

# Pregled nogu i stopa nogu samopodižuće platforme Labin

---

Rukavina, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:915232>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**PREGLED NOGU I STOPA NOGU SAMOPODIŽUĆE  
PLATFORME LABIN**

Diplomski rad

Hrvoje Rukavina

N 235

Zagreb, 2019.

## PREGLED NOGU I STOPA NOGU SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN

HRVOJE RUKAVINA

Diplomski rad izrađen na: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za naftno inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

### Sažetak

Samopodižuće bušaće platforme odobalni su pokretni objekti, a svrha im je istraživanje i eksploatacija ugljikovodika iz podmorja. Sastoje se od tri ili više nogu opremljenim stopama, te od trupa u koji je smješten sustav za spuštanje i podizanje nogu i pontona. Svako pokretno postrojenje za bušenje na moru tijekom i nakon izrade mora biti podvrgnuto pregledima, odnosno provjeri stanja i kvalitete. Plovila se moraju periodički pregledavati u jednogodišnjim, trogodišnjim ili petogodišnjim intervalima. Zbog sumnje u ispravnost pojedinih dijelova plovila, često se javlja potreba za neperiodičkim pregledima kao što je podvodni pregled umjesto pregleda u suhom doku (engl. *Underwater Inspection in Lieu of Drydocking – UWILD*). Popis opreme koja se mora pregledati obuhvaća noge, stope nogu, trup i spremnike za predopterećenje. Pregled nadgleda nadzornik klasifikacijskog društva, a svrha samog pregleda je izdavanje certifikata za nastavak rada platforme.

Ključne riječi: samopodižuće bušaće platforme, stope nogu, podvodni pregled

Diplomski rad sadrži: 40 stranica, 20 slika, 17 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: Dr. sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor RGNF-a

Ocjenjivači: Dr. sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor RGNF-a

Dr. sc. Borivoje Pašić, docent RGNF-a

Dr. sc. Vladislav Brkić, docent RGNF-a

Datum obrane: 21. veljače 2019., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

INSPECTION OF LEGS AND SPUD CANS ON THE LABIN SELF-ELEVATING  
DRILLING UNIT

HRVOJE RUKAVINA

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

Abstract

Self-elevating drilling units are defined as offshore mobile structures, and their purpose is to research and exploit hydrocarbons from the underwater. They consist of three or more legs equipped with spud cans (leg footings) and of a hull with elevating system for lifting and lowering the hull. Each mobile offshore drilling unit should be subjected to inspections during and after its construction, thus checking the status and the quality of the unit. Vessels must be periodically inspected in annual, intermediate or five-year intervals. Often, there is a need for non-periodic inspections such as Underwater Inspection in Lieu of Drydocking – UWILD, due to suspicions regarding the integrity of some parts of a vessel. The list of equipment to be inspected includes legs, spud cans, hull and pre-loading tanks. A classification society surveyor attends all inspections. The purpose of these inspections is for a vessel to remain certified.

Keywords: self-elevating drilling units, spud cans, underwater inspection

Thesis contains: 40 pages, 20 figures, 17 references.

Original in: Croatian

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

Supervisor: Full Professor Zdenko Krištafor, PhD

Reviewers: Full Professor Zdenko Krištafor, PhD

Assistant Professor Borivoje Pašić, PhD

Assistant Professor Vladislav Brkić, PhD

Defense: February 21, 2019, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
University of Zagreb

## SADRŽAJ

<b>POPIS SLIKA</b> .....	I
<b>POPIS KORIŠTENIH OZNAKA</b> .....	II
<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. SAMOPODIŽUĆE PLATFORME</b> .....	3
<b>2.1. Trup samopodižućih platformi</b> .....	4
<b>2.2. Noge platforme i stope nogu</b> .....	5
<b>3. OSNOVNI DIJELOVI I SUSTAVI SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN</b> .....	7
<b>3.1. Trup</b> .....	8
<b>3.2. Noge</b> .....	9
<b>3.3. Stope nogu</b> .....	10
3.3.1. Sustav mlaznica.....	12
<b>3.4. Sustav za podizanje i spuštanje nogu</b> .....	14
<b>4. PREGLEDI NAKON IZGRADNJE ODOBALNIH POSTROJENJA</b> .....	16
<b>4.1. Općenito o pregledima i dinamici pregleda</b> .....	16
4.1.1. Godišnji pregled.....	17
4.1.2. Međupregled (trogodišnji) pregled.....	18
4.1.3. Specijalni periodički (petogodišnji) pregled.....	18
4.1.4. Pregled suhog doka.....	18
4.1.5. Podvodni pregled umjesto pregleda suhog doka.....	19
<b>5. UWILD PROCEDURA NA SAMOPODIŽUĆOJ PLATFORMI LABIN</b> .....	20
<b>5.1. Ispitivanje magnetskim česticama</b> .....	24
<b>5.2. Mjerenja debljine stijenke ultrazvukom</b> .....	25
<b>6. PODVODNI PREGLED UMJESTO PREGLEDA SUHOG DOKA NA PLATFORMI LABIN 2014. GODINE</b> .....	27
<b>6.1. Pražnjenje i punjenje stope za vrijeme provođenja UWILD postupka</b> .....	32
<b>6.2. Izvlačenje nogu</b> .....	35
6.2.1. Čišćenje i testiranje mlaznica stopu noge.....	35
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	39
<b>8. LITERATURA</b> .....	40

## POPIS SLIKA

<b>Slika 2-1.</b> Tegljenje samopodizujuće platforme .....	4
<b>Slika 3-1.</b> Presjek platforme Labin .....	8
<b>Slika 3-2.</b> Tlocrt glavne palube platforme Labin .....	9
<b>Slika 3-3.</b> Raspored nogu platforme Labin .....	10
<b>Slika 3-4.</b> Presjek stope noge platforme .....	11
<b>Slika 3-5.</b> Raspored mlaznica na stopama platforme .....	12
<b>Slika 3-6.</b> Presjek mlaznice sa sastavnim dijelovima .....	14
<b>Slika 3-7.</b> Nazubljena vodilica i zupčanci .....	15
<b>Slika 5-1.</b> Noga označena vodootpornom žutom kredom.....	21
<b>Slika 5-2.</b> Ronilački pregled podvodnih dijelova i servisiranje opreme .....	23
<b>Slika 5-3.</b> Vizualni pregled dijelova stope – CVI.....	24
<b>Slika 5-4.</b> Metoda ispitivanja magnetskim česticama.....	25
<b>Slika 5-5.</b> Ultrazvučno testiranje na platformi Labin 2012. godine.....	26
<b>Slika 6-1.</b> Skica gornje strane stopa nogu .....	29
<b>Slika 6-2.</b> Skica donje strane stopa nogu .....	30
<b>Slika 6-3.</b> Skica stope i ojačanja .....	31
<b>Slika 6-4.</b> Skica stope i dijelova stope za pražnjenje i punjenje.....	33
<b>Slika 6-5.</b> Postupak pražnjenja stope nogu na platformi Labin .....	34
<b>Slika 6-6.</b> Mlaznice prije čišćenja.....	36
<b>Slika 6-7.</b> Mlaznice nakon čišćenja .....	37

## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

ABS - Američki ured za brodarstvo (engl. *American Bureau of Shipping*)

CCTV - sustav video nadzora (engl. *Closed Circuit Television*)

CVI - bliski vizualni pregled (engl. *Close Visual Inspection*)

GVI - opći vizualni pregled (engl. *General Visual Inspection*)

HIMP - program pregleda i održavanja trupa (engl. *The Hull Inspection and Maintenance Program*)

IACS - Međunarodno udruženje klasifikacijskih društava (engl. *International Association of Classification Societies*)

MODU - pokretno postrojenje za bušenje u odobalju (engl. *Mobile Offshore Drilling Unit*)

MPI - metoda ispitivanja magnetnim česticama (engl. *Magnetic Particle Inspection*)

NDE - procjena nerazaranja (engl. *Non Destructive Evaluation*)

NDT - nerazarajuće ispitivanje (engl. *Non Destructive Testing*)

OIM - upravitelj odobalnog postrojenja (engl. *Offshore Installation Manager*)

SEDU - samopodižuće bušaće postrojenje (engl. *Self Elevating Drilling Unit*)

UTM - ultrazvučno mjerenje debljine stjenke (engl. *Ultrasonic Thickness Measurement*)

UWILD - podvodni pregled umjesto pregleda u suhom doku (engl. *Underwater Inspection in Lieu of Drydocking*)

## 1. UVOD

Pomorski objekti za istraživanje nafte i plina u podmorju 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. Samopodižuće bušaće platforme (engl. *Self Elevating Drilling Unit - SEDU*) su odobalni pokretni objekti koji nemaju vlastiti pogon, već se tegle na lokaciju. Svrha im je istraživanje i eksploataciju ugljikovodika iz podmorja, a sastoje se najčešće od tri ili četiri noge kvadratnog ili trokutastog presjeka oplošja, čeličnog trupa i sustava za podizanje i spuštanje nogu (Predavanja iz kolegija: “Aktivnosti u akvatoriju”, 2017). 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.

Svako pokretno postrojenje za bušenje na moru tijekom i nakon izrade mora biti podvrgnuto pregledima, odnosno provjeri stanja i kvalitete, te iskazati sukladnost sa svim važećim zakonskim propisima koji definiraju njihovu radnu sposobnost. Pravilnik koji obuhvaća konstrukciju i gradnju plutajućih bušačkih objekata naziva se MODU pravilnik (engl. *Mobile Offshore Drilling Unit Code – MODU Code*). Kada se govori o tehničkim zahtjevima u smislu konstrukcije, dizajna i pregleda plovila, klasifikacijska društva primjenjuju vlastita klasifikacijska pravila (engl. *Rules for Classification*) za pojedine klase objekata. Ta pravila određuju i način pregleda nakon izgradnje ili rekonstrukcije. Američki ured za brodarstvo (engl. *American Bureau of Shipping – ABS*) prenosi odgovornost s klasifikacijskog društva na proizvođača za određeni tip plovila.

Jednom klasificirana, plovila se moraju pregledati u jednogodišnjim, trogodišnjim ili petogodišnjim intervalima. Za svaki od tih periodičkih pregleda postoji određeni rok u kojem se moraju obaviti, te popis opreme i dijelova postrojenja koje se mora propisno provjeriti i pregledati. Nerijetko se, zbog sumnje u ispravnost pojedinih dijelova plovila, javlja potreba za neperiodičkim pregledima od kojih su najzastupljeniji pregled u suhom doku i njemu ekvivalentni, kao što je podvodni pregled umjesto pregleda u suhom doku (engl. *Underwater Inspection in Lieu of Drydocking – UWILD*).



Svrha i cilj ovog diplomskog rada je prikazati i opisati procedure pregleda nogu i stopa nogu, te također trupa i spremnika za predopterećenje u sklopu UWILD postupka koji je proveden 2014. godine na samopodižućoj platformi Labin. Za tvrtku Croscos, Naftni servisi d.o.o. radove je izvršila tvrtka AQUA SUB d.o.o. iz Rijeke, a sve pojedinosti pregleda dogovorene su s ABS nadglednikom. Između ostalog, cjelokupni pregled obuhvaća vizualne inspekcije, ispitivanje nerazarajućim metodama, postupak izvlačenja ("čupanja") nogu iz morskog dna, te postupak čišćenja i testiranja mlaznica stopu noge. Potonji je izvršen od strane tvrtke Adriatic Sub d.o.o. 2012. godine.

## 2. SAMOPODIŽUĆE PLATFORME

Samopodižuće bušaće platforme (engl. *Self Elevating Drilling Units – SEDU*) su odobalni objekti koji su namijenjeni za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika iz podmorja. Sastoje se od tri ili više nogu opremljenim stopama (papučama) različitih konstrukcija, te od pontona (trupa) u koji je, uz postrojenje, smješten sustav za spuštanje i podizanje nogu i pontona (Predavanja iz kolegija: “Aktivnosti u akvatoriju”, 2017). Koristeći uzgon i plovna svojstva vlastitog trupa plove na morskoj površini. Nakon što je platforma dotegljena na željenu lokaciju za bušenje, spomenuti sustav omogućuje spuštanje pontona i prodiranje nogu u morsko dno, te podizanje pontona u radni položaj iznad razine mora. Uzevši u obzir da se takve platforme upiru u morsko tlo, dolaskom na lokaciju noge se predopterećuju (engl. *preload*) u svrhu simulacije maksimalnog mogućeg opterećenja na njih. Vlastitom težinom i predopterećenjem uravnotežuju sile koje djeluju na nju, te se tako osigurava stabilnost i siguran rad platforme kako bi mogli početi radovi na izgradnji i opremanju bušotina na moru (Zadravec, 2007). Samopodižuće platforme uglavnom se upotrebljavaju u relativno plitkim morima dubine do oko 120 metara. Za veće dubine su logičniji izbor poluuronjive platforme ili bušaći brodovi. Koriste se kao odobalna postrojenja od 50-ih godina 20. stoljeća za istraživačka bušenja, eksploataciju, smještaj zaposlenika, te također kao platforme za održavanje.

Podjelom samopodižućih bušaćih platformi s obzirom na tipove i njihova operativna svojstva određene su njihove karakteristike i ograničenja kao što su nosivost tijekom transporta i u radnom položaju, nosivost morskog dna, te ograničenja prouzročena prirodnim okruženjem (sila morskih valova, morske struje, vjetra i dubina mora).

Važno je naglasiti kako su duljina nogu i model operacija relevantni čimbenici prema kojem se samopodižuće bušaće platforme definiraju i odabiru za pojedine projekte te kako geometrijski oblik stopa nogu određuje silu kojom preko kontaktne površine, reakcijom nogu, djeluju na morsko dno. Prodiranje nogu u morsko dno i ostvarenje proračunatog predopterećenja na osnovu karakteristika morskog dna, a samim tim uravnoteženje opterećenja uslijed djelovanja radne okoline, jamstvo su sigurnog rada samopodižuće bušaće platforme na radnoj poziciji. Važan čimbenik navedenog proračuna su podaci o geomehaničkim svojstvima tla i litološki sastav morskog dna (Krištafor i Zadravec, 2008). Na slici 2-1 prikazano je tegljenje samopodižuće platforme.



**Slika 2-1.** Tegljenje samopodižuće platforme (Charlton, 2014)

## **2.1. Trup samopodižućih platformi**

Trup ili ponton samopodižućih platformi je vodonepropusna struktura na kojoj se nalazi oprema, alati i osoblje, omogućavajući obavljanje zadataka platforme. Tijekom tegljenja, kada je platforma plovni objekt, trup osigurava plovnost platforme i podržava težinu nogu i stopa nogu, stalne opreme i ostalog pokretnog tereta na platformi. 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. Općenito, veća duljina i širina trupa rezultirat će većom nosivom površinom, te će biti moguće više opteretiti palubu, a posebno u plovnom stanju zbog većeg uzgona i povećane plovnosti. Također, veći trupovi omogućavaju više prostora unutar trupa i na glavnoj palubi za postavljanje i moguće 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 (Suryavanshi, 2011). 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 samopodizujućoj platformi čelične su strukture koje podržavaju trup, kada je on u radnom položaju, i pružaju dovoljnu stabilnost da se odupre bočnim opterećenjima (Suryavanshi, 2011). Geometrijski oblik završetka stopa nogu je, ovisno o dizajnu platforme, 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 odlasku 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, te do 40 metara u mekom morskome 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 istraživanjima otkriva se prisutnost plitkih plinova koji mogu biti uzrok velike opasnosti u početku rada platforme na lokaciji. Nakon analize podataka obavljenih mjerenja te u skladu s projektom, 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 i pontona (engl. *jacking system*). Iako su noge jedan od eliminirajućih parametara pri odabiru samopodizujuće platforme, treba uzeti u obzir i samu namjenu platforme. 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

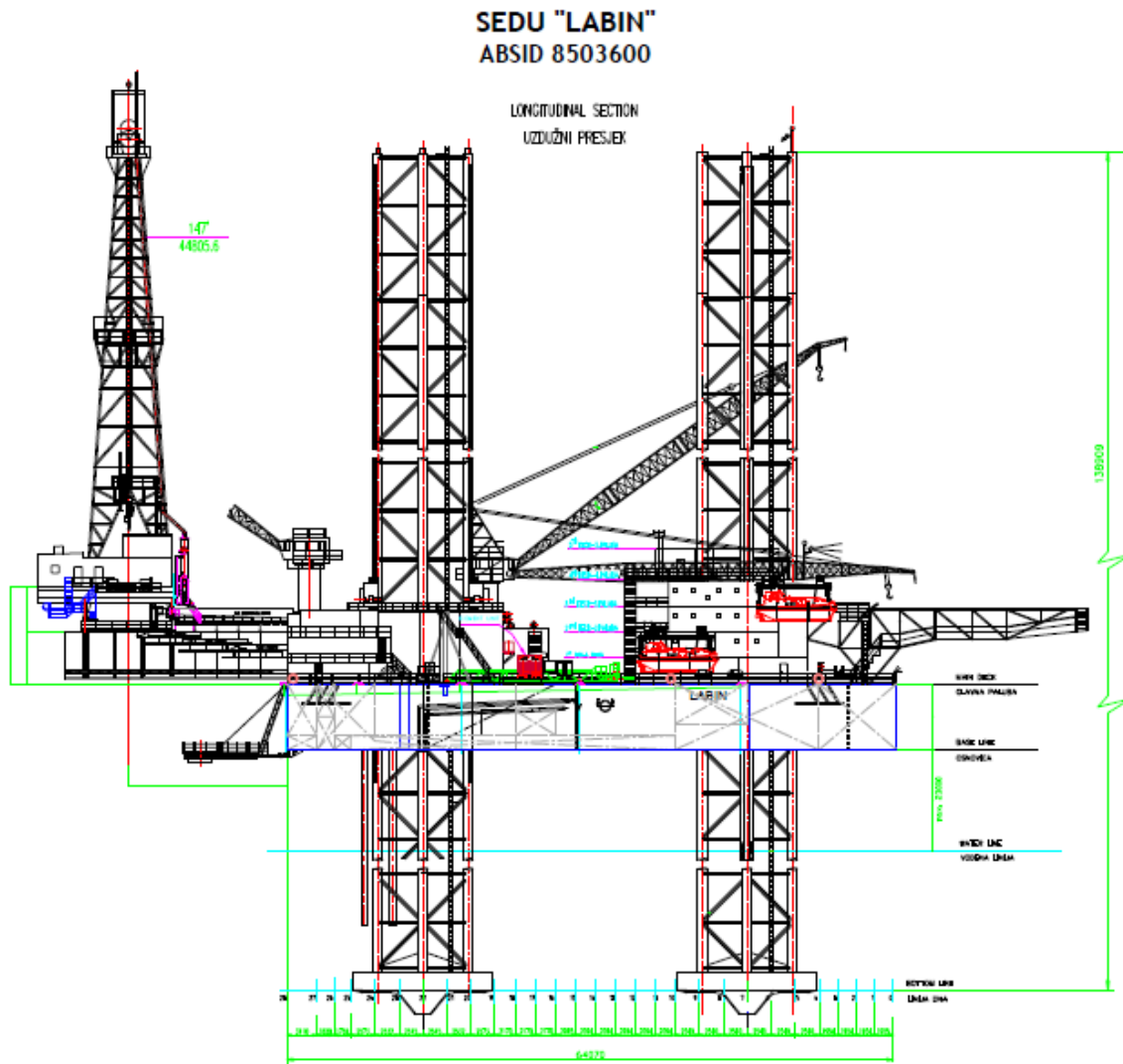
sustav zupčanika i vlastiti motor. Sustav mora biti dimenzioniran tako da omogućuje kretanje nogu projektiranom brzinom kao i zaustavljanje na bilo kojoj visini (Elsayed, 2013).

### 3. OSNOVNI DIJELOVI I SUSTAVI SAMOPODIŽUĆE PLATFORME LABIN

Samopodižuća platforma Labin izgrađena je 1985. godine za domaću tvrtku INA, prema projektu konstrukcije Levingston, tip 111C. Sve se platforme grade u skladu s pravilima gradnje pokretnih postrojenja za bušenje na moru (engl. *Mobile Offshore Drilling Unit – MODU*). Usklađenost s pravilima gradnje, tehničke zahtjeve u smislu dizajna, konstrukcije i pregleda kao i dodatna klasifikacijska pravila provjeravaju klasifikacijska društva objedinjena pod okriljem Međunarodnog udruženja klasifikacijskih društava (engl. *International Association of Classification Societies – IACS*). Među najrenomiranijim i najpoznatijim su American Bureau of Shipping - ABS, Lloyd's Register, Bureau Veritas, Det Norske Veritas, Hrvatski registar brodova i druga.

Stope nogu platforme Labin su izgrađene u brodogradilištu "3. Maj", noge u brodogradilištu "Brodosplit", trup u brodogradilištu "Uljanik", dok je montaža obavljena u brodogradilištu "Viktor Lenac" (Hadžić i Senjanović, 2014). U vlasništvu je tvrtke Croscos, Naftni servisi d.o.o., a prema podacima do posljednje rekonstrukcije obavljala je radove na ukupno 183 lokacije na moru.

Glavni dijelovi platforme Labin su trup, koji se sastoji od glavne palube i strojarskog prostora, tri pravokutne noge rešetkaste konstrukcije kvadratnog presjeka, te konzola koja podržava podstrukturu i prostor s bušačom opremom. Na slici 3-1 prikazan je presjek samopodižuće platforme Labin.

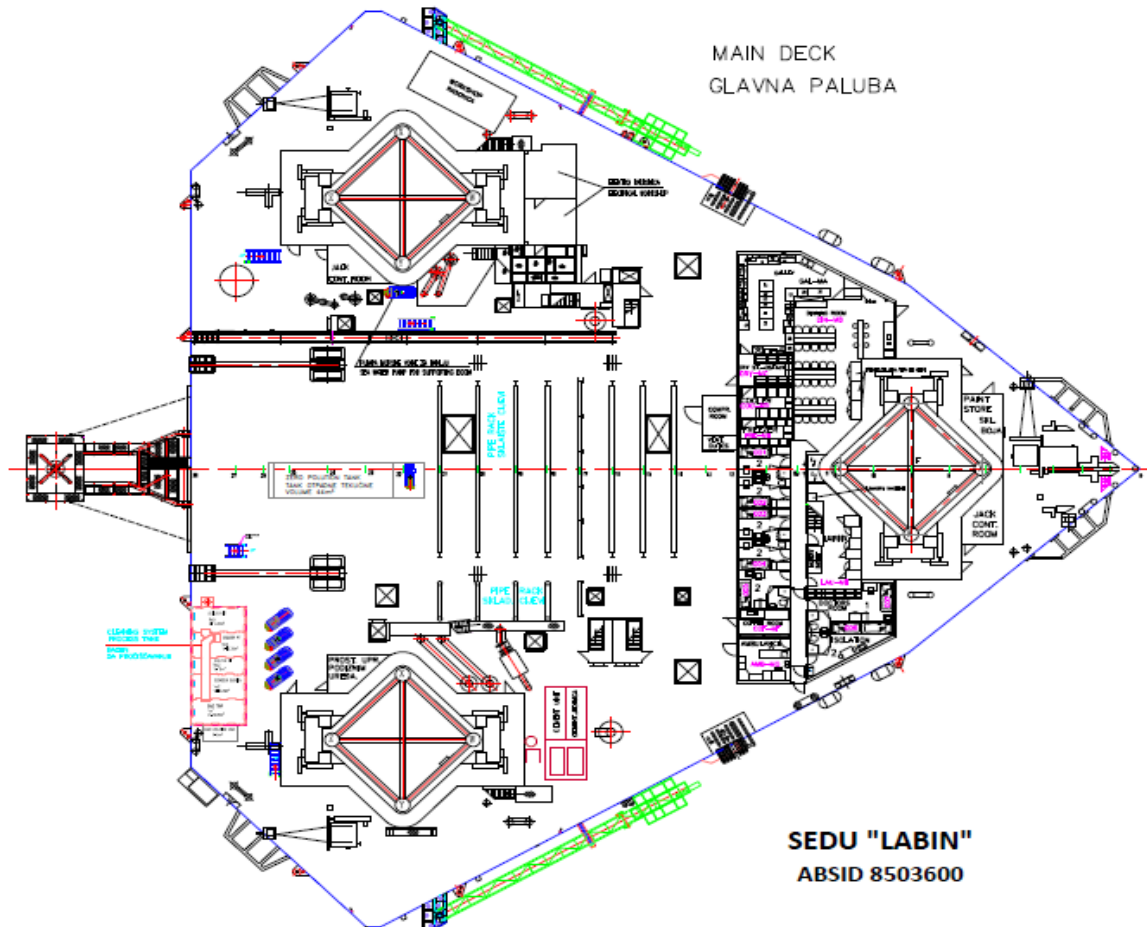


**Slika 3-1.** Presjek platforme Labin (Izvešće tvrtke Adriatic Sub d.o.o. – Croscos, 2012)

### 3.1. Trup

Trup platforme trokutastog je oblika duljine 67,980 m i širine 66,866 m, te visine, odnosno dubine od 6,988 m. Na pramčanom dijelu glavne palube nalazi se prostor za smještaj do 100 osoba u sklopu kojega se nalaze četiri rekreacijske sobe, kuhinja, blagovaonica, praonica, pet ureda i ambulanta s izolacijskom sobom. Na glavnoj palubi smještena je i upravljačka prostorija sustava za podizanje i spuštanje nogu koja pruža nesmetani pogled na sve tri noge. Tlocrt glavne palube prikazan je na slici 3-2. Konstrukcija, koja nosi toranj, radna dizalica, vrtači stol i ostala bušača oprema, smještena je na pomičnom gornjem postolju na krmenom dijelu. Na palubi se također nalaze i dvije dizalice za teret. Ispod glavne palube smješteni su

strojarski prostori koji obuhvaćaju energetske razvodne postrojenja, spremnike isplake, cementa i barita, isplačne pumpe, protupožarne i balastne pumpe, generatore, kompresore zraka, separatore, kontrolne sobe itd. Najniže smješten dio trupa se naziva dvodno i podijeljeno je na spremnike dizel goriva i industrijske vode, dok je preostali dio trupa podijeljen na spremnike balasta, pitke vode i mazivog ulja (Operating Manual SEDU Labin, 2016).



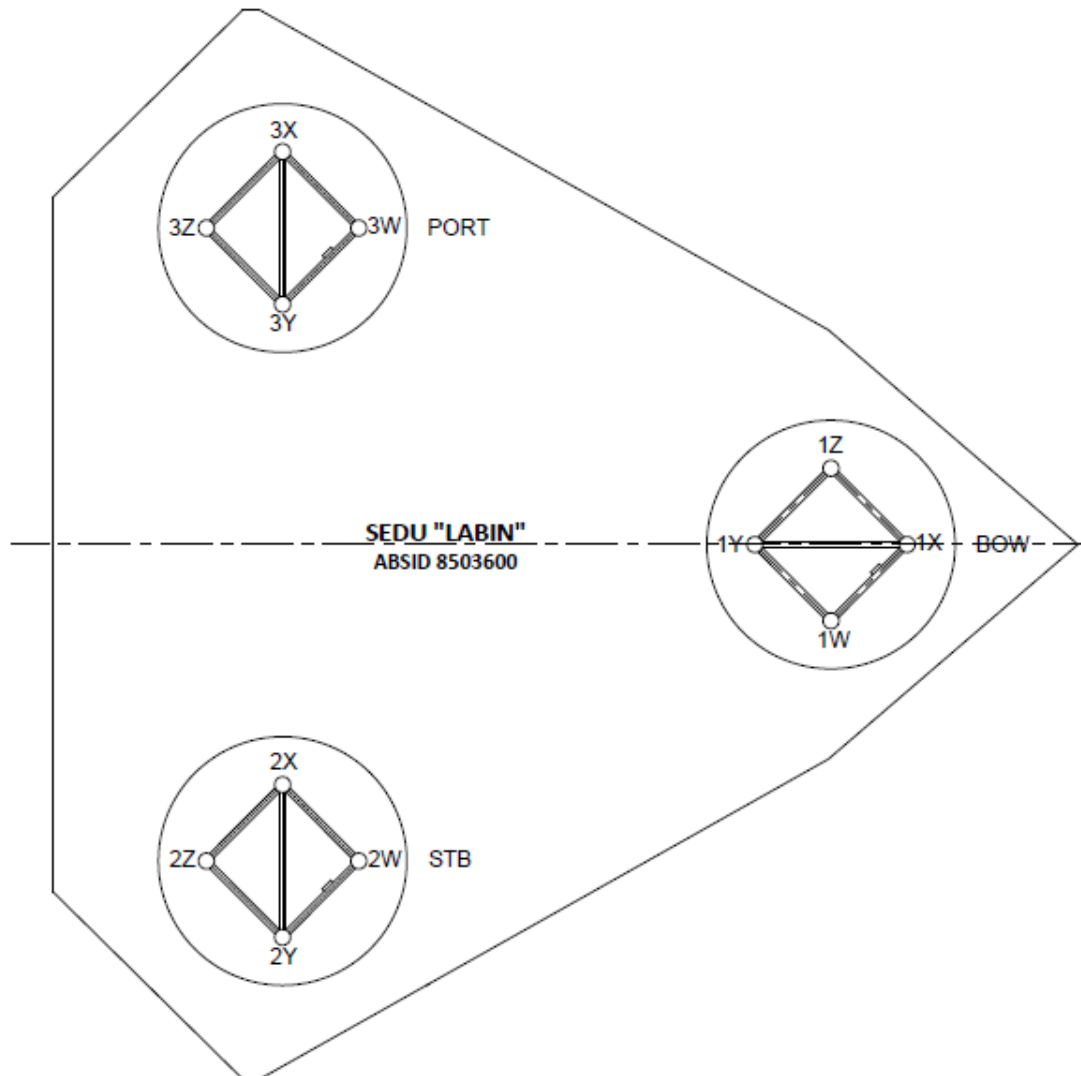
**Slika 3-2.** Tlocrt glavne palube platforme Labin (Izvešće tvrtke Adriatic Sub d.o.o. – Crosco, 2012)

### 3.2. Noge

Trup podržavaju tri noge od kojih su dvije krmene i jedna pramčana (engl *starboard, port & bow leg*). Rešetkaste su konstrukcije, te u svojem presjeku tvore kvadrat sa stranicom od 6,706 m (22 ft) čije vrhove čine četiri stupa. Svaka noga sadrži dvije nazubljene vodilice



(„zupčaste letve“) koje odgovaraju zupčanicima sustava za podizanje i spuštanje nogu, te su one pričvršćene na dva suprotna stupa svake noge. Dužina pojedine noge iznosi 138,41 m. Na slici 3-3 prikazan je raspored nogu platforme Labin.

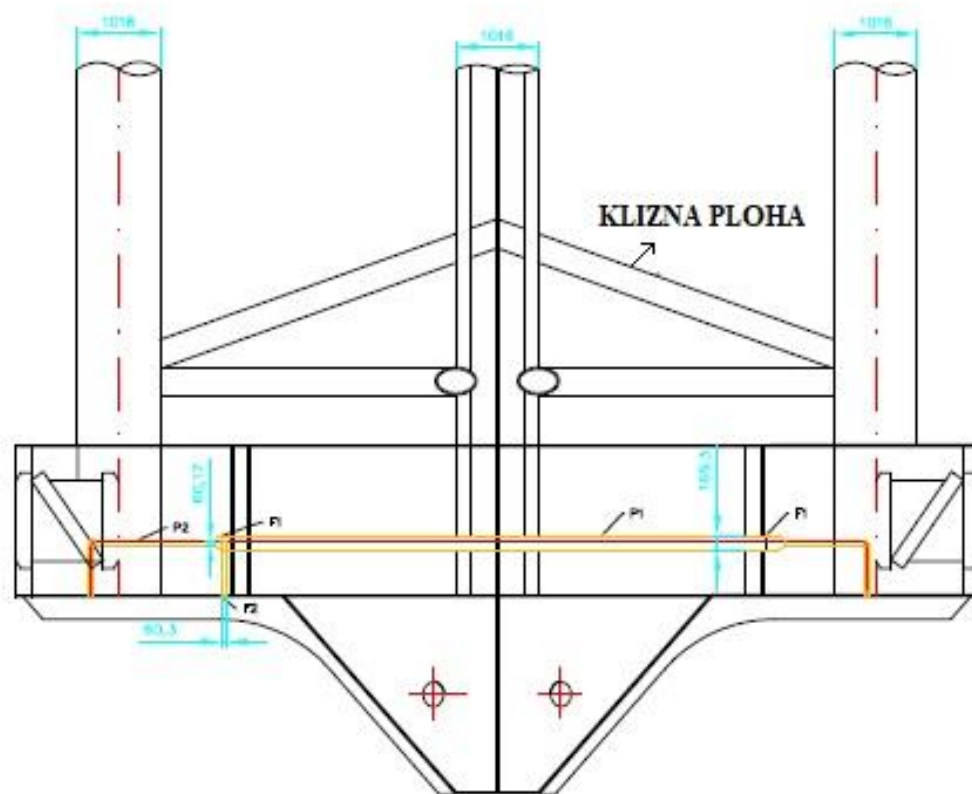


**Slika 3-3.** Raspored nogu platforme Labin (Izvješće tvrtke Adriatic Sub d.o.o. – Croscos, 2012)

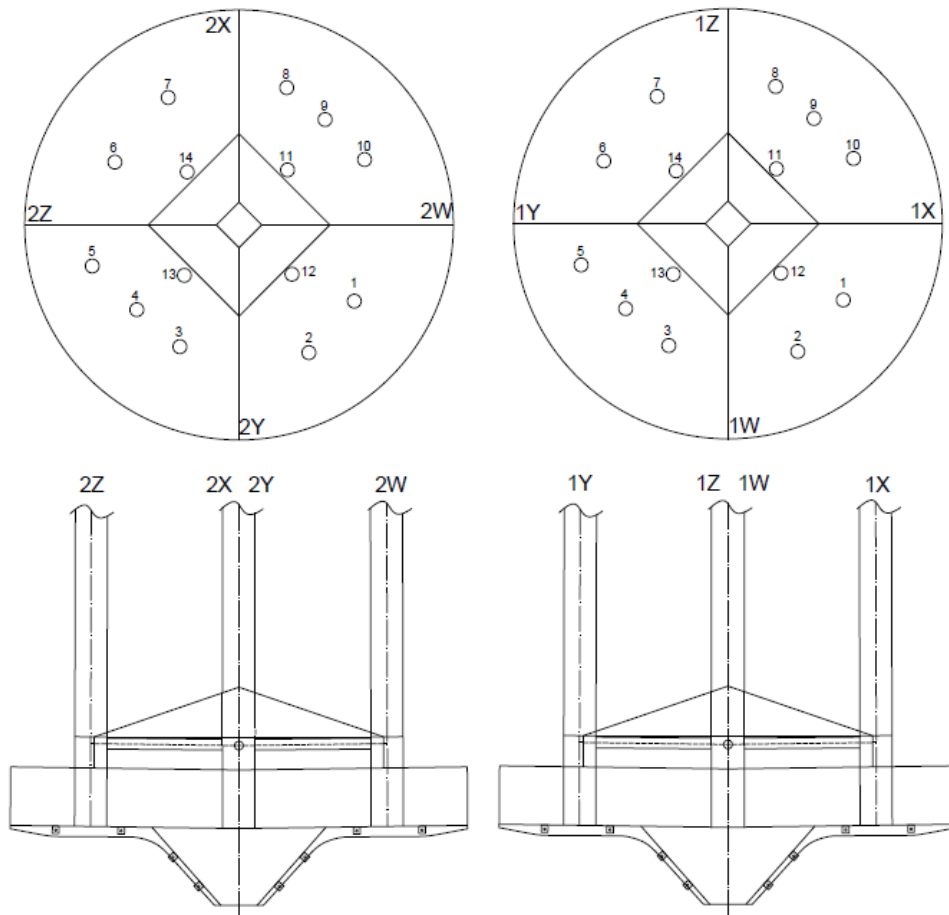
### 3.3. Stope nogu

Svaka noga na svome dnu ima okruglu čeličnu stopu (engl. *spud can*) promjera 14,630 m (48,0 ft) i visine 1,829 m (6,0 ft). Vrh svake stope je opremljen kliznim plohamu piramidalnog oblika u svrhu lakšeg otjecanja blata i mulja, dok se s donje stanje stopu nalazi produžetak u

obliku obrnuto okrenute piramide koji pak služi za bolje prodiranje u morsko dno. Na slici 3-4 prikazan je presjek stope noge platforme Labin. Uz cjevovod za balastiranje i debalastiranje, stope su također opremljene sustavom mlaznica za ispiranje blata prilikom čupanja nogu iz morskog dna. U svaku stopu je intergrirano po 14 čeličnih mlaznica koje su raspoređene prema slici 3-5. Kontaktna površina stope iznosi 168,2 m<sup>2</sup>.



**Slika 3-4.** Presjek stope noge platforme Labin (Crosco, 2014d)



**Slika 3-5.** Raspored mlaznica na stopama platforme Labin (Crosco, 2012)

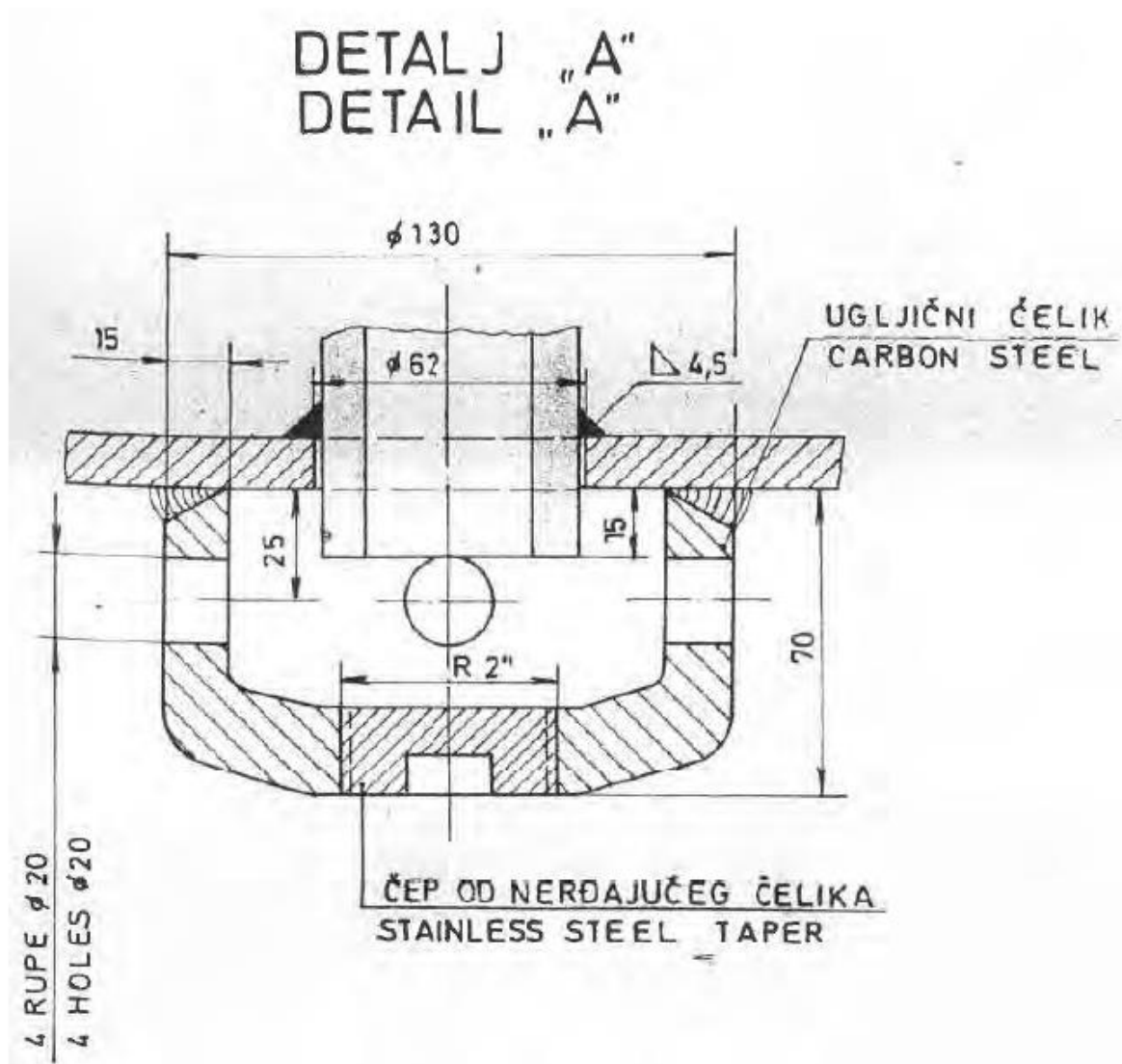
### 3.3.1. Sustav mlaznica

Svaka noga opremljena je sustavom mlaznog cjevovoda koji se koristi za utiskivanje vode ispod stopa nogu kako bi se uklonio vakuum koji nastaje pri izvlačenju nogu iz morskog dna. Ovaj sustav isto tako pomaže u odstranjivanju slojeva mulja na stopama nogu. Posebna pažnja je neophodna kako bi se spriječilo bilo kakvo gibanje plovnog objekta dok su noge u kontaktu s morskim dnom.

Gibanje platforme može prouzročiti prekomjerno naprezanje i vjerojatno oštećenje nogu, nazubljenih vodilica nogu i cijelog sustava za spuštanje/podizanje. Ukoliko je neophodna primjena sustava za ispiranje (engl. *jetting system*) potrebno je primjenjivati sljedeću proceduru:

1. povezati sustav ispiranja stopa nogu s isplačnim pumpama (na postrojenju Labin to su pumpe National 12-P-160);
2. potrebno je ispirati pumpama najmanje 20 minuta prije primjene bilo kakvog natega kako bi se omogućilo fluidiziranje tla;
3. ukoliko se noge izvlače nejednolikom brzinom prije nego se oslobode od okolnog tla, dubine nogu se moraju izjednačiti zaustavljanjem noge koja se brže izvlači te dopuštajući izjednačenje visine sporijoj nozi prije nastavka postupka izvlačenja („čupanja“). To će omogućiti gotovo istovremeno izvlačenje sve tri noge, svodeći na najmanju mjeru utjecaj povlačenja (prekomjernog opterećenja) i uvrtnja (engl. *dragging and twisting effects*) na same noge i nazubljene vodilice;
4. tijekom ispiranja treba ostvariti dodatni nateg na noge koji će u kombinaciji uzgona koji djeluje na platformu i ispiranja tla ispod stopa omogućiti oslobađanje nogu;
5. kada platforma dosegne izračunati gaz, treba spustiti ponton i nastaviti s postupkom ispiranja korištenjem mlaznica;
6. kada se oslobodi prva noga, ponavlja se postupak za ostale dvije noge;
7. kada se oslobodi posljednja noga, otpajaju se vodovi za ispiranje;
8. sve tri noge odmah treba podignuti u njihov položaj tijekom tegljenja;
9. potrebno je osigurati da se uronjene pumpe zadignu iznad morskog dna.

Kako bi se podvodni utjecaji sveli na najmanju mjeru, ne smije se započeti s tegljenjem postrojenja prije nego se noge zadignu u njihov ispravni položaj za tegljenje. Bitno je napomenuti da je potrebno prekontrolirati gaz platforme, te da se spremnici i odjeljci moraju isprazniti kako bi se osigurala ispravna očitavanja na manometrima, kao i integritet cijelog postrojenja (Operating Manual SEDU Labin, 2016). Na slici 3-6 prikazan je presjek mlaznice.

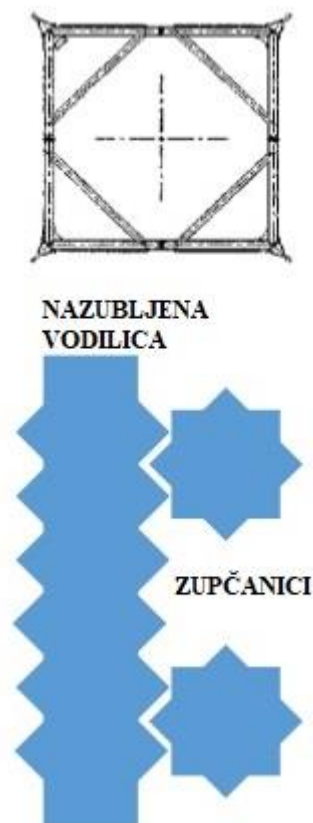


**Slika 3-6.** Presjek mlaznice sa sastavnim dijelovima (Crosco, 2012)

### 3.4. Sustav za podizanje i spuštanje nogu

Sustav za podizanje i spuštanje nogu ili trupa sastoji se od sveukupno šest podiznih jedinica i upravljačkog pulta. Na svakoj nozi smještena su po dva podizna uređaja u kućicama sustava za podizanje i spuštanje nogu na glavnoj palubi. U velikoj rekonstrukciji 2004. godine sustav je opremljen s još dva podizna uređaja na drugoj i trećoj nozi. Svaki podizni uređaj sastoji se od tri para na prvoj, te četiri para na drugoj i trećoj nozi, nasuprotno smještenih zupčanika koji se pokreću zasebno preko reduktora pomoću trofaznog motora 600 V, 60 Hz, 14,7 kW. Kao kritični segment ovog sustava smatraju se zupčanici 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. Zupčanici trebaju biti projektirani tako da izdrže maksimalno opterećenje kod pridržavanja za vrijeme olujnih uvjeta, tj. uslijed izvanrednog stanja na platformi. Na slici 3-7 prikazani su zupčanici i nazubljena vodilica. Svaki motor je opremljen disk kočnicom s oprugom koja se kontrolira električnim otpuštanjem preko upravljačkog pulta sustava za podizanje i spuštanje nogu. Kočnice se također koriste za držanje platforme na nogama dok je ona u radnom položaju. Upravljački pult sustava za podizanje i spuštanje nogu sastoji se od prekidača napajanja i tipki za pokretanje prema gore, zaustavljanje i pokretanje prema dolje (engl. “*Hull Up*”, “*Stop*” i “*Hull Down*”) za pojedinu nogu. Također, za svaku nogu postoje i paneli s vatmetrom, signalnim svjetlima za svaki motor, te tipkom za zaustavljanje svih priključaka u slučaju izvanrednih okolnosti. Uređaji od velike važnosti su i libele koje pokazuju uzdužni i poprečni nagib platforme prilikom spuštanja nogu. Normalna brzina kretanja nogu je 0,335 m/min (Operating Manual SEDU Labin, 2016).



**Slika 3-7.** Nazubljena vodilica i zupčanici (Elsayed, 2013)

## 4. PREGLEDI NAKON IZGRADNJE ODOBALNIH POSTROJENJA

Zahtjevi za preglede nakon izgradnje plovila odnose se na:

- pravila za gradnju i klasifikaciju pokretnih konstrukcija ili bušaćih platformi (engl. *Mobile Offshore Drilling Unit - MODU*),

koja se ujedno pozivaju na sljedeća ABS pravila i vodiče:

- vodič za gradnju i klasifikaciju pokretnih odobalnih postrojenja (engl. *installation*),
- pravila za gradnju i klasifikaciju plutajućih proizvodnih postrojenja,
- vodič za automatsko ili daljinsko upravljanje i nadzor strojeva i sustava (osim propulzije) na odobalnim postrojenjima.

Kako je ranije rečeno, određeni zahtjevi MODU pravilnika temelje se na zahtjevima ABS pravila za gradnju i klasifikaciju čeličnih plovila (pravila čeličnih plovila). ABS pravila za preglede nakon izgradnje odnose se na sva postojeća plovila.

Cjelokupni pregled je pregled namijenjen za izvještavanje o ukupnom stanju strukture i utvrđivanju opsega dodatnih istraživanja izbliza. Cjelokupni pregled podrazumijeva opću vizualnu inspekciju (engl. *General Visual Inspection – GVI*) u kojem su pojedini strukturnih komponenti vidljive izbliza tj. obično su unutar dosega ruke. U skladu s GVI može se izvršiti i bliska vizualna inspekcija (engl. *Close Visual Inspection - CVI*). CVI može uključivati površinsko ili volumetrijsko nedestruktivno ispitivanje (engl. *Nondestructive Testing - NDT*), od kojih je najraširenija metoda ispitivanja magnetskim česticama (engl. *Magnetic Particle Inspection – MPI*), te mjerenje debljine trupa. Područja podložna koroziji također mogu biti podvrgnuta CVI (ABS – Rules for building and classing, 2018).

### 4.1. Općenito o pregledima i dinamici pregleda

Velika plovila moraju se temeljito pregledati svake godine, a zatim i sekundarno pregledati svake tri godine i svakih pet godina od strane klasifikacijskog društva kako bi ostala certificirana za rad. Cilj certificiranja plovila je zaštita vlasnika, zaposlenika, osiguravatelja i tvrtki koje ovise o tome kako ona stižu na svoja odredišta. Kako je već ranije navedeno, postoji mnoštvo renomiranih klasifikacijskih društava od kojih je ABS jedno od najpoznatijih

s vrlo opsežnim programom i strogim kriterijima. Kako bi plovni objekt postao certificiran od strane ABS-a, potrebna je potpuna i temeljita inspekcija slična petogodišnjoj. Jednom klasificiran, ABS koristi program inspekcije i održavanja trupa kako bi plovila lakše ostala certificirana ili postala reklasificirana ukoliko dođe do suspenzije.

Program inspekcije i održavanja trupa (engl. *The Hull Inspection and Maintenance Program - HIMP*) razvijen je za plovila klasificirana prema ABS pravilima kako bi ostala certificirana i sigurna. ABS nadzornik mora pregledati svu prethodnu dokumentaciju plovila, a njegova odgovornost je osigurati da su trup broda, motor, balastni spremnici i oprema za održavanje u radnom stanju. Ako postoji sumnja u ispravnost pojedinih sklopova, plovilo se može privremeno suspendirati dok se popravak ne obavi o čemu će se očitovati inspektor i nadzornik (Warner, 2015). Klasificirana plovila podložna su provjerama stanja i kvalitete, te se stoga kontrole obavljaju jednom godišnje, nakon 2,5 godine i nakon pet godina. Međutim, stanje je često potrebno provjeravati i neperiodički ako postoji sumnja u ispravnost pojedinih komponenti, potreba za ažuriranjem klasifikacijskih dokumenata zbog promjena vlasnika, zastave ili imena plovila, tijekom inspekcije lučke kontrole i drugo. Pregledi ovise o starosti, tipu, veličini i stanju plovila.

#### 4.1.1. Godišnji pregled

Godišnji pregled (engl. *annual survey*) je potrebno obaviti u roku od tri mjeseca prije ili poslije isteka godine dana od prethodnog pregleda ili datuma izgradnje. Neki od glavnih dijelova plovila koja se moraju godišnje pregledati su (ABS – Rules for building and classing, 2018) :

- sva sumnjiva ili kritična mjesta strukture,
- površina palube,
- strukturno stanje svih balastnih spremnika,
- svi otvori i okna sa svojim pripadajućim vratima i poklopcima,
- oprema za palubu i helikopterska paluba za slijetanje,
- cjevovodi,
- vanjska površina plovila iznad vodne linije,
- teretna skladišta i prostori.



#### 4.1.2. Međupregled (trogodišnji) pregled

Izvodi se nakon 2,5 godine umjesto drugog ili trećeg godišnjeg pregleda (engl. *intermediate survey*). Dijelovi koji su obuhvaćeni ovim pregledom su sljedeći:

- svi dijelovi uključeni u godišnji pregled,
- vanjska površina plovila ispod linije vode,
- unutarnje stanje svih spremnika koji sadrže kaljužnu ili zauljenu vodu.

#### 4.1.3. Specijalni periodički (petogodišnji) pregled

Specijalni periodički (engl. *special survey*) ili petogodišnji pregled, kao što mu i samo ime govori, obavlja se u vremenskom razdoblju od pet godina nakon datuma izgradnje ili prethodnog periodičkog pregleda, te se njime obnavlja klasa (engl. *class renewal*). Taj interval od pet godina može biti umanjen na zahtjev ABS-a, ali nikako ne smije prelaziti tu granicu. Dijelovi plovila koji su uključeni u ovaj pregled su:

- svi dijelovi uključeni u popis godišnjih i trogodišnjih inspekcija,
- svi spremnici uključujući i spremnike za svježnu vodu, gorivo, dizel i ulje.

#### 4.1.4. Pregled suhog doka

Pregled suhog doka ili suhog pristajanja (engl. *drydocking survey*) se izvodi kako bi se osigurao temeljit pregled trupa i unutrašnjosti spremnika ispunjenih tekućinom, a koji je inače problematičan jer su potopljeni. Ovaj proces je dugotrajan i skup, no ako postoje izvanredne preporuke za popravak propelera, kormila, krmernih okvira, ventila ili drugih podvodnih konstrukcija, suho pristajanje može biti jedina prikladna opcija. Za sva odobalna postrojenja koja djeluju u morskoj vodi, izvodi se minimalno dva puta u pet godina, te interval između dva pregleda ne smije biti duži od 36 mjeseci.

#### 4.1.5. Podvodni pregled umjesto pregleda suhog doka

Podvodni pregled umjesto pregleda suhog doka ili suhog pristajanja (engl. *Underwater Inspection in Lieu of Drydocking – UWILD*) je ekvivalent pregledu suhog doka. Izvodi se na zahtjev vlasnika, kojeg pregledava i odobrava predstavnik klasifikacijske kuće ABS. Plan provedbe UWILD postupka uključuje gdje će se UWILD provoditi, koji će se spremnici pregledati, te gdje će se sve izvršiti CVI i NDT.

Kod samopodizućih platformi, kao što je Labin, selektivno se ispituju i čiste vanjski dijelovi trupa, stope nogu i podvodni dijelovi nogu zajedno sa svojim spojevima. Vanjski pregled stopa nogu je obavezan pri svakom pregledu suhog doka ili UWILD-a, dok se unutarnji pregled istih obavlja svakih pet godina osim ako ABS inspektor ne predloži drukčije. UWILD nije prihvatljiv na postrojenjima gdje je podvodna struktura iznimno istrošena ili oštećena (ABS – Rules for building and classing, 2018).

## 5. UWILD PROCEDURA NA SAMOPODIŽUĆOJ PLATFORMI LABIN

Na samopodižućoj platformi Labin je 2014. godine tvrtka Aqua Sub d.o.o. iz Rijeke, čija su djelatnost pomorski podvodni pregledi i popravci, provela postupak UWILD-a koji je opisan u nastavku teksta.

Prije nego što počne provedba podvodne inspekcije u skladu s UWILD procedurom, ronilac je dužan:

a) Pripremiti svu potrebnu opremu slijedeći popis za provjeru opreme i pribora.

Ronioci i njihova logistička pomoć, zajedno s tehničarima pripremaju opremu, provjeravajući zajedno svaku stavku na popisu u svrhu osiguravanja da će pripremljena oprema omogućiti obavljanje svih ugovorenih poslova. Popis za provjeru će se mijenjati svaki put kada stigne nova oprema ili pribor.

b) Prekontrolirati svu ronilačku opremu i pribor koji će se koristiti tijekom UWILD postupka.

To znači da pri pripremi ronilačke opreme i pribora, svi poslodavci moraju izvršiti posljednju provjeru i to ne samo njihove osobne opreme, već i sve ostale koja će se koristiti tijekom podvodnog pregleda. Ako je bilo što slomljeno ili pokvareno, mora se odmah zamijeniti.

c) Provjeriti (s predstavnicima brodova) da su poduzete sve radne sigurnosne mjere.

Voditelj ronioca mora obavijestiti upravitelja postrojenja (engl. *Offshore Installation Manager - OIM*) kada ronioci započinju s radom. Mora biti siguran da je "Alfa" zastava, koja označava da je ronioc pod vodom, na postrojenju, te da su svi motori zaustavljeni i da je kontrolna soba pod kontrolom dužnosnika. Mora se osigurati da cjelokupna posada broda poznaje postupak kada su ronioci ispod postrojenja, da se ne baca ništa u more, da je nadzornik pregleda prisutan cijelo vrijeme, te da je u stalnom kontaktu sa roniocima ili njihovim predstavnikom.

d) Paziti da dobije sve informacije o platformi i označiti na vanjskom dijelu sve karakteristične pojedinosti.

Prije početka pregleda, predstavnik ronioca mora imati glavne podatke i potrebne karakteristične pojedinosti platforme, te odrediti područja od posebnog interesa za nadglednika odnosno za sami pregled. Također, mora biti upoznat sa svim mogućim oštećenjima na platformi i obilježiti ih radi kasnijeg detaljnog pregleda i popravljanja ako je to potrebno. Prije glavnog dijela posla (CVI), potrebno je ukloniti blato i isprati sva mjesta gdje će se obaviti pregled magnetnim česticama. Sva područja podvrgnuta CVI i MPI moraju biti označena žutom vodootpornom kredom prema odobrenom postupku prije početka pregleda, kao što je prikazano na slici 5-1.



**Slika 5-1.** Noga označena vodootpornom žutom kredom (Crosco, 2014c)

e) Prije početka provođenja UWILD postupka, važno je s nadležnim inspektorom klase razjasniti detaljni plan, imajući na umu uvjete na moru, razlog za naručeni pregled i sve ostale moguće detalje. Uobičajeni postupak za UWILD podrazumijeva:

I. Blisku vizualnu inspekciju:

- podvodnih dijelova pramčane i krmnih nogu i pripadajućih stopa nogu,
- gornjih i donjih površina stopa nogu i spojeva,
- stopa nogu i konusnih završetaka,

- ojačanja stopa nogu.

## II. Nerazarajuće ispitivanje:

- spojeva nogu i stopa nogu, te njihovih ojačanja

Sve podvodne aktivnosti izravno nadzire i vodi inspektor klase na palubi, koristeći sustav video nadzora (engl. *closed-circuit television* - *CCTV*) i dvosmjerni komunikacijski sustav između ronioca i operatera. Na slici 5-3 prikazan je vizualni pregled stope.

f) Nakon završetka UWILD-a, izvješće o rezultatima istraživanja u tipičnom obliku s fotografijama i video zapisom se mora biti pripremiti i predstaviti nadzorniku klasifikacijskog društva i predstavniku tvrtke naručioca radova. Jedna se kopija mora pohraniti u arhivu ronilačke tvrtke.

g) Drugi dio ronilačke ekipe mora prikupiti svu opremu i dovesti je u stanje za sljedeći UWILD pregled. Njihova dužnost je:

- oprati opremu u čistoj vodi,
- očistiti ju i osušiti,
- provjeriti svu opremu i pribor,
- označiti mjesta oštećenja i pripremiti ih za popravak,
- servisirati opremu i pribor koji ne trebaju biti isporučeni u posebne službe,
- zamijeniti oštećenu opremu novom ako je potrebno,
- napuniti rabljene ronilačke spremnike,
- napuniti baterije i provjeriti rezervne baterije,
- provjeriti i po potrebi zamijeniti podvodni pribor.

Sva potrebna oprema, važna za ovakve vrste radova, mora se pažljivo ispitati. Budući da je ovo specifičan posao, gotovo sva oprema mora biti udvostručena i po potrebi se može odmah zamijeniti (Crosco, 2014a). Na slici 5-2 prikazan je ronilački pregled podvodnih dijelova, odnosno servisiranje opreme korištene prilikom samog pregleda.





**Slika 5-2.** Ronilački pregled podvodnih dijelova i servisiranje opreme (Crosco, 2014c)



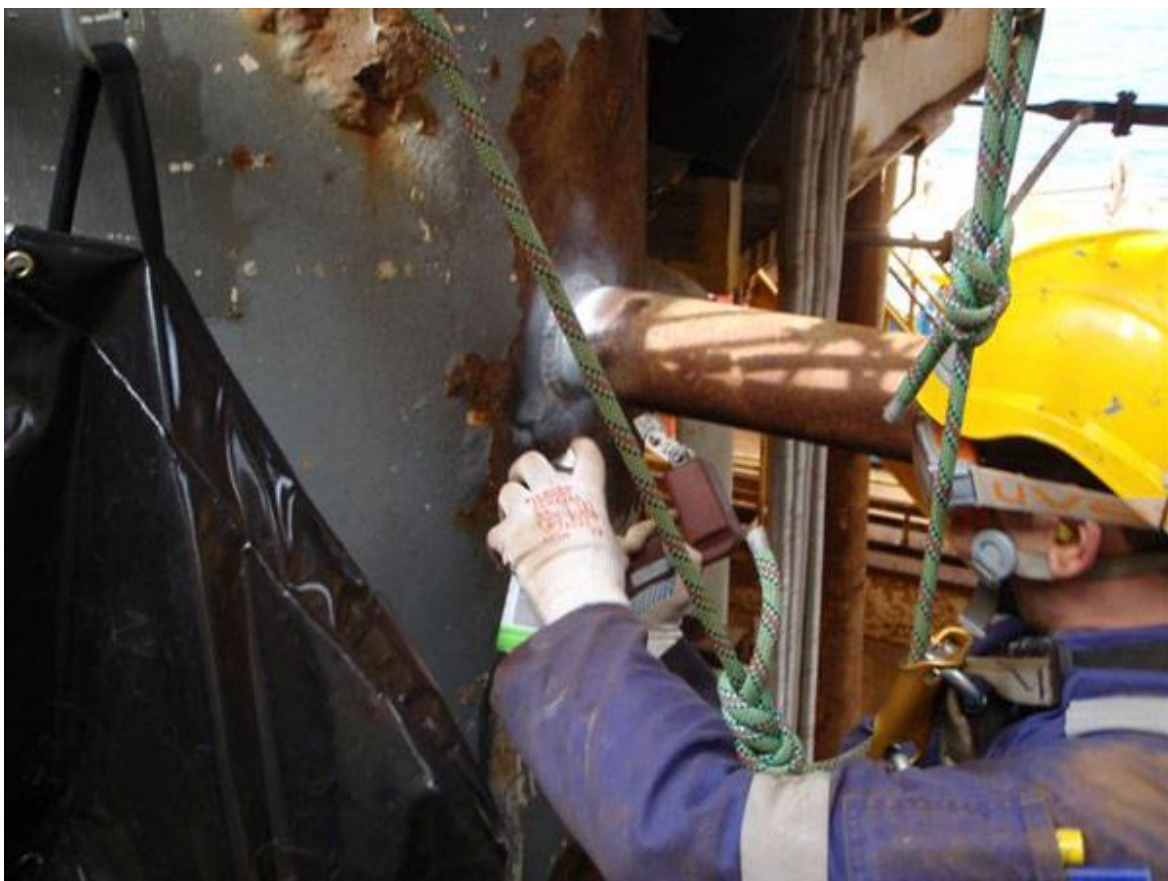
**Slika 5-3.** Vizualni pregled dijelova stope – CVI (Crosco, 2014c)

### **5.1. Ispitivanje magnetskim česticama**

Metoda ispitivanja magnetskim česticama (engl. *Magnetic Particle Inspection – MPI*) je široko rasprostranjena metoda ispitivanja bez razaranja za otkrivanje površinskih i podpovršinskih pukotina. MPI je brza i relativno jednostavna za primjenu, a stanje površine za ispitivanje nije kritično kao kod primjene drugih metoda bez razaranja. Metoda se temelji na induciranju magnetskog polja u feromagnetskim materijalima. Magnetske čestice rasprše se po površini ispitivanog materijala te, ako postoji pukotina okomito na smjer prolaska silnica magnetskog polja, sitne čestice nakupit će se oko pukotine i držati na tom mjestu pomoću magnetskog polja kako bi se dobila vizualna indikacija. Ova je metoda kontrole jeftina i brza, ali ima ograničenje s obzirom na neferomagnetske materijale. Na slici 5-4 prikazano je metoda ispitivanja magnetskim česticama.

Kako bi se uopće omogućio MPI pregled na platformi Labin, velike količine blata su morale biti uklonjene. U sklopu ovog pregleda korišten je trajni magnet magnetskog polja jakosti 955 A/m (Crosco, 2014a). Tijekom inspekcije korišteni su pokretni indikatori magnetskog toka, te su sve ispitivane površine određene i dogovorene prije pregleda.





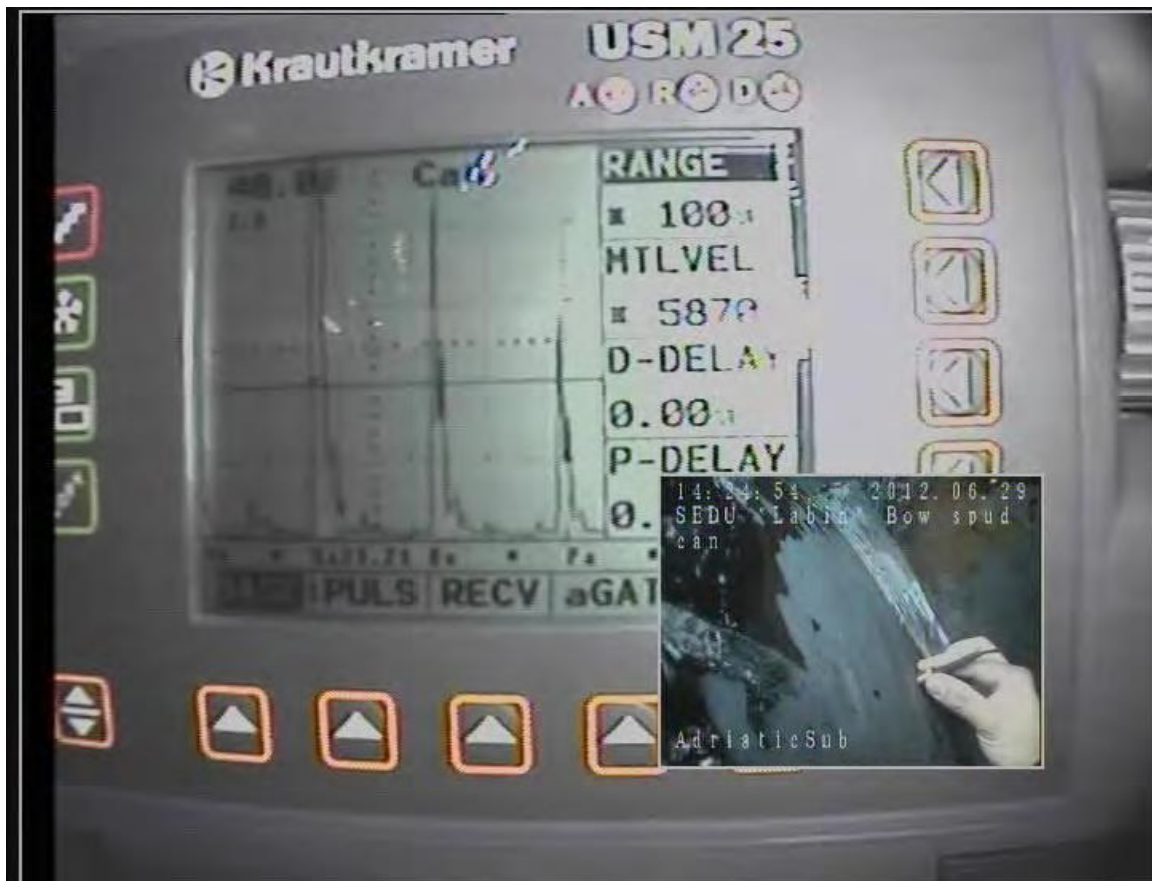
**Slika 5-4.** Metoda ispitivanja magnetskim česticama (Axiom, 2018)

## **5.2. Mjerenja debljine stijenke ultrazvukom**

Standardnim tehnikama mjerenja debljina stijenki može se obuhvatiti područje debljina donje granice iznad 1 mm, te gornje do 10 mm, ukoliko se mjerenja provode u čeliku. Točnost mjerenja ovisi o mjerenoj debljini i primijenjenom ultrazvučnom uređaju. Pri mjerenju debljine stijenke ultrazvučnim uređajima (engl. *ultrasonic wall thickness measurement - UTM*) potrebno je odabrati sonde dovoljno visoke frekvencije i male fokusne duljine. Uređaj korišten za ultrazvučno testiranje na platformi Labin prikazan je na slici 5-5.

Osim mjerenja debljine stijenke, ova nerazarajuća metoda se koristi i za precizno određivanje dubine pukotina, neovisno o tome nalazi li se pukotina iznad ili ispod razine mora. Prethodno određivanju dubine pukotine potrebno je odrediti i duljinu same pukotine za što se pak koristiti bilo koja NDT metoda. Preporuča se MPI metoda ako se radi o podvodnom pregledu. Feromagnetske čestice, koje se koriste kao medij za ispitivanje, moraju biti smočene, te su fluorescentne ili žarke boje. Prema ovome, ispitivanje se može izvršiti i na podvodnim komponentama (Crosco, 2012).





Slika 5-5. Ultrazvučno testiranje na platformi Labin 2012. godine (Crosco, 2012)

## 6. PODVODNI PREGLED UMJESTO PREGLEDA SUHOG DOKA NA PLATFORMI LABIN 2014. GODINE

Vlasnici samopodizjuće platforme Labin bili su dužni obaviti pregled umjesto pregleda suhog doka (UWILD) u sklopu specijalnog periodičnog pregleda, i to ne kasnije od 9. listopada 2014. godine. Podvodni dio inspekcije uključivao je pregled podvodnih dijelova nogu i stopa nogu s dodacima. Pregled izvan vode se odnosio na trup i spremnike za predopterećenje (engl. *preload*). Sve praktične pojedinosti inspekcija bile su dogovorene s ABS nadglednikom tijekom planiranja pregleda.

U skladu s procedurom, podvodni pregled obuhvaća sljedeće korake:

1. vanjska površina stopa nogu mora se očistiti kako bi se olakšala vizualna inpekcija;
2. sa spojeva stopa nogu i mlaznica moraju biti uklonjene morske trave, alge, školjke i ostala onečišćenja prisutna na tim mjestima;
3. stupovi nogu se moraju obilježiti kako je to označeno na slici 6-1, kao i ojačanja na donjoj strani stopa prema slici 6-2;
4. bočne i gornje plohe svake stope, te spojevi sa svakom nogom se moraju vizualno pregledati počevši od obilježenog stupa u smjeru kazaljke na satu, sa svih strana, kako bi bilo moguće identificirati položaj mogućeg oštećenja;
5. donje plohe svake stope i spojevi sa svakom nogom se moraju vizualno pregledati počevši od označenog ojačanja u smjeru kazaljke na satu, sa svih strana, kako bi bilo moguće identificirati položaj i orijentaciju mogućeg oštećenja;
6. strukturu svake stope nogu treba vizualno pregledati počevši od utvrđenog i označenog stupa, nastavljajući u smjeru kazaljke na satu kao što je prikazano na slici 6-2;
7. svaki spoj stope nogu sa stupovima svake noge treba vizualno pregledati počevši od utvrđenog i obilježenog stupa, te nastavljajući u smjeru kazaljke na satu. Postupak treba ponoviti za preostala 3 stupa;
8. prvi spoj stupa s priležećim vezama i dijagonalnim zavarenim spojnim mjestima svake noge (prikazan na slici 6-3) treba biti vizualno pregledan, gledajući od stope, počevši od ranije utvrđenog i obilježenog stupa, te nastavljajući u smjeru kazaljke na satu. Postupak se treba ponoviti za svaki stup svake od triju nogu, što znači ukupno 12 puta;

9. spojevi između stupova i stopa nogu moraju se ispitati nerazarajućim ispitivanjem (NDT), kao i ispitivanjem magnetskim česticama (MPI), a imenovani su u skladu s oznakama na slici 6-1: 1Y, 1W, 2X, 2Z, 3X i 3Z;
10. ako rezultati bilo kojeg područja ispitivanja nisu prihvatljivi, opseg inspekcija će se proširiti;
11. također je potrebno napraviti unutarnji vizualni pregled stopa nogu. Prethodno, stope se moraju temeljito prozračiti zbog opasnih plinova i ispitati u cilju sigurnog ulaska. Unutrašnje površine stopa moraju se očistiti i pregledati.

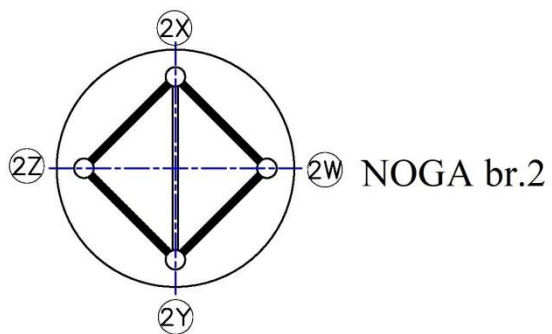
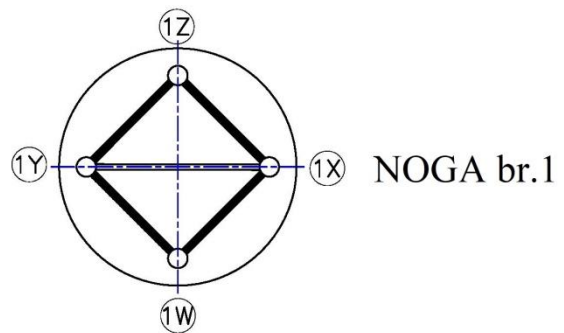
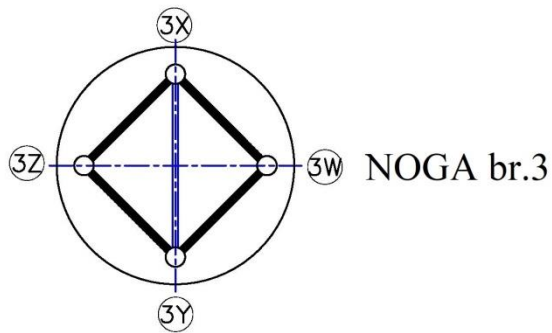
Koraci pregleda izvan vode su sljedeći:

1. za vizualni pregled vanjskih površina trupa omogućit će se prikladan pristup pomoću dizalice dok je platforma u radnom položaju;
2. dva reprezentativna spremnika za predopterećenje, koja se odabiru u skladu s ABS pravilima, će nadležni inspektor odabrati za unutarnji pregled. Reprezentativni spremnici predopterećenja temeljito će se prozračiti zbog opasnih plinova i testirati kako bi se u njih moglo sigurno ući.

Za ovakvu vrstu pregleda nužno je osigurati prikladan zvučni i video zapis. Sustav mora snimiti video snimke pregledanih područja u realnom vremenu sa svim zvučnim zapisima komunikacije jednog ili više ronioaca s osobljem na površini. Procedura nalaže da se kopija kombiniranog vizualnog i zvučnog zapisa mora čuvati u digitalnom formatu (kao što su CD, DVD, digitalna videokaseta itd). Dodatni primjerak treba dostaviti predstavniku ABS-a radi uključivanja u izvješće. ABS mora odobriti tvrtku koja će izvršiti NDT ispitivanja, te za izvođenje pregleda osigurati kvalificirane i certificirane ronioce. Prethodno ovom ekvivalentu pregleda suhog doka, ABS inspektor mora održati sastanak s posadom kako bi ronionci, NDT tehničari i ostali koji sudjeluju u pregledu, izvršili posao u skladu s ABS, odnosno MODU pravilima.

Također je bitno napomenuti da se sva ispitivanja zatvorenih prostora moraju pažljivo nadzirati radi emisija opasnih plinova prije i tijekom unutarnjih pregleda, te se nalazima prethodnih inspekcija treba posvetiti posebna pozornost (Crosco, 2014b).

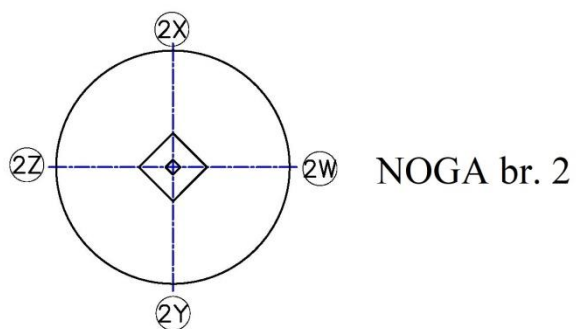
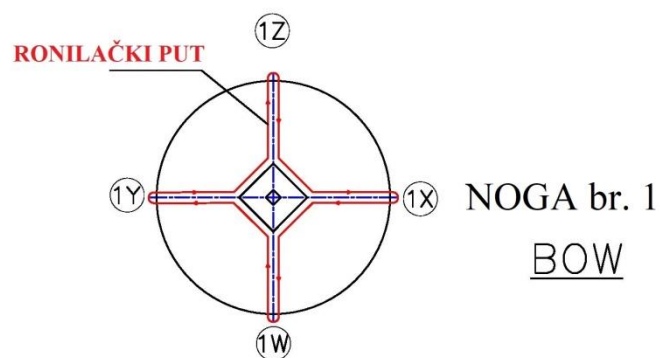
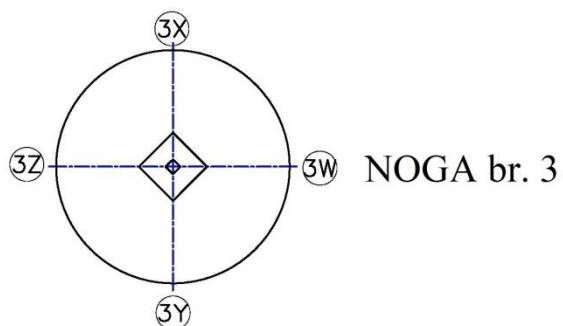
# GORNJA STRANA STOPA NOGU



Slika 6-1. Skica gornje strane stopa nogu (Croscos, 2014b)

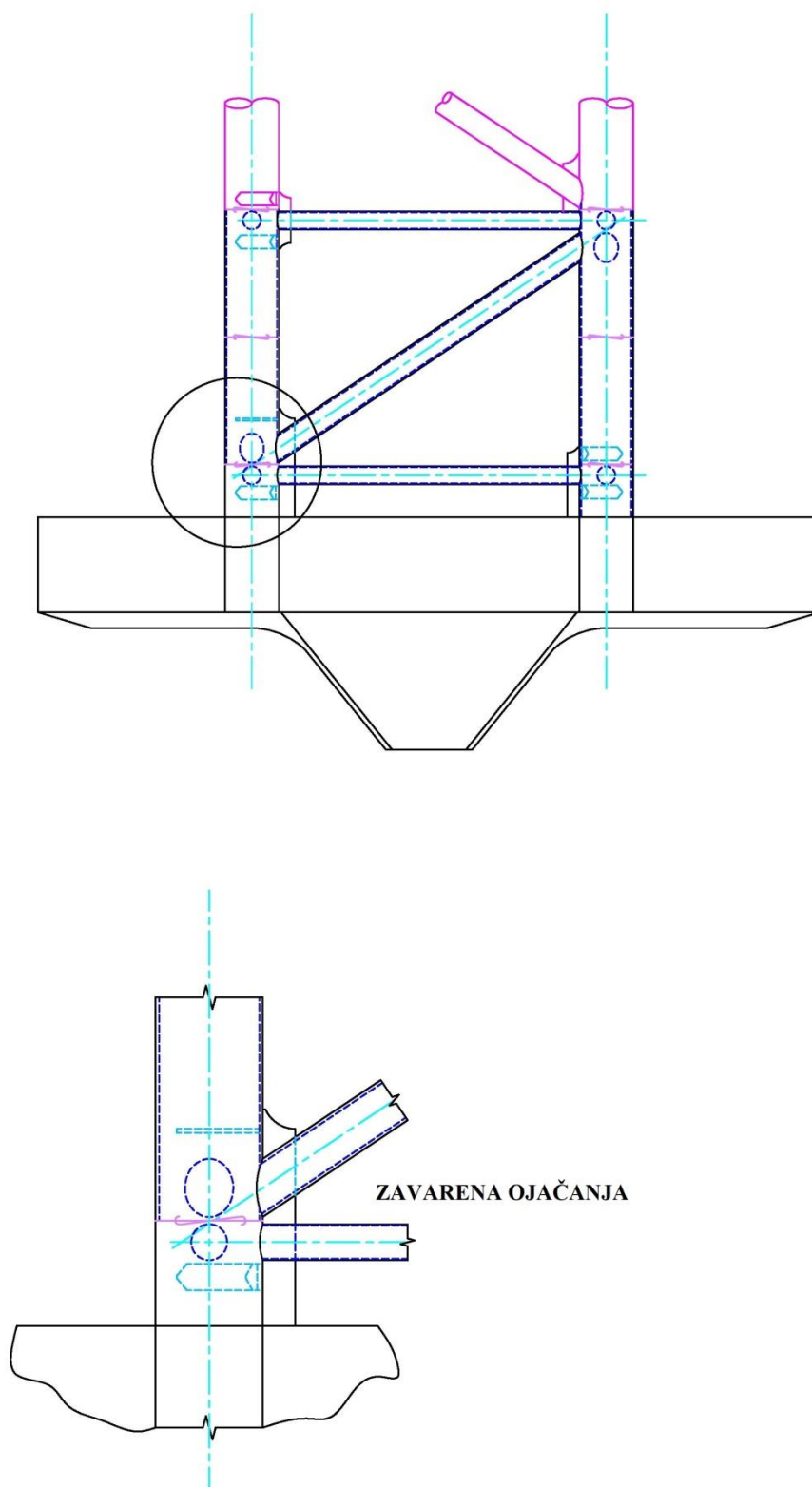
## DONJA STRANA STOPA NOGU

PORT SIDE



STARBOARD SIDE

Slika 6-2. Skica donje strane stopa nogu (Crosco, 2014b)



**Slika 6-3.** Skica stope i ojačanja (Crosco, 2014b)

## 6.1. Pražnjenje i punjenje stope za vrijeme provođenja UWILD postupka

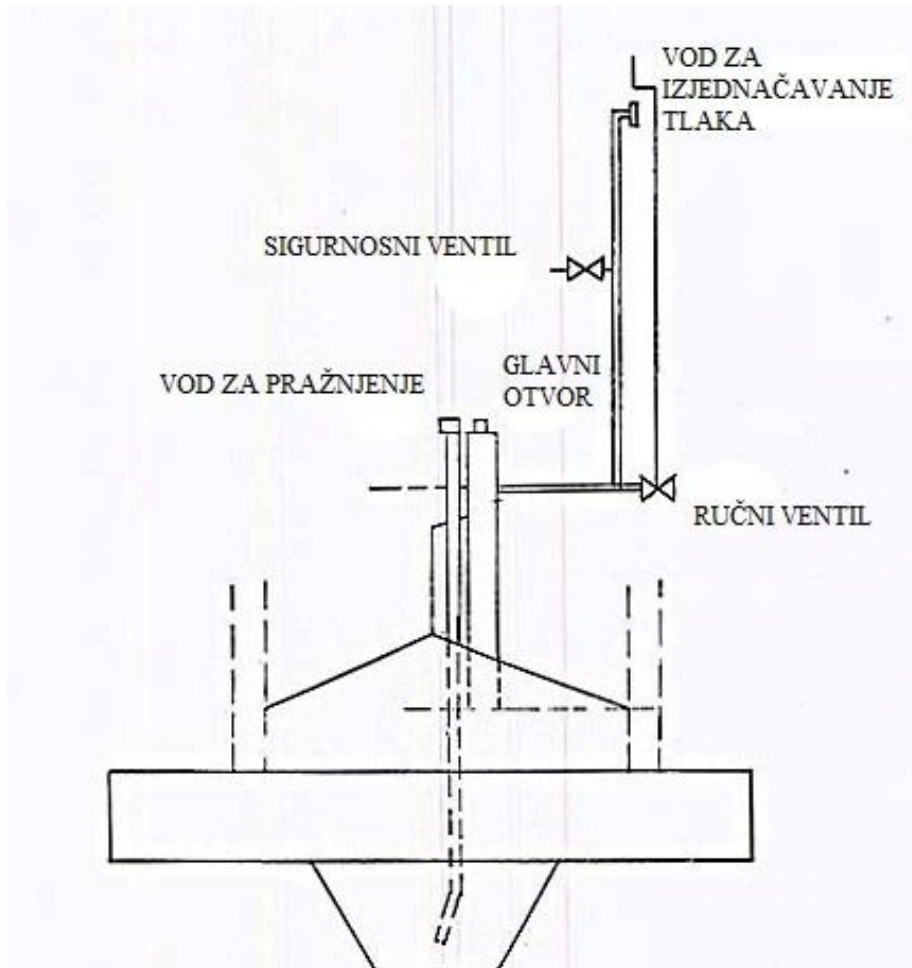
Procedura pražnjenja stope se mora izvoditi stopu po stopu, kako se koja bude pregledavala, dok se druge dvije noge predopterećuju u suglasnosti sa zahtjevima neovisne konzultantske tvrtke Noble Denton, koja se najčešće angažira prilikom izvođenja ovakvih vrsta radova. Tijekom postupka ponton treba spustiti na gaz nešto manji od plutajućeg gaza, što iznosi otprilike 20 do 30 cm, ovisno o vrsti tla. Za vrijeme pražnjenja stope, istodobno se vrši punjenje morskom vodom dva spremnika predopterećenja uz nogu kojoj se stopa prazni. Ukupna težina vode kojom treba napuniti te spremnike mora odgovarati težini vode koja zauzima cjelokupni volumen stope.

Postupak pražnjenja stope obuhvaća sljedeće radnje:

1. spuštanje pontona uz jednu nogu koja će se pregledavati;
2. otvaranje ventila na vodu za izjednačavanje tlaka u trenutku kad je ručica za otvaranje u razini sa glavnom palubom tijekom postupka podizanja/spuštanja (engl. *jacking*);
3. zadizanje noge nastaviti dok se ne pojavi priključak za zrak (u razini s kućištem sustava za spuštanje/podizanje);
4. priključivanje zraka (crijevo);
5. nastaviti zadizati nogu dok otvor na stopi za ulazak ronioca nije malo iznad razine mora;
6. demontiranje slijepe prirubnice sa voda za pražnjenje;
7. zatvaranje ventila za izjednačavanje tlaka i sigurnosnog ventila;
8. protiskivanje zraka putem crijeva, tlakom do maksimalno 1,2 bar (Crosco, 2014e).
9. paziti na libele i održavati, smanjenjem ili povećanjem količine zraka (tlak do 1,2 bar), pražnjenje stope dok se pune spremnici za predopterećenje oko noge;
10. pred kraj pražnjenja dolazi do izbijanja vode i vod zraka za pražnjenje se zatvara ručicom;
11. provjeriti jesu li približno isti gazovi oko nogu kao prije operacije pražnjenja stope, te izravnati platformu na gazove koje su bile prije.

Za vrijeme operacije pražnjenja kao i kasnije za vrijeme rada ronilaca u moru, potrebno je cijelo vrijeme imati na komandnom mostu nadzornika postupka podizanja/spuštanja (engl. *jacking operator*) koji mora kontrolirati libele. Svaki ulazak u vodu ronioca kao i izlazak

prema proceduri mora biti unaprijed najavljen u komunikacijsku prostoriju (engl. *radio room*) u vremenu od 06:00 do 18:00 sati i komandnom mostu, od 18:00 do 06:00 sati. Svako manipuliranje s nogama platforme mora se najaviti ronionicima. Za ovu operaciju izdaje se posebna radna dozvola. Na slici 6-4 prikazana je skica dijelova stope za pražnjenje i punjenje.



**Slika 6-4.** Skica stope i dijelova stope za pražnjenje i punjenje (Crosco, 2014e)

Procedura punjenja stope vrši se obrnutim logičkim slijedom postupaka, te se u skladu s tim za vrijeme punjenja stope, istovremeno vrši pražnjenje morske vode iz dva spremnika predopterećenja uz nogu kojoj se stopa puni.

Postupak punjenja stope provodi se na sljedeći način:

1. ventili na vodu za priključak zraka su otvoreni;
2. dizanje pontona (spuštanje noge) do pozicije gdje more počine ulaziti kroz otvor za ulazak ronioca;



3. punjenjem stopa povećava se gaz i otvor za ulazak ronioca je sve dublje u moru, te dolazi do intenzivnog bućkanja. Preporuča se položaj otvora na oko 10 cm po vodom. Ako gaz počne rasti prebrzo, odnosno ako se dovoljno brzo ne prazne spremnici predopterećenja, potrebno je spustiti ponton (dići nogu) tako da se stalno održava jednaka brzina punjenja noge i pražnjenja spremnika predopterećenja;
4. pred kraj pumpanja dolazi do sve slabijeg izlaska zraka, a kad je stopa puna mjehurića, zrak je istisnut iz stope;
5. zatvoriti ventile za izjednačavanje tlaka i sigurnosne ventile, dok je ventil na vrhu voda za zrak otvoren;
6. spuštati ponton dok pristupna staza prema grotlu nije u razini mora;
7. zatvoriti slijepu priрубnicu i otvor za ulazak ronioca;
8. zadizati ponton sve dok se noga ne spusti i ponovno predopteretiti.

Za vrijeme operacije punjenja stopa vodom potrebno je cijelo vrijeme imati na komandnom mostu nadzornika postupka podizanja/spuštanja koji mora kontrolirati libele. Za ovu se operaciju također izdaje posebna radna dozvola (Crosco, 2014e). Postupak pražnjenja stope nogu na platformi Labin prikazan je na slici 6-5.



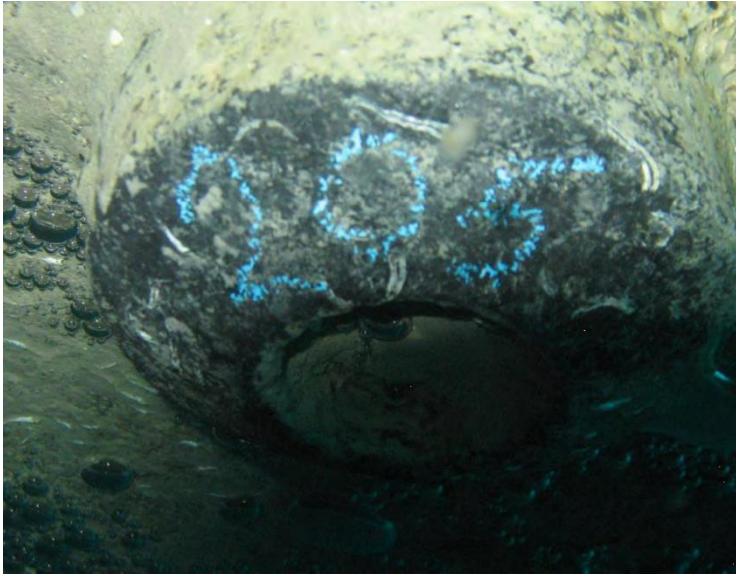
**Slika 6-5.** Postupak pražnjenja stope nogu na platformi Labin (Crosco, 2014e)

## 6.2. Izvlačenje nogu

Ukoliko se noge ne oslobode pri prethodno izračunatom gazu, potrebno je nastaviti spuštati trup na jednoj nozi do otprilike 4,6 metara visine gaza u svrhu povećanja učinka plovnosti. Pri ovom postupku uvijek treba upotrebljavati sustav mlaznica, te se postupak provodi nogu po nogu odnosno odvojeno. Nužno je biti na iznimnom oprezu jer bi pretjerano izvlačenje nogu moglo dovesti do spuštanja trupa do točke uranjanja palube tako ugrožavajući posadu i objekt u cijelosti. U slučaju da su noge penetrirale duboko u dno, uzgon neće biti dovoljan da se oslobode stope nogu. Upravo u takvim područjima vrlo dubokog prodiranja nogu u tlo iziskuje se i duži rad mlaznica, pa voditelj projekta mora uzeti u obzir vremenske uvjete i prognozu tako osiguravajući da jedinica u plovnom stanju nije izložena djelovanju valova, ukoliko su noge ili samo jedna noga još uvijek duboko zaglavljene (Operating Manual SEDU Labin, 2016).

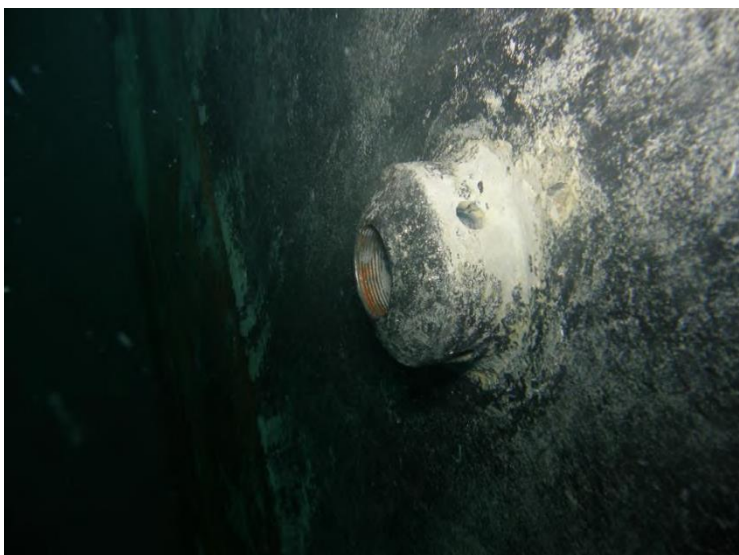
### 6.2.1. Čišćenje i testiranje mlaznica stopu noge

U sklopu podvodnog nedestruktivnog testiranja na samopodižućoj platformi Labin 2012. godine provedeno je i podvodno čišćenje, pregled, otčepeljivanje i testiranje mlaznica na stopama nogu 1 i 2 (pramčana noga i krmena noga desne strane platforme – engl. *bow leg & starboard leg*), kako se vidi na slici 3-3. Cjelokupnu proceduru je izvršila tvrtka Adriatic Sub d.o.o. iz Rijeke. Sveukupno je 28, na svakoj nozi po 14, zavarenih mlaznica s konusom od nehrđajućeg čelika, ugrađenih u skladu sa skicom prikazanom na slici 3-5 i raspoređenih prema gornjoj skici na istoj slici, očišćeno što je bilo više moguće. Sve mlaznice su bile temeljito očišćene upotrebom oštrih alata namijenjenih i izrađenih samo za tu svrhu. Na slikama 6-6 i 6-7 prikazan je izgled mlaznica prije i nakon postupka čišćenja.



**Slika 6-6.** Mlaznice prije čišćenja (Crosco, 2012)





**Slika 6-7.** Mlaznice nakon čišćenja (Crosco, 2012)

Po završetku čišćenja sve mlaznice su tlačno ispitane na 2 bar, te tako dokazane funkcionalnima (Izvešće tvrtke Adriatic Sub d.o.o. - Croscos, 2012).

## 7. ZAKLJUČAK

Klasifikacijska društva nalažu da se sva velika plovila, a u skladu s tim i odobalna bušaća postrojenja, moraju detaljno i temeljito pregledavati kako tijekom izrade, tako i nakon. Time postaju klasificirana i certificirana za rad na moru. Uz standardne godišnje, međupreglede (trogodišnje) i petogodišnje (obnavljanje klase), postoje još neke vrste pregleda koji se primijenjuju. U ovom diplomskom radu detaljno je opisan podvodni pregled umjesto pregleda u suhom doku – UWILD. To je ekvivalent klasičnom pregledu suhog doka, ali je njegova provedba ekonomičnija i vremenski puno kraća jer se postrojenje ne mora tegliti do luke. Općenito se UWILD izvodi na zahtjev vlasnika kojeg ABS mora razmotriti i odobriti.

Na samopodizućoj platformi Labin koja je u vlasništvu tvrtke Croscos, Naftni servisi d.o.o. selektivno su ispitani i očišćeni vanjski dijelovi trupa, stope nogu i podvodni dijelovi nogu u sklopu UWILD pregleda kojeg je bila dužna obaviti do 9. listopada 2014. godine. Uz obavezan vanjski pregled stopa, izvršen je i unutarnji pregled stopa nogu, iako nije obavezan. Prije samog pregleda i čišćenja unutrašnjosti, stope su bile temeljito prozračene zbog opasnih plinova. Podvodni dijelovi nogu i pripadajućih stopa nogu, te njihovi spojevi su od strane ronilaca bili podvrgnuti bliskoj vizualnoj inspekciji (CVI) i nerazarajućim metodama ispitivanja kao što su MPI i UTM koje služe za otkrivanje površinskih pukotina, odnosno precizno određivanje dubine pukotina.

Rezultati UWILD pregleda, kojega je nadgledao ABS nadzornik, bili su zadovoljavajući što je rezultiralo izdavanjem ABS certifikata za nastavak rada platforme u vremenu od naredne tri godine.

## 8. LITERATURA

1. ABS - American Bureau of Shipping: Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units (MODU); Part 7: Surveys, 2018.
2. CROSCO, 2012. Underwater NDT, Cleaning/testing of Spud Cans Jetting Nozzles – Izvješće tvrtke Adriatic Sub d.o.o. Rijeka
3. CROSCO, 2014a. UWILD PROCEDURE SEDU “LABIN” - AQUA SUB Ltd. Subsea Services
4. CROSCO, 2014b. Labin - UWILD 2014. (SPS#6) – Inspection Plan Proposal
5. CROSCO 2014c. Fotodokumentacija tvrtke Croscos, Hrvatska
6. CROSCO 2014d. Jetting system – drawing
7. CROSCO 2014e. "Procedura pražnjenja i punjenja stopa za vrijeme UWILD-a"
8. CROSCO, 2016. Operating Manual SEDU Labin Hull No. 354, Hrvatska
9. “Aktivnosti u akvatoriju”. 2017. Predavanja iz kolegija – interni materijali, 2017., Zagreb Rudarsko-geološko-naftni fakultet. (neobjavljeno)
10. HADŽIĆ, N., SENJANOVIĆ, I., 2014., "Potencijali hrvatske brodogradnje", Zagreb
11. KRIŠTAFOR, Z., ZADRAVEC, D., 2008., Funkcionalni zahtjevi stabilnosti samopodižućih platformi na radnoj poziciji, Zagreb
12. ZADRAVEC, D., 2007., Poboljšanje operativnih svojstava samopodižućih bušaćih platformi, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

### Internet izvori:

1. AXIOM, 2018. URL: <http://www.axiomndt.co.uk/services/magnetic-particle-inspection-mpi/> (07.12.2018.)
2. CHARLTON, B., 2014. URL: <https://blog.templato.com/offshore-drilling-and-jack-up-rigs-for-dummies-3b9876bbe1d> (01.12.2018.)
3. ELSAYED, K., 2013. URL: <https://www.slideshare.net/kemo44/the-road-to-saqqara-jackup-units-and-move> (13.12.2018.)
4. SURYAVANSHI, V., 2011. URL: <https://www.slideshare.net/vsvppt/final-project-7641331> (12.12.2018.)
5. WARNER, C., 2015. "UWILD Best Practices" URL: <https://www.deeptrekker.com/uwild-best-practices/> (28.01.2019.)

## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam korištenjem dostupne literature i znanja stečenog tijekom studiranja samostalno izradio diplomski rad.

\_\_\_\_\_  
Hrvoje Rukavina