

Opinnäytetyö (AMK)

Rakentamistekniikka

Infratekniikka

2014

Henri Ilmonen

PAALUJEN VARAISTEN PALKKIEN VALAMINEN SATAMARAKENTEISSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

Henri Ilmonen

Opinnäytetyö

PAALUJEN VARAISTEN PALKKIEN VALAMINEN SATAMA-
RAKENTEISSA

Hyväksytty

Turussa _____ / _____ 2014

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Infratekniikka

2014 | 45 + 1

Pirjo Oksanen, Harri Viljamaa

Henri Ilmonen

PAALUJEN VARAISTEN PALKKIEN VALAMINEN SATAMARAKENTEISSA

Opinnäytetyö käsittelee satamalaiturien teräsbetonisten palkistojen muottien tukemista paalulaitureissa. Tilaajana työssä toimi Destia Oy.

Satamalaiturit voidaan jaotella niiden sijainnin mukaan ranta-, pisto-, tihtaali- tai offshore-laitureihin sekä niiden tuentatavan mukaan gravitaatio-, paalu-, maanpainesinä-, kallio- ja ponttonilaitureihin.

Valettaessa teräsbetonisia palkistoja satamalaitureille on niiden muotit tuettava konsoleiden avulla tulevan laiturin paaluihin. Konsoleiden toiminnalla on erittäin suuri merkitys työnnoistumiselle niin työn turvallisuuden kuin aikataulunkin kannalta. Erilaisia tuentatapoja on hitsattava, pultilla kiinnitettävä, henkari-, kieleke-, kierrevartinen, sokallinen ja kiilavartinen konsoli sekä riippuuntainen muotitus. Tuentatapojen heikkouksia voi poistaa käyttämällä erilaisia lisälaitteita yhdessä konsolin kanssa, kuten kiilapakkaa, mutterisäätöä, hydraulispuristinta sekä pulttijatkosta konsolin varressa. Konsoleiden käytön tarvetta voidaan vähentää myös rakentamalla laituripalkistot elementtien ja kuorilaattojen avulla.

Satamalaiturityömaat ovat usein hyvinkin erikokoisia, joten tuentatavan käyttö on valittava kohteen koon ja mahdollisten työmaata kohtaavien haasteiden mukaan. Pienemmille työmaille on syytä valita kiilavartinen konsoli, sen helpon uudelleen käytettävyyden ja sen mahdollistaman korkeuden säädön johdosta. Suurille laiturityömaille riippuuntenta on monin tavoin järkevin vaihtoehto, varsinkin kun sen asentaminen ei hidasta paalujen valua ja se mahdollistaa suurten palkistojen muottien tuennan nopealla aikataululla.

Elementtien ja kuorilaattojen käytöllä satamalaiturien paalujenvaraisten palkkien valamisessa voidaan saada merkittäviä aikataulullisia säästöjä, koska niitä käytettäessä päästään eroon paalutuksen määräävästä asemasta aikataulussa. Niiden käyttö vaatii kuitenkin vielä lisää käytännön kokemuksia työmaalta, jotta saadaan selville mitkä osat on järkevintä toteuttaa elementteinä ja mitkä paikalla valaen.

ASIASANAT:

Satamarakentaminen, laiturit, satamalaiturit, paalujenvarainen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2014 | 45 + 1

Pirjo Oksanen, Harri Viljamaa

Henri Ilmonen

CASTING PILE SUPPORTED BEAMS IN HARBOUR STRUCTURES

This thesis processes building piers in concrete form work to support the pier on a pile foundation. The client of the work is Destia Ltd.

Wharves can be categorized by their location; beach, piercing, tender post or offshore wharf. They can also be categorized by support method to gravity, pile, pressure wall, rock and pontoon wharfs.

When casting reinforced concrete beams in piers, their molds need to be supported to the upcoming pier piles with consoles. The console itself is very important for the success of the work as for the work safety and for the view of schedule. Supporting can be made in many different ways like weldable, bolt fastened, hanger, tongue, thread arm, cotter and wedge arm, as well as hanging moulds. Weaknesses can be reduced in supports by using a variety of additional equipment along with the console, such as the V- packing, an adjustable nut, a hydraulic press as well as a bolt joint on the console arm. The need for using the consoles can be reduced by using elements and shell panels.

Dock Work sites are often very different sizes, so the way of supporting must be selected by the size of the construction and potential challenges facing the work site. For smaller sites should be chosen the wedge arm console, because of its easy reuse ability and the possible adjusting of the height of the cord. In large dock sites hanging moulds are the best way to support, especially because it does not slow down the concreting of piles and it allows large molds to be supported in a tight schedule.

When using elements and shell panels in wharves, significant savings in the scheduling can be achieved because they are used to get rid of piling dominance on schedule. Their use, however, requires further practical experience of the construction site in order to determine which parts are the most reasonable to build from elements and which to make on site.

KEYWORDS:

Pier, quay, wharf, harbour structures, dock

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 SATAMALAITURIRAKENTEET	9
2.1 Yleistä satamista ja satamalaitureista	9
2.2 Laiturien luokittelu	11
2.2.1 Gravitaatiolaiturit	12
2.2.2 Paalulaiturit	14
2.2.3 Maanpaineseinälaiturit	16
2.2.4 Ponttonilaiturit	18
2.2.5 Kalliolaituri	18
3 PALKKIEN VALAMISEN TUENTA	19
3.1 Konsolityypit	19
3.1.1 Hitsattava konsoli	20
3.1.2 Pultilla kiinnitettävä konsoli	21
3.1.3 Henkarikonsoli	22
3.1.4 Kielekekonsoli	24
3.1.5 Kierretankovartinen konsoli	25
3.1.6 Sokallinen konsoli	26
3.1.7 Kiilavartinen konsoli	26
3.1.8 Riipputuenta	27
3.1.9 Muokattu jääsuojaputki	29
3.2 Konsolien lisälaitteet	30
3.2.1 Kiilapakka	30
3.2.2 Mutterisäätöinen	31
3.2.3 Hydraulisella puristimella säädettävä	32
3.2.4 Konsolin varren pulttijatkos	33
3.3 Osittaisten elementtien avulla	34
3.3.1 Kuorilaattojen käyttö	34
3.3.2 Elementtirakenteisten toisiopalkkien käyttö	35
3.3.3 Elementtirakenteisten ensiö- ja toisiopalkkien käyttö	36

4 TUENTATAPOJEN YHTEENSOVITTAMINEN	37
4.1 Lyhyt pistolaituri	37
4.2 Pitkä pistolaituri	38
4.3 Pieni laiturin laajennus	39
4.4 Suuri laiturin laajennus	40
4.5 Viivytyksiä jalaslautan saamisen kanssa	41
4.6 Laiturin peruskorjaus ja vahvistus	42
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	44
LÄHTEET	46

LIITTEET

Liite 1. Tuentatapojen vertailu.

KUVAT

Kuva 1. Rantalaituri.	11
Kuva 2. Pistolaituri, jonka päässä tihtaalilaituri.	12
Kuva 3. Kasuunilaituri.	13
Kuva 4. Kulmatukimuurilaituri.	14
Kuva 5. Puoliavoin paalulaituri.	15
Kuva 6. Pilarilaituri.	15
Kuva 7. Ankkuroitu teräsponnttiseinä.	17
Kuva 8. Teräsputkiponttiseinäilaituri.	17
Kuva 9. Kalliolaituri.	18
Kuva 10. Palkiston muotituksen tuenta.	19
Kuva 11. Hitsattava konsoli.	20
Kuva 12. Yhdellä pultilla pultattava konsoli.	22
Kuva 13. Kahdella pultilla pultattava konsoli.	22
Kuva 14. Henkarikonsoli.	23
Kuva 15. Kielekekonsoli.	24
Kuva 16. Kierretankovartinen konsoli.	25
Kuva 17. Sokallinen konsoli.	26
Kuva 18. Kiilavartinen konsoli.	27
Kuva 19. Riipputuenta.	28
Kuva 20. Muokattu jääsuojaputki.	29
Kuva 21. Kiilapakka.	31
Kuva 22. Mutterisäätoinen.	32
Kuva 23. Hydraulipuristin.	33
Kuva 24. Pulttijatkos.	34

Kuva 25. Kuorilaatta.

35

1 JOHDANTO

Satamalaitureita on montaa eri tyyppiä. Ne voidaan luokitella paalujen varaisiin, gravitaatioperusteisiin, maanpaineseinäisiin, kallion päälle rakennettuihin tai kelluviin ponttonilaitureihin.

Työssä keskitytään pelkästään paalujen varaisten satamalaiturien palkkien rakennusprosessiin, mutta ei puututa itse paalutukseen. Siinä ei oteta kantaa laiturirakentamiseen liittyviin maanmuokkaustöihin eikä laiturirakenteen suunnitteluun.

Työn tavoitteena on selvittää eri vaihtoehtoja muottien tukemiseen valettaessa teräsbetonisia palkkeja paalujenvaraisesti veden päällä. Siinä keskitytään varsinkin työturvallisuuden ja työn aikataulun parantamiseen. Vaihtoehtoisten tuentamenetelmien lisäksi vertaillaan niiden ominaisuuksia, kustannuksia ja aikataullisia eroavaisuuksia. Työssä selvitetään myös erilaisten elementtirakenteiden käyttömahdollisuuksia paalujen varaisessa laiturirakentamisessa.

Tämä insinöörityö tehdään Destia Oy:lle. Työ sai alkunsa työmaalla ilmenneestä tarpeesta kehittää yhtenäinen ohjeistus muottien tukemiseen, kun rakennetaan paalunvaraisia palkistoja satamalaitureihin. Satamarakentamisesta on hyvin vähän kirjoittua tietoa ja yleisesti käytetään hyväksi SILKO- ja RIL-ohjeita, kun suunnitellaan tai rakennetaan satamarakenteita.

Destia Oy, myöhemmin Destia, on kokonaan Suomen valtion omistama osakeyhtiö, jonka pääliiketoimialue on infrarakentamisessa. Destia on yksi suurimmista infra-alanrakentajista, jonka liikevaihto oli vuonna 2013 489,7 Milj.EUR, josta voittoa oli 18,9 Milj.EUR. Konserni työllisti keskimäärin 1 515 henkeä ja liiketoiminnan kausiluontoisuudesta johtuen henkilömäärä vaihtelee vuoden mittaan ja on korkeimmillaan kesällä. (Destia Oy 2014.)

2 SATAMALAITURIRAKENTEET

2.1 Yleistä satamista ja satamalaitureista

Satama on maa- ja meriliikenteen solmukohta, jossa on lukuisia eri toimijoita, jotka yhdessä vaikuttavat sataman toimintaan. Niitä hallinnoivat satamalaitokset, jotka ovat usein kunnallisia liikelaitoksia tai kuntien omistamia osakeyhtiöitä. Näiden tehtävänä on rakentaa ja ylläpitää tehokasta infrastruktuuria satama-alueella. Toimiva infra luo edellytykset tuottaa laadukkaita logistiikkapalveluita siellä toimivien yritysten käyttöön. Tuloja se saa erinäisistä satamassa toimivilta yrityksiltä perittävistä maksuista, kuten satama-, matkustaja-, tavara-, irrotus- ja kiinnitysmaksuista, sekä vesi-, jäte-, satamaluotsi-, varastointimaksuista ja vuokrista. (Logistiikan maailma 2014.)

Satamia voidaan jaotella tavaravirtojen mukaan kappaletavara-, yksikkötavara-, kontti-, öljy-, irtolasti-, matkustaja- ja autolauttasatamiksi. Osa niistä on erikoistunut vain tiettyyn tavaravirtaan, jolloin puhutaan erikoissatamista, kun taas osa on yleissatamia, joissa tavaravirrat koostuvat useista eri tavaralajeista. Ne vaihtelevat myös viennin ja tuonnin suhteen, sillä aina vienti- ja tuontimäärät eivät ole tasapainoisia. (F. Eriksson, henkilökohtainen tiedonanto 6.3.2014.)

Satamissa toimii ahtaustoimintoihin erikoistunut logistiikkatoimija eli satamaoperaattori. Satamaoperaattorille kuuluu kaikki tavaroiden kuljetus alueen sisäpuolella sekä niiden purkaminen, kiinnittäminen ja lastaaminen. (Logistiikan maailma 2014.)

Satamissa toimii myös varustamo ja maaliikenneyhtiöitä sekä siellä kulkee myös laivaajia, tavaravastaanottajia ja matkustajia. Näiden lisäksi siellä toimii myös laivan selvittäjiä, jotka auttavat lastien dokumentaatiossa, ja huolitsijoita, jotka osaltaan auttavat lastien maakuljetuksissa ja dokumentoinnissa. (Logistiikan maailma 2014.)

Satamien ollessa maa- ja meriliikenteen solmukohtia toimii siellä myös useita erilaisia viranomaisia, kuten poliisit, ympäristöviranomaiset ja rajavartiosto. Ne

tarkkailevat siellä tapahtuvan toiminnan laillisuutta. Liikennevirasto ja Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi tekevät satamissa tarkastuksia ja vastaavat väylien merkitsemisestä ja kunnosta. Tämän lisäksi siellä toimii myös Tulli, joka tilastoi matkustaja- ja tavaramääriä sekä kerää väylä- ja lästimaksuja. (Logistiikan maailma 2014.)

Laiturirakenteet satamaolosuhteissa ovat suuria investointeja ja niiden suunniteltu käyttöikäkin on yleensä 50–100 vuotta. Niitä kuormittavat laitureilla olevat hyötykuormat ja jäämassojen aiheuttamat kuormat sekä alusten ankkurointi-, kiinnitys- ja tuentakuormat. Niissä on huomioitava myös mahdolliset törmäyskuormat sekä maan ja veden aiheuttama paine. (Liikennevirasto 2013; RIL 236-2006.)

Uoman pohjaan syntyy huomattavia eroosiovaurioita alusten potkurivirroista, jotka saattavat heikentää maanvaraisten laiturirakenteiden stabiliteettia. Varsinkin ponttiseinä on erittäin herkkä potkurivirtojen aiheuttamille vahingoille. Muita vahinkoja niille aiheuttavat rakennusmateriaalien ominaisvauriot veden, jään ja suolarasituksen johdosta. Myös alusten törmäily laitureihin aiheuttaa omat ongelmansa. Vaikka vauriot voidaankin useimmiten korjata, jää niihin jälkiä, muodonmuutoksia ja/tai pakkosiirtymiä. (Liikennevirasto 2013.)

Satamalaitureiden kunnonhallintaa on käsitelty julkaisussa RIL 236- 2006, Satamalaitureiden kunnonhallinta (18), jota voidaan käyttää soveltuvien osien myös Liikenneviraston laiturirakenteiden kunnonhallinnan apuna (Liikennevirasto 2013).

Satamarakenteiden ja satamien yleiset turva-arvioinnit suorittaa Trafi, joka myös hyväksyy satamien turvatoimialueen rajat sekä satamarakenteiden ja satamien turvallisuussuunnitelmat (Liikennevirasto 2013):

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviä satamien turvallisuuden parantamisesta sovelletaan satamissa, joissa on yksi tai useampi asetuksen (EY) N:o 725/2004 nojalla hyväksytty turvasuunnitelman piiriin kuuluva satamarakenne. Trafi määrittää direktiivin soveltamiseksi kunkin sataman rajat turva-arviointiin perustuen. (Liikennevirasto 2013.)

2.2 Laiturien luokittelu

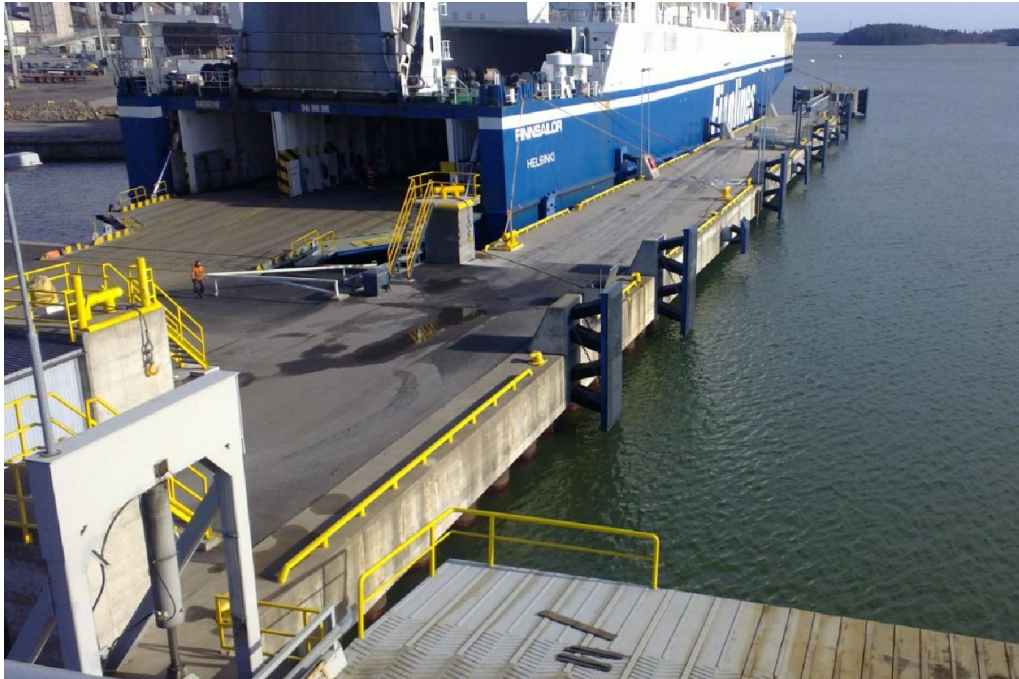
Laiturit voidaan luokitella niiden sijainnin mukaan (RIL 236-2006, 14).

Rantalaiturit on yleensä rakennettu rannan suuntaisesti, ja ne ovat taustaltaan täytettyjä (kuva 1). Laituri voidaan rakentaa myös irti taustapenkereestä, jolloin siihen rakennetaan kulkuyhteys yhdyssiltojen avulla. (RIL 236-2006, 14.)



Kuva 1. Rantalaituri.

Pistolaiturit rakennetaan yleensä kohtisuoraan rannasta, ja ne ovat kaksipuoleisia, jolloin laivat voivat kiinnittyä sen molemmille puolille (kuva 2) (RIL 236-2006, 14).



Kuva 2. Pistolaituri, jonka päässä tihtailaituri.

Tihtaailaitureissa alukset nojautuvat kävelysilloilla toisiinsa yhdistettyihin laituri-tihtaaleihin. Tihtaailaituri voi olla myös pistolaiturin päässä (kuva 2). Tihtaalit voidaan yhdistää toisiinsa myös järeillä putkijohteilla, jolloin kyseessä on johde-laituri.

Öljylaitureina käytetään perinteisesti offshore-laitureita, jotka rakennetaan riittä-vän vesisyvyyden varmistamiseksi tarpeeksi kauas rannasta. (RIL 236-2006, 14.)

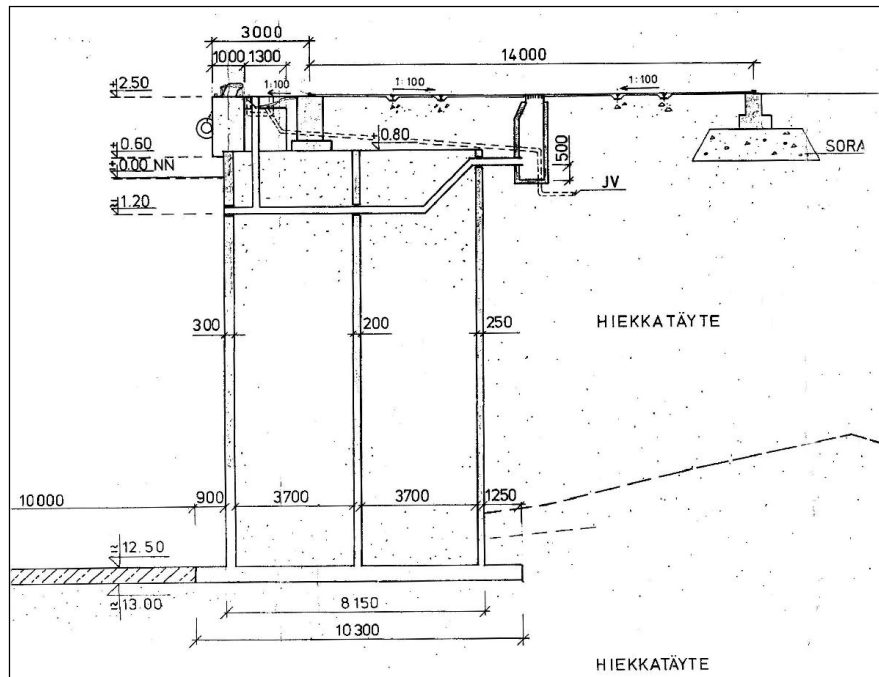
2.2.1 Gravitaatiolaiturit

Laiturit pysyvät paikoillaan laivojen aiheuttamista suurista voimista huolimatta suuren massansa ansiosta.

Pienissä rantamuureissa voidaan käyttää massiivikivimuureja, jotka muodostu-vat päällekkäin ladotuista ja yhtenäisen muotoisiksi hakatuista kivistä. Suurem-missa kohteissa taas voidaan käyttää massiivibetonisia blokkeja, jotka ladotaan

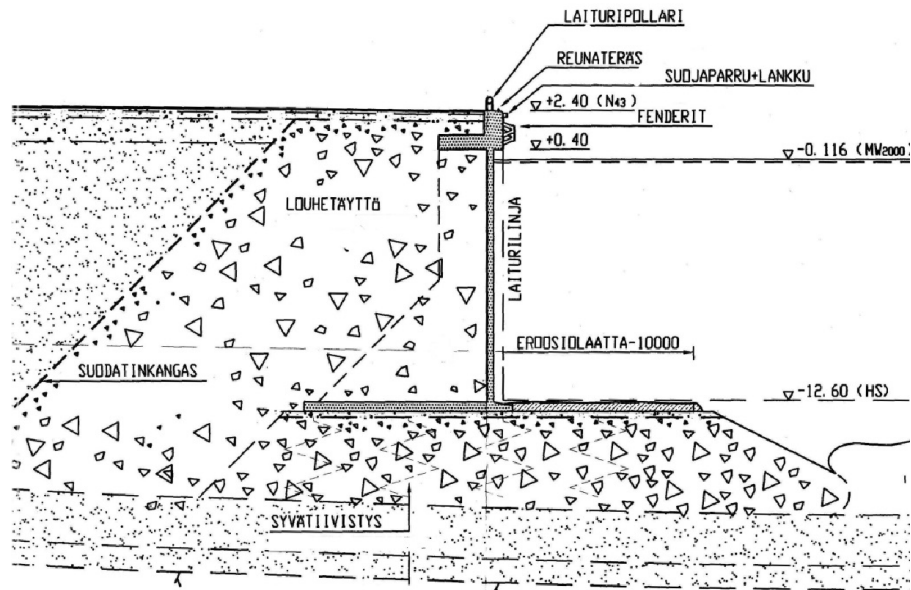
päällekkäin nosturin avulla muodostaen massiivibetoniblokkilaiturin. (RIL 236-2006, 15.)

Betonista voidaan esivalmistaa myös pelkkä kantava runko, joka sitten uitetaan paikalleen ja täytetään louheella kuten kasuunilaitureissa (kuva 3).



Kuva 3. Kasuunilaituri (RIL 236-2006, 15.)

Betonista voidaan esivalmistaa myös L-kirjaimen mallisia kulmatukimuurilaiturin elementtejä (kuva 4). Elementit asennetaan nosturilautan avulla tai ne voidaan kuivatyönä valaa myös paikallaan. Arkkulaiturit rakentuvat betoni- ja louhekkivi-täytteisistä esivalmistetuista paloista, jotka uitetaan paikalleen. Laituri voidaan myös tehdä massiivisena valettuna betonilaiturina, jolloin se valetaan paikalla-valaen muottien avulla. (RIL 236-2006, 15.)

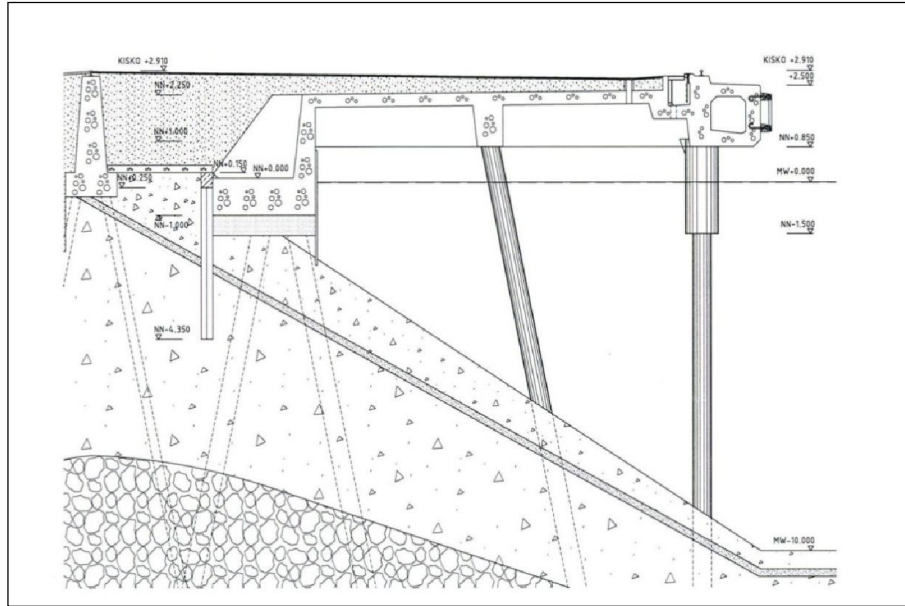


Kuva 4. Kulmatukimuurilaituri (RIL 236-2006, 15).

2.2.2 Paalulaiturit

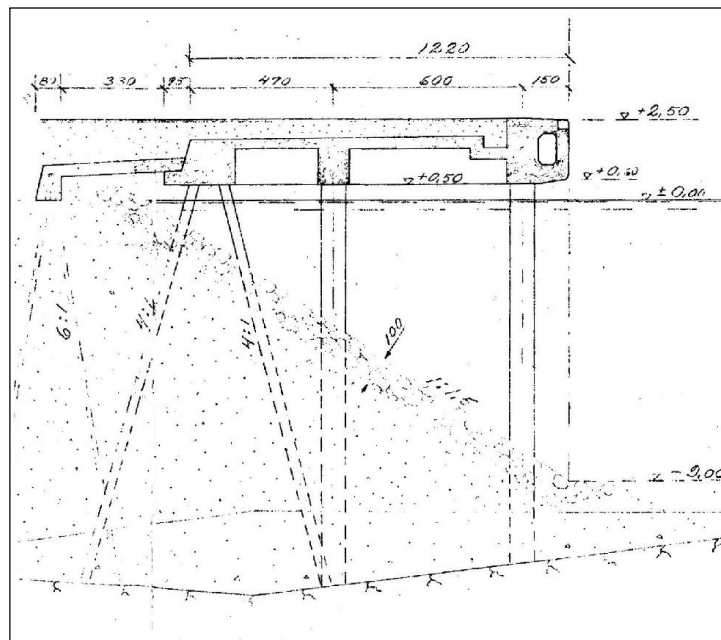
Paalulaiturit tukeutuvat suoriin ja vinoihin paaluihin, jotka johtavat siihen kohdistuneet voimat kantavaan maaperään. Paalulaitureita käytetään, kun pohjaolosuhteet eivät ole kantavat. (RIL 236-2006, 15 - 16.)

Laiturin alusta on avoin puoliavoimissa ja avoimissa paalulaitureissa. Puoliavoimessa laiturissa pohja lähtee nousemaan laiturimuurilta, ja takamuurilla pohja on kiinni laiturissa (kuva 5). Avoimessa laiturissa pohja pysyttelee alhaalla, ja näin ollen vesisyvyys on lähes sama molemmin puolin laituria. (RIL 236-2006, 15 - 16.)



Kuva 5. Puoliavoin paalulaituri (RIL 236-2006).

Paalut voidaan korvata myös kallion varaan valetuilla pilareilla, kuten pilarilaiturissa (kuva 6). Jos kallioon ei ole mahdollista tukeutua, voidaan pilari tukea myös betonitäytteisiin hirsiarkkuihin, jotka tuetaan meren pohjaan. Arkkuihin tuettaessa kyseessä on pilari- tai arkkulaituri. (RIL 236-2006, 15 - 16.)



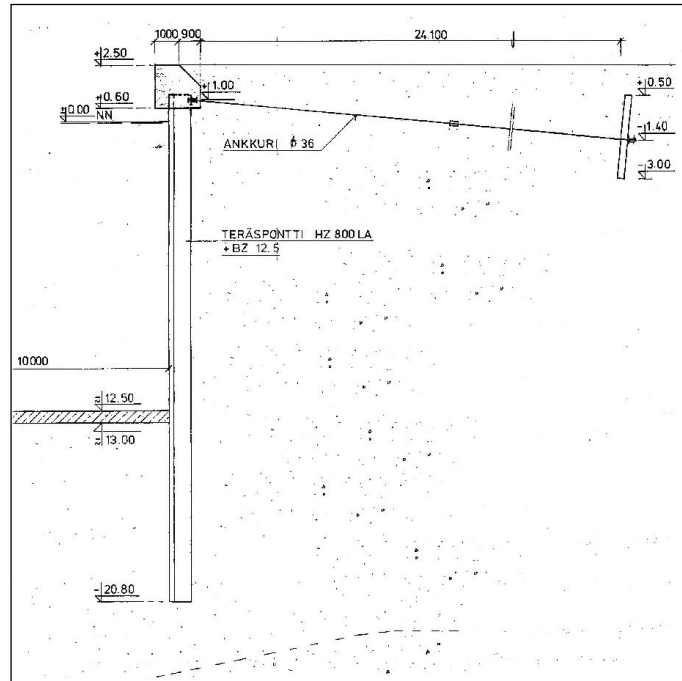
Kuva 6. Pilarilaituri (RIL 236-2006).

Laiturin etureuna voidaan rakentaa myös teräsponteista tai paaluista ja ponteista muodostuvasta kombiseinästä, jolloin kyseessä on ponttipaalarinalaituri. Kyseisen laiturin kansi on paalutettu arinarakenne. Laiturin pintakantena voi olla arina sellaisenaan tai sitten sen päällä voi olla täytettä. Arinan alusta ja ponttiseinän tausta on täytetty kitkamaalla. (RIL 236-2006, 15 -16.)

2.2.3 Maanpaineseinälaiturit

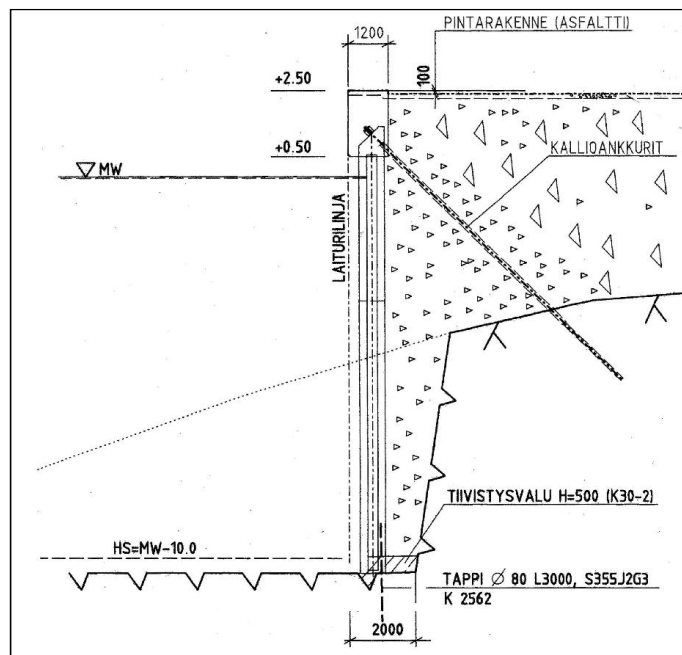
Maanpaineseinälaitureissa olennaista on, että taustatäytöstä syntyvät vaakasuorat voimat kumotaan seinän yläosaan kiinnitettävillä teräsrakenteisilla vaaka-ankkureilla ja alapäästään seinä upotetaan riittävän syväälle. (RIL 236-2006, 15 -16.)

Maanpaineseinän tekoon on monia eri tapoja, ja ne voivat olla niin ankkuroituja kuin ankkuroimattomiakin. Betoniponteista voidaan tehdä tiivisti toisiinsa tukeutuva ankkuroitu betoniponttiseinä, joka on yläpäästään tuettu maa- tai kallioankkureilla. Lukoilla toisiinsa kiinnitettävistä teräsponteista, jotka tuetaan kuvan 7 mukaisesti, voidaan tehdä ankkuroitu teräsponttiseinä. Teräsponttiseinä voidaan tehdä samalla perusrakenteella myös ankkuroimattomana, mutta tällöin niitä voidaan käyttää vain tilapäisratkaisuna paikoissa, joissa vesisyvyys on pieni. Teräspontit voidaan lyödä myös ympyrän kehälle niin, että niistä muodostuu teräsponttilieriölaituri, jonka yksittäisiin pontteihin ei kohdistu suurta taivutusrasitusta, koska voimat siirtyvät kehäjännityksenä ponteille. (RIL 236-2006, 15 -16.)



Kuva 7. Ankkuroitu teräsponttiseinä (RIL 236-2006).

Ankkuroidut teräsponttiseinälaiturit rakentuvat toisiinsa ponttilukoilla kiinnitetystä teräspontista (kuva 8) (RIL 236-2006,16).



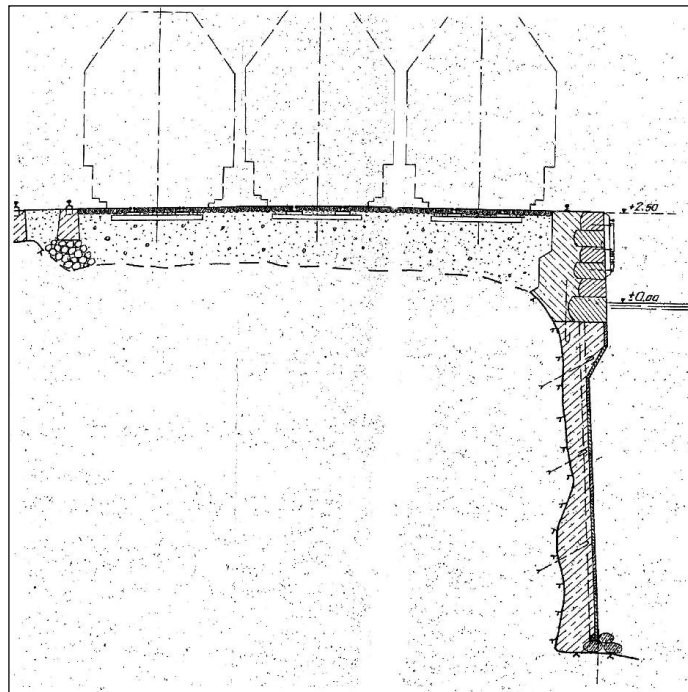
Kuva 8. Teräsponttiseinälaituri (RIL 236-2006).

2.2.4 Ponttonilaiturit

Teräsponttonilaiturin voi tehdä umpeen hitsatuista kierresaumaputkista yhdistelemällä tai hitsaamalla yhteen jäykistettyjä teräslevyjä. Betoniponttonilaiturin ponttoni on yleensä polyesteritäytteinen betoniblokki, joka voi olla pohjastaan auki tai umpeen valettu. Muoviponttonilaiturit valmistetaan suorakaiteenmuotoisista erillisistä laatikoista tai yhteen kiinnitetyistä muoviputkista. Puuponttonilaiturit valmistetaan lankuista kootuista laatikoista tai massiivipuusta. (RIL 236-2006, 16 -17.)

2.2.5 Kalliolaituri

Vahvistetut kallioseinämuurit perustetaan louhittuun kallioseinämään. Seinämän eteen voidaan tarvittaessa valaa betoninen seinä, jonka päälle sitten rakennetaan laiturimuuri. Laiturimuuri voidaan rakentaa myös suoraan kallioseinän päälle (kuva 9). (RIL 236-2006, 15.)



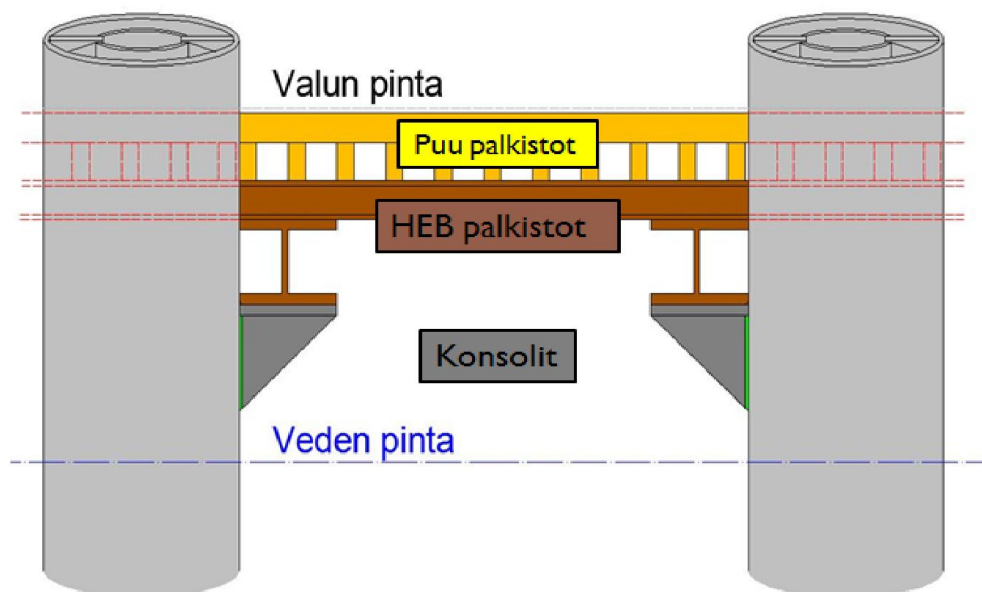
Kuva 9. Kalliolaituri (RIL 236-2006)

3 PALKKIEN VALAMISEN TUENTA

3.1 Konsolityypit

Palkkeja valettaessa on muotit tuettava niin, että palkiston valusta syntyvät voimat välittyvät kantaville paaluille tai mahdollisesti vanhoihin rakenteisiin. Paalujen varaan tuettaessa käytetään yleisesti kuvan 10 mukaisesti paaluun kiinnitettäviä konsoleita muotituksen tuennan alla, jolloin valamisesta syntyneet voimat siirtyvät paaluille. Konsolit voivat olla hitsattavia, pultattavia tai roikkuvia. Jääsuojaputkea voidaan myös käyttää tukemaan muotin kantavia rakenteita. (J. Iso-Kouvola, henkilökohtainen tiedonanto 17.1.2014).

Konsolityyppien ja niiden lisälaitteiden vertailutaulukko esitetään liitteestä 1.



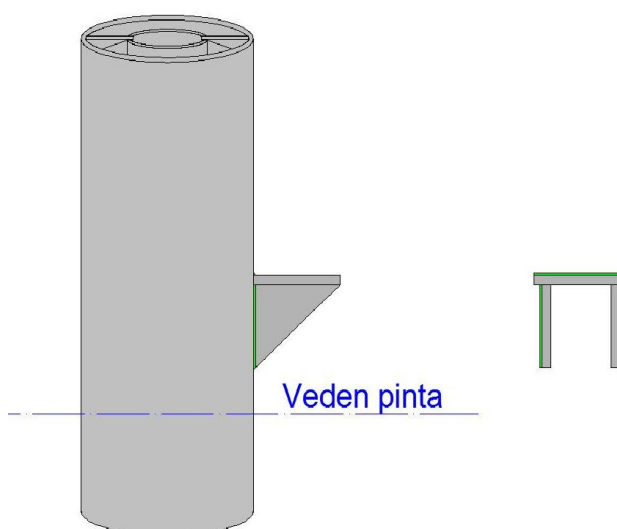
Kuva 10. Palkiston muotituksen tuenta.

3.1.1 Hitsattava konsoli

Hitsattava konsoli on paalun jääsuojaputkeen valmiiksi tai paikan päällä hitsattava kuvan 11 mukainen tuki. Se on yleisesti käytetty nopean asennuksensa ja helposti laskettavan kantavuutensa johdosta. Niitä näkee usein satamissa jätettyinä paaluihin niiden poistamisen vaivalloisuuden takia. (J. Iso-Kouvola, henkilökohtainen tiedonanto 17.1.2014).

Hitsattavan konsolin kiinnityspiste on hyvin lähellä vedenpintaa tai jopa sen alla, jolloin konsolin hitsaaminen ja purku on erittäin vaikeaa tai muuttuu kokonaan sukeltajan työksi.

Konsolilla ei myöskään ole uudelleenkäyttöarvoa, koska irtipoltettu konsoli usein menettää muotonsa tai tippuu mereen. Konsolin tason korkeutta ei pysty enää asennuksen jälkeen säätämään ilman apukeinoja.



Kuva 11. Hitsattava konsoli.

3.1.2 Pultilla kiinnitettävä konsoli

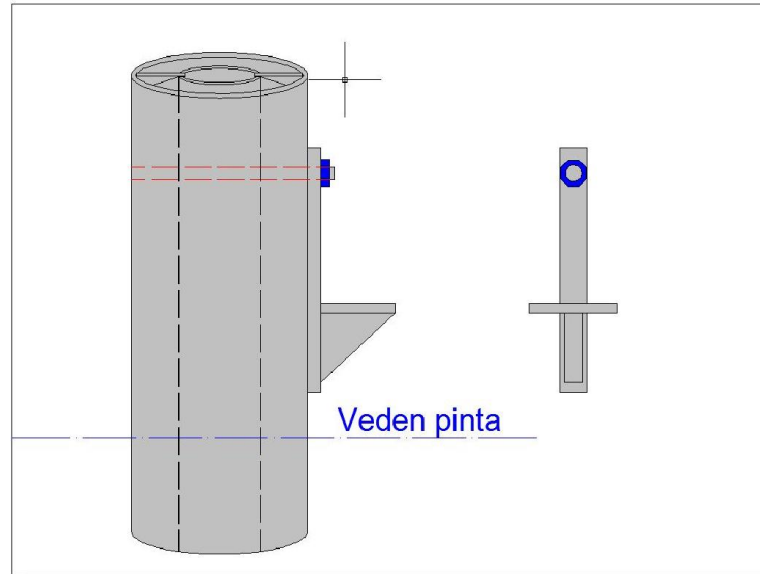
Pultilla kiinnitettävässä konsolissa jääsuojaputken ja paalun läpi poltetaan aukko, johon hitsataan kiinni kierretanko, jonka avulla konsoli ripustetaan ja pultataan kiinni paaluun. Pultattava konsoli voi olla yhdellä pultilla (kuva 12) tai kahdella pultilla (kuva 13) pultattava. (J. Iso-Kouvola, henkilökohtainen tiedonanto 17.1.2014).

Ne on asennettava ennen paaluvalua, ja siksi se on kriittinen vaihe palkistojen muotitusta ajatellen. Koska kierretangot on poltettava jääsuojaputkesta ja paalusta läpi, on työ myös erittäin aikaa vievää, ja työasento on usein hyvinkin epämukava työskenneltäessä lähellä veden pintaa.

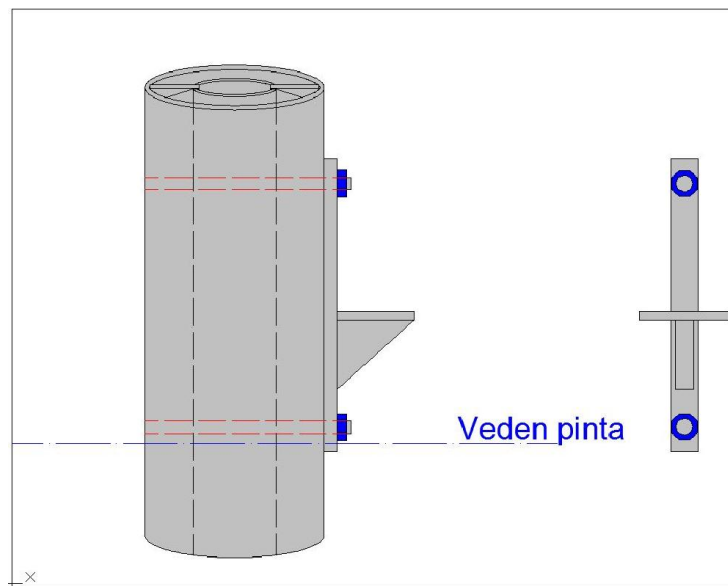
Yhtä pulttia käytettäessä veden pinnan tason vaihteluilla ei ole vaikutusta purkuun ja asennukseen, jolloin säästytään käyttämästä sukeltajia.

Pultilla kiinnitettäessä konsoli on helposti uudelleen käytettävissä, mutta on muistettava mitoitaa ylemmän pultin kiinnityskohta niin, ettei se jää valun sekaan.

Konsolin huolloksi riittää käytön jälkeinen rasvaus. Sen tason korkeutta ei myöskään pysty enää asennuksen jälkeen säätämään ilman apukeinoja.



Kuva 12. Yhdellä pultilla pultattava konsoli.



Kuva 13. Kahdella pultilla pultattava konsoli.

3.1.3 Henkarikonsoli

Henkariikiinnitteisessä konsolissa on rauta, joka menee paalun ylitse kuvan 14 mukaisesti.

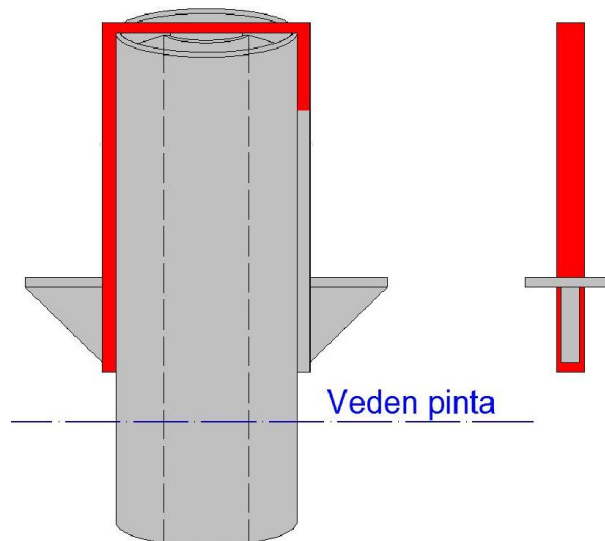
Henkarikonsoli voidaan asentaa vasta paalujen valamisen jälkeen ja veden pinnan vaihteluilla ei ole vaikutusta asennukseen. Henkari voidaan kiinnittää kevyesti hitsaamalla tai liinoilla sivuttaisliikkeen minimoimiseksi.

Sitä poistettaessa poltetaan valupinnan tasolta sen varsi poikki tai vaihtoehtoisesti käytetään kuvan 24 mukaista pulttijatkosta.

Jos henkarin varsi poltetaan poikki, heikkenee sen uudelleenkäyttö merkittävästi. Pulttijatkosta käytettäessä on uudelleenkäyttö erittäin helppoa, kun pelkkä paalun ylimenevä osa on korvattava uudella. Konsolin huolloksi riittää käytön jälkeinen rasvaus.

Sen tason korkeutta ei pysty enää asennuksen jälkeen säätämään ilman apukeinoja.

Kyseinen tyyppi on omiaan, kun paalun molemmille puolille tulee konsoli, jolloin kiinnittäessä säästytään polttamiselta ja hitsaamiselta. Se kuitenkin vaatii molemmille puolille paalua konsolin eli se ei ole käytettävissä esimerkiksi vinopaa- luissa.



Kuva 14. Henkarikonsoli.

3.1.4 Kielekekonsoli

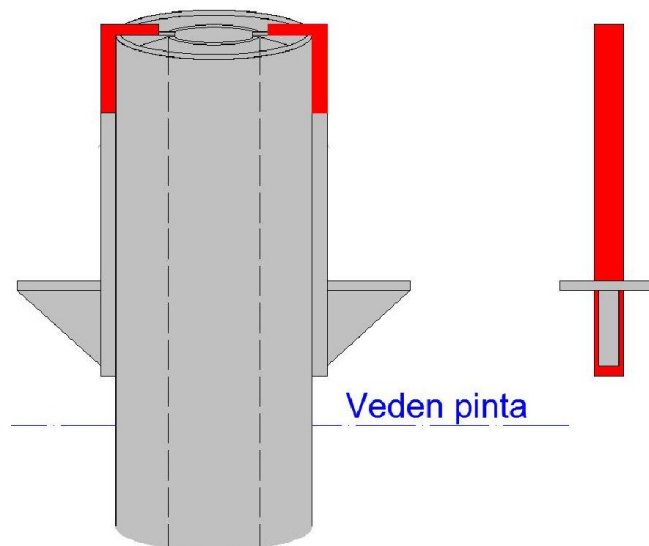
Rakenteeltaan kuten henkarikonsoli, mutta keskeltä auki ja sen kielekkeet hitsataan kiinni jääsuojaputken kannattimiin kuvan 15 mukaisesti.

Kielekekonsoli voidaan asentaa vasta paalujen valamisen jälkeen ja veden pinnan vaihteluilla ei ole vaikutusta asennukseen. Sitä poistettaessa poltetaan valupinnan tasolta konsolin varsi poikki tai vaihtoehtoisesti käytetään kuvan 24 mukaista pulttijatkosta.

Jos sen varsi poltetaan poikki, heikkenee uudelleenkäyttö merkittävästi. Pulttijatkosta käytettäessä on uudelleenkäyttö erittäin helppoa, kun pelkkä yläpuolinen kiinnitysosa on korvattava uudella.

Konsolin huolloksi riittää käytön jälkeinen rasvaus. Sen tason korkeutta ei pysty enää asennuksen jälkeen säätämään ilman apukeinoja.

Toisin kuin henkarikonsolia, sitä voidaan käyttää myös vinopaaluissa, ja näin ollen se on myös erittäin käyttökelpoisia yhdessä henkarikonsolien kanssa.



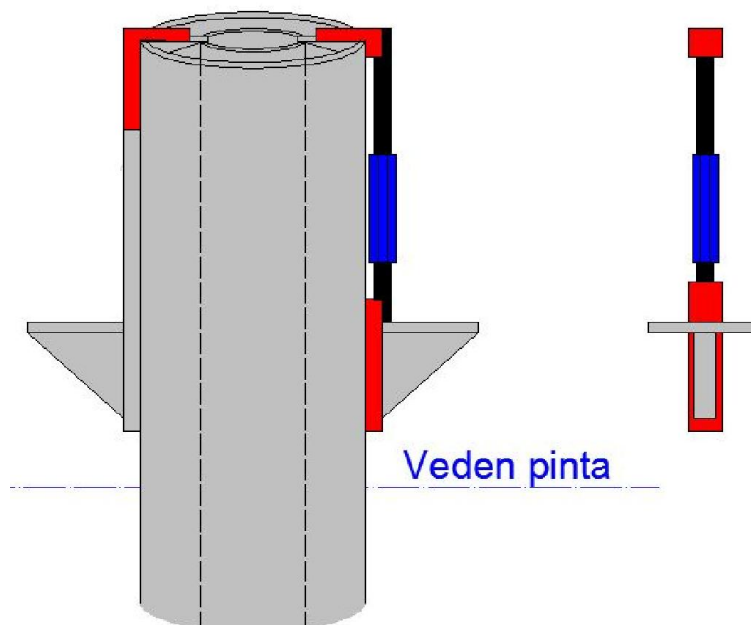
Kuva 15. Kielekekonsoli.

3.1.5 Kierretankovartinen konsoli

Konsolin varsi on korvattu kierretangolla ja mutterilla (kuva 16). Kyseistä tyyppiä voi käyttää mutteri-, henkari- tai kielekekonsolin tapaisella kiinnityksellä, ja sen avulla pystyy säätämään konsolin korkeusasemaa asentamisen jälkeen. Siinä oleva kierretanko ja mutteri mahdollistavat betonipalkiston aiheuttamien voimien hallitun poiston muottien tukirakenteista.

Mutterikiinnitys nopeuttaa purkua, sillä sitä ei tarvitse polttaa poikki, vaan uudelleen käytettäessä tehtäisiin vain uusi yläpuolinen kiinnitysosa. Yläpuolinen kiinnitysosa voidaan tehdä myös jokaisen kohteen mittojen mukaisesti, jolloin saadaan optimaalinen säätövara mutterille.

Konsolin huolloksi riittää huolellinen käytön jälkeinen rasvaus. Muotitusta tehtäessä tulisi huomioida mutterin löysentämiseen tarvittava tila.



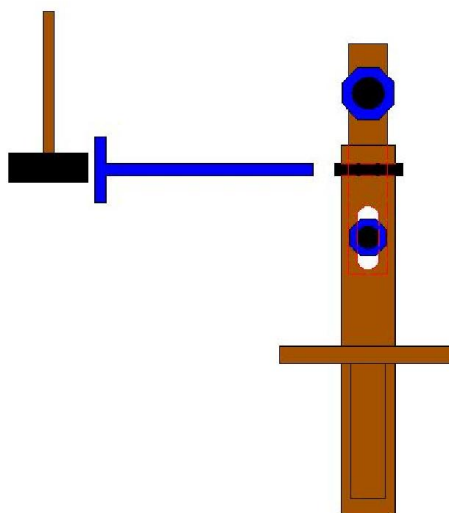
Kuva 16. Kierretankovartinen konsoli.

3.1.6 Sokallinen konsoli

Konsolin varsi on korvattu sokalla ja pultilla (kuva 17). Kyseistä konsolityyppiä voi käyttää mutteri-, henkari- tai kielekekonsolin tapaisella kiinnityksellä ja sen avulla pystyy purkamaan muotitukseen syntyneet jännitteet muottien purkuvaiheessa.

Sokkavarsi nopeuttaa purkua, sillä sitä ei tarvitse polttaa poikki, vaan uudelleen käytettäessä siihen tehtäisiin vain uusi yläpuolinen kiinnitysosa. Yläpuolinen kiinnitysosa voidaan tehdä myös jokaisen kohteen mittojen mukaisesti.

Konsolin huolloksi riittää huolellinen käytön jälkeinen rasvaus.



Kuva 17. Sokallinen konsoli.

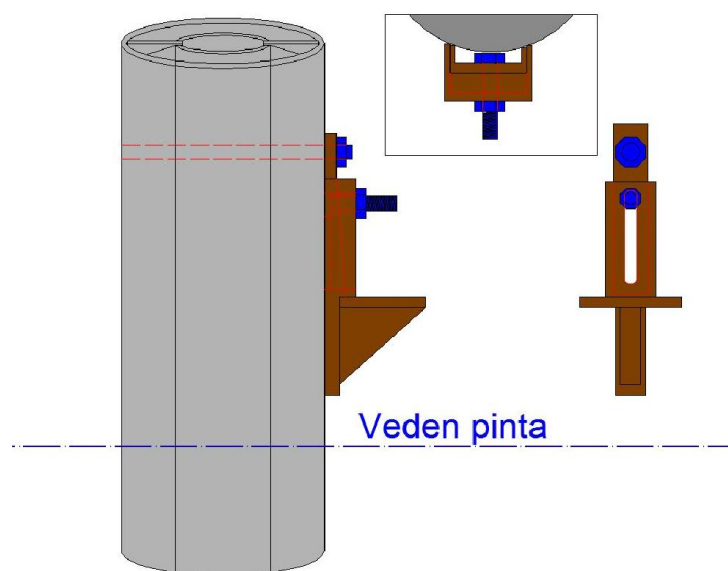
3.1.7 Kiilavartinen konsoli

Myöhemmin esiteltävästä kiilapakasta inspiraationsa on saanut kuvan 18 mukainen konsoli, jossa varteen on integroitu loivat lomittaiset kiilat. Mutteria löysennettäessä kiilat liikkuvat toistensa lomassa mahdollistaen sen hallitun laskemisen.

Kyseistä konsolityyppiä voi käyttää mutteri-, henkari- tai kielekekonsolin tapaisella kiinnityksellä, ja sen avulla pystyy säätämään tuentapalkistojen korkeus- asemaa asentamisen jälkeen.

Konsolissa oleva voimien poistopultti on suhteellisen lähellä valupintaa, jolloin ei ole vaarana, että se joutuisi vedenpinnan alapuolelle, eli sukeltajatyölle ei ole tarvetta.

Konsolin huolloksi riittää erittäin huolellinen käytön jälkeinen rasvaus ja riippuen kiinnitystavasta on sen uudelleen käyttö erittäin helppoa.

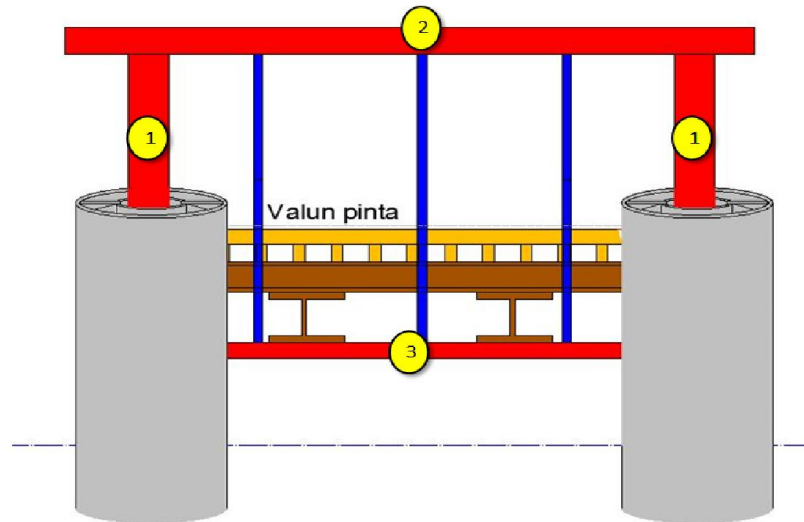


Kuva 18. Kiilavartinen konsoli.

3.1.8 Riipputuenta

Perustana on paaluihin paaluvalun yhteydessä asennettava teräspalkki (1), kuten kuvassa 19. Teräspalkit (1) asennetaan niin, että ne tulevat kaikissa paaluissa samaan korkoon, ja niiden päälle asennetaan laiturilinjaan nähden poikittain korkeat teräspalkit (2), jotka kiinnitetään palkkien (1) päihin. Poikittaisista palkeista otetaan kannatus Gew-tangoilla tai vajereilla teräspalkkeihin (3), jotka ovat lähes vesirajassa. Nämä asennetaan laiturin pituussuuntaan paalurivien kummallekin puolelle.

Jokaisen teräspalkin (3) päälle tehdään lankuista koolaus, jonka päälle asetetaan palkkivalun pohjamuotti. Lankut ja pohjamuotin voi myös korvata koolamalla harvalla teräspalkistolla, jonka päälle asennetaan ritilätaso, valupelti tai muottivaneri.



Kuva 19. Riipputuenta.

Kyseinen tuentatapa korvaa täysin konsolien käytön ja mahdollistaa muotinpohjan korkeuden säädön aina viime hetkille asti.

Se myös vähentää vedenpinnan vaihteluiden aiheuttamia ongelmia ja muutenkin tarvetta työskennellä lähellä vedenpintaa.

Siihen käytettävät pystysuuntaiset teräspalkit eivät ole enää uudelleen käytettävissä, koska ne jäävät valun sekaan. Kaikki muut kannatukseen käytettävät materiaalit ovat helposti uudelleenkäytettävissä.

Kyseistä tuentatapaa voidaan käyttää hyväksi myös korjattaessa vanhoja palkkeja korvaamalla pystysuuntaiset teräspalkit olemassa olevilla rakenteilla.

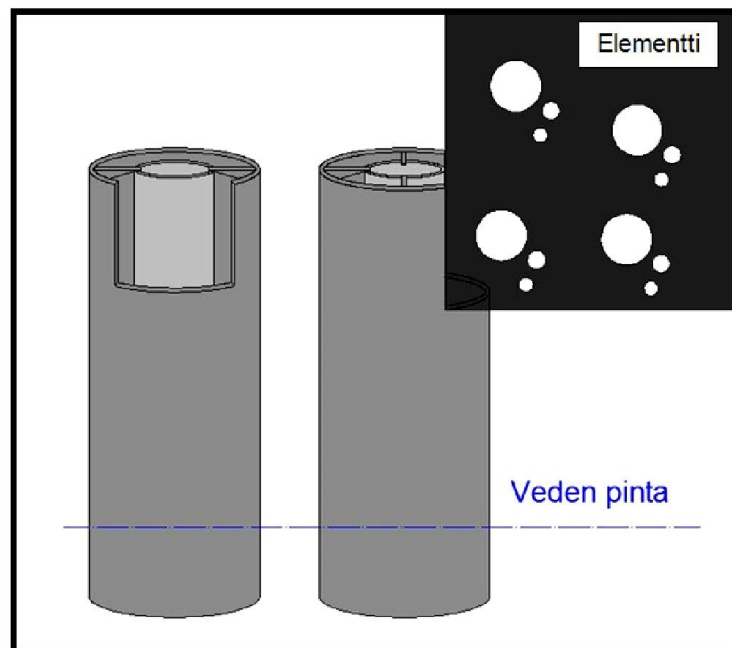
3.1.9 Muokattu jääsuojaputki

Muottien tuennassa voidaan käyttää myös tarkoitukseen muokattua jääsuojaputkea (kuva 20). Tätä käytettäessä säästytään konsolien poistamiselta, ja varsinkin yhdessä elementtien kanssa olisi se erittäin varteenotettava vaihtoehto.

Kyseinen tuentatapa ei mahdollista muotinpohjan korkeuden säätöä. Tuentatapa vähentää vedenpinnan vaihteluiden aiheuttamia ongelmia ja muutenkin tarvetta työskennellä lähellä vedenpintaa.

Tuentatavasta ei aiheudu ylimääräisiä materiaalikuluja, ja jääsuojaputkeen voidaan jo tehtaalla tehdä tarvittava taso.

Käytettäessä muokattua jääsuojaputkea jäisi konsolin kiinnitykseen tarvittava työvaihe kokonaan pois.



Kuva 20. Muokattu jääsuojaputki.

3.2 Konsolien lisälaitteet

Konsolien lisälaitteella tarkoitetaan konsolin ja tuentapalkistojen väliin asennettavaa laitetta, jolla voidaan esimerkiksi säätää konsolin tuentaosan korkeutta.

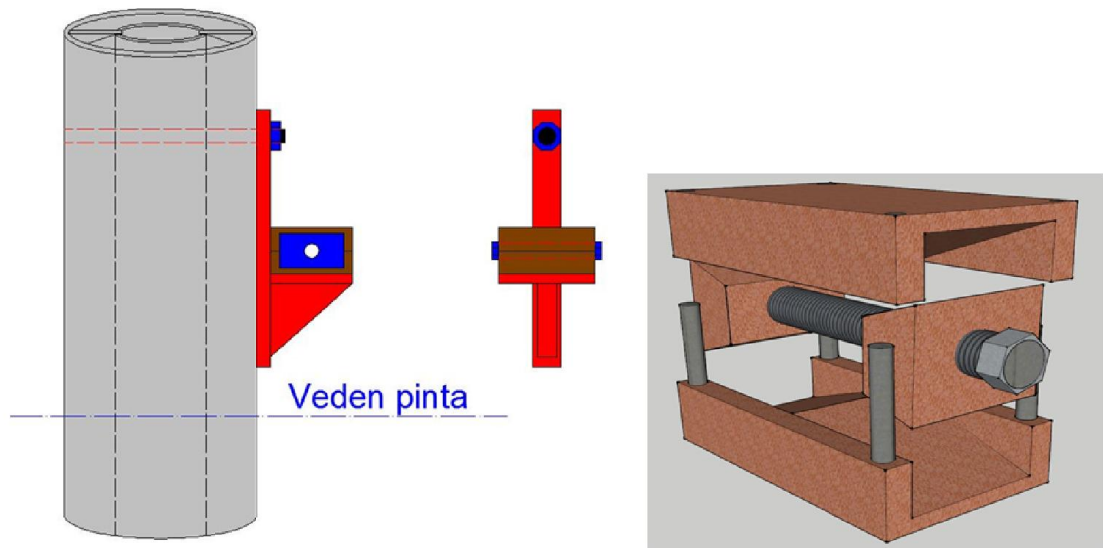
3.2.1 Kiilapakka

Konsolin ja muottien tukipalkistojen väliin asennettava kiilapakka (kuva 21). Pakan avulla saadaan hallitusti poistettua betonipalkin muotituksiin aiheuttamat jännitykset.

Kun voimat on saatu poistettua tukipalkistosta, voidaan ne vain vetää kokonaisuina pois valetun palkiston alta, ja näin saadaan purkua turvallisemmaksi sekä huomattavasti nopeammaksi.

Kiilapakan avulla voidaan asennusvaiheessa myös helposti säätää tuennan korkeusasemaa.

Koska kiilapakka on konsolin päällä lähellä veden pintaa tai sen alapuolella, tulee miettiä mahdollisuutta sukeltajan käyttöön purkuvaiheessa poistamaan voimat kiilapakasta, jos rakennustyömiehellä ei ole pääsyä kiilapakalle. Laitteen huolloksi riittää erittäin huolellinen käytön jälkeinen rasvaus.



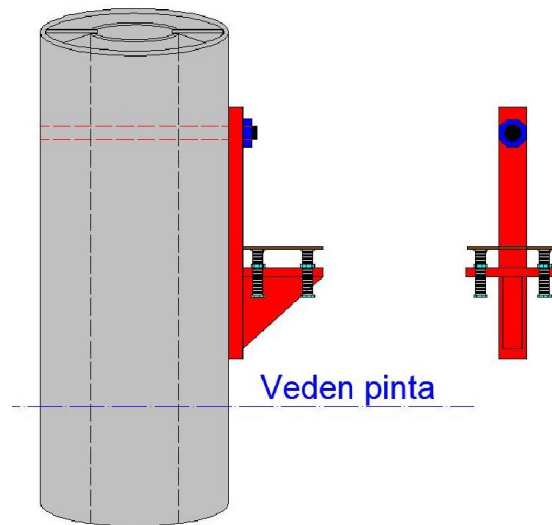
Kuva 21. Kiilapakka.

3.2.2 Mutterisäätöinen

Konsoliin asennetut kuvan 22 mukaiset mutterit, joilla konsoli tason korkeus-
asemaa voidaan säätää niin asennus kuin purkuvaiheessakin.

Muttereilla säädettävän konsolin etuja on sen yksinkertainen rakenne, mutta
koska mutterit ovat konsolin alapuolella, on niiden löysentäminen purkuvai-
heessa ilman sukeltajaa erittäin hankalaa. Sukeltajan ollessa työmaalla käytet-
tävässä olisi muttereilla säädettävän konsolin käyttö vartenotettava vaihtoehto
nopeuden ja yksinkertaisen rakenteen johdosta.

Laitteen huolloksi riittää erittäin huolellinen käytön jälkeinen rasvaus.



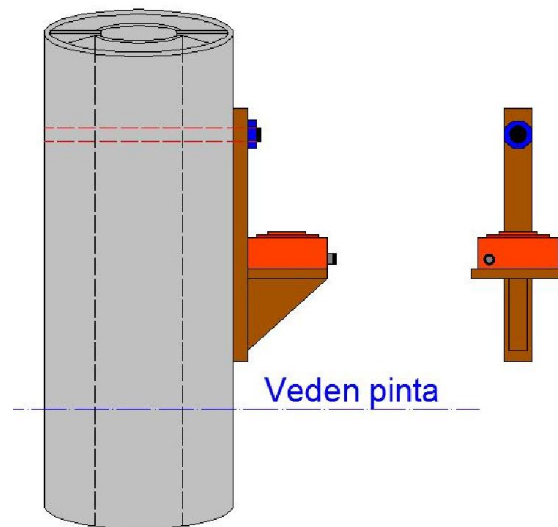
Kuva 22. Mutterisäätöinen.

3.2.3 Hydraulisella puristimella säädettävä

Kiilapakan tapaan kuvan 23 mukaisesti konsolin päälle asennettava lukittava hydraulipuristin. Puristin mahdollistaisi erittäin hallitun tukipalkistojen laskemisen, vaikka työmies olisi uuden betonipalkiston yläpuolella.

Sitä käytettäessä ei myöskään olisi tarvetta sukeltajalle, vaikka puristin joudutaisiinkin asentamaan vedenpinnan alapuolelle. Se voitaisiin kiinnittää konsoliin muttereilla tai hitsaamalla kiinnityskohdistaan.

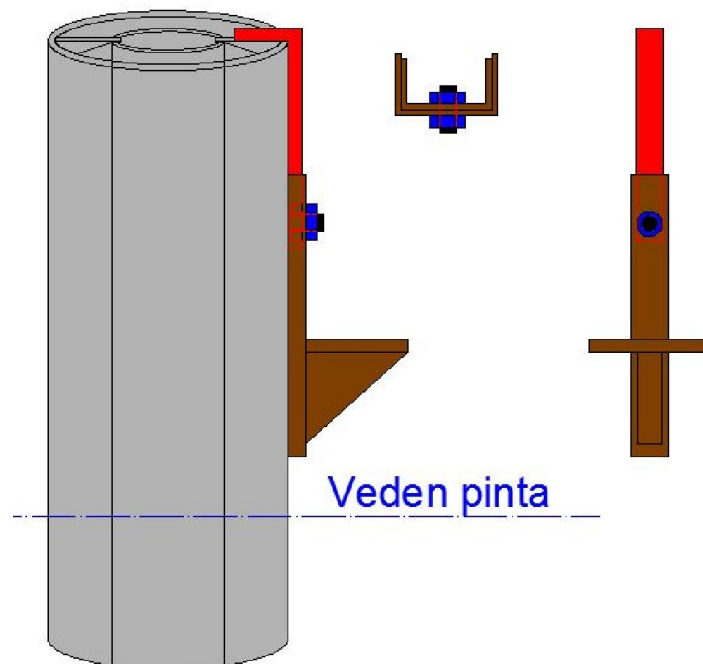
Kustannuksia muodostuu puristimen muihin tapoihin verrattuna korkeasta hankintahinnasta ja sen tarvitsemasta huollosta. Se tarvitsee jokaisen käyttökerran jälkeen huolellisen rasvauksen ja osien ehjyyden tarkistuksen.



Kuva 23. Hydraulpuristin.

3.2.4 Konsolin varren pulttijatkos

Kuvassa 24 on esitetty pulttijatkos, jota käyttämällä vältetään konsolin varren poikki polttamiselta konsolin poistovaiheessa. Pulttijatkosta voidaan käyttää yhdessä henkari- ja kielekekonsoleiden kanssa sekä tarpeen mukaan myös muiden varrellisten konsolityyppien kanssa.



Kuva 24. Pulttijatkos.

3.3 Osittaisten elementtien avulla

Elementtejä käytettäessä on monia etuja verrattuna perinteiseen täysin paikalla valamiseen. Palkkeja voidaan alkaa muotittamaan ja valamaan jo ennen kuin edes paalukone on saapunut työmaalle, ja näin ollen päästään eroon paalukoneiden ja laitureiden tiukkojen aikataulujen aiheuttamista viivästyksistä. Väli-palkkien muotit ovat myös helppo ja vähemmän materiaalia vaativaa tukeaa suoraan maata vasten kuin vedenpäälle muotitettaessa.

3.3.1 Kuorilaattojen käyttö

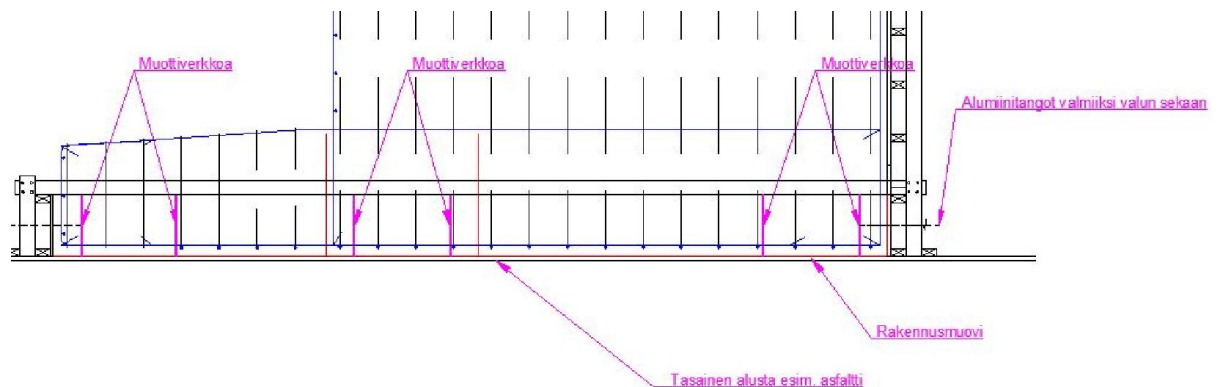
Kuorilaattojen käyttö on jo yleistä varsinkin kannen valun tuentaa tehtäessä, koska sillä säästytään palkistojen välisten alueiden vaivalloiselta muotittamiselta

ja muottien purulta. Niiden tekoon tarvitaan vain muotitusta varten tasainen alusta, jonka päälle levitetään esimerkiksi rakennusmuovi kuvan 25 mukaisesti.

Niihin on lisättävä riittävä määrä nostopaikkoja noston onnistumisen varmistamiseksi.

Kuorilaattoja voidaan käyttää hyväksi palkistoa valettaessa, jolloin tehdään muottien alapuolinen tuenta tarpeettomaksi ja nopeutetaan varsinkin purkua huomattavasti.

Lisäkustannuksia laattoja käytettäessä tulee nostokaluston hankkimisesta sekä nostokalustolle sopivan nostopaikan valmistelusta. Kuorilaattoja käytettäessä tulisi myös huomioida laattojen kovettumiseen tarvitsema aika.



Kuva 25. Kuorilaatta.

3.3.2 Elementtirakenteisten toisiopalkkien käyttö

Elementtirakenteisten toisiopalkkien käytössä on useita etuja verrattuna täysin paikalla valettavaan palkistoon. Elementit tarvitsevat vain konsolin tukeutuakseen paaluihin tai kuten kuvassa 20, muokatun jääsuoja putken. Elementtien avulla voidaan myös toteuttaa ensiöpalkkien muottien tuenta huomattavasti hel-

pommin kuin pelkkien paaluihin tukeutuvien muotitusten avulla ja tuennassa voidaan käyttää riippuventä kuvan 19 mukaisesti hyväksi.

Lisäkustannuksia elementtien käytettäessä tulee nostokaluston hankkimisesta ja nostokalustolle sopivan nostopaikan valmistelusta. Elementtirakenteisiin toisiopalkkeihin on valettaessa laitettava riittävä määrä nostokoukkuja. Raudoituksen jatkuvuuden osalta on jätettävä suunnitelmien mukaiset jatkospituudet tai mahdollisesti hitsata tai käyttää pulttijatkoksia. Elementtejä käytettäessä tulee myös huomioida niiden kovettumiseen tarvitsema aika.

3.3.3 Elementtirakenteisten ensiö- ja toisiopalkkien käyttö

Koko palkistorakenne on mahdollista toteuttaa elementtien avulla. Ne tarvitsevat vain konsolin tukeutuakseen paaluihin tai muokatun jääsuojaputken.

Paalujen kohdille jätetään aukot, jotka valetaan täyteen asennuksen jälkeen. Raudoituksen jatkuvuuden osalta on jätettävä suunnitelmien mukaiset jatkospituudet tai mahdollisesti hitsattava tai käytettävä pulttijatkoksia. Elementtirakenteisiin palkkeihin on valettaessa laitettava riittävä määrä nostokoukkuja, ja nostopaikka on valmistettava niin, että painavat osat saadaan turvallisesti nostettua paikalleen. Niitä käytettäessä tulee myös huomioida niiden kovettumiseen tarvitsema aika.

4 TUENTATAPOJEN YHTEENSOVITTAMINEN

Tuentatyyppien vertailu ja yhteensopivuudet on esitetty liitteenä olevassa taulukossa 1.

4.1 Lyhyt pistolaituri

Alle 20:n paalun pistolaituri, jonka palkiston alapinta tulee lähelle laivaliikenteen johdosta vaihtelevaa vedenpintaa. Laituri tulee täysin meren päälle, eikä maalta yletä nostamaan kuin ensimmäiseen paaluriviin asti. Työmaan aikataulu on tiukka, ja laiturin ennenaikaisesta valmistumisesta on luvassa kustannussäästöjä. Lauttureiden saaminen työmaalle ei aiheuta ongelmia.

Palkistojen muotituksen tukemiseen käytetään kiilavartisia konsoleita, jotka kiinnitetään mutterikiinnityksellä henkari- ja kielekemallisiin yläosiin. Henkari- ja kielekeosat tehdään työmaan mittojen mukaan, ja edelliseltä työmaalta tuodaan hyvin rasvatut kiilavarret, jotka kiinnitetään paaluvalun jälkeen muttereilla henkari- ja kielekeosiin. Kun konsolit ovat paikallaan, nostetaan niiden päälle teräspalkit ja muotin muut tukirakenteet.

Palkistojen valun kovetuttua lasketaan muottien tukipalkistot kiilavarren mutteria löysentämällä. Kun paineet on poistettu muotituksesta, voidaan ne purkaa ja teräspalkit nostella nosturin avulla apulautoille. Varotoimenpiteeksi purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljypuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla on oltava käytössä työlautta, jossa nosturi koko työmaan ajan mahdollistamaan raskaiden palkistojen ja raudoitusten nostot. Paalutuskone vaatii jalkalautan paalutukseen. Työmaalla on oltava myös muutama työlautta rakennusammattimiehille sekä yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä pois hakua varten.

Kyseinen tuentatapa on erittäin kilpailukykyinen, vaikka vedenpinnan korkeus tai aikataulu eivät aiheuttaisikaan omia haasteitaan työn valmistumisen suh-

teen. Jos on jo hankittuna hydraulipuristimia riittävä määrä, voidaan käyttää samanlaista tuenta kuin luvussa 3.3, mutta tämän kohteen kertakustanteen kannalta niitä ei kannata hankkia.

4.2 Pitkä pistolaituri

Yli 40:n paalun pistolaituri, jonka palkiston alapinta tulee lähelle laivaliikenteen johdosta vaihtelevaa vedenpintaa. Laituri tulee täysin meren päälle, eikä maalta yllä nostamaan kuin ensimmäiseen paaluriin asti. Työmaan aikataulu on tiukka, ja laiturin ennen aikaisesta valmistumisesta on luvassa kustannussäästöjä. Lauttureiden saaminen työmaalle ei aiheuta ongelmia.

Palkistojen muotitukseen käytetään riipputuenta, eli paaluvalun yhteydessä paaluun laitetaan teräspalkki pystyyn, jonka varaan paalujen kovetuttua asennetaan isot poikittaiset teräspalkistot. Poikittaisista teräspalkeista otetaan riipputuenta GEW-tankojen avulla meren pinnan lähelle asennettaviin pitkittäiseen teräspalkistoon, jonka varaan muottien tuenta asennetaan.

Palkistojen valun kovetuttua lasketaan muottien tukipalkistot GEW-tankojen muttereiden avulla. Kun paineet on poistettu muotituksesta, voidaan muotit purkaa ja teräspalkit nostella nosturin avulla apulautoille. Varotoimenpiteeksi muottien purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljyvuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla on oltava käytössä työlautta, jossa nosturi koko työmaan ajan mahdollistamaan raskaiden palkistojen ja raudoitusten nostot. Paalutuskone vaatii jalkalautan paalutukseen. Työmaalla on oltava myös muutama työlautta rakennusammattimiehille sekä yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä pois hakua varten.

Kyseinen tuentatapa on käyttökelpoinen muihin verrattuna, vaikka aikataulusta ei saisikaan kustannussäästöjä. Myöskään vedenpinnantasolla ei ole vaikutusta tuentatavan valintaan näin suuressa kohteessa.

4.3 Pieni laiturin laajennus

Alle 20:n paalun laiturin laajennus, jonka palkistojen alapinta tulee lähelle laivaliikenteen johdosta vaihtelevaa vedenpintaa. Laajennus tulee meren päälle, jolloin vain vanhan laiturin sivulla on työhön vaikuttavia rakenteita. Työmaan aikataulu on tiukka, ja laiturin ennen aikaisesta valmistumisesta on luvassa kustannussäästöjä. Lauttureiden saaminen työmaalle ei aiheuta ongelmia.

Palkistojen muottien tuentaan käytetään henkari- ja vinoissa paaluissa kielekekonsoleita, joiden päällä on hydrauliset säätötasot. Konsolien varsina ovat pulttijatkokset. Tällöin paalut voidaan raudoittaa ja valaa välittömästi paalutuksen jälkeen, ja paalujen betonoinnin kovettuessa voidaan asentaa konsolitasot ja muotituksen tuenta.

Palkistojen valun kovetuttua päästetään muottien tukipalkistot laskemaan hydraulitunkkien avulla. Kun paineet on poistettu muotituksesta, voidaan ne purkaa ja toisioteräspalkit nostella nosturin avulla pois, jonka jälkeen tuentapalkit vedettäisiin kaivurin avulla rannalle. Tuentapalkiston poiston jälkeen rakennusmiehet menevät työlautan avulla poistamaan konsolit ja puristimet. Varotoimenpiteeksi muottien purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljyvuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla riittää Hiab-kuormanosturi mahdollistamaan raskaiden palkistojen ja raudoitusten nostot vanhan laiturin päältä. Paalutuskone vaatii jalkalautan merenpuoleisten paalujen paalutukseen; laiturin viereiset voidaan paaluttaa vanhan laiturin päältä. Työmaalla on oltava myös muutama työlautta rakennusammattimiehille sekä yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä pois hakua varten.

Jos aikataulusta ei ole tiedossa kustannussäästöjä, voidaan konsoleina käyttää myös pulttikiinnitteisiä konsoleita, jotka olisi asennettava ennen paaluvalua. Vedenpinnan korkeudella ei ole vaikutusta tuentatavan valintaan tässä kohteessa. Jos lauttureiden saamisen kanssa tulee ongelmia, voidaan miettiä mahdollisuutta käyttää hyväksi elementtejä ja kuorilaattoja rakentamisessa.

4.4 Suuri laiturin laajennus

Yli 40:n paalun laiturin laajennus, jonka palkiston alapinta ei tule lähelle vedenpintaa. Laajennus tulee meren päälle, jolloin vain vanhan laiturin sivulla on työhön vaikuttavia rakenteita. Työmaan aikataulu on tiukka, ja laiturin ennenaikaisesta valmistumisesta on luvassa kustannussäästöjä. Lauttureiden saaminen työmaalle ei aiheuta ongelmia.

Palkistojen muottien tuentaan käytetään tehtaalla jääsuojaputkiin hitsattavia konsoleita, joiden päälle asennetaan paalujen valun jälkeen kiilapakat. Tällöin paalut voidaan raudoittaa ja valaa välittömästi paalutuksen jälkeen. Paalujen kovetuttua nostetaan tukipalkistot ja rakennetaan muotitukset konsolien varaan.

Palkistojen valun kovetuttua päästetään muottien tukipalkistot laskemaan niin, että rakennusapumies tai sukeltaja käy löysentämässä jokaisen konsolin kiilapakan. Kun paineet on poistettu muotituksesta, voidaan muotit purkaa ja tukipalkit nostella nosturin avulla pois. Tuentapalkiston poiston jälkeen rakennusammattimiehet menevät työlautan avulla poistamaan konsolit ja puristimet. Varotoimenpiteeksi muottien purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljyvuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla on oltava käytössä työlautta, jossa nosturi koko työmaan ajan mahdollistamaan raskaiden palkistojen ja raudoitusten nostot. Paalutuskone vaatii jalkalautan paalujen paalutukseen ja mahdollisesti myös apulautan paalujen kuljettamiseen. Tätä voidaan käyttää myös palkkien ja muun tavaran kuljetuksessa. Työmaalla on oltava myös muutamia työlauttoja rakennusammattimiehille sekä vähintään yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä poishakua varten.

Kyseinen tuentatapa olisi käyttökelpoinen muihin verrattuna, vaikka aikataulusta ei saisikaan kustannussäästöjä. Vedenpinnan korkeudella ei ole vaikutusta tuentatavan valintaan tässä kohteessa. Riipputuennan käyttö on mahdollinen lu-

vun 3.2 mukaan varsinkin, jos konsolien hitsaaminen jääsuojaputkiin korottaa liikaa jääsuojaputkien hintaa tai valmistusaikaa.

4.5 Viivytyksiä jalaslautan saamisen kanssa

Noin 20:n paalun laiturin laajennus, jonka palkiston alapinta tulee lähelle laivaliikenteen johdosta vaihtelevaa vedenpintaa. Laajennus tulee meren päälle, jolloin vain vanhan laiturin sivulla on työhön vaikuttavia rakenteita. Työmaan aika-taulu on tiukka, ja laiturin ennenaikaisesta valmistumisesta on luvassa kustannussäästöjä. Lauttureiden saamisessa työmaalle on tiedossa viivästyksiä.

Työmaan aloittamista valmistellessa on tullut tietoon, että lautturin jalaslautta on mennyt epäkuntoon ja korjauksessa kestää noin kuukausi. Työt on alun perin suunniteltu aloitettavaksi heti paalutuksella, mutta koska paalutus voidaan aloittaa vasta kuukauden päästä, aloitetaan työmaa toisiopalkkien elementtien teollalla.

Kun toisiopalkit tehdään elementteinä paikan päällä maata vasten, säästytään turhalta odottamiselta tiukasti aikataulutetulla työmaalla. Valettaessa elementit etukäteen kohteen mittojen mukaan on otettava huomioon riittävä aika ennen kuin elementtejä voidaan alkaa nostaa paikalleen valun jälkeen niiden riittävän lujuuden varmistamiseksi. Täytyy on myös varmistaa, että elementteihin tulee riittävät jatkospituudet raudoitukseen kohteen mittojen mukaisesti. Koska käytetään elementtejä muottien tukemiseen, on järkevintä käyttää tehtaalla valmiiksi muokattua jääsuojaputkia niiden paikalleen tukemiseksi.

Kun paalut on saatu paikalleen ja niiden valu on saavuttanut riittävän lujuuden, nostetaan elementit muokattujen jääsuojaputkien varaan nosturilla lautalta käsin. Toinen nosturi kannattaa hankkia maalle nostamaan elementtejä apulautalle, joka kuljettaa ne lähemmäksi nostopaikkaa. Elementtien ollessa paikoillaan otetaan niiden päältä tuenta riipputuennan tapaisesti teräspalkeilla, joista roikotettujen GEW-tankojen ja teräspalkkien avulla tuetaan ensiöpalkkien muottientuenta.

Teräsbetonipalkistojen saavutettua tarvittavan lujuuden puretaan riipputuenta lautalla olevaa nosturia apuna käyttäen. Purettaessa ei tarvitse varata aikaa konsolien poistoon, koska palkkien tuennassa käytettiin hyväksi paikalleen jääviä jääsuojaputkia. Varotoimenpiteeksi muottien purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljypuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla on oltava käytössä työlautta, jossa nosturi mahdollistamaan raskaiden palkistojen elementtien ja raudoitusten nostot sekä aikataulusta riippuen myös toinen nosturi elementtien nostovaiheessa rannalla. Paalutuskone vaatii jalkalautan paalujen paalutukseen ja mahdollisesti myös apulautan paalujen kuljettamiseen. Työmaalla on oltava myös muutamia työlauttoja rakennusammattimiehille sekä vähintään yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä poishakua varten.

Veden pinnan korkeudella ei vaikutusta tuentatavan valintaan tässä kohteessa. Jos jääsuojaputket ovat jo ehtineet saapua työmaalle ennen kuin muuttuneista suunnitelmista on ehditty ilmoittaa, voidaan tuenta toteuttaa myös niihin maalla oikeaan korkoon hitsattavien konsolien avulla.

4.6 Laiturin peruskorjaus ja vahvistus

Vanhan teräsbetonisen paalulaiturin peruskorjaaminen ja vahvistaminen vastaamaan lisääntyviä kuljetusmääriä. Laiturissa on noin 40 hyväkuntoista paalua, ja siitä uusitaan kansi ja vahvistetaan olevia palkistoja. Uusitun palkiston alapinta tulee lähelle laivaliikenteen johdosta vaihtelevaa vedenpintaa. Nostot voidaan toteuttaa maista tai vanhojen rakenteiden on päältä. Työmaan aikataulu on tiukka, ja laiturin ennen aikaisesta valmistumisesta luvassa kustannussäästöjä.

Korjattaessa vanhaa rakennetta on tuentatapa hyvin tapauskohtaista. Jos kyseessä on toiminnassa olevan laiturin vahvistaminen ja peruskorjaaminen vastaamaan lisääntyneitä kuljetusmääriä, on usein syytä olettaa, että jo olemassa oleva palkisto kestää tulevan palkiston valun aiheuttamat rasitukset. Tällaisessa kohteessa onkin järkevintä purkaa ensin uusittava kansi pois tai tehdä riittävästi

kulkuaukkoja, jonka jälkeen vanhat palkistot piikataan valukuntoon, niin että työlautta on aina piikattavan kohteen alapuolella. Piikkauksen jälkeen otetaan riiputustuenta olevista palkeista ja tehdään korjausvalun muotitus niiden varaan.

Palkistojen korjausvalun saavutettua riittävän lujuutensa poistetaan paineet tukipalkistoista ja puretaan muotit maalla olevaa nosturia apuna käyttäen. Varotoimenpiteeksi muottien purun ajaksi voidaan asentaa esimerkiksi öljypuomi purettavan alueen ympärille vähentämään ajelehtivan muottimateriaalin joutumista väylälle.

Työmaalla riittää Hiab -kuormanosturi mahdollistamaan raskaiden palkistojen ja raudoitusten nostot vanhan laiturin tukirakenteiden tai kantavan maan päältä. Työmaalla on oltava myös muutama työlautta rakennusammattimiehille sekä yksi vene pelastamistoimia ja mahdollisesti kelluvien rakennusjätteiden väylältä pois hakua varten.

Vedenpinnan korkeudella tai aikataululla ei ole vaikutusta tuentatavan valintaa, sillä joka tapauksessa valittu työtapa on kustannustehokkain. Vanhoja rakenteita tuennassa hyväksi käyttäen ei myöskään ole tarvetta nosturilliselle työlautalle.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuentatavan valinta on laiturinpalkistoja valettaessa erittäin tärkeää. Oikealla tuentatavalla voidaan säästää huomattava määrä aikaa ja parantaa työturvallisuutta. Sen valinta olisikin otettava huomioon jo tarjousvaiheessa, jotta työn aikataulu ja tarvittavat resurssit olisivat tiedossa heti työtä aloitettaessa. Erityisen tärkeää on tuentatavan uudelleen käytön mahdollisuus, joka vähentää tulevien työmaiden kuluja ja valmistautumiseen tarvittavaa aikaa.

Tuentatavoista pienemmille työmaille ylitse muiden nousi kiilavartinen konsolien helpon uudelleenkäytön, korkeuden säädön ja muokattavuuden johdosta. Kiilavartinen konsoli voidaan kiinnittää paaluun joko yhdellä läpipaaluunpultilla tai pulttijatkoksen avulla kielekekonsolin tapaisesti, ja silti se säilyttää täysin uudelleenkäyttöarvonsa. Kiilavartiselle konsolille riittää huolloksi vain käytön jälkeinen rasvaus, ja näin ollen se onkin erittäin pitkäikäinen ja hyvä hätävara myös isompien työmaiden käynnistystä ajatellen.

Suurille työmaille ehdottomasti paras vaihtoehto on riippuuenta. Se ei vaadi minkäänlaista huoltoa ja on erittäin nopea asentaa sekä sen korkeutta pystyy asentamisen jälkeen säätämään. Se on myös erittäin helppo uudelleenkäyttää, sillä siinä täytyy uusia vain valun sekaan jäävä pystypalkki. Sitä pystyy käyttämään myös laiturien korjausrakentamisessa sekä mahdollisesti yhdessä elementtirakenteiden kanssa.

Vaikka hitsattavia konsoleita käytetään yleisesti laiturien palkistojen muottien tukemiseen, ovat ne erittäin huono vaihtoehto siihen. Niiden asentaminen ja poisto ovat hyvin riippuvaisia vedenpinnan korkeudesta sekä vaativat huomattavan määrän aikaa ja resursseja. Niiden hankalan poistamisen johdosta niitä näkeekin usein jätettyinä paikoilleen, jolloin ne myös lisäävät jään aiheuttamia voimia paaluihin.

Kun on päädytty hankkimaan jokin uudelleenkäytettävä tuentatapa muottien tukemiseen, tulee ottaa huomioon myös niiden tarvitsema säilytystila. Niitä tilattaessa onkin hyvä tilata myös kuljetusteline, jossa konsolit pysyvät tukevasti

kuljetuksen ja säilytyksen aikana. Tukikohtaan on myös osoitettava selvä paikka erityyppisille konsoleille, jotta ne myös tulevat uudelleenkäyttöön.

Elementtirakenteiden käyttö laituripalkistojen rakentamisessa vaatii vielä lisäselvityksiä ja käytännön kokemusta työmailta. Ne saattavat hyvinkin syrjäyttää perinteisemmät tuentatavat muottipalkistoissa niiden aikataulun joustavuuden, muottien uudelleenkäytön ja tarvittavien resurssien laskennan helppouden johdosta. Varsinkin elementtirakenteisten toisiopalkkien ja kuorilaattojen käytöllä voidaan saada suuria etuja verrattuna perinteisiin paikallaan valettuihin palkkeihin.

LÄHTEET

Destia Oy. 2014. Tilinpäätöstiedote 2013. Viitattu 31.3.2014
<http://www.destia.fi/fi/yritys/taloudellinen-informaatio/osavuositarkastukset-ja-tilinpaatostiedotteet.html>.

Logistiikan maailma 2013. Satama. Viitattu 15.5.2014
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/satama>.

RIL 236-2006. Satamalaiturien kunnon hallinta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry.

Liikennevirasto 2013. Taitorakenteiden tarkastusohje. Viitattu 15.5.2014
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf

Trafi.fi, 2014. Viitattu 28.2.2014
http://www.trafi.fi/merenkulku/turva-asiat_isps_ja_ism/sataman_turva-asiat_2

Tuentatapojen vertailu

Konsolityyppi	Asemus vedonpinnan lähtevyyllä	Asemus ilman vedonpinnan vaikutusta	Mahdollista asentaa vinopaaluhin	Korkeuden säätö asennuksen jälkeensä	Sovellisuus suurin kohteisiin	Sovellisuus pienten kohteisiin	Aikatauluilmoitukseksi	Purkaminen	Kertakäyttö	Huollon laajuus	Uudelleen käyttö
Hitsattava	1	4	5	0	2 (5)	5	2	1	5	5	1
1 putkilla kiinnitettävä	4	4	3	0	1	5	3	3	4	4	4
2 putkilla kiinnitettävä	1	3	4	0	1	5	2	2	4	4	4
Henkäriripustettava	4	4	1	0	3	5	4	4	4	3	3
Kieleke-ripustettava	3	3	5	0	3	5	4	4	4	3	3
Kierretankovartinen	RKT	RKT	RKT	4	1	5	RKT	4	2	3	4
Sokainen	RKT	RKT	RKT	0	2	5	RKT	3	3	3	4
Kiilavartinen	RKT	RKT	RKT	5	2	5	RKT	4	3	3	4
Riippuva	5	5	5	5	5	3	4	5	2	5	4
Tokio elementtinen	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	2
Elementtinen	3	3	5	5	4	2	5	5	5	5	2
Kuorihaatto	4	4	5	RKT	4	4	4	2	4	5	2

Arvostelu 1-5, 1= Erittäin hyvä, 5= Huono, 0=E: mahdollista ilman lisäaitetta

RKT= Riippuen kiinnitystavasta

E

() = Valmiiksi jääsuojaan kiinnitettynä

Konsolin lisälaite	Asemus	Korkeuden säätö	Purkaminen	Kertakäyttö	Huollon tarve
Kiilapaksa	2	3	2	2	2
Mutteritaso	1	3	1	3	3
Hydraulpuristin	3	3	3	1	1

Arvostelu 1-3, 1= Erittäin hyvä