

Betoni veneenrakennuksessa

Tommi Ahlberg, tiedottaja, VTM
Rakennusteollisuus RT
tommi.ahlberg@rakennusteollisuus.fi

Betonilla on paljon veneenrakennukseen sopivia ominaisuuksia ja kilpaileviin materiaaleihin nähden monia etuja. Se on edullinen ja kestävä veneenrakennusmateriaali, sitä on helppo hoitaa ja korjata, eikä se pala. Betoniveneellä on kuitenkin aina riittänyt epäilijöitä, eikä se ikinä ole saavuttanut suuren suomalaisen venekansan suosiota.

Betoniveneiden rakennukseen käytettävä ferrobetoni on teräs- ja verkkolaminoitua betonia. Suomessa ei ferrobetoni-termiä yleisesti käytetä, vaan puhutaan esimerkiksi verkolla sidotusta rappauksesta. Tuttu kanaverkolla toteutettu seinärappaus on juuri tällainen rakenne. Maailmalla käytetään menetelmästä yleensä termiä ferrosementti.

Ferrobetonilla saadaan ohut kuori

Ferrobetonilla saadaan ohut, luja ja sitkeä rakenne, joka sopii hyvin veneenrakennukseen. Ferrobetonia kutsutaan myös ohutkuoritekniikaksi. Idea on periaatteessa sama kuin lasikuituveneessä, missä lasikuitumattoa laminoidaan hartsilla. Betoniveneessä lasikuitumaton sijalla käytetään yleensä sinkittyä verkkoa ja sideaineena käytetään hartsin sijasta erikoisbetonia.

Jos rakenteeseen pääsee suolavettä, verkossa oleva sinkki toimii anodina, joka uhrautuu ja estää muuta rakennetta syöpymästä. Tämän vuoksi betonivene ei syövy eikä ruostu. Anodien käyttö on veneissä tuttua muuallakin, niitä kiinnitetään pohjaan estämään esimerkiksi vetolaitetta, peräsinä tai läpivientien metalliosia syöpymästä.

Toinen betoniveneen rakennetta suojaava aine on kalkki, joka lähtee vauriotilanteissa liikkeelle. Suomessa rakennettavissa betoniveneissä verkkona käytetään yleensä paksun sinkkikerroksen omaavaa minkkiverkkoa. Sen käyttöön päädyttiin erilaisten verkkomateriaalien pitkien kokeilujen tuloksena.

Betoniveneen rakenteissa oleva sinkki ei koskaan ehdi kulua loppuun, sillä verkkoa on monta kerrosta päällekkäin. Kymmenmetrisessä veneessä on tyypillisesti kahdeksan verkkoa päällekkäin sidottuna, pienessäkin veneessä neljä. Verkko tekee rakenteesta samalla lujan, suurenkin veneen runko voidaan rakentaa kokonaan ilman veneissä tyypillisiä tukikaaria.

Resepti laboratoriokokeilla

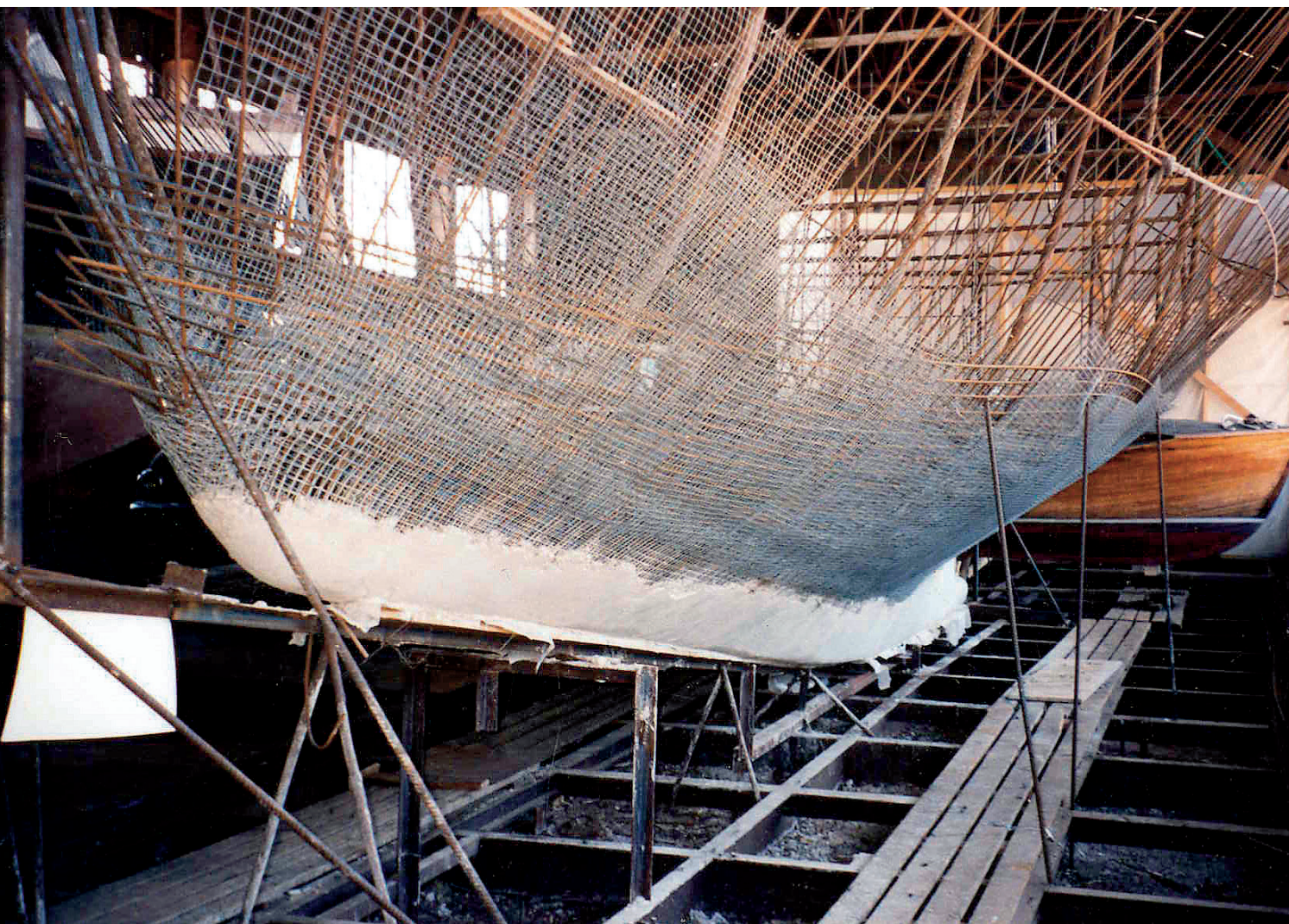
Betoniveneen laminointiin käytettävän erikoisbetonin omana runkoaineena käytetään kvartsia. Seokseen käytetään neljää eri kvartsikokoa sekä kvartsijauhoa, jota siihen tulee 17 prosenttia. Tuloksena on sitkas, vahamainen massa. Veden ja sementin suhde on 1:4 eli massa on maakuivaa.

Veneenrakennuksessa massaan ei voi käyttää perussementtiä. Paras tulos on saatu käyttämällä hitaasti kovettuvaa, Kolarissa aikanaan valmistettua LH-sementtiä. Tämä alhaislämpösementti sopi hyvin ohuisiin rakenteisiin, ei halkeillut ja kesti suolavettä. LH-sementtiä ei enää kuitenkaan ole ollut pitkään aikaan saatavilla, ja sen tilalla on käytetty masuunisementtiä.

Oikeiden veneenrakennusmenetelmien löytämistä edelsi suuri joukko kokeita. VTT:n silloisessa betoni- ja silikalaboratoriossa testattiin 13 erilaisen massan soveltuvuutta veneenrakennukseen jo vuonna 1970 professori *Asko Sarjan* ja tekniikan lisensiaatti *Heikki Kaitilan* toimesta. Massojen joukosta löytyi sopiva seossuhde, jota on sen jälkeen käytetty maamme kaikkien betoniveneiden valmistuksessa. 80-luvulla

1 Kivestä voi rakentaa myös veneitä. 85 jalkaa pitkä betonifregatti Kulkuri tehtiin alun perin charter-veneeksi Väli-Amerikkaan. Vuonna 1991 valmistuessaan Kaarinassa sen keula oli pidempi, sitä lyhennettiin Väli-Amerikan charter-säästösten vuoksi. Veneen sisusta on tehty Venezuelassa ja vene on kokenut maailman merillä monia seikkailuja. Kulkuri on 26 metrin pituudellaan tiettävästi suurin betonivene Euroopassa. Se palasi Suomeen vuonna 2001 ja suorittaa nyt tilauspurjehduksia Helsingissä.





Aukeaman kuvat: Jouko Heikola

2



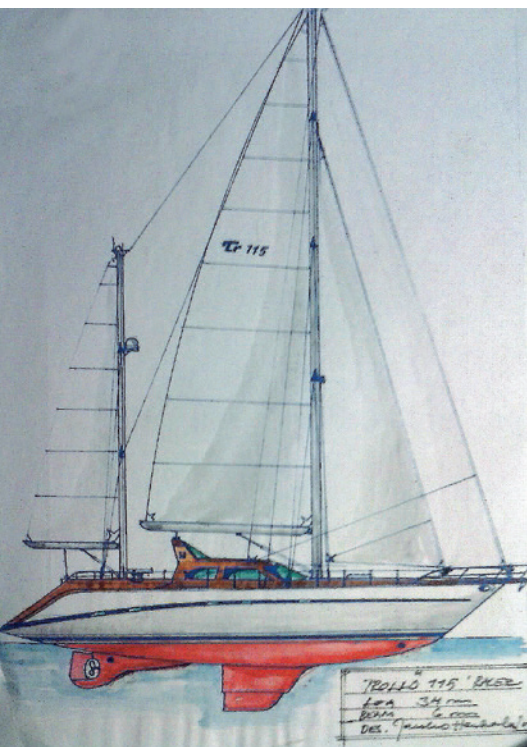
3

2 Tältä näyttää betoniveneen rakentaminen. Veneen valamisen voi tehdä vaiheittain. Kuvassa ferrobetoninen Trollö 34 moottoripursi valettiin vaiheittain Reposaaren Perinnevenetelakalla vuonna 2004.

3 Kosterin perän raudoitusta. Betoniveneen perä ja keula voidaan tehdä eri vaiheessa muun rungon kanssa. Kuvassa Trollö 34 Kosterin perän raudoitusta.

4 Jouko Heikola on suunnitellut useita betoniveneitä. Kuvassa Trollö 115 veneen suunnitelma.

5 Runko ja kansi valmiina. Monet betoniveneet on myyty runkovaaliina. Kuvassa ferrobetoninen Trollö 34 Reposaaren Perinnevenetelakalla.



4



5

betoniveneitä valmistava Trollö-yachts teetti Partekin laboratoriossa materiaalin pakkas-suola-, taivutusvetolujuus-, vesitiiviys-, rapautumis- ja iskukokeita. Testit herättivät aikanaan ihmetystä, sillä ferrobetoni kesti rapautumista todella hyvin. Nyt siitä on saatu myös käytännön todisteet 40 vuoden ajalta.

Helppo rakentaa

Suurenkin betoniveneen rakentaminen onnistuu melko vaatimattomissa olosuhteissa.

Rakentamisessa voidaan käyttää rautakaaria apuna, joiden avulla vene saa muotonsa. Kun köli on valettu ja kyljet verkotettu, on valaminen sen jälkeen joustavaa. Keula ja perä voidaan liittää runkoon vasta myöhemmin ja ne voidaan muotoilla harjateräksellä.

Rakentaminen poikkeaa muusta veneenrakennuksesta. Vene voidaan tehdä vaiheittain, vaikka toinen laita ensin ja jättää toinen laita auki. Avointa puolta voidaan käyttää kulkemiseen ja sitä kautta voidaan tehdä kaikki veneen sisäasennukset ja -rakentaminen, koska runko ei väännä. Aukko suljetaan vasta aivan viimeisenä työvaiheena.

Betoni voidaan valaa verkotukseen käsipellillä, mutta helpompaa on pursottaa se korkeapainepumpulla. Ferrobetonikuoren paksuus vaihtelee kymmenestä kolmeenkymmeneen millimetriin veneen koosta riippuen. Jollassa paksuus on noin viiden millimetrin luokkaa. Apuna olleet kaaret raksitaan lopuksi pois ja ne voidaan käyttää seuraavan veneen rakentamisessa. Vasta yli 50 jalkaisessa betoniveneessä

tarvitaan kaaria vahvikkeina. Menetelmää on kehitetty Suomessa, ja maastamme löytyykin tiittävästi maailman suurimmat kaarettomat betoniveneet.

Betonista voidaan rakentaa myös veneen kaikki laipiot, sisusta ja tankit. Ja tietenkin kansirakenteet.

Betoniveneen valmistuksen heikoin lenkki löytyy sen käsityövaltaisuudesta. Teräsvetkot pitää sitoa kiinni toisiinsa, ja kymmenmetrisen veneen verkoissa on noin 50 000 silmää sidottavana. Tämän takia betoniveneen rakentamiseen on kehitetty erilaisia muottitekniikoita. Jollia tehtiin säädettyä teräsmuotilla Suomessa jo 1970-luvulla. Vetkot oli kiristetty muotin reunojen yli, ja niitä sitovat hakaset voitiin ampu suoraan kiinni. Erilaisia kova- ja putkimuotteja ja kuperamuottitekniikka on sovellettu betoniveneen rakentamiseen.

Yksi betonivenerakentajan haaste on pinnan saaminen halutunlaiseksi. Uudessa-Seelannissa betoni on suosittu veneenrakennusaine, siellä ulkopinta jätetään yleensä kokonaan maalaimmatta. Paljas betoni injektoiduu vedessä itsensä. Meillä betoniveneistä on haluttu usein lasikuituveneiden näköisiä, jolloin pinta on käsitelty usein epoksilla. Pinnoittaminen on vaativa työ. Jos pinta ei hengitä, ei sen sisään saa tekovaiheessa jäädä kosteutta.

Ennakkoluulot säilyneet

Betoni mielletään raskaaksi materiaaliksi, mutta betoniveneet tehdäänkin ohutkuoritekniikalla. Sen neliöpainoa voidaan verrata

jopa alumiiniin. Mitä suuremmasta veneestä on kyse, sitä vähemmän merkitystä rakennusmateriaalin valinnalla on. 30 tonnia painavassa betoniveneessä rungon osuus on vain vähän yli viisi tonnia. Saman verran painaa sisusta tai kölipaino. Betonista on tehty myös jollia, 5 millimetrin laipaksuudella jolla painaa 60 kiloa.

Betoniveneen pakkasenkestävyyttä on testattu myös käytännössä pitämällä testiveinettä 16 talvea peräkkäin jäissä. Rankka testi ei tuottanut vaurioita ja 48 jalkainen moottoripursi on edelleen normaalissa huvivenekäytössä. Oikein tehty ferrobetonirakenne ei sisällä vettä kuin kolmesta viiteen prosenttia, merkittävästi normaalia betonaa vähemmän. Sen silikapitoisuus on suuri ja mahdolliset hiushalkeamat mikrohalkeamia, joiden läpi vesi ei pääse tunkeutumaan.

Ohutkuoritekniikka herättää paljon ennakkoluuloja, vaikka sen käytöllä on pidempi historia kuin monella muulla tekniikalla. Euroopassa on tehty siitä veneitä 1840-luvulta lähtien, ja Kiinassa sen historia ulottuu vielä huomattavasti paljon kauemmaksi.

Lisätietoa:

Juttua varten on haastateltu Suomen tunnetuinta betonivenerakentajaa insinööri Jouko Heikola. Tietoa ferrobetoniveneistä löytyy myös osoitteista www.ferroboats.com ja www.ferrocement.com



Matti Juutilaisen kuva-arkisto

Tommi Ahlberg

6

6 Betonista tehtyä venettä ei erota muista materiaaleista. Suomessa monet ovat halunneet päällystää betonipinnan epoksimaalilla ulkonäkösyistä, vaikka se ei muuten ole mitenkään välttämätöntä. Kuvassa porilainen Matti Juutilainen uudessa Trollö 30-ferrobetonipurressaan vuonna 1996.

7 Finnrist 70 edustaa betoniveneiden toista ääripäätä, mutta ferrobetonista voidaan tehdä myös vaikka jollia. Yleensä betoniveneiden koko on ollut 10 metrin molemmin puolin. Kuvassa ferrobetonijollia Tahkoluodossa vuonna 2011.



7

Concrete in boat building

Concrete is an economical and durable material for boat building, easy to maintain and repair, and non-flammable.

People tend to think that concrete is a heavy material, but in boat building concrete is used utilising the thin-shell technique. The larger the boat, the less the choice of the building material matters. In a concrete boat weighing 30 tons, the hull only accounts for a little more than five tons.

More than 1 500 concrete boats have been built in Finland using the thin-shell technique, ranging from small dinghies to large yachts. Concrete boats have proven in practice that concrete is just as durable as a boat building material as was suggested by the tests carried out in the 1980's.

The ferroconcrete used to build concrete boats is concrete reinforced with steel bars and mesh. Ferroconcrete produces a thin, durable and tough structure that is well suited to boat-building. The idea is in principle the same as in fibreglass boats built using a fibreglass mat laminated with resin. In a concrete boat, the fibreglass mat is replaced by a galvanised steel mesh, and instead of resin, special concrete is used as binder.

If saline water gains access into the structure, the zinc of the galvanised steel mesh acts as an anode that sacrifices itself to prevent corrosion from attacking the rest of the construction. A concrete boat will not rust. Another substance that protects the concrete boat structurally is

lime which comes into action if the structure is damaged.

Quite a large concrete boat can be built in rather modest conditions. The building process can also be divided into stages. The pouring of concrete can be done manually, but a high-pressure pump will make the process easier.

The thickness of the ferroconcrete shell varies between ten and thirty millimetres, depending on the size of the boat. For dinghies, the five-millimetre thickness is enough. Reinforcing ribs are not needed unless the concrete boat is more than fifty feet long. The method has been developed in Finland, and indeed, as far as is known, the largest ribless concrete boats in the world are found in Finland.