



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

VALTTERI KYLÄ-KAUSE

LAIVAN AKSELILINJAN KOMPO- NENTTIEN KIINNITYSTAVAT

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2026

TIIVISTELMÄ

Kylä-Kause, Valtteri: Laivan akselilinjan komponenttien kiinnitystavat
Opinnäytetyö, AMK
Konetekniikka
Huhtikuu 2026
Sivumäärä: 30

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin laivojen akselilinjaa niiden liittyviä koneistoja, sekä komponenttien kiinnitystä alusrakenteisiin. Työn tavoitteena oli muodostaa yksinkertainen ja selkeä kokonaiskuva akselilinjan perusrakenteesta ja laakeroinnista sekä vertailla kolmea yleisintä kiinnitystapa eli teräsklosseja, säädettäviä vibracon-elementtejä ja epoksivalua. Työ suoritettiin teknisenä kirjallisuuskatsauksena ja kriteeriperusteisena vertailuna, jossa kolmea menetelmää arviointiin esimerkiksi jäykkyyden, kuormansiirron, huollettavuuden ja elinkaaren aikaisen säätötarpeiden näkökulmista.

Vertailun perusteena pystyttiin toteamaan, että teräsklossit soveltuivat parhaiten kohteisiin, joihin vaaditaan mahdollisimman jäykkä ja luokitusvaatimusten mukainen perustus. Vibracon-elementit olivat oiva valinta, kun tarvittiin myös helpää säätömahdollisuutta ja uudelleenlinjausta korjaus- tai huoltotöiden yhteydessä. Epoksivalu soveltui kohteisiin, joissa tavoiteltiin laajaa tukipintaa ja tasaista kuormanjakoa.

Avainsanat: Laivanrakennus, akselilinjat, laakerit, linjaus, epoksivalu, teräsklossit, koneperustukset

Kylä-Kause, Valtteri: Fastening methods for ship shaft line components
Bachelor's thesis
Mechanical engineering
April 2026
Number of pages: 30

This bachelor's thesis examined a ship's shaft line and the fastening of shaft line related machinery and components to the ship's structure. The main objective was to provide a simple and clear overall view of the shaft line and bearing arrangements and to compare three the most common fastening methods: steel chocks, adjustable vibracon chocks and epoxy resin chocking. The work was conducted as a technical literature review and criteria-based comparison, in which methods were evaluated in terms of, for example rigidity, load transfer, maintainability, and lifecycle adjustments needs.

Based on the comparison, steel chocks were found to be most suitable for applications requiring the highest possible rigidity and foundation compliant with classification requirements. Vibracon chocks were a suitable choice when later readjustment and realignment were needed during repairs or maintenance. Epoxy resin chocking was suitable for applications where large contact area and even load distribution were needed.

Keywords: Shipbuilding, shaft lines, alignments, epoxy resin chocking, steel chocks, machinery foundations

SISÄLLYS

Sisälllys

1	ENSIMMÄINEN LUKU/ JOHDANTO	5
1.1	Työn tarpeen kuvaaminen	6
2	AKSELILINJA	7
2.1	2.1 Suunnittelu	7
3	AKSELILINJAN KOMPONENTIT	8
3.1	3.1 Laakerointi	11
3.2	3.2 Akselilinjan linjaaminen	12
4	AKSELILINJAAN KUULUVIEN KOMPONENTTIEN KIINNITYSTAPOJA	15
5	TERÄSKLOSSIT	16
5.1	5.1 Suunnittelu- ja laatuvaatimukset	17
5.2	5.2 Asennus ja sovitus	18
5.3	5.3 Teräsklossien hyödyt ja rajoitteet	19
6	SÄÄDETTÄVÄT VIBRACON-ELEMENTIT (SKF VIBRACON).....	20
6.1	6.1 Käyttökohteet	21
6.2	6.2 Asennusprosessi.....	21
6.3	21	
6.4	6.3 Hyödyt ja rajoitteet.....	22
7	7.0 EPOKSIVALU	23
7.1	7.1 Käyttökohteet	23
7.2	7.2 Hyödyt.....	24
7.3	7.3 Rajoitteet	24
7.4	7.4 Asennus	24
7.5	7.5 Yhteenvedo	26
8	YHTEENVETO KIINNITYSTAVOISTA	27
8.1	8.1 Valintasuositus	28
9	LÄHTEET	29

1 ENSIMMÄINEN LUKU/ JOHDANTO

Laivan akselilinja kuuluu tärkeimpiin teknisiin kokonaisuuksiin laivoissa. Akselilinja luo rakenteen, jolla pyörivä liike ja kuormitukset siirtyvät moottorista potkurille ja joka samalla kytkeytyy useisiin erilaisiin järjestelmiin. Akselilinjaan sisältyy monia eri komponentteja kuten väli- ja potkuriakselit, laakerit (kannatin- ja painelaakerit).

Akselilinjan pääkomponenttien lisäksi tärkeä osa kokonaisuutta on, että kuinka akselilinja ja siihen liittyvät koneistot kiinnitetään ja asennetaan alusrakenteisiin eli lohkoihin. Kiinnitys- ja asennusvalinnoilla on suuret vaikutukset siihen, miten linjaus pystytään toteuttamaan, sekä myös säilyttämään sen ajon aikana.

Teoksessa tarkastellaan laivan akselilinjaan kuuluvia komponentteja ja vertaillaan tarkasti niiden kolmea yleisintä kiinnitystapaa eli teräsklossit, säädettävät vibracon-elementit ja epoksivalua. Teoksen tavoitteena on luoda lukijalle selkeä kokonaiskuva akselilinjasta, akseleiden laakeroinnista ja eri komponenttien kiinnitystavoista. Näiden lisäksi tekstissä käsitellään miten eri asennusmenetelmät eroavat toisistaan esimerkiksi, linjaustoleranssien, asennustarkkuuden, asennusajan, huollettavuuden ja työn monimutkaisuuteen liittyvien tekijöiden osalta.

Työ toteutetaan teknisenä kirjallisuuskatsauksena ja kriteeriperusteisena vertailuna. Alussa kuvataan akselilinja kokonaisuutena sen toimintaperiaate ja siihen liittyviä komponentteja. Näiden jälkeen tekstissä esitellään valitut asennusmenetelmät yhtenäisellä ja prosessinomaisella esitystavalla. Kun tämä on saatu valmiiksi, eri menetelmiä vertaillaan ennalta määritettyjen kriteerien perusteella. Vertailussa syvennytään komponentti kohtaisesti tarkastelemalla

mikä menetelmä on paras vaihtoehto millekin asennus kohteelle, kuten laakereille. Lopuksi työstä esitetään yhteenveto ja johtopäätökset.

Lopputyön syntyy koottu ja selkeä katsaus, joka auttaa lukijaa ymmärtämään akselilinjan ja siihen kuuluvien kiinnitysratkaisujen välisiä yhteyksiä. Lisäksi työ ohjaa kannattavimman menetelmän valintaan suunnittelun, asennuksen ja huollettavuuden näkökulmasta. Näiden lisäksi työssä tulee esiin vertailun kannalta olennaiset käytännön tekijät, kuten työvaiheiden eri vaatimukset ja huoltoon liittyvät näkökohdat.

1.1 Työn tarpeen kuvaaminen

Aihe on tarpeellinen, koska aiheesta tarvitaan selkeää ja käytännönläheistä vertailutietoa. Työn laatimista helpottaa se, että olen ollut itse toteuttamassa kyseisiä asennuksia, joten on helppo luoda käytännön esimerkkejä. Yksittäisistä menetelmistä ja eri komponenteista löytyy runsaasti tietoa eri lähteistä, mutta se on yleensä hajallaan erilaisissa teknisissä dokumenteissa tai oppikirjoissa, ei ole ns. tietoisku pakettia. Tällöin kokonaiskuvan luominen ja menetelmien keskinäinen vertailu jää vajanaiseksi. Tämän työn tarkoituksena on koota tieto yhteen ja muodostaa siitä yhtenäinen kokonaisuus, joka voi toimia tukena käytännön valintatilanteissa, suunnittelussa, asennuksessa sekä kunnossapidossa.

2 AKSELILINJA

2.1 Suunnittelu

Akselilinja on laivassa pyörivä koneenosa, joka siirtää päämoottori(e)n vääntömomentin potkuriin tai muuhun työnnönkehittimeen. Yleisesti risteilijöissä ja rahtilaivoissa akselijohto on hyvin pitkä koska niiden voimalaitteet sijaitsevat laivan keskiosassa. Koska voimalaitteet sijaitsevat yleensä keskiosassa on akselijohto ns. pätkitty väliakseleihin. Nämä väliakselit kulkevat laivan läpi potkuriakselille saakka ruumien alla eli ns. akselitunneleissa. Jokaisella väliakselilla on vähintään yksi kannatinlaakeri pituuden mukaan. (Häkkinen, 1997, s 97)

Akselilinja lähtee pääkoneelta kohti laivan perää noin 0.5–3 asteen kulmassa niin että perä on alempana. Näin tehdään siksi että tällä saadaan akselit ja potkurit alemmas. (Häkkinen, 1997, s 24) Liian suurikulma mahdollisesti häiritsee päämoottorin voitelua ja jäähdtyystä, sekä laakerikuormat ja tiivisteiden toiminnot heikentyisivät. (Wärtsilä, 2013)

Jottei liian suurta kulmaa tulisi on valmistajat määränneet maksimikulmat. Wärtsilä on ilmoittanut esimerkiksi, että heidän 32-moottorillensa pysyvyksi kallistuskulmille 15° (sivukallistuma) ja 10° (pituuskallistuma). (Wärtsilä, 2013)

Potkuriakselin ja sen väliakselien läpimitat määrätään yhtälöllä (Häkkinen 1997) :

$$d = Fk^3 \sqrt{\frac{P}{R} \frac{560}{\sigma_u + 160}} \quad (1)$$

jossa d= väli- tai potkuriakselin halkaisija.

F jonka vakiokerroin potkuriakselille ja väliakseleille on aina 100.

k joka kertoo kiinnitystavan kertoimen, jonka määrittää onko potkuriakseli kiilattomalle tai laippakiinnitteiselle silloin 1.22, mutta kiilakiinnitteiselle 1.26. Väliakselille kerroin on 1.0.

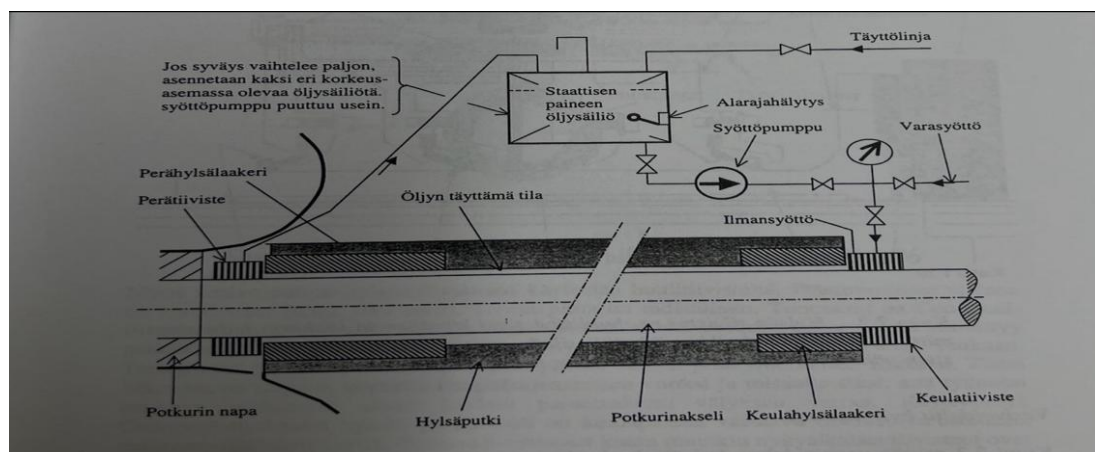
P kertoo koneiston nimellistehon [kW]

R on akseleiden nimellispyörimis nopeus eli [rpm]

σ_u akselinmateriaalin alaraja vetomurtolujuus [N/mm^2]. Potkuriakselissa voidaan käyttää maksimissaan arvoa $600 N/mm^2$

Akselilinjaa suunniteltaessa on huomioitava muutokset, joita tapahtuu ajon aikana. Näitä muutoksia ovat esimerkiksi rakenteiden joustaminen ja lämpötilavaihtelut, jotka on otettava huomioon suunnittelussa. Näiden lisäksi akseliliinjan ja sen kiinnityksiin kohdistuu dynaamisia kuormituksia, jotka vaihtelevat käyttötilanteen mukaan. Dynaamiset kuormitukset syntyvät esimerkiksi taivutus- ja vääntömomenteista. Nämä kuormitukset voivat käytännössä vaikuttaa laivan liikkeisiin aallokossa. (Kuisma 2026, s. 16-18) mukaan konehuoneissa esiintyvät eri värähtelyt voivat lisätä rakenteellisia vaurioita ja resonanssia, jonka vuoksi laakerointi, kiinnitysmenetelmät ja linjaus ovat keskeinen osa akselilinjan suunnittelua.

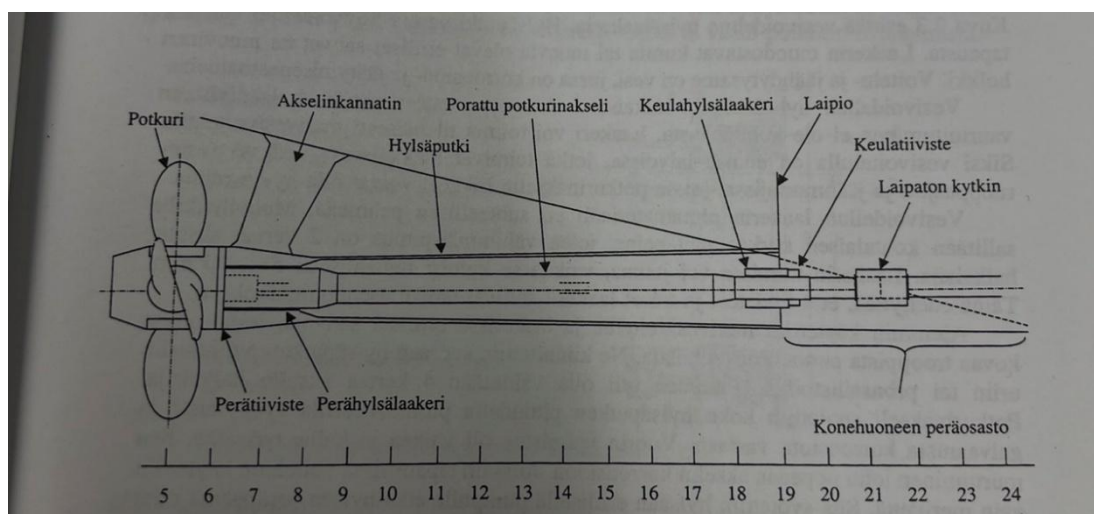
3 AKSELILINJAN KOMPONENTIT



Kuva 1. Öljyvoideltu hylsän laakeri. (Häkkinen 1993, s 25)

Potkurin navan jälkeen akselijohtoisessa laivassa tulee hylsäputki/vannasputki. Hylsäputken sisällä menee puristettu valurautaputki. Hylsäputket ovat joko, vesi- tai öljyvoideltuja. Öljyvoideltu hylsäputki ratkaisu on käytetyin, mutta vesivoiteltu hylsäputki on yleistymässä esimerkiksi sen ympäristövaikutuksien vuoksi. (Wärtsilä Shaft line solutions 2021, s. 2) mukaan avoimen vesivoitelujärjestelmän käyttäminen poistaa saastumisriskit, kuten öljynvuodot mereen. Mahdollisesti vesivoitelujärjestelmä voi alentaa elinkaarikustannuksia, joka johtaa akselilinjalaitteiden pidempään käyttöikään.

Öljyvoidellussa hylsäputkessa laakeri on kokonaan öljyn ympäröimänä. Hylsäputken perä- ja keulapäässä molemmissa sijaitsevat tiivisteet (huulitiivisteet), jotka estävät meriveden pääsyn sisään, sekä öljyn tulemisen ulos. Jotta tiivisteet pysyvät tiiviinä on tärkeä hallita öljyn ja meriveden välistä paine-eroa esimerkiksi käyttämällä painesäiliötä tai automaattista säätöjärjestelmää. (Harrington 1992, s 383)

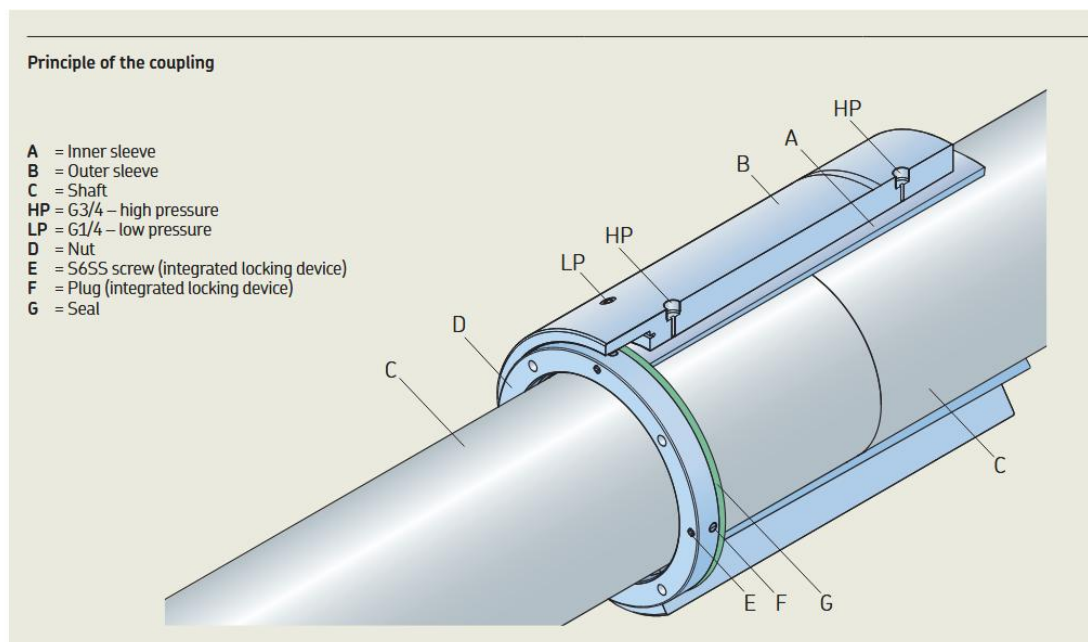


Kuva 2. Kaksipotkurisen laivan akselilinja ja sen komponentit

Kuvassa 3 näkyy komponentti nimeltä laipaton kytkin. Tämän tarkoituksena on kiinnittää potkuri- ja väliakseli toisiinsa hydraulisesti levityspaineella. Tämä kytkin muistuttaa holkkia ja sen sisälle menee toinen holkki, joka on kartiomainen.

Asennuksessa akselit on ensin linjattava kohdakkain, jotta kytkin saadaan liu'utettua akselin päältä toiselle akselille ilman että se jumittuu kiinni. Akselien sivuttais- ja korkeuserot on saatava lähes nollaan sekä myös niiden kulmaero.

(SKF kohta OK couplings) sivuilla kerrotaan, että ensimmäiset OK kytkimet on nähty jo 1940-luvun alussa. Silloin näiden asentaminen tehtiin lämmittämällä mutta nykyään asennus tehdään hydraulisesti.



Kuva 3. (SKF, 2017, s. 5)

Kuvassa näkyy kohta C (akseli) ja kohta A (kytkimen sisäholkki). Sisäholkki puristuu akselia vasten hydraulisesti ja täten muodostaa vahvan ahdistussovitteen. Kartiolle ja akselin välillä on kitka joka ns. puretaan pumppaamalla niiden väliin korkeapaine öljyä, jolloin niiden välille syntyy kuormaa kantava öljykalvo. Kun ulkoholkki on saavuttanut halutun asennon, paine vapautetaan, jonka seurauksena öljy poistuu kartiopintojen välistä. Tämän jälkeen holkkien kitka palautuu, jonka myötä liitos lukittuu.

Ennen asennusta on kuitenkin huomioitava, että akseli on täysin puhdas. Pie-
nikin pala jotain metallia voi naarmuttaa akselin täysin asennuksen aikana.
Kytkimestä on myös avattava sen lukituslaite (kohta E), jonka tarkoituksena on
estää ulkoholkin liikkuminen sisäholkin kartiolle kuljetuksen ja asennuksen ai-
kana. Asennuksen jälkeen lukituslaite estää mutterin pyörähtämisen.

3.1 Laakerointi

Laivan akselilinjan laakeroinnin tarkoitus on tukea potkuriakselistoa siten että
akseli(t) pitävät linjansa, pyörivät hallitusti ja siirtävät tehon ja potkurin synnyt-
tämän työntövoiman rungolle. Laakeroinnin avulla pystytään hallitsemaan ak-
selinpainoa, potkurista syntyviä kuormia, värähtelyä ja linjauspoikkeamia. On
tärkeää saada linjattua annetuille arvoille, jotta kuormitus jakautuu oikein eri
laakereille. Jos linjauksessa on tapahtunut virheitä, on mahdollista, että sen
myötä syntyy epätasaista kuormitusta, joka voi aiheuttaa kulumista ja lopulta
laakerivaurioita.

Akselilinjassa yleisimmät laakeroinnit ovat hylsäputkenlaakeri(t), jonka tarkoi-
tuksena on kannatella potkuriakselia ja kannatinlaakerit, jotka tukevat akse-
leita laivan perästä konehuoneeseen saakka. Painelaakeri (Wärtsilä n.d.) joka
ottaa vastaan potkurista syntyvän aksiaalisen voiman ja siirtää sen runkoon.

Kannatinlaakerien tehtävä on tukea ja voidella akselia. Laakerit on yleensä öljy-
jyllä voideltuja liukulaakereita. Liukulaakerit ovat siitä syystä erityisen hyvä va-
linta, koska ne ovat helposti vaihdettavissa. Laakerissa on jalusta eli ns. laa-
keripukki. Laakeripukki on laakerin kotelo, joka kiinnittää laakerin laivan run-
koon. Tämän lisäksi pukin sisällä sijaitsee öljysäiliö, sekä merivesikierukka,
joka jäähdyyttää ja lämmittää öljyä. Kannatuslaakerien ideaali lämpötila on 36–
38°C. Nykypäivänä kannatinlaakerin öljyä lämmitetään ja jäähdytetään ma-
keaveden avulla, joka tulee apulaitejäähdytyksestä. Laakerin kannen kautta
syötetään voiteluöljy, jonka akselin mukana pyörivä rengas nostaa mukaansa
öljysäiliön pohjalta. (Wärtsilä n.d.)

Kannatinlaakereita on yleensä useita esimerkiksi matkustajalaivoissa. Jokaisella väliakselilla on vähintään yksi kappale laakereita. Laakerien etäisyyden määrää 10-15x akselin halkaisija. Esimerkiksi jos akselin halkaisija on 500 mm ja se kerrotaan 13 ($500 \times 13 = 6500$ mm) laakereitten etäisyys toisistaan on tuolloin noin 6500 mm. (Häkkinen, 1997, s. 106)

Painelaakerin tehtävä eroaa kannatinlaakerista. Painelaakerin tehtävänä on ottaa vastaan potkurista tulevaa aksiaalista työntövoimaa ja siirtää se akselilta laivanrunkoon. Tämän takia painelaakerin paikka sijaitsee sellaisessa kohdassa, jotta työnnöstä syntyvät voimat voidaan siirtää turvallisesti rungon rakenteisiin. (Wärtsilä, n.d.)

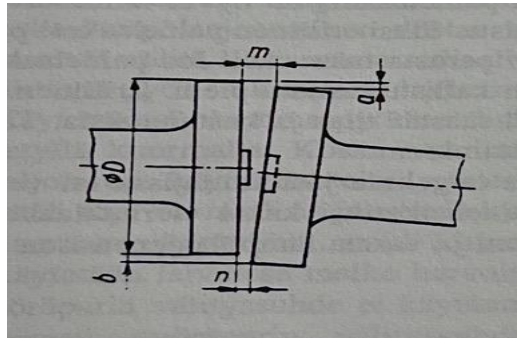
Jos painelaakeria ei olisi, potkurin työntö vahingoittasi kuormittamalla vaihteistoja tai moottoria. Painelaakereita on lähes aina yksi kappale per akselilinja. Aina laakeri ei ole erillisenä komponenttina akselilinjassa, vaan sen voi myös integroida esim. vaihteistoon tai moottoriin.

Yhteenvedon voidaan todeta, että paine- ja kannatinlaakerin tehtävänä on ohjata akselin liikettä, pitää linja kunnossa, sekä varmistaa akselin moitteeton pyöriminen voitelun avulla.

3.2 Akselilinjain linjaaminen

Akselilinjain linjauksen tarkoituksena on luoda luotettavasti pyörivä akselisto. Potkuriakseli linjataan tarkasti annettujen linjausarvojen mukaan, jotta se saadaan samaan linjaan moottorin ja vaihteiston kanssa. Linjaukset on saatava lähes täydellisiksi, koska muuten akseleille ja laakereille syntyy liikaa kuormaa. (Altarriba, 2009, s.73-74)

Kun kaikki väliakselit, niihin kuuluvat laakerit, pääkoneet ja vaihteistot on saatu suurin piirtein niille kuuluville peteille, voidaan aloittaa linjaus. Akselit "makavat" väliaikaisten petien päällä eli ns. paranelipetien päällä. Pääkoneet ja vaihteistot ovat koneitten nostopulttien varassa.



Kuva 4. (Akselilinjan asennuksessa käytettyjen gap- ja sag-arvojen määrittelyt. Häkkinen, 1997, 109)

Kuvassa näkyy kahden laipallisen akselin päät. Vasenpuoli kuvastaa laivanperää, ja oikeapuoli laivan keulaa. D kirjain kuvasta akselien keskilinjaa. n ja m kuvastaa gap-arvoa ja a sag-arvoa. (Häkkinen, 1997, 109)

Nämä linjataan niiden teoreettisten mittojen mukaisesti, jotka on annettu. Kun nämä komponentit on linjattu, se ei kuitenkaan tarkoita, että ne eivät liikkuisi enää tämän jälkeen, sillä potkuriakseli lopulta määrää kaikkien paikan. Kun potkuriakseli on siirretty ("tuikattu") laivaan sitä ei voida enää liikuttaa, suuntaan eikä toiseen, jolloin ainoaksi vaihtoehdoksi jää väliakseleiden liikuttaminen, joiden myötä vaihteisto ja pääkoneetkin liikkuvat.



Kuva 5. Kuvassa näkyy paranelli ja siihen tehty siirtoruuvi.

Paranellilla akselia saadaan liikutettua vertikaalisesti ja horisontaalisesti. Näitä väliaikaispetejä tehdään siksi, kun akselit ovat niin painavia, etteivät ne roiku liikaa ja nämä helpottavat linjausta huomattavasti. (Häkkinen, 1997)

Gap:illa tarkoitetaan laippojen vastapintojen etäisyyttä. Gap arvot on annettu esim. ylhäältä täytyy olla 1,50 mm laipat enemmän auki kuin alhaalta. Tällöin akselia lasketaan tai nostetaan paranellista (kuva 5.0). (Häkkinen, 1997)

SAG meinaa laippojen korkeuseroa. Esim kuvassa 3.0 näkyy että keulimmaisesta laipan kuuluu olla alempana. Tällöin paranellista lasketaan tai nostetaan nostopulteista, jotta linjausarvot saadaan oikeanlaisiksi. (Häkkinen, 1997)

Gapille ja Sagille on molemmille annettu +- toleranssi, joka helpottaa linjausta. Linjaukseen vaikuttaa myös lämpötila, paljonko laivassa on painoa (taipumaa). Joissain tapauksissa käytetään myös puuvillahanskoja linjatessa koska mittavälineetkin muuttuvat hieman ihmisen kädenlämmöstä.

Vaikka koko akselilinja olisi saatu linjattua oikeanlaiseksi voivat arvot muuttua työn edetessä. Aina kun akselivälit kiinnitetään yhteen laippapulteilla, on hyvin todennäköistä, että seuraavan laippavälin mittaustulokset ovat muuttuneet. Tämän vuoksi on hyvin tärkeää jatkuvasti mitata gap- ja sag arvoja linjauksen edetessä.

Kun akselilinjaus on saatu hyväksytysti läpi, siirrytään asennuksen viimeistelyyn ja sen käyttöönottoon. Laippojen pultteihin tehdään viimeiset kiristykset, jotta ne saadaan annettuihin momentteihin ja laitetaan niihin lukitukset, jos niitä vaaditaan. Tämän jälkeen paranellipedit otetaan pois, jolloin akselisto jää pysyvästi kannatinlaakereiden ja hylsälaakerin varaan.

Viimeisenä on tärkeä vielä varmistaa, että laakerikuorma jakautuu suunnitellusti. On hyvin todennäköistä, että osassa laakerissa akseli ”roikkuu”

enemmän, jolloin siinä on myös kuormaa enemmän. Jos näin pääsee käymään, niin korjataan tämä ongelma asentamalla "simmilevyjä" laakeripukin alle.

4 AKSELILINJAAN KUULUVIEN KOMPONENTTIEN KIINNITYSTAPOJA

Komponentteja on useita akselilinjassa, näiden mukana tulee paljon erilaisia kiinnitystapoja. Kiinnitystavan valinnassa on mietittävä, antaako se riittävän jäykän tuennan sekä tarvittavan säätövaran asennusvaiheessa. Kiinnitystavan valinnassa otetaan myös huomioon komponentin kuormitustarkkuus ja kuinka tarkkaan komponentti halutaan esimerkiksi, tiettyyn korkoon, huollettavuus, sekä miten rakenteet käyttäytyvät ja lämpenevät kun laiva on ajossa.

Kiinnitystavat voidaan jakaa periaatteessa kolmeen eri ryhmään. Perinteisin mutta työläin on teräsklossit/shimmilevyt ja lopulta lukitaan pulttiliitoksineen koneen- tai laakerinpetiin. Toinen on säädettävä vibracon-elementti, jossa komponentin korkeutta saadaan liikutettua helposti ja hallitusti asennuksen aikana. Viimeisenä on epoksivalu, jossa komponentti "ankkuroidaan" petiin valumateriaalin avulla. Tavoite on kaikilla ratkaisuilla sama, eli tukea komponenttia, mutta ne eroavat toisistaan esim. asennusmenetelmillä, säätötarkkuudella, rakenteellisella käyttäytymisellä ja uudelleenlinjauksen osalta.

Eri kiinnitystapoja voidaan katsoa myös historiallisena kehityskaarena, jossa uudet ratkaisut (esim. vibracon) ovat tulleet perinteisten rinnalle. Meriteollisuudessa on pitkään luotettu mekaanisiin, metallisiin perusratkaisuihin

(teräsklossi). 1960-luvulla alkoi tulemaan ensimmäiset merikäyttöön tarkoitettuja epoksipohjaisia materiaaleja (ITW PPF Asia, n.d.).

2000-luvulle tultaessa kehityksessä alkoi korostumaan entistä enemmän kiinnitysratkaisujen standardoituminen ja asennusten elinkaaren aikainen kontrolloiminen. Esimerkiksi SKF kertoo, että Vibraconit, eli säädettävät klossit suunniteltiin ja luotiin alkujaan Machine Support -yhtiössä, joka siirtyi SKF:n omistukseen vuonna 2000 (SKF n.d.). Tästä huomaa, että kiinnitys- ja linjausratkaisuista on tullut omanlaisensa osa-alueensa, jonka tavoitteena on mahdollistaa telakoille ja huoltotoimijoille mahdollisimman vakioituja ja luotettavasti toteutettavia asennustapoja.

5 TERÄSKLOSSIT



Kuva 6. Teräsklossi

Teräsklossit ovat käytetyin, samalla myös vanhin kiinnitystapa laivojen koneistojen ja akselilinjaan liittyvien komponenttien kiinnityksessä. Teräsklossilla tarkoitetaan esim. koneen tai laakeripukin jalan ja sen pedin väliin laitettavaa metallista tukikappaletta, jolla komponentti saadaan tuettua sen haluttuun

korkeuteen ja sen kuorma siirretään perusrakenteisiin. Tämän lisäksi komponentista, jota klossi tukee, asennetaan läpipultti, joka kulkee komponentin, klossin ja lopulta pedin läpi ja kiristetään annettuun momenttiin. Tällä menetelmällä saadaan luotua jäykkä ja luotettava liitos koneen ja perustuksen välille, jotta linjaus säilyy käytön aikana. Teräsklossi käyttö perustuu niin sanottuun jäykkään kiinnitykseen, jossa koneisto kiinnittyy suoraan runkorakenteeseen eli petiin. (Grudziński & Konowalski, 2019 s. 143).

Teräsklossien tarve syntyy käytännön ongelmasta: suurten pääkoneiden ja runkorakenteiden liityntäpinnat eivät ole ikinä täydellisiä. Esimerkiksi koneistuksessa voi mahdollisesti käydä jonkinlaista virhettä jolloin esim. koneenpeti on hieman aaltoileva. Tämän vuoksi suurten kantopintojen liitettä voi olla vaikeaa ja käytetään ns. välikappaletta, joka on tässä tapauksessa teräsklossi.

Teräsklossien käyttäminen liittyy periaatteessa siihen, että koneentassun ja pedin välille on saatava toimiva kontakti, jotta pulttien esikiristys, sekä kitkavoimat pystyvät estämään suhteellisen liikkeen käytön aikaisissa dynaamisissa kuormituksissa kuten esimerkiksi värinä. (Grudziński & Konowalski, 2019 s. 143–144).

5.1 Suunnittelu- ja laatuvaatimukset

Teräsklossien normaalit teknilliset vaatimukset on, että niistä tehdään riittävän paksut. DNV:n vaatimukset ovat, että teräsklossien on oltava minimissään 20 mm paksut ja klossin tarkkuuden koneen ja sen pedin välillä täytyy olla parempi kuin 0,1 mm. Tämän lisäksi DNV kieltää miksaamasta teräsklossia ja shimilevyjä. Eli hyväksyttävä ratkaisu on tehdä sopiva soviteklossia eikä mitään "levypinoa". (Det Norske Veritas, kohta F202.)

Teräsklossin tarkkuusvaatimukset perustuvat laakeroinnin ja niiden linjauksen säilymiseen. Jos klossista tulee liian väljä, niin siinä vaiheessa, kun pultteja

aletaan kiristämään se voi vääntää komponenttia johonkin suuntaan, joka johdattaa siihen, että linjaus muuttuu. Vaikka klossi olisi liian paksu, mutta se on kiilamaisen muotoinen sen saa väkisin pakotettua komponentin ja sen pedin väliin, tällöin myös linjaus muuttuu väkisin.

Riittävän kontaktipinta voidaan tarkistaa käyttämällä väriä, joka auttaa sovittamaan klossin. Menetelmä perustuu siihen, että komponentin pohjaan, johon klossi sijoitetaan, levitetään kevytkerros väriä. Tämän jälkeen klossi asetetaan varovaisesti pedin ja komponentin väliin ja naputetaan varovaisesti esimerkiksi kumivasaralla. Kun klossi on mennyt riittävän syvälle, klossi vedetään ulos ja sen pinnasta voidaan tarkistaa, kuinka hyvin väri on tarttunut. Yleensä jos klossin pinnasta on yli 85 % värinpeitossa, se on hyväksyttävä. Jos väriä on kuitenkin liian vähän, klossia voidaan hioa sen kantavimmista kohdista, jotta väriä saadaan enemmän pintaan. Tämä toimii vain kiilatyypisissä teräsklosseissa.

Mutta kuten Grudziński & Konowalski toteavat, että on lähes mahdotonta luoda täydellistä sovitetta metallikappaleiden välille. Pinnoissa on aina pientä aaltoilua, jolloin todellinen kosketus syntyy mikrokontaktialueissa. Tämä tarkoittaa siis sitä, että vaikka olisi todettu, että klossi on tasainen, sen todellinen kosketusala voi olla murto-osa nimellisestä, joka heikentää liitoksen toimintaa eritoten muuttuvissa kuormitustilanteissa.

5.2 Asennus ja sovitus

Klossien mittaaminen ja asentaminen on vaativa tehtävä, koska se vaatii tekijältä mm. mittaamista, sovittamista ja tarkkaavaisuutta. Kun akselit on saatu linjattua kohdalleen, klossien asentaminen voidaan aloittaa. Vaikka olisi tiedossa minkä kokoinen klossista on tulossa, tarvitsee jokainen klossi mitata vielä ennen niiden tilausta. Mittaaminen onnistuu esimerkiksi t-mitalla, jolla saa selville pedin ja komponentinpohjan välin. Koska mittaaminen on erityisen tarkkaa, se vaatii myös erityisen puhtaat mittapisteeet. Klossia mitatessa otetaan

huomioon millimetrien sadasosat, sillä pienikin epäpuhtaus vaikuttaa lopputulokseen. Kun välit ovat mitattu, aloitetaan värisovitus, joka on työläs.

5.3 Teräsklossien hyödyt ja rajoitteet

Teräsklossien suurimpia vahvuuksia on niiden materiaalin jäykkyys, korkea kuormakantokyky ja hyvin asennettuna se on hyvä kuormansiirtotie laivan runkoon. Kun klossi on asennettu ja pultit kiristetty vaatimusten mukaisesti, syntyy luotettava sekä linjauksen pitävä lopputulos. Teräsklossit on ns. ”peruskauraa” telakkateollisuudessa, tänä päivänäkin moni telakka käyttää tätä menetelmää sen luotettavuuden vuoksi.

Suurimmat rajoitteet liittyvät asennuksesta tulevaan työmäärään, sekä se että työnlaatu ratkaisee paljon näiden toimivuudessa. Yhdellä komponentilla voi olla monta teräsklossia, jolloin jokaisen joutuu mittaamaan ja sovittamaan erikseen, joka vie erittäin paljon aikaa. Tästä syystä teräsklossit ovat erittäin herkkiä aikataulupaineille ja asennusolosuhteille. Kuten SKF toteaa, että teräsklossauksen värisovittaminen ja hienta ovat aikaa vievää ja perustuu useisiin mittaus/korjaus kierroksiin, ennen kuin metallikappaleiden välille saadaan riittävä kosketusala. (SKF, 2025, s. 14–15)



Kuva 7. Teräsklossi, josta näkee selkeästi sen kiilamaisuuden

6 SÄÄDETTÄVÄT VIBRACON-ELEMENTIT (SKF VIBRACON)

Säädettävät vibracon-elementit ovat mekaanisesti jäykkiä, sekä korkeus säädettäviä ja ne tukevat esim. koneita ja laakeripukkeja. Niiden tarkoituksena on luoda mahdollisimman nopeasti ja tarkasti luova asennustapa, ne ovat myös erittäin helppoja asentaa. Näitä on myös mahdollista uudelleen säätää jälkeenpäin, toisin kuin teräsklosseja tai epoksivalua.

SKF kertoo vibraconin ”universal adjustable steel chock” ratkaisuksi. Universalilla viitataan siihen, että vibraconeja voidaan käyttää vaihtoehtoisena ratkaisuna teräsklossien ja epoksivalun sijaan. Adjustablella meinataan sitä, että se on myös säädettävissä sen jälkeen, kun se on säädetty sen haluttuun korkoon, jolloin näiden avulla voidaan uudelle linjata. (SKF, 2025, s. 2, 44)

Akseliinjaan kuuluvien komponenttien kiinnityksessä on tärkeää varmistaa, että komponentit on tuettu jäykästi, mutta samalla niin että asennuksessa sitä voidaan säätää tarkasti. Vibracon-elementit on luotu juuri tätä varten ja kuten SKF mainitsee, näiden avulla asennusajat ja kustannukset pienenee. Näitä on myös mahdollista uudelleenkäyttää, joka on suuri etu. Vibracon kykenee myös muokkautumaan koneen ja pedin kulmaeroon, mutta maksimissaan 4°. Vibracon kykenee muovautumaan kulmaeroon sen pallomaisen yläpäänvuoksi. (SKF, 2025, s. 9; SKF, 2016, s. 2.)



Kuva 8. SKF Vibracon-elementti (SKF, n.d)

6.1 Käyttökohteet

Vibracon-elementtejä voidaan käyttää akselilinjassa kriittisesti linjattavissa kohteissa kuten esimerkiksi, diesel-, kaasumoottorit ja vaihteistot. SKF:n ohjeistuksessa korostetaan eritoten sitä, että vibraconeja voidaan hyödyntää sekä uusasennuksissa kuin myös huoltokohteissa, joissa epoksivalettu perustus korvataan vibracon kiinnitysratkaisulla. (SKF, 2025, s. 16)

Meri olosuhteissa tärkeää myös hyväksytty luokituskelpoisuus. DNV on myöntänyt tyyppihyväksyntätodistuksen, joka osoittaa, että SKF:n vibraconit on hyväksytty käytettäväksi merikäyttöön säädettävänä teräsklossi ratkaisuna. Niitä voidaan käyttää esim. propulsio- ja apukoneiden, sekä muissa koneistokomponenttien asennuksissa DNV:n luokitetuilla aluksilla. (DNV, 2022, s. 1.)

6.2 Asennusprosessi

Vibraconien asennusta voidaan kuvata tietynlaisena prosessina, jonka tavoitteena on saada komponentti oikeaan korkoon ja asentoon sekä sen jälkeen lukittua se siihen niin, että komponentti säilyttää asemansa. Vibraconien asentaminen ei vaadi samanlaista taitoa kuin teräsklossien asennus. Periaatteessa komponentti johon vibraconit asennetaan, pystytään säätämään jo valmiiksi haluttuun korkoon, jolloin vibraconit vain kiristetään komponentin ja pedin väliin ja tämän jälkeen pulttien kiristys. Eniten aikaa vievä työ tässä prosessissa on saada pinnat erittäin puhtaaksi ennen asennusta.

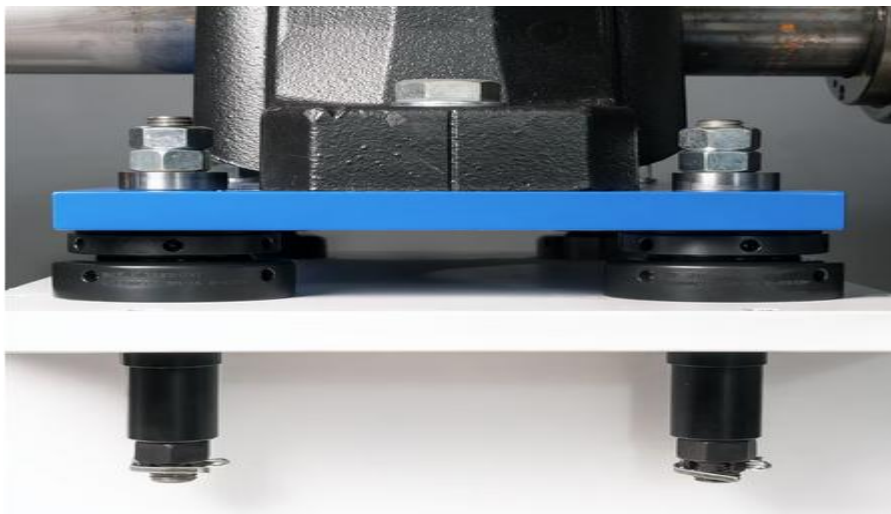
Vibraconeilla pystyy myös linjaamaan, eli säätämään halutun komponentin korkoa. Kumminkin SKF toteaa että, vibraconit on ensisijaisesti klossausratkaisu eikä linjausratkaisu. Kun komponentti on vibraconin päällä, sen kier-teissä oleva kitka lukitsee rakenteen. (SKF, 2025, s. 48)

6.3 Hyödyt ja rajoitteet

Akselilinjan komponenttien kiinnityksissä vibraconin erilaisia hyötyjä ovat esim. asennuksen hallittavuus, yksinkertaisuus, nopea asennus ja mahdollisuus uudelleenlinjaukseen. SKF nostaa esiin, Vibraconilla saatavan hyvän perustason nopeasti, jolloin aikaa jää paljon enemmän linjaukseen ja sen varmistamiseen. (SKF, 2025, s. 2.) Tämän lisäksi vibraconien luokituskelpoisuus ja sen laaja hyväksyntä meriteollisuuden luokituslaitoksissa vähentävät sen tuomia käyttöönotto riskejä ja helpottavat dokumentointia ja hyväksyntäprosesseja. (DNV, 2022, s. 1)

Kun rajoitteita tarkastellaan, on tärkeä havaita, että vibracon ei ole tärinää vaimentava elementti, vaan jäykkä kiinnitysratkaisu. Eli tämä tarkoittaa sitä, että kun kohteessa tarvitaan ns. joustavaa ratkaisua, silloin vibracon ei ole vaihtoehto vaan on etsittävä toinen ratkaisu kiinnitykselle. (SKF, 2025, s. 2.).

On myös huomioitava mitoitus, sekä erilaiset kuormituskriteerit huolellisesti, koska vibraconin pulteista syntyvät kiristysvoimat ovat merkittävä osa kokonaiskuormitusta. SKF toteaa, että pulttikuorma voi olla moninkertainen verrattuna koneen painoon verrattuna, tämä tarkoittaa sitä mitoitus ja pulttien kiristykset on tehtävä tavaratoimittajan annettujen ohjeiden mukaan. (SKF, 2025, s. 48)



Kuva 9. Vibracon elementti asennettuna (SKF, n.d.)

7 EPOKSIVALU

Epoksivalu esim. Epocast 36 on kaksikomponenttinen valettava epoksihartsiklossausmassa. Tarkoitus tällä on sama kuin vibraconeilla ja teräsklosseilla eli saada esim. koneille pysyvä perustus/klossi. Epocast marine handbook kertoo epoksihartsiklossin olevan ”cast-in-place” ratkaisu. Tämä tarkoittaa sitä, että epoksivalumassa valetaan lopullisesti paikalleen asennuskohteessa. Valu valetaan koneen alle asennettuun kaukaloon, jossa se muotoutuu ja kovettuu.

Epocast 36:n teknisessä dokumentissa kerrotaan sen puristuslujuuden olevan 164 N/mm^2 ja puristuksen myötölujuus on 131 N/mm^2 . Puristusmoduulin kerrotaan olevan 5610 N/mm^2 . Näiden lisäksi vetolujuuden ilmoitetaan olevan $49,4 \text{ N/mm}^2$ ja taivutuslujuus 113 N/mm^2 . (ITW Performance polymers, 2018., s. 1.)

7.1 Käyttökohteet

Yleisimmät käyttökohteet laivoissa ovat esimerkiksi, pää- ja apukoneet, vaihteistot, akselilinjaan kuuluvat laakerit, kuten kannatin- ja painelaakeri. Näiden lisäksi valua käytetään hylsyputkessa.

7.2 Hyödyt

Epocast marine handbookissa sanotaan epoksihartsiklossauksen erilaisia hyötyjä. Isoimmat hyödyt ovat, laaja kosketuspinta, tasainen kuormitus, sekä valu mahdollistaa myös pienen elämisen, joka aiheutuu merenkäynnissä. (ITW Performance Polymers, 2018, s. 4–5.)

Marine handbookissa myös todetaan epoksihartsiklossauksen olevan taloudellisesti kannattava, koska mitään koneistuksia tämä ei tarvitse ja asennusaikakin on todella lyhyt toisin kuin sovitettavissa teräsklosseissa. (ITW Performance Polymers, 2018, s. 4.)

7.3 Rajoitteet

Epoksivalusta syntyy pysyvä perustuspinta. Tämä tarkoittaa sitä, että niitä ei saa uudelleensäädettyä toisin kuin vibracon elementtejä. Jos linjauksia halutaan muuttaa valun jo kovetuttua, joudutaan valu ensin poistamaan ja teettämään uudelleen.

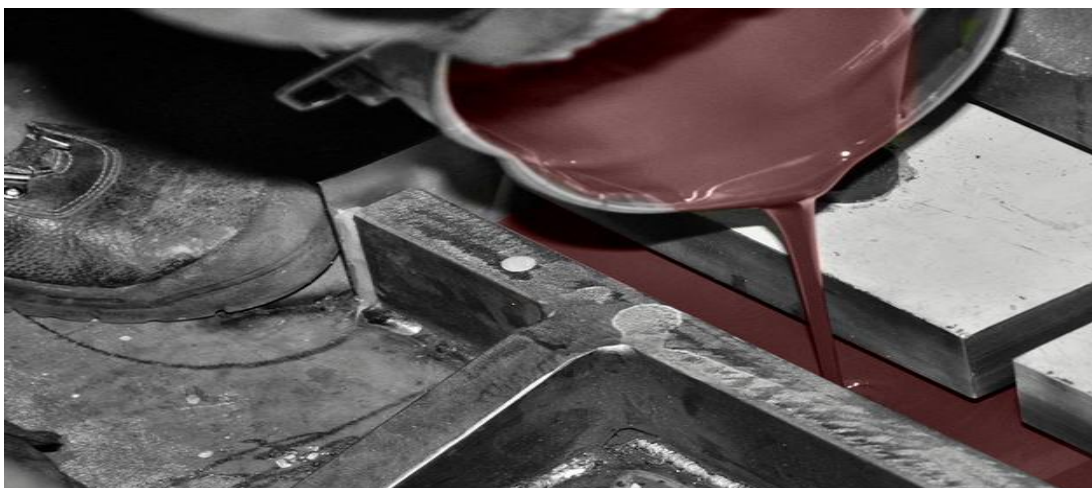
7.4 Asennus

Epoksivalun asennuksen ensivaiheina on saada haluttu kone sen suunniteltuun asemaan ja korkoon, koska valumassa muodostaa valettavan tukipinnan juuri siihen asentoon, jossa kone on valunaikana. (ITW Performance Polymers, 2018, s. 6.) On myös hyvä varmistaa prosessin alussa, että kone on tuettuna hyvin, ettei se pääse liikkumaan valun aikana.

Kun koneen asema on todettu oikeaksi, tarkastetaan koneen ja sen pedinpin-
nat huolellisesti. Kun pinnat ovat puhdistettu huolellisesti, rakennetaan muotti
mihin valu kaadetaan. Muotin tehtävänä on ohjata valumassa rajatulle alueelle
ja estää sen valumista ulos muotista. Muotin voi valmistaa esimerkiksi foa-
mista, mutta se tarvitsee mitoittaa niin että se on erittäin piukka ja varmistaa
ettei valumuotit pääse liikkumaan valun aikana. Foamin saumakohtat on myös
hyvä tiivistää käyttämällä liimatiivistemassaa, jolla saadaan varmistettua muo-
tin pitävyys.

Tämän jälkeen valumassaa sekoitetaan valmistaja antamien ohjeiden mukai-
sesti ja valetaan muottiin rauhallisesti. Epocast marine handbookissa kerro-
taan, että tarvittaessa hartsikomponenttia voi lämmittää. Kovete (toinen osa,
joka joka käynnistää kemiallisen reaktion ja kovettaa hartsin) lisätään ja seos
sekoitetaan, jonka jälkeen massa kaadetaan hallitusti muottiin. (ITW Perfor-
mance Polymers, 2018, s. 6.)

Valun aikana seurataan, että massa täyttää rajatun tilan ja syrjäyttää ilman.
Samalla on vielä tärkeää tarkkailla, ettei valumuotissa ole vuotoja. Pienet vuo-
dot voidaan korjata pikaisesti esimerkiksi käyttämällä sinitarraa.



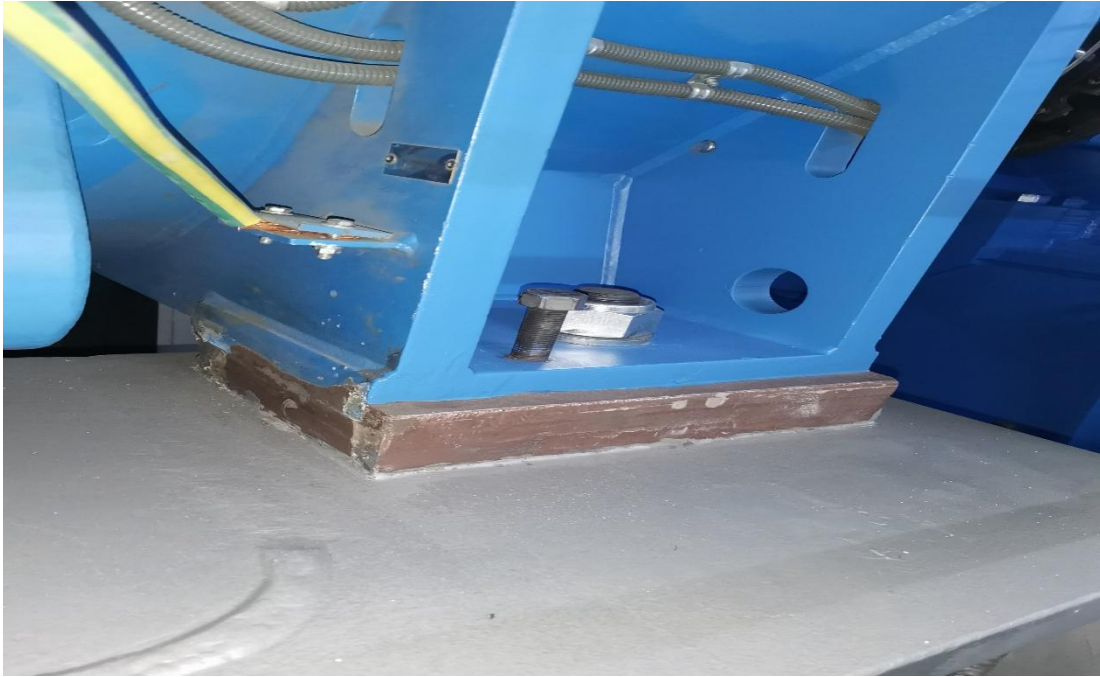
Kuva 10. Valumuotti (Chock Desing B.V., 2021)

Kun valumassa on kaadettu muottiin, annetaan sen kovettua valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Epocasti marine handbookissa sanotaan, että massan annetaan kovettua noin 24–48 tuntia, ja joskus voidaan tarvita ulkoista lämpöä, jotta massa saavuttaa täydellisen kovettumisen. (ITW Performance Polymers, 2018, s. 6.) Massan kovetettua pyydetyn ajan, on hyvä tarkastaa sen kovuus ottamalla siitä kovuusmitta. Mikäli kovuus todetaan hyväksi, muotit poistetaan ja valupinta viimeistellään tarpeen vaatiessa. Tämän jälkeen pultit kiristetään annettuun momenttiin.

7.5 Yhteenveto

Epoksivalu ja nimenomaan Epocast 36 on meriteollisuudessa hyödynnetty kiinnitystapa, jonka tarkoituksena on muodostaa pysyvä tuki koneille ja eri komponenteille. Epoksivalu soveltuu erittäin hyvin laivan kuljetuskoneistoon liittyville koneille ja niihin kuuluville komponenteille ja sillä on laajat tyyppihyväksynät luokituslaitokselta.

Tämän kiinnitystavan etuihin kuuluvat mm. tasainen kuormanjako, epätasaisuuksien kompensointi, värinän ja melun vaimennus. Rajoitteita menetelmällä on lähinnä asennusprosessiin kuuluvat tekijät kuten valmistelu (muotin teko), aikaa vievä kovettuminen ja olosuhteet. Valu ei myöskään ole säädettävä ratkaisu, toisin kuin säädettävät vibracon elementit ovat. Jos valun haluaa poistaa, helpoin tapa on käyttää piikkausvasaraa.



Kuva 11. Valmis valuperusta.

Kuvassa 11 näkyy kaksipulttia. Pienempi pultti on komponentin säätöruuvi, jonka tehtävä on kannatella komponenttia sinä aikana, kun valuprosessi suoritetaan. Isomman pultin tehtävänä on tehdä lopullinen kiinnitys tasojen välille.

8 YHTEENVETO KIINNITYSTAVOISTA

Teräsklosseilla, vibracon-elementeillä ja epoksivalulla kaikilla on yhteinen tavoite, saada haluttu komponentti tukevasti paikalleen ja samalla siirtää kuormat luotettavasti perustuksiin. Menetelmät korostavat eri asioita ja jokaisella menetelmällä on oma käyttötarkoituksensa.

Teräsklossi on erittäin jäykkä, jossa sen luotettavuus perustuu ennen kaikkea sen metallisen liitoksen jäykkyyteen, sekä siihen että pulttiliitos ja kitkavoimat estävät suhteellisen liikkeen akselilinjan/koneen tuomissa dynaamisissa kuormissa. (Grudziński & Konowski, 2019 s. 143–144) Teräsklossit ovat siis

paras valinta kohteisiin, joihin halutaan jäykkä ja selkeä kuormansiirtotie runkoon, joissa vaatimustaso pystytään toteuttamaan ilman kompromisseja esim. aikataulutus.

Vibracon-elementin suurimpana vahvuutena ei ole vain sen jäykkyys, kun sen perustaminen on säädettävissä myös myöhemmin. Vibraconin valitseminen on erinomainen valinta, kun oletetaan, että laivassa on sen elinkaaren aikana jonkinlaisia muutoksia kuten, rungon asettuminen, komponenttivaihdot, korjaukset-/huoltotyöt, jossa perustan säätö on tarpeen. Eli vibracon on parhaimmillaan tilanteissa, kun halutaan yhdistää jäykkä, mutta myöhemmin mahdollistava säätömahdollisuus.

Epoksivalu asettuu teräsklossin ja vibraconin väliin erilaisella periaatteella. Valun toiminta ei perustu metallipintojen sovitteeseen tai mekaanisiin säätöihin. Se muodostaa yhtenäisen tukipinnan, jonka vahvuutena on sen laaja kosketusalue ja tasaisempi kuormitusjako. Epocasti marine handbookista löytyy kohta, jossa kerrotaan, että kuormitus jakautuu tasaisesti ja sallii pientä elämistä, jota syntyy merenkäynnin vaikutuksesta. (ITW Performance Polymers, 2018, s.4.) Epoksivalu on hyvä valinta, kun tavoitellaan mahdollisimman pysyvää perustaa ja erinomaista kuormanjakoa.

8.1 Valintasuositus

Kun kohteen vaatimus on saada maksimaalinen jäykkyys ja luokitusvaatimusten mukainen tarkka mekaaninen perusta, teräsklossit ovat silloin vahva valinta. Jos taas halutaan saada elinkaaren aikana säädettyä ja huoltojen tai korjausten yhteydessä linjattua uudelleen, on vibracon menetelmä tarkoituksenmukainen valinta. Epoksivalu puolestaan valitaan silloin kun kappaleeseen halutaan laaja tukipinta ja tasainen kuormanjako, sekä pysyvä perustus erityisesti, kun komponentissa tai sen pedissä on epätasaisia pintoja.

LÄHTEET

Altarriba, E. (2009). Veneen voimansiirtolinjan suunnittelu (opinnäytetyö). Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2025061222741>

Chock Design B.V. (2021, 16. marraskuuta). Haettu 24.3.2026 <https://www.rotachock.com/de/nieuwspagina/mr-rotachock/>

Det Norske Veritas. (2016). Rules for ships: Pt.4 Ch3 Sec1 Diesel engines (kohtaF202)<https://civamblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/ts403.pdf>

DNV. (2022). Type approval certificate: Adjustable steel chocks for propulsion and auxiliary machinery https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/094ff0b038d843ee/pdf_preview_medium/094ff0b038d843ee_pdf_preview_medium.pdf

Grudziński & Konowalski, K. (2019) Comparative Studies of the Seatings of Propulsion Plants and Auxiliary Machinery on Chocks Made of Metal and Cast of Resin Part I. Mounting on Steel Chocks. Polish Maritime Research, 26(4), 142–148 <https://reference-global.com/article/10.2478/pomr-2019-0076>

Harrington, R. (toim.) Marine Engineering. Sname, New Jersey 1992 s. 382-384

Häkkinen, P. (1997). Laivan kuljetuskoneisto. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu

Häkkinen, P. (1993). Laivan kuljetuskoneisto. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu

ITW Performance Polymers. (2016). EPOCAST Marine Handbook. Haettu 29.3.2026 <https://itwperformancepolymers.com/wp-content/uploads/umb/11868/epocast-marine-handbook-itwpp-14022018.pdf>

ITW Performance Polymers. (2018) EPOCAST 36 Technical Bulletin. Haettu 8.4.2026 osoitteesta <https://itwperformancepolymers.com/wp-content/uploads/umb/16779/tds-epocast-36.pdf>

Kuisma, K.-E. (2025). Konehuoneen laitepetien teräsuunnittelu (opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu). Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2025061222741>

SKF. (2025) SKF Vibracon chock: Application and installation guide (version 3). https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/094c90997fe73898/pdf_preview_medium/094c90997fe73898_pdf_preview_medium.pdf

SKF. (n.d.) Adjustable chocks. Haettu 18.3.2026 osoitteesta <https://www.skf.com/fi/products/maintenance-products/alignment-tools/adjustable-chocks>

SKF. (2017) OK shaft couplings. Haettu 1.3.2026 https://cdn.skfmedia-hub.skf.com/api/public/0901d1968072ac3e/pdf_preview_medium/0901d1968072ac3e_pdf_preview_medium.pdf

SKF. (n.d.) The SKF OKCX friction-coated coupling for shafts 100-900. Haettu 3.3.2026 https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d1968072ace0/pdf_preview_medium/0901d1968072ace0_pdf_preview_medium.pdf

Wärtsilä. (n.d.). Thrust block. Haettu 11.3.2026 <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/thrust-block>

Wärtsilä. (n.d.). Thrust bearing. Haettu 15.3.2026 <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/thrust-bearing>

Wärtsilä. (2021). Wärtsilä Shaft Line Solutions https://www.wartsila.com/docs/default-source/product-files/seals-bearings/sls-general/brochure-o-sb-seals-bearings-general.pdf?sfvrsn=3887ec45_19

Wärtsilä (2013). Wärtsilä 32 – product guide (W32-2013). Haettu 8.4.2026 <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2019/05/Anexo-Informacion-T%C3%A9cnico-PPyD-Central-Cenizas.pdf>