нестају, а смењују их нови, настали у складу са развојем бродоградње и технике уопште и савременим схватањем концепта сигурности, али и друштвене добробити. Ова књига не нуди индекс важећих правила; инжењер мора сам да прати развој прописа како би био сигуран да користи актуелни текст. Уместо тога, књига настоји да допринесе бољем разумевању идеја које се налазе у основи прописа, у уверењу да ће инжењери бродоградње лакше примењивати прописе, ако их боље познају, и да ће им то помоћи да одговорно и с успехом обављају своје професионалне дужности. Осим тога, пуко формално задовољење или чак извитоперено тумачење прописа, без разумевања суштине, нехотице могу да се негативно одразе на сигурност брода и, у најгорем случају, чак и да доведу до несреће. Књига би, такође, требало да подстакне инжењере да „читајући између редова“ критички размишљају о захтевима које прописи пред њих постављају. Треба препознати и случајеве када примена неке одредбе

која се односи, рецимо, на заштиту животне средине, има и (често негативне) последице по сигурност брода. Правила и прописи у великој мери усмеравају рад инжењера бродоградње, али он/она се на њих не смеју ослањати више него на знања из математике, механике, отпорности материјала, стабилитета и чврстоће брода, понашања брода на таласима... Тим пре што инжењери бродоградње нису само неми посматрачи и пуки корисници, већ и иницијатори настанка прописа и активни учесници у њиховом развоју.

Представа о појму сигурности брода мењала се током историје бродоградње и поморства и сазревала са еволуцијом човечанства, а у складу с тим, развијала се и потреба за одговарајућим прописима. Важно место у историји међународних прописа у бродоградњи припада великим поморским несрећама. Настанак Конвенције SOLAS, која представља најзначајнију збирку међународних прописа посвећених сигурности брода, посаде, путника и терета, подстакнут је катастрофом Титаника; Конвенција је затим више пута, током протеклих сто година, усавршавана и допуњавана, често после серије несрећа које су се истицале по броју страдалих, оштећењу или потпуном губитку брода или по загађењу животне средине. Анализа несрећа је средство драгоцено за боље разумевање механизма који доводе до губитка стабилитета, колапса конструкције и других проблема сигурности брода, односно за проверу математичких модела који описују ове проблеме. Из несрећа можемо много да научимо, али ослањање на искуство и „учење на грешкама“ имају ограничен домет. Због тога, један од покретача развоја савремених прописа је и настојање да се предупреди и оне (скривене) опасности са каквима се бродови још нису сусретали.

Баш као у енглеском, језику модерне бродоградње, и у српском језику постоје термини сигурност (*safety*) и безбедност (*security*). Иако савремени речници српског језика међу овим двама речима не праве разлику (видети нпр. Клајн и Шипка, 2007) ипак их нећемо сматрати синонимима. Следећи принцип ИМО<sup>1</sup>, појам сигурности одвојићемо од појма безбедности брода. Разликоваћемо их према улози човека у околностима које угрожавају брод и могу да доведу до несреће: ако

---

<sup>1</sup> Међународна поморска организација, *International Maritime Organization*.

је несрећа последица ненамерне грешке у управљању бродом или бродским системима и уређајима, или је узрок несреће ван контроле посаде (нпр. губитак стабилитета у олуји, насукање услед ниског водостаја, квар уређаја) говоримо о (нарушеној) сигурности. Уколико пак човек, ради неког криминалног наума, својевољно и намерно доводи у опасност брод, посаду, путнике или терет, онда говоримо о проблемима безбедности: тероризму, кријумчарењу, пиратству и томе слично. Није, дакле, у питању само формална или језичка разлика, већ суштинска: инструменти за постизање сигурности и безбедности нису исти. Треба, међутим, приметити да се, у појединим случајевима, сигурност и безбедност „додирују“. Подметнут пожар на броду спада у домен безбедности, али системи за откривање, сузбијање и гашење пожара, евакуација путника и чланова посаде и опрема за спасавање питања су сигурности брода. Такође, ако је труп трговачког брода оштећен експлозијом морске мине, која је постављена у намери да се потопе непријатељски бродови, његова судбина зависи од преграђивања и стабилитета у оштећеном стању. Ипак, поставља се питање да ли сигурност трговачког брода уопште треба да се прорачунава на основу ризика које собом носе проблеми безбедности. Колико често ће, током радног века, трговачки брод пловити ратном зоном? Регулаторна тела треба да разреше ове и сличне недоумице, да трезвено процене опасности које прете броду током радног века и на основу тога формулишу прописе чијом применом ће се постићи „довољно“ сигуран брод.

Током пројектовања брода инжењер је принуђен да прави компромисе између супротстављених захтева стабилитета, чврстоће, тежине трупа, трошкова градње, потребне снаге мотора, итд. (Проблем се често илуструје тако што се наводи да се побољшањем стабилитета по правилу повећава отпор кретању, тј. да се већа сигурност постиже на рачун ефикасности брода.) Бродовласници су често склони да сигурност виде као „трошак“ на који их приморавају прописи и која умањује профитабилност брода. У стварности, међутим, када се формулишу нови прописи о сигурности, итекако се води рачуна о интересима бродовласника. Виши ниво сигурности, осим тога, може да створи услове за већу ефикасност (већу зараду).

Ако говоримо о „вишем“ или „нижем“ нивоу сигурности, то значи да брод није потпуно, апсолутно сигуран, иако задовољава прописе, што нам указује да треба да преиспитамо схватање, перцепцију сигурности. Сигурност је релативна и има цену. Сигурност је условна (нпр. брод је „непотопив“ само под одређеним условима). Сигурност умањује ризик и ствара услове за вишу добит. Добит (добробит, корист, *benefit*) остварује више актера укључених у поморски или речни транспорт: бродовласници (који продужавају животни век брода, плаћају мање премије осигурања или чак могу да превозе више путника или терета), регулаторна тела (која учвршћују свој ауторитет, што им, у перспективи доноси и економску добит) и друштво у целини (које не мора да страхује од последица нових несрећа, било да су у питању људске жртве, директни финансијски губици или загађење животне средине).

Развој савремених прописа у бродоградњи подстиче, усмерава и обликује неколико фактора. Пре свега, расте потреба за бродовима који се могу сматрати „неконвенционалним“ због величине, форме трупа, погона и др. односно са којима нема довољно или нема уопште искуства у експлоатацији. Такви бродови су велики контејнерски бродови, бродови за превоз расутог терета (руда) носивости од више стотина хиљада тона, путнички бродови (крузери) који превозе више хиљада путника и чланова посаде, бродови на LNG погон, бродови-снабдевачи који опслужују нафтне платформе... Напредак технологије омогућава градњу неконвенционалних, неуобичајених бродова, али концепт сигурности који се заснива на искуству, по природи ствари, заостаје за убрзаним развојем технике. С друге стране, постоји потреба за тзв. алтернативним решењима, нпр. у градњи великих путничких бродова, када величина и организација простора захтевају приступ противпожарној заштити другачији од уобичајеног, дефинисаног прописима (Dabuois, 2010) или у градњи речних танкера за транспорт опасних терета чија се конструкција (или материјал градње) разликују од стандардних, конвенционалних бродова или чији су танкови већи од прописаних димензија. Тада треба показати да се алтернативним решењем постиже бар исти ниво сигурности какав би се остварио стандардним, уобичајеним приступом. У ту сврху, користи се анализа ризика. Даље, развој свести о заштити животне средине диктира из-



мену постојећих и стварање сасвим нових еколошких прописа што се, посредно, одражава и на сигурност брода...

Прописи о сигурности брода првенствено настоје да спрече превртање, да ограниче последице продора воде или отклоне опасност од пожара. Држећи се начела „сâм брод је најбољи чамац за спасавање“ прописи се, међутим, једнако баве и сигурношћу након бродолома. Путнички брод треба пројектовати тако да, након несреће, може да стигне до најближе луке, служећи се сопственим погоном или у тегљу, односно да, ако то није могуће, сви путници и чланови посаде могу да се благовремено евакуишу. Концепт „сигурног повратка у луку“ и уопште, проблеми везани за сигурност брода након несреће (брзина продора воде, динамичко преливање воде у наплављеним одељењима, понашање на таласима оштећеног брода, итд.) чине још један правац у којем се развијају савремена истраживања и отварају ново поглавље у развоју међународних прописа.

Будући да кроз нашу земљу протичу унутрашњи пловни путеви од међународног значаја: Дунав, Сава и Тиса, те читава мрежа мањих река и пловних канала, али и да имамо дугу традицију у пројектовању и градњи речних бродова, значајно место у овој књизи заузима проблем сигурности бродова унутрашње пловидбе. Поред прегледа постојећих европских прописа о сигурности (стабилитету неоштећеног брода, непотопивости, противпожарној заштити), који су, као што ћемо видети, разнородни и неуједначени, представљен је и могући правац развоја прописа о стабилитету речних бродова, чему је значајан допринос дала Катедра за бродоградњу Машинског факултета у Београду.

Већина бродских несрећа може се приписати тзв. „људском фактору“ односно грешкама посаде до којих долази услед умора, неусредсређености, нестручности у руковању опремом, неискуства, лоше комуникације, итд. По свему судећи, такве грешке су неизбежне. Поставља се питање: у којој мери брод може и треба да буде сигуран да би компензовао људске грешке? Дискутујући о прописима о стабилитету, неки аутори (видети нпр. Dorin et al, 1975) истичу да је немогуће постићи да брод остане стабилан ако, између осталог, заповедник није „промишљен и вешт морепловац“. Поједини међународни прописи

(видети нпр. ИМО, 2011) упозоравају заповедника да, у неповољним временским условима, „на време“ узме у обзир промену курса и/или смањење брзине и експлицитно истичу да „нема алтернативе добром морепловству“. На другим местима (ИМО/МСС, 2008а) напомиње се да усклађеност са критеријумима стабилитета није гаранција да се брод неће преврнути и „не ослобађа одговорности заповедника“ који треба да буде „обазрив“ и да управља бродом имајући на уму годишње доба, временску прогнозу и подручје пловидбе. Сигурност брода се, дакле, само до одређене мере постиже техничким мерама, током пројектовања, али се одржава одговарајућим мерама у експлоатацији. До сада, мере за очување сигурности током експлоатације нису биле предмет прописа, већ су формулисане као необавезујуће препоруке, а заповедници су се махом ослањали на искуство. Данас, „вешто морепловство“ добија ново значење, пре свега захваљујући бољем разумевању динамичких појава које дефинишу стабилитет брода у олуји, а израда „упутства за експлоатацију брода“ у будућности ће бити део прописа о стабилитету.