

# Rekonstrukcija samopodizjuće platforme Labin

---

**Fadiga, Robert**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:270055>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-07**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Diplomski studij općeg naftnog rudarstva

**REKONSTRUKCIJA SAMOPODIŽUĆE PLATFORME  
LABIN**

Diplomski rad

Robert Fadiga

N-128

Zagreb, 2015.

## REKONSTRUKCIJA SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN

ROBERT FADIGA

Diplomski rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za naftno inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

### Sažetak

Platforma Labin, tipa Levingston 111-C u vlasništvu je tvrtke Croscos, Naftni servisi d.o.o. od 1985. godine. Izgrađena je u brodogradilištu Viktor Lenac u Rijeci 1985. godine i od tada je imala dvije velike rekonstrukcije, 2003. i 2014. godine. Do posljednje rekonstrukcije platformom Labin izbušene su 183 bušotine u Sredozemnom i Jadranskom moru za domaće, ali i strane naručitelje.

U ovom radu prikazane su sve faze promjena na platformi Labin od njene izgradnje, do rekonstrukcije 2003. godine i konačno posljednje rekonstrukcije 2014. godine. Najveće promjene koje su napravljene 2003. godine su: produljenje nogu platforme, povećanje kapaciteta sustava za podizanje i spuštanje nogu, ugradnja nove konzolne podkonstrukcije, ugradnja treće palubne dizalice, povećanje dimenzija trupa i poboljšanje sigurnosnih i životnih uvjeta na platformi. U posljednjoj rekonstrukciji došlo je do povećanja trupa, ugradnje nove helikopterske palube, zamjene glavnog sklopnog bloka, obnove nogu platforme, poboljšanja sustava morske vode, ali i izvođenja testa naginjanja nakon završenih radova. Radovi na posljednjoj rekonstrukciji trajali su oko 8,5 mjeseci od rujna 2014. godine do svibnja 2015. godine. Osim poboljšanja mogućnosti platforme, napravljena je i obnova klase te je platforma dobila certifikat klasifikacijske kuće ABS.

Ključne riječi: rekonstrukcija, samopodizuća platforma Labin, test naginjanja, operativne mogućnosti platforme

Diplomski rad sadrži: 57 stranica, 2 tablice, 20 slika

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr.sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor, RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor, RGNF  
Dr. sc. Davorin Matanović, redoviti profesor, RGNF  
Dr. sc. Borivoje Pašić, docent, RGNF

Datum obrane: 17. rujna 2015.

RECONSTRUCTION OF SELF ELEVATING DRILLING UNIT LABIN

ROBERT FADIGA

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Institute of Petroleum Engineering  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Abstract

Self elevating drilling unit Labin, type Levingston 111-C has been owned by Croscos, Integrated Drilling & Well Services Co., Ltd since 1985. It was built at the Viktor Lenac shipyard in Rijeka in 1985 and has had two major reconstructions in 2003 and 2014. Until the last reconstruction, 183 wells have been drilled using the Labin jack up drilling rig Labin in the Mediterranean and the Adriatic Seas for domestic and foreign clients.

In this paper all phases of changes on the rig Labin are shown, from its construction, to its reconstruction in 2003 and, finally, the last reconstruction in 2014. The most significant changes made in 2003 were: legs extension, jack up system modification, hull extension, new cantilever installation, third deck crane installation and improvement in safety and living conditions. During the last reconstruction the largest changes made were: hull extension, new helicopter deck, motor control center (MCC) replacement, repair and modification of legs, modification of raw water reel system. After reconstruction the inclining test was performed. The whole project lasted for 8,5 months, from September 2014 to May 2015. Besides improving the capabilities of the rig, class renewal was performed and the entire reconstruction was approved by the ABS surveyors.

Keywords: reconstruction, SEDU Labin, jack up drilling rig, inclining test, rig performances

Thesis contains: 57 pages, 2 tables, 20 figures

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Zdenko Krištafor, Full Professor

Reviewers: PhD Zdenko Krištafor, Full Professor  
PhD Davorin Matanović, Full Professor  
PhD Borivoje Pašić, Assistant Professor

Date of thesis defense: September 17, 2015

# SADRŽAJ

POPIS TABLICA .....	III
POPIS SLIKA .....	IV
POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I KRATICA .....	V
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. SAMOPODIŽUĆE PLATFORME .....</b>	<b>4</b>
2.1. Trup samopodižućih platformi .....	4
2.2. Noge platforme i stope nogu .....	5
2.3. Transport i postavljanje platforme u radni položaj .....	6
<b>3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN NAKON NJENE IZGRADNJE .....</b>	<b>9</b>
3.1. Trup .....	9
3.2. Noge .....	9
3.3. Stope nogu .....	9
3.4. Sustav za podizanje i spuštanje nogu .....	10
3.5. Sustav za pomicanje konzolne podkonstrukcije .....	10
3.6. Helikopterska paluba .....	11
<b>4. REKONSTRUKCIJA 2003. GODINE .....</b>	<b>12</b>
4.1. Nadogradnje na platformi .....	12
4.2. Povećanje dimenzija trupa platforme .....	13
4.3. Produljenje i ojačanje nogu platforme .....	14
4.4. Nadogradnja sustava za podizanje i spuštanje nogu .....	15
4.5. Nova konzolna podkonstrukcija .....	16
4.6. Rekonstrukcija smještajne jedinice .....	17
4.7. Ugradnja treće palubne dizalice .....	18
4.8. Ostale nadogradnje .....	18
<b>5. REKONSTRUKCIJA 2014. GODINE .....</b>	<b>20</b>
5.1. Nadogradnja trupa .....	27
5.2. Nova helikopterska paluba .....	29

<b>5.3. Zamjena glavnog sklopnog bloka</b> .....	32
5.3.1. Tehnička specifikacija glavnog sklopnog bloka .....	32
<b>5.4. Obnova nogu platforme</b> .....	34
5.4.1. Sustav mlaznog cjevovoda.....	36
5.4.2. Zamjena anoda na nogama.....	36
<b>5.5. Sustav dobave morske vode</b> .....	38
<b>5.6. Ostali veći radovi</b> .....	40
<b>5.7. Test naginjanja</b> .....	42
5.7.1. Ukupna težina tereta za test naginjanja.....	43
5.7.2. Mjerenje kuta naginjanja.....	44
<b>6. OPERATIVNE SPOSOBNOSTI I KARAKTERISTIKE</b>	
<b>PLATFORME LABIN NAKON REKONSTRUKCIJE 2014. GODINE</b>	<b>47</b>
<b>6.1. Osnovne dimenzije</b> .....	47
<b>6.2. Kapaciteti spremnika i ograničenja opterećivanja paluba</b> .....	48
<b>6.3. Mogućnosti sustava za podizanje i spuštanje nogu</b> .....	48
<b>6.4. Maksimalno promjenjivo opterećenje</b> .....	49
<b>6.5. Ukupna težina i hidrostatičke karakteristike platforme</b> .....	49
<b>6.6. Operativne mogućnosti platforme Labin</b> .....	50
<b>6.7. Ugrađena oprema na platformi</b> .....	50
6.7.1. Oprema za sidrenje .....	50
6.7.2. Palubne dizalice .....	50
6.7.3. Sustav za opskrbu energijom .....	51
6.7.4. Bušaća oprema.....	51
6.7.5. Isplačni sustav .....	52
6.7.6. Oprema za kontrolu ušća bušotine.....	53
6.7.7. Protupožarni sustav .....	53
6.7.8. Oprema za spašavanje.....	54
6.7.9. Sisaljke na platformi .....	55
6.7.10. Meteorološka i radio-komunikacijska oprema.....	55
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	56
<b>8. LITERATURA</b> .....	57

## POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Promijenjene karakteristike platforme Labin nakon rekonstrukcije 2003. godine.....	19
Tablica 5-1. Popis svih potrebnih radova.....	20

## POPIS SLIKA

Slika 2-1. Postavljanje samopodizujuće platforme na lokaciji.....	9
Slika 4-1. Ugradnja bočnih proširenja i krmenog produljenja.....	14
Slika 4-2. Produljenje nogu platforme.....	15
Slika 4-3. Podizanje dodatnog podiznog sustava.....	16
Slika 4-4. Postavljanje nove konzolne podkonstrukcije.....	17
Slika 5-1. Tlocrt trupa platforme s novom pramčanom ekstenzijom.....	28
Slika 5-2. Postavljanje pramčane ekstenzije.....	28
Slika 5-3. Završena ugradnja pramčane ekstenzije.....	29
Slika 5-4. Novi sustav osvjetljenja prema CAP 437.....	30
Slika 5-5. Nova helikopterska paluba.....	31
Slika 5-6. Novi sustav zaštite od požara na helikopterskoj palubi.....	31
Slika 5-7. Izoliranje pregrada prije ugradnje glavnog sklopnog bloka.....	33
Slika 5-8. Novi glavni sklopni blok nakon ugradnje.....	34
Slika 5-9. Noge prije obnove.....	35
Slika 5-10. Noge nakon obnove.....	35
Slika 5-11. Dotrajali mlazni cjevovod.....	36
Slika 5-12. Iskorištene žrtvene anode.....	37
Slika 5-13. Novi bubanj s fleksibilnim crijevom za dobavu morske vode.....	39
Slika 5-14. Bubanj za punjenje spremnika predopterećenja.....	39
Slika 5-15. Radovi na glavnim motorima.....	40
Slika 5-16. Pozicije tornja prilikom testa naginjanja.....	44
Slika 5-17. Mjerenje kuta naginjanja.....	45
Slika 5-18. Utjecaj kontakta s dnom ili pridržavanja priveznim linijama.....	45
Slika 5-19. Utjecaj vjetrova s lijeve strane na plovilo.....	46
Slika 5-20. Utjecaj slobodnih tekućina na plovilo.....	46



## **POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I KRATICA**

ABS - American Bureau of Shipping

AHTS - Anchor handling tug supply vessel

CAA - Civil Aviation Authority

GPS - Global Positioning System

HCA - Helideck Certification Agency

HVAC - Heating, Ventilation & Air Conditioning

IMO - International Maritime Organization

LCG - Longitudinal Center of Gravity

MCC - Motor Control Center

MODU - Mobile Offshore Drilling Unit

NDE - Non Destructive Evaluation

PVT - Pit Volume Totalizer

SCR - System Control Room

SEDU - Self Elevating Drilling Unit

TCG - Transverse Center of Gravity

UTM - Ultrasonic Thickness Measurement

VCG - Vertical Center of Gravity

## 1. UVOD

Pomorski objekti za istraživanje nafte i plina iz podmorja su pokretne konstrukcije ili bušaće platforme (engl. *Mobile Offshore Drilling Unit - MODU*) koje se razlikuju prema načinu postavljanja u radni položaj u cilju istraživanja i iskorištavanja podmorja. Za eksploataciju nafte i plina iz podmorja koriste se nepokretne platforme i različite vrste pokretnih postrojenja. Glavne kategorije pokretnih bušaćih platformi koje se koriste su: (Predavanja iz kolegija: “Aktivnosti u akvatoriju”, 2015)

- poduprte ili samopodizujuće platforme (engl. *jack-up drilling rigs*)
- poluuronjive platforme (engl. *semisubmersible drilling rigs*)
- bušaći brodovi (engl. *drilling ships*)
- uronjive platforme (engl. *submersible rigs*)
- bušaća barže (engl. *drilling barge*)
- tender platforme (engl. *tender*)

Pri odabiru tipa platforme za istraživanje i proizvodnju ugljikovodika iz podmorja, glavni faktor je dubina mora. S obzirom na dubinu mora na kojoj se pojedine platforme mogu koristiti, načelno vrijede sljedeći uvjeti:

1. do 30 m dubine mora mogu se koristiti uronjive platforme;
2. do 170 m<sup>1</sup> dubine mora mogu se koristiti poduprte ili samopodizujuće platforme (uglavnom je dubina mora oko 100 m);
3. za velike dubine mora i preko 3600 metara (12000 ft) koriste se ili poluuronjive; platforme (sa sustavom sidrenja ili dinamičkim pozicioniranjem) ili bušaći brodovi s dinamičkim pozicioniranjem.

Samopodizujuće bušaće platforme (engl. *Self Elevating Drilling Unit - SEDU*) su odobalni pokretni objekti koji nemaju vlastiti pogon, nego se tegle na lokaciju. Sastoje se najčešće od tri ili četiri nogu kvadratnog ili trokutastog presjeka, čeličnog trupa (pontona) i sustava za podizanje i spuštanje nogu. Koriste se za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika iz podmorja. Prema internetskim podacima ([www.rigzone.com](http://www.rigzone.com)), na dan 1.7.2015. godine, flota samopodizujućih bušaćih platformi sastoji se od 652 platforme, od čega je 357 (54,8%) pod

---

<sup>1</sup> Dubai Expo 2020 NS, do dubine mora od 175 m (574 ft)

ugovorom. Prosječna dnevna cijena najma za samopodižuće bušaće platforme, ovisno o tipu, kreće se od 70.000 \$ do 175.000 \$. Najveći broj izgrađenih platformi čine upravo samopodižuće platforme, dok je najviše platformi pod ugovorom poluuronjivih. Samopodižuća platforma Labin tipa Levingston 111-C, koja je u vlasništvu tvrtke *Croscos*, *Naftni servisi d.o.o.* izgrađena je 1985. godine u brodogradilištu Viktor Lenac u Rijeci po narudžbi tvrtke INA-Naftaplin. Osim obnove klase svakih pet godina, do studenog 2003. godine nije bila na nijednoj većoj rekonstrukciji. Nakon osamnaest godina rada mogućnosti platforme Labin nisu zadovoljavale zahtjeve tržišta i naručitelja te je zbog toga bilo potrebno napraviti rekonstrukciju. Rekonstrukcija je napravljena u brodogradilištu Nauta Lamjana na otoku Ugljanu blizu Zadra. Zahtjevi koji su tada postavljeni su između ostaloga bili povećanje dohvata konzolne podkonstrukcije (engl. *cantilever*), produljenje nogu, proširenje trupa, poboljšanje sustava za podizanje i spuštanje nogu, povećanje postojećeg stambenog prostora, mogućnost bušenja na većim dubinama, povećanje obujma spremnika isplake za bušenje, dodavanje treće isplačne sisaljke, poboljšanje sigurnosnog sustava i mnoge druge nadogradnje (Sabljak, 2005). Više o rekonstrukciji iz 2003. godine biti će navedeno u nastavku ovog rada. Danas, nakon više od deset godina od posljednje rekonstrukcije menadžment tvrtke odlučio je da će se napraviti nova poboljšanja na platformi Labin, kako bi se dobila modernija platforma koja će zadovoljiti tržišne uvjete i uvjete naručitelja usluge. Osim tržišta, potrebno je zadovoljiti propisane specifikacije i uvjete potrebne za obnovu klase platforme. Takva obnovljena platforma zadovoljavat će suvremene uvjete izrade konstrukcije, sigurnosti i zaštite okoliša. Tijekom svog rada na moru platforma Labin, prema podacima do zadnje rekonstrukcije, obavljala je radove na ukupno 183 lokacije. Osim za INA-u, platforma je obavljala poslove i za brojne strane naručitelje Texaco, Agip, INAgip,, ENI-Agip, Edison Gas, Petrobel Egypt i Marathon. U nastavku su navedene neke od bušotina koje su izrađene pomoću samopodižuće platforme Labin:

- prva bušotina *Istra More 2* izbušena je u travnju 1986. godine,
- odmah nakon prve bušotine izbušena je i najdublja bušotina *Susak More 1* u veljači 1988. godine do dubine od 6725 m;
- bušotina *Iskenderun 1* izbušena u ožujku 1988. godine, bila je prva bušotina za stranog naručitelja (Texaco);
- bušotina *Zarat 1* izbušena u travnju 1992. godine, bila je bušotina na najvećoj dubini mora od 90,5 m;

- posljednja bušotina prije rekonstrukcije bila je *Ika A4* izbušena u kolovozu 2014. godine.

## 2. SAMOPODIŽUĆE PLATFORME

Samopodižuće platforme su odobalne strukture koje se sastoje od trupa, nogu i sustava za podizanje i spuštanje nogu koji omogućuje da nakon što se platforma dotegli na lokaciju, spusti noge na morsko dno i tako pruža oslonac platformi kako bi izdržala sve sile koje utječu na nju. Današnje moderne samopodižuće platforme sposobne su raditi u teškim uvjetima - valovima većim od 20 metara, brzinama vjetra većim od 100 čvorova i dubinama mora do 170 metara. S obzirom da su samopodižuće platforme podržane morskim tlom, kada dođu na lokaciju noge se predopterećuju (engl. *preload*) da bi se simulirala maksimalna moguća opterećenja na noge. Tako će se osigurati da nakon što se platforma podigne u radnu poziciju ne dođe do propadanja nogu uslijed opterećenja tijekom operacija na platformi i utjecaja sila prirodnog okruženja. Samopodižuće platforme koriste se kao odobalna postrojenja od 50-ih godina 20. stoljeća za istraživačka bušenja, eksploataciju, smještaj zaposlenika i kao platforme za održavanje. Kao i sve druge konstrukcije, samopodižuće platforme imaju ograničenja u uporabi. Ta ograničenja uključuju nosivost tijekom transporta (kada je platforma plovni objekt), nosivost kada je u radnom položaju, ograničenja uzrokovana prirodnim okruženjem (vjetar, valovi, morske struje, dubina mora) i nosivost samog morskog dna.

### 2.1. Trup samopodižućih platformi

Trup ili ponton samopodižućih platformi je vodonepropusna struktura na kojoj se nalaze alati, oprema i osoblje i koja omogućava obavljanje zadataka platforme. Tijekom tegljenja, kada je platforma plovni objekt, trup osigurava plovnost platforme uz opterećenja nogu, stalne opreme i ostalog tereta na platformi. Trup platforme najčešće se izrađuje u obliku trokuta za konstrukcije s tri noge i u obliku četverokuta za konstrukcije s četiri noge. Različite karakteristike trupa utjecat će na mogućnosti same platforme. U pravilu, veća duljina i širina trupa stvoriti će veću nosivu površinu i bit će moguće više opteretiti palubu, a posebno u plovnom stanju zbog većeg uzgona. Također, veći trupovi daju više mjesta unutar trupa za postavljanje i eventualno skladištenje različite opreme. Negativne strane većeg trupa su veća nestabilnost uslijed jakog vjetra, visokih valova i morskih struja te potreba za jačim sustavom za podizanje i spuštanje nogu kako bi se podigao trup. Unutar trupa najčešće su smješteni spremnici vode za izradu isplake, spremnici predopterećenja, spremnici goriva, isplačne pumpe, isplačni bazeni, pogonski motori, spremnici praškastog

materijala, elektroenergetska postrojenja te skladište rezervnih dijelova. Na trupu su obično smješteni bušaći toranj (sa ili bez konzolne podkonstrukcije), helikopterska paluba, palubne dizalice, stambeni dio te kapsule za spašavanje.

## **2.2. Noge platforme i stope nogu**

Noge platforme i stope nogu (engl. *spud can*) na samopodizujuć platformi su čelične strukture koje podržavaju trup kada je on u radnom položaju. Geometrijski oblik završetka stopa nogu, ovisno o dizajnu platforme je konusnog ili trokutastog oblika. Često se koriste izvedbe stopa nogu s ojačanim vrhovima s ciljem bolje penetracije u morsko dno. Promjer stopa nogu na današnjim platformama varira od 10 do 20 metara ovisno o dimenzijama platforme. Uslijed velike penetracije nogu u meko tlo, noge često ostanu zaglavljene što otežava njihovo vađenje pri napuštanju platforme s lokacije. Zbog toga, noge su opremljene sustavom za ispiranje s mlaznicama koje su integrirane u stope nogu te se korištenjem cjevovoda stope ispiru mlazom, što olakšava njihovo izvlačenje. Penetracija nogu u morsko dno, ovisno o tvrdoći morskog dna može biti od nekoliko metara u tvrdom dnu, do 40 metara u mekom morskom dnu. Kako bi se predvidjela penetracija nogu u morsko dno, na lokaciji se obavljaju geofizička i geomehanička istraživanja. Uzimanjem jezgre može se odrediti o kakvoj vrsti tla se radi te proračunati dubina prodiranja nogu. Također, geofizičkim istraživanja otkriva se prisutnost plitkih plinova koji mogu biti uzrok opasnosti uslijed radova na platformi. Nakon dobivenih podataka, određuje se točna lokacija platforme i približna dubina prodiranja stopa nogu u morsko dno. Noge platforme su čelične rešetkaste konstrukcije i o njihovoj duljini ovise i operativne mogućnosti same platforme. Minimalna duljina nogu suma je dubine penetracije nogu u morsko dno, dubine mora, utjecaja plime i oseke, visine najvišeg vala, povećanja uslijed vjetra, potrebne zračnosti (engl. *air gap*) i sigurnosnog faktora. Sama duljina nogu ne znači i dubinu mora na kojoj platforma može raditi. Treba uzeti u obzir dubinu penetracije nogu u morsko tlo i uvjete radne okoline, tj. minimalne zračnosti na koju treba podići platformu da joj se omogući nesmetani rad. Noge se podižu i spuštaju uz pomoć sustava za podizanje i spuštanje nogu (engl. *jacking system*). Iako su noge jedan od eliminirajućih parametara pri odabiru samopodizujuće platforme, treba uzeti u obzir i samu namjenu platforme.

Pri namjeni platforme misli se na dvije vrste operacija:

- upotreba bušaće platforme za istraživačke radove i
- upotrebu bušaće platforme uz proizvodnu platformu za bušenje, opremanje ili održavanje.

Sustav za podizanje i spuštanje nogu bitna je komponenta platforme koja radi na principu elektromotornog pogona za pokretanje zupčanika koji zahvaćaju nazubljenu vodilicu nogu. Svaka noga ima zaseban sustav zupčanika i vlastiti motor. Sustav mora biti dimenzioniran tako da omogućuje kretanje nogu projektiranom brzinom kao i zaustavljanje na bilo kojoj visini.

### **2.3. Transport i postavljanje platforme u radni položaj**

Samopodizujuće platforme prolaze kroz tri glavne faze:

- transport platforme na lokaciju,
- podizanje platforme na noge i predopterećenje te
- spuštanje u plutajući položaj i napuštanje lokacije.

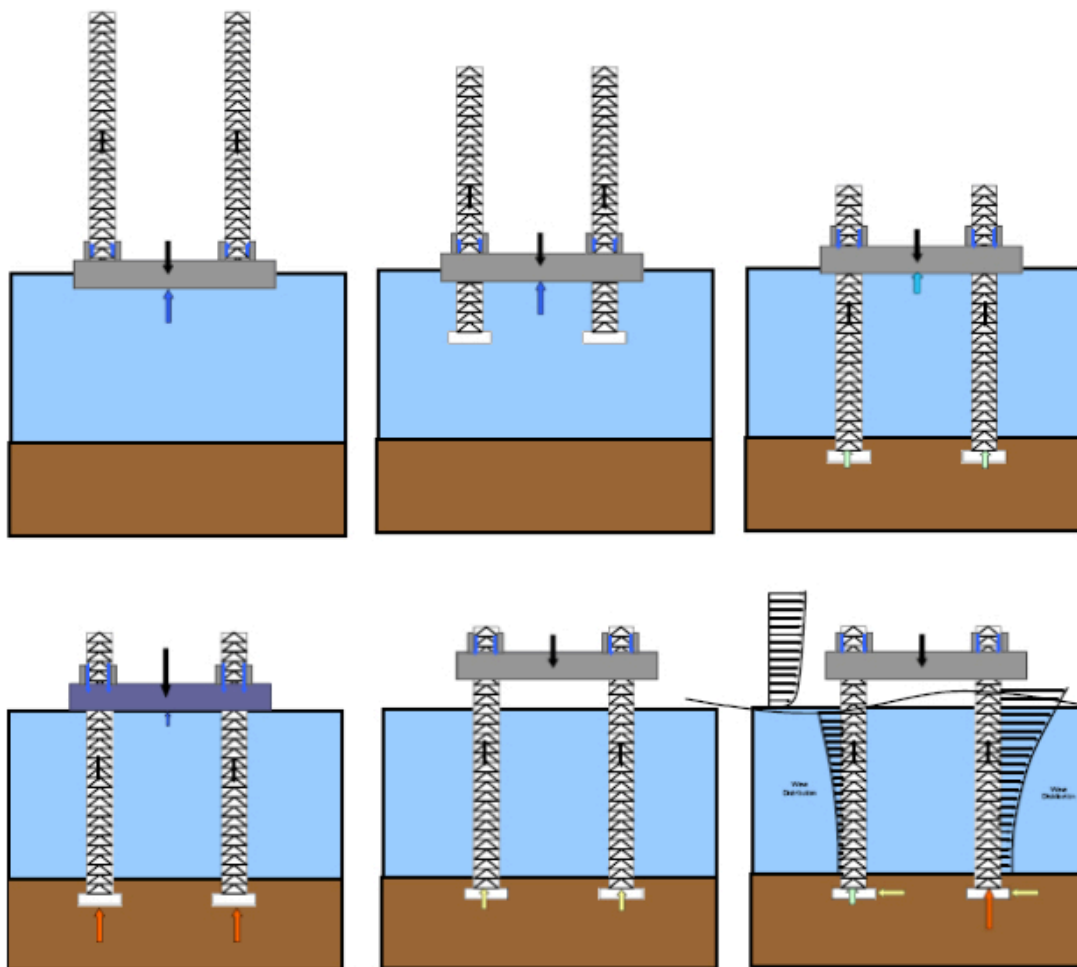
U svakoj od te tri faze sadržane su posebne mjere opreza i zahtjevi kako bi se sve predviđene operacije obavile bez poteškoća.

Transport platforme na lokaciju može se obaviti na dva načina, kao "suhi" transport ili kao "mokro" tegljenje. Mokro tegljenje podrazumijeva upotrebu brodova tegljača (najčešće dva ili tri), a suhi transport podrazumijeva upotrebu brodova posebne namjene (engl. *heavy transport carrier*). Takvi brodovi imaju otvorenu palubu koja se balastiranjem može potopiti kako bi se platforma navukla na palubu te nakon toga debalastirati i započeti plovidbu. Upotreba jedne ili druge vrste transporta ovisiti će o udaljenosti lokacije. Tako će se za manje udaljenosti koristiti brodovi tegljači, a za veće udaljenosti suhi transport brodovima. Nužno je prije transporta osigurati vodotijesnost trupa i ukloniti sav teret, osim onog koji se klasificira kao stalni teret na platformi. Nakon što se platforma dotegli na lokaciju, ona se pozicionira uz pomoć brodova tegljača prema unaprijed određenom planu pozicioniranja (pomoću bova ili GPS-a).

Nadalje se pomoću brodova za rukovanje sidrima (engl. *Anchor handling tug supply vessel - AHTS*) prihvaćaju i postavljaju sidra, kojima se putem sustava za namatanje sidrenih linija

dodatno pozicionira platforma. Kada je platforma pozicionirana, počinju se spuštati noge prema morskom dnu pomoću sustava za podizanje i spuštanje nogu i pontona (Slika 2-1.). Noge će zbog same težine platforme prodirati u morsko dno do trenutka kada se izjednači težina platforme s nosivošćuorskog dna. Nakon dosjedanja stopa nogu na morsko dno, trup platforme počinje se dizati iz vode. U tom trenutku je od iznimne važnosti da ne dođe do poremećaja stabilnosti platforme uslijed nejednakog prodiranja nogu. Prije početka postupka predopterećenja nogu potrebno je podići trup platforme na visinu od najviše 0,5 do 2,0 m od površine mora, kako ne bi došlo do prevrtanja platforme uslijed eventualnog propadanja jedne od nogu. Tada se pristupa postupku predopterećenja platforme kojim se pune spremnici za predopterećenje kako bi se izbjeglo propadanje nogu i poremećaj stabilnosti uslijed bušenja, slijetanja helikoptera ili nekih drugih operacija na platformi. Primjenom predopterećenja doći će do dodatnog prodiranja nogu u morsko dno, što će u konačnici dovesti do potrebne stabilnosti platforme. Količina vode koja će se upumpati u spremnike za predopterećenje ovisi o nosivostiorskog dna. Zatim se spremnici za predopterećenje prazne i platforma se podiže u svoju radnu poziciju koja ovisi o maritimnim uvjetima za određeno područje akvatorija. Nakon ovih radnji može se započeti izvlačenje konzolne podkonstrukcije s bušaćim tornjem i sa svim radnjama vezanim uz bušenje. Postupak napuštanja lokacije odvija se spuštanjem trupa do morske površine i postupkom oslobađanja nogu izorskog dna. Poslije završetka radova na lokaciji potrebno je platformu pripremiti za transport (zatvoriti vodonepropusna vrata, sve vanjske ventilacijske otvore) i izračunati položaj težišta platforme. Izvlačenjem nogu pomoću sustava za podizanje i spuštanje nogu, platforma je spremna za transport.





Slika 2-1. Postavljanje samopodizjuće platforme na lokaciji (Tagu Energy, 2015)

### **3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN NAKON NJENE IZGRADNJE**

#### **3.1. Trup**

Trup platforme je oblika modificiranog trokuta duljine 60,960 m i širine 56,692 m (Brodoprojekt, 1985). Dvodno je podijeljeno na tankove dizel goriva i industrijske vode, dok je preostali dio trupa podijeljen na tankove balasta, predopterećenja, pitke vode i mazivog ulja. Strojarski prostori, koji obuhvaćaju isplachne pumpe, diesel generatore, kompresore zraka, spremnike isplake i cementa, generator slatke vode, uređaj za obradu fekalija, protupožarne, kaljužne i balastne pumpe, tankove isplake, itd. smješteni su ispod glavne palube na krovu dvodna. Na pramčanom dijelu glavne palube nalazi se prostor za smještaj 75 osoba, koji uključuje svlačionicu, praonicu, kuhinju, blagovaonicu, prostor za rekreaciju, urede, ambulantu i urede. Također, na glavnoj palubi smještena je i upravljačka prostorija sustava za podizanje i spuštanje nogu koja pruža nesmetani pogled na sve tri noge. Na glavnoj palubi nalaze se i tri kućice u kojima je sustav za podizanje i spuštanje nogu. Helikopterska paluba projektirana je da može primiti helikopter tipa MI8. Konstrukcija, koja nosi toranj, radnu dizalicu, vrtaći stol i ostalu bušaću opremu, smještena je na pomičnom gornjem postolju na krmenom dijelu. Na palubi se također nalaze i dvije dizalice za teret.

#### **3.2. Noge**

Platforma ima tri noge rešetkaste konstrukcije kvadratnog presjeka koji formiraju četiri stupa na razmaku 6,706 m mjereno po stranici. Na dva stupa svake noge pričvršćen je par zupčastih letvi koje odgovaraju zupčanicima sustava za podizanje i spuštanje nogu. Noge su dužine 123,909 m i u dužinu nije uključen dio ispod dna stope koji je dug 2,440 m.

#### **3.3. Stope nogu**

Tri okrugle čelične stope nogu, nalaze se na dnu svake noge, visine su 1,830 m i promjera 14,630 m. Stope nogu na dnu imaju produžetak čija konstrukcija ima oblik okrenute piramide visine 2,440 m. Uloga tih produžetaka je bolje prodiranje u tvrdo tlo. Na vrhu stopa postavljene su klizne plohe oblika piramide koje služe za otjecanje mulja. Papučice su

opremljene cjevovodom za balastiranje i debalastiranje, te sustavom za ispiranje blata prilikom čupanja nogu iz morskog dna.

### **3.4. Sustav za podizanje i spuštanje nogu**

Sustav za podizanje i spuštanje nogu sastoji se od 6 podiznih uređaja i upravljačkog pulta. U kućicama sustava za podizanje i spuštanje nogu na glavnoj palubi smještena su po dva podizna uređaja na svakoj nozi. Svaki podizni uređaj sastoji se od tri para nasuprotno smještenih zupčanika, zasebno pokretanih preko reduktora pomoću trofaznog motora 600 V, 60 Hz, 18 kW. Svaki motor opremljen je disk kočnicom s oprugom koja se kontrolira električnim otpuštanjem preko upravljačkog pulta sustava za podizanje i spuštanje nogu. Uloga kočnica je također i držanje platforme na nogama dok je u radnom položaju. Upravljački pult sustava za podizanje i spuštanje nogu sastoji se od sklopki i gumba za pokretanje prema gore, dolje i zaustavljanje (engl. *“Hull Up”*, *“Hull Down”*, *“Stop”*) za svaku nogu. Za svaku nogu postoje i paneli s voltmetrom, mjerачem frekvencije, gumbom za zaustavljanje u slučaju nužde i raznim signalnim svjetlima. Uređaji od velike važnosti su i libele koje pokazuju nagib platforme prilikom spuštanja nogu. Normalna brzina kretanja nogu je 0,335 m/min (1,1 ft/min) (Brodoprojekt, 1985).

### **3.5. Sustav za pomicanje konzolne podkonstrukcije**

Konzolna podkonstrukcija nalazi se na kliznim stazama, pomoću kojih se izvlači izvan gabarita platforme na krmenoj strani. Poprečno i uzdužno pomicanje tornja obavlja se pomoću hidrauličkih uređaja upravljanih s palube ispod podištа tornja. Postoje ukupno četiri hidraulička uređaja, a pomicanje se ostvaruje istovremenim radom dva hidraulička uređaja. Maksimalni uzdužni pomak centra bušotine iznosi 10,668 m, a maksimalni poprečni pomak iznosi 3,048 m. Uzdužni pomak se mjeri kao udaljenost od zrcala trupa platforme, a poprečni pomak kao udaljenost osi bušaćeg tornja od središnje osi konzolne podkonstrukcije u lijevom ili desnom smjeru (Brodoprojekt, 1985).

### **3.6. Helikopterska paluba**

Helikopterska paluba projektirana je za slijetanje helikoptera tipa MI8, ali se mogu koristiti i drugi tipovi helikoptera ukoliko ne prekoračuju maksimalnu dozvoljenu poletnu masu. Maksimalna poletna masa iznosi 12000 kg (Brodoprojekt, 1985).

## **4. REKONSTRUKCIJA 2003. GODINE**

Do rekonstrukcije platforme Labin u odnosu na prvobitnu konstrukciju došlo je zbog potrebe za modernijim i tehnološki naprednijim rješenjima kako bi platforma mogla konkurirati na tržištu. Činjenica da platforma Labin posjeduje kvalitetnu konstrukciju i opremu u dobrom stanju pristupilo se rekonstrukciji i povećanju operativnih mogućnosti same platforme. U rekonstrukciju je bilo potrebno uvrstiti sve radove koje su zahtijevali naručitelji radova, ali i nove tehnologije na svjetskom tržištu. Platforma Labin je tako velikom rekonstrukcijom i ozbiljnim zahvatima na njoj postala modernija platforma s boljim operativnim karakteristikama, a samim time i konkurentnija na tržištu. Projekt rekonstrukcije platforme započeo je u ožujku 2003. godine, kada se krenulo u izradu idejnog projekta. Studija glavnog projekta izrađena je na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, u skladu s pravilima klasifikacijske kuće ABS koja je u konačnici i odobrila izvršenje projekta. Projekt je započeo dolaskom platforme u brodogradilište Nauta Lamjana 14. studenog 2003., a završen je 9. svibnja 2004.

### **4.1. Nadogradnje na platformi**

Osnovni zadatak rekonstrukcije bio je povećanje promjenjivog opterećenja platforme na 2000 tona za uvjete bušenja. Time se, osim poboljšanja bušačkih i maritimnih mogućnosti, povećala efikasnost i ekonomičnost platforme. Povećanje promjenjivog opterećenja platforme postiglo se sljedećim radnjama:

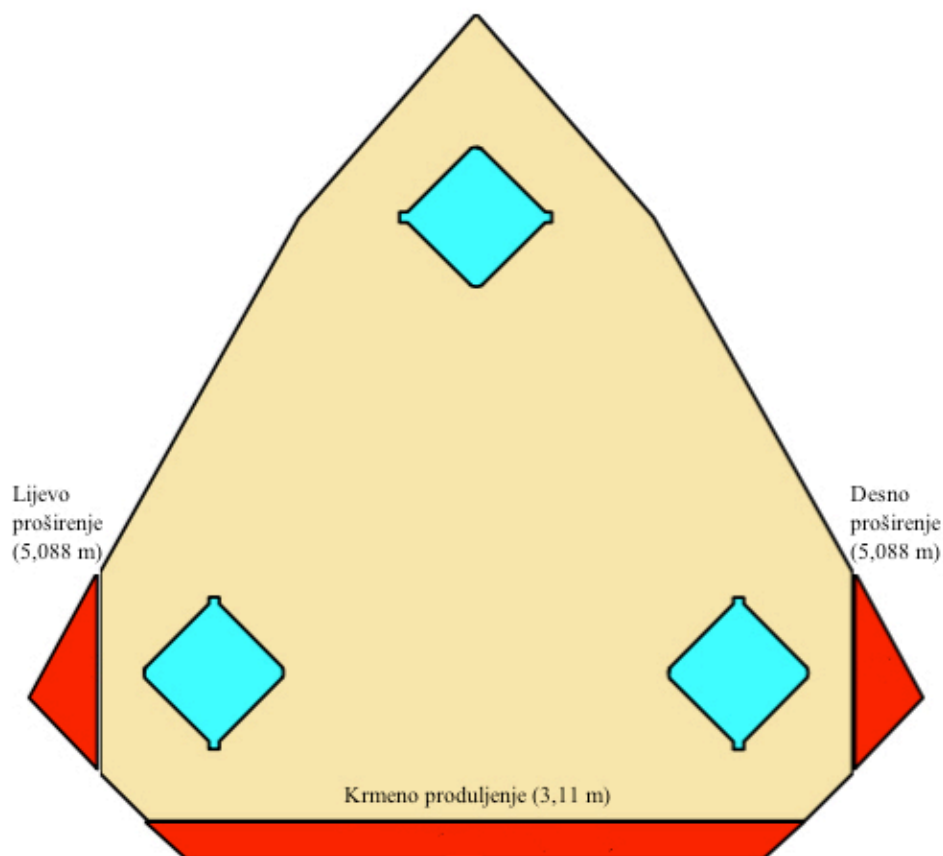
- demontiranjem podkonstrukcije bušačkog tornja i konzolne podkonstrukcije sa svom opremom,
- izradom i montiranjem nove konzolne podkonstrukcije, nove klizne staze, novih okretnih kliznih krmernih ležajeva, kliznih protuležajeva i vodilice konzolne podkonstrukcije,
- montiranjem podkonstrukcije bušačkog tornja, bušačkog tornja i ostalih uređaja,
- povećanjem dimenzija trupa platforme i
- nadogradnjom i ojačanjem nogu platforme i sustava za podizanje i spuštanje nogu.

## 4.2. Povećanje dimenzija trupa platforme

Radovi na povećanju dimenzija trupa platforme uključivali su montiranje krmenog produljenja i bočnih proširenja (engl. *blister*) s lijeve i desne strane trupa platforme. Ugradnjom tih elemenata povećane su dimenzije trupa čime se povećao i skladišni prostor unutar trupa. Duljina trupa povećana je na 64,070 m (za 3,110 m), a širina trupa povećana je na 66,868 m (za 5,088 m na lijevu i desnu stranu trupa, ukupno 10,176 m). Nakon rekonstrukcije izrađeno je još četrnaest slobodnih praznih prostora, po dva s lijeve i desne strane i deset na krmenoj strani platforme. U krmenom produljenju pet novih prostora nalaze se u dvostrukom dnu, a pet u gornjem dijelu krmenog produljenja. Povećanjem dimenzija trupa povećala se i plovnost platforme uslijed povećanja uzgona. Za vrijeme tegljenja platforme s lokacije na lokaciju položaj nogu platforme ovisi o vrsti tegljenja. Tako će za oceansko tegljenje (svako tegljenje dulje od 12 h) noge biti najviše spuštene u odnosu na osnovicu trupa platforme kako bi se poboljšala stabilnost platforme. Nakon radova na povećanju dimenzija trupa dolazi do promjene neto težine platforme i položaja težišta. Neto težina ili nepromjenjiva težina podrazumijeva osnovni i stalni teret na platformi koji čine:

- čelična konstrukcija trupa,
- noge i stope platforme,
- ugrađena oprema u trupu i na glavnoj palubi,
- postrojenje za bušenje s opremom.

Osim promjene neto težine i položaja težišta, došlo je i do promjena hidrostatičkih značajki trupa. To se prvenstveno odnosi na maksimalnu istisninu platforme i gaz platforme. Na slici 4-1. prikazan je tlocrt trupa platforme nakon što su povećane dimenzije.



Slika 4-1. Ugradnja bočnih proširenja i krmelog produljenja (Zadravec, 2007)

### 4.3. Produljenje i ojačanje nogu platforme

Produljenjem nogu platforme povećale su se operativne sposobnosti platforme pa se maksimalna dubina mora na kojoj platforma može raditi povećala na 100,6 m u odnosu na prvobitnu izvedbu kada je dubina mogla biti 91,440 m. Svaka noga produljena je na duljinu od 138,410 m (za 14,5 m). Rešetkaste konstrukcije potrebne za nadogradnju nogu su dizalicom visine 147 m podignute na vrh nogu, gdje su namještene u odgovarajući položaj i zavarene. Svaka sekcija za nadogradnju nogu težila je 105 tona. Zbog povećanja opterećenja novougrađenom opremom i produžecima nogu, kako ne bi došlo do izvijanja nogu, one su ojačane četvrtastim profilima debljine 75 mm. Ojačanja su postavljena samo na krmene noge s obzirom da je većina novougrađene opreme i novih elemenata trupa smještena upravo na krmenoj strani platforme. Zbog toga što nije ojačana pramčana noga, kao niti nadograđen sustav za podizanje i spuštanje nogu na pramčanoj nozi, promjenjivo opterećenje platforme nije povećano na predviđenih 2000 tona već samo na 1400 tona. Sve promjene karakteristika

platforme u odnosu na stanje prije rekonstrukcije prikazane su u tablici 4-1. Kada se platforma nalazi u plovnim uvjetima vrlo je važno da uslijed djelovanja vanjskih sila ostane stabilna. Tako se punjenjem balastnih spremnika na pramčanoj strani može poboljšati stabilnost platforme u odnosu na prekretni moment platforme uslijed vjetrova, valova i morskih struja.



Slika 4-2. Produljenje nogu platforme (Zadravec, 2007)

#### **4.4. Nadogradnja sustava za podizanje i spuštanje nogu**

U sustavu za podizanje i spuštanje nogu kao kritični segment smatraju se zupčanci na koje se prenose sva opterećenja na platformi kada je ona podignuta u radni položaj. Dodatna opterećenja uzrokovana prirodnim silama također će se prenositi na zupčanike sustava za podizanje i spuštanje nogu. Zupčanci trebaju biti projektirani tako da izdrže maksimalno opterećenje kod pridržavanja za vrijeme olujnih uvjeta, tj. uslijed izvanrednog stanja na platformi. Projektom je bila predviđena nadogradnja sustava na svim nogama, ali to nije obavljeno pa su nadogradnje napravljene samo na krmenim nogama. Na svaku su nogu dodana po četiri zupčanika (dva para zupčanika). Time se postigla bolja efikasnost platforme, zbog povećanja maksimalnog promjenjivog opterećenja. Sustav za podizanje i spuštanje nogu je tipa National NS 400.





Slika 4-3. Podizanje dodatnog podiznog sustava (Sabljak, 2005)

#### 4.5. Nova konzolna podkonstrukcija

Konzolna podkonstrukcija sastoji se od dva glavna nosača visine 5 m koji su povezani s palubom slagališta cijevi i poprečnim nosačima na koje se oslanja podkonstrukcija bušačkog tornja. S krmene strane, konzolna podkonstrukcija može se izvući izvan gabarita platforme korištenjem kliznih staza na kojima se nalazi. Pomicanjem konzolne podkonstrukcije, pomiče se i podkonstrukcija bušačkog tornja do željene pozicije za bušenje. Postoje točno određene pozicije na koje se bušači toranj može pomaknuti. Pomicanje podkonstrukcije u uzdužnom smjeru odvija se brzinom 0,5 m/min, a u poprečnom 0,6 m/min (Crosco, 2004). Nova konzolna podkonstrukcija omogućila je povećanje maksimalnog uzdužnog i poprečnog pomaka. Tako je uzdužni pomak povećan na 16,764 m (sa 10,688 m), a poprečni pomak na 3,660 m (s 3,048 m). Osim izmjene vodilica po kojima se izvlači konzolna podkonstrukcija, moralo se ugraditi i dva klizna ležaja (engl. *hold on*) i dva protuležaja (engl. *push up*). Uloga kliznog ležaja je pridržavanje konzolne podkonstrukcije na kliznoj stazi uz istovremeno pomicanje, a uloga protuležaja je podupiranje klizne staze. Na konzolnu podkonstrukciju djeluju gravitacijsko i radno opterećenje. Gravitacijsko opterećenje nastaje uslijed opterećenja bušačkog tornja i podkonstrukcije tornja, ali i zbog opreme i bušačkog alata. Iznos dopuštenih radnih sila smanjuje se s obzirom na položaj bušačkog tornja na konzolnoj podkonstrukciji. Tako se dopušteno radno opterećenje smanjuje što je bušači toranj više

izvan gabarita platforme. U uvjetima veće brzine vjetra, s obzirom na vremenske prilike postoje ograničenja vezana uz radove tijekom bušenja (Crosco, 2004):

- brzina vjetra koja prelazi 25,77 m/s (50 čv) - onemogućeno je bušenje,
- brzina vjetra koja prelazi 36 m/s (70 čv) - zaustavlja se bušenje i otpaja se konzolna podkonstrukcija od bušotine,
- brzina vjetra koja prelazi 51,54 m/s (100 čv) - nužno je uvlačenje konzolne podkonstrukcije.



Slika 4-4. Postavljanje nove konzolne podkonstrukcije (Zadravec, 2007)

#### **4.6. Rekonstrukcija smještajne jedinice**

Kako bi se poboljšali životni i radni uvjeti radnika na platformi, uređen je stambeni prostor. Prema visokim standardima i uz poštivanje suvremenih standarda kvalitete smještaja posade izrađene su samo jednokrevetne i dvokrevetne sobe. Tako je smještajni kapacitet na platformi povećan sa 75 na 98 ljudi. Osim soba posade, napravljeni su i nove zajedničke prostorije. Najbitnija poboljšanja u stambenom dijelu su protupožarni sustav, detektori vatre, novi klima uređaji, sanitarni čvorovi u sobama, ambulanta i soba za tjelovježbu.

#### 4.7. Ugradnja treće palubne dizalice

Dodavanjem treće palubne dizalice na krmenoj strani platforme omogućena je potpuna pokrivenost prostora glavne palube. Zbog položaja na krmi, omogućeno je korištenje dizalice i izvođenje radova na konzolnoj podkonstrukciji dok je bušači toranj izvučen izvan gabarita platforme. Palubna dizalica je tipa National OS-435 ukupne težine 110 tona (s 30 tona tereta). Kada je opterećenje na kuki veliko ili kada je bušači toranj jako izvučen, potrebno je smanjiti opterećenje na palubnoj dizalici.

#### 4.8. Ostale nadogradnje

Od ostalih nadogradnji važne su:

1. Dodavanje čamaca za spašavanje sukladno povećanju kapaciteta stambenog prostora;
2. Ugradnja treće isplačne sisaljke s pripadajućim visoko i niskotlačnim sustavom cjevovoda. Koristila bi se u slučaju kvara jedne od radnih isplačnih sisaljki.
3. Povećanje kapaciteta spremnika isplake;
4. Sustav za obradu isplake i odvajanje nabušenih čestica.
5. Cementacijski agregat s visokotlačnim cementacijskim vodovima, koji je iz trupa platforme premješten na glavnu palubu;
6. Preventerski sklop za sekundarnu kontrolu tlaka u bušotini s kontrolnim panelom;
7. Akumulatorska jedinica za aktiviranje preventerskog sklopa;
8. Obnova bušačeg tornja i postavljanje na novu konzolnu podkonstrukciju;
9. Novi protupožarni sustav s alarmima u slučaju pojavljivanja otrovnih i zapaljivih plinova ( $H_2S$  i  $CH_4$ ). Sustav se sastoji od senzora, zvučno-svjetlosnih alarma i kontrolnih panela;
10. Novi sustav otpadnih voda sa spremnikom za njihovo skupljanje (engl. *zero pollution tank*).

Tablica 4-1. Promijenjene karakteristike platforme Labin nakon rekonstrukcije 2003. godine (Ćorić et al, 2004)

	Prije rekonstrukcije	Nakon rekonstrukcije
<b>Glavne dimenzije</b>		
Masa platforme	7525 t	8986 t
Širina na glavnoj palubi	56,69 m	66,87 m
Duljina na glavnoj palubi	60,96 m	64,07 m
Visina palube bušačeg tornja iznad osnove	15,24 m	16,125 m
Visina nogu	122,08 m	136,56 m
Visina nogu + stope nogu	123,93 m	138,32 m
Iskoristiva visina nogu ispod trupa	105,76 m	120,15 m
Radna dubina mora	91,5 m	100,6 m
Korisna nosivost na palubi	1200 t	1400 t
<b>Uređaj za podizanje i spuštanje nogu</b>		
Broj zubaca po nozi	12	16/12 (na dvije noge 16)
Kapacitet dizanja po nozi	2640 t (220 t po zupcu)	3520 t/2640 t
Kapacitet držanja po nozi	3000 t (250 t po zupcu)	4000 t/3000 t
<b>Uređaj za pozicioniranje bušačeg tornja</b>		
Maksimalni uzdužni pomak	10,67 m	16,76 m
Maksimalni poprečni pomak	3,05 m	3,66 m

## 5. REKONSTRUKCIJA 2014. GODINE

Opseg svih potrebnih radova na platformi Labin nalazi se u tablici 5.1. Projekt rekonstrukcije platforme sastojao se od 106 zadataka koji su podijeljeni u kategorije: trup (struktura), pomorska oprema i sustavi, bušaća oprema i sustavi, sigurnosna oprema i sustavi, sustavi i oprema za podizanje, električni i elektroenergetski sustavi, sustavi tlaka zraka, komunikacija i obrada podataka i smještajne jedinice. Kao najvažnije i najopsežnije radove može se izdvojiti:

- ugradnja pramčane ekstenzije i uzgonskih spremnika,
- obnova nogu platforme,
- ugradnja nove helikopterske palube,
- ugradnja novog sustava dobave morske vode,
- ugradnja zračno hlađenog izmjenjivača topline i upotreba novog sustava ventilacije,
- remont isplačnih sisaljki, glavnih motora i generatora i
- zamjena glavnog sklopnog bloka.

Tablica 5-1. Popis svih potrebnih radova (Crosco 2015b, 2015)

Opis		Kratki opis radova
<b>Trup, struktura</b>		
1	Pramčana ekstenzija - dodatni uzgonski spremnik	Potrebno je ugraditi dodatni uzgonski spremnik kako bi se poboljšala stabilnost.
2	Spremnici za predopterećenje - obnova čelika	Potrebna izmjena čelika u spremnicima za predopterećenje, potrebno povećanje debljine stijenke za 30% nakon mjerenja debljine stijenke.
3	Spremnici za predopterećenje - skele	Potrebno je postaviti skele u spremniku za predopterećenje kako bi se moglo raditi u njima.
4	Glavna paluba - obnova čelika	Potrebna izmjena čelika na glavnoj palubi, potrebno povećanje debljine stijenke za 30% nakon mjerenja debljine stijenke.
5	Isplačni bazeni - obnova čelika	Promjena čelika - pregrada pored SCR sobe.
6	Konzolna podkonstrukcija - nogostup/ obnova čelika	Postavljanje rešetki nogostupa nakon uklanjanja starih koji nisu zadovoljavajući.
7	Palubne kućice - popravak/ modifikacija	Sve palubne kućice moraju se popraviti kako bi bile vodonepropusne. Potrebno ih je modificirati kako bi se spriječilo skupljanje odljernih voda na glavnoj palubi.

8	Nogostupi, stepenice i rukohvati - popravak/ zamjena	Većina nogostupa, stepenica i rukohvata ne zadovoljava minimalne sigurnosne uvjete. Nema protukliznih površina, nagib stepenica je prevelik, a rukohvati su korodirali, svinuti ili nisu pravilne veličine.
9	Vodonepropusna vrata, pregrade i otvori	Većina vodonepropusnih komponenti zahtjeva pravilnu pažnju. Gumena brtvila su u lošem stanju, a sustavi za zatvaranje nisu pravilno podešeni da osiguraju pravilno zatvaranje.
10	Platforma s ljestvama za ukrcaj	Uže više ne može omogućiti silazak u vodu na kontrolirani način od srpnja 2008. Ljestve za ukrcaj moraju biti postavljene kao sredstvo za evakuaciju. Potrebno je proizvesti i instalirati novu platformu na koju će se smjestiti ljestve.
11	Platforma za eksplozive	Potrebno ugraditi novu platformu s obzirom da stara ne zadovoljava trenutne standarde i potrebne za veličinom/težinom eksplozivne kutije.
12	Jedinica provodnika - novi temelj	Potrebno je proračunati kapacitet temelja provodnika, uključujući i proračun za četvrtu palubu smještaja
13	Noge - zamjena ljestvi	Pretpostavlja se da je 2/3 svih ljestvi na nogama je u lošem stanju.
14	Noge - zamjena anoda	Većina anoda je potrošena i ne služi svojoj svrsi. Potrebno je ugraditi 330 anoda na sve tri noge.
15	Noge - popravak zupčaste letve	Neki dijelovi zupčaste letve su oštećeni. Pretpostavlja se da je potrebno zamijeniti oko 36 metara zupčaste letve.
16	Noge - sustav mlaznog cjevovoda	Sustav mlaznog cjevovoda je vrlo star i u lošem stanju. Pretpostavlja se da je potrebno zamijeniti 2/3 sustava cjevovoda za ispiranje.
17	Noge - skele	Postavljanje skela - potrebno za pjeskarenje, bojenje, promjenu zupčaste letve, anoda, cjevovoda, ljestvi.
18	Noge - SPS	Special Periodical Survey (ABS) - potrebno za obnovu klase.
19	Modifikacija helikopterske palube - CAP 437	Postojeća helikopterska paluba ne zadovoljava uvjete specifikacije CAP 437, potrebne modifikacije: povišenje platforme za oko 3 m, instalacija zero-pollution sustava, povećanje palube.
20	Opremanje helikopterske palube - CAP 437	Postavljanje ostale potrebne opreme prema specifikaciji CAP 437: osvjetljenje, protupožarni sustavi, mreža za slijetanje helikoptera.
21	Inspekcija i certificiranje helikopterske palube	Inspekcija i certificiranje helikopterske palube od agencije za certificiranje helikopterskih paluba (HCA).
22	Puknuća kabela	Potrebna zamjena starih čija upotreba nije više prihvatljiva s onima tipa Roxtec.
23	Potporna kabelima	Djelomična obnova.

24	Baklja	Potrebna promjena pozicije baklje zbog problema tijekom tegljenja. Nova konfiguracija treba biti vertikalna, umjesto horizontalna.
25	Spremnici za preopterećenje - pjeskarenje i bojenje	Pjeskarenje i bojenje
26	Trup - pjeskarenje i bojenje	Pjeskarenje i bojenje
27	Noge - pjeskarenje i bojenje	Pjeskarenje i bojenje
28	Helikopterska paluba - pjeskarenje i bojenje	Pjeskarenje i bojenje
29	Konzolna podkonstrukcija - bojenje oštećenih stalaka za cijevi	Pjeskarenje i bojenje
30	Bušaći toranj - mehaničko čišćenje i bojenje	Pjeskarenje i bojenje
<b>Pomorska oprema i sustavi</b>		
31	Sidrena vitla - zamjena žičane užadi	Sidrene linije su jako stare i lošem su stanju. Kupljene su nove sidrene linije i potrebno ih je ugraditi.
32	Sustav podizanja i spuštanja nogu	Prema preliminarnom izvješću potrebno je napraviti neke manje popravke na sustavu.
33	Krmena ekstenzija - pretvorba praznog prostora u skladišni	Krmena ekstenzija dodana je 2004. godine i bila je klasificirana kao prazan prostor podijeljen u 5 sekcija. Zbog manjka skladišnog prostora, potrebno je pretvoriti prazan prostor u skladišni dodavanjem vodonepropusnih vrata, detektora dima te rashladnog (HVAC) sustava.
34	Ventilacija ispod glavne palube - popravak/ nadogradnja	Postojeću ventilaciju ispod glavne palube potrebno je nadograditi i djelomično izmijeniti. To uključuje dizajn, proračun, konstruiranje i instaliranje.
35	Sustav morske vode - popravak i modifikacija cjevovoda	Cjevovod morske vode je u lošem stanju. Pretpostavlja se da je potrebno zamijeniti 1/3 cjevovoda i opreme cjevovoda. Potrebno je napraviti neke modifikacije zbog instalacije bubnja za morsku vodu i zračnog izmjenjivača topline.
36	Postavljanje novog sustava za dobavu morske vode/ zamjena dubinske pumpe	Dubinska pumpa i postavljanje bubnja za nepročišćenu vodu stvaraju veliki broj problema i velike troškove održavanja. Prijedlog je da se stari sustav zamjeni s bubnjevima za nepročišćenu vodu koji se uobičajeno koriste na samopodizućim platformama. Novi sustav biti će pouzdaniji i stvarati će manje troškove.
37	Zračni izmjenjivač topline - postavljanje	Sustav hlađenja glavnih motora je trenutno dio sustava morske vode i ovisi o zračnosti i pumpi morske vode. Prijedlog je da se o modifikira sustav

		hlađenja na zračni izmjenjivač topline. Novi sustav biti će pouzdaniji i stvarati će manje troškove.
38	Sustav predopterećenja i kaljužni sustav - popravak/ zamjena cjevovoda i odušnih ventila	Djelomična zamjena cjevovoda potrebna je zbog mjerenja debljine u preliminarnom izvješću. Ovo područje uključuje inspekciju, servis i testiranje odušnih ventila.
39	Zero pollution sustav - popravak i modifikacija	Skupljanje odljevnih voda u zasebne spremnike i nakon toga ili transportirati na kopno ili pročistiti u separatoru. Ovaj sustav potrebno je modificirati i popraviti kako bi zadovoljavalo uvjete ABS-a.
40	Sustav pitke vode - zamjena/modifikacija cjevovoda	Cjevovod pitke vode je loše kvalitete i korodiran, što utječe na kvalitetu pitke vode. Cijeli cjevovod potrebno je zamijeniti.
41	Sustav pitke vode - novi sustav stvaranja pitke vode	Postojeći sustav je star više od 20 godina i zahtijeva često održavanje. Također, kapacitet mu je premalen kako bi omogućio autonomni rad platforme nekoliko dana, ukoliko se ne može snabdjevati s kopna u slučaju lošeg vremena.
42	Navigacijska i opstruktivska svjetla	Potrebno je postaviti nova navigacijska i opstruktivska svjetla. Postojeća na nogama ne rade i nisu u skladu sa standardom. Bušači toranj i palubna dizalica moraju biti opremljeni sa stalnim opstruktivskim svjetlom.
43	Oprema za pozicioniranje	Žiroskopski kompas i GPS ne rade i trebaju biti zamijenjeni novim.
<b>Bušača oprema i sustavi</b>		
44	Bušači toranj	Inspekcija bušačkog tornja od treće strane - API kategorija III.
45	Bušači toranj - učvrstiti klinom	Središte bušačkog tornja je pomaknuto u odnosu na središte bušotine zbog izvijanja konzolne podkonstrukcije. Kako bi se izbjeglo naginjanje trupa prema pramcu, potrebno je bušači toranj učvrstiti klinom.
46	Vršni pogon - namještanje/ zamjena vodilica	Vodilice vršnog pogona su savijene i izvan središta, potrebno ih je popraviti ili djelomično zamijeniti.
47	Vršni pogon - remont	Potrebno napraviti petogodišnji servis i testiranje kod proizvođača.
48	Prigušni razvodnik - zamjena	Kupljen je novi prigušni razvodnik i treba ga postaviti umjesto starog. Potrebno je napraviti neke modifikacije na ulazima/izlazima. Potrebno je sapnicu prilagoditi novoj konfiguraciji.
49	Vodovi za prigušivanje i gušenje - popravak/ zamjena	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
50	Kućica bušača - obnova	Potrebno je zamijeniti stakla, stolicu i ugraditi klima uređaj u kućicu bušača.



51	Vodovi za testiranje bušotine - popravak/zamjena	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
52	Visokotlačni vodovi za cementaciju - popravak/zamjena	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
53	Visokotlačni isplačni vodovi - popravak/zamjena	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
54	Hidrantski razvodnik - zamjena vodova	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
55	Guskin vrat na stojci - zamjena	Potrebno ugraditi normalna koljena umjesto guskinog vrata - prema API.
56	Isplačne pumpe - remont	Potrebno napraviti remont isplačnih pumpi 1 i 2 prema preporukama proizvođača.
57	Isplačne pumpe - testiranje kompenzacijske komore	Kompenzacijske komore na svim isplačnim pumpama potrebno je rastaviti, pregledati i testirati od treće strane, nakon čega treba dostaviti certifikat.
58	Isplačni usisni vodovi - dodati prirubnicu cijevi	Potrebno napraviti modifikacije da se omogući čišćenje i ispiranje usisnih vodova.
59	Isplačni bazeni - dodatne miješalice	Dodatne miješalice potrebne su da bi se omogućilo efikasnije čišćenje i umanjila mogućnost nakupljanja mulja u kutovima isplačnog bazena
60	Spremnici cementa i barita - inspekcija treće strane	Vizualna inspekcija i mjerenje debljine stijenki od treće strane. Potrebno dostaviti certifikat.
61	Kompenzacijski spremnik - indikator težine	Indikator težine ne pokazuje točne vrijednosti zbog nepravilnog postavljanja. Potrebno je napraviti modifikacije na ulaznom vodu u kompenzacijski spremnik.
<b>Sigurnosna oprema i sustavi</b>		
62	Protupožarni sustav - zamjena cjevovoda	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
63	Čamci za spašavanje i sohe za čamce 1 i 2	Petogodišnji servis i inspekcija od proizvođača ili ovlaštene kompanije.
64	Čamci za spašavanje i sohe za čamce 3 i 4 - modifikacija/zamjena	Čamci za spašavanje 3 i 4 su stari i ne zadovoljavaju trenutne standarde i propise. Oba čamca i obje sohe potrebno je modificirati ili zamijeniti kako bi bili u skladu s novim zahtjevima.
65	Čamac za brzo spašavanje - obnova	Obnova čamca za brzo spašavanje prema preporukama proizvođača.
66	Čamac za brzo spašavanje - postavljanje uređaja za lansiranje	Čamac za brzo spašavanje kupljen je 2004., ali bez uređaja za lansiranje. Potrebno je postaviti sohe za čamac kako bi bio u skladu s MODU Code 1989.
67	Vatrodjavni sustav (AUTRONICA) - nadogradnja	Vatrodjavni sustav ne radi kako treba i treba ga popraviti što je prije moguće. To uključuje i nadogradnju sustava kako bi bio u skladu s propisima EX agencije.

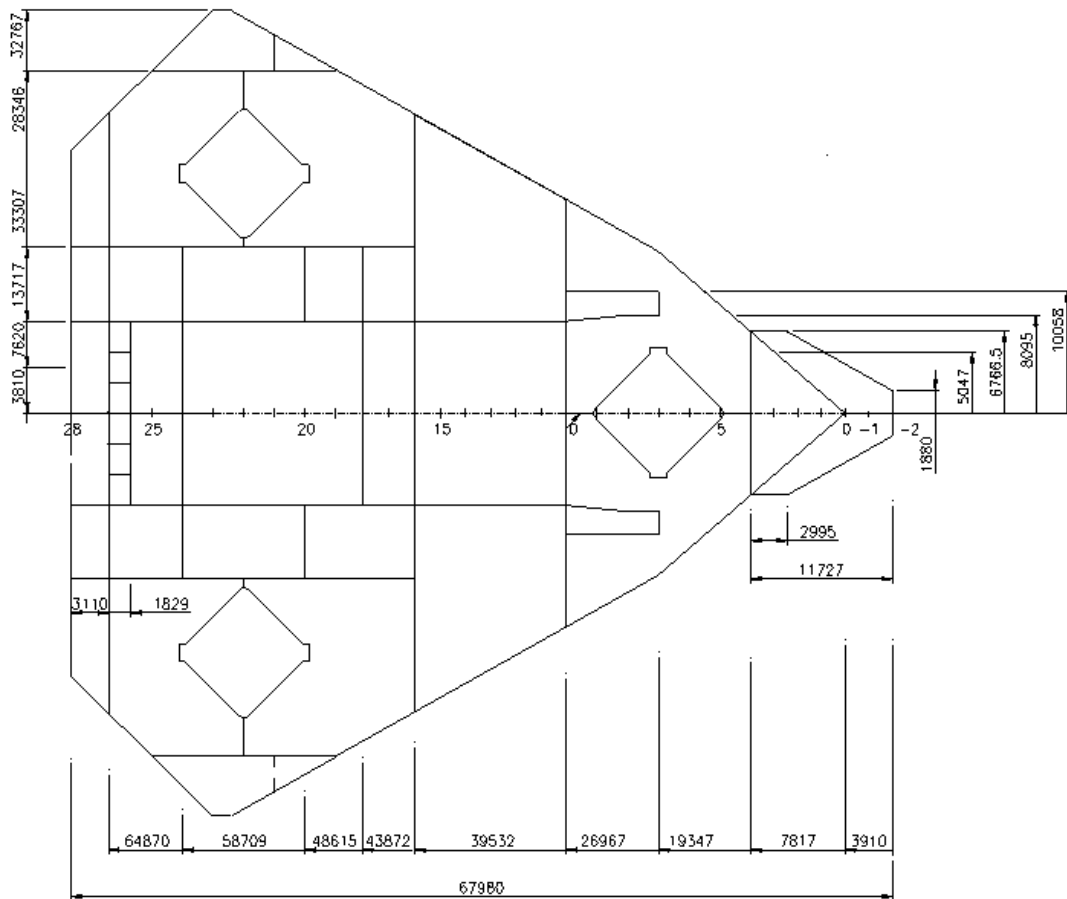
68	Detektori vatre i dima - inspekcija i testiranje	Inspekcija i testiranje od treće strane.
69	Tuševi za hitne slučajeve	Potrebno je postaviti tuševe za hitne slučajeve u blizini vibracijskih sita, podišta tornja, spremnika barita i isplačnih bazena.
<b>Uređaji i oprema za podizanje</b>		
70	Palubne dizalice - inspekcija od treće strane	Potrebno je napraviti inspekciju na palubnim dizalicama od treće strane i napraviti izvještaj inspekcije s preporukama, kako bi se vidjelo kada vi se trebalo napraviti remont.
71	Palubne dizalice - remont	Prema izvještaju treće strane i Crosco-a potrebno je isplanirati remont.
72	Palubne dizalice - test opterećenja	Kao dio petogodišnje inspekcije ABS-a, potrebno je napraviti test opterećenja koristeći potvrđene težine. Praksa je da se koriste vreće napunjene vodom, što omogućuje različita opterećenja, kao što je propisano od strane ABS-a.
73	Kranovi na lijevoj i desnoj strani - nadogradnja indikatora težine	Stari indikator težine je zastario i nepouzdan je. Potrebno ga je zamijeniti novim (MIPEG).
74	Greda za rukovanje i podizanje	Potrebno je izraditi i postaviti gredu za rukovanje i podizanje u cementacijsku sobu.
75	Vitlo za rukovanje preventerskim uređajem - zamjena	Potrebno je postaviti dva zračna vitla na desnu stranu podkonstrukcije bušačkog tornja.
76	Registar opreme za podizanje - priprema	Unajmiti kompaniju treće strane kako bi napravila registar opreme za podizanje.
77	Ušice za privezivanje tereta (engl. <i>padeye</i> ) - inspekcija/zamjena	Pregled svih ušica za privezivanje tereta na platformi i zamjena ukoliko nisu u skladu sa standardu.
78	Radna košara - popravak/zamjena	Potrebno je kupiti novu radnu košaru uz odgovarajuće certifikate.
<b>Električni i elektroenergetski sustavi</b>		
79	Glavni sklopni blok (MCC) - nadogradnja	Ovo područje pokriva sve zahtjeve za zamjenu postojećeg dotrajalog glavnog sklopnog bloka. Zamjena je potrebna zbog nemogućnosti opskrbe svih rezervnih dijelova, smanjene pouzdanosti i ograničenja uslijed postavljanja startera novih motora i prekidača.
80	Oprema prekidača u slučaju opasnosti - čišćenje i testiranje	Testiranje i čišćenje ploče i prekidača za slučaj opasnosti prema zahtjevima ABS-a.
81	Glavni motori - remont	Remont glavnih motora prema preporukama i postupcima proizvođača.
82	Glavni generatori - remont	Remont glavnih generatora - potrebno ih je odvojiti i poslati u radionicu na remont.

83	Razvodna ploča s prekidačima za slučaj opasnosti - dodati prekidač pumpe za miješanje isplake	Dodati jedan prekidač pumpe za miješanje isplake na razvodnu ploču s prekidačima za slučaj opasnosti, potrebni su proračuni.
84	Izmjenični elektromotor - zamjena	Ovo područje obuhvaća zamjenu 5 izmjeničnih elektromotora zbog lošeg stanja i zato što nisu u skladu s pravilima ABS-a.
85	Istosmjerni elektromotor - popravak	Remont 4 istosmjerna motora, što je neophodno za siguran i pouzdan rad.
86	Ispušni vodovi - obnova	Potrebna popravak/zamjena ispušnih vodova glavnih motora.
87	Sidrena vitla - razvodna ploča	Potrebna zamjena razvodne ploče sidrenih vitla. Postojeća su vrlo stara i ne postoje rezervni dijelovi za njih.
88	Varco transferna ploča - servis	Potrebna servis/zamjena istosmjerne transferne ploče. Također, sustav nadtlaka potrebno je zamijeniti s jednostavnijim i pouzdanijim. Istosmjerni relej pokazuje znakove istrošenosti.
89	Kabeli i potrošni materijal	Većina kabela je vrlo stara s vidljivim znakovima istrošenosti izolacije. Pretpostavlja se da će se i neki kabeli oštetiti tijekom rada s čelikom.
<b>Sustavi tlaka zraka</b>		
90	Kompresori zraka i sušila zraka - nova ugradnja	Potrebno zamijeniti kompresore zraka i sušila zraka zbog prekoračenja preporučenog broja radnih sati.
91	Posude za zrak pod tlakom - inspekcija	Potrebna inspekcija i hidro testiranje od autorizirane servisne kompanije (ABS).
92	Rasteretni ventili - inspekcija	Potrebna inspekcija od autorizirane servisne kompanije (ABS).
93	Srednjetačni sustav zraka - obnova i modifikacija cjevovoda	Zamjena vodova prema izvješću o debljini stijenke.
<b>Komunikacija i obrada podataka</b>		
94	Telefonska centrala (PABX) - nadogradnja	Trenutna telefonska centrala nema dovoljan broj telefonskih linija i zbog toga ju je potrebno nadograditi.
95	Razglasni sustav (PA) - servis	Razglasni sustav ugrađen je 2004. godine i potrebno ga je popraviti i nadograditi sukladno zahtjevima (ABS).
96	Interfon	Potrebno je ugraditi interfon na 6 lokacija prema API/MODUSPEC preporukama.
97	TV sustav - zamjena prijemnika	Postojeći TV sustav je u lošem stanju i potrebno ga je zamijeniti novim. Bilo je nekoliko pokušaja servisa, ali bezuspješno.
98	Totalizator volumena isplake (PVT) - zamjena	Postojeći PVT je zastarjele konstrukcije i nepouzdan. Ne postoji ispis bušaćih parametara i rezervni dijelovi. Novi PVT sustav potreban je kako bi se poboljšale bušaće operacije i sigurnost.

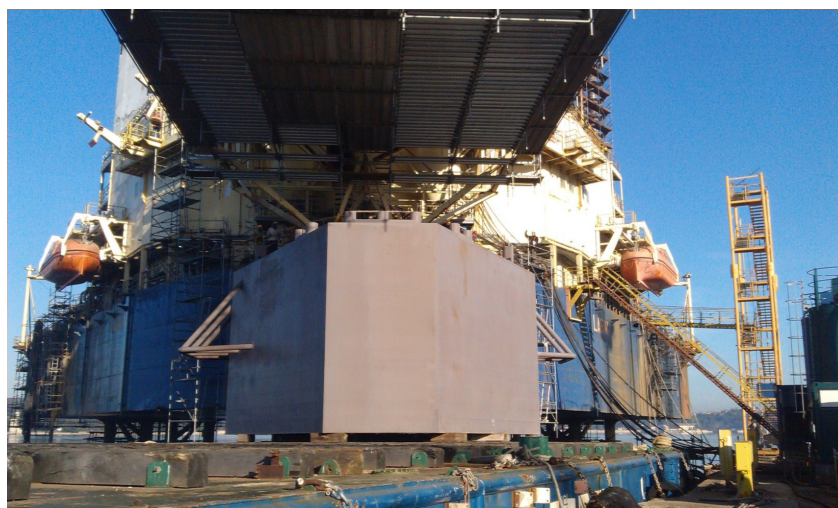
Smještajne jedinice		
99	Smještajne jedinice - obnova poda na glavnoj palubi	Potrebna promjena podova u području glavne palube smještajnih jedinica. Podovi su u lošem stanju sa znakovima pucanja.
100	Smještajne jedinice - obnova pribora	Ovo područje uključuje razni pribor unutar smještajnih jedinica. Uključuje: madrace, perilice rublja, sušila za kosu, hladnjake, posteljinu, TV, aparati za kavu, itd.
101	Smještajne jedinice - popravak/ zamjena cjevovoda pitke vode	Djelomična zamjena cjevovoda pitke vode u smještajnim jedinicama.
102	Smještajne jedinice - otvori ventilacije	Potrebno je popraviti otvor ventilacije u smještajnim jedinicama. Potrebno je skinuti stropne ploče zbog pristupa otvorima.
103	Smještajne jedinice - 4. Paluba	Postavljanje zaštite i izolacije na 4. Palubu smještajnih jedinica
104	Smještajne jedinice - bojenje eksterijera	Bojenje eksterijera smještajnih jedinica uključujući stepenice i sohe čamaca za spašavanje.
105	Glavna paluba - toalet	Nema toaleta na glavnoj palubi, a to nije u skladu sa sanitarnim standardima.
106	Ured skladištara	Ured skladištara treba preseliti iz smještajnih jedinica u skladišni prostor ispod glavne palube. To će omogućiti bolju kontrolu skladišta.

## 5.1. Nadogradnja trupa

Jedan od razloga rekonstrukcije bio je i problem stabilnosti platforme prilikom tegljenja. Naime, prilikom tegljenja dolazilo je do naginjanja platforme i ugrožavanja njene stabilnosti i sigurnosti. Kako bi se taj problem riješio nadgradio se novi dio na pramčanoj strani platforme. Dodatna pramčana ekstenzija ima obujam 442 m<sup>3</sup> i podijeljena je uzdužno na dva balastna spremnika. Spremnici su opremljeni balastnim i kaljužnim sustavom cijevi koji omogućuje njihovo punjenje i pražnjenje. Ugradnja novog produljenja uključuje i ugradnju šahтова, ljestvi, bitvi i zračnih odušnika. Također, je bilo potrebno pomaknuti i utore za sidra na novo produljenje trupa. Nakon ugradnje bilo je potrebno spajanje cjevovoda iz pramčanog produljenja na balastni sustav i sustav morske vode. Bilo je potrebno pjeskariti sav čelik i napraviti kontinuirane varove. Zadnji korak je bilo bojenje nove strukture i provjera kvalitete. Pramčana ekstenzija povećala je dimenzije trupa za 3,910 m pa je trenutna duljina trupa 67,980 m dok su širina i visina trupa ostale iste.



Slika 5-1. Tlocrt trupa platforme s novom pramčanom ekstenzijom (Crosco, 2015b)



Slika 5-2. Postavljanje pramčane ekstenzije (Crosco, 2015c)



Slika 5-3. Završena ugradnja pramčane ekstenzije (Crosco, 2015c)

## 5.2. Nova helikopterska paluba

Helikopterska paluba služi za transport posade i opreme, evakuaciju s platforme u slučaju opasnosti ili prijevoz osobe kojoj je potrebna hitna medicinska pomoć. Kako bi se mogle odvijati sve operacije slijetanja i polijetanja helikoptera, potrebno je da helikopterska paluba bude u skladu sa specifikacijom CAP 437. CAP 437 je specifikacija s pravilima zadanim od agencije za civilno zrakoplovstvo (CAA) i koja nalaže standarde za helikopterske palube na odobalnim postrojenjima. Ta specifikacija definira standarde u dizajnu, osvjetljavanju i obilježavanju helikopterskih paluba. Nakon što je 2013. godine od agencije za certificiranje helikopterskih paluba (HCA) utvrđeno da helikopterska paluba ne odgovara uvjetima zadanim u specifikaciji CAP 437 i da se eventualnom modifikacijom postojeće helikopterske palube ne mogu zadovoljiti isti uvjeti, bilo je potrebno postaviti novu helikoptersku palubu.

Neki od glavnih problema bili su:

- helikopterska paluba sastojala se od više ploča, a potrebno je da bude ravna površina,
- nema strukturnog nadzora koji bi mogao odrediti maksimalnu dopuštenu masu,
- paluba nije bila na dovoljnoj visini za sigurno slijetanje helikoptera.

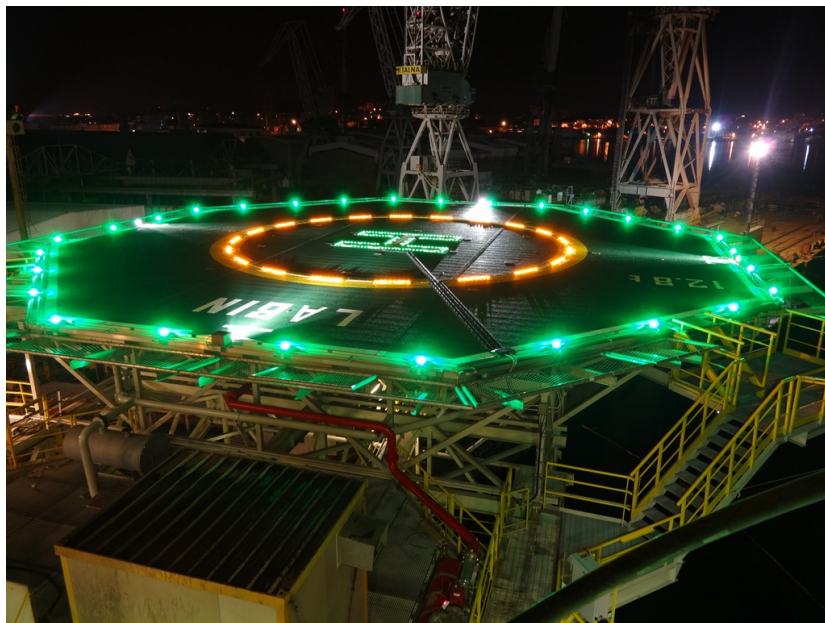
Prijašnji sustav sigurnosti u slučaju požara na helikopterskoj palubi imao je topove koji su bili spojeni na visokotlačni sustav vode. Nova konstrukcija helikopterske palube, prema specifikaciji CAP 437, posjeduje visokotlačni protupožarni sustav integriran u helikoptersku palubu. Nove karakteristike helikopterske palube i tipa helikoptera:

Dimenzije oktogonalne palube: 18,870 m x 20,100 m (61,90 ft x 65,90 ft)

Tip helikoptera: Sikorsky S 61

Promjer elise: 18,9 m (62,00 ft)

Bruto masa: 9300 kg



Slika 5-4. Novi sustav osvjetljenja prema CAP 437 (Crosco, 2015c)



Slika 5-5. Nova helikopterska paluba (Crosco, 2015c)



Slika 5-6. Novi sustav zaštite od požara na helikopterskoj palubi (Crosco, 2015c)



### 5.3. Zamjena glavnog sklopnog bloka

Na platformi Labin trebalo je potrebno zamijeniti dotrajali glavni sklopni blok (MCC), 440V, 60Hz što je uključivalo i nadogradnju novih polja u skladu s pravilima i standardima. Oprema glavnog sklopnog bloka odabrana je tako da može neprekidno raditi s punim nazivnim opterećenjem u sljedećim uvjetima okoline:

- temperatura okoline do 45°C,
- relativna vlažnost 95%,
- tlak 760 mmHg/1000 mbar.

Osim zadanih uvjeta okoline, potrebno je da oprema sklopnog bloka neprekidno radi pri sljedećim promjenama napona i frekvencije:

- u normalnim uvjetima: napon: +/-10%; frekvencija +/- 5%,
- za vrijeme prolaznih pojava: napon +/-10%; frekvencija +/-5%.

Potrebno je da konstrukcija sklopnog bloka bude metalna, modularna i za unutarnju montažu na odgovarajuće postolje. Sklopni blok treba imati sljedeće karakteristike:

- mora biti tropske izvedbe;
- prema zahtjevima klasifikatora, ABS;
- konstrukcija panela ne smije imati čelični lim debljine manje od 2 mm, a ploče s kablskim uvodnicama ne smiju imati čelični lim debljine manje od 2,5 mm;
- visina ne smije biti veća od 2250 mm, a dubina najviše do 700 mm;
- pristup panelima treba biti s prednje strane, radi održavanja i rukovanja;
- sva oprema i odgovarajući dijelovi trebaju se moći zamijeniti bez dodatnih preinaka;

#### 5.3.1. Tehnička specifikacija glavnog sklopnog bloka

Sabirnice sklopnog bloka trebaju biti homogenog presjeka po duljini i izrađene od visoko vodljivog elektrolitičkog bakra. Trebaju biti izvedene tako da izdrže nazivnu struju kratkog spoja u definiranom vremenu, unutar maksimalno dozvoljene temperature zagrijavanja sabirnica. Paneli trebaju biti podijeljeni u nekoliko pregrada (odjeljci za horizontalne i vertikalne sabirnice, odjeljak za kabele, pomoćni odjeljak) pomoću čeličnog lima što će

omogućiti visoki nivo sigurnosti. Izvlačive aparatne grupe trebaju biti izvedene tako da imaju slijedeće položaje: uključeno (engl. *plug in*), test-položaj (engl. *test*) i isključeno (engl. *draw-out*). U svakom položaju treba omogućiti zaključavanje. Elementi za rukovanje, upravljanje i signalizaciju trebaju biti s prednje strane aparatne grupe. Motorske aparatne grupe trebaju biti u osnovi izvedene tako da sadrže: motorski prekidač, sklopnik i termički relej za zaštitu od preopterećenja. U svakom polju treba montirati bakrenu sabirnicu koja služi kao zaštitni vodič i vodič za izjednačenje potencijala. Prekidači (nazivne struje 500A ili više) trebaju imati motorski pogon za napinjanje opruga, mogućnost ručne manipulacije, izvlačive izvedbe, polugu za ručno napinjanje opruga, signalizaciju stanja (uključen, isključen, aktivirana zaštita), s tipkama za uključanje i isključenje i mogućnost zaključavanja u isključenom stanju. Prekidač treba biti opremljen s zaštitnom jedinicom koja ima svoje strujne transformatore i koja ima mikroprocesorsku zaštitu od preopterećenja i struje kratkog spoja s mogućnošću podešavanja iznosa struje i određenog vremenskog zatezanja. Ako drugačije nije navedeno, svaka aparatna grupa treba imati sljedeće tipke: start, stop, reset, zatim ON/OFF i signalne lampice, ampermetar s ampermetarskom preklopkom za očitavanje linijskih struja elektromotora snage 30 kW ili više. Voltmetri trebaju imati skalu s područjem od minimalno 120% nazivnog napona, dok ampermetri trebaju imati skalu s područjem od minimalno 130% nazivne struje. Sklopni blok treba izvesti, instalirati i ispitati prema standardima proizvođača i u skladu sa zahtjevima klasifikatora (ABS) i regulatornog tijela.



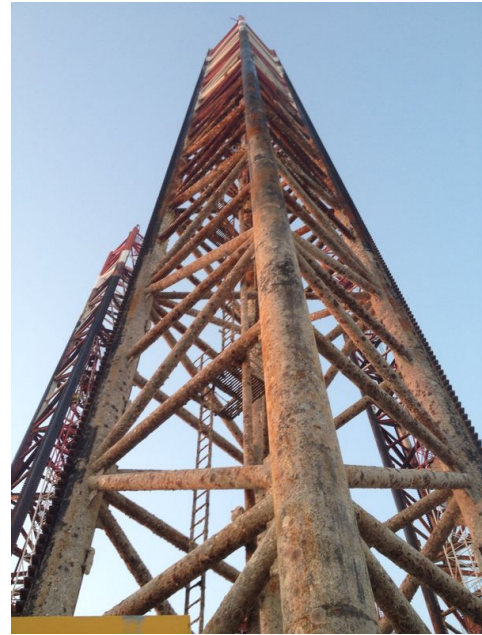
Slika 5-7. Izoliranje pregrada prije ugradnje glavnog sklopnog bloka (Crosco, 2015c)



Slika 5-8. Novi glavni sklopni blok nakon ugradnje (Crosco, 2015c)

#### **5.4. Obnova nogu platforme**

Noge platforme su tijekom rekonstrukcije 2004. godine produljene na duljinu od 138,410 m. Nakon toga, platforma Labin koristila se za odobalne aktivnosti te je bilo potrebno napraviti inspekciju nogu. Inspekcija uključivala je korištenje ne-destruktivnih testiranja (NDE), kao što je ultrazvučno mjerenje debljine (UTM) na temelju vremena potrebnog da se ultrazvučni val vrati do detektora. Ta inspekcija uključivala je provjeru nogu iznad i ispod površine, ali i stopa nogu iznutra i izvana. Provjeru nogu ispod površine bilo je potrebno obaviti vizualno ili nekom vrstom ne-destruktivnog mjerenja. Prilikom provjere nogu i stopa ispod površine mora, bilo je potrebno da ronionci očiste i naprave vizualnu inspekciju stopa nogu. Što se tiče inspekcije iznad površine vode, nakon pjeskarenja bilo je potrebno obaviti vizualnu i ultrazvučnu inspekciju. Ovaj zahtjev je u korelaciji s pravilima ABS-a i MODU klasifikacijom te se zahtijevala inspekcija od strane ovlaštene kompanije za tu vrstu posla.



Slika 5-9. Noge prije obnove (Crosco, 2015c)



Slika 5-10. Noge nakon obnove (Crosco, 2015c)

#### 5.4.1. Sustav mlaznog cjevovoda

Svaka noga opremljena je sustavom mlaznog cjevovoda koji se koristi za utiskivanje vode ispod stopa nogu kako bi se eliminirao vakuum nastao izvlačenjem nogu iz morskog dna. Također, ovaj sustav pomaže u odstranjivanju slojeva mulja na stopama nogu. Taj sustav je prilično star i zbog toga se pretpostavljalo da je u lošem stanju. Pretpostavljalo se da je potrebna zamjena 2/3 duljine mlaznog cjevovoda. Pravo stanje trebalo je utvrditi ultrazvučnim mjerenjem. Ovu preinaku trebalo je uskladiti s ostalim poslovima koji se obavljaju na nogama (bojenje, zamjena ljestvi, zamjena anoda). Pretpostavljalo se da je sustav unutar same stope noge zadovoljavajući, s obzirom na to da su stope nogu naplavljene čitavo vrijeme. Veći problem stvara mlazni cjevovod koji se nalazi iznad stopa nogu.



Slika 5-11. Dotrajali mlazni cjevovod (Crosco, 2015c)

#### 5.4.2. Zamjena anoda na nogama

Katodna zaštita na čeličnim konstrukcijama koje se koriste u morskoj vodi je jedan od glavnih zahtjeva. Princip rada katodne zaštite sa žrtvenim anodama je korištenje žrtvenih komada metala s nižim elektrokemijskim potencijalom. Kada su dva metala u kontaktu jedan

s drugim u prisutnosti vode, metal koji je manje plemenit imati će manji elektrokemijski potencijal. Razlika između tih potencijala i kontakt metala stvoriti će tok električne struje između njih od katode (plemenitiji metal) do anode (manje plemeniti metal). Taj tok struje prema anodi uzrokuje oslobađanje pozitivnih iona, koji se otapaju u vodi. Iz tog razloga na čelične konstrukcije ugrađuju se žrtvene anode. Žrtvene anode su komadi metala koji imaju niži elektrokemijski potencijal u odnosu na metal koji se zaštićuje. One se obično izrađuju od cinka, aluminija ili magnezija, ali najčešće od cinka. Tako se ostvaruje strujni krug između žrtvene anode i metala (npr. nogu) te se troši anoda dok se štiti metal. Nakon što se anoda istroši, počinje se trošiti idući metal s većim potencijalom. Oblik žrtvenih anoda je najčešće četvrtastog oblika ili plosnat i važno je osigurati dobar zavareni spoj anode i metala na koji se ugrađuje. Zamjena anoda na nogama uključuje uklanjanje i ugradnju 330 anoda na sve tri noge.



Slika 5-12. Iskorištene žrtvene anode (Crosco, 2015c)

## 5.5. Sustav dobave morske vode

Zbog potrebe za poboljšanjem sustava dobave morske vode, odlučeno je da će se ugraditi dva nova bubnja s crijevom za dobavu morske vode. Potrebno je da novi sustav zadovoljava sljedeće uvjete:

- duljina crijeva mora biti minimalno 46 m, zbog maksimalne zračnosti koja iznosi 23,5 m i amplitude vala od 17 m te uključenog sigurnosnog faktora,
- potreba za minimalnom dobavom od 450 m<sup>3</sup>/h i
- snaga izmjeničnog električnog motora od 440 V i 60 Hz.

Na platformi su ugrađene dvije dubinske pumpe za opskrbu morskom vodom (engl. *raw water reel*). Uz njih je ugrađena i jedna pumpa velikog kapaciteta za punjenje spremnika za predopterećenje. Potrebno je da crijevo za dobavu, na koje se postavlja uronjiva pumpa, bude otporno na vatru, abraziju i teške operativne uvjete. Novi sustav dobave morske vode konstruiran je tako da ukloni opasnosti i neučinkovitost postojećeg sustava. Također, novi sustav je manji i izrađen od lagane konstrukcije kako bi se uštedjelo na prostoru. Dubinska pumpa spaja se na kraj fleksibilnog crijeva i pomoću bubnja pogonjenog električnim motorom se spušta u vodu. Cijeli sustav je iznimno lagan za postavljanje kao i za korištenje, što omogućuje dobavu velikog volumena morske vode na platformu u kratkom vremenu. Bubnjevi za dobavu morske vode s crijevom su malih dimenzija i teže oko 4 tone. Tehničke karakteristike bubnja za dobavu morske vode (Sea Technology Ltd., 2015a):

**Kapacitet dobave:** Moguće je koristiti s uronjivim pumpama snage od 44 do 150 kW, a sama dobava ovisiti će o snazi pumpe i visini na koju se podiže morska voda;

**Dimenzije:** duljina: 3,35 m (11 ft); širina: 2,13 m (7 ft); visina: 3,23 m (10,6 ft);

**Masa:** 3628,74 kg (8000 lbs);

**Crijevo:** Fleksibilno crijevo promjera 0,1016 m (4 in) sa strujnim kabelom za napajanje;

**Brzina namatanja crijeva:** 9,14 m/min (30 ft/min);

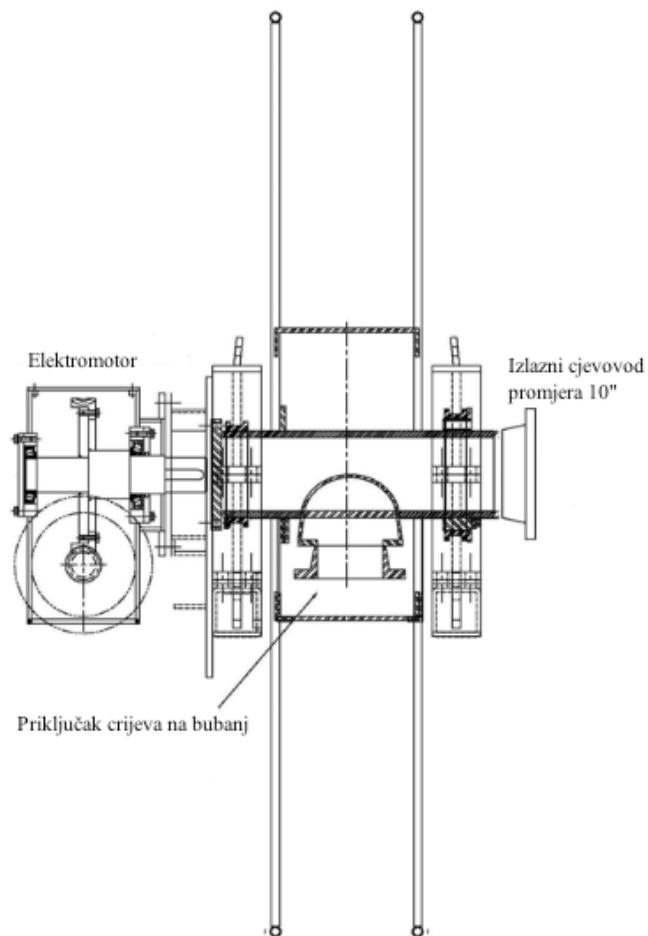
**Pogon:** 480 V (60 Hz) trofazni električni motor snage 9,7 kW.

Potreba za velikom dobavom morske vode u spremnike za predopterećenje zadovoljena je jednostavnim sustavom fleksibilnog crijeva namotanog na bubanj. Fleksibilno crijevo je kombinacija specijalno konstruiranog crijeva plosnatog oblika, promjera 0,2032 m (8 in) i

strujnog kabela za napajanje. Osim većih dimenzija crijeva, dimenzije bubnja su jednake, kao i masa bubnja.



Slika 5-13. Novi bubanj s fleksibilnim crijevom za dobavu morske vode (Crosco, 2015c)

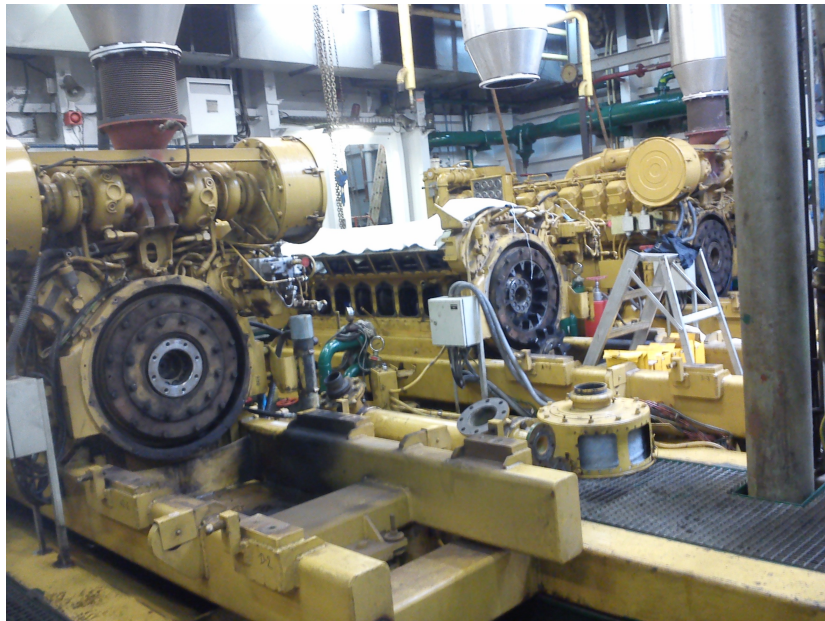


Slika 5-14. Bubanj za punjenje spremnika predopterećenja (Sea Technology Ltd., 2015b)



## 5.6. Ostali veći radovi

- Prema preporukama bilo je potrebno napraviti remont na sva četiri glavna motora tipa CATERPILLAR 3516 i na sva četiri glavna generatora.



Slika 5-15. Radovi na glavnim motorima (Crosco, 2015c)

- Ugradnja novog zračno hlađenog izmjenjivača topline koji ima ulogu kod zamjene postojećeg sustava hlađenja. Postojeći sustav hlađenja funkcionira na način otvorenog sustava morske vode, a novi sustav bi trebao biti zatvoreni sustav s izmjenjivačem topline. Postojeći sustav stvara velike probleme i zahtjeva velika ulaganja u česte popravke.
- Izrada sustava za upravljanje ventilatorima za hlađenje dizel motora - svaki od četiri motora ima svoj hladnjak na kojem su po dva ventilatora s elektromotorima. Sustav treba imati ručni i automatski način rada i treba imati glavni razvodni ormar i daljinski panel.

## 5.7. Test naginjanja

Test naginjanja (engl. *inclining test*) je test koji uključuje pomicanje poznatih težina i mjerenja kuta nagiba plovila. Test naginjanja može se razmatrati kroz dva zasebna zadatka: kao procjena osnovne mase plovila (engl. *lightweight survey*) i kao test naginjanja. Test naginjanja potrebno je napraviti na većini plovila nakon većih promjena. Obično se obavlja blizu obale, u mirnim vodama i zahtijeva da plovilo nije u upotrebi kako bi se moglo pripremiti za provedbu testa naginjanja. Testom naginjanja dobivaju se četiri karakteristike plovila:

1. istisnina (engl. *displacement*)
2. uzdužni centar gravitacije (LCG)
3. poprečni centar gravitacije (TCG)
4. vertikalni centar gravitacije (VCG)

Svrha i uloga dobivanja karakteristika plovila je mogućnost provjere kriterija stabilnosti plovila prilikom bilo koje vrste utovara tereta. Točni i pouzdani podaci testa naginjanja u nekim slučajevima mogu biti od presudne važnosti za samo plovilo. Prema tome, pravilno i točno izvođenje testa naginjanja je od velike važnosti. Ukoliko radovi na plovilu nisu potpuno završeni, vrijeme nije savršeno ili plovilo nije očišćeno kako treba biti, odgovorna osoba treba procijeniti može li se test napraviti.

Osnovna masa plovila (engl. *lightship*) uključuje plovilo koje je gotovo s radovima i na njemu se nalazi samo osnovni teret, bez potrošnog materijala, tereta, posade i tekućina u spremnicima (osim onih potrebnih za rad strojeva - maziva i hidrauličkih fluida). Test naginjanja podrazumijeva pomicanje poznatih težina i mjerenja resultantnog pomaka plovila. Koristeći dobivene informacije, prema osnovnim načelima brodogradnje, određuje se vertikalni centar gravitacije. Procjenom osnovne mase plovila potrebno je odrediti uzdužnu, poprečnu i vertikalnu komponentu mase svakog predmeta. Koristeći informacije za svaki pojedini predmet, izmjerenu visinu statičke vodene linije za vrijeme testa naginjanja, hidrostatičke podatke plovila i izmjerenu gustoću morske vode, mogu se odrediti uzdužni i poprečni centar gravitacije.

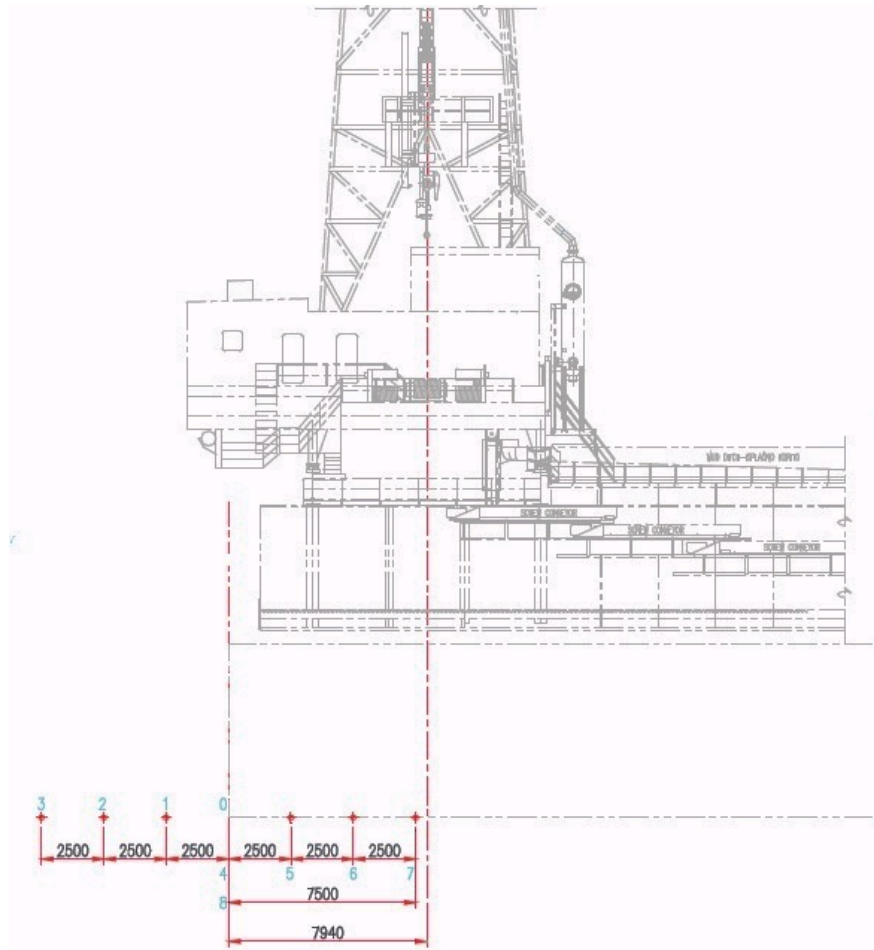
Tijekom testa naginjanja, nagib plovila trebao bi biti samo rezultat pomicanja poznatih težina na plovilu. Međutim, uslijed pomicanja tekućina u spremnicima dolazi do stvaranja dodatnog momenta koji može utjecati na cijeli test. Ukoliko se tekućina nalazi na palubama ili u spremnicima, kada se plovilo nagne tekućina će se premjestiti na nižu stranu plovila,

što će stvoriti dodatni moment. Ako se točno ne zna težina i udaljenost pomaknute tekućine, doći će do greške u proračunu. Taj problem može se riješiti ili pražnjenjem spremnika ili njegovim potpunim punjenjem. Povećanjem širine spremnika, moment koji nastaje zbog slobodnih tekućina povećava se na treću potenciju. Zbog toga, čak ni mali obujam tekućine na dnu širokih spremnika nije prihvatljiv.

Ispravnost rasporeda privezivanja plovila je od velike važnosti. Raspored privezivanja ovisi o puno faktora, ali od posebne važnosti su dubina vode, vjetar i utjecaj morskih struja. Ako je moguće, plovilo bi trebalo privezati u mirno, zaštićeno područje, gdje na njega neće utjecati sile od propelera drugih plovila koja prolaze. Dubina vode ispod trupa mora biti dovoljna kako bi dno trupa bilo potpuno slobodno. Potrebno je uzeti u obzir i utjecaj plime i oseke i prema tome test napraviti kada je voda najdublja. Plovilo treba držati priveznim linijama na krmi i pramcu. Privezne linije trebale bi biti pričvršćene u centru plovila, što bliže vodenoj liniji. Plovilo smije biti privezano samo za obalu, a tegljači trebaju biti s vanjske strane kako bi omogućili kretanje plovila tijekom testa.

#### 5.7.1. Ukupna težina tereta za test naginjanja

Ukupna težina tereta koja se koristi mora biti dovoljna da ostvari minimalni nagib plovila od  $1^\circ$  do maksimalno  $3^\circ$ . Potrebno je koristiti konzolnu podkonstrukciju, podkonstrukciju bušačeg tornja, podište tornja i bušaći toranj kao teret za test naginjanja. Prije početka testa potrebno je izmjeriti masu sve te opreme kako bi se dobili važeći podaci za test naginjanja. Nakon vaganja bitno je da se ne izvršavaju nikakvi dodatni radovi ili se dodaje neka oprema. Na slici 5-16. prikazana je shema ukupnog tereta koji se koristi za test naginjanja i pozicije u kojima će se obavljati mjerenja. Konzolnu podkonstrukciju treba pomaknuti približno 8 metara od početne pozicije i potrebno je izmjeriti točnu lokaciju konzolne podkonstrukcije prije početka testa te mjerna njihala postaviti na nulu. Ta pozicija označit će se kao nulta pozicija ("0") i od nje će se raditi sva mjerenja. Nakon određivanja nulte pozicije, konzolna podkonstrukcija pomiče se prema zadanom rasporedu prikazanom na slici 5-16. Prvo se pomiče tri puta po 2,5 metra (na točke 1, 2, 3) od krme i u svakoj točki se vrše očitavanja mjernih njihala. Nakon toga se vraća u nultu poziciju i iz nje se tri puta po 2,5 metra pomiče u smjeru krme (točke 5, 6, 7) te se u svakoj točki vrše očitavanja. Vrijeme trajanja cijelog testa naginjanja traje približno 4 sata.

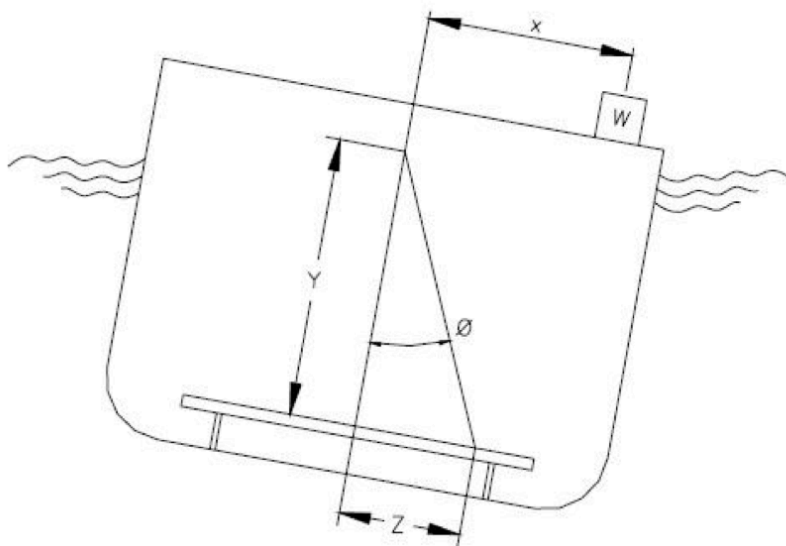


Slika 5-16. Pozicije tornja prilikom testa nagnjanja (Zentech Inc., 2015)

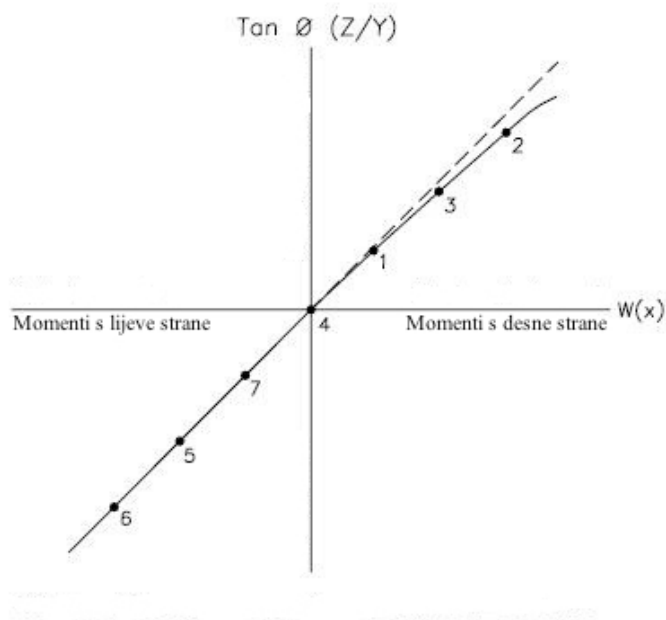
### 5.7.2. Mjerenje kuta nagnjanja

Mjerenje kuta nagnjanja najjednostavnije je objasniti pomoću slike 5-17. Svaki put kada se neka težina ( $W$ ) pomakne za udaljenost ( $x$ ), plovilo će se nagnuti za rezultantni kut ( $\Phi$ ). Kako bi se dobili točni podaci testa potrebno je koristiti minimalno tri mjerna njihala. Mjerna njihala trebala bi se nalaziti u području zaštićenom od vjetra i moraju biti dovoljne duljine da omoguće mjerenje nagiba od tipičnih  $0,7^\circ$  do  $1^\circ$ , do maksimalnih  $3^\circ$  koja se ne smije prekoračiti u testu. Kada se koriste mjerna njihala, mjere se dvije strane trokuta koji je određen njihalom. To su dužine žice njihala ( $Y$ ) i udaljenost žice njihala od početnog položaja ( $Z$ ). Kada se znaju te dvije veličine, kut nagnjanja se jednostavno izračuna kao  $\tan \Phi = Z/Y$ . Ucertavanjem izmjerenih vrijednosti svakog njihala tijekom testa nagnjanja može se otkriti je li bilo nekih netočnih očitavanja. Linija ucrtana u dijagram trebala bi biti pravac pa svaka devijacija od linije indicira na to da je tijekom testa nagnjanja došlo do

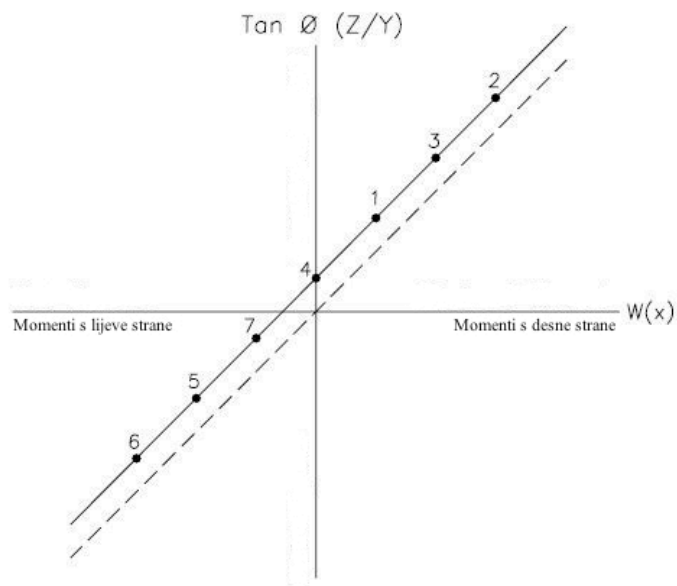
stvaranja nekih dodatnih momenata. Kako bi test bio uspješan potrebno je otkriti što točno uzrokuje devijaciju na dijagramu. Nakon što se ukloni uzrok, test je potrebno ponavljati sve dok se ne dobije pravac. Na slikama 5-18. do 5-20. prikazane su razne devijacije dijagrama.



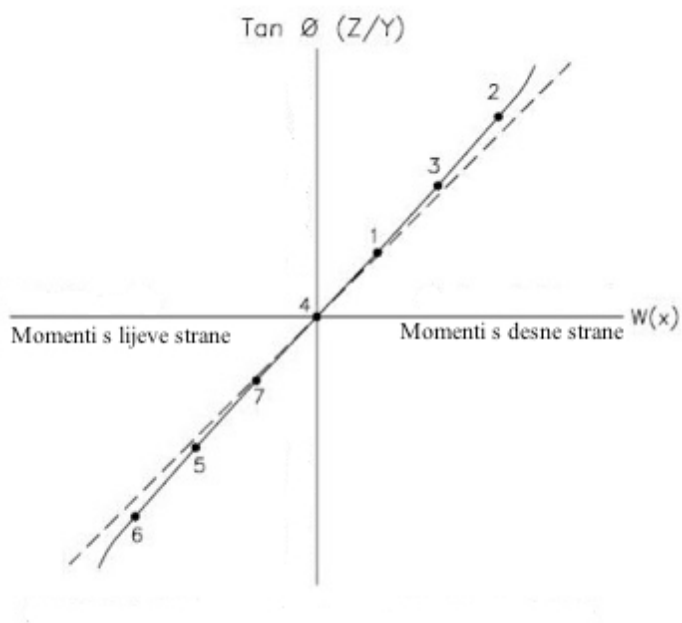
Slika 5-17. Mjerenje kuta nagnjanja (Zentech Inc., 2015)



Slika 5-18. Utjecaj kontakta s dnom ili pridržavanja priveznim linijama (Zentech Inc., 2015)



Slika 5-19. Utjecaj vjetra s lijeve strane na plovilo (Zentech Inc., 2015)



Slika 5-20. Utjecaj slobodnih tekućina na plovilo (Zentech Inc., 2015)

## **6. OPERATIVNE SPOSOBNOSTI I KARAKTERISTIKE PLATFORME LABIN NAKON REKONSTRUKCIJE 2014. GODINE**

### **6.1. Osnovne dimenzije**

#### 1. Dimenzije trupa

Duljina: 67,980 m (223,03 ft)

Širina: 66,866 m (219,38 ft)

Visina: 6,988 m (22,93 ft)

#### 2. Dimenzije nogu i stopa

Duljina nogu (bez stopa): 138,410 m (454,00 ft)

Promjer stope: 14,630 m (48,00 ft)

Visina stope: 1,830 m (6,00 ft)

Visina produžetka stope: 2,440 m (8,00 ft)

Obujam stope: 381,28 m<sup>3</sup> (13454,89 ft<sup>3</sup>)

#### 3. Konzolna podkonstrukcija i podkonstrukcija tornja

Duljina: 32,025 m (105,07 ft)

Širina: 15,240 m (50,00 ft)

Maksimalna duljina izvlačenja konzolne podkonstrukcije u uzdužnom smjeru:  
16,764 m (55,00 ft)

Maksimalno pomicanje podkonstrukcije tornja u poprečnom smjeru:  
3,659 m (12,00 ft)

#### 4. Helikopterska paluba

Dimenzije: 18,870 m x 20,100 m (61,90 ft x 65,90 ft)

Tip helikoptera: Sikorsky S 61

Promjer elise: 18,902 m (62,00 ft)

Bruto masa: 9300 kg (20500 lbs)

Maksimalna poletna masa: 12000 kg (26455 lbs)



## 6.2. Kapaciteti spremnika i ograničenja opterećivanja paluba

### 1. Kapaciteti spremnika tekućeg i krutog materijala

Spremnici pitke vode: 142 m<sup>3</sup>

Spremnici vode za izradu isplake: 620 m<sup>3</sup>

Spremnici goriva: 740 m<sup>3</sup>

Spremnici za predopterećenje: 7142 m<sup>3</sup>

Isplačni bazeni: 255 m<sup>3</sup>

Spremnici krutog materijala (aditiva, npr. barit, bentonit): 144 m<sup>3</sup>

Spremnici cementa: 57,6 m<sup>3</sup>

### 2. Ograničenja opterećivanja paluba

Glavna paluba: 16,7 kN/m<sup>2</sup> (348,8 lbs/ft<sup>2</sup>)

Strojarska paluba: 16,7 kN/m<sup>2</sup> (348,8 lbs/ft<sup>2</sup>)

Podište tornja: 16,7 kN/m<sup>2</sup> (348,8 lbs/ft<sup>2</sup>)

Staze za hodanje: 9,5 kN/m<sup>2</sup> (198,0 lbs/ft<sup>2</sup>)

Kontrolna kućica: 4,3 kN/m<sup>2</sup> (89,8 lbs/ft<sup>2</sup>)

## 6.3. Mogućnosti sustava za podizanje i spuštanje nogu

### 1. Maksimalno nazivno opterećenje po zupčaniku:

Normalno podizanje: 1957,9 kN

Normalno pridržavanje: 2224,9 kN

Maksimalno pridržavanje: 4449,7 kN

### 2. Maksimalno nazivno opterećenje po nozi:

Pramčana noga (12 zupčanika):

Normalno podizanje: 23494,8 kN

Normalno pridržavanje: 26698,8 kN

Maksimalno pridržavanje: 53396,4 kN

Krmene noge (16 zupčanika):

Normalno podizanje: 31326,4 kN

Normalno pridržavanje: 35598,4 kN

Maksimalno pridržavanje: 71195,2 kN

#### **6.4. Maksimalno promjenjivo opterećenje**

Olujni uvjeti: 1400 t

Bušenje: 1854 t

Predopterećenje: 7619 t

Podizanje: 2845 t

Tegljenje: 3210 t (1992,4 t)<sup>2</sup>

#### **6.5. Ukupna težina i hidrostatičke karakteristike platforme**

1. Ukupna težina platforme (samo stalni teret):

Trup: 5167,02 t

Konzolna podkonstrukcija i podkonstrukcija tornja: 946,83 t

Noge i stope: 3319,90 t

Ukupna težina: 9433,45 t

2. Hidrostatike karakteristike platforme:

Linija istisnine: 12332,0 t

Linija gaza: 4,30 m

Maksimalna istisnina prije podizanja: 12332,0 t

Maksimalni gaz prije podizanja: 4,30 m

Povećanje istisnine s povećanjem gaza: 25,53 t/cm

---

<sup>2</sup> Maksimalna veličina promjenjivog opterećenja prije podizanja platforme

## 6.6. Operativne mogućnosti platforme Labin

Maksimalna dubina mora: 100,6 m

Minimalna dubina mora: 12,0 m

Maksimalna dubina bušenja: 6000<sup>3</sup> m

Maksimalna zračnost: 23,5 m

Visina vala: 15,2 m

Period vala: 13,5 s

Dopuštena brzina vjetra: 36 m/s (70 čvorova)

## 6.7. Ugrađena oprema na platformi

### 6.7.1. Oprema za sidrenje

Platforma je opremljena sa četiri sidrene linije duljine oko 900 m, promjera 0,0413 m (1 5/8 in). Prekidna nosivost sidrenih linija iznosi 125 t. Uređaji za namatanje sidrenih linija ili sidrena vitla sastoje se od dva jednostruka i jednog dvostrukog vitla tipa AW 840-1200. Najveće dozvoljeno povlačenje na vitlo iznosi 22,9 t. Na platformi se nalaze i četiri sidra tipa Off Drill II Anchora, a težina svakog sidra je 3,6 t. Uz opremu za sidrenje, postoji i oprema za tegljenje platforme, a ona se sastoji od dvije linije za tegljenje promjera 0,0635 m (2 1/2 in) i lanca duljine 27,5 m. Prekidna nosivost lanca iznosi 110 t (Crosco 2015a).

### 6.7.2. Palubne dizalice

Na platformi se nalaze ukupno tri palubne dizalice. Dvije dizalice tipa National OS-215 smještene su s lijeve i desne strane platforme u blizini podiznih uređaja krmernih nogu. Treća palubna dizalica tipa National OS-435 nalazi se na krmenoj strani platforme, a samim time ima mogućnost izvođenja radova na konzolnoj podkonstrukciji dok je ona u izvučenom položaju. Palubne dizalice tipa National OS-215 imaju krak duljine 42,7 m i maksimalnu nosivost tereta od 30,8 t. Treća palubna dizalica, tipa National OS-435, ima također krak duljine 42,7 m, ali maksimalna nosivost tereta je 29,95 t.

---

<sup>3</sup> Maksimalna dubina bušenja od 6000 m uz korištenje bušaćih šipki promjera 0,127 m (5 in)

### 6.7.3. Sustav za opskrbu energijom

Sustav za opskrbu energijom sastoji se od glavnog i pomoćnog sustava za opskrbu energijom. Glavni sustav opskrbe energijom pokreću četiri dizelska motora tipa Caterpillar D-3516, svaki snage 1200 kW (pri 1200 o/min). Potrošnja dizelskih motora iznosi 2,5-4 t goriva dnevno. Osim dizelskih motora sustav za opskrbu energijom sastoji se od četiri trofazna električna generatora tipa Caterpillar SR 4, maksimalne snage 1671 kVA, izlaznog napona 600 V, 60 Hz. Glavni sustav za opskrbu energijom mora konstantno snabdijevati: vršni pogon, dubinske sisaljke, kaljužni sustav, kompresore, ventilaciju, komunikacijsku opremu, stambeni dio, opskrbu svježom vodom, sustav detektora plina i vatre, itd.

Pomoćni sustav za opskrbu energijom pokreće se automatski ukoliko dođe do prekida rada glavnog sustava opskrbe energijom. Pokreće ga dizelski motor tipa Caterpillar D-3508 snage 590 kW (pri 1200 o/min). Motor pokreće trofazni električni generator tipa Caterpillar SR 4B, maksimalne snage 700 kVA, izlaznog napona 440 V, 60 Hz. Kako bi se osigurala mogućnost korištenja pomoćnog sustava za opskrbu energijom u vremenu od 24 sata, ugrađen je spremnik goriva obujma 3240 m<sup>3</sup>. Pomoćni sustav za opskrbu energijom mora snabdijevati: preventerski sklop, komunikacijsku opremu, alarmni sustav, signalnu rasvjetu, protupožarni sustav, jednu dubinsku sisaljku, kaljužni sustav, sustav spuštanja čamaca za spašavanje, itd.

### 6.7.4. Bušaća oprema

Bušaći toranj je čelične konstrukcije visine 44,81 m (147 ft) i širine 9,14 m (30 ft). Maksimalna statička nosivost na kuki iznosi 462 t (odobreno 418 t). U toranj se mogu postaviti bušaće šipke duljine 4300 m (11400 ft), promjera 0,127 m (5 in) i teške šipke duljine 286 m (940 ft). Nepomično kolotruje na vrhu tornja je tipa National 860 K, nosivosti 529 t sa sedam utora za bušaće uže promjera 0,0381 m (1 1/2 in). Pomično kolotruje je tipa National 660 H-500, nosivosti 454 t sa šest utora za bušaće uže promjera 0,0381 m (1 1/2 in). Kuka proizvođača BJ, tipa DYNAPLEX ima maksimalnu nosivost 550 t. Isplačna glava je tipa Emsco LB-650, nosivosti 590 t. Bušaći toranj opremljen je vršnim pogonom tipa Varco TDS-3S, nosivosti 535 t. Vršni pogon je pogonjen električnim motorom tipa General Electric 752 High Torque. Najveća brzina rotacije je 250 o/min, a prosječna brzina je 150 o/min. Vrtaći stol je tipa National 375 s maksimalnim otvorom od 0,9525 m (37 1/2 in),

nosivosti 550 t. Buban dizalice je tipa National 1320-UE s četiri brzine dizanja. Pokreću ga dva električna motora tipa General Electric GE 752, snage 600 kW. Uz glavnu kočnicu koja služi za zaustavljanje bušaćih alatki, postoji i pomoćna kočnica tipa Baylor Elmagco 7040 koja služi samo za usporavanje bušaćih alatki kod spuštanja. Bušace uže je promjera 0,0381 m (1 1/2 in), tipa Bridon 6x19 IWRC.

#### 6.7.5. Isplačni sustav

Isplačni sustav sastoji se od isplačnih sisaljki, tlačnog cjevovoda, izljevni cijevi, sustava za pročišćavanje i otplinjavanje isplake, i sustava za izradu i obradu isplake. Platforma je opremljena s tri jednoradne trocilindrične isplačne sisaljke tipa National 12-P-160, izlazne snage 1193 kW. Isplačne sisaljke pogonjene su s dva električna motora General Electric GE 752, izlazne snage 600 kW. Treća isplačna sisaljka ima namjenu rezervne sisaljke u slučaju kvara jedne od isplačnih sisaljki. Osim glavnih isplačnih sisaljki koriste se i pomoćne sisaljke. Tri sisaljke tipa Mission 6x8, koje pokreće električni motor snage 75 kW služe za miješanje isplake u isplačnim bazenima, a dvije pomoćne sisaljke tipa Magnum 6x8, koje pokreće električni motor snage 41 kW, osiguravaju konstantnu dobavu isplačnim sisaljka. Cijeli tlačni cjevovod isplačnog sustava projektiran je na radni tlak od 344,7 bar (5000 psi). Sustav se sastoji od dvije isplačne stojke promjera 0,1016 m (4 in), dva gibljiva crijeva promjera 0,0889 m (3 1/2 in), jedno tipa Continental API-7 K-FLS1 promjera duljine 18,28 m (60 ft) i drugo tipa Phoenix API 7K duljine 22,86 m (75 ft) te sustava ventila tipa Demco, unutarnjeg promjera 0,1016 m (4 in) i 0,0508 m (2 in) (Crosco 2015d). Sustav za pročišćavanje i otplinjavanje isplake sastoji se od primarnih vibratora tipa Brandt Dual Tandem, sekundarnih vibratora Nov Barandt Dula King Cobra Linear Motion, čistača isplake tipa Brandt DMC-20 dual, otplinjivača Brandt D2550-30 s centrifugalnom pumpom Mission 6x8 i vertikalnog odvajača plina LOG Hungary promjera 0,914 m (36 in). Tijekom manevara alatkama se koristi mali isplačni bazen (engl. *trip tank*) u kojem se može vrlo brzo vidjeti promjena volumena u slučaju dotoka. Na platformi je jedan takav isplačni bazen volumena 3,7 m<sup>3</sup> s ugrađenim ultrazvučnim indikatorom volumena isplake u spremniku tipa Swaco SG-Smart. Također, svi ostali isplačni bazeni opremljeni su indikatorima volumena isplake u spremnicima.

#### 6.7.6. Oprema za kontrolu ušća bušotine

Oprema za kontrolu ušća bušotine podrazumijeva cijevni razvodni sustav, preventerski sklop i akumulacijsku jedinicu za rukovanje preventerskim sklopom. Cijevni razvodni sustav promjera je 0,077 m (3 1/16 in) i dimenzioniran je na radni tlak od 689,5 bar (10000 psi), a izrađen je u skladu sa specifikacijom API 16C. Sustav je opremljen sapnicama kojima se upravlja daljinski ili ručno. U sustavu se nalazi više ventila različitih promjera, dimenzioniranih na tlakove od 344,7 do 689,5 bar (5000 do 10000 psi). Preventerski sklop sastoji se od:

- preventera promjera 0,346 m (13 5/8 in)
  - dva čeljusna preventera tipa Cameron Dual Type U, 689,5 bar (10000 psi)
  - jednog prstenastog preventera Cameron Type DL, 344,7 bar (5000 psi)
- preventera promjera 0,539 m (21 1/4 in)
  - dva čeljusna preventera tipa Cameron Type U, 344,7 bar (5000 psi)
  - jednog prstenastog preventera tipa Cameron Type DL, 137,8 bar (2000 psi)
- divertera promjera 0,762 m (30 in)
  - diverter tipa Hydrill MSP, 68,9 bar (1000 psi)

Akumulacijska jedinica za upravljanje preventerskim sklopom je tipa ABB Koomey T, model TX 500-00000 s radnim tlakom od 206,8 bar (3000 psi).

#### 6.7.7. Protupožarni sustav

Sva protupožarna oprema je izrađena prema zahtjevima klasifikacijske kuće ABS, Međunarodne pomorske organizacije (IMO) i pravilniku koji se odnosi na državu u kojoj je registrirana platforma (engl. *Flag State*), što je u ovom slučaju Liberija. Protupožarna oprema sastoji se od dvije sisaljke tipa QVK-5/300 EA i sustava od 21 hidranta koji su raspoređeni po platformi. Čelične sisaljke su kapaciteta 2000 l/min i radnog tlaka od 10 bar. Glavni protupožarni sustav je povezan i pruža zaštitu na sljedeći način:

- hidrantima po platformi s crijevom promjera 75 mm i 52 mm, opremljenih s mlaznicama,
- hidrantima u smještajnim jedinicama s crijevom promjera 52 mm i kombinacijom mlaznica i raspršivanja,

- sustavom raspršivanja vode u slučaju pojave vatre u smještajnim jedinicama, ali i na podištu tornja te kod isplačnih bazena,
- aparatima za gašenje požara raspoređenim po platformi koji su punjeni pjenom, prahom ili CO<sub>2</sub> i
- fiksni protupožarni sustav FM 200 u strojarnici, skladištu boja te prostoriji pomoćnog sustava za opskrbu energijom.

Sustav detekcije vatre na platformi je od proizvođača AUTRONICA, tipa Autro Safe. Glavni panel sustava detekcije vatre nalazi se u sobi sustava za podizanje i spuštanje nogu. Dodatni paneli nalaze se na još tri mjesta: u strojarskoj kontrolnoj sobi, na podištu bušačeg tornja i u uredu voditelja platforme. Osim sustava otkrivanja vatre, postoji i sustav detekcije sumporovodika (H<sub>2</sub>S) i zapaljivih plinova. Sustav detekcije sumporovodika i zapaljivih plinova sastoji se od osam detektora sumporovodika, osam detektora zapaljivih plinova, dva prijenosna detektora plinova i pet prijenosnih detektora sumporovodika.

#### 6.7.8. Oprema za spašavanje

Sva oprema za spašavanje izrađena je prema pravilima Međunarodne pomorske organizacije za pokretne bušaće jedinice (IMO MODU Code). Oprema za spašavanje sastoji se od:

- četiri potpuno zatvorena motorna čamca za spašavanje “Vela Luka-Greben”, od kojih dva imaju kapacitet za prihvat 40 osoba, a druga dva za 60 osoba,
- četiri samonapuhujuće splavi tipa Viking ili Eurovinil ukupnog kapaciteta 100 osoba,
- jedan brod za spašavanje Greben, Vela luka, Gumar,
- 161 prsluka za spašavanje koji su raspoređeni: 100 u sobama, 4 na podištu bušačeg tornja, 4 na komandnom mostu, 50 u blizini čamaca za spašavanje i 3 u kabinama palubnih dizalica,
- ukupno deset plutača za spašavanje, opremljenih svjetlosnim i dimnim signalima,
- deset radnih prsluka za spašavanje tipa Billy Pugh WVO i
- 122 uređaja za disanje tipa ELSA.

#### 6.7.9. Sisaljke na platformi

Sisaljke koje su u upotrebi na platformi za razne namjene su:

- dvije dubinske sisaljke morske vode, tipa Pleuger K 301-2V-14-1004,
- dvije kaljužne sisaljke, tipa QVK-5/300 EA,
- dvije sisaljke za hlađenje bubnja bušaće dizalice, tipa Baylor,
- dvije sisaljke dizel goriva, tipa Croatiapump MDL. ACG052N5,
- sisaljka za pitku vodu, tipa Halco,
- dvije prijenosne pumpe, tipa ABS Jumbo 84,
- centrifugalna sisaljka za pročišćavanje goriva, tipa Westfalia OSC 4-02-066,
- dvije sisaljke za otplinjivač, tipa Halco 8x6x74 kW,
- dvije sisaljke za desiltere, tipa Halco 8x6x74 kW,
- dvije protupožarne sisaljke, tipa QVK-5/300 EA,
- sisaljka sustava za raspršivanja vode, tipa Sterling Pump 3x2x22 kW,
- sisaljka za sanitarne (otpadne) vode, tipa Halco Pressure Set i
- sisaljka za pražnjene spremnika iskorištenog ulja.

#### 6.7.10. Meteorološka i radio-komunikacijska oprema

Meteorološka oprema omogućuje stalno mjerenje brzine i smjera vjetra te temperature. Sva meteorološka oprema je od proizvođača R.M. Young, a sastoji se od:

- dva senzora za mjerenje smjera i brzine vjetra, tipa 05103LN,
- četiri monitora sa prikazom smjera i brzine vjetra, tipa 06201H,
- senzora za mjerenje temperature, tipa 41342LC i
- dva monitora sa prikazom temperature, tipa 46203H.

Vremenske prognoze i upozorenja dobivaju se preko uređaja Navtex ICS-NAV5. Od radio-komunikacijske opreme nalazi se sva potrebna navigacijska oprema, radio oprema, telefonska oprema i video oprema.



## 7. ZAKLJUČAK

Platforma Labin ima dugu povijest djelovanja u odobalnim aktivnostima u Sredozemnom i Jadranskom moru za strane, ali i domaće operatore. S obzirom na zahtjeve i specifikacije koje platforma mora zadovoljiti kako bi uopće mogla konkurirati na tržištu, rekonstrukcija platforme Labin bila je opravdana. Razlozi za rekonstrukcijom najviše su bili vezani uz obnovu klase i zahtjeve klasifikacijske kuće ABS. Osim zahtjeva klasifikacijske kuće ABS, tu su bili i zahtjevi operatora, potrebne nadogradnje ili izmjene, zahtjevi MODU koda, API, EX Agencije, ali i proizvođača koji su sugerirali remont određene opreme.

Projekt rekonstrukcije platforme bio je vrlo opsežan, što govori podatak da je bilo potrebno više od 100 potrebnih poslova tijekom rekonstrukcije. Dio radova na platformi obavljali su radnici tvrtke Croscos, no ipak je bilo potrebno i ugovaranje radnika za pojedine radove. Svi radovi na platformi obavljeni su u skladu s posljednjim važećim standardima. Bez obzira što se nisu povećale operativne sposobnosti platforme, što se tiče dubine mora na kojoj može bušiti, nosivosti tornja i slično, platforma je obnovljena i kao takva može konkurirati na tržištu.

Službeni početak radova na rekonstrukciji platforme Labin bio je 1. rujna 2014. godine, a završetak 15. svibnja 2015. godine. Svi predviđeni radovi na platformi su napravljeni do završetka radova. Prilikom razmatranja opsega rekonstrukcije na platformi Labin, razmišljalo se i o promjeni radnog tlaka isplačnog sustava s 344,7 bar (5000 psi) na 517,1 bar (7500 psi). Ta promjena zahtijevala bi izmjene na isplačnim sisaljka, vršnom pogonu, tlačnom cjevovodu i ostaloj opremi isplačnog sustava. S obzirom na veliki opseg radova, a i manjak financijskih sredstava od toga se odustalo.

Iako je platforma Labin starije proizvodnje, nakon ove rekonstrukcije ona može konkurirati na tržištu sukladno svojim operativnim mogućnostima u narednim godinama.

## 8. LITERATURA

1. BRODOPROJEKT, 1985., Instrukciona knjiga za samopodiznu platformu (Levingston Class 111-C). Rijeka
2. CAA, 2013. CAP 437 - Standards for Offshore Helicopter Landing Areas. Ujedinjeno Kraljevstvo
3. CROSCO, 2004. Operating Manual SEDU Labin Hull No. 354, Hrvatska
4. CROSCO, 2015a. Operating Manual SEDU Labin Hull No. 354, Hrvatska
5. CROSCO, 2015b. Tehnička dokumentacija tvrtke Croscos, Hrvatska
6. CROSCO, 2015c. Fotodokumentacija tvrtke Croscos, Hrvatska
7. CROSCO, 2015d. Description of Off-shore Drilling Rig Labin, Hrvatska
8. ČORIĆ, V., MRAVAK, Z., ČATIPOVIĆ, I., RELJIĆ, M., SLAPNIČAR, V., URODA, T., TOPIĆ, M., JURIŠIĆ, P., BAN, M., 2004., Pregradnja samopodizne platforme tipa Levingston 111c za nove tržišne uvjete. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje
9. "Aktivnosti u akvatoriju". 2015. Predavanja iz kolegija – interni materijali, 2015., Zagreb Rudarsko-geološko-naftni fakultet. (neobjavljeno)
10. SABLJAK, D., 2005., Rekonstrukcija samopodižuće platforme Labin, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
11. SEA TECHNOLOGY LTD., 2015.a, Deep Well Sea Jet System, Teksas, SAD
12. SEA TECHNOLOGY LTD., 2015.b, Deepwell Pre-Load Sea Jet System, Teksas, SAD
13. ZADRAVEC, D., 2007., Poboljšanje operativnih svojstava samopodižućih bušaćih platformi, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
14. ZENTECH INC., 2015., Jackup Drilling Rig Inclining Experiment Procedure, Teksas, SAD

### Internet izvori:

1. RIGZONE, 2015. Rig report.  
URL: [http://www.rigzone.com/data/rig\\_report.asp?rpt=type](http://www.rigzone.com/data/rig_report.asp?rpt=type) (1.7.2015)
2. TAGU ENERGY. 2015. Jack-up Ship "Tagu Wind-2"  
URL: <http://www.taguenergy.com/tagu-wind-2.html> (1.7.2015)

## **Izjava**

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.*

---