

**POGLAVLJE 3**

**MEHANIČARSKI RADOVI**

## 1. UVOD

Glavni radovi brodskih mehaničara u opremanju broda čine sljedeće grupe radova:

1. montaža osovinskog voda,
2. montaža sklopa kormila,
3. montaža glavnog motora,
4. montaža **dizelskih električnih generatora**,
5. montaža brodskih strojeva i uređaja,
6. montaža armature cjevovoda i mjernih instrumenata, kao što su: razinomjeri na tankovima, termometri, termostati, manometri, i sl.

## 2. MONTAŽA OSOVINSKOG VODA

**Osovinski vod** sastoji se od odljevka statvene cijevi, ležajeva statvene cijevi, brodskog vijka, osovine brodskog vijka, međuosovine, nosivog ležaja (ležaja međuosovine), te prednje i stražnje brtvenice. On prenosi zakretni moment pogonskog stroja na brodski vijak. Sila i moment pogonskog stroja djeluje okomito na smjer gibanja broda. Stoga je potreban brodski vijak s koso položenim krilima u odnosu na os broda, koji će okomitu silu i moment pretvoriti u silu i moment koji djeluju u smjeru gibanja broda. Pritom prijenos momenta treba izvesti s što manje gubitka energije.

**Osovina brodskog vijka** na jednoj je strani spojena na međuosovinu s prirubnicom, a na drugoj je strani na konus navučen brodski vijak. Na strani brodskog vijka nalazi se navoj za maticu koja služi za pričvršćenje brodskog vijka na osovinu brodskog vijka. Matica brodskog vijka je posebno osigurana protiv odvrtanja. Na sredini osovine brodskog vijka nalazi se statvena cijev s ležajevima i brtvenicama.

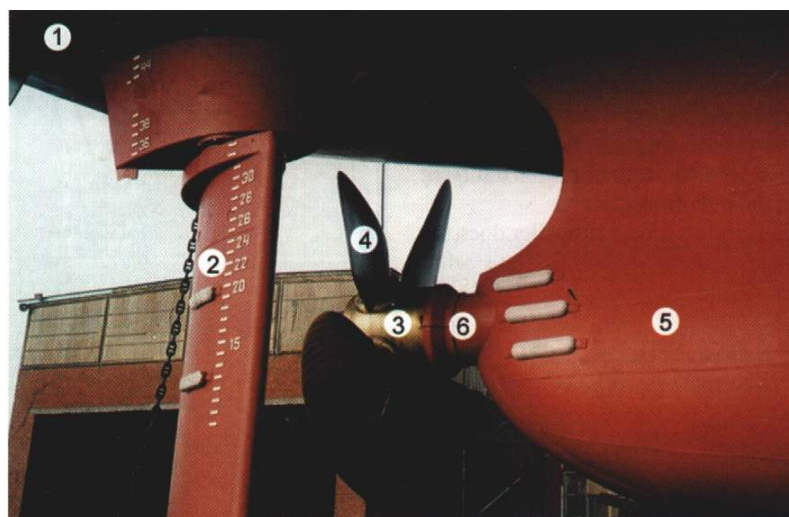
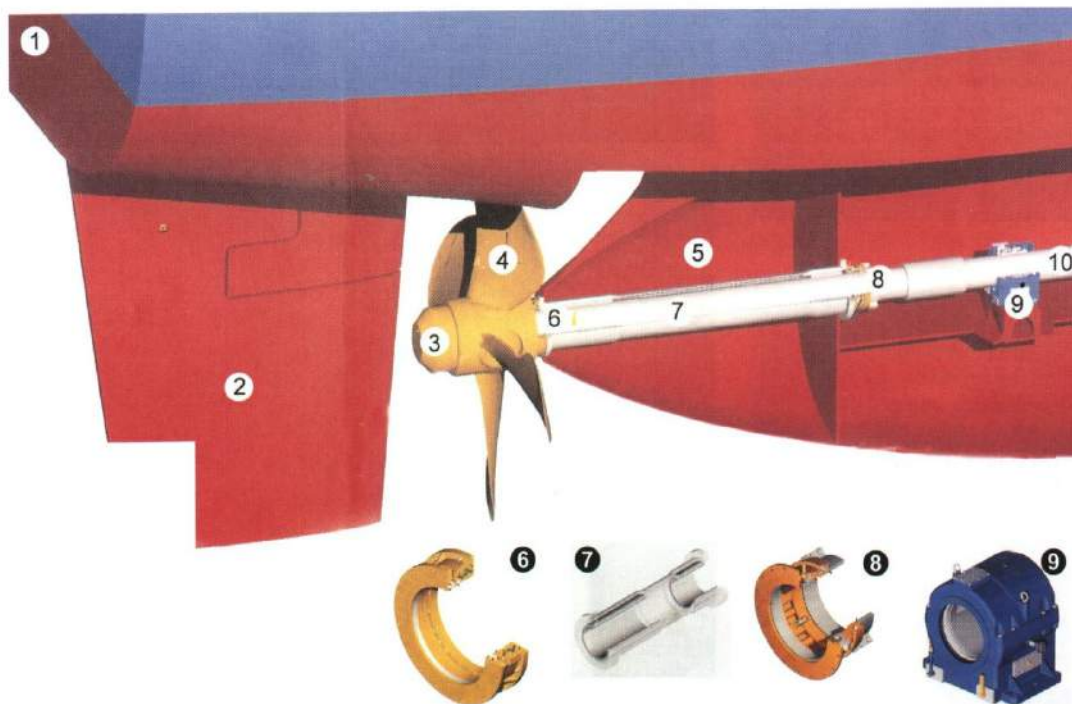
Osovina brodskog vijka tijekom rada izložena je tlačnim i vlačnim silama, kao i momentom savijanja. Zbog djelovanja vertikalnih sila i vlastite mase brodskog vijka, osovina brodskog vijka se savija. Savijanje osovine se računa kroz proračun elastične linije osovinskog voda i služi za centriranje i spajanje osovine brodskog vijka s međuosovinom i pogonskim strojem.

**Međuosovina** služi kao međuelement za spajanje osovine brodskog vijka s glavnim motorom. Međuosovina se izrađuje iz istog materijala kao i osovina brodskog vijka, ali je njezin promjer nešto manji od osovine brodskog vijka jer ne nosi brodski vijak na jednoj strani pa nije konzolno opterećena.

**Brodski vijak** proizvodi porivnu silu koja pokreće brod. Brodski vijak je kod sporokretnih motora preko osovine i međuosovine direktno spojen s glavnim motorom, dok je kod srednjekretnih i brzokretnih na glavni motor spojen preko posebnog zupčanog prijenosa koji se naziva reduktor. Stupanj djelovanja brodskog vijka ovisan je o brzini vrtnje. Brodski vijak se sastoji se od glavčine i krila brodskog vijka koja su zakrenuta u odnosu na os broda, te ona proizvode porivnu silu koja pokreće brod. Brodski vijak može imati krila koja su fiksna, odnosno koja se ne mogu okretati oko svoje osi ili prekretna krila koja se mogu okretati oko svoje osi. Takvi se brodski vijci koriste kod brodova koji imaju česte izmjene manevra.

**Nosivi ležaj** preuzima sile koje nastaju zbog savijanja osovine i međuosovine. Taj ležaj mora biti precizno postavljen, jer u protivnom može doći do savijanja osovine ili međuosovine, što se očituje kroz povećane vibracije tijekom vrtnje osovine ili međuosovine. Nadalje, može doći do povećanja zračnosti u ležajevima statvene cijevi i time omogućiti prodor morske vode u strojarnicu broda. Nosivi ležaj u sebi sadrži temperaturnu sondu s pomoću koje se mjeri temperatura ulja za podmazivanje. Na njega se također postavlja uređaj za mjerenje vibracija.

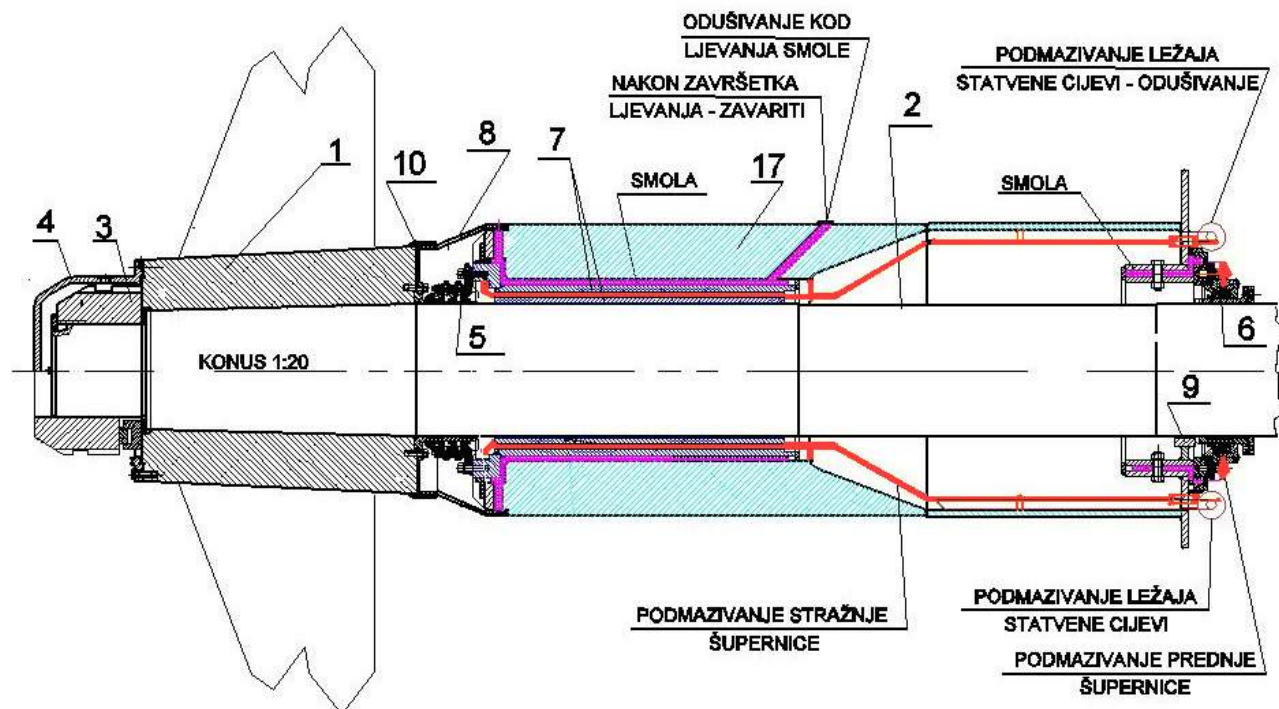
**Statvena cijev** sastoji se od odljevka statvene cijevi unutar kojeg se nalaze ležajevi u kojima propelerna osovina rotira. U statvenu cijev ugrađuju se dva ležaja, prednji i stražnji, od kojih je stražnji veći. Prednji dio odljevka statvene cijevi zavaren je za pregradu krmenog pika, dok je stražnji dio zavaren za krmenu statvu.



**Slika xxx.** Krmena statva s detaljima osovinskog voda

**LEGEDA:**

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. KRMA                    | 6. STRAŽNJA BRTVENICA                                      |
| 2. KORMILO                 | 7. ODLJEVAK STATVENE CIJEVI S PREDNJIM I STRAŽNJIM LEŽAJEM |
| 3. GLAVČINA BRODSKOG VIJKA | 8. PREDNJA BRTVENICA                                       |
| 4. BRODSKI VIJAK           | 9. LEŽAJ MEĐUOSOVINE                                       |
| 5. KRMENA STATVA           | 10. MEĐUOSOVINA  |



Slika xxx. Detalji statvene cijevi i osovinskog voda

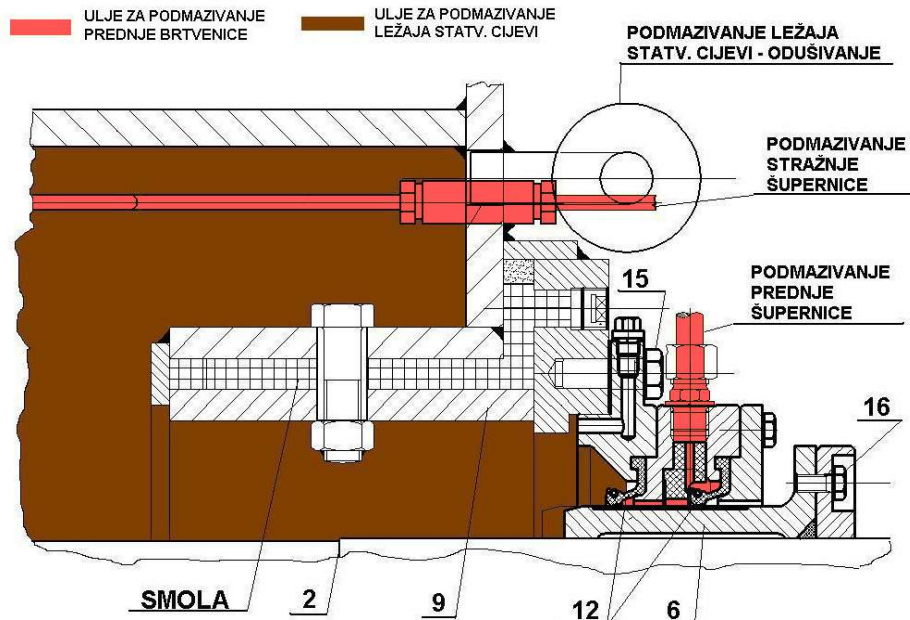
#### LEGENDA:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. GLAVČINA BRODSKOG VIJKA | 7. STRAŽNJI LEŽAJ STATV. CIJEVI        |
| 2. PROPELERNA OSOVINA      | 8. KRMENA ZAŠTITA                      |
| 3. MATICA BRODSKOG VIJKA   | 9. PREDNJI LEŽAJ STATV. CIJEVI         |
| 4. KAPA BRODSKOG VIJKA     | 10. NOŽIĆ ZA REZANJE ZAKVAČENOG KONOPA |
| 5. STRAŽNJA BRTVENICA      | 17. ODLJEVAK STATVENE CIJEVI           |
| 6. PREDNJA BRTVENICA       |  |

**Sistem brtvljenja (brtvenice).** Odmah do ležajeva statvene cijevi nalazi se brtveni sistem, koji se sastoji od prednje i stražnje brtvenice. Brtvenice sprječavaju ulazak morske vode u prostor broda i istjecanje ulja za podmazivanje statvene cijevi izvan broda.

Brtveni sistem mora biti sposoban odolijevati sljedećim uvjetima: tlaku vode do 3 bar, aksijalnim i radijalnim pomacima propelerne osovine od nekoliko milimetara, vibracijama broda, osigurati minimalno 6000 sati rotacije osovine na godinu, tijekom 5 godina.

Stražnja brtvenica smještena je na stražnjem dijelu propelerne osovine, čiji je rotacioni dio s vijcima pričvršćen na glavčinu broskog vijka, a fiksni dio vijcima na krmenu statvu. Prednja brtvenica smještena je na prednjem dijelu propelerne osovine, čiji je rotacioni dio s vijcima pričvršćen na osovinu broskog vijka preko posebnog prstena na osovini, a fiksni dio vijcima je pričvršćen na pregradu krmelog pika. Prednja brtvenica sprječava curenje ulja za podmazivanje u unutrašnjost broda. Prostor između brtvenica u statvenoj cijevi sadrži ulje za podmazivanje statvene cijevi. Između obje brtvenice, pričvršćenih na strukturu broda, u kućištu u kojemu su smješteni brtveni prsteni nema rotirajućih dijelova.



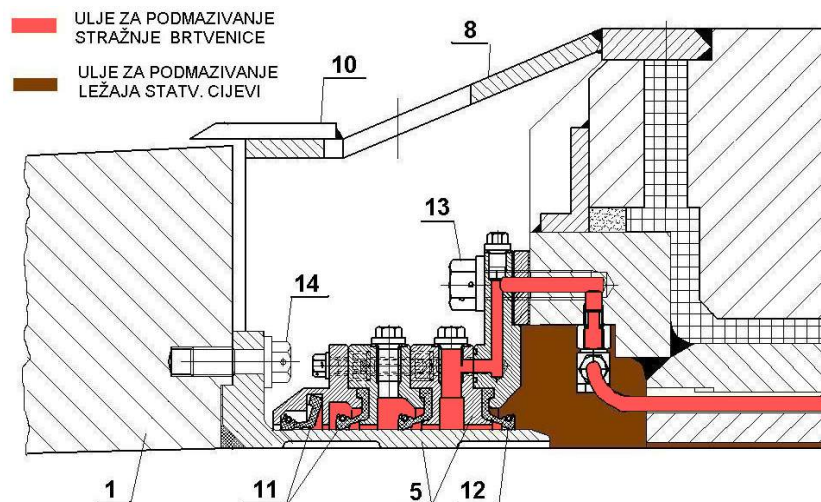
Slika xxx. Prednji brtveni sistem

**LEGENDA:**

- 2. PROPELERNA OSOVINA
- 6. PREDNJA BRTVENICA
- 9. PREDNJI LEŽAJ STATV. CIJEVI
- 12. ULJNA BRTVA

- 15. PRIVRŠĆENJE NA PREGRADU KRMENOG PIKA
- 16. PRIČVRŠĆENJE NA PROPELERNU OSOVINU

Brtveni sistem na stražnjoj strani sastoji se od stražnje brtvenice i najčešće tri brtvena prstena. Brtveni prsteni izrađeni su iz sintetičke gume. Prostor između brtvenih prstena u potpunosti je ispunjen uljem za podmazivanje stražnje brtvenice. Uljna brtva sprječava curenje ulja izvan broda, a vodena brtva sprječava prodor vode u strojarnicu.



Slika xxx. Stražnji brtveni sistem

**LEGENDA:**

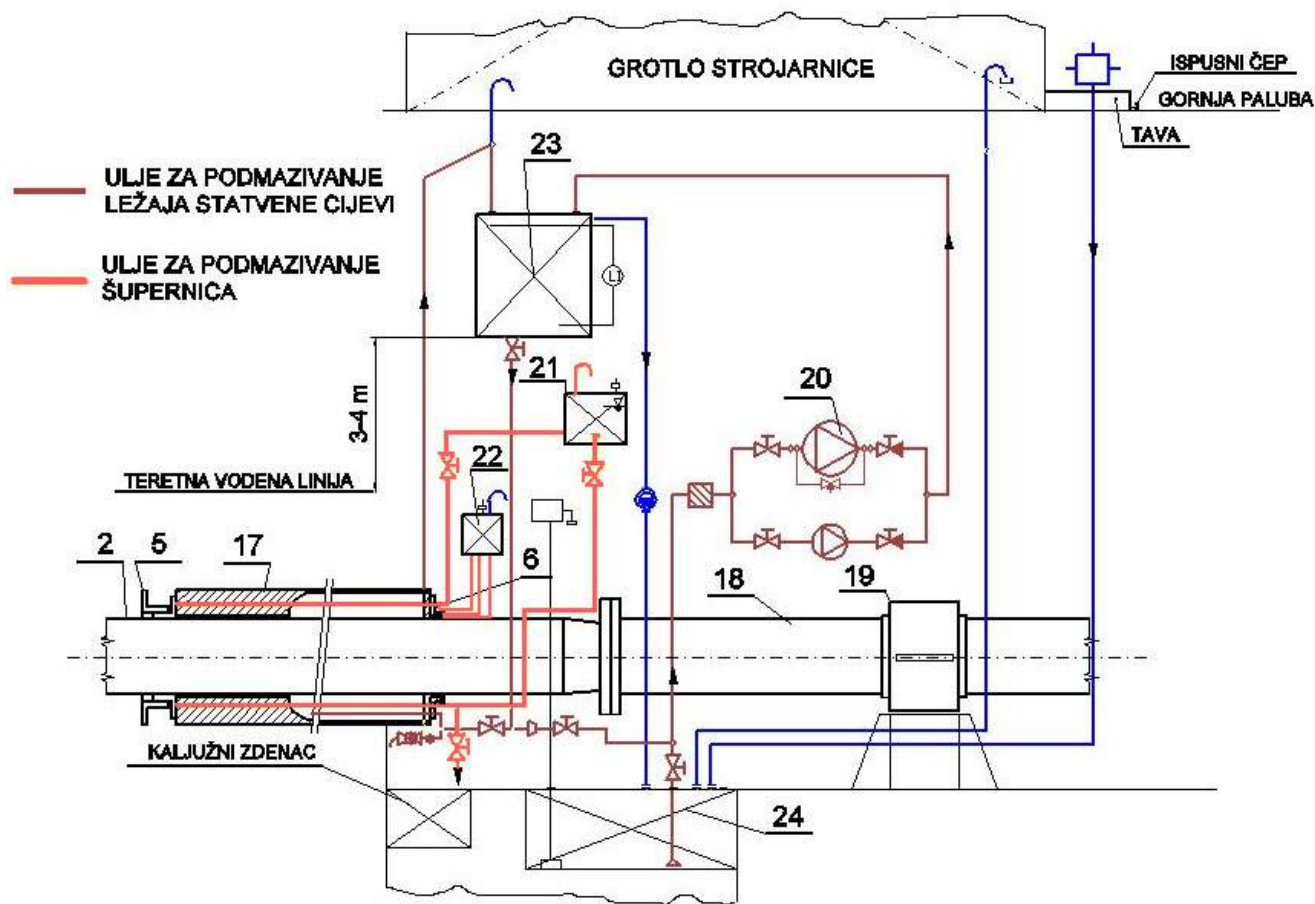
- 1. BRODSKI VIJAK
- 5. STRAŽNJA BRTVENICA
- 8. KRMENA ZAŠTITA
- 10. NOŽIĆ ZA KONOP

- 11. VODENA BRTVA
- 12. ULJNA BRTVA
- 13. PRIČVRŠĆENJE ZA KRMENU STATVU
- 14. PRIČVRŠĆENJE ZA BRODSKI VIJAK

Ulje za podmazivanje statvene cijevi nalazi se pod umjereno višim tlakom u odnosu na tlak okolne morske vode, što se postiže postavljanjem nadoljevnog tanka ulja za podmazivanje statvene

cijevi na nešto veću visinu u odnosu na teretnu vodenu liniju (cca 3-4 m). Tako, ako se stražnja brtvenica istroši ili ošteti, viši gravitacijski tlak ulja za podmazivanje statvene cijevi spriječi će ulazak vode u prostor propelerne osovine i strojarnice, ali će zbog toga ulje u istjecati u morsko okruženje. To je uglavnom limitirano na male količine, do oko 1 litre/dan. Ako dolazi do većeg gubitka ulja za podmazivanje statvene cijevi, to je znak istrošenosti brtvenog sistema. Tada je nužno izvesti dokovanje broda, pregled ležajeva statvene cijevi i brtvenog sistema, te zamijeniti istrošene dijelove.

Nadoljevni tank ulja za podmazivanje statvene cijevi (POZ 23) dio je glavnog sistema za podmazivanje ležajeva statvene cijevi, dok tankovi za podmazivanje prednje i stražnje brtvenice (POZ 21 i 22) sadrže ulje za podmazivanje vodenih i uljnih brtvenih prstena. Ulje u glavnom sistemu za podmazivanje je samocirkulirajuće, toplije ulje diže se prema nadoljevnom tanku, iz kojeg se ono vraća u donji dio statvene cijevi. Ispusni tank ulja za podmazivanje statvene cijevi (POZ 24) ima dvojnju funkciju te služi kao drenažni i skladišni tank.

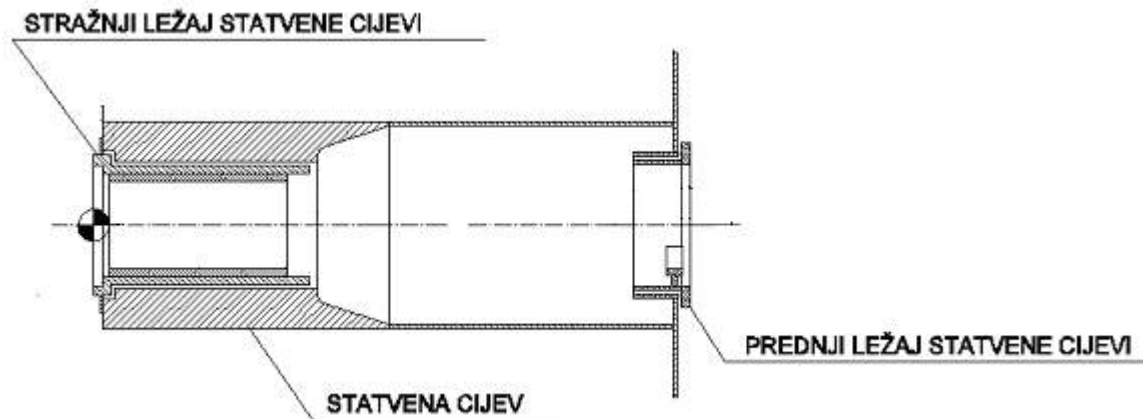


Slika xxx. Shema cjevovoda ulja za podmazivanje statvene cijevi

#### LEGENDA:

- 2. Propelerna osovina
- 5. Stražnja brtvenica
- 6. Prednja brtvenica
- 17. Odljevak statvene cijevi
- 18. Međuosovna
- 19. Ležaj međuosovine
- 20. Pumpa mazivog ulja statvene cijevi
- 21. Tank za podmazivanje stražnje brtvenice statvene cijevi
- 22. Tank za podmazivanje prednje brtvenice statvene cijevi
- 23. Nadoljevni tank mazivog ulja statvene cijevi
- 24. Ispusni tank ulja za podmazivanje statvene cijevi

**Ležajevi** u statvenoj cijevi omogućuju vrtnju osovine brodskog vijka. Statvena cijevi ima dva ležaja, prednji i stražnji.



Slika xxx. Ležajevi u statvenoj cijevi

## 2.1 Aktivnosti pri montaži osovinskog voda

**Dopremanje odljevka statvene cijevi i njezina obrada.** Odljevak statvene cijevi izrađuje se centrifugalnim lijevom u specijaliziranim ljevaonicama izvan brodogradilišta. Odljevak u brodogradilište dolazi neobrađen, te se završno obrađuje u radioni brodogradilišta.

**Priprema broskog vijka i osovine broskog vijka za montažu na brod.** Priprema broskog vijka i osovine broskog vijka za montažu na brod obuhvaća nekoliko postupaka. Prvi postupak je čišćenje i odmaščivanje broskog vijka i osovine. Konus provrta za osovinu u glavčini broskog vijka nije završno obrađen za nalijeganje na osovinu broskog vijka. Njega treba završno obraditi da bi se osiguralo čvrsto nalijeganje konusa glavčine broskog vijka na osovinu. Završni postupak obrade konusa naziva se "blue print" broskog vijka i osovine broskog vijka. Osovina broskog vijka se namaže plavom pastom, te se spaja na broski vijak. Preporuka proizvođača broskog vijka je da "blue print" valja obaviti s broskim vijkom u horizontalnom položaju i osovinom broskog vijka u vertikalnom položaju. Za ispravno izvođenje postupka "blue print"-a, broski vijak mora biti točno postavljen na horizontalnoj ravni. Broski vijak se ne navlači na osovinu broskog vijka, nego se osovina broskog vijka polako spušta u otvor na glavčini broskog vijka. Djelovanjem sile teže dolazi do njihova nalijeganja. Nakon navlačenja, preporuča se lagano udaranje čekićem po krilu broskog vijka kako bi se izazvale vibracije, koje svojim zvukom indiciraju eventualne šupljine nastale u spoju osovine s glavčinom broskog vijka. Nakon toga se osovina broskog vijka izvuče iz konusa glavčine broskog vijka, kako bi se utvrdilo nalijeganje jedne površine na drugu. Na konusu provrta glavčine broskog vijka ostaje plavi otisak na mjestima koja naliježu na osovinu broskog vijka, dok neobojana mjesta ne naliježu na osovinu broskog vijka. Prihvatljivi uvjeti za nalijeganje površine su da plavi otisak na početku i na kraju konusa broskog vijka bude više od 50 mm po opsegu i da osovina broskog vijka naliježe na barem 70% ukupne površine konusa broskog vijka. Nakon odobrenja za montažu broskog vijka od strane predstavnika klasifikacijskog društva i brodovlasnika, površine treba očistiti, te ih zaštititi od prljavštine i oštećenja.



Slika xxx. Neobrađen konus u glavčini broskog vijka

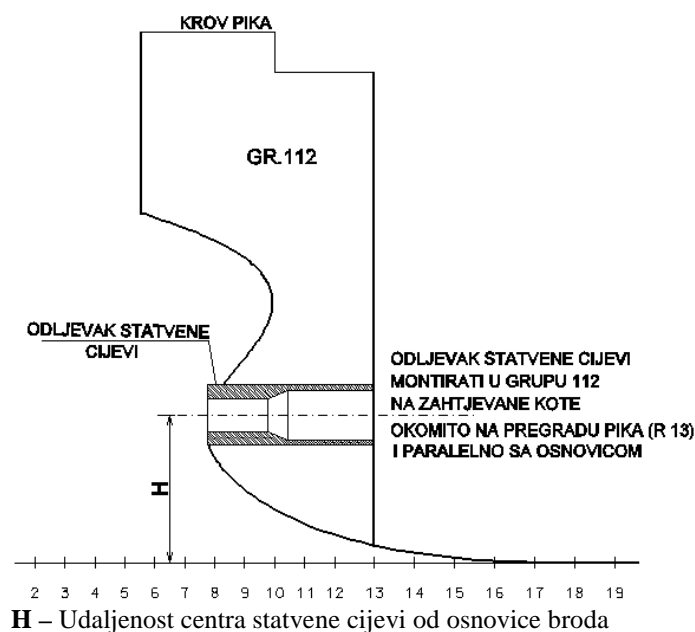


**Slika xxx.** Glavčina broskog vijka nakon postupka "blue print"- a



**Slika xxxx.** Osovina broskog vijka ulazi u glavčinu broskog vijka da bi se izvršio "blue print"

**Centriranje i ugradnja odljevka statvene cijevi u sekciju krmene statve.** Odljevak statvene cijevi se centrira i ugrađuje u sekciju krmenog pika u fazi predmontaže. Pritom se vodi računa o preciznoj ugradnji odljevka statvene cijevi u sekciju krmene statve, kako bi se osigurala okomitost simetrane provrta statvene cijevi s pramčanom pregradom krmenog pika i paralelnost s osnovicom broda. Ako se ovo ne osigura, kasnije kod centriranja ležajeva statvene cijevi, osovinskog voda i glavnog motora, može doći do ozbiljnih problema u osiguranju proračunskih mjera u postupku centriranja.



**H** – Udaljenost centra statvene cijevi od osnovice broda



Odljevak statvene cijevi u sekciji krmenog pika



Odljevak statvene cijevi

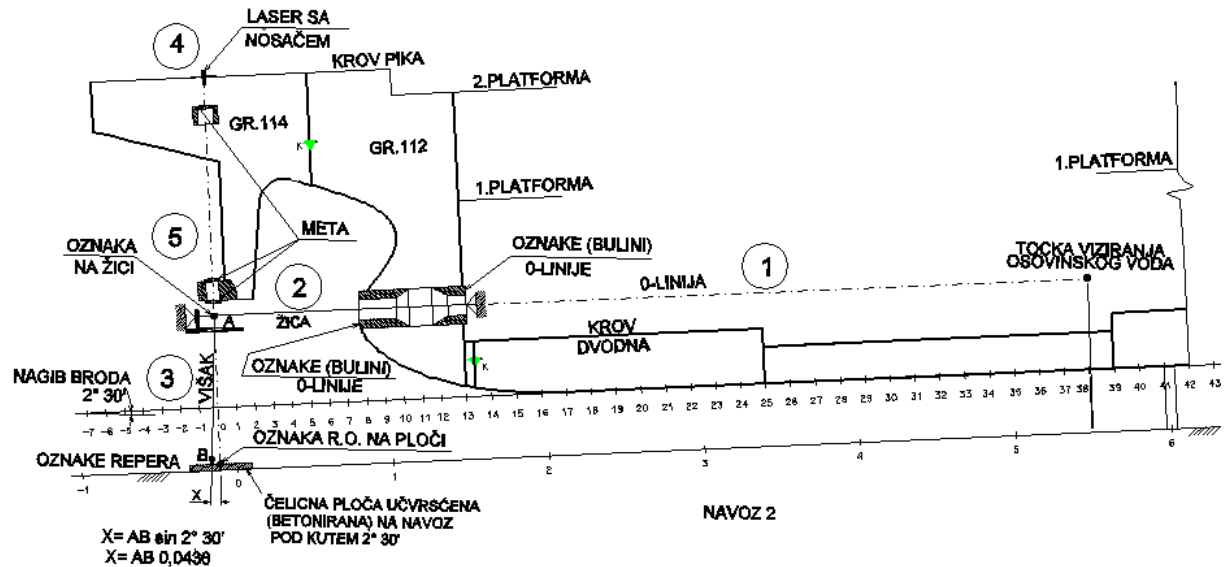
**Slika xxx.** Ugradnja odljevka statvene cijevi u sekciju krmene statve

**Pozicioniranje sekcije roga statve.** Pozicioniranje i umjeravanje sekcije roga statve prilikom montaže na navozu izvodi se radi dobivanja uvjeta okomitosti horizontalnog pravca osovinskog voda i vertikalnog pravca osovine kormila. Postupak pozicioniranja izvodi se na sljedeći način:

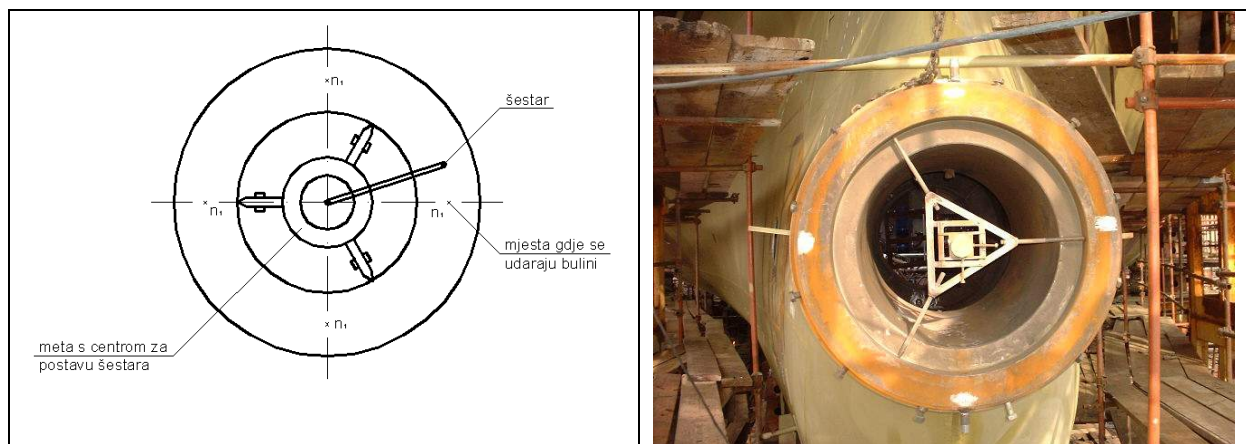
- vizira se osovinski voda prema nacrtu viziranja osovinskog voda, te se na krajevima statvene cijevi udare oznake 0-linije osovinskog voda (tzv. "bulini"),



- prema oznakama na slici xxx povuče se žica i na žici označi točka A, koja predstavlja sjecište simetrale osovinskog voda i osovine kormila,
- spusti se visak na ploču na navozu, izmjeri se visina od točke A do točke B, izračuna se vrijednost pomaka centra osovine kormila zbog nagiba navoza (duljina x), te se na ploči označi nulto rebro,
- na sekciji roga statve, u centru provrta uležištenja struka kormila, postavi se nosač s laserom i meta,
- tijekom montaže, centriranja, reguliranja i zavarivanja sekcije roga statve, laserom se kontrolira položaj centra osovine kormila, tako da laserska zraka uvijek prolazi kroz točku A (na žici) i udara u točku 0 (na čeličnoj ploči na navozu).



Slika xxx. Pozicioniranje sekcije roga statve



Slika xxx. Postavljanje mete i oznaka (bulina) na čelu statvene cijevi

**Viziranje osovinskog voda.** Viziranje osovinskog voda služi za određivanje horizontalnog pravca osovinskog voda i centara ležajeva statvene cijevi. Optička naprava za viziranje naziva se durbin. Uz durbin, za viziranje se koristi sljedeća oprema: stalak za fiksiranje instrumenta, mikrometerski vijak, meta i meta s komparatorom.



Slika xxx. Optički instrument – "durbin "



Slika xxx. Stalak za fiksiranje instrumenta



Slika xxx. Meta



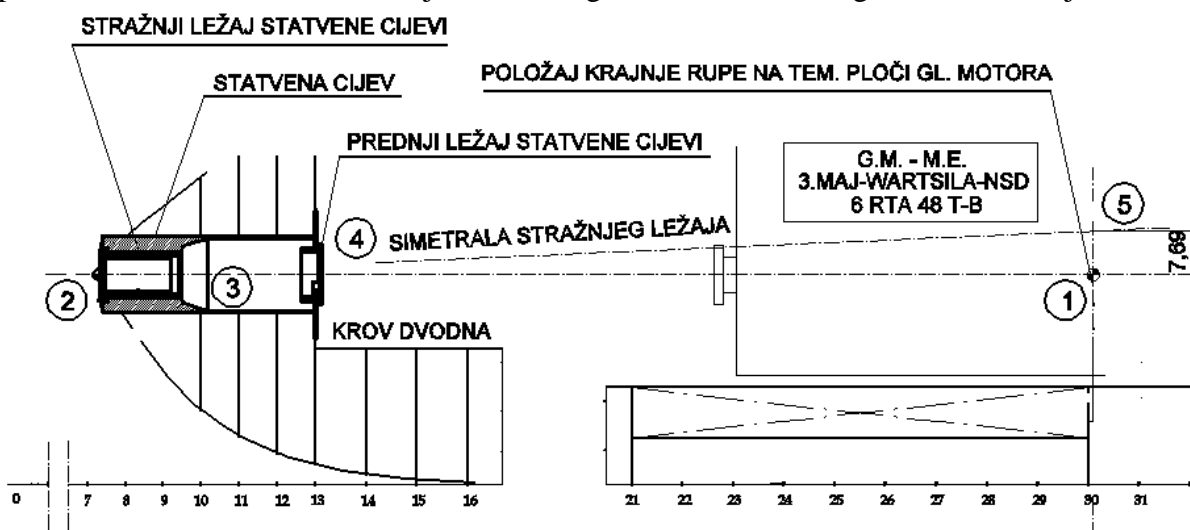
Slika xxx. Mikrometarski vijak



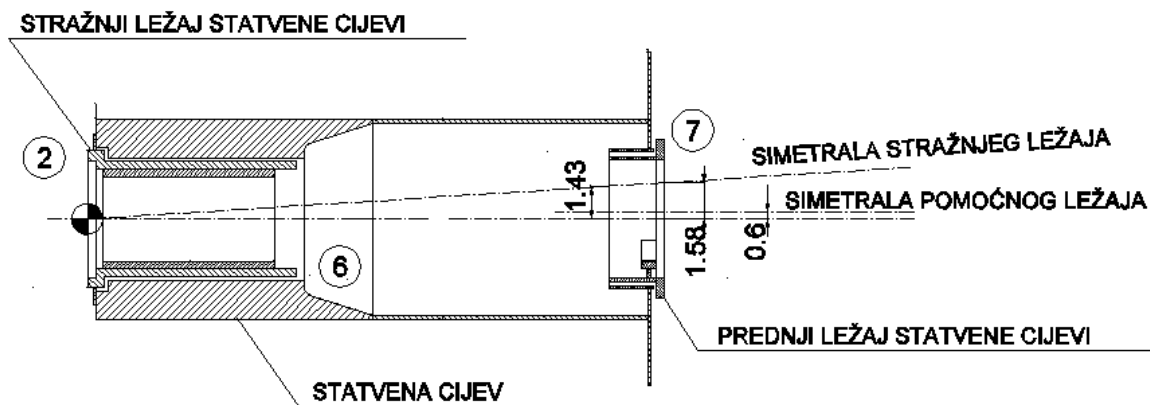
Slika xxx. Meta s komparatorom

Za postupak viziranja trebaju biti ispunjeni sljedeći uvjeti: zavarene sve krmene sekcije, sekcije strojarnice, sekcije palube, te krmeni sklop oslobođen od potklada. Postupak viziranja sastoji se od: određivanja horizontalnog pravca osovinskog voda (viziranja osovinskog voda), određivanja vertikalnog pravca osovine kormila (viziranja osovine kormila) i određivanja centra statvene cijevi

**Centriranje ležajeva statvene cijevi.** Da bi se ležajevi statvene cijevi mogli utemeljiti, prethodno se mora izvesti viziranje osovinskog voda i na osnovi toga centrirati ležajeve statvene cijevi.



Slika xxx. Postupak viziranja osovinskog voda



Slika xxx. Postupak centriranja ležajeva statvene cijevi

**Opis postupka centriranja ležajeva statvene cijevi:**



Slika xxx. Određivanje položaja krajnje točke na temeljnoj ploči glavnog motora

U točki 1 ( slika xxx) postavi se i ukruti optički mjerni instrument za viziranje (durbin). Kod određivanja točke 1 po visini, potrebno je uzeti u obzir teoretsku visinu podloški glavnog motora od 40 mm (za lijevanje smolom kod utemeljenja glavnog motora).



Slika xxx. Postavljanje mete u centar stražnjeg ležaja

Pomoću nosača s vijcima postavi se nosač mete u centar stražnjeg ležaja. Centar se postiže mjerenjem udaljenosti na sve četiri strane ležaja pomoću mikrometra. Centar je postignut kada se na sve četiri strane po obodu ležaja dobije ista udaljenost.



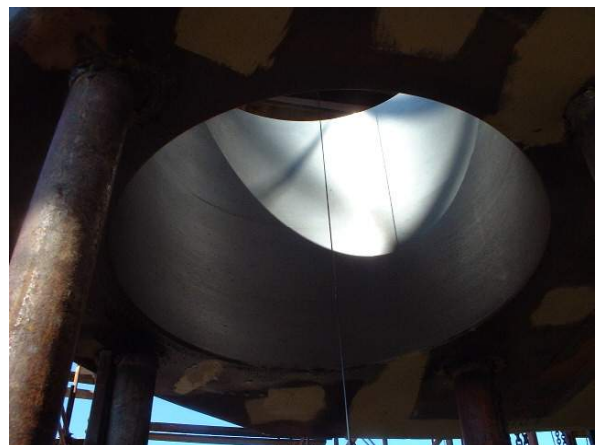
**Slika xxx.** Postavljanje mete u centar stražnjeg ležaja statvene cijevi

U prednji dio stražnjeg ležaja (točka 3) postavi se meta u centar ležaja. Centar se određuje rotacijom komparatora po obodu ležaja i adekvatnim pritezanjem vijaka na nosaču mete. Centar je postignut kada se rotacijom komparatora po obodu dobije konstantna mjera na komparatoru.



**Slika xxx.** Postavljanje mete u centar prednjeg ležaja statvene cijevi

U prednji ležaj statvene cijevi (točka 4) postavi se meta u centar. Centar se određuje rotacijom komparatora po obodu ležaja i adekvatnim pritezanjem vijaka na nosaču mete. Centar je postignut kada se rotacijom komparatora po obodu dobije konstantna mjera na komparatoru.



**Slika xxx.** Centriranje ležajeva statvene cijevi

Nakon umjeravanja i pozicioniranja meta i optičkog instrumenta, izvodi se podešavanje i centriranje ležajeva u skladu s linijom osovinskog voda, koju predstavlja linija koja prolazi kroz točke 1, 4, 3, 2 i siječe se s vertikalnom žicom koja predstavlja simetralu osovine kormila. To se prati gledanjem kroz optički instrument. Centar linije osovinskog voda kroz ležajeve postignut je kada se, gledano kroz optički instrument (durbin), u liniji poklope sve točke mjerenja na kojima se nalaze

instrumenti (točka 1, 4, 3, 2 i žica vertikalne osovine kormila). Ležaj se podešava vijcima za niveliranje sve dok se ne postigne zahtijevani centar.



**Slika xxx.** *Premještanje optičkog instrumenta*

Nakon usklađivanja linije osovinskog voda i osovine kormila na prethodno opisan način, optički instrument premješta se na stražnji dio stražnjeg ležaja, a meta se postavlja na teleskope u strojarnicu, na mjesto gdje se prije nalazio optički instrument. Zatim slijedi postupak umjeravanja i centriranja ležaja na isti način ali u suprotnom smjeru, sve dok se gledano kroz optički instrument, u liniji ne dobiju točke 2, 3, 4 i 1.



**Slika xxx.** *Podizanje mete u strojarnici prema proračunu elastične linije osovinskog voda*

Metu na teleskopima u strojarnici (točka 1) podigne se za teoretsku visinu dobivenu iz proračuna elastične linije osovinskog voda za uvjet kada se sistem osovinski vod – glavni motor nalazi na odabranoj poziciji, motor topao, priрубnice spojene, a brodski vijak potpuno uronjen (točka 5).



**Slika xxx.** *Centriranje ležajeva na novu poziciju prema proračunu elastične linije osovinskog voda*

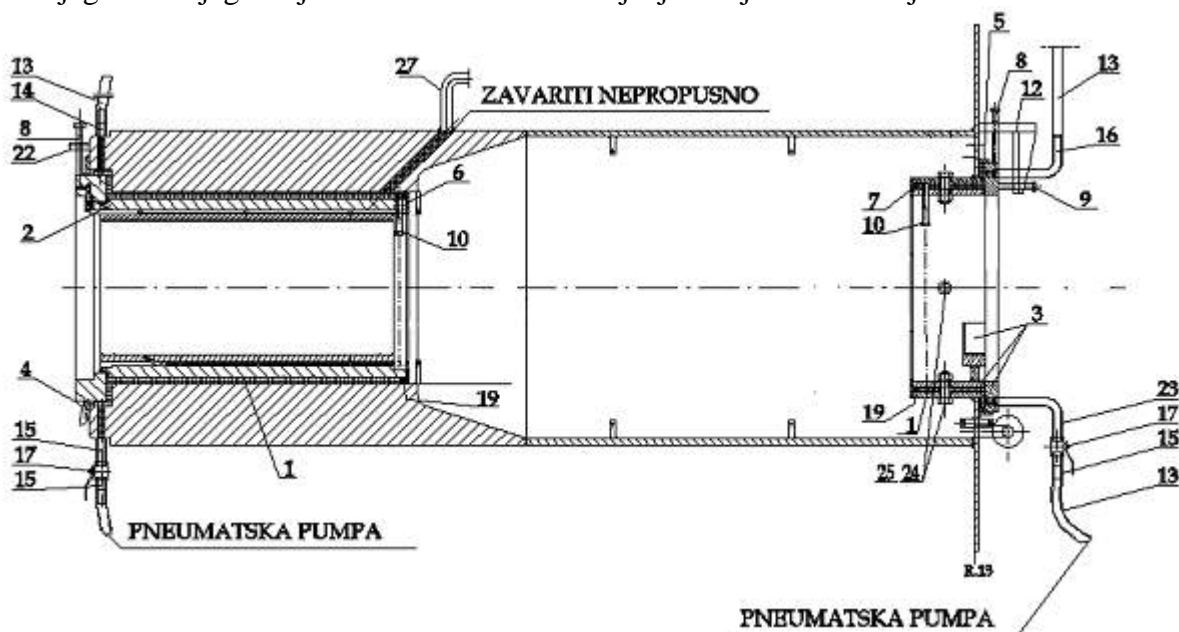
Vijcima za niveliranje izvrši se centriranje prednjeg ležaja u točku 7, a stražnjeg ležaja u točku 6 te se ponovno izvrši viziranje, tako da se gledano kroz optički instrument, dobije linija kroz točke 2, 6, 7 i 5.

**Utemeljenje ležajeva statvene cijevi smolom.** Nakon centriranja ležajeva statvene cijevi, slijedi njihovo utemeljenje lijevanjem epoksi smole u prostor između odljevka statvene cijevi i ležajeva. Za utemeljenje ležaja statvene cijevi smolom potrebno je postaviti i zavariti priključke za pneumatsku pumpu i priključke za odzračivanje, te završiti zavarivanje nosača za cijevi i cijevnih priključaka. Nakon toga slijedi čišćenje statvene cijevi. Statvena cijev se čisti pjeskarenjem prednjeg i stražnjeg odljevka statvene cijevi. Nakon pjeskarenja izvodi se kontrola čistoće i mikrostrukture statvene cijevi u prisustvu predstavnika klasifikacijskog društva i brodovlasnika. Slijedi pozicioniranje krmelog i pramčanog ležaja na poziciju za montažu. Pri pozicioniranju ležajeva statvene cijevi, ležaj se treba nalaziti približno u centru statvene cijevi. Međutim dozvoljeni su određeni pomaci. Minimalna zračnost za utemeljenje statvene cijevi smolom između statvene cijevi i ležaja iznosi 5-7 mm.

Nakon postavljanja stražnjeg ležaja u poziciju za montažu, slijedi priprema istog za lijevanje epoksi smole uz kontrolu linije osovinog voda. Lijevanje se odvija na način da se montira kalup za lijevanje smole oko stražnjeg ležaja statvene cijevi. S krmene strane zavari se stražnji vanjski prsten, a s pramčane strane ležaja postavi se stražnji unutarnji prsten i gumena brtva. Sva mjesta eventualnog propuštanja smole brtve se nepropusnim kitom.

Slijedi analogni postupak dovođenja pramčanog ležaja u proračunski pravac. Nakon postavljanja ležajeva u proračunski pravac, izvodi se kontrola centriranja ležaja.

Nakon opisanih priprema slijedi lijevanje smole. Smola se zagrije na cca 50°C i miješa se s utvrđivačem. Lijevanje smolom je završeno kada smola počne izlaziti na oba odušnika. Nakon lijevanja po potrebi se grije statvenu cijev iznutra. Nakon stvrdnjavanja smole, demontira se kalup oko prednjeg i stražnjeg ležaja. Time završava utemeljenje ležaja statvene cijevi smolom.



Slika xxx. Prikaz lijevanja ležajeva statvene cijevi smolom

#### LEGENDA:

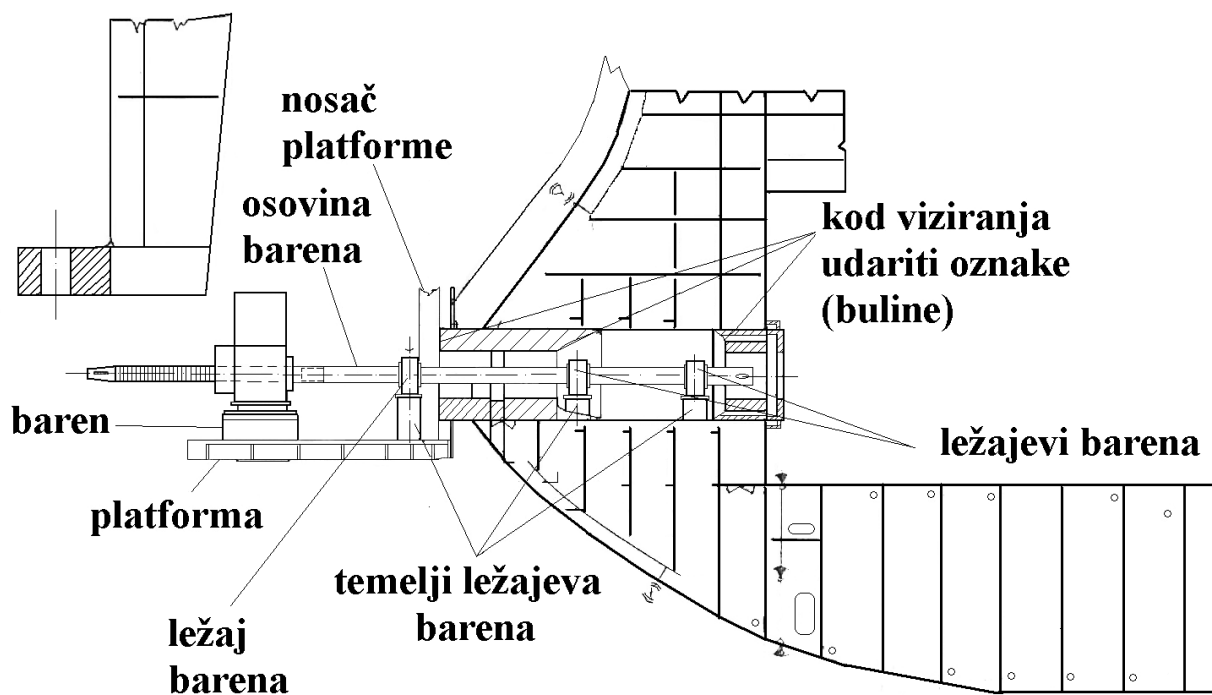
POZI-CIJA	NAZIV	POZI-CIJA	NAZIV
1	Epoxy smola	15	Priključak za pumpu
2	Stražnji ležaj	16	Priključak za plastičnu cijev
3	Prednji ležaj	17	Ventil"
4	Stražnji vanjski prsten	19	Gumena brtva
5	Prednji vanjski prsten	22	Pločica
6	Stražnji unutarnji prsten – dvodjelni	23	Priključak za pumpu
7	Prednji unutarnji prsten – dvodjelni	24	Vijak m20x90
8	VIJAK M 20x1	25	Matica m20
9	VIJAK M 20x100	27	Priključak za odzračivanje

10	VIJAK M 20x1
12	Oslonac
13	Plastična cijev
14	Priključak za plastičnu cijev

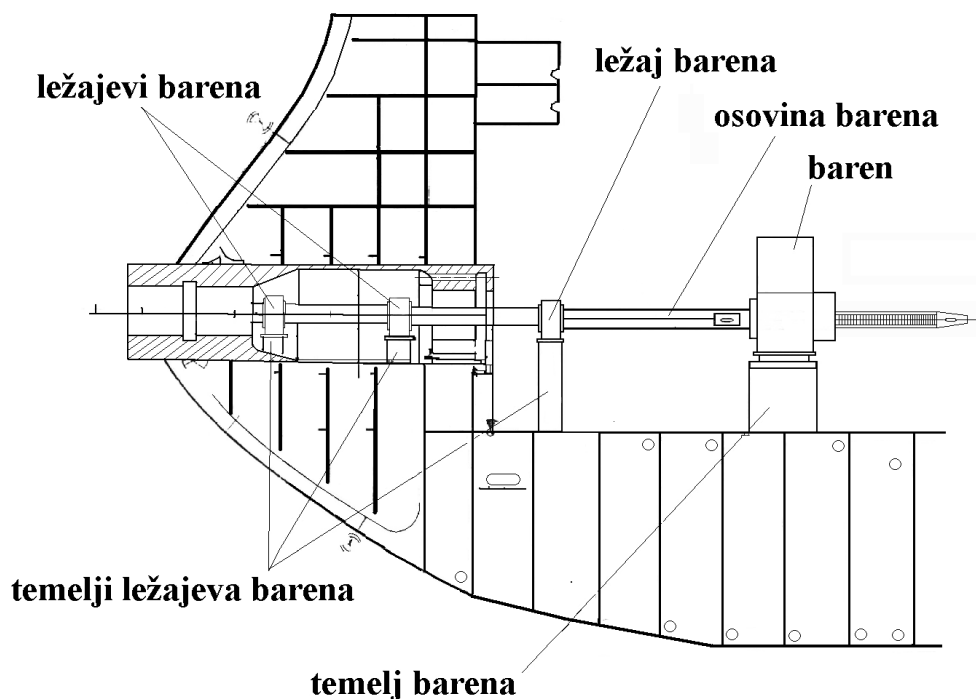
**Bareniranje statvene cijevi i utiskivanje ležajeva s hidrauličkom prešom.** Danas je u brodogradilištima epoksi smola za utemeljenje ležajeva statvene cijevi, u potpunosti zamijenila klasičan način bareniranja statvene cijevi i utiskivanja ležaja hidrauličkom prešom, prvenstveno zbog sljedećih prednosti: skraćivanja vremena potrebnog za utemeljenje ležajeva, ekonomičnosti, efikasnosti. Iz tog razloga u nastavku će se samo ukratko opisati postupak bareniranja statvene cijevi.

Opis aktivnosti bareniranja stražnjeg ležišta statvene cijevi:

- kompletno montirati i zavariti krmu broda,
- montirati skelu do odljevka statvene cijevi, kako bi se nesmetano mogli izvoditi radovi viziranja, strojne obrade i kontrole,
- izvesti horizontalno i vertikalno viziranje, tako da se horizontalna linija osovinskog voda i vertikalna linija osovine kormila sijeku u jednoj točki na ordinati 0, pod kutom od 90°. Na čelu odljevka statvene cijevi obilježiti referentne točke za mjerene centra statvene cijevi (tzv. "*bulini*"),
- transportirati i postaviti platformu za bareniranje. Ukrutiti platformu na krmenu statvu,
- kompletirati i transportirati osovinu barena, ležajeve, te potreban alat,
- montirati i približno centrirati ležajeve i osovinu barena prema umjerenim točkama na odljevku statvene cijevi,
- uzeti mjere, izraditi i montirati temelje ležajeva barena,
- montirati baren i približno ga centrirati,
- centrirati osovinu barena i ležajeve prema obilježenim mjernim točkama (*bulini*) na odljevku statvene cijevi,
- centrirati baren u odnosu na osovinu barena. Ukliniti osovinu barena s vretenom barena,
- probno pustiti baren u rad. Kontrolirati centriranost osovine i provjeriti ležajeve,
- krmeni ležaj grubo obraditi,
- postaviti osovinu barena u skladu s nacrtom viziranja osovinskog voda (vidi poglavlje 3 viziranje osovinskog voda),
- barenirati krmeni ležaj na završne mjere,
- demontirati baren, izvaditi osovinu barena iz statvene cijevi.



Slika xxx. Bareniranje stražnjeg ležišta statvene cijevi



Slika xxx. Bareniranje prednjeg ležišta statvene cijevi

Opis aktivnosti bareniranja prednjeg ležišta statvene cijevi:

- izvesti kontrolno viziranje, te prema potrebi ponovno udariti buline na pramčani ležaj,
- montirati osovinu barena i njegove ležajeve,
- centrirati osovinu barena i njegove ležajeve prema novim mjernim točkama na pramčanom ležaju,
- transportirati baren i alat (koji pripada barenu za montažu i obradu) u strojarnicu,
- približno centrirati i zavariti temelj barena na krov dvodna,
- montirati i centrirati baren u odnosu na osovinu barena. Ukliniti osovinu barena s vretenom barena,



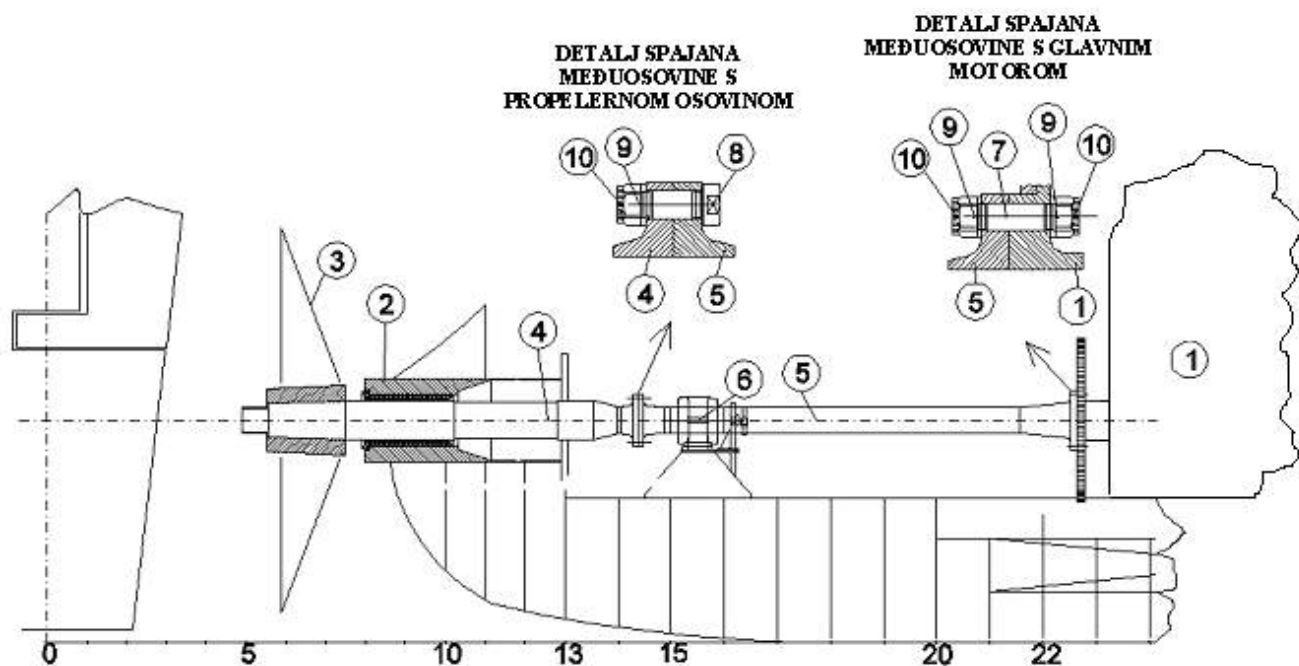
- probno pustiti baren u rad, kontrolirati centriranost osovine i provjeriti ležajeve,
- pramčani ležaj grubo barenirati, a onda fino obraditi na završnu mjeru,
- grubo barenirati čeonu površinu (pod kutom od 90° u odnosu na simetralu osovinskog voda),
- fino barenirati dosjede pramčane brtvenice,
- demontirati baren, osovinu i ostalu opremu, te je uskladištiti.

Završni radovi nakon bareniranja:

- obavezno skinuti oštre rubove turpijom,
- uzeti mjere ležišta statvene cijevi, kako bi se ležajevi statvene cijevi obradili na mjere čvrstog dosjeda. Čvrsti dosjed ostvaren je s preklopom od 0, 2mm (što znači da je vanjski promjer ležaja za 0, 2 mm veći od provrta ležišta statvene cijevi),
- hidrauličkom prešom pod silom od cca 1000 kN izvesti utiskivanje krmenog i pramčanog ležaja u ležište statvene cijevi. Na taj način osiguran je čvrsti dosjed i centriranje ležajeva statvene cijevi.

**Montaža osovine brodskog vijka.** Montaža osovine brodskog vijka sastoji se od ukrcaja osovine brodskog vijka na predviđenu poziciju, kontroliranog podešavanja zračnosti u ležajevima statvene cijevi i montaže propelerne osovine s brtvenicama. Kontrolirano podešavanje zračnosti u ležajevima statvene cijevi izvodi se uvlačenjem osovine u ležajeve statvene cijevi u više navrata, i snimanjem otisaka zračnosti, te podešavanja zračnosti *tuširanjem* ležaja. Zračnost osovine mjeri se u prisustvu predstavnika registra i brodovlasnika.

Prije montaže propelerne osovine izvrši se njezino čišćenje, nakon čega slijedi montaža propelerne osovine s brtvenicama na odgovarajuću poziciju ugradnje.



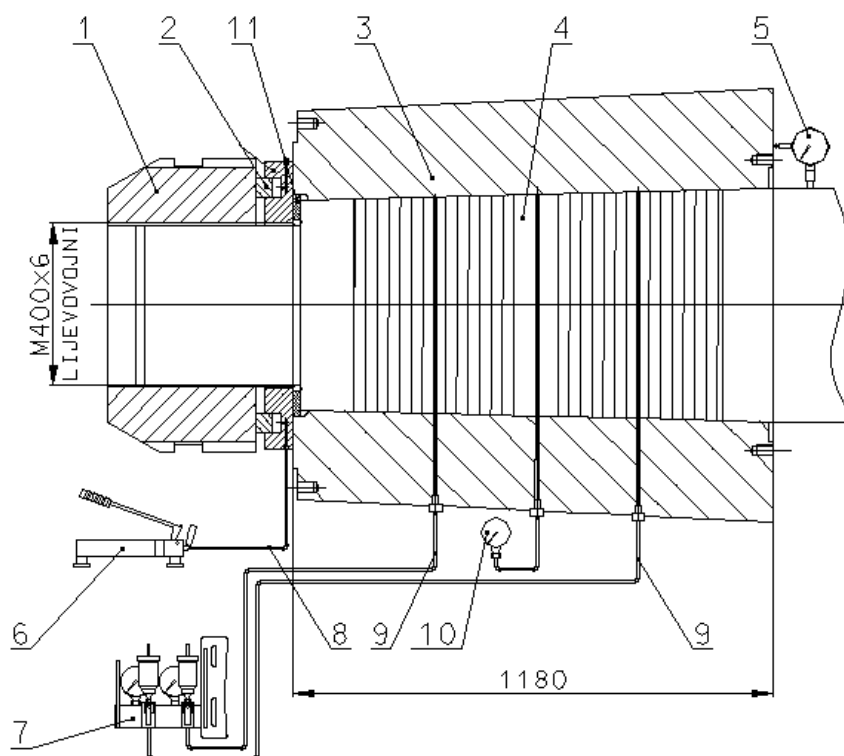
Slika xxx. Smještaj osovinskog voda

**LEGENDA:**

1	Glavni motor	6	Ležaj osovinskog voda
2	Statvena cijev	7	Kalibrirani vijak
3	Brodski vijak	8	Kalibrirani vijak
4	Osovina brodskog vijka	9	Matica
5	Međuosovina	10	Rascjepka

**Montaža brodskog vijka.** Brodski vijak se dopremi na mjesto montaže. Prije montaže brodskog vijka, konus osovine brodskog vijka i glavčine brodskog vijka se očistiti, te se provjeri i kontrolira konusni spoj zbog osiguranja nalijeganja dodirnih površina. Temperatura okoline mora biti ustaljena kako bi se izbjegle razlike u dilatacijama osovine brodskog vijka i samog brodskog vijka. Nakon čišćenja i usklađenosti temperatura, brodski vijak se oprezno podigne, te se postavi na poziciju za montažu. Brodski se vijak navlači na konus osovine brodskog vijka koliko je moguće duže bez

hidrauličkog prstena za navlačenje. Hidraulički prsten za navlačenje služi da se brodski vijak navuče na osovinu s čvrstim dosjedom. Ulje u hidrauličkom prstenu „gura“ brodski vijak po konusu osovine broskog vijka, te na taj način dolazi na završnu poziciju montaže. Na osovinu broskog vijka postavlja se komparator koji mjeri aksijalni pomak broskog vijka. Samo udaljenost aksijalnog pomaka daje uvid u točnu poziciju broskog vijka.



**detalj navlačenja broskog vijka**

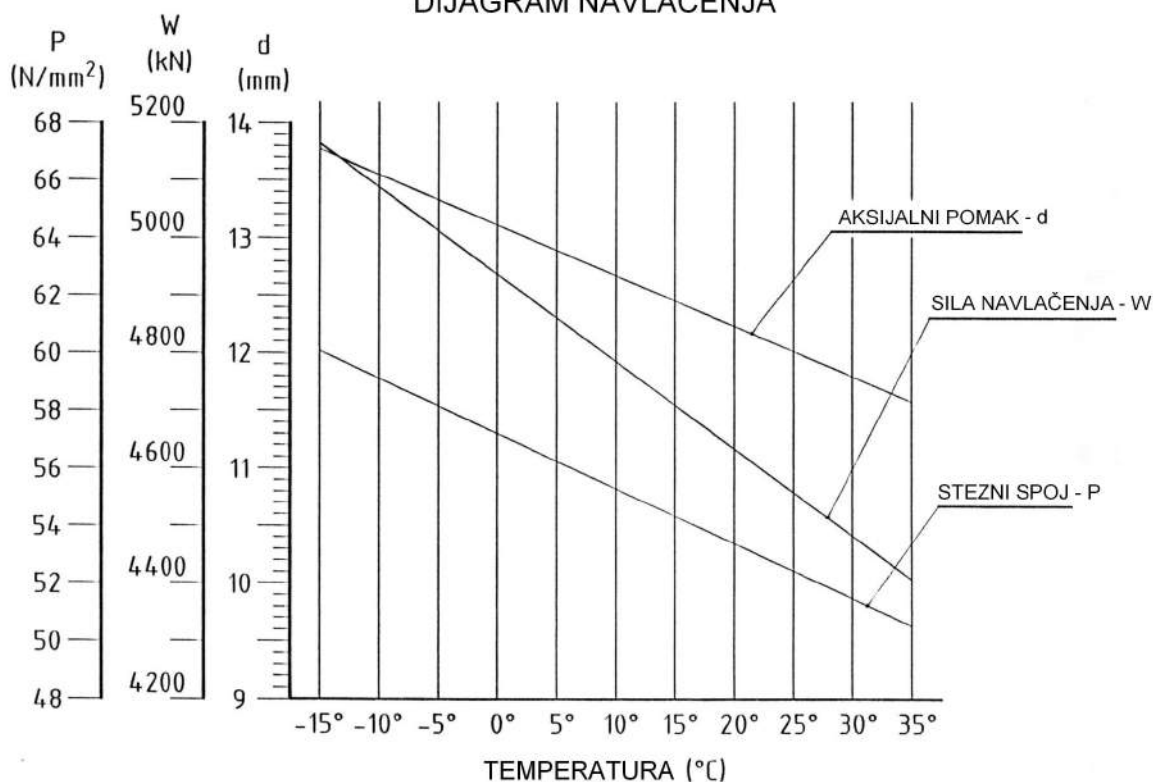
**LEGENDA:**

- |   |                       |    |                               |
|---|-----------------------|----|-------------------------------|
| 1 | Matica                | 7  | Pumpa za podmazivanje glavine |
| 2 | Preša                 | 8  | Visokotlačna cijev preše      |
| 3 | Brodski vijak         | 9  | Visokotlačna cijev            |
| 4 | Osovina broskog vijka | 10 | Manometar                     |
| 5 | Komparator            | 11 | Distantni prsten              |
| 6 | Pumpa ulja za prešu   |    |                               |

Da bi brodski vijak bio ispravno montiran, iz hidrauličkog prstena sav zrak mora biti ispušten, a cijeli prostor unutar prstena ispunjen uljem. Ulje se puni do tlaka koji odgovara početnoj sili navlačenja broskog vijka kojeg propisuje proizvođač. Ako se brodski vijak pomiče po konusu osovine broskog vijka, znači da negdje u sistemu postoji propuštanje ulja ili hidraulični prsten nije bio propisno stisnut i pripremljen za navlačenje broskog vijka. Kad se postigne početni tlak navlačenja, pristupa se samom činu navlačenja. Ulje se ubrizgava u glavčinu, te se kontinuirano povećava tlak u sistemu. Mjerenja tlaka navlačenja obavljaju se svakih 1 mm aksijalnog pomaka broskog vijka, te se utvrđuje razlika u tlakovima ubrizgavanima u pojedinačnim pomacima koja ne smije iznositi više od 10%. Kada klip u pumpi za ubrizgavanje ulja dostigne maksimalni pomak, otpusti se ulje iz sistema, a hidraulički prsten pomakne na novu poziciju, stegne, i pripremi za daljnje navlačenje do završne pozicije. Kada se dostigne zahtijevani aksijalni pomak broskog vijka, otpusti se tlak u glavčini, demontira hidraulični prsten, cijevi, te ispusti ulje iz sistema.

Nakon postupka navlačenja broskog vijka, on se pritegne za osovinu maticom koja se dodatno osigura protiv odvrtanja. Slijedi montaža brtvenica statvene cijevi, te kape broskog vijka koja se ispunjava mašću.

## DIJAGRAM NAVLAČENJA



DIJAGRAM NAVLAČENJA - NUMERIČKI PODACI								
t (oC)	d (mm)	W (kN)	t (oC)	d (mm)	W (kN)	t (oC)	d (mm)	W (kN)
-5,0	13,28	5005,0	9,0	12,68	4795,0	23,0	12,08	4585,0
-4,0	13,24	4990,0	10,0	12,64	4780,0	24,0	12,03	4570,0
-3,0	13,19	4975,0	11,0	12,59	4765,0	25,0	11,99	4555,0
-2,0	13,15	4960,0	12,0	12,55	4750,0	26,0	11,95	4540,0
-1,0	13,11	4945,0	13,0	12,51	4735,0	27,0	11,90	4525,0
0,0	13,07	4930,0	14,0	12,46	4720,0	28,0	11,86	4510,0
1,0	13,02	4915,0	15,0	12,42	4705,0	29,0	11,82	4495,0
2,0	12,98	4900,0	16,0	12,38	4690,0	30,0	11,78	4480,0
3,0	12,94	4885,0	17,0	12,33	4675,0	31,0	11,73	4465,0
4,0	12,89	4870,0	18,0	12,29	4660,0	32,0	11,69	4450,0
5,0	12,85	4855,0	19,0	12,25	4645,0	33,0	11,65	4435,0
6,0	12,81	4840,0	20,0	12,21	4630,0	34,0	11,60	4420,0
7,0	12,76	4825,0	21,0	12,16	4615,0	35,0	11,56	4405,0
8,0	12,72	4810,0	22,0	12,12	4600,0			

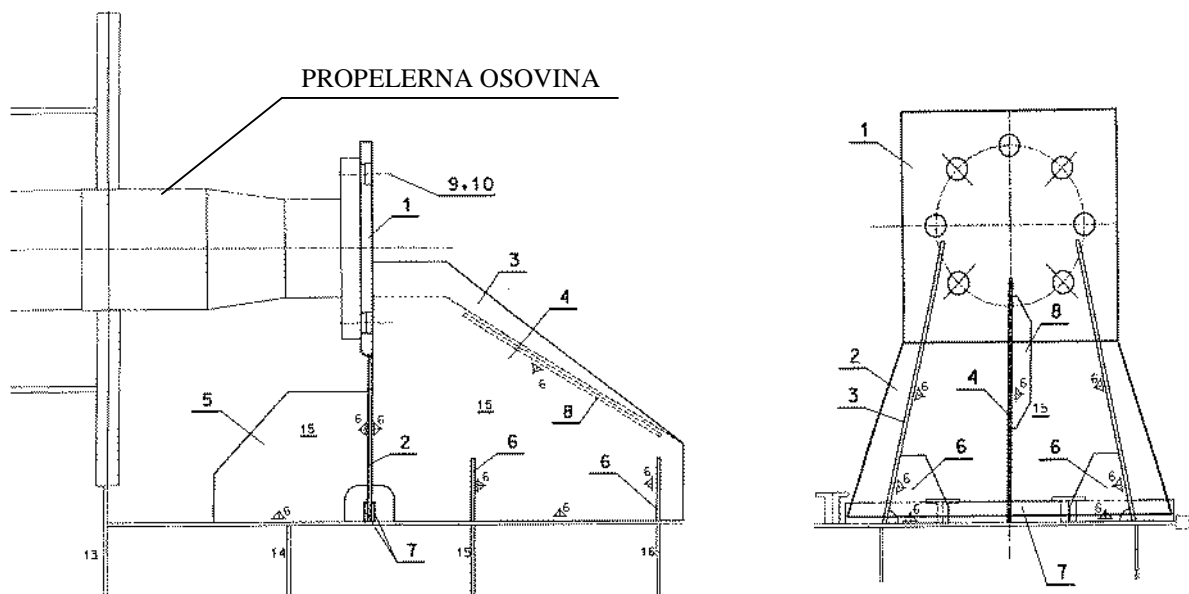
**Slika xxx.** Dijagram navlačenja broskog vijka

Dijagram navlačenja broskog vijka pokazuje kolikom se najmanjom, odnosno najvećom silom mora navlačiti brodski vijak na osovinu broskog vijka. Prevelika sila navlačenja može uzrokovati oštećenje broskog vijka ili osovine broskog vijka, dok se s premalom silom brodski vijak ne uspije montirati ispravno, tj. brodski vijak ne dođe do krajnje pozicije montaže.



Slika xxx. Matica broskog vijka

**Fiksiranje propelerne osovine za porinuća broda.** Osovina broskog vijka se u fazi porinuća broda ne spaja s međuosovinom, koja je spojena na glavni motor, već ostaje odspojena. Međutim, prije porinuća broda ona se učvrsti, kako ne bi došlo do okretanja broskog vijka. Način fiksiranja osovine broskog vijka relativno je jednostavan. Na krov dvodna postavi se ploča, ukrućena koljenima u čvrste točke brodske strukture krova dvodna. Ploča se s vijcima spoji na prirubnicu propelerne osovine.

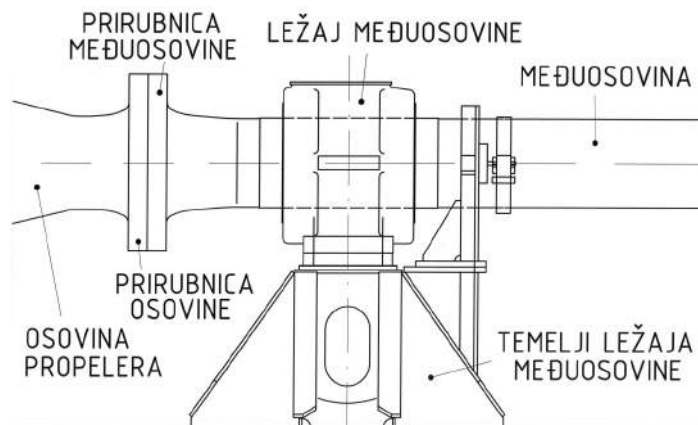


detalj fiksiranja propelerne osovine

**LEGENDA:**

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1 PLOČA   | 5 KOLJENO |
| 2 PLOČA   | 6 KOLJENO |
| 3 KOLJENO | 7 TRAKA   |
| 4 KOLJENO | 8 TRAKA   |

**Montaža i centriranje nosivog kliznog radijalnog ležaja međuosovine.** Montaža nosivog kliznog radijalnog ležaja međuosovine izvodi se na temelj ležaja koji je zavaren za krov dvodna u strojarnici broda.



Slika 83. Temelj nosivog kliznog radijalnog ležaja

Montaža i centriranje ležaja međuosovine provodi se u nekoliko faza. Prva faza je trasiranje temelja ležaja, njegovo postavljanje i niveliranje. Slijedi transport ležaja do mjesta montaže. Na temelje ležaja postavljaju se okrugle podložne pločice za nivelirane (tzv. *uklinjenja*), koje se centriraju i zavaruju za temelj. Na podložne pločice postavi se ležaj, koji se dodatno centriru u odnosu na međuosovinu. Na kraju montaže, vijcima se ležaj pritegne za temelj i izvrši kontrola zračnosti.

**Ukrcaj i montaža međuosovine.** Ukrcaj i montaža međuosovine sastoji se od dopremanja međuosovine do mjesta montaže i njenog pravilnog postavljanja na zahtijevanu poziciju. Međuosovina se jednim krajem spaja na osovinu broskog vijka, a drugim na zamašnjak glavnog motora. Međuosovina se na navozu spoji s osovinom broskog vijka, dok se sa zamašnjakom glavnog motora ne spaja u cijelosti, već se s četiri vijka profilima spaja na brodska rebra da bi se pri porinuću broda brodski vijak i glavni motor osigurali protiv okretanja. Završna faza spajanja međuosovine i glavnog motora izvodi se u opremnoj luci kada su glavni motor i ležaj međuosovine utemeljeni.

### 3. MONTAŽA KORMILA I KORMILARSKOG STROJA

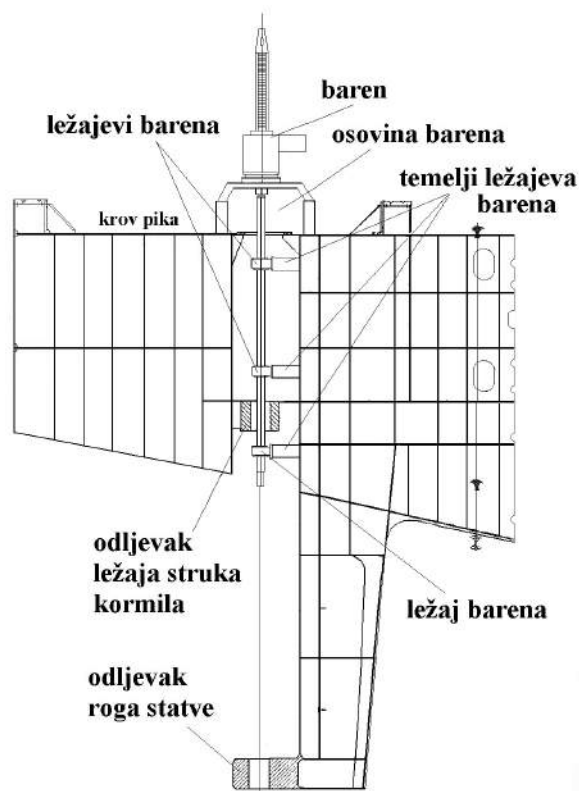
Montažu kormila i kormilarskog stroja čine sljedeće aktivnosti:

- viziranje vertikalnog pravca osovine kormila,
- bareniranje odljevaka struka i roga statve,
- ugradnja ležajeva struka i štenca kormila,
- montaža lista kormila,
- osiguranje lista za porinuće,
- montaža kormilarskog stroja,
- utemeljenje kormilarskog stroja,
- izrada cjevovoda za podmazivanje ležajeva,
- montaža strojeva i uređaja u prostoru kormilarskog stroja,
- završni radovi montaže sklopa kormila,
- priprema za pogon, ukrcaj ulja i podmazivanje ležaja,
- kontrola stegnutosti struka i lista kormila, montiranje graničnika.

**Viziranje vertikalnog pravca osovine kormila** temelji se na određivanju vertikalnog pravca koji je definiran s dvije točke. Prva točka nalazi se u gornjem dijelu, a određena je sjecištem nultog rebra i simetrale broda. Druga točka se nalazi u donjem dijelu, a određena je sjecištem horizontalnog pravca simetrale osovinskog voda i okomice koja je spuštena iz gornje točke na taj pravac pod pravim kutom. Nakon postupka viziranja potrebno je udariti oznake za mjerenje centra provrta ("*buline*") na čeonu stijenu odljevaka kormila.

**Bareniranje odljevaka struka i roga statve** započinje pripremom potrebnog materijala; barena, osovine barena, ležajeva barena i raznih profila za izradu temelja barena i ležajeva osovine barena. Slijedi montaža i zavarivanje temelja ležajeva barena, na koje se postave njegovi ležajevi. Montira se osovina barena, izvrši se grubo početno centriranje, te se ukrca i uklini baren. Zatim se izvrši fino centriranje osovine barena, te grubo tokarenje odljevka roga statve i odljevka struka kormila. Precentrira se osovina barena i izvrši završno tokarenje provrta na zadanu mjeru, te napravi

kanal za mast. Na kraju se završno istokare baze na zadanu mjeru i izvrši kontrola mjere baze. Nakon tokarenja alat se demontira, baren se rasklini, izvadi se osovina, izvade se ležajevi barena i odrežu temelji ležajeva barena i osovine. Slijedi kontrola linije provrta u prisustvu predstavnika klasifikacijskog društva i brodovlasnika. Nakon postupka bareniranja skidaju se oštri rubovi turpijom i uzimaju mjere ležišta struka i štenca kormila, kako bi se pripadajući ležajevi obradili na zahtijevane mjere čvrstog dosjeda.



**Slika xxx.** Bareniranje odljevka strukai štenca kormila



**Slika xxx.** Bareniranje odljevka struka kormila

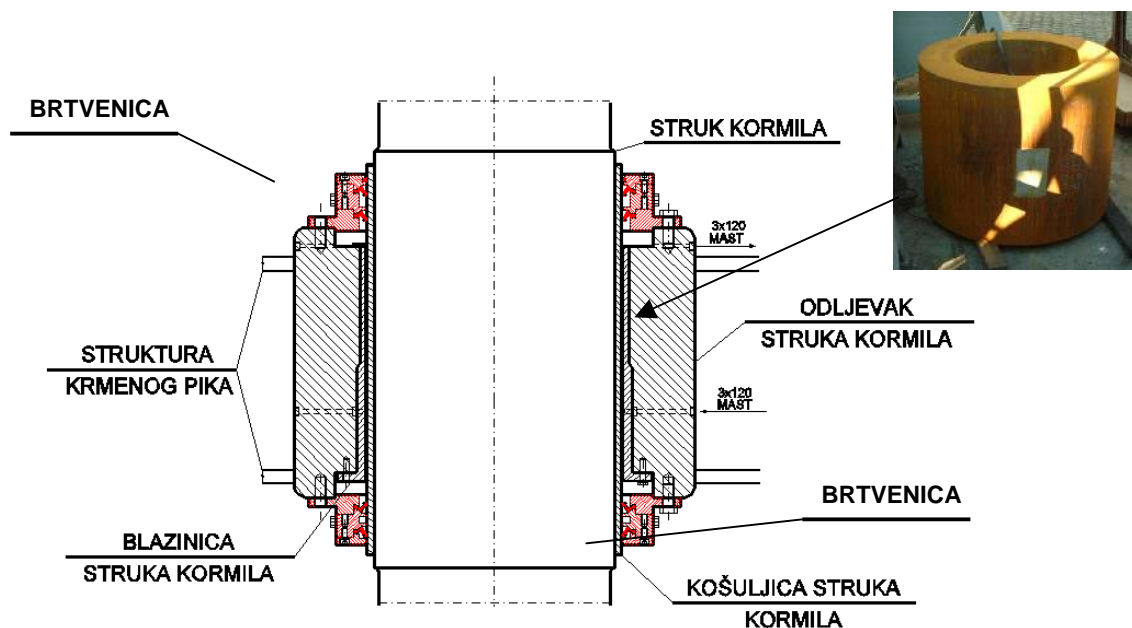


**Slika xxx.** Bareniranje odljevka roga statve

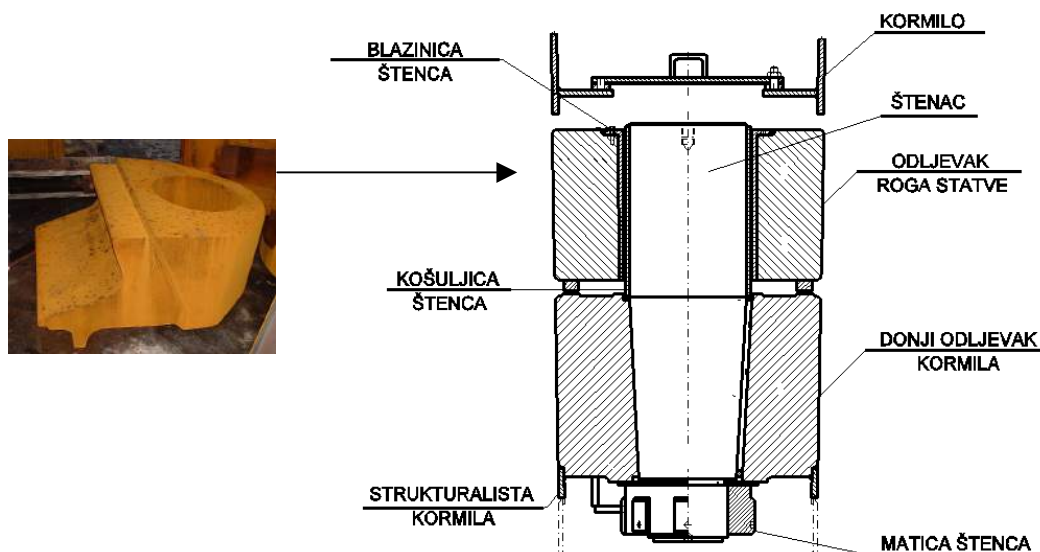


**Slika xxx.** Uležištenje osovine barena

Ugradnja ležajeva struka i štenca kormila izvodi se na dva načina, navlačenjem blazinica hidrauličkom prešom ili navlačenje blazinica ohlađivanjem u tekućem dušiku.



Slika xxx. Detalj ležaja struka kormila



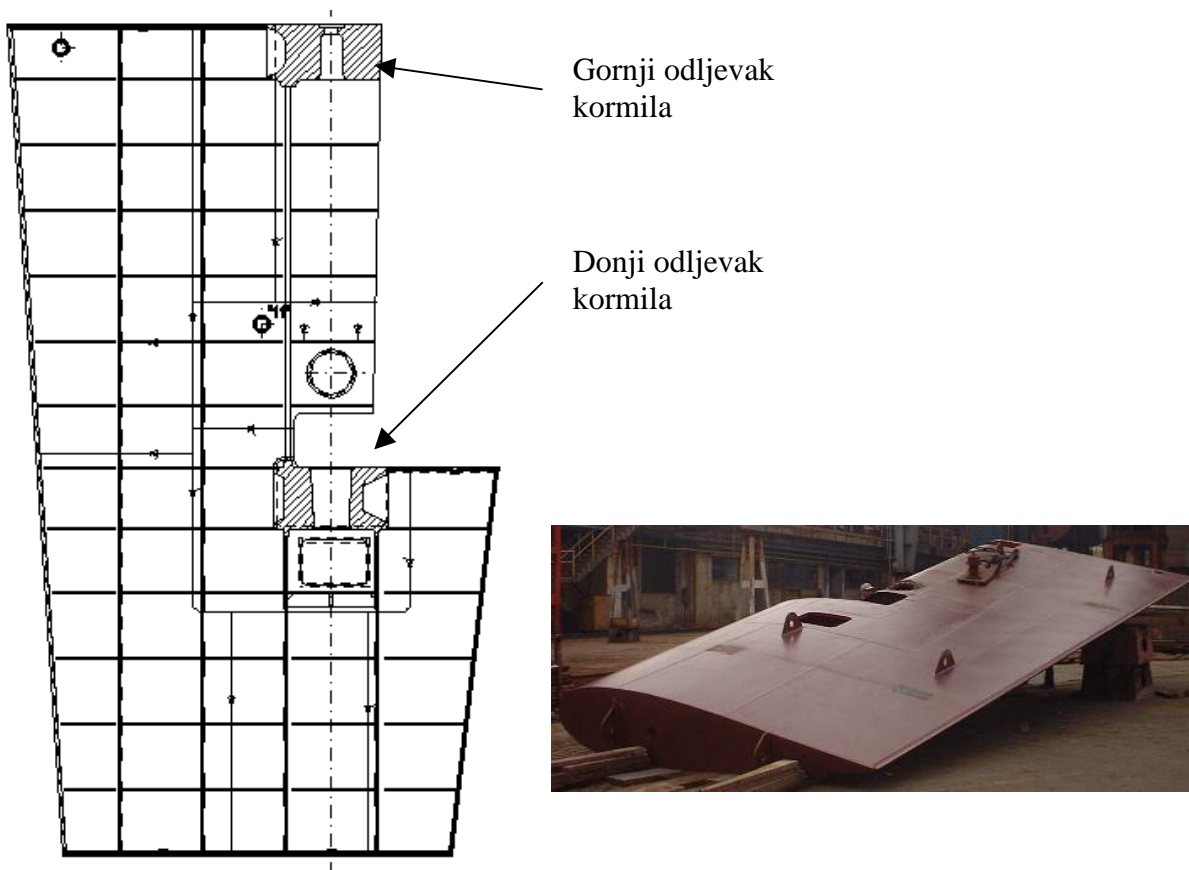
Slika xxx. Detalj ležaja štenca kormila

Navlačenje blazinica ležaja struka i štenca kormila hidrauličkom prešom izvodi se utiskivanjem u obrađeni provrt odljevka struka i roga statve kormila.

Navlačenje blazinica ohlađivanjem u tekućem dušiku izvodi se uranjanjem blazinica u posudu s tekućim dušikom od temperature okoline  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ , do temperature vrelišta dušika  $t_2 = -190^{\circ}\text{C}$ . Nakon obrade odljevka struka kormila i roga statve, na brodu se uzimaju mjere obrađenih provrta odljevaka. Prema tim dimenzijama, uvećanim za veličinu stezanja materijala blazinica (zbog temperaturnih dilatacija pri smanjenju temperature pothlađivanjem u tekućem dušiku), obrade se blazinice ležaja. Tekući dušik se pretoči u posudu za uranjanje blazinica, te se uroni blazinica štenca kormila u tekući dušik i zatvoriti poklopac. Posuda s blazinicom se digne na krmu broda pokraj otvora za ukrcaj kormilarskog stroja. Tekući dušik u posudi počinje «ključati» oko blazinice. Kada «ključanje» prestane blazinica se lagano podignuti izvan posude, te se mjerenjem vanjskog promjera provjeriti da li se je zamrzavanjem postiglo zahtijevano suženje promjera. Ako suženje promjera nije postignuto, blazinica se ponovno uroni cca. 10 minuta. Vrijeme od vađenja ohlađene blazinice do montaže treba

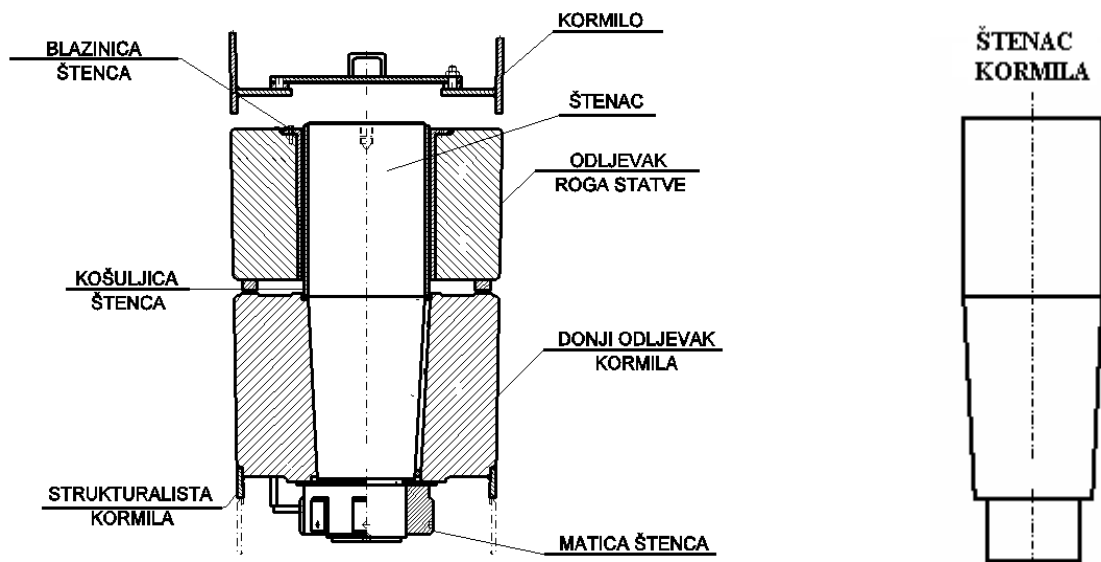
biti između tri i pet minuta, jer se nakon tog vremena blazinica počinje širiti. Dizalicom se blazinica štenca digne iz posude, spustiti kroz gornju palubu, kroz gornji ležaj struka, sve do pete kormila i montira u svoje sjedište. Spuštanje mora biti brzo i pažljivo. Treba paziti da blazinica ne dodiruje okolne strukture broda prije montaže u odljevak. Istim postupkom slijedi montaža blazinice struka kormila. Nakon što su blazinice montirane, njihovim zagrijavanjem na temperaturu okoline dolazi do njihovog širenja, čime će se ostvariti čvrsti spoj između blazinice i odljevka ležaja. Obje blazinice nakon montaže zaštićuju se od mehaničkih oštećenja.

**Predmontaža lista, struka i štenca kormila** obuhvaća trasiranje, bušenje i narezivanje navoja za gornju i donju brtvenicu struka kormila., predmontažu brtvenica struka kormila s brtvama, postavljanje struka kormila na predviđenu poziciju, smještaj lista kormila na poziciju montaže, centriranje i predmontaža lista kormila na struk kormila, te predmontaža štenca kormila postavljanjem štenca s brtvama i matice štenca na poziciju montaže.



Slika xxx. List kormila

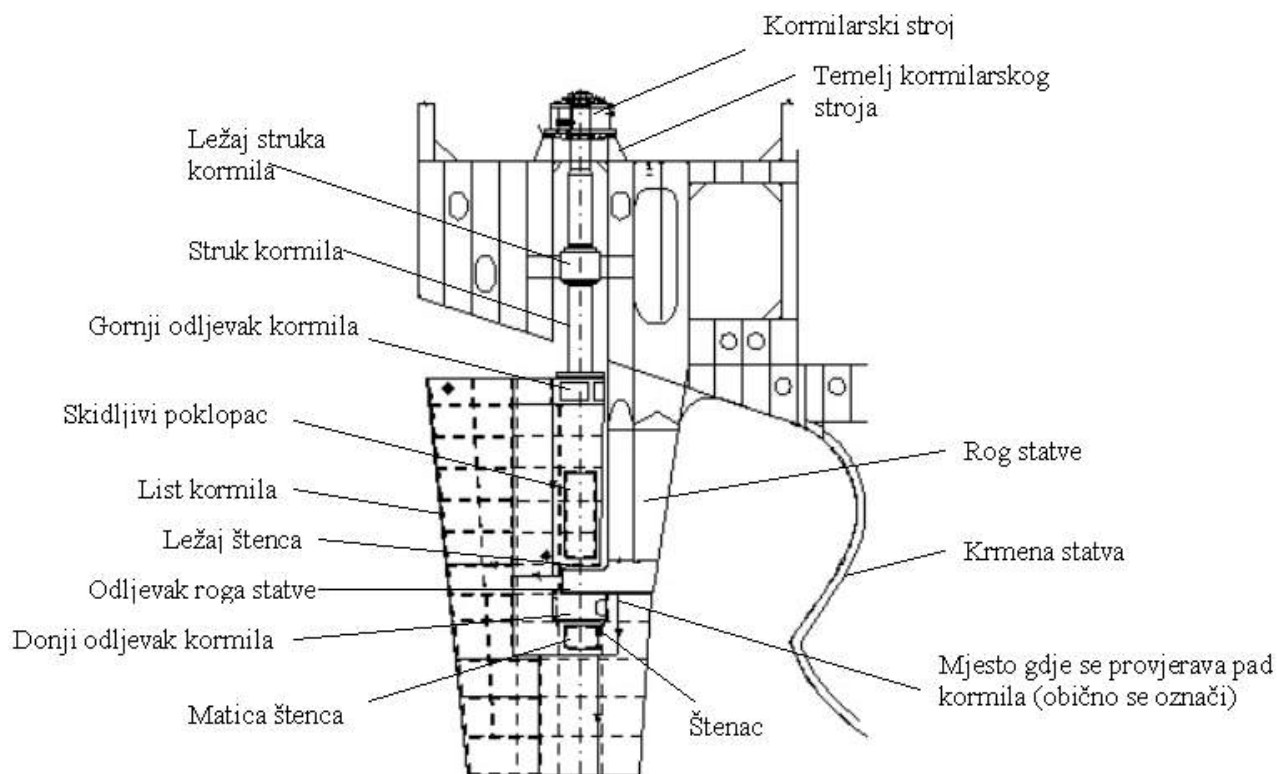




Slika xxx. Detalj montaže štenca kormila

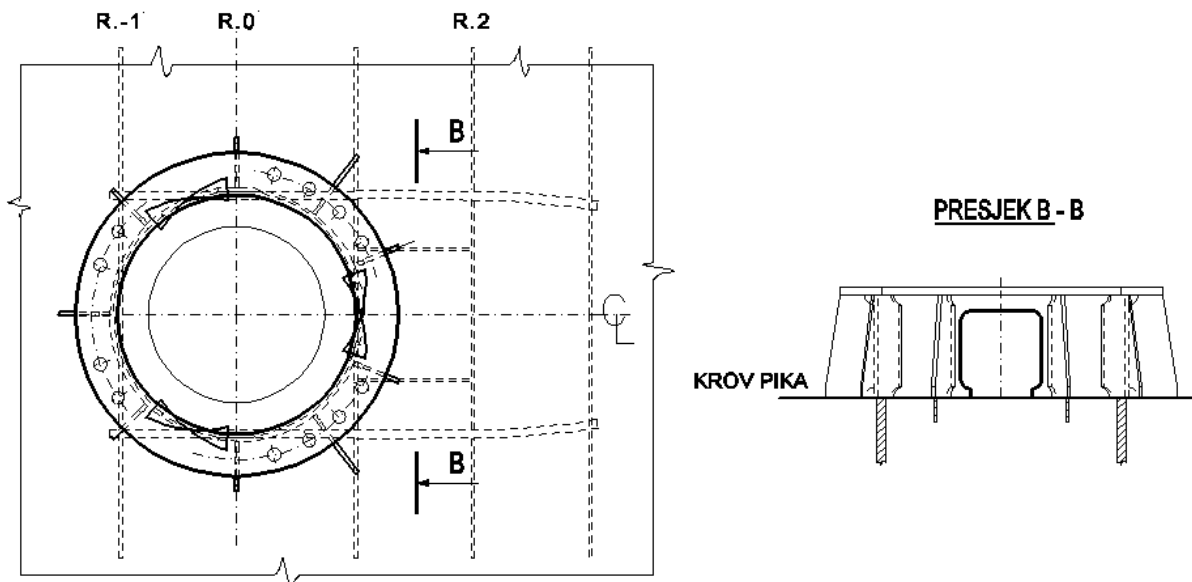
**Završni radovi montaže sklopa kormila** slijede nakon predmontaže struka kormila, štenca i lista kormila, koja obuhvaća:

- spajanje lista i struka kormila kalibriranim vijcima i osiguranje vijaka protiv odvrtanja,
- spajanje štenca kormila i lista kormila pritezanjem matice štenca potrebnom silom, te osiguranje matice protiv odvrtanja,
- montaža brtvenice struka kormila, uz osiguranje vijaka protiv odvrtanja.
- zavarivanje graničnika protiv podizanja i montaža dodatnog osiguranja s drvenim klinovima



Slika xxx. Smještaj i detalji sklopa kormila

**Montaža kormilarskog stroja.** Prije montaže kormilarskog stroja, predmontira se njegov temelj na način da se trasira pozicija temelja na brodu, probuše rupe na temelju za smještaj kalibriranih vijaka kormilarskog stroja, a na temelj postave upore za centriranje temelja. Zatim se precentrira list i struk kormila, nakon čega se centrira, a prema potrebi podreže temelj kormilarskog stroja (uzima se u obzir visina za lijevanje epoksi smole) i izvrši zavarivanje temelja kormilarskog stroja i unutarnjeg obruča.

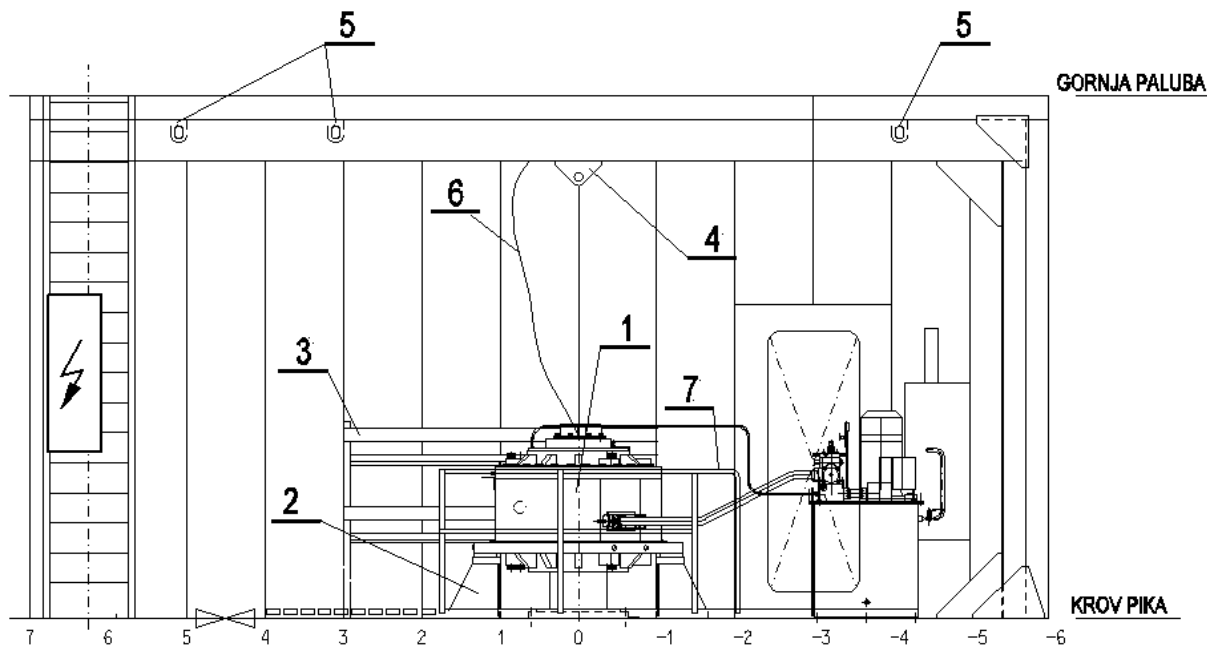


**Slika xxx. Temelj kormilarskog stroja**

- Slijedi montaža kormilarskog stroja koja obuhvaća sljedeće aktivnosti:
- dekonzervacija i čišćenje kormilarskog stroja i struka kormila,
  - postavljanje i centriranje kormilarskog stroja na temelj,
  - priprema i pregled opreme za navlačenje stroja (pumpe, komparatori),
  - navlačenje kormilarskog stroja na struk kormila hidrauličkom prešom u prisustvu predstavnika klasifikacijskog društva i brodovlasnika,
  - stezanje i fiksiranje matice struka kormila.



**Slika xxx. Kormilarski stroj**

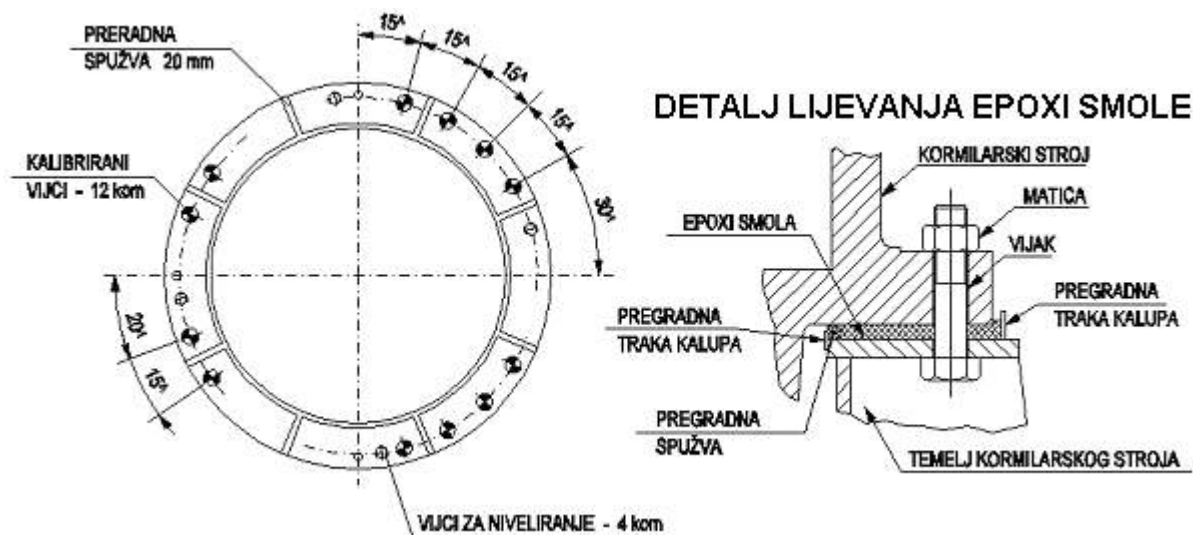


Slika xxx. Smještaj kormilarskog stroja u prostoriji kormilarskog stroja

### LEGENDA

- |   |                            |   |                             |
|---|----------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Kormilarski stroj          | 5 | Uška                        |
| 2 | Temelj kormilarskog stroja | 6 | Spoj struka kormila na masu |
| 3 | Polica                     | 7 | Ograda                      |
| 4 | Uška                       |   |                             |

**Utemeljenje kormilarskog stroja.** Kormilarski stroj utemeljuje se lijevanjem smolom. Postupak započinje pripremom potrebnog materijala za lijevanje epoksi smole i čišćenjem površine. Zatim se izrade polja za lijevanje epoksi smole. S unutarnje strane postavi se spužva i čelična traka, a s vanjske strane čelična i samoljepiva traka. Postave se kalibrirani vijci na poziciju i izvrši lijevanje epoksi smole. Nakon lijevanja skidaju se pozicije koje su služile za formiranje kade za lijevanje ispod temelja i pritegnu se kalibrirani vijci s momentom pritezanja 2600 Nm.



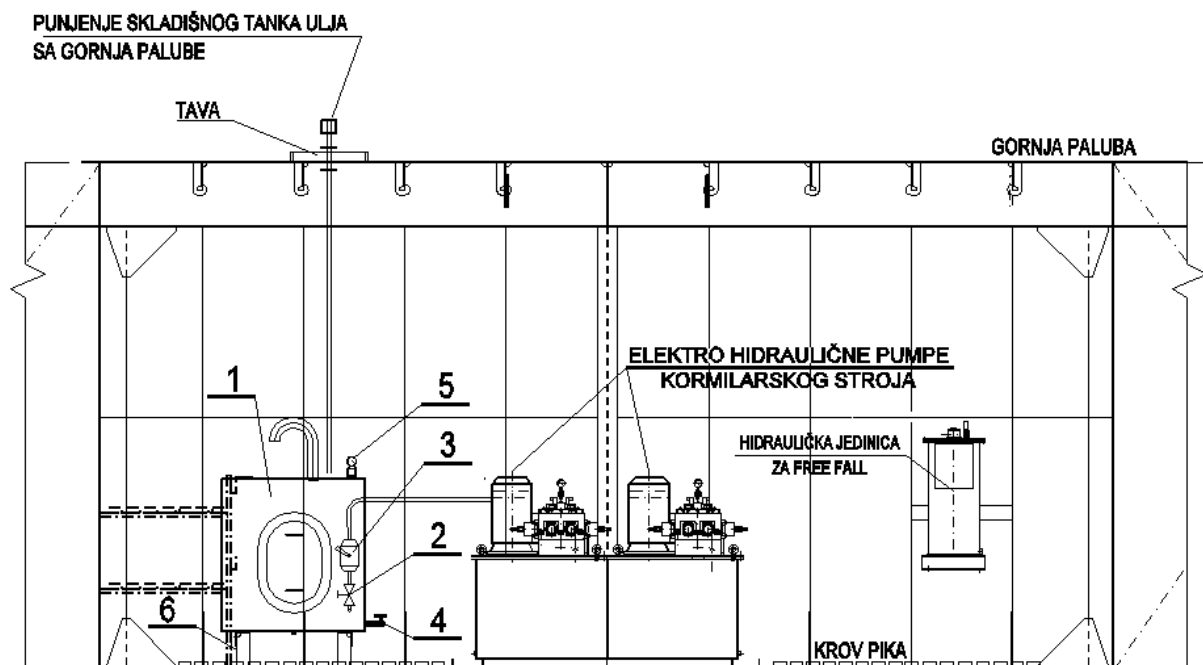
Slika xxx. Utemeljenje kormilarskog stroja lijevanjem smolom

**Montaža strojeva i uređaja u prostoru kormilarskog stroja** obuhvaća montažu skladišnog tanka ulja kormilarskog stroja, koji se izvodi predmontažom nosača na skladišni tank ulja, postavljanjem tanka na temelj, centriranjem i uklinjenjem tanka, opremanjem tanka skladišnog ulja razinomjerom, ispusnim ventilom, ručnom pumpom, te montaže električnih hidrauličnih pumpi

kormilarskog stroja, što se izvodi postavljanjem pumpi ne temelj, centriranjem pumpi i postavljanjem podloški za uklinjenje, te uklinjenjem samih elektro-hidrauličnih pumpi.



Slika xxx. Skladišni tank ulja



Slika xxx. Smještaj strojeva i uređaja u prostoriji kormilarskog stroja

#### LEGENDA

1	SKLADIŠNI TANK ULJA	4	PIPAC
2	VENTIL	5	RAZINOMJER
3	RUČNA PUMPA	6	TEMELJ TANKA

**Priprema za pogon** obuhvaća ukrcaj ulja u sistem, podmazivanje ležajeva, kontrolu pritegnutosti struka i lista kormila i montažu graničnika otklona kuta kormila.

#### 4. MONTAŽA GLAVNOG MOTORA

Montaža glavnog motora obuhvaća ukrcaj glavnog motora na brod, centriranje i utemeljenje glavnog motora. Ukrcaj glavnog motora započinje s probnog stola tvornice motora gdje se motor kompletira i ispituje prije samog ukrcaja na brod. Masa glavnog motora može iznositi između 200 i 600 t.



**Slikaxxx.** Glavni motor na ispitnoj stanici u tvornici motora "MID d.d."

Glavni motor može se na brod ukrcati u jednom ili više komada, što ovisi o masi motora. Način transporta i montaže ovisi o tehničko tehnološkim mogućnostima tvornice motora i brodogradilišta, te o tipu motora.

#### 4.1 Ukrcaj glavnog motora u jednom komadu

Transport motora u jednom komadu predstavlja opasnu i rizičnu operaciju. Treba analizirati sve faze transporta i predvidjeti moguće čimbenike koji utječu na sigurnost svake faze i to s obzirom na:

- platformu kao nosivu podlogu za montažu i transport motora,
- položaj i sigurnost motora i platforme na transporteru, sigurnost nosivih dijelova transportera (gume, hidraulika upravljanja i podizanja),
- stanje prometnice transporta,
- sigurnost nosivih dijelova dizalice.

Transport glavnog motora sastoji se od sljedećih faza:

- priprema platforme za transport motora,
- montaža motora na platformi,
- ukrcaj platforme i glavnog pogonskog stroja na transporter i transport do mjesta za ukrcaj.



**Slika xxx.** Platforma za transport motora



**Slika xxx.** Ukrućenje nogu transportera

**Priprema platforme za transport motora.** Ova operacija sastoji se od više aktivnosti kojima je cilj osigurati potrebne uvjete za montažu motora te pričvršćenje motora za platformu. Temeljni nosači motora na kojima će se kasnije izgraditi i pričvrstiti motor (tzv. "A" nosači koji se inače koristite kod gradnje motora na ispitnom stolu u hali tvornice motora) stegnu se vijcima za platformu.

Na podu hale na mjestu postavljanja platforme polažu se limovi s graničnicima za noge platforme. Platforma se postavlja na limove tako da noge padnu između graničnika (slika xxx), te se platforma nivelira podlaganjem limova ispod nogu. Ispod platforme montiraju se čelične upore (slika xxx) kojima se povećava krutost platforme potrebne za pravilnu montažu motora (osiguranje paralelnosti temeljne ploče i uzimanje progiba koljenaste osovine tijekom montaže motora).

**Montaža motora na platformi.** Montaža motora na platformi izvodi se nakon ispitivanja i revizije motora. Zbog ograničene nosivosti mosne dizalice motor se rastavlja u sklopove, pojedinačne mase manje od nosivosti dizalice. Najprije se na platformu postavlja sklop temeljne ploče s koljenastom osovinom. Pomoću vijaka za niveliranje izvodi se nivelacija temeljne ploče, nakon toga slijedi montaža ostalih sklopova motora: stalci, cilindri s komorom zraka te pojedinačnih elemenata. Nakon završene montaže i stezanja kotvenih vijaka, motor se s vijcima za niveliranje spušta na temeljne nosače (do tog trenutka motor je stajao na vijcima za niveliranje, smještenih s obje strane temeljne ploče). Sada se vijcima temeljna ploča steže za temeljne nosače ("A" nosači). Sam motor se pomoću čelične užadi i lančanih zračnih dizalica s obje strane veže za transporter. Na taj način cijeli je sistem transporter, platforma - temeljni nosači - motor, pričvršćen i osiguran tijekom transporta u bilo kojem smislu.



**Slika xxx.** *Montaža motora na platformi*



**Slika xxx.** *Motor spreman za prihvat na transporter*

**Ukrcaj motora na transporter i transport do mjesta za ukrcaj.** Ukrcaj započinje uklanjanjem čeličnih upora ispod platforme te ulaskom transporter izmeđ u nogu platforme. Položaj transporter ispod platforme točno je određen u poprečnom i uzdužnom smislu u cilju simetrične raspodjele opterećenja motora i platforme na transporter (što je vrlo bitno kod transporta motora s platformom na graničnoj nosivosti transporter). Hidrauličnim podizanjem platforme, transporter preuzima na sebe platformu s motorom. Transporter s teretom napušta halu ispitne stanice tvornice motora (slika xxx) unaprijed definiranim putem, dolazi na dohvat dizalice za ukrcaj na brod.



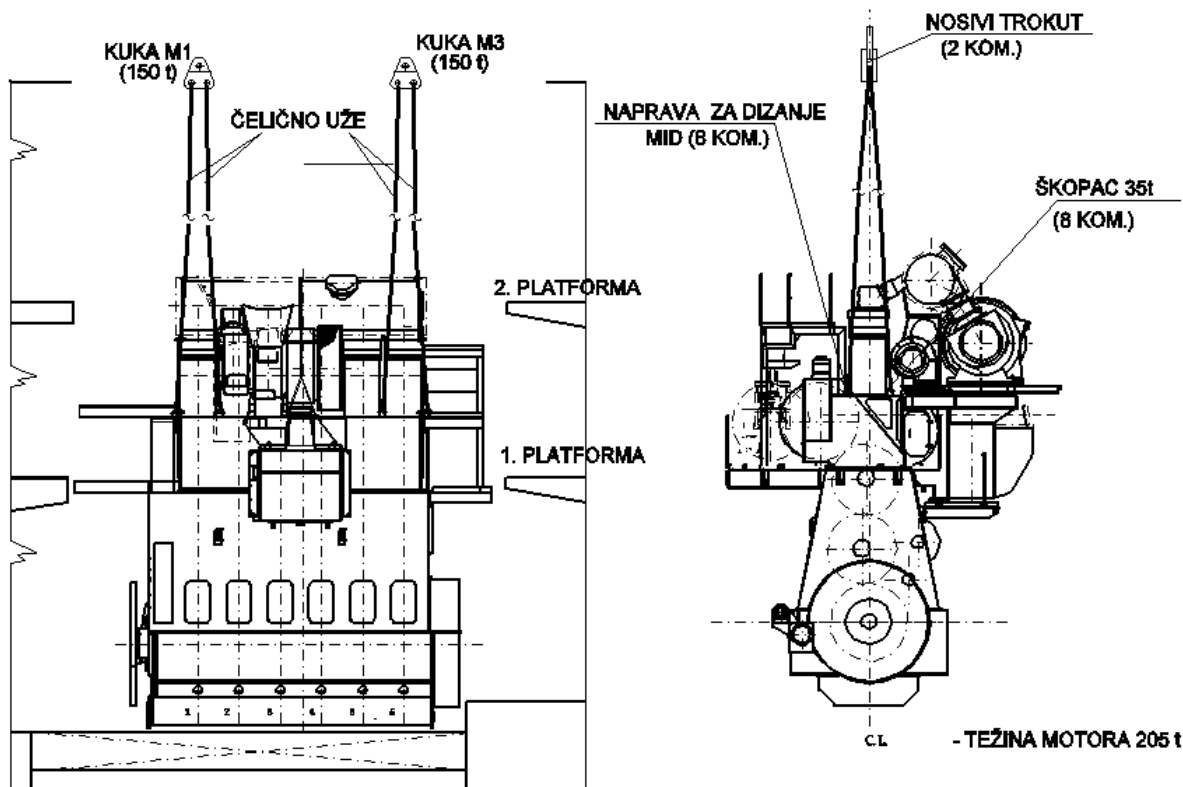
**Slika xxx.** *Transporter motora transporterom*

**Ukrcaj glavnog motora na brod.** Ukrcaj glavnog motora dizalicom na brod završna je faza transporta motora. Ovisno o smještaju broda postoje dvije mogućnosti ukrcaja: ukrcaj glavnog motora na brod na navozu i ukrcaj glavnog motora na brod u opremnoj luci. Transporterom se motor dovozi na dohvat mosne dizalice između nogu dizalice, za ukrcaj motora na brod na navozu ili konzolno izvan noge za ukrcaj u opremnoj luci. Motor se oslobađa od platforme. Zavješanje motora izvodi se preko naprava za dizanje, spojenih na kotvene vijke oko cilindara. Način zavješanja propisuje proizvođač motora ovisno o tipu motora.

Ukrcaj glavnog motora na brod na navozu je uobičajeni način ukrcaja glavnog motora u brodogradilištu, jer se motor tehnološki ukrcava u strojarnicu prije porinuća. Naprave za dizanje (matice s uškama 8 kom) postavljaju se na krajnje cilindre. Hvatište te način dizanja i spuštanja glavnog motora u strojarnicu prikazan je slikom xxx. U slučaju isporuke motora za vanjske naručitelje ili remonta, ukrcaj glavnog motora izvodi se na brod na vezu u opremnoj luci.

Prednosti transporta motora u jednom komadu:

- motor se montira u kontroliranim uvjetima na platformi unutar hale tvornice motora, čime je smanjena opasnost od pojave nečistoća u motoru koje su uzrok mogućih kvarova i oštećenja kod puštanja motora u pogon,
- vrijeme trajanja ukrcaja i montaže motora na navozu bitno je smanjeno,
- montaža motora na brodu u više komada znatno produljuje vrijeme korištenja dizalice na navozu, čime se one ne mogu koristiti za montažu VT sekcija ili druge opreme za čiju je montažu potrebna ista dizalica,
- tijekom montaže motora u više dijelova privremeno je obustavljena većina opremnih radova po platformama i oko grotla strojarnice.
- pri montaži motora u više komada, svaki sklop potrebno je oskeliti zbog komunikacije i sigurnosti radnika tijekom montaže motora.



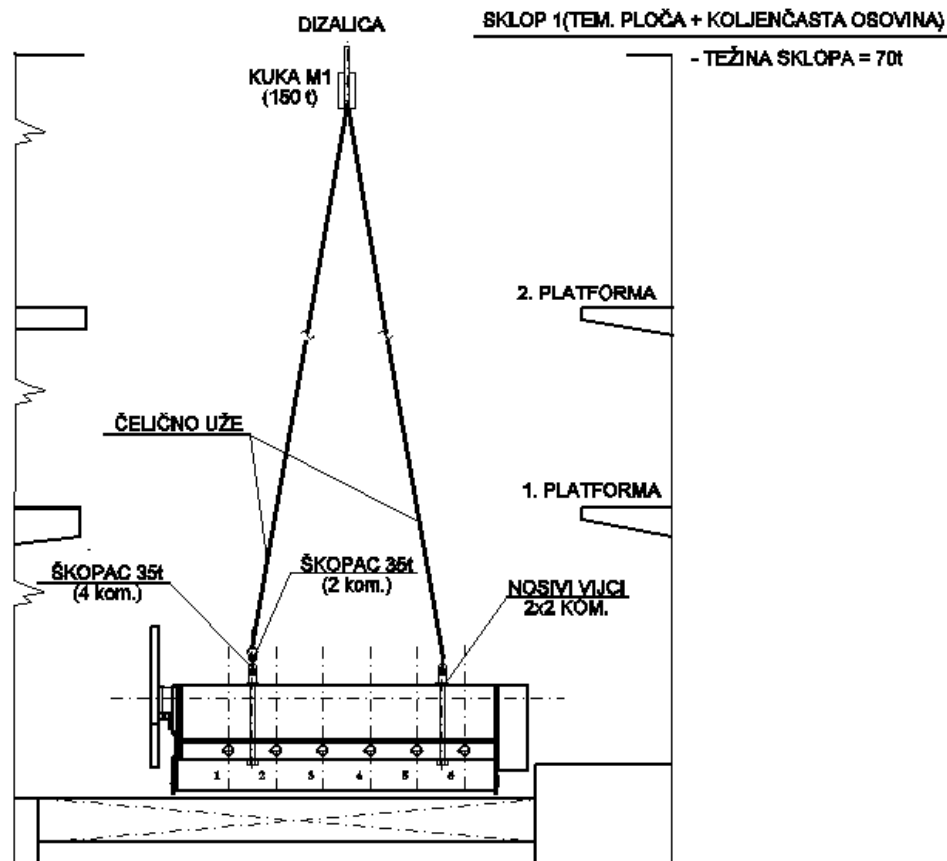
Slika xxx. Skica ukrcaja glavnog motora u jednom komadu

#### 4.2 Ukrcaj glavnog motora u više komada

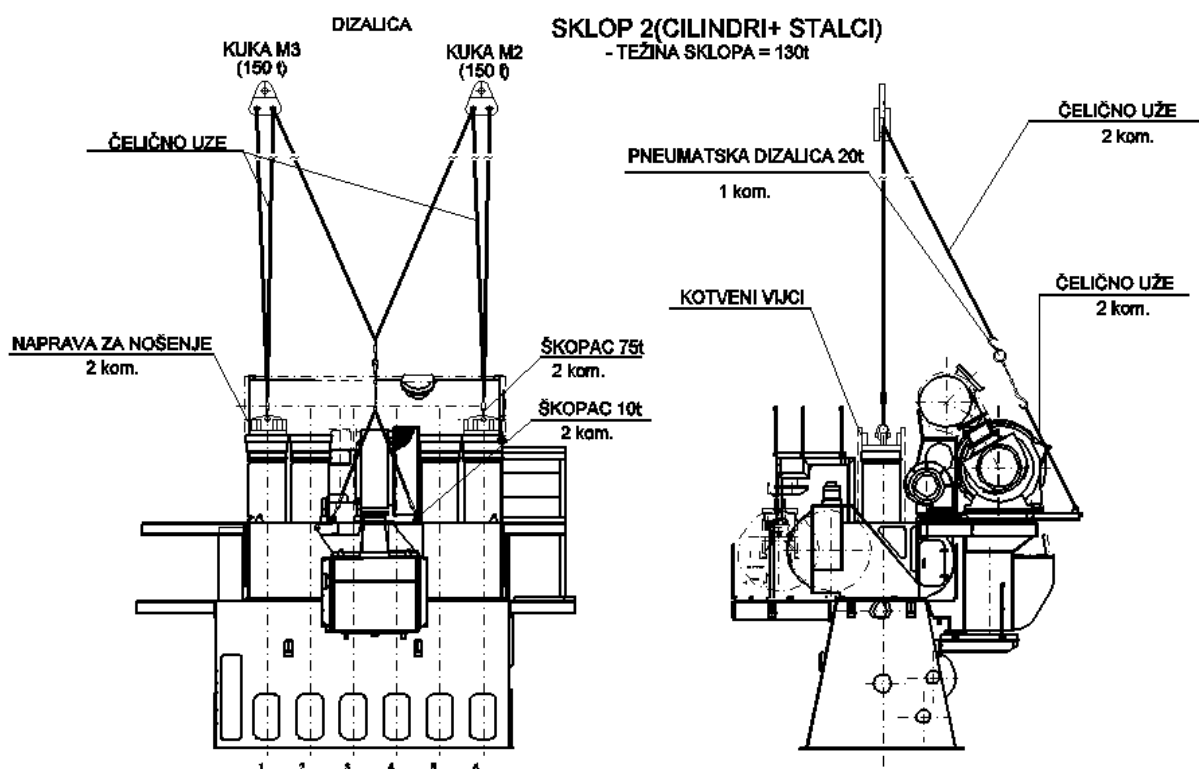
Ukrcaj glavnog motora u više komada (2 ili 3 sklopa), izvodi se tako da se glavni motor nakon probnog rada na platformi unutar hale tvornice motora demontira na sklopove. SKLOP 1 čine temeljna ploča s koljenastom osovinom i zamašnjakom. SKLOP 2 čine cilindri, stalci, komora zraka s rashladnikom, pumpe goriva s pogonom, turbopuhalo, gornje galerije i cjevovod, glave cilindra s ispušnim ventilima, kotveni vijci. Podsklopovi koji se montiraju pojedinačno čine poklopci cilindara s ispušnim ventilima

Naprave za dizanje sklopa 1 postavljaju se između prvih dva cilindra i zadnjih dva cilindra, a naprava za dizanje sklopa 2 postavlja se na prvi i zadnji cilindar. Kotveni vijci u sklopu 2 učvrste se specijalnim napravama. Za transport sklopova glavnog motora koristi se isti transporter kao i za montažu glavnog motora u jednom komadu. Hvatište te način dizanja i spuštanja glavnog motora u strojarnicu prikazan je na slikama xxx i xxx.





Slika xxx. Ukrcaj SKLOPA 1



Slika xxx. Ukrcaj SKLOPA 2

### 4.3 Centriranje glavnog motora

Za centriranje i niveliranje glavnog motora najprije se centrira i uklini osovinski vod, a onda se pomoću vijaka i naprava za niveliranje centrira glavni motor. Centriranje osovinskog voda i glavnog motora izvodi se na osnovi proračuna elastične linije osovinskog voda. Pri proračunu se uzimaju u

obzir čimbenici koji djeluju na osovinski vod tijekom navigacije, kada je brodski vijak potpuno uronjen, a motor pod nominalnim opterećenjem, a to su:

- faktor uzgona, koji ovisi o gustoći vode i uronjenosti broskog vijka. (Što je brodski vijak više uronjen, manje opterećuje osovinski vod),
- toplinska dilatacija motora, koja iznosi 0,30 mm između hladnog stanja (20°C) i toplog stanja (55°C),
- ekscentrična porivna sila broskog vijka, koja se prenosi na ležajeve statvene cijevi.

Za potrebe centriranja provode se sljedeći proračuni:

**Proračun br. 1.** Sistem (osovinski vod, glavni motor) se nalazi na odabranoj poziciji, motor topao, prirubnice propelerne osovine, međuosovine i glavnog motora su međusobno spojene, a brodski vijak je potpuno uronjen. Kod ovog stanja provjeravaju se progibi koljenaste osovine i statičko opterećenje ležajeva u odnosu na proračunate vrijednosti.

**Proračun br. 2.** Sistem (osovinski vod, glavni motor) se nalazi na odabranoj poziciji, motor hladan, prirubnice propelerne osovine, međuosovine i glavnog motora su međusobno spojene, brodski vijak je dijelom uronjen.

**Proračun br. 3.** Slobodno oslonjena propelerna osovina. Privremeni nosač propelerne osovine (POZ 1') mora se nalaziti na odabranoj poziciji.

**Proračun br. 4.** Slobodno oslonjena međuosovina. Privremeni nosač međuosovine (POZ 2') mora se nalaziti na odabranoj poziciji.

**Proračun br. 5.** Slobodno oslonjena glavnog motora.

**Proračun br. 6.** Prirubnica motora slobodna, prirubnice propelerne osovine i međuosovine međusobno su spojene, brodski vijak je dijelom uronjen. Glavni motor postavljen je na završnu poziciju prema proračunu.

Uvjeti koji moraju biti ispunjeni prije početka centriranja:

- centriranje izvoditi u uvjetima što manjeg utjecaja sunca na deformacije strukture (noću, ili u rano jutro),
- glavna oprema mora biti ugrađena u strojarnici,
- međuosovina je oslonjena na privremene ležajeve,
- glavni motor je postavljen na pripadnu poziciju,
- u vodoravnom smjeru (gledano tlocrtno) propelerna osovina, međuosovina i glavni motor moraju biti složeni ravno u liniji. Vodoravni SAG i GAP (spuštanje i otvaranje prirubnica) ne smije prelaziti  $\pm 0.05$  mm.

Osnovne definicije pojmova kod određivanja elastične linije osovinskog voda:

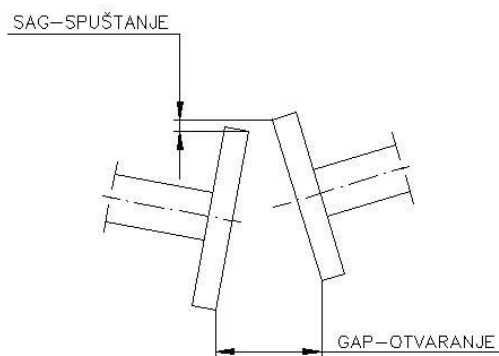
**Referentna točka** je stražnji dio glavčine broskog vijka. Pozicije ležajeva, privremenih nosača, prirubnica itd. numerirani su od referentne točke.

**Referentna (nulta) linija** je ravni dio horizontalne linije kroz centar ležaja statvene cijevi. Simetrala osovinskog voda ne nalazi se na poziciji referentne linije, već prema proračunu elastične linije ima određeni pomak. Pomak ležajeva je pozitivan, kada je iznad referentne linije, a negativan kada je ispod referentne linije.

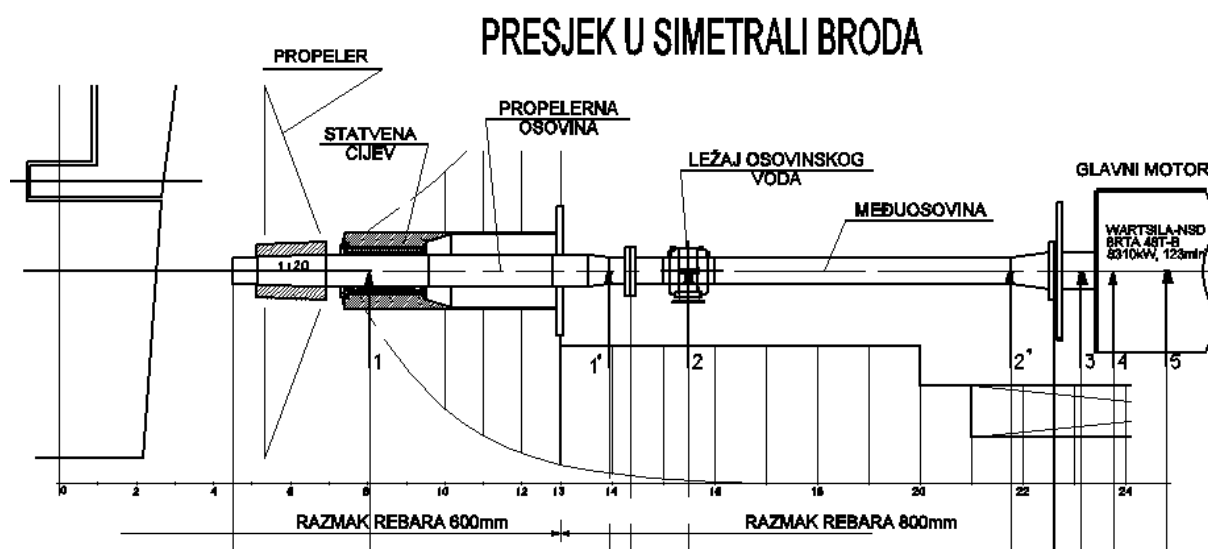
**Privremeni nosač** primjenjuje se za preuzimanje proračunskog pomaka ležaja prema SAG i GAP metodi .

**Otvaranje i spuštanje**

- vrijednost otvaranja (GAP) je pozitivna ako su prirubnice odvojene s donje strane. Pozitivan vrijednost za GAP pokazuje da je udaljenost prirubnica na donjoj strani veća od one na gornjoj strani,
- vrijednost spuštanja (SAG) je pozitivna ako je lijeva prirubnica viša. Mjeri se na gornjem rubu prirubnica.



Slika xxx. Mjerenja SAG-a i GAP-a



Slika xxx. Centriranje osovinskog voda i glavnog motora

**LEGENDA:**

- 1 Ležaj statvene cijevi
- 2 Ležaj međuosovine
- 3, 4, 5 Ležajevi koljenaste osovine
- 1', 2' Privremeni ležajevi

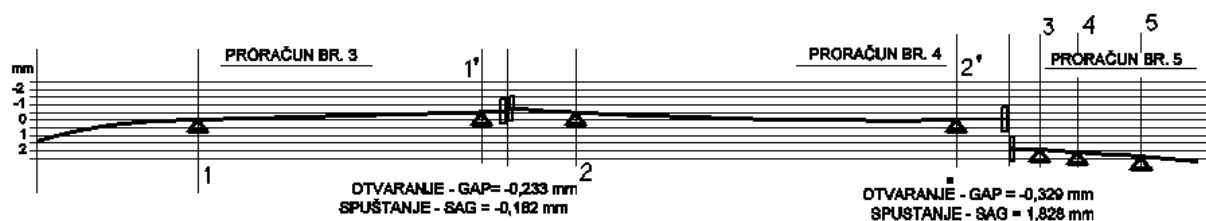
Tablica xxx. Primjer proračunskih vrijednosti ordinata ležajeva kod postupka centriranja osovinskog voda i glavnog motora iz slike xxx

**ORDINATE LEŽAJEVA (mm)**

LEŽAJ BR.	1	1'	2	2'	3	4	5
1	0		-0,5		1,59	1,76	2,04
2	0		-0,5		1,94	2,11	2,39
3	0	-0,5					
4			-0,5	0			
5					1,94	2,11	2,39
6	0		-0,5				

**Centriranje osovinskog voda.** Centriranje osovinskog voda započinje od propelerne osovine a završava kod glavnog motora. Najprije se prema proračunu br. 3 postavi propelerna osovina na ležaj broj 1 i privremeni ležaj 1', na mjere iz tablice ordinata ležajeva (tablica xxx). Prema proračunu br. 4 postavi se međuosovinu na ležaj broj 2 i privremeni ležaj 2' na mjere iz tablice ordinata ležajeva.

Prema proračunu br. 5 centrira se glavni motor tako da **koljenasta osovina** glavnog motora zauzme položaj na ležajevima 3, 4 i 5, prema mjerama iz tablice ordinata ležajeva.



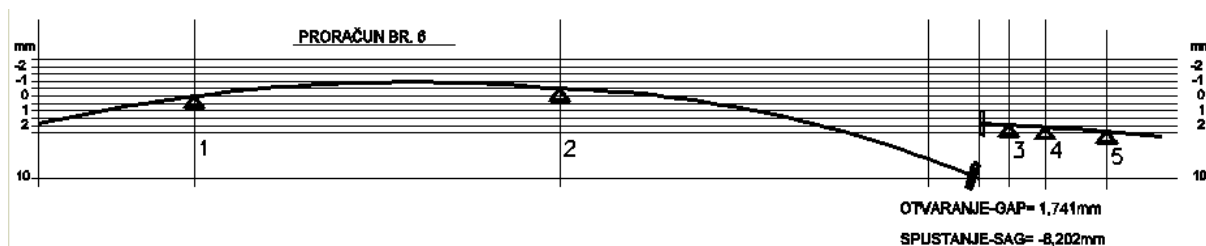
Slika xxx. Elastična linija slobodno oslonjene propelerne osovine, međuosovine i koljenaste osovine glavnog motora



Slika xxx. Privremeni ležaj (POZ 1' i 2' iz proračuna) za centriranje osovinskog voda

Nakon postavljanja propelerne osovine, međuosovine i glavnog motora na proračunske mjere, slijedi podešavanje SAG-a i GAP-a između propelerne osovine i međuosovine, te međuosovine i koljenaste osovine prema proračunskim vrijednostima (Slika xxx).

**Centriranje glavnog motora.** Nakon što se umjeri SAG i GAP, između prirubnica propelerne osovine, međuosovine i glavnog motora, izvrši se stezanje vijaka prirubničkog spoja propelerne osovine i međuosovine. Prirubnički spoj između međuosovine i **koljenaste osovine** glavnog motora ostavi se slobodnim. Prema proračunu broj 6 (*prirubnica motora slobodna, brodski vijak dijelom uronjen*) namjesti se SAG i GAP između prirubnice glavnog motora i prirubnice međuosovine.



Slika xxx. Elastična linija slobodno oslonjenog osovinskog voda i koljenaste osovine glavnog motora

SAG i GAP za centriranje glavnog motora namještaju se:

- pomicanjem glavnog motora lijevo, desno, naprijed, nazad pomoću pomoćnih bočnih upora s vijcima za centriranje, privremeno zavarenim na krov dvodna kod krajeva temeljne ploče glavnog motora (Slika xxx),
- niveliranjem glavnog motora po visini vijcima za niveliranje, smještenim na temeljnoj ploči glavnog motora (Slika xxx).

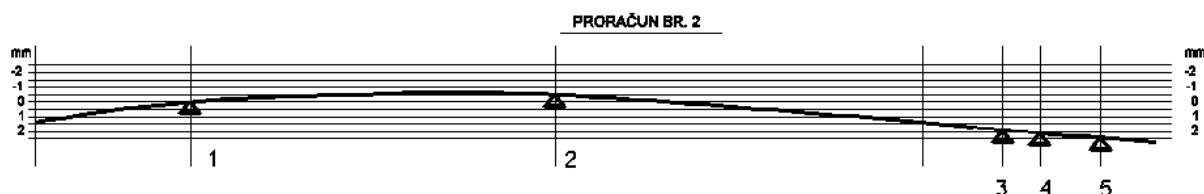


**Slika xxx.** Privremene upore i vijci za horizontalno centriranje glavnog motora



**Slika xxx.** Vijci na glavnom motoru za vertikalno niveliranje

**Spajanje osovinskog voda s glavnim motorom.** Nakon namještanja SAG-a i GAP-a izvede se stezanje vijaka prirubničkog spoja međuosovine i glavnog motora. Na taj način izvršeno je centriranje glavnog motora i osovinskog voda u skladu s elastičnom linijom iz proračuna 2, u uvjetima kada je glavni motor hladan, prirubnice spojene, a brodski vijak djelom uronjen u vodu.



**Slika xxx.** Elastična linija spojenih prirubnica osovinskog voda i koljenaste osovine glavnog motora

Na kraju se izmjeri reakcije u ležajevima, koje moraju biti manje, od izračunatih reakcija u ležajevima prikazanih u tablici xxx. Ako reakcije prelaze navedene vrijednosti, centriranje glavnog motora treba ponoviti.

Pri centriranju glavnog motora treba uzeti u obzir stlačivost podloški, koja iznosi 1/1000 debljine podloške (npr. za pretpostavljenu debljinu podloške od 40 mm glavni motor je potrebno dignuti za 0,04 mm u odnosu na vrijednosti SAG.

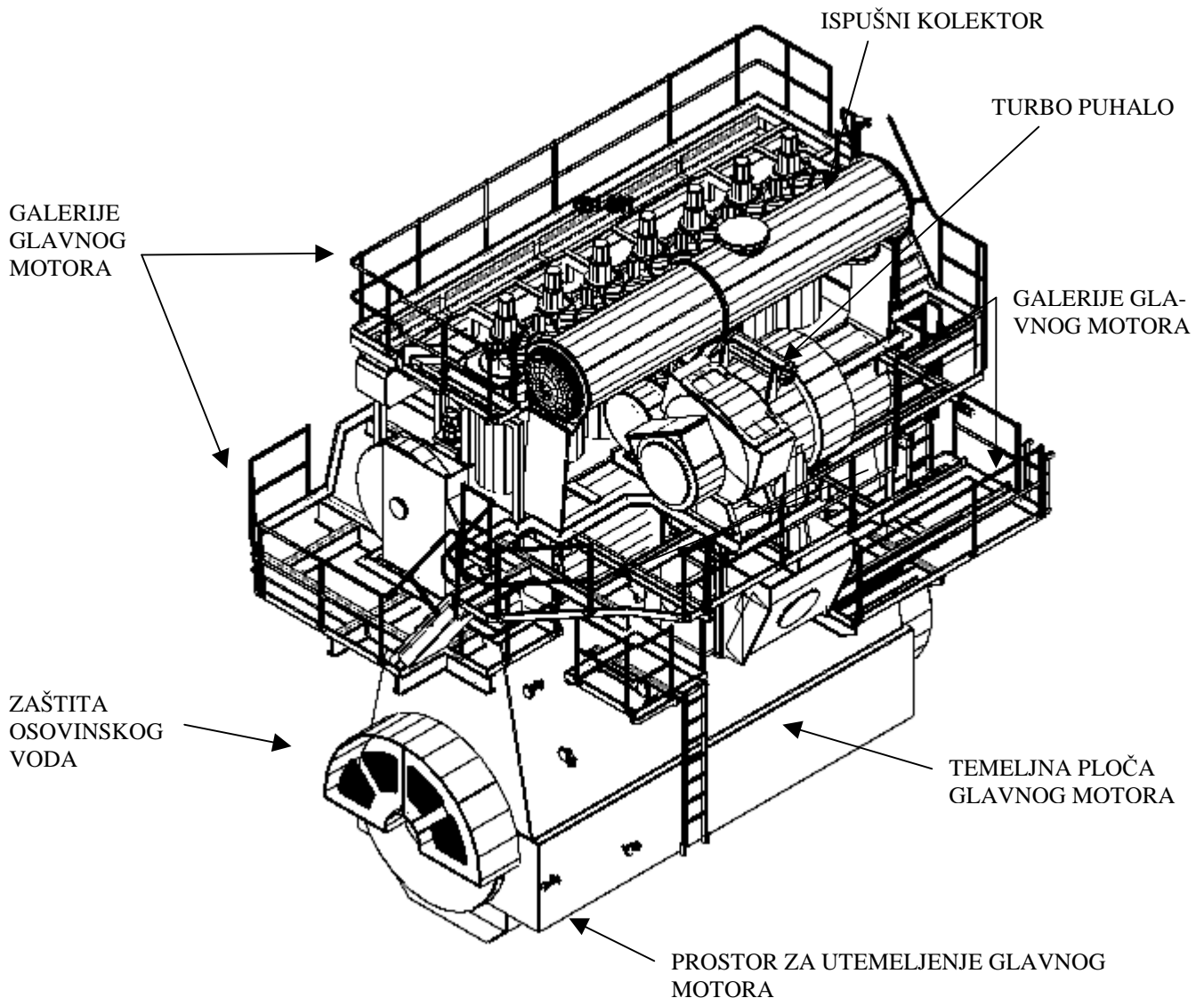
**Tablica xxx.** Primjer vrijednosti reakcija u ležajevima kod centriranja osovinskog voda i glavnog motora iz slike xxx

### REAKCIJE U LEŽAJEVIMA (N)

LEŽAJ BR.	1	1'	2	2'	3	4	5	
PRORAČUN BR.	1	195127		54858		205627	18255	33154
	2	206384		58355		160593	62925	29242
	3	221827	-11153					
	4			37025	38977			
	5					133401	68675	28747
	6	180073		106603				

Opisanim postupkom centriranja, osovinski vod i glavni motor zadovoljit će radne uvjete iz proračuna 1, kada je motor topao, prirubnice spojene i brodski vijak uronjen. Reakcije u ležajevima moraju zadovoljiti vrijednosti iz tablica izračunatih prema uvjetima iz proračuna 1. Te vrijednosti provjeravaju se kod pokusne plovidbe broda.

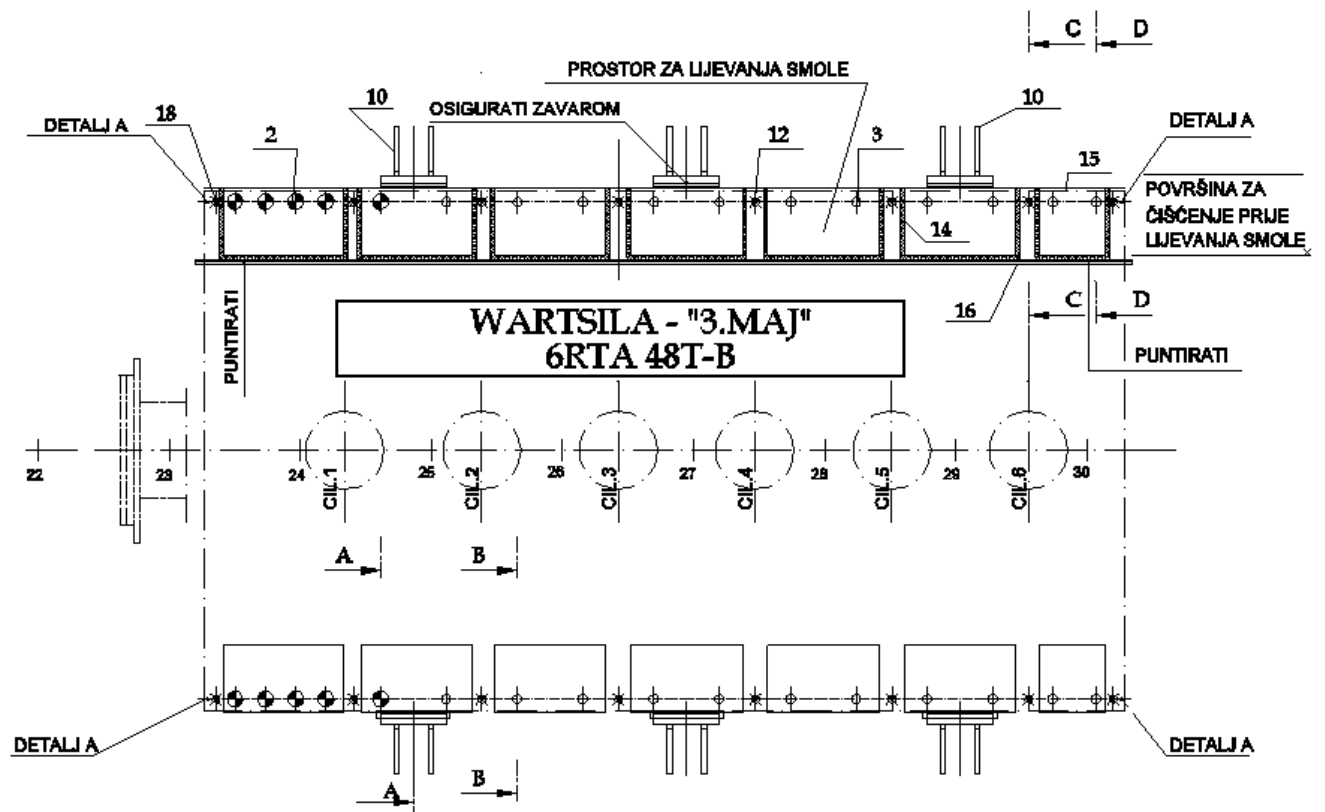
#### 4.4 Utemeljenje glavnog motora smolom



**Slika xxx.** Glavni motor s prikazom područja za utemeljenje glavnog motora

Za utemeljenje glavnog motora primjenjuju se epoksi smole. To su dvokomponentne smole, koje stvrđnu pri sobnoj temperaturi i daju potrebna mehanička svojstva podloškama za utemeljenje glavnog motora. Prednosti korištenja podloški lijevanih smolom u odnosu na ranije korištene metalne podloške za utemeljenje glavnog motora su sljedeće:

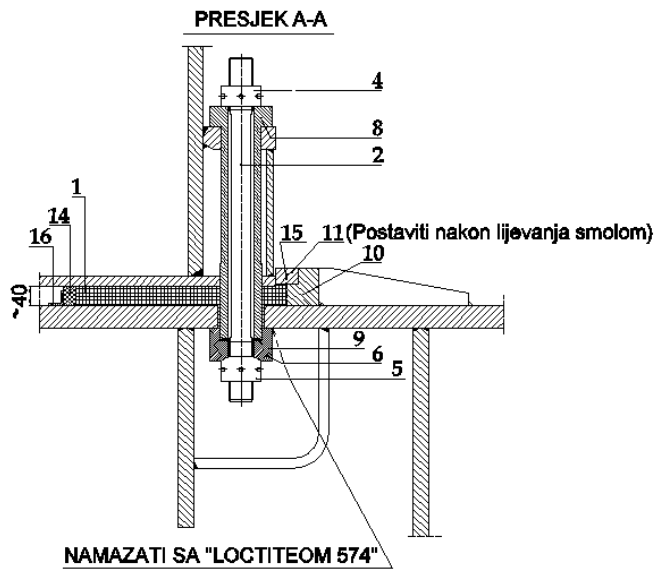
- nalijeganje podloški je po cijeloj površini bez obzira na obradu površine (neravnine),
- trajnost podloški jednaka je vijeku trajanja glavnog motora,
- nije potrebna mehanička obrada strukturnog temelja glavnog motora,
- otporne su na djelovanje goriva, maziva, morske vode i većine kemikalija,
- mali prijenos vibracija i buke na trup,
- mali modul elastičnosti,
- visoki koeficijent toplinskog istezanja,
- veliki koeficijent trenja,
- moguća izrada temeljnih vijaka glavnog motora prema nacrtu (definirana je dužina vijka).



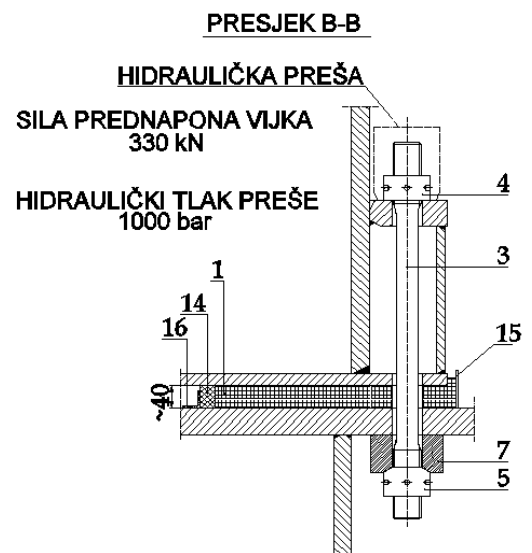
Slika xxx. Skica utemeljenja glavnog motora smolom

SIMBOLI

- ⊕ TEMELJNI VIJAK
- ✱ VIJAK ZA NIVELIRANJE
- ⊙ TEMELJNI VIJAK S ČAHUROM

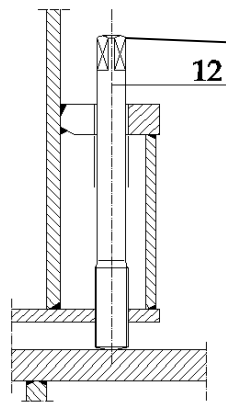


Slika xxx. Temeljni vijak s čahurom (Poz. 2 iz slike xxx)



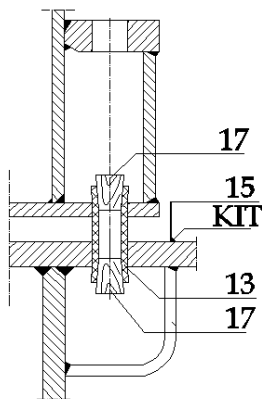
Slika xxx. Temeljni vijak (Poz. 3 iz slike xxx)

### PRESJEK C-C

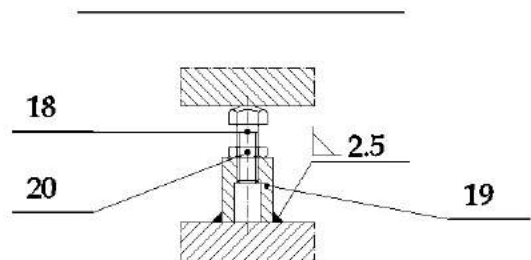


Slika xxx. Vijak za niveliranje (Poz. 12 iz slike xxx)

### PRESJEK D-D



### DETALJ A



detalj montaže mjernog vijka

Slika xxx. Zaštita rupe temeljnih vijaka prilikom utemeljenja glavnog motora smolom (detalji iz slike xxx)

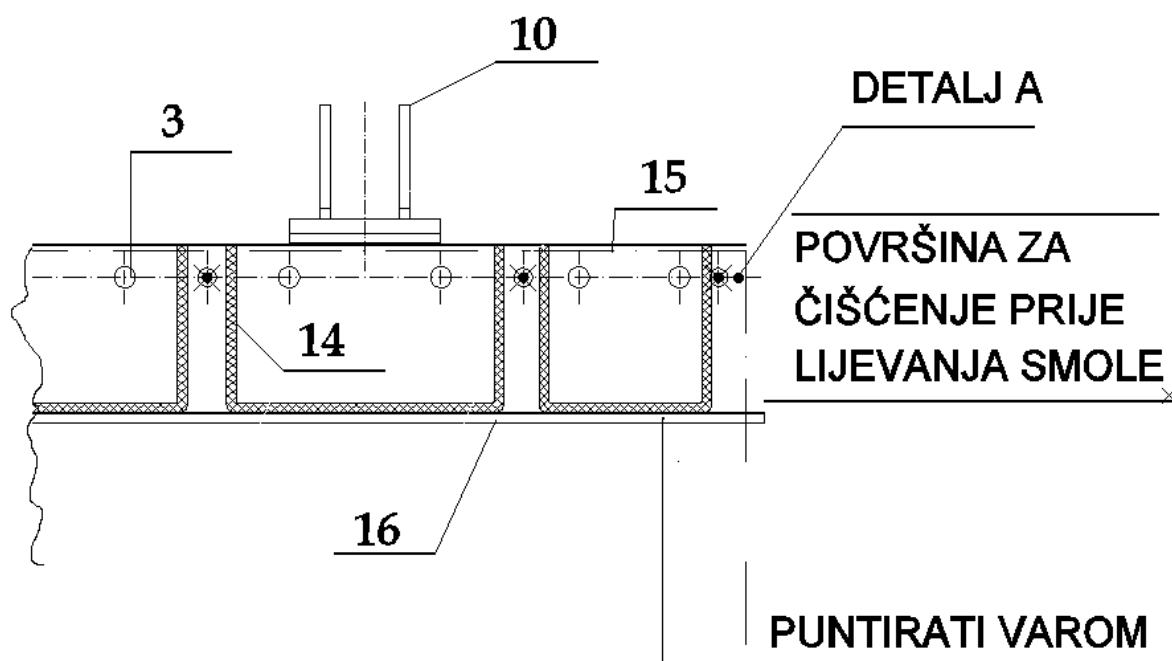
### LEGENDA:

POZI-CIJA	NAZIV	POZI-CIJA	NAZIV
1	Podloška od epoksi smole	11	Klin bočne upore
2	Temeljni vijak 37,5 / m48	12	Vijak za niveliranje
3	Temeljni vijak 37,5 / m48	13	Gumena cijev
4	Matica m48	14	Pregradna spužva
5	Matica s konusom m48	15	Pregradna traka
6	Čahura s konusom	16	Uglovnica
7	Čahura s konusom	17	Drveni čep
8	Čahura	18	Mjerni vijak
9	Brtva	19	Držać
10	Bočna upora	20	Matica niska

**Pripreme za lijevanje smole.** Strukturni temelj glavnog motora na koji naliježu podloške treba očistiti do metalnog sjaja brušenjem ili četkanjem. Očišćenu površinu zaštititi privremenim sredstvom za konzerviranje. Nakon što je glavni motor centriran, buše se rupe vijaka za temeljenje glavnog motora na strukturnom temelju (za POZ 2 i 3), zavare bočne upore (POZ 10, vidi presjek A-A), privare držači za mjerne vijke (POZ 19, DETALJ A), postave mjerni vijci i matice (POZ 18, i 20). Prije lijevanja, površine strukturnog temelja i temeljne ploče glavnog motora očiste se od konzervansa, masnoće, ulja i eventualne strugotine. Svi radovi zavarivanja moraju biti završeni prije lijevanja smole.



**Pripreme kalupa za lijevanje smole.** Kalup za lijevanje smole ispod temeljne ploče glavnog motora formira se tako da se s unutrašnje strane privari uglovnica (POZ 16,) te se od lima formira kalup za lijevanje podloški. Oko formiranog kalupa umetne se spužvasta pregradna traka (POZ 14) . S vanjske strane postavi se granična traku (POZ 15), koja se za podlogu pričvrsti samo s nepropusnim kitom. Nakon lijevanja pregradna traka se skida. Potrebno je obratiti pozornost na pravilno postavljanje trake, da prilikom lijevanja ne dođe do curenja smole. Traka mora biti 3-5 mm viša od debljine podloške. Zatim se na poziciju postave odrivne čahure (POZ 8) s temeljnim vijcima (POZ 2 – presjek A-A iz slike xxx). Na poziciju temeljnih vijaka (POZ 3 - presjek B-B iz slike xxx) postavi se gumena cijev (POZ 13) i zatvori s drvenim čepom (POZ 17 vidi presjek D-D iz slike xxx), kako bi se kod lijevanja smole spriječilo curenje smole kroz provrt temeljnog vijka. Gumenu cijev prije ugradnje potrebno je premazati netopivom mašću. Sprejem se prešpricaju sve unutarnje površine formiranog kalupa zbog lakšeg odvajanja kalupa od epoxi smole nakon lijevanja. Slijedi provjera i bilježenje progiba koljenaste osovine, te SAG-a i GAP-a prirubničkog spoja između međuosovine i glavnog motora. Priprema za lijevanje podloški od smole i samo lijevanje izvodi se uz prisustvo ovlaštene osobe proizvođača smole, predstavnika klasifikacijskog društva i brodovlasnika.



**Slika xxx.** Formiranje kalupa za lijevanje smole

**Miješanje smole.** Svi gore navedeni radovi moraju biti završeni do početka lijevanja. Ljevači moraju staviti kožne rukavice i naočale. Smola je neškodljiva, ali je utvrđivač agresivan. Temperatura temelja glavnog motora i temeljne ploče, ne smije biti ispod 13° C. U slučaju nižih temperatura temelja potrebno je dan prije postaviti električne grijalice. Termoizolirajućim platnom izolira se prostor sa strane temeljne ploče glavnog motora. Kantice sa smolom, prije miješanja s utvrđivačem, zagriju se na temperaturu 35°C. Otvaračem za limenke skine se poklopac kanticе smole i dodaje se sav utvrđivač iz doze priložene uz svaku kanticu, te se izvede miješanje električnom miješalicom konstantnim brojem okretaja 2-5 minuta, dok se ne dobije homogena smjesa. Miješalicom se prolazi po stjenci i dnu kanticе da se smola s utvrđivačem dobro promiješa. Nakon miješanja čeka se 20 min da izađu eventualno zaostali mjehurići zraka. Pripremljena smjesa otvrdne za cca 30 min, nakon čega je neupotrebљiva za lijevanje.

**Lijevanja smole.** Izmiješana smjesa lijeva se u prethodno formirani kalup oko glavnog motora u tankom mlazu s visine od cca 300 mm (ako je potrebno upotrebljava se praktično napravljen lijevak). Smola se lijeva u najnižu točku kalupa (krmenu). Ljeva se uvijek s krmene strane motora prema pramcu i to istodobno s obje strane motora.

**Stvrđnjavanje smole.** Vrijeme stvrđnjavanja smole iznosi oko 48 sati. Tijekom stvrđnjavanja nisu dozvoljeni nikakvi radovi na motoru. Ako je temperatura okoline ispod 20°C potrebno je dodatno grijati okolni prostor oko glavnog motora. Nakon procesa stvrđnjavanja uklone se pregradni limovi (POZ 15), lim za formiranje kalupa, drveni čepovi (POZ 17) i gumena cijev (POZ 13)

**Tablica xxx.** Vrijeme otvrđnjavanja smole u ovisnosti o temperaturi:

TEMPERATURA [° C]	VRIJEME OTVRĐNJAVANJA [h]
13	Nema stvrđnjavanja
14 – 17	48
18 – 20	36
Preko 20	24

**Probni uzorak.** Pri utemeljenju glavnog motora smolom potrebno je izliti probni uzorak za mjerenje i kontrolu tvrdoće podloški. Na strukturnom temelju glavnog motora na prikladnom mjestu formira se kalup od čelične trake veličine 100x100x60 mm. Mjesto za lijevanje probnog uzorka se očistiti kao i kod lijevanja podloški glavnog motora. Izvana se trake zabrtve nepropusnim kitom, a kalup prešprica sprejem protiv prijanjanja. Smola se u kalup lijeva do visine 40 mm. Uvjeti i vrijeme stvrđnjavanja su isti kao i kod lijevanja podloški glavnog motora. Nakon stvrđnjavanja mjeri se tvrdoća po boku uzorka.

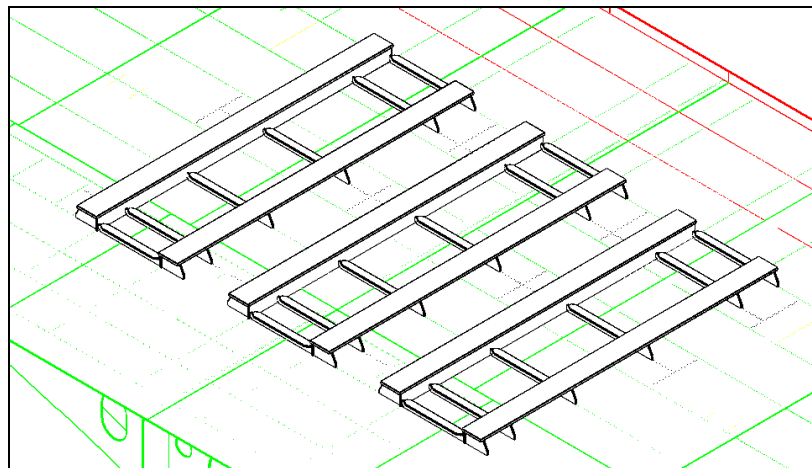
**Stezanja temeljnih vijaka glavnog motora.** Vijci za niveliranje (POZ 12) i gumena cijev na čije mjesto se postavljaju temeljni vijci (POZ 3) se skinu. Temeljni vijci (POZ 2) s čahurom (POZ 8), već su prije postavljeni. Prije pritezanja vijaka, temperatura podloški mora biti jednaka temperaturi okoline. Temeljni vijci (POZ 2 i 3) se pritežu silom prednapona 330 kN ili hidrauličkom prešom tlakom od 1000 bar. Redosljed stezanja je od krme prema pramcu. Preporuča se stezanje s dvije hidrauličke naprave istovremeno, svaka s jedne strane motora. Prvi stupanj pritezanja je tlakom od 600 bar, a drugi 1000 bar. Raspored rupa, podloški, vijaka i upora na lijevoj i desnoj strani je isti. Nakon pritezanja vijaka, montiraju se klinovi bočnih upora (POZ 11), izvede se kontrola i bilježi progib koljenaste osovine. Uvjeti mjerenja moraju biti približno jednaki uvjetima očitavanja prije lijevanja. Na kraju se na glavni motor postavlja natpisna pločica s natpisom naziva smole i sile prednapona temeljnih vijaka, te ispuni zapisnik (*record card*) kojeg se šalje proizvođaču smole.

Nakon probne vožnje podesi se razmak između mjernog vijka i temeljne ploče glavnog motora (vidi detalj A iz slike xxx) na 1 mm, te se nakon toga vijak i matica zavaruju. Navedeni razmak služi za kontrolu pada motora u eksploataciji u odnosu na umjerene veličine.

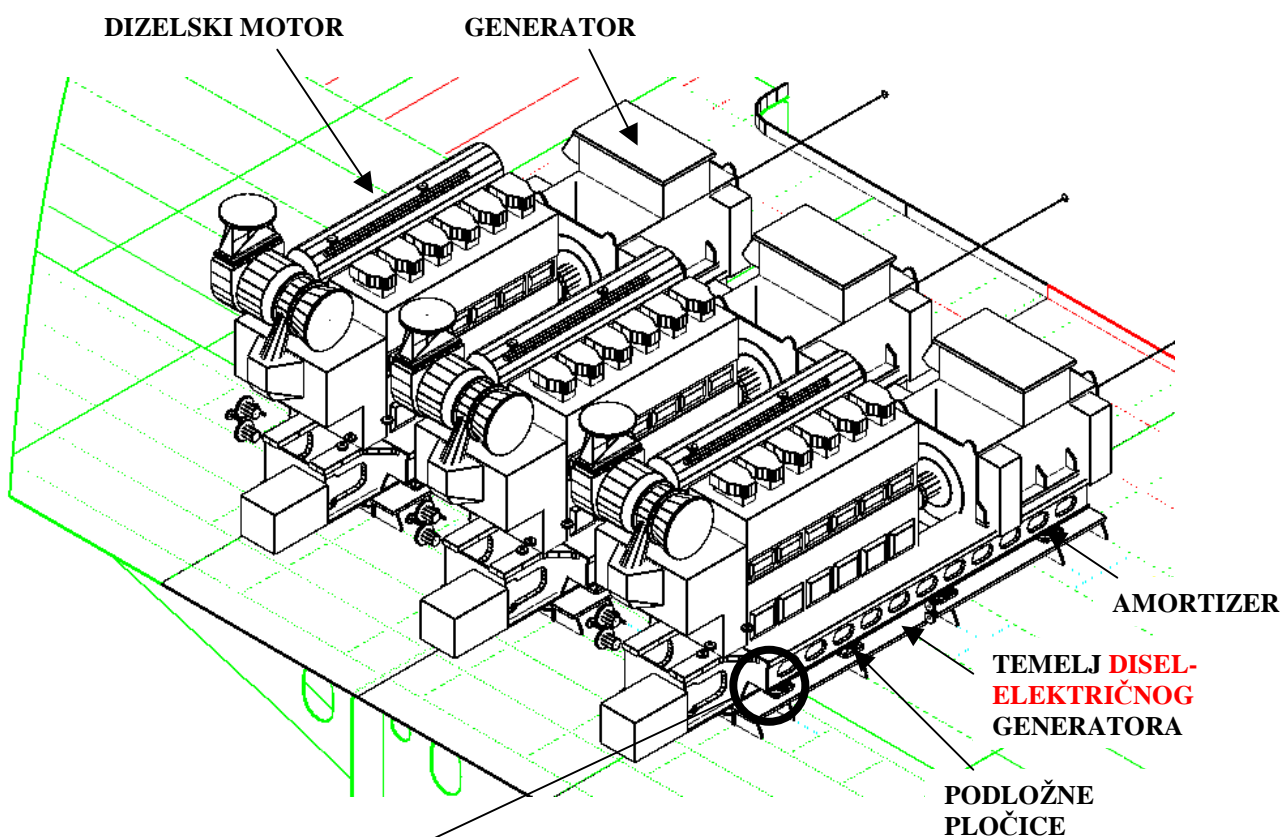
## 5. MONTAŽA DIZELSKIH-ELEKTRIČNIH GENERATORA

Generator i dizelski motor nivelirani su na zajedničkoj temeljnoj ploči u tvornici motora. Niveliranje je izvedeno s elastičnim elementima na ravnoj površini. Kada je dizelski motor potpuno opremljen, generator se smješta na zajedničku temeljnu ploču i tako nivelira da je rotor ispravno pozicioniran u statoru te da su progibi koljenaste osovine motora unutar propisanih tolerancija. Tijekom montiranja na brodu, agregat mora biti niveliran na svojim temeljima tako da se progibi koljenaste osovine motora (postignute na ispitnom stolu u tvornici motora) koriste kao referentne vrijednosti.

Prije postupka montaže dizelskih-električnih generatora, njihovi temelji trebaju biti zavareni sa svim strukturnim pojačanjima ispod platforme temelja. Niveliranje dizelskih-električnih generatora izvodi se podmetanjem strojno obrađenih podložnih pločica.



Slika xxx. Temelji pomoćnih motora



AMORTIZER

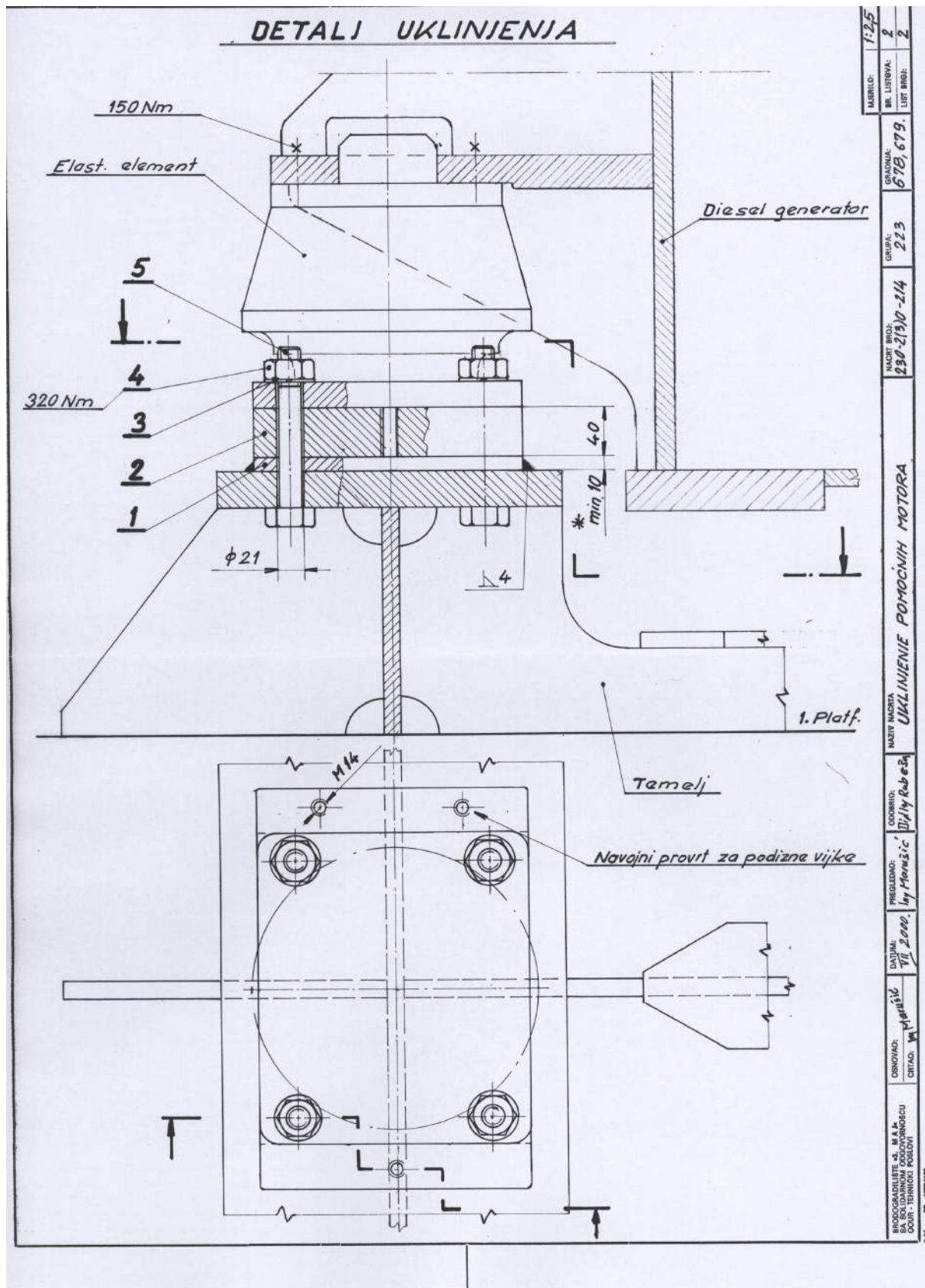
PODLOŽNE PLOČICE

Slika xxx. Smještaj *dizelskih-električnih* generatora s detaljem njihova utemeljenja

Redosljed aktivnosti pri ukrcaju i utemeljenju *dizelskih-električnog* generatora:

1. trasirati temelje pomoćnih motora (prema nacrtu)
2. postaviti temelje i izvršiti njihovo podešavanje (viziranje i niveliranje)
3. zavariti temelje PM

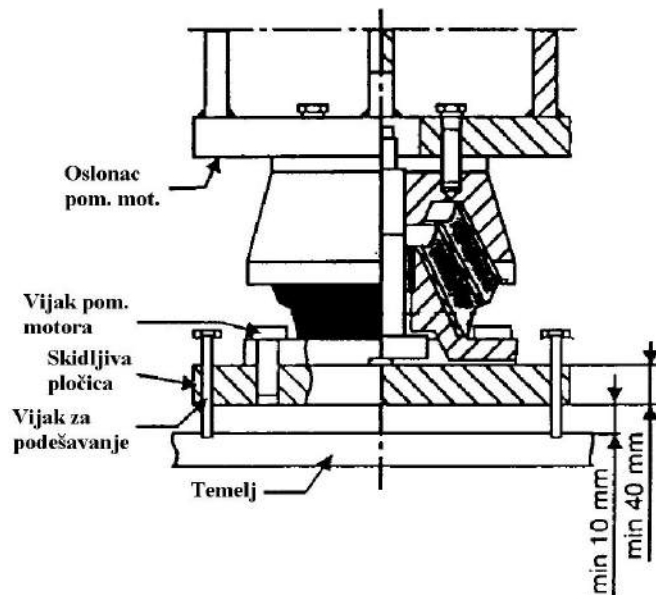
4. iz skladišta transporterom dovesti PM pod brod i dizalicama ukrcati kroz otvor strojarnice. PM motori se obavezno moraju ukrcati prije ugradnje grotla strojarnice, dok je prostor strojarnice još otvoren
5. umetnuti skidljivu pločicu debljine 40 mm (POZ 2) ispod amortizera. Skidljiva pločica omogućava naknadnu zamjenu amortizera prilikom eksploatacije broda.
6. na skidljivu pločicu postaviti tri vijka M14 za niveliranja PM
7. namjestiti podizne vijke za niveliranje PM na zahtjevanu visinu uzimajući u obzir da debljina najtanje pločice (POZ 1) nije manja od 10 mm
8. spustiti pomoćni motor na temelj i provjeriti da svi vijci za niveliranje budu u kontaktu sa temeljem
9. otpustiti vijak za fino podešavanje i namjestiti da se unutarnje vreteno slobodno miče. Ako to nije slučaj, sa vijcima za niveliranje potrebno je pritezanjem ili otpuštanjem osloboditi i dovesti unutarnje vreteno u mogućnost slobodnog gibanja
10. kada smo osigurali da se unutarnje vreteno slobodno giba, držimo pomoćni motor 48 sati pod statičkim opterećenjem
11. uzeti visine tj debljine svake pojedine pločice za podešavanje (POZ 1), s tim da treba voditi računa da debljina najtanje pločice iznosi najmanje 10 mm (ostale pločice mogu odstupati zbog neravnina temelja samo na više).
12. zabilježiti poziciju ugradnje svake pločice za podešavanje (POZ 1)
13. izvršiti strojnu obradu (blanjanje) - svaku pločice za podešavanje (POZ 1) obraditi na svoju zabilježenu mjeru
14. ugraditi svaku pločicu za podešavanje (POZ 1) na zabilježeno mjesto od kuda su uzete mjere. Pločica se ugrađuje na način da se sa vijcima za niveliranje pomoćni motor podigne za 1 mm, ubaci pločica i zatim se motor ponovno spusti
15. izvršiti kontrolu i provjeru zračnosti. Površina naljezanja mora biti veća od 70%
16. podesiti vijak za fino podešavanje na amortizeru (koji omogućava fino podešavanje na  $\pm 4$  mm). Kod podešavanja paziti da vreteno ne dira donji ili gornji rub sjedišta.
17. skinuti vijke za niveliranje
18. izbušiti rupe za vijke M 20 x 150 (POZ 5) na temelju i pločici za podešavanje (POZ 1)
19. zavariti pločice POZ 1 za temelj pomoćnih motora
20. izvršiti završnu kontrolu i provjeru zračnosti
21. ako je potrebno sa vijkom za fino podešavanje na amortizeru (koji omogućava fino podešavanje na  $\pm 4$  mm) izvršiti završno niveliranja.
22. zategnuti vijak za fino podešavanje (protiv odvrtnja)
23. nakon probne vožnje izvršiti provjeru zračnosti. U slučaju potrebe izvršiti ponovnu finu regulaciju zračnosti vijcima za podešavanje



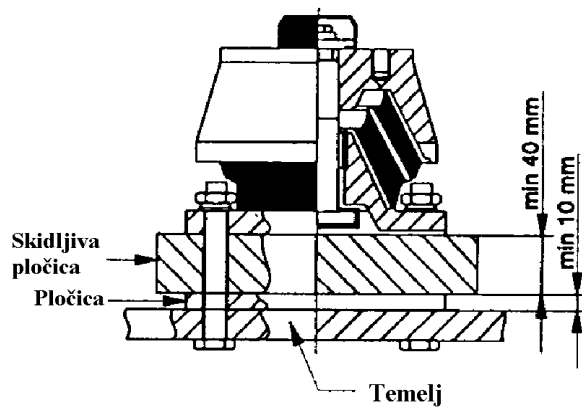
Slika xxx. Nacrt utemeljenja pomoćnih motora

**LEGENDA:**

POZ	NAZIV
1	PLOČICA ZA PODEŠAVANJE 248 x 210
2	SKIDLJIVA PLOČICA 321 x 210 x 40
3	ELASTIČNA PODLOŠKA B 20
4	MATICA M 20
5	VIJAK M 20 x 150

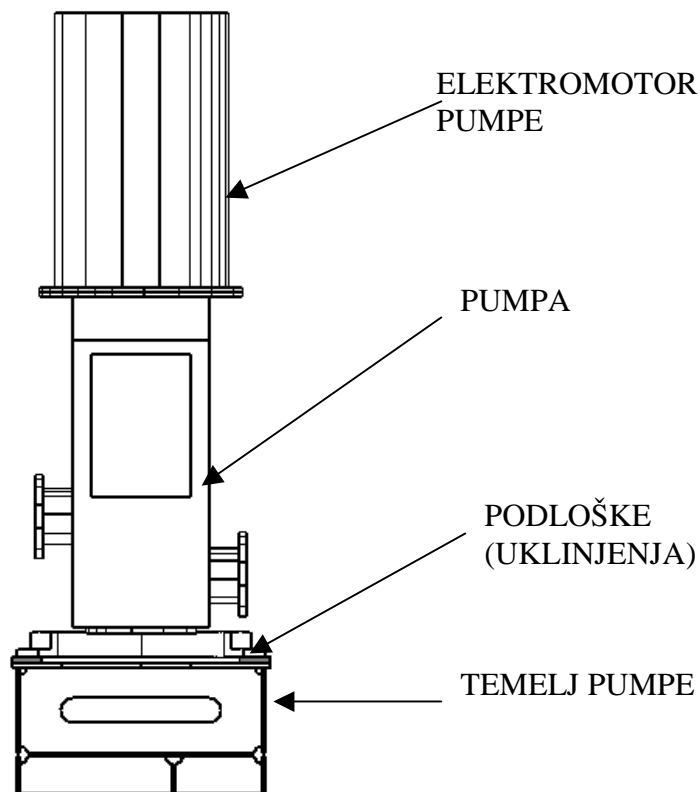


Slika xxx. Nivelirane amortizera dizelskih-električnih generatora



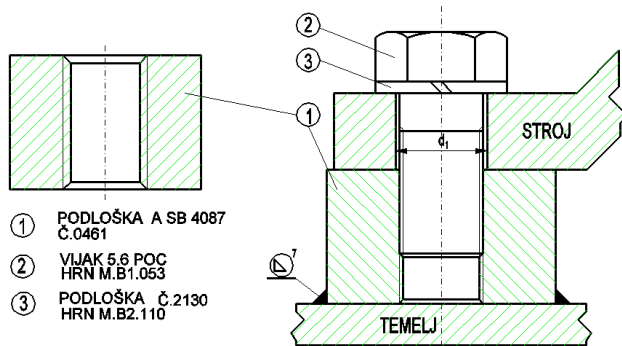
Slika xxx. Detalj uklinjenja *dizelskih-električnih* generatora

## 6. MONTAŽA STROJEVA I UREĐAJA

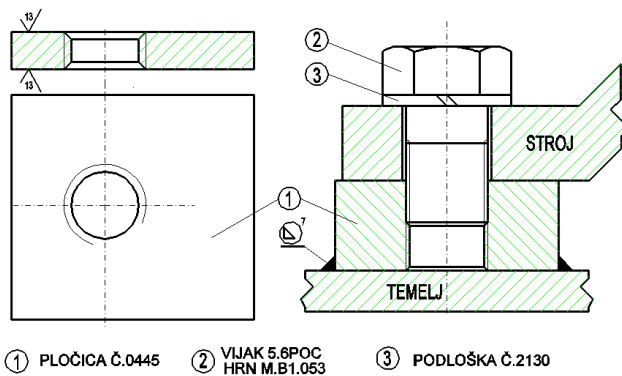


### Redosljed aktivnosti pri ukrcaju i utemeljenju strojeva i uređaja:

- trasirati temelje strojeva i uređaja,
- postaviti temelje i izvesti njihovo podešavanje (niveliranje),
- zavariti temelje strojeva i uređaja,
- iz skladišta transporterom dovesti stroj ili uređaj pokraj broda i dizalicama ukrcati kroz otvor strojarnice. Manji uređaji mogu se krcati kroz vidnik strojarnice dok se veći obavezno moraju ukrcati prije ugradnje grotla strojarnice, dok je prostor strojarnice otvoren. Poželjno je da se čim više strojeva i uređaja ugradi prije ukrcaja nadgrađa i grotla strojarnice,
- trasirati i zavariti podložne pločice za uklinjenje strojeva i uređaja na temelj. Za manje strojeve i uređaje koriste se okrugle podložne pločice, dok se za veće koriste kvadratne,
- izvesti niveliranje i viziranje podložnih pločica,
- postaviti stroj ili uređaj na mjesto,
- izvesti kontrolu zračnosti. Masa i sile uslijed rada strojeva i uređaja moraju se ravnomjerno prenositi na temelj. U slučaju zračnosti (noga stroja ili uređaja ne naliže na podložnu pločicu) potrebno je dodati podloške od tankog lima,
- vijcima pritegnuti noge stroja ili uređaja za temelj. Pritezanje izvesti dijagonalno.



**Slika xxx.** Detalj postavljanja okruglih pločica za uklinjenje strojeva i uređaja



**Slika xxx.** Detalj postavljanja kvadratnih pločica za uklinjenje strojeva i uređaja