Puuveneen entisöinti ja korjaus

Puuveneen kunnon ylläpito, ulkonäön parantaminen, huolto ja käyttöiän pidentäminen.
Käyttöopas WEST SYSTEM epoksin käyttäjälle.

Sisältö

Johdanto

Korjaustarpeen ja entisöinnin arvioiminen. WEST SYSTEM epoksin käyttömahdollisuudet puuveneen korjauksessa

Veneen kunnon arviointi ja tarkastus

Rakenteen lujuuden ja kuivalahon tuhojen arviointi.
Valmistautuminen työhön

Epoksin käyttötavat

WEST SYSTEM tuotteiden turvallinen ja tehokas käyttö

Lahovaurioiden korjaaminen

Pienten kuivalahovaurioiden korjaaminen

Rungon rakenneosien korjaaminen

Runkokaarien, kansipalkkien, keulapuun, pallelautojen ja kölipuun korjaus tai uuden asentaminen.

Rungon ja kannen laudoituksen korjaaminen

Tasa- tai limisaumatun, vanerirakenteisen tai ristiinlaminoidun rungon korjaus.

Helojen ja kansilaitteiden kiinnitys

Kansilaitteiden asentaminen epoksilla. Kansilaitteiden kuormituskyvyn parantaminen ja kannen kiinnityskohtien vuotojen vähentäminen.

Epoksin pinnoitteet (maalit, lakat) ja huolto

UV-suojaus, epoksin pinnoittaminen ja huolto.

LIITE A Epoksin riittoisuus, WEST SYSTEM epoksin osto-opas
LIITE B Tietoja puulaaduista
LIITE C Tässä oppaassa käytetyt omatekoiset ja valmiit työkalut
LIITE D Lisälukemista

Puuveneen entisöinti ja korjaus

Puuveneen kunnon ylläpito, ulkonäön parantaminen, huolto ja käyttöiän pidentäminen. Käyttöopas WEST SYSTEM epoksin käyttäjälle.

Kiitän seuraavia epoksin kanssa työskenteleviä alan ammattilaisia, joiden avulla kirja saatiin luettavaan, joskaan ei ehkä täysin virheettömään suomenkieliseen kirjoitusasuun. Kiitokset Ari Kähköselle, Allan Savolaiselle, Johan Ikoselle ja Jukka Hentulle. Ymmärrettävät kohdat ovat heidän ansiotaan ja huonosti ymmärrettävät menevät allekirjoittaneen piikkiin. Suomentaja.

Luettelonumero 002-970 / FIN

Copyright May 2002 by Gougeon Brothers, Inc.
Copyright May 2002 by Wessex Resins & Adhesives Limited
Suomenkielinen versio Bang & Bonsomer Oy.

Kaikki oikeudet pidätetään. Tämän teoksen tai sen osan kopioiminen, esittäminen tai julkaiseminen missä tahansa muodossa on kielletty ilman kustantajan lupaa.

Tässä kirjassa esitetyt tiedot ovat luotettavia julkaisuhetkellä olevan tiedon valossa. Koska Gougeon Brothers, Inc. ei voi tarkalleen valvoa WEST SYSTEM tuotteiden asiakaskäyttöä, emme voi taata niiden myyntikelpoisuutta ja soveltuvuutta jonkin tietyn käyttötarkoituksen suhteen. Gougeon Brothers, Inc. ei vastaa käytössä mahdollisesti aiheutuvista satunnaisista tai välillisistä vahingoista.

WEST SYSTEM ja Gougeon Brothers ovat rekisteröityjä tavaramerkkejä. Microlight ja Episize ovat Gougeon Brothers, Inc., Bay City, Michigan USA:n tavaramerkkejä.

ISBN 1-899347-30-5

(Aiemman painoksen ISBN 1-878207-14-8 julkaisija Gougeon Brothers, Inc. Michigan USA)

SISÄLLYSLUETTELO

Luku 1 Johdanto

1.1 Korjaustarpeen ja entisöinnin arvioiminen 2
1.2 Miksi puuveneen kunto heikkenee? 3
1.3 WEST SYSTEM epoksi puuveneen korjauksessa 4
1.4 Korjauksen ja entisöinnin työvaiheet 5

Luku 2 Veneen kunnon arviointi ja tarkastus

2.1 Veneen rakenteen ymmärtäminen 7
2.2 Vikojen tutkiminen ja paikantaminen 9

Luku 3 Epoksin käyttötavat

3.1 Työturvallisuus 11
3.2 Epoksituotteet 12
3.3 Epoksin käyttö 14
3.4 Perustekniikat 17

Luku 4 Lahovaurioiden korjaaminen

4.1 Kaivertaminen ja täyttö 25
4.2 Epoksilla täyttäminen 26
4.3 Rakenteen lujittaminen 27

Luku 5 Rungon rakenneosien korjaaminen

5.1 Palkkien, kaarien ja keulapuun laminointi 29
5.2 Kaarien irrottaminen ja uusiminen 31
5.3 Vaurioituneen kohdan poistaminen ja korjaaminen 31
5.4 Rinnakkaiskaarien asentaminen 32
5.5 Kaarien liitosten korjaus 32
5.6 Kölisarjan korjaus 33
5.7 Kölin korjaus 35

Luku 6 Rungon ja kannen laudoituksen korjaaminen

6.1 Tasasaumattu runko ja rimakansi 37
6.2 Limisaumattu runko 41
6.3 Vaneri 42
6.4 Ristiinlaminoidun rungon korjaaminen 45
6.5 Tiikkikannen (teak) asentaminen 48

Luku 7 Helojen ja kansilaitteiden kiinnitys

7.1 Kiinnittimien liimaus 51
7.2 Metalliosien liimaus 51
7.3 Metalliosien jalustojen valaminen epoksista 52
7.4 Irrotettavat metalliosat 53
7.5 Liimattujen metalliosien irrottaminen 54

Luku 8 Epoksin pinnoitteet (maalit, lakat) ja huolto

8.1 Auringonvalo ja pinnoitteet 55
8.2 Viimeistelyepoksikerrosten levittäminen pintaan 56
8.3 Kirkkaan lakkakerroksen levittäminen 57
8.4 Maalaus 58
8.5 Kolhujen ja halkeamien korjaaminen 58
8.6 Ilmanvaihto 58
LIITE A 59
LIITE B 60
LIITE C 62
LIITE D 63

Luku 1
Johdanto

Veneenrakennus on muuttunut ratkaisevasti viime vuosikymmeninä epoksin ansiosta. Puu on taas arvossaan ensisijaisena rakennusmateriaalina. Monet nopeimmista ja kestävimmistä purje- ja moottoriveneistä tehdään nykyisin puusta. Puu-epoksirakenteiden käyttö on tehnyt puuveneistä jälleen suosittuja, ja samoja menetelmiä voidaan soveltaa myös vanhojen veneiden kunnostuksessa. PUUVENEEN ENTISÖINTI JA KORJAUS esittelee näitä menettelytapoja pohjautuen Gougeon Brothers -yhtiöiden tutkimuksiin ja laajaan kokemukseen sekä lukuisten veneenrakentajien omiin kokemuksiin. Opas ei tarjoa helppoja ja halpoja ratkaisuja, sillä sellaisista on harvoin hyötyä veneenrakennuksessa. Sen sijaan opas antaa luotettavaa ja perusteellista tietoa korjauksesta ja entisöinnistä, lähtien knaapin kiinnityksestä lähes koko aluksen uudelleenrakentamiseen.
Wessex Resins -tehtaan tekniset asiantuntijat ovat vuosia saaneet vastata asiakkaiden veneongelmia koskeviin tiedusteluihin. He kehottavat veneenomistajaa pohtimaan seuraavia kysymyksiä oman veneensä kohdalta:
Minkälainen veneen rakenne on ?
Missä kunnossa vene on ?
Minkälaisia tuloksia halutaan? Nopea pintakäsittely vai perinpohjainen entisöinti vaiko jotain siltä väliltä?
Onko työ ajallisesti ja taloudellisesti mahdollista?
Onko puu-epoksiyhdistelmä paras ratkaisu ongelmaan?
Miten puu-epoksi rakenteita voidaan tehokkaimmin hyödyntää korjauksessa?
Pyrimme tarjoamaan asiakkaalle sopivan toimintasuunnitelman ja opastamaan WEST SYSTEM tuotteiden käytössä. Joihinkin edellä mainittuihin kysymyksiin on helppo vastata: Minkälainen vene on rakenteeltaan? Mikä on ensi sijainen ongelma, joka täytyy korjata? Toisiin kysymyksiin on vaikeampi vastata: Kuinka paljon aikaa ja rahaa veneen korjaukseen halutaan sijoittaa? Luonnollisestikin mitä suurempi vene, mitä huonompi kunto, mitä perinpohjaisempi entisöinti sitä tärkeämmäksi tulee ottaa huomioon rahalliset ja ajalliset resurssit. PUUVENEEN ENTISÖINTI JA KORJAUS -kirjan tarkoituksena on auttaa vastaamaan ylläoleviin kysymyksiin. Harkitse tarkoin ennen kuin ryhdyt korjaustöihin. Vastaa jokaiseen kysymykseen ja selaile opasta ennen kuin päätät aloittaa varsinaisen korjaus- tai kunnostustyön tai ennenkuin päätät ostaa jonkun tietyn korjauksen tarpeessa olevan puuveneen.

PUUVENEEN ENTISÖINTI JA KORJAUS -oppaassa tutustutaan korjausprosessiin vaiheittain. Luvussa 1.0 käsitellään korjaustarpeen arviointia, käydään läpi puuveneen tyypilliset ongelmat sekä esitellään epoksin käyttömahdollisuuksia korjauksessa.
Luku 2.0 auttaa arvioimaan veneen rakenteiden kuntoa ja etsimään tyypilliset vahingoittuneet alueet.
Luvussa 3.0 kerrotaan perustekniikat, miten WEST SYSTEM epoksituotteet soveltuvat pintakäsittelyyn, liimaukseen, laminointiin, lasikuitulujitteiden kiinnittämiseen, pinnan tasoittamiseen ja viimeistelyyn.
Luvut 4.0, 5.0, 6.0 ja 7.0 sisältävät yleisimpien korjausten yksityiskohtaiset kuvaukset.
Luvussa 8.0 käsitellään UV -suojausta sekä puuveneen viimeistelyä ja kunnossapitoa.
Seuraamalla PUUVENEEN ENTISÖINTI JA KORJAUS oppaan ohjeita harrastelijakin

pystyy hyvin korjaamaan veneen toimintakuntoon, estämään puun vääntymistä ja suojaamaan kosteushaitoilta. WEST SYSTEM epoksituotteilla saadaan aikaan perusteellista ja kestävää korjausjälkeä puuveneisiin ja muihin puurakennelmiin.

1.1 Korjaustarpeen ja entisöinnin arvioiminen

Tämä opas pyrkii tarjoamaan harrastelijallekin sopivia käytännön ratkaisuja puuveneiden rakenneongelmiin. Ennen laajempaan korjaushankkeeseen ryhtymistä on kuitenkin syytä päättää korjausmenetelmistä sekä tarkoin arvioida työn vaatima aika ja kustannukset.

1.1.1 Korjaus vai entisöinti?

Suunnitteluvaiheessa on selvitettävä halutaanko vene täydellisesti entisöidä parhaaseen mahdolliseen toimintakuntoon ja alkuperäiseen näyttävyyteensä vai onko tarkoituksena suorittaa vain välttämättömimmät pintakorjaukset ja saada vene mahdollisimman nopeasti vesille.

Korjauksella tarkoitetaan mm. seuraavia toimenpiteitä: rikkoontuneiden osien kunnostaminen, törmäyksen tai kosteuden aiheuttamien reikien paikkaaminen, heikkojen kohtien vahvistaminen ja löystyneiden osien kiiinnitys. Jos tarkoituksena on korjauksen suorittaminen, epoksi ei ole ainoa vaihtoehto. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon korjauksen vaikutus veneen yleiseen rakenteeseen. Esimerkiksi laudan kiinnittäminen epoksilla voi aiheuttaa erittäin jäykän kohdan muuten taipuisassa rakenteessa. Joskus on parasta käyttää korjauksissa veneen alkuperäistä rakennustapaa, eikä uutta erilaista liimaustekniikkaa.

Entisöinti merkitsee veneen kunnostamista alkuperäiseen tai sitä parempaan kuntoon. Onnistunut entisöinti vaatii kokonaisnäkemystä ja johdonmukaisuutta rakennustyön toteuttamisessa. Entisöinti on aikaa vievä hanke, joka edellyttää asiaan paneutumista ja huolellista suunnittelua.

On tärkeätä tietää minkä tasoiseen korjaustyöhön on ryhtymässä. Periaatteessa jokainen vene on korjattavissa; käytännössä korjauksen kannattavuus täytyy tarkkaan harkita veneen kunnon, käytettävissä olevan ajan ja kustannusten suhteen. Asiantuntijan arviointiapu saattaa säästää epämiellyttäviltä yllätyksiltä projektin laajuutta arvioitaessa.

1.1.2 Edeltäviä toimenpiteitä

Ennen työn aloittamista tulisi ottaa huomioon seuraavat asiat.

Resurssit
Entisöintiä ei pidä aloittaa romanttisten kuvitelmien vallassa. On varmistettava, että on käytettävissä riittävästi aikaa ja varoja. Entisöintiprojektin eri vaiheiden jakaminen useammalle vuodelle voi olla hyvä ratkaisu ajankäytön sekä kustannusten kannalta.

Veneen historiallinen arvo
Vanhalla veneellä saattaa olla historiallista tai keräilyarvoa, ja nämä asiat kannattaa selvittää ennen korjauksen aloittamista. Historiallisesti arvokkaan veneen täysremontti epoksilla ei välttämättä ole sopivaa.

Veneen kunto
Mitä huonommassa kunnossa vene on, sitä perusteellisemman korjauksen se luonnollisesti vaatii. Vaikka teoriassa minkä tahansa veneen voi kunnostaa, niin käytännössä on ehkä parempi harkita jotain toista venettä, jos vähemmän kuin 60% veneestä on korjauskelpoista.
Aluksen koko
Mitä isompi vene, sitä isommat ovat kunnostustyön ongelmat. Suuremmassa aluksessa kuormat ovat suurempia. Veneen puuosat ovat suhteessa veneen kokoon ja niinpä suuremmasta puun painosta johtuen epoksiliitokset joutuvat suuremmalle rasitukselle, mikä johtaa joskus lujankin liitoksen murtumiseen. Kosteus, lämmön kierto ja käytöstä aiheutuva rasitus voivat aiheuttaa muutoksia ja liikkumista veneen

rakenteissa. Suurissa veneissa saattaa myös olla enemmän paikkoja, joita on vaikeaa tai mahdotonta päästä korjaamaan.

Rakennusmenetelmä
On tärkeätä ymmärtää, miten vene on alunperin rakennettu, jotta osaa arvioida kuinka vaativaa korjaustyö tulee olemaan. Seuraavassa on lueteltu eri rakennustapoja niiden vaikeusasteen mukaan, alkaen yksinkertaisimmasta.

vanerirunkoinen (pyöreä- tai kanttirunkoinen)
rimarunkoinen
laminoitu (kylmä- tai kuumalaminoitu)
limisaumattu
tasasaumattu
ristiinlaudoitettu

Tutustumalla tähän oppaaseen saa käsityksen veneenkorjauksen eri työvaiheista. Luvussa 2 kuvattu perusteellinen veneen rakenteen arviointi on syytä suorittaa huolellisesti. Kannattaa ottaa yhteyttä asiantuntijaan ja keskustella sellaisten ihmisten kanssa, jotka ovat suorittaneet aiemmin kunnostusprojektin realistisen korjaussuunnitelman aikaansaamiseksi. Järkevä työsuunnitelma on onnistuneen korjauksen ja entisöinnin edellytys.

1.2 Miksi puuveneen kunto heikkenee?

Puumateriaalin luonne yhdessä erilaisten vanhojen rakennustapojen kanssa tekee veneestä kauniin, mutta sen ylläpito vaatii paljon vaivaa ja antaumusta. Osittain siinä piilee puun viehätys rakennusmateriaalina. Hoitamattomana puuvene on säiden armoilla ja rapistuu nopeasti. Puusta tehtyjä veneitä on kaiken ikäisiä ja kuntoisia, mutta useimmat kärsivät ainakin jossain määrin kahdesta tyypillisestä viasta.

1.2.1 Lujuuden heikentyminen

Taito, jolla veneenrakentaja yhdistää huolellisesti veistetyt osat liitoksin täydelliseksi kokonaisuudeksi on tärkeä osa puuveneen vetovoimaa. Käytössä veneen jokainen liitos joutuu kuitenkin koko ajan kovalle koetukselle. Jokainen aalto ja maininki liikuttaa veneen runkoa epätasaisesti. Keulaan ja perään kohdistuva aallon paine työntää laitoja erilleen, kun taas keskelle kohdistuva paine työntää laitoja yhteen. Tietyssä kulmassa iskeytyvät aallot saattavat kääntää veneen keulaa yhteen suuntaan ja perää toiseen aiheuttaen vääntymän, joka työntää runkoa ja kantta yhdestä kohtaa eteenpäin ja toisesta kohtaa taaksepäin samanaikaisesti. Veneeseen kohdistuu kuormia myös maihin nostossa, lastia lisättäessä ja purjeveneissä rikin paineesta purjehdittaessa. Puuveneessä tapahtuu siten jatkuvaa puun vääntymistä, venymistä ja taipumista. Liitosten täytyy kestää tämä taipuminen ja säilyttää rakenne vankkana ja vedenpitävänä.
Pieninkin liike kiinnittimen (esim. ruuvi, niitti, puutappi) kohdalla löysentää kiinnitystä ja aiheuttaa suurempaa liitoksen liikkuvuutta. Ajan mittaan jokainen ulkopuolinen löysä liitoskohta voi antaa kosteudelle vapaan kulkutien. Perinteisissä tilkitsemismenetelmissä tilkkeen on tarkoitus joustaa ja tasoittaa eri osien välistä liikettä, mutta vähitellen veneen jatkuva joustaminen kuluttaa ja rikkoo tilkkeet. Ilman säännöllistä huoltoa tilkityt liitokset alkavat vuotaa. Silloin puu liitoksen ympärillä kostuu ja johtaa puun lujuuden heikkenemiseen (ks.liite B), kiinnittimen löystymiseen sekä lisääntyvään liikkuvuuteen ja yhä suurempaan kosteuden läpitunkeutumiseen.

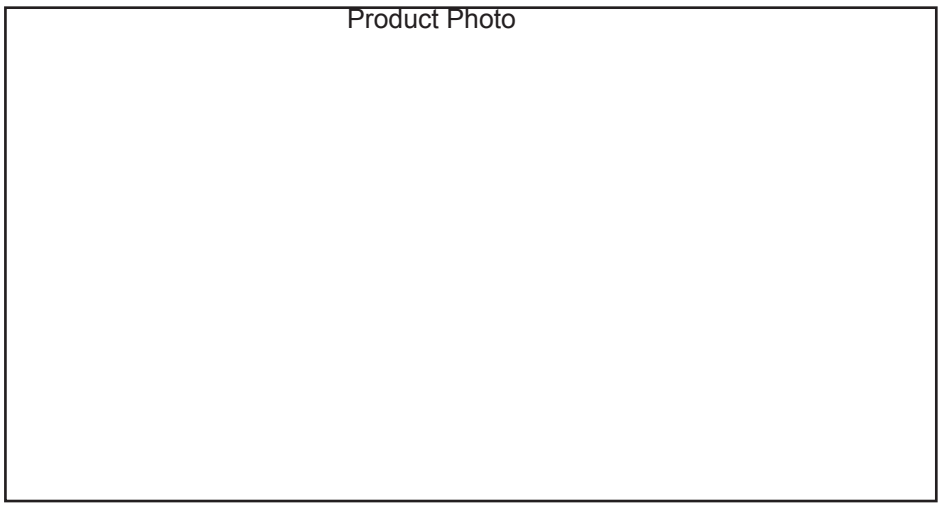
1.2.2 Lahovauriot

Lahoaminen (kuivalaho) on puuveneen toinen tyypillinen harmi. Lahoaminen on biologinen prosessi, jonka aiheuttaa ruskea sienikasvusto, joka käyttää ravinnokseen puukuidussa olevaa selluloosaa. Kuiva laho muuttaa puun väriä, halkaisee syitä ja kutistaa sekä heikentää ratkaisevasti puun rakennetta.
Kuivalaho on harhaanjohtava termi sillä puun täytyy olla kosteaa ennenkuin lahosieni viihtyy siinä. Lahosieni tarvitsee:
Ravintoa - tarpeeksi puukuitua

Kosteutta - puun kosteuspitoisuuden täytyy olla lähes kuidun kyllästymisrajalla (yli 20%)
Happea
Lämpöä - +24 - +30°C on ihanteellinen lämpötila lahosienen kasvulle, mutta se voi olla aktiivinen jo + 10°C alkaen.
Puuveneen monet liitokset ovat lahosienelle ihanteellisia kasvualustoja. Kun puuosa liittyy tiiviisti toiseen ei ilma pääse kiertämään niiden välistä. Jos liitos vuotaa, puun kosteuspitoisuus nousee herkästi kuidun kyllästymistasolle. Löyhä liitos päästää myös riittävästi happea virtaamaan läpi ja mahdollistaa lahokasvun. Puunsuoja-aineilla yritetään estää lahon leviäminen myrkyttämällä sen ravinto, puukuitu. Sillä keinolla onnistutaan vain osittain torjumaan lahoa eikä pystytä ollenkaan parantamaan kosteuden aiheuttamaa puun lujuuden heikentymistä.

1.3 WEST SYSTEM epoksi puuveneen korjauksessa

WEST SYSTEM epoksit soveltuvat hyvin sekä uusien veneiden rakennukseen että vanhojen korjaukseen. Tässä kirjassa esitetyillä tekniikoilla on mahdollisuus saada epoksin käytöstä irti paras hyöty ja säilyttää silti veneen alkuperäinen rakenne.
WEST SYSTEM epoksi on rakenteellinen veneliima, joka tarttuu lujasti puuhun.
Epoksia käytetään uusien kevyiden ja lujatekoisten veneiden valmistuksessa. Liitosten kiinnittäminen epoksilla antaa laajemman liitosalan kuin mekaaniset kiinnitysvälineet, tiivistää liitoksen ja suojelee sitä kosteudelta. WEST SYSTEM epoksilla tehdyt liitokset ovat usein kestävämpiä kuin itse puu. Epoksilla liittäminen vaatii vain vähän puristusvoimaa: niittejä tai ruuveja voi käyttää pitämään liimattavia osia yhdessä kunnes epoksi kovettuu. WEST SYSTEM epoksi on ihanteellinen aine puurakenteiden korjaukseen ja niiden jäykistämiseen.
WEST SYSTEM epoksi on ainutlaatuinen kosteussuoja.
Epoksi estää veden tunkeutumisen puuhun. Tästä kyvystä johtuen nykyiset uudet puuveneet välttyvät lähes täysin laholta. Tietyssä määrin epoksi voi antaa vastaavan suojan myös vanhemmille puuveneille pitäen kosteustason niin alhaisena, että lahosieni ei voi aktivoitua.
WEST SYSTEM epoksi on erinomainen kolojen täyttöaine.
Tämän ominaisuuden vuoksi liimattavien lautojen ei tarvitse sopia aivan täsmälleen toisiinsa, eikä liitoksia tehtäessä tarvitse käyttää kovin paljon puristusvoimaa.
WEST SYSTEM epoksi on monikäyttöinen.
WEST SYSTEM tuoteperhe on täydellinen sarja epoksimateriaaleja lisätarvikkeineen. Ne sopivat useimpiin rakennus- ja korjauskohteisiin. Laajasta valikoimasta löytyy sopiva yhdistelmä niin harrastelijan kuin ammattilaisenkin tarkoituksiin.
WEST SYSTEM epoksi perustuu yli kolmen vuosikymmenen pituiseen kokemukseen.
Gougeon Brothers, Inc. on valmistanut WEST SYSTEM epoksia yli kolmenkymmenen vuoden ajan ja yritys tunnetaan helppokäyttöisten, riittoisien ja kohtuuhintaisten vene-epoksien tuottajana. Monet uudet WEST SYSTEM tuotteilla rakennetut moottori- ja purjeveneet ovat menestyneet kilpailuissa erinomaisesti. Perheveneilyssä WEST SYSTEM epoksi on luotettu nimi kaikkialla maailmassa. Gougeon Brothers, Inc -yhtiöllä on laajaa omaa kokemusta veneiden rakentamisesta, tutkimus- ja testauslaboratoriot sekä asiansa osaava tekninen henkilöstö, joten se voi tarjota WEST SYSTEM tuotteiden käyttäjille todella asiantuntevaa opastusta.
Wessex Resins and Adhesives Limited valmistaa ja markkinoi WEST SYSTEM Brand tuotteita lisenssillä kaikkialla Euroopassa ja pyrkii saavuttamaan saman huippuosaamisen tason kuin Gougeon Brothers.
Wessex Resinsillä on laatusertifiointi ISO 9002 ja AQAP4 Edtn. 2 hyväksyntä tuotantoonsa. Sertifioinnilla varmistetaan, että kaikki yhtiön tuotteet täyttävät vaaditut laatuvaatimukset. Lisäksi Lloyds Register of Shipping on hyväksynyt WEST SYSTEM epoksin erityisesti veneenrakennus-käyttöön.
Wessex Resinsin kokenut tekninen henkilökunta on tiiviissä yhteydessä Gougeon Brothersiin ja on näin selvillä viimeisimmistä WEST SYSTEM tuotteiden kehitysvaiheista.
Suomessa WEST SYSTEM tuotteiden myynnistä ja markkinoinnista vastaa Bang & Bonsomer Oy.



1.4 Korjauksen ja entisöinnin työvaiheet

Kolme keskeistä askelta suunniteltaessa epoksin käyttöä puuveneen korjauksessa tai entisöinnissä:
Liimaamalla lisää lujuutta ja jäykkyyttä
Epoksipinnoituksella kosteussuojaus
Ilmanvaihdolla pitkää ikää

1.4.1 Liimaamalla lisää lujuutta ja jäykkyyttä

Lujuus on keskeisessä roolissa, kun ajatellaan epoksia veneenrakennuksessa. Puun kiinnittäminen ja ympäröiminen epoksilla lisää huomattavasti veneen lujuutta sekä paikallisesti että koko veneen rakenteessa. Kuten edellä mainittiin, alkuperäisen puurakenteen lujuuden heikkeneminen on eräs veneen kunnon huononemisen syy. Epoksikäsittely lisää veneen rakenteen lujuutta ja jäykkyyttä ja on useimmiten erittäin hyödyllistä. Liika lujuus rakenteessa saattaa kuitenkin joskus olla vahingollistakin, mikäli suunnittelussa ei ole otettu huomioon venettä kokonaisuutena ja epoksia on käytetty niin, että rakenteen tasapaino kärsii. Yhden osan lujittaminen ja jäykistäminen epoksilla saattaa siirtää rasitusta muualle rakenteeseen.
Jos suunnittelee veneen yleisparannusta, epoksin yhtenäinen käyttö sekä liimana että kosteussuojana lisää puurakenteen lujuutta ja kestoa. Runkolautojen saumojen uudelleen kiinnittäminen niiden puhdistamisen jälkeen epoksilla on erittäin suositeltavaa.
Jos vene on kohtalaisessa kunnossa ja paikalliset korjaustoimenpiteet tuntuvat riittäviltä, kannattaa ensin tutkia miten korjattava kohde liittyy kokonaisrakenteeseen. Lautojen liitoksien kunnostus, kansiluukun, peräpeilin, runkokaarien, ajohytin katon tai kannen uudelleen rakentaminen ovat tyypillisiä erillisiä korjaustoimenpiteitä. Korjaus täytyy suorittaa jollekin veneen osalle siten, että lisääntynyt jäykkyys korjatussa osassa ei aiheuta lisärasitusta veneen kokonaisrakenteeseen.

1.4.2 Epoksipinnoituksella kosteussuojaus

Kun rakenneosat päällystetään joka puolelta epoksilla, uusi vene tulee tiivistettyä käytännössä sekä sisä- että ulkopuolelta yhtenäisellä kosteudeneristyskerrok sella (kapsulointi). Jokaisen puuosan pinnan päällystäminen ainakin kahdella epoksikerroksella pitää kosteuspitoisuuden pysyvästi ja tasaisesti puun kuitujen kyllästymisrajaa alempana ja lisäksi rakenne säilyttää mittatarkkuutensa (ei paisu tai kutistu). Uutta venettä rakennettaessa eristäminen käy helposti, kun jokainen osa voidaan päällystää epoksilla kätevästi ennen tai jälkeen osan liimaamista rakenteeseen. Erityisen tärkeää on päällystää sellaiset kohdat, joihin myöhemmin ei enää pääse käsiksi.
Vanhaa venettä ei voi tiivistää täydellisesti kosteuden tunkeutumista vastaan ellei kaikkia pintoja, erityisesti liitosten kontaktipintoja, voida käsitellä. Tämä vaatisi jokaisen osan irrottamisen ja uudelleenliimauksen, mikä vaatisi paljon aikaa ja vaivaa.

Jos ei ole mahdollista tiivistää koko venettä, voi etsiä rakenteellisia kokonaisuuksia, jotka voi käsitellä irrottamalla ja liimaamalla osa kerrallaan.
“Voinko päällystää veneen sisäpuolen epoksilla?” on yleisimpiä kysymyksiä. Useimmiten on parempi olla päällystämättä veneen sisäpuolta epoksilla. Jos joitakin vaikeasti tavoitettavia kohtia jää päällystämättä, tiivistys ei ole täydellinen: puurakenne ei ole kapsuloitu epoksilla. Näin ollen epoksi ei muodosta saumatonta suojaavaa kerrosta, ei voida estää liitosten liikkumista eikä kosteuden tunkeutumista liitoksiin. Käsittelemättömiin liitoskohtiin saattaa veden tunkeuduttua ilmestyä lahoa. Niinpä sisätilojen riittävä ilmastointi on usein parempi ratkaisu kuin suorittaa osittainen tiivistys, joka saattaa jättää taskuja kosteudelle. Tavoitteena on sulkea pois ainakin yksi neljästä lahoa ylläpitävästä tekijästä joka tilanteessa. Tässä tapauksessa pidetään puun kosteuspitoisuus tarpeeksi alhaisena lahon estämiseksi. Mikäli vettä ei voida pitää poissa rakenteista, on varmistettava, että se pääsee kulkemaan vapaasti pois eikä jää sisälle.

1.4.3 Ilmanvaihdolla pitkää ikää

Hyvällä ilmanvaihdolla voi pidentää jokaisen veneen ikää. Kaikkia veneitä on huollettava, joko ennakoivasti tai sitten on suoritettava korjaustöitä aika ajoin. Niin puuveneet kuin lasikuitu-, alumiini- tai teräsveneetkin tarvitsevat hyvän ilmanvaihdon. Sisätilojen pitäminen kuivina on parasta ennakoivaa huoltoa ja tekee veneestä myös miellyttävän oloisen. Puhtaat pilssit, sisätilojen avaruus, vesitiiviit kansiluukut ja tehokkaat tuulettimet edistävät kaikki ilmanvaihtoa. Liitteessä D on luettelo kirjoista, joista saa lisätietoa veneen rakennuksesta, varustuksesta ja säilytyksestä.

Luku 2
Veneen kunnon arviointi ja tarkastus

Veneen arvioimiseksi on selvitettävä kaksi perusasiaa, jotka mainittiin luvussa 1:
Millainen on veneen rakenne?
Mikä on veneen kunto?
On helpompi arvioida vaurioita, kun tietää miten vene on rakennettu. Rakenteen tunteminen auttaa myös vaikeammin havaittavien vikojen paikantamisessa ja mikä tärkeämpää, vian veneen kokonaisrakenteeseen aiheuttamien seurausten arvioimisessa. Aluksen kunnon arviointi vaatii perusteellisen tutkimuksen ja usein lisäksi jonkin verran purkamista.

2.1 Veneen rakenteen ymmärtäminen

Veneen rakenteen perusteella voi päätellä missä kunnossa veneen eri rakenneosat ovat ja täyttävätkö ne edelleen alun perin asetetut tehtävät. Useimmissa puuvenetyypeissä rungon tukirakenteet ovat suojakerroksen alla.

2.1.1 Veneen perusrakenne

Puuveneissä on yleensä samanlainen perusrakenne, vaikka niiden koko ja käyttötarkoitus vaihtelevatkin (Kuva 2-1). Nämä perusrakenteen osat muodostavat veneen rungon ja yhdessä laidoituksen kanssa tekevät veneestä kantavan. Perinteisesti rakennetuissa veneissä runko on raskastekoisempi ja se vastaa pääosan koko veneen rakenteellisesta lujuudesta. Rakennusvaiheessa, vesillelaskun jälkeen ja ylösnostettaessa rungon rakenneosat kantavat ja jakavat veneen painoa. Nykyaikaisissa, vanerikatteisissa veneissä käytetään yleensä kevyempiä runkorakenteita. Kaikki rakenneosat on syytä tarkistaa, jotta saadaan selville, onko veneessä vielä riittävästi lujuutta suoriutumaan siitä kuormituksesta, jolle se on alun perin suunniteltu.

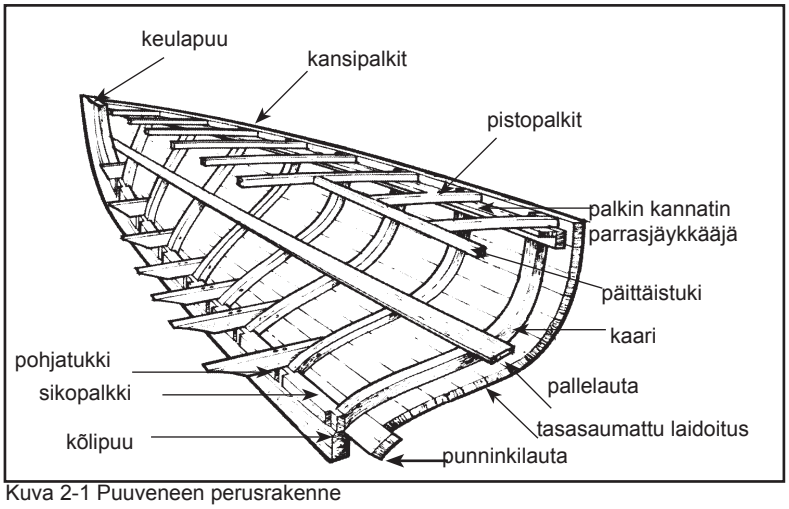
Kölipuu (emäpuu) on useimpien veneiden selkäranka, kaikkien rakenteiden perusta. Perinteisesti kölipuu on rakenteen painavin ja jäykin elementti. Kölin tulee olla vankka ja taipumaton ja lisäksi sen tulee antaa hyvä perusta siihen kiinnittyvien osien liitoksille, jotka johtavat köliin kuormia rungon eri osista.

Kaaret ja **pohjatukit** kulkevat säännöllisin välein poikittain köliin nähden. Symmetriset kaaret antavat rungolle muodon, pohjatukit jakavat kölipainon tai konealustan kuormitusta yli laidoituksen.

Kansipalkit liittyvät jokaisen runkokaaren päähän. Yhdessä kansipalkit sitovat rungon puoliskot kokonaisuudeksi estäen rungon leviämisen tai luhistumisen ja samalla kantavat kansirakennelmaa. Jokaisen palkin pää lepää ja on kiinni palkin kannattimen päällä. Palkin pää on myös usein kiinnitetty kaareen.

Palkin kannattimet (liiholtit) kiinnittyvät sekä kansipalkkeihin että kaaripuihin. Kannattimet yhdistävät kaarien päät ja kansipalkit kummallakin laidalla keulapuusta peräpeiliin.
Isommissa veneissä palkin kannattimeen kiinnittyy **parrasjäykkääjä**, joka tukee palkkeja ja laitoja. Palkin kannattimet kulkevat vasten kaarien päitä, vaakatuki taas on vaaka-asennossa kansipalkkien päiden alla. Palkin kannattimet ja parrasjäykkääjät ovat toisiinsa nähden suunnilleen suorassa kulmassa.

Pyöreäpohjaisissa veneissä saattaa näiden lisäksi olla erityiset **pallelankut** kaaren vahvistamiseksi. Pallelankut kulkevat pitkittäissuunnassa kölipuun ja palkin kannattimen puolivälissä. Tasapohjaisten, V- pohjaisten ja porraspohjaisten veneiden vastaavia lankkuja kutsutaan **paarrepuiksi tai pallelistoiksi**. Paarrepuut voivat olla joko melko kevyitä tai jopa kölipuun vahvuisia veneen tyypistä riippuen.



Kuva 2-1 Puuveneen perusrakenne

Moottoriveneissä ja suurissa purjeveneissä **konepeti** tai pituusjäykkääjät voivat olla varsin jykeviä. Yleensä ne kulkevat jonkun matkaa moottorin molemmille puolille pituussuunnassa ja kiinnittyvät erityisiin laipioihin.

Isoissa aluksissa käytetään myös erityisiä **polvirakenteita** laidoituksen ja kannen alla estämässä vääntöliikettä. Tällaiset lisätuet voivat olla puuta tai metallia.

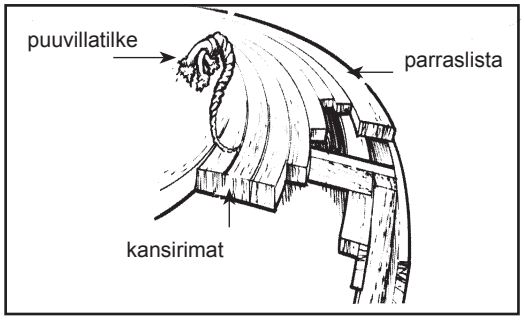
Ohjaamon tai hytin aukoissa **päittäistuet** yhdistävät pistopalkit varsinaisiin kansipalkkeihin aukon molemmissa päissä. Ylimääräiset polvirakenteet ja tangot lujittavat laitoja ja siirtävät kuormitusta seuraavaan pitkään palkkiin. Pienessä avoveneessä laitojen täytyy olla tarpeeksi vahvat ja taipumattomat ilman kansipalkkejakin. Esimerkiksi kanootissa pari poikkipuuta korvaa kansirakenteen, eivätkä laidat saa taipua poikkipuiden välillä.

2.1.2 Kate

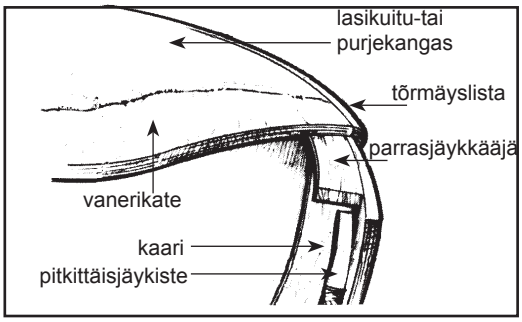
Runkoa ja kansirakenteita peittää vesitiivis pintakerros eli kate, joita on pääasiassa kahta eri tyyppiä. Vuosituhansien ajan erilaiset rima- tai lautarakenteet olivat ainoa tapa valmistaa laidoitus ja kansi ja suojata veneen sisäosia. Vasta nykyaikaiset liima-aineet tekivät vanerikatteesta yleisen ja myös kestävän vaihtoehdon.

Lautakate
Mikä tahansa lautakate, tasa-, limisaumainen tai niiden muunnelmat, on alttiimpi taipumiselle ja vuotaa herkemmin kuin vaneri. Laudat kulkevat yleensä samansuuntaisesti veneen keskiviivan kanssa (Kuva 2-2). Ne kiinnitetään esim. ruuveilla muihin rungon osiin ja tilkitään liikkumisen estämiseksi. Muutoin lautojen välisissä raoissa tapahtuisi pientä, rungon liikkeestä aiheutuvaa liukumista. Limisaumatussa veneessä jokainen lauta on osittain edellisen päällä. Laudat kiinnitetään niiteillä tai ruuveilla, niin että limittäin oleva sauma on mahdollisimman tiivis ja liikkumaton. Tasasaumatun veneen lautojen väliset saumat tilkittiin perinteisesti puuvilla- tai hampputilkkeellä, joka saatiin paikoilleen tilkeraudalla. Sauma täytettiin tervalla tai jollain muulla joustavalla tiivistysaineella. Saumojen tilkitseminen lujitti veneen. Palkin kannattimet (liiholtit) kiinnittyvät sekä kansipalkkeihin että kaaripuihin. Kannattimet yhdistävät kaarien päät ja kansipalkit kummallakin laidalla keulapuusta peräpeiliin.

Vaneri
Vanerilla voi useimmiten korvata monta yksittäistä lautaa ja samalla vähentää liitoksia ja siten myös mahdollisia vuotokohtia. Vanerikatteen tukirakenne on samantapainen kuin lautakatteellakin, mutta se saa olla paljon kevyempi, koska vaneri on vahvaa useampaan suuntaan. Vinottaisliikkeen estämiseksi ei vanerirakenteisessa veneessä tarvita kaikkia lautakatteisessa välttämättömiä rakenteita. Vanerilevyt tavallisesti liimataan tukirakenteisiin ja kiinnitetään niiteillä, nauloilla ja puuruuveilla (Kuva 2-3). Sellaisissa kohdissa, joihin yksi paksu vanerilevy ei taivu, liimataan useita ohuita vanerikerroksia päällekkäin.
Myös vaneri voi kärsiä kosteusvahinkoja. Kosteus voi tunkeutua saumoista levyn



Kuva 2.2 Kansirimoitus ja tasasaumainen runko



Kuva 2.3 Tyypillinen vanerirakenne

päihin ja aiheuttaa viilukerrosten irtoamista toisistaan. Vanerin pinnalla kosteus aiheuttaa päällimmäisen viilukerroksen säröilyä. Aikaisemmin vanerikansia suojattiin maalatulla tai sementoidulla purjekangaspinnalla. Purjekangas antoi varmasti jotain suojaa, mutta kosteus saattoi kuitenkin aiheuttaa suuriakin vahinkoja huomaamattomasti löystyneen kankaan alle tunkeuduttuaan. Siinä vaiheessa kun kansi tuntuu pehmenneeltä ja kangas irtoilee, on vaneri jo ehtinyt menettää paljon lujuudestaan.

Helat ja kansilaitteet
Itse kansirimojen tai -lankkujen liitosten ohella myös kannen helojen ja kansilaitteiden kiinnitykset aiheuttavat runsaasti vuotoja ja kosteusongelmia. Kaikki metalliosat pysyvät paikallaan kannen läpäisevillä mekaanisilla kiinnittimillä. Kevyemmät laitteet voi yksinkertaisesti ruuvata kiinni kanteen. Raskaalle kuormitukselle joutuvat laitteet täytyy ruuvata tai pultata kannen läpi kiinni sellaisiin rakenneosiin (esimerkiksi kansipalkkeihin) jotka siirtävät kuormitusta laajemmalle alueelle. Jos kaikki asennusreiät eivät ole täsmälleen porattuja, kiinnittimiin kohdistuva rasitus ei ole tasainen. Tällöin reikä, jossa olevaan kiinnittimeen kohdistuu suurin kuorma, venyy kun kansilaitetta käytetään toistuvasti. Liike vähentää kiinnittimen ympärillä olevan puukuidun lujuutta ja kosteus pääsee läpi. Tilkeaineet, jotka on suunniteltu vähentämään kosteuden tunkeutumista metallin ja kannen liitoskohdasta, eivät pysty joustavuutensa vuoksi estämään metalliosan liikkumista. Ennen pitkää metallin liike murtaa tilkkeen ja kosteus pääsee tunkeutumaan kiinnitysreiästä. Kosteus pääsee reiästä puun syihin ja entisestään heikentää kiinnittimen pitoa.

Olemme edellä käsitelleet puuveneen omistajan tyypillisiä ongelmia. Tällaiset viat voivat olla haitallisia, mutta eivät veneen kannalta tuhoisia. Eräs puuveneen upeista ominaisuuksista on sen mukautuvaisuus. Kunnollisella suojauksella ja korjauksella vene voi aloittaa uuden elämän vailla turhia huolto-ongelmia.

Liitteessä D mainituista teoksista löytyy lisätietoa veneen rakenteesta.

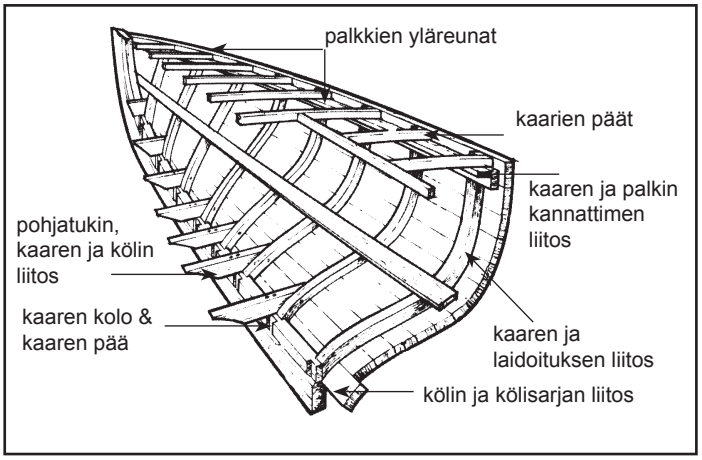
2.2 Vikojen tutkiminen ja paikantaminen

Korjauksen ensimmäinen vaihe on vikojen etsiminen ja paikantaminen. Vaikka vahingoittunut kohta olisi selvästi havaittavissa, kaikkien vahinkopaikkojen löytäminen vaatii yleensä jonkin verran purkamista. Puuveneiden tyypillinen ongelma, piiloon jääneet kosteuspesäkkeet, vaatii perusteellisempaa purkamista. Kun tekee tarkastuksen huolella, pystyy myös paremmin arvioimaan korjaustyön laajuuden ja luonteen.

Aloita tarkastus näin:

1. Tue vene oikeaan muotoonsa. Keulapuun ja peräpeilin keskilinjan täytyy olla suorassa. Laitojen tulee olla samalla tasolla. Tue runko kiiloilla ym. niin, ettei korjauksen aikana pääse tapahtumaan liikkumista. Mitä useampi osa kiinnitetään epoksilla, sitä vankempi lopputuloksesta tulee. Kun korjaustyö on tehty, vene säilyttää muodon, johon se on tuettu.

2. Irrota laitteet, metalliosat ja helat, kangaspäälliset, reunalistat ja lasikuitukangas, mikäli se on löystynyt.



Kuva 2-4 Etsi lahovaurioita liitoksista ja sieltä missä vesi seisoo, missä on huono ilmanvaihto.

3. Paikanna vuotokohdat ja kosteudelle altistuneet alueet ennen kuin vene ehtii kuivua. Kiinnitä huomiota kosteisiin paikkoihin, rapistuvaan maaliin, pehmeään ja oudon väriseen puuhun. Poista entistä maalia tai lakkaa tarpeen mukaan, jotta voit arvioida alta paljastuvan puun kuntoa.

4. Käy läpi jokainen rakenneosa ja kiinnitin ja arvioi, vieläkö ne pystyvät kantamaan tarvittavan kuormituksen. Käytä piikkiä tai muuta terävää työkalua lahon etsimisessä. Lahovaurioita on tyypillisesti huonosti ilmastoiduissa kohdissa, rakenteiden liitoksissa ja kiinnikkeiden ympärillä. Jos vaurio on törmäyksen tai väsymisen aiheuttama, kaarissa voi olla halkeamia ja kiinnikkeitä irti vaurioituneen alueen ulkopuolellakin (Kuva 5-4).

5. Poista kaikki osat ja materiaalit, jotka estävät pääsyn mahdolliseeen vahinkokohtaan. Jos välttämätöntä, pura katteita ja osia asennusjärjestyksessä kunnes pääset korjattavaan kohtaan. Irrota varovasti ja pane talteen osat, joita voi käyttää. Joitakin rikkoutuneita osia voi vielä käyttää uusien osien malleina. Osaa ei tarvitse välttämättä poistaa kokonaan, jos se on vain osittain käyttökelvoton. Osan voi tavallisesti korjata liittämällä siihen uuden palan tai tukirakenteella (Luku 5.3).

6. Anna veneen kuivua perusteellisesti ennen korjausta. Poista kaikki entinen maali ja lakka sekä lisää ilmanvaihtoa kuivumisen nopeuttamiseksi. Puun kosteuspitoisuuden pitäisi vakiintua 8 - 12%. Veneen mittasuhteet pysyvät silloin vakaana, epoksi tarttuu paremmin ja kosteus ei pääse umpioitumaan puuhun. Kuiva, suojaisa työtila on paras paikka veneen korjaukseen.

Korjaustyön uudelleenarviointi
Tarkastuksen jälkeen veneen kunto on selvillä ja on aika tehdä korjaussuunnitelma. Kehotamme veneenomistajaa vielä miettimään luvussa 1 esitettyjä kysymyksiä:
Millaisia tuloksia halutaan? Nopea silaus, täydellinen entisöinti vai jotain siltä väliltä?
Onko käytettävissä aikaa ja resursseja halutun tuloksen saavuttamiseksi?
Onko puu-epoksiyhdistelmä paras vaihtoehto ko. korjauksessa?

Kun vastaukset kysymyksiin ovat selvillä, ryhdy työhön ja käytä tämän oppaan ohjeita tarpeen mukaan. Luvussa 3 kerrotaan **WEST SYSTEM** epoksituotteiden perustekniikoista puuveneiden korjauksessa. Vaikka tuotteet olisivat ennestään tuttuja, kannattaa tutustua pinnan valmisteluun, liimaamiseen, saumaamiseen, laminointiin, täyttämiseen, lasikankaan ja nauhan kiinnittämiseen, pintakäsittelyyn ja viimeistelyyn luvussa 3. Myöhemmät luvut käsittelevät yksityiskohtaisesti tietynlaisia korjauksia. Niihin voi tutustua tarvittaessa siinä järjestyksessä kuin korjaustyö edellyttää.

Luku 3
Epoksin käyttötavat

Tässä kappaleessa tutustutaan **WEST SYSTEM** epoksituotteisiin ja esitellään epoksin tavallisimpia käyttömenetelmiä.

3.1 Työturvallisuus

WEST SYSTEM 105 epoksihartsi yksin ei aiheuta ihoärsytystä. WEST SYSTEM kovetteet sen sijaan ovat ihoa ärsyttäviä ja herkistäviä. Ärsytystekijä kuitenkin vähenee huomattavasti, kun kovete sekoitetaan oikeassa suhteessa 105 epoksihartsiin. Aineiden käsittelyssä on oltava varovainen ja noudatettava huolella seuraavia ohjeita.

3.1.1 Suojatoimenpiteet

1. Vältä suoraa ihokosketusta epoksihartsiin, kovettajiin tai epoksiseoksiin. Käytä suojakäsineitä aina käsitellessäsi WEST SYSTEM aineita. WEST SYSTEM 831 suojavoide antaa lisäsuojaa herkkäihoisille ja allergikoille tai jouduttaessa käsittelemään paljon epoksituotteita. ÄLÄ KÄYTÄ LIUOTTIMIA epoksin poistamiseksi iholta. Aina epoksituotteiden ja liuottimien käytön jälkeen suositellaan käytettäväksi WEST SYSTEM 820 puhdistusvoidetta. Puhdistusvoiteen käytön jälkeen iho on pestävä huolellisesti saippualla.

2. Suojaa silmäsi WEST SYSTEM 840 suojalaseilla. Jos epoksihartsia, kovetetta, epoksiseosta tai liuottimia joutuu silmiin, huuhtele runsaalla vedellä 15 minuutin ajan. Jos ärsytys jatkuu, mene välittömästi lääkäriin.

3. Vältä epoksista haihtuvien kaasujen hengittämistä. Käytä epoksia vain hyvin ilmastoidussa tilassa. Suljetuissa tiloissa, kuten veneen sisällä, täytyy huolehtia tuuletuksesta ja riittävästä raittiin ilman saannista. Käytä WEST SYSTEM 839 hengityssuojainta, kun hiot epoksipintaa. Ole erityisen varovainen, jos pinta on kovettunut vähemmän kuin viikon ajan.

4. Jos iho-oireita ilmenee, lopeta epoksin käyttö kolmeksi, neljäksi päiväksi kunnes oireet häviävät. Paranna suojatoimenpiteitä niin, että iho on täysin suojattu. Vältä myös epoksituotteista haihtuvia kaasuja. Mikäli ongelmat jatkuvat, käänny lääkärin puoleen.

5. Älä käytä sähkölaitteita tai kiipeä tikkaille, jos käytät liuottimia pienessä tilassa. Jos tunnet väsymystä, ärsytystä, huimausta tai pahoinvointia, siirry välittömästi ulos tai hyvin ilmastoituun tilaan.

6. Jos epoksia roiskahtaa vaatteille, vaihda ne välittömästi. Poista epoksihartsi WEST SYSTEM 820 puhdistusvoiteella vaatteista ja iholta. Puhdista roiskeet työtasolta ensin tarkkaan lastalla ja lopuksi paperipyyhkeillä. Jos epoksia kaatuu suurempi määrä, imeytä se esim. hiekkaan. Puhdista loput WEST SYSTEM 850 liuottimella tai 855 puhdistusaineella.

7. Ole erittäin varovainen käsitellessäsi valmiiksi sekoitettuja epoksiseospurkkeja. Epoksiseos kehittää lämpöä, varsinkin kun suuri määrä sekoitetaan kapeassa astiassa. ÄLÄ HEITÄ EPOKSIJÄTETTÄ ROSKIIN ennenkuin se on kovettunut ja jäähtynyt.

8. SÄILYTÄ EPOKSIHARTSIT, KOVETTEET, TÄYTEAINEET SEKÄ LIUOTTIMET POISSA LASTEN ULOTTUVILTA.

Käyttöturvatiedotteet ja lisätietoja saat:
Bang & Bonsomer Oy
Itälahdenkatu 18 A,
00210 Helsinki

3.2 Epoksituotteet

3.2.1 Epoksihartsi

105 Epoksihartsi on kirkas, kellertävä, matalaviskoosinen epoksihartsi, joka varsin laajalla lämpötila-alueella kovettuu lujaksi ja kovaksi. Kiinnitysominaisuuksiltaan se on erinomainen; se on ainutlaatuinen liimausvoimaltaan ja toimii erinomaisena kosteuden eristeenä. WEST SYSTEM epoksihartsille on suunniteltu kaksi eri kovetetyyppiä. Kovetteet 205 ja 206 sekoitetaan painon mukaan suhteessa 5:1. Viisi painomittaa epoksihartsia sekoitetaan yhteen painomittaan kovetetta. Kovetteet 207 ja 209 sekoitetaan suhteessa 3:1 eli 3 painomittaa epoksihartsia ja 1 painomitta kovetetta.

3.2.2 5:1 Kovetteet

205 Kovete - sopii useimpiin käyttötarkoituksiin matalimmissakin lämpötiloissa. Nopea kovettuminen huoneen lämmössä. 100 g massalla 105 epoksihartsi ja 205 koveteyhdistelmällä on 10 - 15 min käyttöaika (purkkiaika), kun lämpötila on +21ºC. Pinnoituskerroksena epoksi kovettuu 5 - 7 tunnissa ja saavuttaa maksimilujuuden muutamassa päivässä.

206 Hidas kovete - pitempi hyytymisaika, sopii korkeampiin lämpötiloihin. 100 g seoksen käyttöaika on 25 - 30min 21ºC:ssa. Ohut epoksikerros kovettuu noin 9 tuntia (+21ºC) ja saavuttaa maksimilujuuden muutamassa päivässä.

3.2.3 3:1 Kovetteet

207 Erikoiskovete - pintakäsittelyyn, kirkas jälki, erityisesti kosteissa olosuhteissa ja/tai matalassa lämpötilassa. 207 sisältää UV-suoja-aineen, mutta sen lisäksi tarvitaan pitkävaikutteinen UV-suoja esim. maalilla tai kaksikomponenttisella polyuretaanilakalla. Erinomaiset tartunta- ja liimausominaisuudet. Hinnaltaan 205 ja 206 kovettajia kalliimpi. 100 g massan käyttöaika on 25 - 30 min 21ºC:ssa. Kovettuu ohuena pintakerroksena 9 - 12 tunnissa. Kovettuminen jatkuu 4 - 7 päivää.

209 Trooppinen kovete - soveltuu liimaukseen ja pintakäsittelyyn trooppisissa (kuumissa ja kosteissa) olosuhteissa. Käyttöaika on noin kaksinkertainen 206 hitaaseen kovetteeseen verrattuna. Käyttöaikaa on riittävästi työskentelyä varten aina +43ºC saakka. Voidaan käyttää myös normaalilämpötiloissa, 18 - 21ºC, kun tarvitaan pitempi työskentelyaika. 100 g massan käyttöaika on 50 - 60 min 21C:ssa. Ohut kerros kovettuu 20 - 24 tunnissa (35ºC:ssa 6 - 8 t). Kovettuminen jatkuu 4 - 9 päivää.

Liitteessä A on taulukko eri epoksiseosten ominaisuuksista ja kulutuksesta.

3.2.4 Täyteaineet ja lisäaineet

Epoksilla tai epoksihartsi-koveteseoksella tarkoitetaan tässä oppaassa keskenään sekoitettua epoksihartsia ja kovetetta ilman täyteaineita. Saostettu seos tarkoittaa epoksihartsi-koveteseosta, johon on lisätty täyteaineita. Täyteaineita käytetään saostamaan seosta tiettyä käyttötarkoitusta varten. Jokaisella täyteaineella omat erikoisominaisuutensa, mutta yleisesti ne voidaan jakaa ominaispainonsa mukaan joko raskaisiin tai kevyisiin.

Raskaat täyteaineet

403 Mikrokuidut - ohuista kuiduista valmistettu hieno seos liimaukseen ja täyttämiseen. Epoksi-403-täyteaineseos on ylivertainen rakojen paikkauksessa ja liimauksessa ja imeytyy kuitenkin hyvin liimattaviin pintoihin. Mikrokuidut varmistavat, että liima täyttää kaikki kolot. 100% liimaustulos liitoksissa. Kovettuu vaaleaksi saumaksi.

404 Raskas täyteaine - erityisesti kehitetty metalliosien kiinnitykseen. Maksimaalinen pitokyky, jaksottaiseen rasitukseen joutuvien kohteiden kiinnitykseen. Sopii myös erityistä lujuutta vaativaan saumaukseen ja rakojen täyttämiseen. Kovettuu vaaleaksi saumaksi.

Ominaisuudet	täyteaine					
	403	404	405	406	407	410
lujuus (lujin = 5)	3	5	4	4	1	1
paino (kevyin = 5)	3	1	3	3	4	5
hionta (helpoin = 5)	2	1	2	2	4	5
pinta (silein = 5)	1	2	3	5	4	4
Sekoittuminen (helpoin = 5)	5	2	4	3	2	4

Kuva 3-1 Epoksi-koveteseosten fysikaaliset ominaisuudet kovettumisen jälkeen.

Käyttö sopivin = 5 vähiten sopiva = 0	täyteaine					
	403	404	405	406	407	410
laminointi	5	1	3	4	2	1
liimaus	4	3	4	5	2	1
tasoitus	1	0	1	1	4	5
metalliosien kiinnitys	2	5	4	4	0	0
saumaus	1	2	5	4	5	4

Kuva 3-2 Täyteaineiden käyttö eri tarkoituksiin

405 Täyteaineseos - vahva, puunsävyinen täyteaine puisten sisätilojen paikkaamisen ja saumaukseen. Sekoittuu helposti, ei vaadi paljon hiomista. Kovettuu ruskeaksi, ja voidaan siksi sitä voidaan käyttää muiden WEST SYSTEM täyteaineiden värjäykseen.

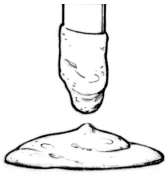
406 Piituhka - monikäyttöisin ja suosituin täyteaine. Hienojakoinen. Kolojen täyttämiseen, lujuutta vaativiin liimauksiin, saumaukseen. Voidaan käyttää yksin tai sekoitettuna toisiin täyteaineisiin käyttötarkoituksen mukaan. Kovettuu vaaleaksi.

Kevyet täyteaineet

407 Mikrolasipallot - mikrolasipalloista koostuva täyteaine, josta tehdään muotoiltavaa tasoitetta, pakkelia. Tasoite on kestävää ja sitä on helppo hioa. Kovettuu tumman punaruskeaksi.

410 Microlight- ihanteellinen kevyt-täyteaine. Kätevä ja helppo sekoittaa kevyeksi ja helposti työstettäväksi paikkaustasoitteeksi. Vaivaton hioa, taloudellinen suurissa tasoitustöissä. Kovettuu keskiruskeaksi.

Kuva 3-1 auttaa valitsemaan sopivan täyteaineen. Jokainen täyteaine on arvioitu asteikolla 1-5 viiden fysikaalisen ominaisuuden suhteen. Kuvassa 3-2 esitellään sopivimmat täyteaineet erilaisiin korjaustöihin.

Koostumus	Saostamaton epoksi-koveteseos Tippuu pystypinnoilta **SIIRAPPI**	Lievästi saostettu seos Valuuhitaasti pystypinnoilta **KETSUPPI**	Kohtalaisettu saostettu Pysyy pystypinnoilla, muodostaa taipuvia piikkejä **MAJONEESI**	Voimakkaasti saostettu Pysyy pystypinnoilla, piikit jäävät pystyyn **MAAPÄHKINÄVOI**
Ulkonäkö				
Käyttö	Päällystys Pohjustus ennen liimausta Lasi ja hiilikuitujen liimaus	Laminointi Suoren pintojen liimaus, suuret pinnat Ruiskuannosteu	Yleisliimaus Saumaus Metallien kiinnitys	Kolojen täyttö Saumaus, tasoitus, epätasaiset pinnat

Kuva 3-3 Epoksi voidaan saostaa juuri sopivaan koostumukseen työn mukaan. Arvioi seoksen koostumus ja täyteaineen määrä silmämääräisesti kuvan ohjeita noudattaen.

Sekoittaminen
Epoksiseoksen viskositeetti riippuu täyteaineen määrästä. Kuvassa 3-3 näkyvät erot saostamattoman epoksin ja kolmen tavallisimman epoksi-täyteaineseoksen koostumuksen välillä. Liitteen A osto-opas auttaa arvioimaan epoksin ja täyteaineen kulutusta.
Sekoita täyteaine aina kahdessa osassa näin:
1. Sekoita tarvittava määrä perusteellisesti keskenään ennen täyteaineen lisäämistä. Aloita pienellä määrällä.
2. Lisää vähitellen täyteainetta kunnes saat halutun jäykkyyden. Sekoita täyteaine huolellisesti seokseen ennen käyttöä.

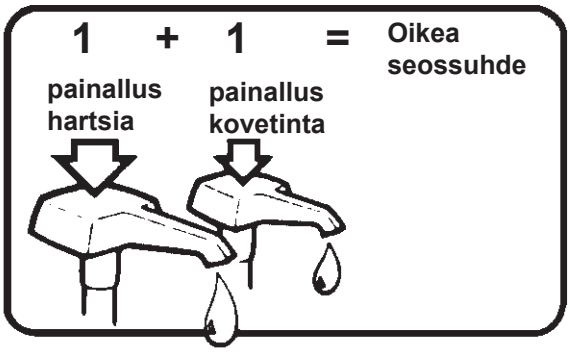
Lisäaineet
Lisäaineen tarkoitus on parantaa epoksin fysikaalisia ominaisuuksia tiettyä työtehtävää varten, erityisesti pinnoituksessa. Niitä käytetään vain pieniä määriä. Lisäaineen ei ole tarkoitus sakeuttaa epoksia. Lisäaine sekoitetaan epoksiin samalla lailla kuin täyteaine.
WEST SYSTEM TUOTELUETTELO antaa yksityiskohtaiset tiedot täyte- ja lisäaineista.

3.3 Epoksin käyttö

3.3.1 Annostelu

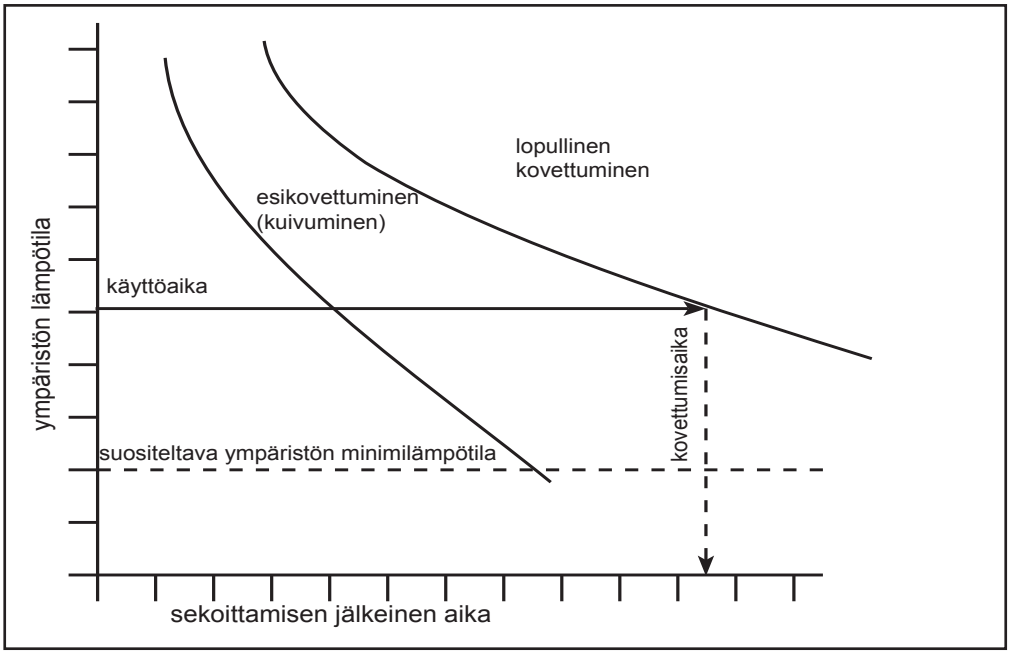
Useimmat epoksin kovettumisongelmat johtuvat epoksihartsin ja kovetteen väärästä annostelusuhteesta. Annostuksen yksinkertaistamiseksi ja nopeuttamiseksi suosittelemme **WEST SYSTEM** Minipumppuja.

Minipumput
301 Minipumput annostelevat painon mukaan 105 epoksihartsia ja 205 tai 206 kovetetta suhteessa 5:1.



303 Minipumput annostelevat 105 epoksihartsia ja 207 tai 209 kovetetta suhteessa 3:1.
Molemmat pumput annostelevat oikean määrän kutakin ainetta: **yksi pumpun painallus hartsia ja yksi pumpun painallus kovetetta.**

Ennenkuin käytät ensimmäisen annoksen seosta, tarkista että pumput antavat aineita oikeassa seossuhteessa. Tarkista myös että pumput mittaavat oikein heti, jos kovettumisessa ilmenee ongelmia.
Tarkista pumpun annostelu punnitsemalla aineet oikeassa suhteessa annostelusuhteessa:
105 epoksihartsi ja 205 tai 206 kovete: 5 osaa hartsia ja 1 osa kovetetta painosuhteessa.
105 epoksihartsi ja 207 tai 209 kovete: 3 osaa hartsia ja 1 osa kovetetta painosuhteessa.
Mittaa aineet puhtaaseen muovi- , metalli- tai vahapaperiastiaan. Älä käytä lasi- tai styroxastioita kuumenemisvaaran takia.



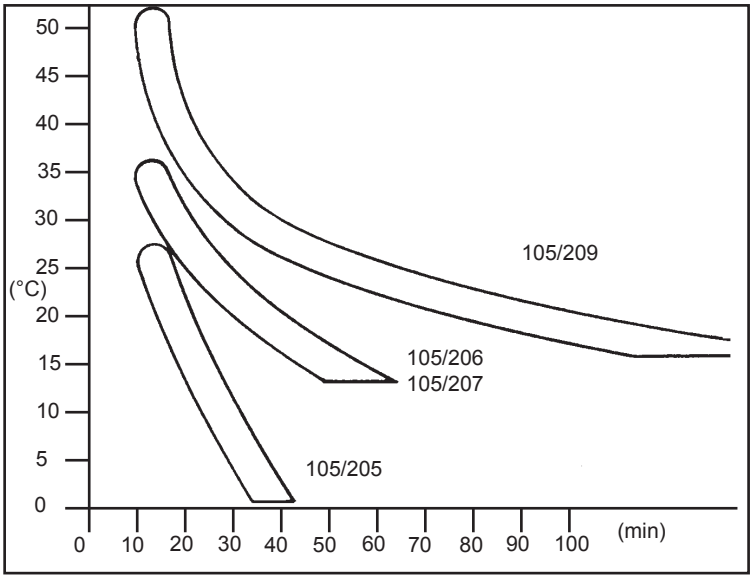
Kuva 3-4 Kaikki WEST SYSTEM epoksihartsi-kovete-seokset kovettuvat kuvan osoittamassa järjestyksessä. Korkeammassa lämpötilassa jokainen vaihe on lyhyempi

3.3.2 Sekoitus

Epoksin sekoituksessa on kolme vaihetta:
1. Annostele oikea määrä epoksihartsia ja kovetetta sekoitusastiaan. Aloita pienellä määrällä, jos et osaa arvioida purkkiaikaa ja epoksin levittämiseen kuluvaa aikaa.
2. Sekoita aineet keskenään puisella sekoitustikulla (suositellaan 2 - 3 min sekoitusta). Irrota sekoittaessa hartsi astian reunoista ja pohjasta.
3. Lisää huolellisesti sekoittaen mahdolliset lisäaineet, kuten värit ja täyteaineet.
Jos aiot levittää seoksen tela-alustalta, sekoita aineet ensin sekoitusastiassa ja kaada valmis seos tela-alustalle. Älä käytä sähköistä sekoitinta, ellei seos irtoa täysin astian reunoista.
VAROITUS! Epoksin kovettuminen aiheuttaa voimakkaasti lämpöä kehittävän kemiallisen reaktion. Älä jätä epoksiseosta koko sen käyttöajaksi muoviseen astiaan. Astia voi sulaa. Jos epoksiastia alkaa lämmetä, vie se nopeasti ulos. Älä hengitä epoksihöyryjä. Älä hävitä seosta ennenkuin reaktio on loppunut ja epoksi jäähtynyt.

3.3.3 Kovettumisaika

Epoksihartsin ja kovetteen yhdistäminen käynnistää reaktion, joka vähitellen muuttaa nestemäisen yhdisteen kiinteäksi. Muutosprosessia kutsutaan kovettumisajaksi, joka muodostuu kolmesta vaiheesta. Kuva 3-4 esittää kovettumisen kolme vaihetta.
1. Käyttöaika ja liimausaika
Käyttöaika (purkkiaika) on aika, jonka epoksihartsi-koveteseos pysyy käyttökelpoisena sekoituksen jälkeen. Liimausaika on osa käyttöaikaa. Liimausaika on epoksin levityksen ja kovettumisen välinen ajanjakso, jolloin epoksiliitokseen vielä voidaan vaikuttaa esim. kiinnittämällä puristimia liimaustuloksen varmistamiseksi. Tietyssä vaiheessa epoksi on kovettunut niin paljon, että se ei muodosta enää kunnollista liitosta. Mitä nopeammin epoksi levitetään, sitä enemmän jää liimausaikaa.
2. Esikovettuminen, “kuivuminen”
Käyttöaika on ohi, kun seos on osittain kovettunut. Tässä vaiheessa epoksi on kosketuskuiva. Pinta on tarpeeksi kova muokattavaksi esim. viilalla tai höylällä, mutta liian pehmeä hiottavaksi kuivalla hiekkapaperilla. Kynnen painallus jättää jäljen epoksiin. Tässä vaiheessa epoksiin voidaan vielä liimata tai sen päälle voidaan levittää toinen epoksikerros ilman hiomista.
3. Lopullinen kovettuminen
Kun epoksi on lopullisesti kovettunut, sitä voidaan hioa ja muotoilla. Hiominen on välttämätöntä ennen uuden epoksikerroksen levittämistä vanhan päälle. Kynnen painallus ei jätä jälkeä epoksipintaan. Tässä vaiheessa epoksi on saavuttanut 90% lopullisesta lujuudestaan, joten puristimet voidaan poistaa. Epoksi kovettuu vielä muutaman päivän huoneenlämmössä.



Kuva 3-5 WEST SYSTEM kovettajien käyttöaika/lämpötilasuhde. Kosteus = 30% suhteellinen kosteus. Sekoitettu määrä = 100g.

3.3.4 Kovettumisajan säätely

Monet tekijät vaikuttavat purkkiajan, liimausajan ja kovettumisajan pituuteen.

1. Kovetetyyppi

Kaikki hartsi-koveteyhdistelmät kovettuvat samat vaiheet läpikäyden, mutta kovettumisaika vaihtelee. Luvussa 3.2 on mainittu eri kovetteet, niiden käyttöajat ja kovettumisajat. Valitse sopiva kovete työn vaativuuden, lämpötilan ja muiden olosuhteiden mukaan. Käyttöaikaa voidaan muuttaa sekoittamalla 205 ja 206 kovettajia. Muista oikea annostussuhde. Älä sekoita 205 ja 206 kovettajia (5:1) 207 tai 209 kovettajien kanssa (3:1).

2. Seoksen määrä

Hartsin ja kovetteen yhdistäminen kehittää lämpöä (eksoterminen reaktio). Mitä enemmän seosta on, sitä enemmän syntyy lämpöä ja käyttöaika ja kovettumisaika lyhenevät. Pieni epoksimäärä tuottaa vähemmän lämpöä, joten sen käyttöaika ja kovettumisaika on pitempi. Vastaavasti paksu liitos tai paksu epoksikerros kovettuu nopeammin kuin ohut.

3. Lämpötila

Epoksin kovettumisaikaa voidaan lyhentää lämmittämällä epoksiliitosta kuumailmapuhaltimella, hiustenkuivaajalla tai infrapunalämmittimellä. Kovettumisaikaa voidaan pidentää viilentämällä epoksipintaa tuulettimilla. Älä kuumenna epoksia yli +50ºC. Muista että huokoisessa pinnassa, kuten puussa, epoksin lämmittäminen voi aiheuttaa epoksipinnan kuplimista (ilma laajentuu ja kulkeutuu materiaalista ulkopinnalle aiheuttaen kuplia epoksipintaan). Etenkin läpinäkyvään, kirkkaaseen pintaan pyrittäessä tällä on merkitystä.

4. Astian muoto

Epoksiseoksen lämmön kehitystä voidaan vähentää kaatamalla seos laajapintaiseen astiaan, esimerkiksi telausastiaan, ja näin pidentää käyttöaikaa.
Tarkalla epoksin käytön ja työn etukäteissuunnittelulla saavutetaan mahdollisimman tehokkaat ja sopivat epoksin työskentelyajat.

3.3.5 Puhdistus

Poista ylimääräinen tai roiskunut epoksiseos **WEST SYSTEM** 850 liuottimella tai asetonilla. Puhdista roiskeet ensin lastalla, teroitetulla sekoitustikulla tai tasoitusveitsellä. Pyyhi loput 855 puhdistusaineeseen (tai etikkaan, mikäli liuotinta ei ole) kastetulla puhtaalla rätillä tai paperipyyhkeellä.
Jos epoksihartsia, kovetetta tai epoksiseosta joutuu iholle, pese ensin **WEST SYSTEM** 820 puhdistusvoiteella ja sitten vedellä ja saippualla.
VAROITUS! ÄLÄ KÄYTÄ LIUOTTIMIA SUORAAN IHOLLE. NOUDATA LIUOTTIMIEN KÄYTTÖ- JA TYÖTURVALLISUUSOHJEITA.

3.4 Perustekniikat

Seuraavat työtavat ovat perustekniikoita, joita käytetään työstettävästä rakenteesta tai materiaalista riippumatta. Tarvittavien työkalujen nimet ja kuvat ovat liitteessä C.

3.4.1 Pintojen esikäsittely

Epoksin lujuus ja sen tarttuvuus liimattavaan pintaan vaikuttavat olennaisesti työn onnistumiseen riippumatta siitä, onko kyseessä liimaus, laminointi, saumaus, tasoitus tai lasikuitukankaan kiinnittäminen. Pintojen esikäsittely on keskeinen työvaihe epoksin käytössä, niinpä seuraavat kolme kohtaa kannattaa lukea huolella:

1. Puhdistus
Pintojen tulee olla puhtaita. Lika, rasva, öljy, irrotusvaha ja pöly on poistettava esimerkiksi **WEST SYSTEM** 850 liuottimella, asetonilla tai silikonin ja vahanpoistoaineella. Pyyhi pinta puhtaalla paperipyyhkeellä ennen liuottimen kuivumista. Puhdista pinta ennen hiomista, jottei epäpuhtaudet kulkeudu hiottaessa pinnan alle. **VAROITUS!** Noudata työturvallisuusohjeita liuottimia käytettäessä.

2. Kuivatus
Liimauspintojen tulee olla mahdollisimman kuivia hyvän liimaustuloksen saavuttamiseksi. Kuivumista voi vauhdittaa kuumailmapuhaltimella, hiustenkuivaajalla tai lämpölampuilla. Tuulettimilla voi ohjata ilman suljettuihin ja ahtaisiin tiloihin. Tarkkaile mahdollista veden kondensoitumista ulkona työskenneltäessä ja aina työskentelylämpötilan muuttuessa.

3. Hionta
Hio kovat (ei-huokoiset) puupinnat perusteellisesti, jotta niihin tulisi sopivan karkea pinta epoksin tarttumiselle. Hiekkapaperi numero 80 tai vastaava antaa epoksille sopivan tarttumispinnan. Varmista että liimattava pinta on kiinteä. Poista liuskeet, sameudet, rakkulat ja vanha maali ennen hiomista. Poista hiontapöly.

Amiinivahakerroksen poistaminen
Amiinivahakerros on epoksin kovettumisprosessin sivutuote. Se on vahamainen kalvo, joka muodostuu epoksilla käsitellyn pinnan päälle kovettumisen loppuvaiheessa. Amiinivahakerros on vesiliukoinen ja helposti poistettavissa, mutta se voi tukkia hiontapaperin ja estää epoksin tarttumista. Pese pinta perusteellisesti 855 puhdistusliuoksella ja sitten puhtaalla vedellä hangaten karhealla sienellä, mieluiten hiontasienellä (esim. 3M Scotch-brite hiontasieni). Kuivaa pinta tavallisella paperipyyhkeellä ennenkuin irronnut amiinivaha kuivuu uudelleen kiinni pintaan. Pesun ja hankaamisen jälkeen pinnan pitäisi näyttää himmeältä. Hio sitten jäljelle jääneet kiiltävät kohdat hiekkapaperilla numero 80.

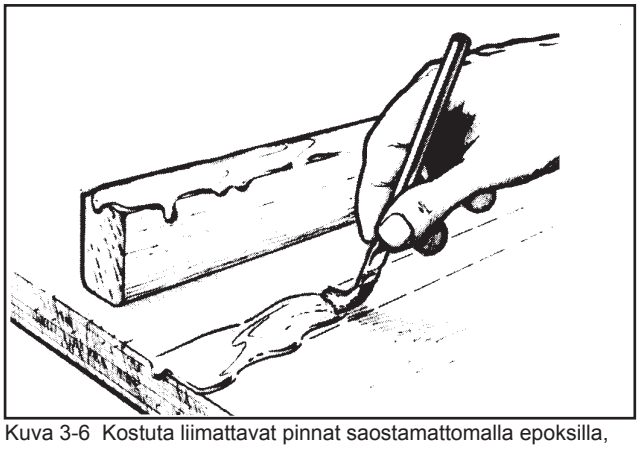
Milloin on hiottava?
Jos kynnen painallus näkyy epoksipinnassa, se on vielä liian pehmeätä hiottavaksi ja uusi epoksikerros voidaan levittää ilman hiomista. Jos olet epävarma tai jos pinta tuntuu vahamaiselta, anna epoksin kovettua. Pese sitten pinta ja hio.

3.4.2 Liimaaminen epoksilla

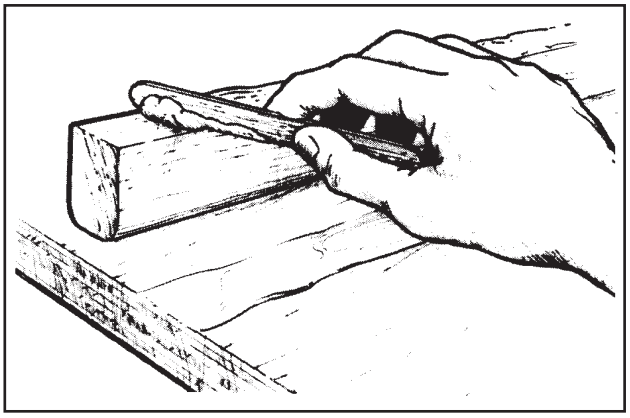
Tässä osassa käsitellään kahta liimaustapaa. Yksivaiheista liimausta käytetään liitoksissa, joihin ei kohdistu juurikaan rasitusta ja joissa ylimääräisen epoksin imeytyminen huokoiseen pintaan ei ole ongelma. Tavallisesti käytetään kaksivaiheista liimaustekniikkaa, koska siten epoksi imeytyy mahdollisimman tehokkaasti liimattaviin pintoihin, eikä liimauskohtaan jää epoksista kuivia kohtia.

Kaksivaiheinen liimaus

Tarkista, että liimattavat osat sopivat toisiinsa kunnolla ja että pintojen valmistelutyöt on tehty. Ota esille tarvittavat puristimet ja työkalut ja peitä epoksilta suojattavat alueet. Sekoita epoksi.
1. Epoksin imeyttäminen liimattaviin pintoihin
Levitä liitettäville pinnoille saostamatonta (ilman täyteaineita) epoksihartsi-



Kuva 3-6 Kostuta liimattavat pinnat saostamattomalla epoksilla, jotta epoksi imeytyy mahdollisimman hyvin



Kuva 3-7 Levitä niin paljon saostettua epoksiseosta toiselle liimattavista pinnoista, että sitä puristuu ulos liitoksesta kevyesti puristettaessa.

koveteseosta (Kuva 3-6). Ohut epoksi imeytyy liimattavan materiaalin syihin. Epoksihartsi-koveteseos voidaan levittää ahtaisiin paikkoihin kertakäyttösiveltimellä ja laajemmille alueille vaahtomuovitelalla. Suurelle vaakatasossa olevalle pinnalle voidaan epoksi levittää tasaisesti myös muovilastalla. Jatka välittömästi seuraavaan vaiheeseen.

2. Saostetun epoksin levittäminen

Sekoita joukkoon ko. käyttöön soveltuvaa täyteainetta kunnes seos on sopivan paksua täyttämään kolot liimattavissa pinnoissa. Levitä seosta tasaisesti vain toiselle liimattavista pinnoista (Kuva 3-7)

Saostettua epoksiseosta voidaan levittää pohjakerroksen päälle välittömästi tai milloin vain ennen epoksin lopullista kovettumista. Pienissä liimaustöissä kannattaa lisätä täyteaine seokseen, jota käytettiin jo aiemmin liimattavan materiaalin kostutukseen. Lisää täyteaine nopeasti kostutuksen jälkeen ja pidä mielessä seoksen lyhyempi käsittelyaika. Vanhoja kovettuneita epoksipintoja, jotka on käsitelty pesemällä ja hiomalla ei tarvitse kostuttaa erikseen epoksihartsilla, vaan niille voi levittää suoraan saostettua epoksia.

Levitä seosta niin runsaasti, että sitä puristuu vähän ulos, kun liimattavia pintojapuristetaan yhteen. Puristusvoimaksi riittää lujaa kädenpuristusta vastaava voima.

Yksivaiheinen liimaus

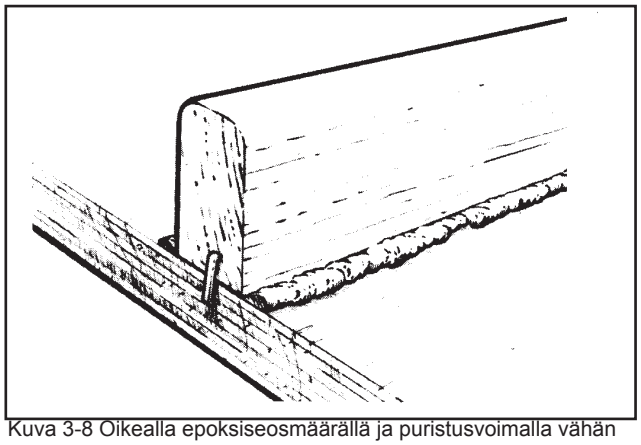
Yksivaiheisessa liimauksessa saostettua epoksia levitetään liimattavalle pinnalle ilman pintojen kostutusta. Suositukset:

(a) Älä saosta epoksia enemmän kuin on välttämätöntä liitoksen rakojen täyttämiseksi. Mitä ohuempaa seos on, sitä paremmin se imeytyy liimattavaan pintaan.

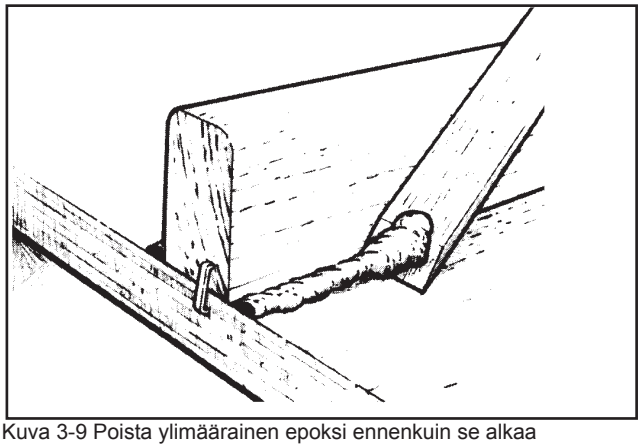
(b) Älä käytä tätä menetelmää liitoksissa, jotka joutuvat kovaan rasitukseen, eikä myöskään huokoisia pintoja tai puun syiden päitä liimattaessa.

Puristaminen

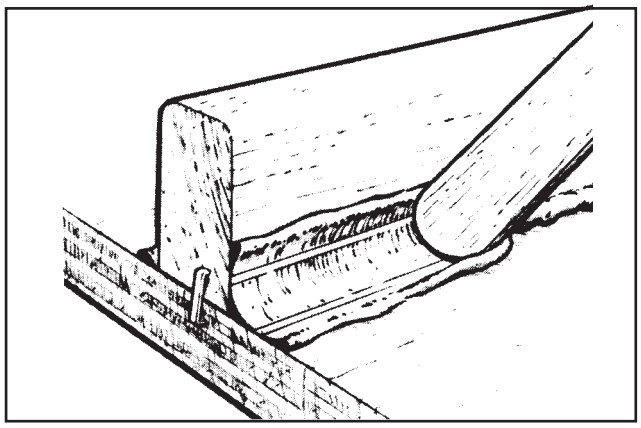
Kun liimattavat osat ovat paikoillaan, aseta puristimet painamaan osia yhteen



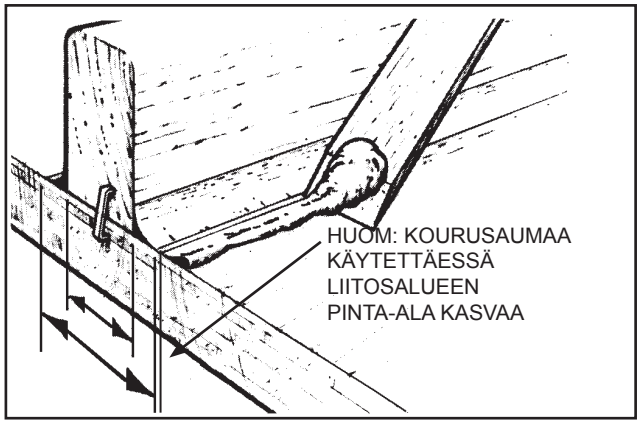
Kuva 3-8 Oikealla epoksiseosmäärällä ja puristusvoimalla vähän seosta pusertuu ulos liitoksesta.



Kuva 3-9 Poista ylimäärainen epoksi ennenkuin se alkaa kovettua. Teroitettu sekoitustikku on erinomainen työkalu.



Kuva 3-10 Muotoile je tasaa kourusauma pyöreäpäisellä lastalla.



Kuva 3-11 Poista ylimääräinen epoksiseos ennen kovettumista

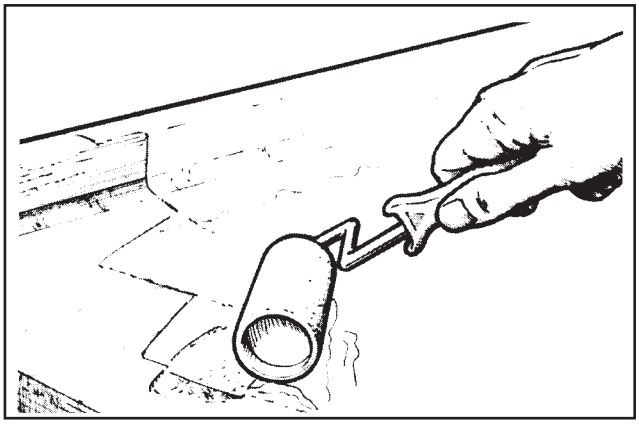
sellaisella voimalla, että pieni määrä epoksia puristuu ulos liitoksesta. Näin varmistetaan, että epoksi ottaa kiinni molempiin pintoihin (Kuva 3-8). Älä käytä niin suurta puristusvoimaa, että kaikki epoksi puristuu ulos liitoksesta! Sellainen puristus riittää, että liimattavat osat pysyvät toistensa suhteen paikoillaan.

Työssä voidaan käyttää mitä tahansa puristusmenetelmää, kuten jousi- ruuvi- tai levypuristimia, paksuja kumilenkkejä, nailonvahvisteisia pakkausteippejä ja painoja, kunhan liimattavat osat pysyvät liikkumatta paikoillaan. Puristinpinnan alla voi käyttää muovisuojusta (esim. polyeteenikalvoa tai karhennuskangasta, peelply) etenkin epoksisauman vieressä ettei puristin vahingossa liimaudu kiinni. Jos puristin ei sovi liimattavaan kohtaan, käytetään niittejä, nauloja ja kiviseinäruuveja, jotka poistetaan kun epoksi on kovettunut. Vain syöpymättömistä metalliyhdisteistä valmistetut kiinnikkeet, esim. pronssiset, voidaan jättää paikoilleen. Puristimien asentamisen jälkeen voidaan ulos puristunut epoksi muotoilla tai poistaa. Puinen sekoitustikku, jonka kärki on hiottu talttamaiseksi, on ihanteellinen työkalu liian epoksin poistamiseen (Kuva 3-9).

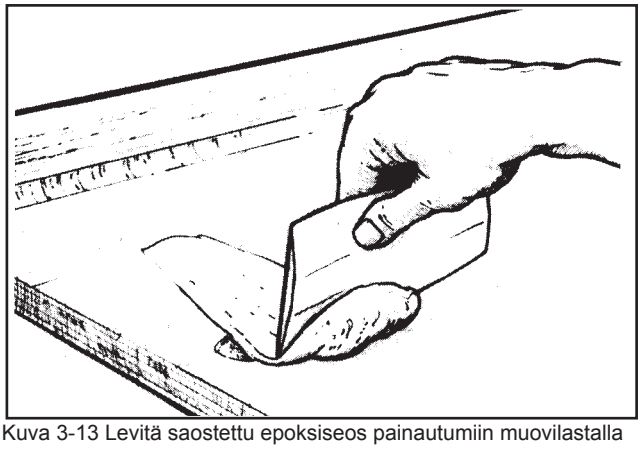
3.4.3 Kourusaumaliitos

Kourusauma tarkoittaa tässä koveraa, saostetun epoksiseoksen muodostamaa reunusta kulmaliitoksessa (Kuva 3-10). Kourusauma sopii hyvin osien liimaamiseen, koska liimapinta-ala suurenee ja epoksireunus toimii samalla mekaanisena tukena. Kaikkiin liitoksiin, jotka päällystetään lasikuitukankaalla täytyy tehdä saostetulla epoksilla pyöristys kankaan kiinnittämiseksi liitoksen sisäkulmaan. Kourusaumaliitos tehdään samalla tavalla kuin tavallinen epoksiliitos paitsi että puristimien asettamisen jälkeen ulos pursuavaa epoksia ei oteta pois, vaan se muotoillaan koveraksi reunukseksi. Jos halutaan isompi reunus, epoksiseosta lisätään liitokseen heti liimauksen jälkeen, ennenkuin liimaus on täysin kovettunut, tai vaihtoehtoisesti kovettumisen ja ulos pursuneen epoksin hiomisen jälkeen.

1. Sekoita epoksihartsi-kovete-täyteaineseos jäykäksi koostumukseksi (maapähkinävoi).
2. Levitä haluttu määrä seosta pitkin liitosrajaa pyöristetyllä sekoitustikulla. Pursotinta tai tukevaa, kulmasta leikattua muovipussia voi käyttää apuna, kun tehdään useita tai pitkiä liitoksia.
3. Muotoile ja tasaa reunus vetämällä pyöristettyä saumaustikkua (sekoitustikkua) pitkin liitosrajaa. Työnnä ylimääräistä epoksia tikulla eteenpäin ja tee sileä, kovera ja siistireunainen reunus. Saumasta ylijäävää seosta (Kuva 3-10) voi käyttää paikkailuun. Tasaa sauma. Tavallisella sekoitustikulla tulee säteeltään 9 mm sauma. Isompien reunusten muotoilussa voi käyttää WEST SYSTEM 808 muovilastaa joka on leikattu tai taivutettu oikeaan kulmaan.
4. Poista liika epoksiseos teroitetulla sekoitustikulla tai lastalla. Lasikuitukangas tai -nauha voidaan kiinnittää reunasauman päälle ennenkuin reunus on kovettunut (tai kovettumisen ja hiomisen jälkeen).
5. Hio reunasauma hiekkapaperilla numero 80 kovettumisen jälkeen. Pyyhi pinta puhtaaksi pölystä ja sivele useita kerroksia epoksihartsi-kovete-seosta ennen maalausta tai lakkausta.



Kuva 3-12 Kostuta huokoiset pinnat ennen tasoitusseoksen levitystä



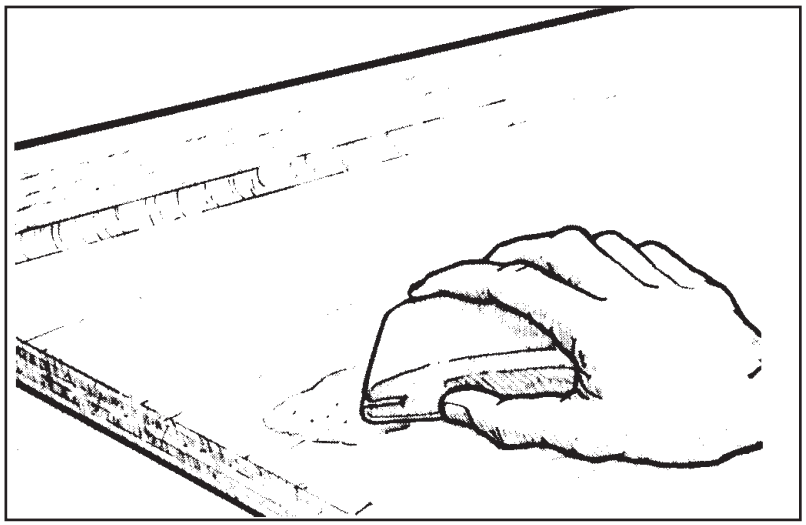
Kuva 3-13 Levitä saostettu epoksiseos painautumiin muovilastalla

3.4.4 Laminointi

Laminoinnilla tarkoitetaan useiden, melko ohuiden levymäisten kerrosten liimaamista päällekkäin. Tyypillisiä laminointimateriaaleja ovat vaneri, viilut, erilaiset kuitukankaat sekä ydinmateriaalit. Kerrosten määrä ja materiaalit vaihtelevat. Epoksin käyttötapa ja puristustyyli riippuu materiaaleista sekä kerrosrakenteesta. Tela on yleisin levitysväline laminoinnissa, koska yleensä on kyse suurista liimattavista pinnoista. Epoksihartsi-kovete-seosta voi myös kaataa suoraan pinnalle ja levittää se muovilastalla. Saostettu epoksi levittyy parhaiten hammastetulla lastalla. Niittejä ja ruuveja käytetään laminoinnin kiinnikkeinä, mikäli niille on sopiva kiinnitysalusta. Muussa tapauksessa käytetään painoja, esim. vaahtomaisten ydinaineiden ja hunajakennojen kanssa, jolloin ruuvit ja niitit eivät tartu. Alipaineistaminen on ihanteellinen vanerinpuristusmenetelmä. Alipaine pumppuineen ja muovikalvoineen jakaa puristuspaineen tasaisesti levyihin, koosta, muodosta tai kerrosten lukumäärästä riippumatta. Alipaineistus on useimmiten (mutta ei ainoastaan) ammattirakentajien menetelmä siinä tarvittavien laitteiden ja kalvomateriaalien sekä melko monimutkaisen työtavan johdosta. Siitä voi lukea Gougeon Brothers, Inc. julkaisemasta kirjasta ADVANCED VACUUM BAGGING TECHNIQUES. Lisätietoja saa myös maahantuojalta, jolla on monipuolinen valikoima alipainesäkitykseen soveltuvia tuotteita varastossaan.

3.4.5 Tasoitus

Työstettävän pinnan kolojen ja painautumien tasauksen, samoin kuin korjaustyön jälkeisen pinnan viimeistelytasoituksen voi tehdä kätevästi WEST SYSTEM epoksilla ja kevyillä täyteaineilla (407 mikrolasipallot tai 410 Microlight).



Kuva 3-14 Hio pakkeliseos oikeaan muotoon kovettumisen jälkeen.

1. Esikäsittele pinta kohdan 3.4.1 mukaisesti. Hio kohoumat ja poista pöly hiottavalta pinnalta.
2. Kostuta huokoiset pinnat epoksihartsi-koveteseoksella (Kuva 3-12). Pese ja hio hiekkapaperilla epoksipinta, mikäli se on kovettunut.
3. Sekoita epoksihartsi-kovete-yhdiste ja jompaa kumpaa kevyttä täyteainetta (407 tai 410) jäykäksi koostumukseksi (maapähkinävoi).
4. Tasoita saostettu epoksiseos muovilastalla lommoihin ja painautumiin. Tasaa haluttuun muotoon, jättämällä epoksipakkeli hiukan korkeammaksi kuin ympäröivä alue (Kuva 3-13). Poista liika epoksi ennenkuin se kuivuu. Yli 12mm syvät painautumat on tasoitettava useammalla eri kerroksella tai on käytettävä 206 hidasta kovetetta.
5. Anna epoksin kovettua perusteellisesti.
6. Hio hiekkapaperilla epoksipinta ympäröivän pinnan tasalle (Kuva 3-14). Jos epoksia on hiottava paljon, aloita hiekkapaperilla 50. Käytä hiekkapaperia numero 80 viimeistelyssä. Pyyhi pois pöly ja tasoita mahdolliset jäljelle jääneet epätasaisuudet samalla tavalla.
MUISTA käyttää hengityssuojainta hiontapölyjen vuoksi!
7. Kun pinta on tarpeeksi tasainen, levitä kertakäyttösiveltimellä tai telalla useita kerroksia epoksia tasoitetulle alueelle. Anna kuivua yön yli. Hio pinta hiekkapaperilla ja viimeistele.

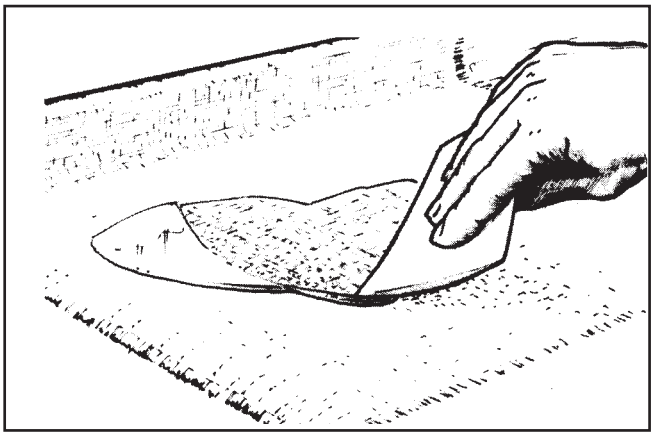
3.4.6 Lasikuitukankaan ja -nauhan kiinnittäminen

Lujittavan ja kulutukselta suojaavan lasikuitukankaan voi kiinnittää kahdella menetelmällä. Tavallisimmin kangas kiinnitetään tasoituksen jälkeen, ennen pintakerroksia. “Märkämenetelmässä” kangas kiinnitetään epoksilla päällystettyyn pintaan ennenkuin epoksi lopullisesti kovettuu. “Kuivamenetelmässä” kangas asetetaan kuivalle pinnalle, joko ennen pinnan kostutusta epoksilla tai kostutuskerroksen esikuivumisen jälkeen (tai lopullisen kovettumisen ja hionnan jälkeen). Suosittelemme kankaan kiinnitystä märkämenetelmällä.

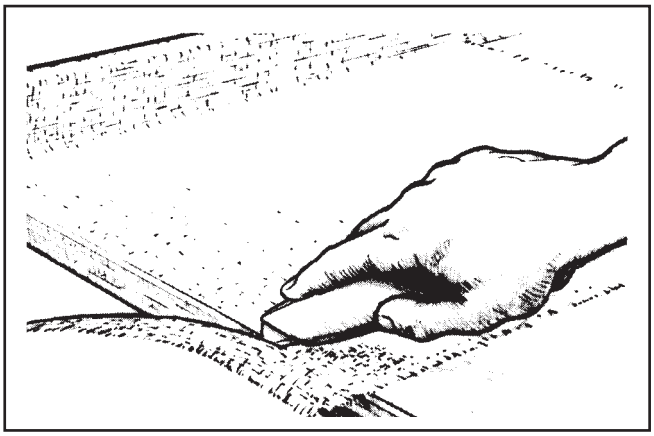
Märkämenetelmä.

Riittävän työskentelyajan varmistamiseksi kannattaa käyttää kerrallaan pieniä epoksimääriä.

1. Esikäsittele pinta kohdan 3.4.1 mukaisesti.
2. Sovita ja leikkaa kangas sopivan kokoiseksi. Rullaa kangas esim. pahviputken ympärille niin, että se on helppo levittää myöhemmin paikalleen.
3. Vedä telalla paksu kerros epoksia pinnalle.
4. Levitä kangas pahviputkella rullaamalla märän epoksin päälle ja asettele se paikoilleen. Pintajännite pitää useimmat kankaat paikoillaan. Seinä- ja kattopinnoille kiinnitettäessä voi antaa epoksin kuivua hiukan ennen kankaan levittämistä, jolloin siitä tulee sopivan “tahmeaa”. Tasoita poimut nostamalla kangasta kulmasta ja silittämällä hansikkaalla tai lastalla keskeltä ulospäin. Ilmaustelalla kangas kostuu tasaisesti. Jos kankaaseen täytyy tehdä aukko mutkaa tai kulmaa varten, leikkaa terävillä saksilla ja aseta reunat väliaikaisesti päällekkäin.
5. Lisää epoksia vaahtomuovitelalla kankaan kuiviin (vaaleisiin) kohtiin.
6. Poista lastalla liika epoksi ennenkuin se alkaa hyytyä. Vedä lastaa kankaan pinnalla



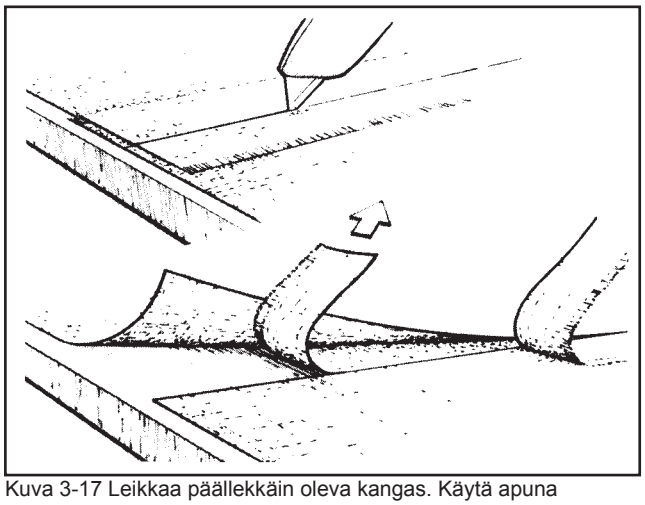
Kuva 3-15 Levitä keskeltä kohti reunoja muovilastalla tai telalla



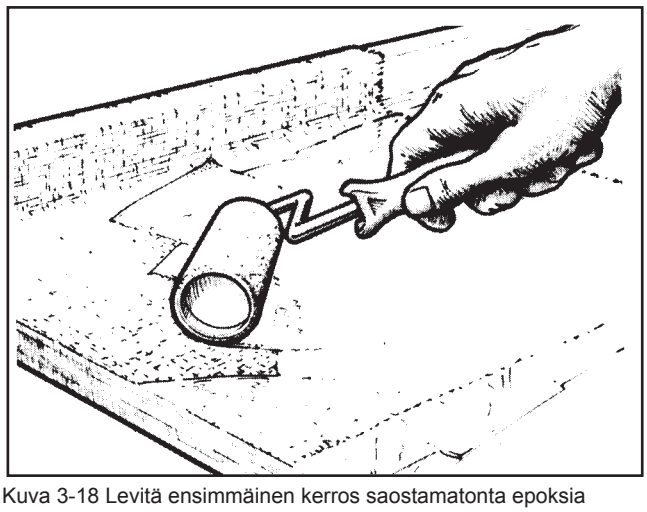
Kuva 3-16 Epoksin kuivuttua leikkaa ylimääräinen lasikangas mattoveitsellä. Kostutettu kangas tuntuu kuivalta, mutta vähän joustavalta ja leikkautuu helposti.

tasaisin vedoin. Tarkoituksena on poistaa ylimääräinen epoksi, joka voisi aiheuttaa kankaan irtoamisen. Älä paina liian kovaa, ettei synny kuivia kohtia. Liiallinen epoksimäärä näyttää kiiltävältä, perusteellisesti hartsilla kostunut alue taas tasaisen läpinäkyvältä ja siinä on yhtenäinen tekstiilipinta. Myöhemmät epoksikerrokset peittävät kankaan kudoskuvion, ja kangas “häviää näkyvistä”.
7. Uusia kangaskerroksia voi lisätä välittömästi edellä kuvatulla menetelmällä.
8. Leikkaa ylimääräinen ja päällekkäinen kangas kun epoksi on kosketuskuiva. Käytä mattoveistä (Kuva 3-16). Leikkaa päällekkäiset reunat seuraavasti:
a. Aseta metalliviivain päällekkäisten kangasreunojen keskiviivalle.
b. Viillä molempien kangaskerrosten läpi terävällä mattoveitsellä.
c. Poista päällimmäinen, irrallinen reunus. Nosta toista puolta ja poista sen alla oleva irrallinen kaistale (Kuva 3-17).
d. Kostuta kohotetun kangasreunan alta ja paina paikoilleen.
Saumasta pitäisi tulla lähes täydellinen päittäisliitos ilman kaksinkertaista kangasta. Päällekkäisliitos on kuitenkin vahvempi, joten jos ulkonäöllä ei ole suurta väliä, jätä sauma kaksinkertaiseksi ja tasoita pintakerrosten jälkeen.
Jos pinta aiotaan maalata, kaikki mahdolliset epätasaisuudet voidaan vielä tasata käyttäen epoksi-täyteaineseosta. Jos tasoitusta tehdään lasikuitukankaan kiinnityksen jälkeen, pintaan on vedettävä lopuksi useita epoksikerroksia.
9. Levitä epoksikerros kudoksen päälle ennenkuin kostutettu lasikuitukerros kovettuu täydellisesti (Kuva 3-18). Viimeistele kohdan 3.4.7 mukaisesti. Kudoksien peittäminen vaatii pari, kolme pintakerrosta ennen lopullista hiontaa. Näin kudokset eivät rikkoonnu loppuhionnassa.

Kuivamenetelmä
1. Esikäsittele pinta kohdan 3.4.1 ohjeiden mukaisesti.
2. Aseta kangas katettavan pinnan päälle ja leikkaa se joka puolelta joitakin senttejä pintaa suuremmaksi. Jos kangasta joudutaan jatkamaan koko alueen peittämiseksi, aseta kankaiden reunat 5 cm toistensa päälle. Vinoihin tai pystysuoriin pintoihin voi joutua kiinnittämään kankaan alustavasti suojateipillä tai niiteillä.
3. Sekoita pieni määrä epoksiseosta (kolme tai neljä annospumpullista epoksihartsia ja kovetetta).
4. Kaada pieni “lammikko” epoksihartsia ja kovetetta kankaan keskelle.
5. Levitä epoksia 808 muovilastalla keskeltä kohti kankaan kuivina olevia laitoja (Kuva 3-15). Kun lasikankaan kuidut ovat imeneet perusteellisesti epoksin, kangas tulee läpinäkyväksi. Jos kangaskate tulee huokoisen pinnan päälle, epoksia imeytyy runsaasti sekä kankaaseen että alustaan. Jos epoksia ei ole tarpeeksi, pinta näyttää valkoiselta, eikä läpinäkyvältä. Käytä lastaa säästeliäästi, erityisesti jos tavoitteena on täysin kirkas pinta, sillä liiallinen lastan kanssa työskentely synnyttää pieniä ilmakuplia. Myös telaa tai sivellintä voi käyttää epoksin levityksessä vaakasuorille pinnoille, ja erityisesti pystysuorilla pinnoilla ne ovat tarpeen.
6. Jatka pienten epoksimäärien kaatamista kankaalle ja niiden levitystä kohti reunoja, oikaise taitokset ja korjaa kankaan asetusta tarpeen mukaan. Etsi kuivat paikat (erityisesti huokoisen pinnan kohdalla) ja lisää epoksia tarpeen mukaan. Leikkaa tarvittavat liitoskohdat auki terävillä saksilla ja aseta reunat päällekkäin.
7. Etene märkämenetelmän kohtien 6, 7 ja 8 mukaan.



Kuva 3-17 Leikkaa päällekkäin oleva kangas. Käytä apuna metallista suorakulmaa ja mattoveistä. Tuloksena päittäisliitos.



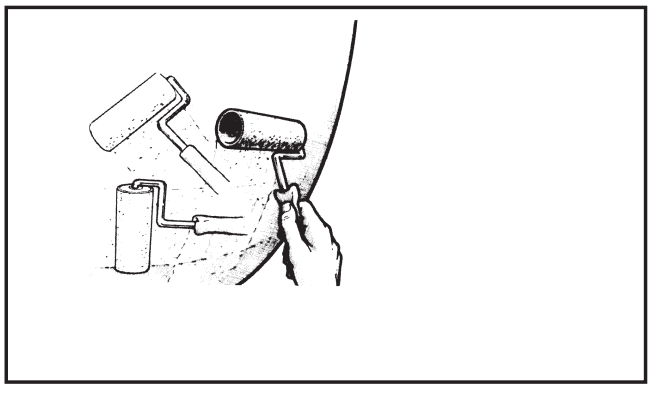
Kuva 3-18 Levitä ensimmäinen kerros saostamatonta epoksia kangaskuidun päälle ennenkuin kostutuskerros on täydellisesti kovettunut.

3.4.7 Epoksipintakerrokset

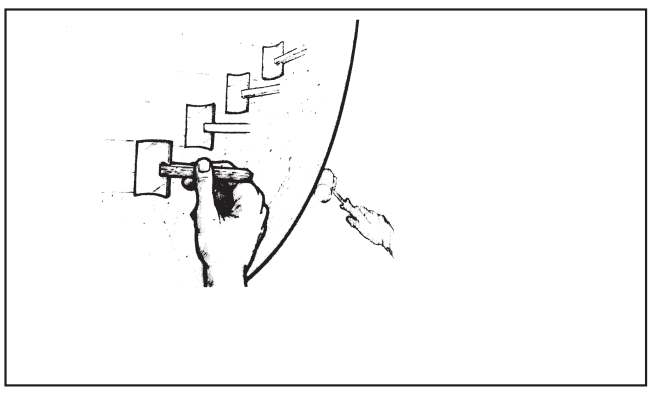
Pintakerrosten tarkoituksena on antaa tehokas kosteussuoja ja sileä pinta viimeistelyä varten. Pitävä kosteussuojaus vaatii vähintäin kaksi kerrosta WEST SYSTEM epoksia. Mikäli pinnalle suoritetaan hiekkapaperihionta tarvitaan kolme epoksikerrosta. Kosteussuojaa voidaan parantaa lisäämällä kerroksia aina kuudenteen epoksikerrokseen eli 500 mikronin (0,5mm) paksuuteen asti. Ensimmäiseen pintakerrokseen ei saa lisätä väri-, täyte- tai lisäaineita. Ohenteiden käyttöä WEST SYSTEM epoksien kanssa ei suositella.

Mitä ohuempi epoksikerros levitetään kerrallaan, sitä helpompi on saada tasainen pintakalvo ilman valumia ja paksumpia epoksikerääntymiä. Ohuilla vaahtomuoviteloilla, kuten WEST SYSTEM 800 telalla, voi helpommin säädellä kalvon paksuutta, estää epoksikalvon liiallista kuumentumista ja pinnan pilkkuja kuin paksuilla teloilla. Telan voi katkaista pitkien ja kapeiden pintojen käsittelyä varten.
Tee valmiiksi kaikki tasoitus- ja lujitekankaiden kiinnitystyöt ennen pintakerrosten levittämistä. Anna huokoisten pintojen lämpötilan vakiintua ennen epoksilla päällystämistä. Muuten materiaalin lämmön nousu voi aiheuttaa kuplimista epoksikerroksessa, joka aiheutuu pinnan alla olevan ilman laajenemisesta ja sen kulkeutumisesta ulos huokoisesta materiaalista.
1. Esikäsittele pinta (3.4.2).
2. Sekoita vain sen verran epoksihartsi-kovete-seosta kuin pystyt levittämään purkkiajan kuluessa. Kaada seos telausastiaan välittömästi sekoittamisen jälkeen.
3. Ota telaan kohtuullinen määrä epoksia. Pyöritä ylimääräinen pois vasten tela-astian kuviopintaa.
4. Rullaa telalla kevyesti ristiin rastiin noin 60cm x 60cm alueella tasaisen pinnan saamiseksi (Kuva 3-19).
5. Kun tela alkaa kuivua, paina tuntuvammin. Näin epoksi levittyy tasaisesti. Laajenna levitysaluetta, jos kalvo vaikuttaa liian paksulta.
6. Häivytä telan jäljet pitkin, säännöllisin vedoin. Rullaa yli viimeksi käsittelemäsi alueen reunojen.
7. Käsittele niin monta pientä osa-aluetta kuin ehdit. Jos epoksiannos alkaa paksuuntua kesken levityksen, jätä se käyttämättä, ja sekoita uusi, pienempi annos.
8. Vedä telasta leikatulla levittimellä yli epoksipinnan pitkillä, päällekkäisillä vedoilla. Paina tarpeeksi tasoittaaksesi kuplat, mutta varo poistamasta pinnoitetta (Kuva 3-20).
Liitteessä C kerrotaan yksityiskohtaisemmin vaahtomuoviteloista ja-levittimistä.

Lisäpintakerrokset
Lisää seuraavat pintakerrokset samalla tavalla. Varmista, että edellisen kerroksen pinta on tarpeeksi kuivunut kestääkseen uuden kerroksen. Hiomisen välttämiseksi kannattaa kaikki pintakerrokset levittää saman päivän aikana. Katso kohta 3.4.1 *Amiinivahakerroksen poistaminen* ja *Milloin on hiottava?* Viimeisen pintakerroksen kovetuttua yön yli, pese ja hio pinta viimeistelyä varten.



Kuva 3-19 Levitä epoksi ohuina tasaisina kerroksina vaahtomuovitelalla.



Kuva 3-20 Poista tuoreesta apoksipinnasta kuplat ja telan jäljet vaahtomuovitelasta tehdylla levittimellä yhdensuuntaisin vedoin.

3.4.8 Viimeistely (pintakäsittely)

Asianmukainen viimeistely kaunistaa ja suojaa pintaa auringon UV-säteilyltä, joka voi ennen pitkää haurastaa epoksin. Viimeistelynä käytetään yleensä maalausta tai lakkausta. Maali- ja lakkakerrokset suojaavat UV-säteiltä, mutta vaativat pinnan esikäsittelyä.

Viimeistelytoimenpiteet

Pinnan esikäsittely on yhtä tärkeätä ennen maalausta kuin ennen lisäepoksikerrosten levitystäkin. Pinnan tulee olla puhdas, kuiva ja hiottu (kohta 3.4.2).

1. Anna viimeisen epoksikerroksen kovettua perusteellisesti.
2. Pese pinta karkealla sienellä (esim. Scotch-brite hiontasieni) ja vedellä.
3. Hio hiekkapaperilla sileäksi. Epoksikerroksen tasaisuus ja valittu viimeistelykäsittely (maalaus tai lakkaus) vaikuttavat hionnan työmäärään. Jos epoksipinnassa on valumia, tasoita kohoumat ensin hiekkapaperilla numero 80. Kun pinta näyttää ja tuntuu sileältä, vaihda vesi- tai kuivahiomapaperiin numero 120. Monet valitsevat vesihiomisen, koska se vähentää hiomapölyn määrää. Kun 80 hionnasta jääneet naarmut on peitetty, vaihda hiomapaperiin 220 ja hio vielä lopuksi hienoimmalla tarkoitukseen sopivalla paperilla. Jos viimeistelyssä käytetään pohjamaalia, paperihionta numerolla 80 yleensä riittää. Kun pintakuvio ja pinnan sileys on riittävä, huuhdo vedellä ja kuivaa puhtaalla paperipyyhkeellä.

Noudata viimeistelymaalauksessa maalin tai lakan valmistajan ohjeita. Kokeile ensin pintamaalia tai lakkaa testipaneelille, niin voit arvioida tarvittavan pinnan esikäsittelyn sekä ko. maalin tai lakan yhteensopivuuden epoksipinnalle. Erityisesti myrkkymaalauksessa kannattaa kysyä valmistajan suositusta pohjamaalien käytöstä.

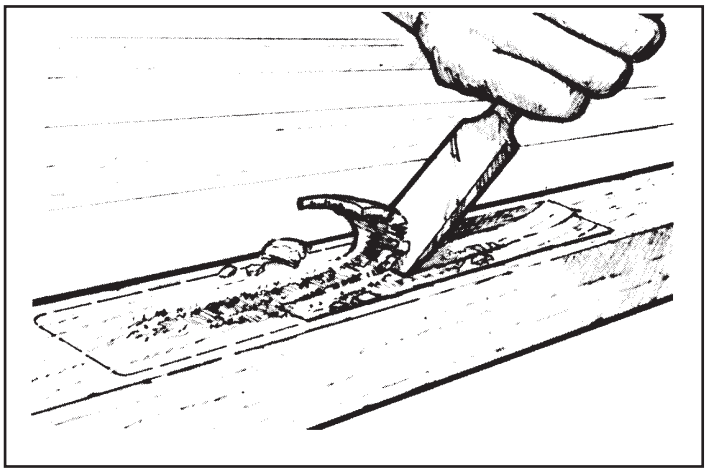
Luku 4

Lahovaurioiden korjaaminen

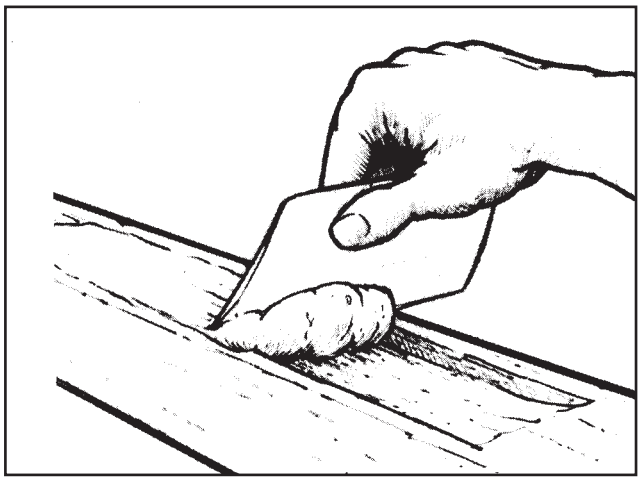
Pienten lahovaurioiden korjaukset ovat tuttuja jokaiselle puuveneen omistajalle. Useimmissa venerakenteissa on pieniä erillisiä, huonosti ilmastoituja alueita, joihin kosteus tiivistyy ja seurauksena on lahoaminen. Tällaisiin paikkoihin syntyneet lahovauriot voidaan useimmiten korjata kaivertamalla lahonnut kohta pois ja täyttämällä se.

4.1 Kaivertaminen ja täyttö

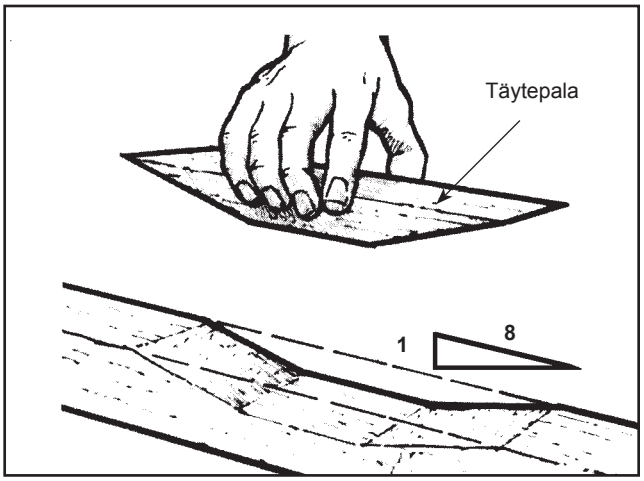
Kaiverra taltalla pois kaikki lahonnut puu ja sen välitön ympäristö. Poista taltalla kolosta kaikki mureneva puuaines kunnes kaikki sivut ovat kiinteää puuta (Kuva 4-1). Kolon suuruus ratkaisee minkälaista täyttömenetelmää tulee käyttää. Pienet kolot täytetään saostetulla epoksiseoksella, suurempiin liimataan kolon muotoon sopiva puinen täytekappale.Täyttötavan valinnassa on ajateltava mukavuutta, käytännöllisyyttä ja taloudellisuutta. Sopivan puupalan veistäminen vaikeapääsyiseen kohtaan saattaa viedä aikaa ja olla vaivalloista, joten epoksilla täyttäminen on näppärämpi keino. Toisaalta epoksitäyte painaa enemmän ja tulee kalliimmaksi kuin puu. Lisäksi epoksia voidaan seoksen kuumenemisen vuoksi käyttää vain tietty määrä, noin 12 mm kerros tai golfpallon kokoinen annos kerrallaan kolon täytteeksi. Suurempi määrä kuumenisi ja aiheuttaisi vaahtoamista ja epoksin lujuuden tuntuvaa heikentymistä. Epoksin käytöllä täyttämisessä on rajansa, vaikka hidas kovete ja epoksin levittäminen koloon useammassa erässä estävät kuumenemista ja lisäävät siten käyttömahdollisuuksia.



Kuva 4-1 Kaiva taltalla kolo, joka on vahingoittunutta aluetta selvästi suurempi.



Kuva 4-2 Täytä pienemmät kolot saostetulla epoksilla



Kuva 4-3 Liimaa täytepala suurempiin aukkoihin. Viistota aukon ja kiilan sivut toisiaan vastaaviksi.

4.1.1 Epoksilla täyttäminen

Pienten kolojen täyttäminen saostetulla epoksilla on kätevää:
1. Esikäsittele pinta (kohta 3.4.1). Pinnan on oltava täysin kuiva.
2. Kostuta korjattava alue epoksihartsi-kovete-seoksella.
3. Täytä kolo raskaalla täyteaineella (406, 404 tai 403) paksunnetulla epoksiseoksella (maapähkinävoi). Tasoita seos koloon lastalla tai sekoitustikulla (Kuva 4-2). Tasaa pinta ja poista ylimääräinen epoksi ennen kuin se alkaa kovettua.
4. Anna kovettua täydellisesti ennen hiontaa.

4.1.2 Täyttäminen puukappaleella

Suuremmat kolot pitäisi täyttää puulla aina kun se on mahdollista. Puutäyte säilyttää puun alkuperäisen lujuuden. Täytepala hiotaan täytettävän aukon muotoiseksi ja liimataan sitten epoksilla:
1. Valmista täytepala käyttämällä mahdollisimman alkuperäisen kaltaista puuta. Veistä täytettävä kolo geometriseen muotoon, se helpottaa täytepalan muotoilua. Viistota kolon sivut. Mitä pitempi viistotus on puun syiden suuntaan, sitä lujempi korjauksesta tulee (Kuva 4-3). Viistotus vähintään suhteessa 8:1 (8 cm matkalla syvennys 1 cm) pitää puun lujuuden alkuperäisellä tasolla. Sovita täytekappaletta aukkoon. Sen ei tarvitse sopia täsmälleen, sillä epoksi-täyteaineseos täyttää epätasaisuudet. Valmista pinnat liimaamista varten (kohta 3.4.1).
2. Kostuta kolon ja täytepalan liimattavat pinnat epoksihartsi-kovete-seoksella.
3. Sekoita seokseen 406, 404 tai 403 täyteainetta niin, että koostumus muistuttaa majoneesia. Levitä seosta aukon pinnoille ja mahdollisiin koloihin.
4. Paina täytepala paikoilleen. Epoksiseosta pitäisi pursuta liitoksesta.
5. Kiinnitä täytepala puristimella, painoilla tai niiteillä siten, että se pysyy paikoillaan epoksin kovettumisen ajan. Poista liika epoksi ennen kovettumista.
6. Anna kovettua täydellisesti ennen puristimien irrottamista ja hiomista.

4.2 Reikien poraaminen ja epoksin injektointi

Yleinen, mutta huomattavasti tehottomampi tapa korjata lahovaurioita on porata sarja reikiä korjauskohtaan ja injektoida reikiin epoksia heikentyneen rakenteen lujittamiseksi. Tämä on vihoviimeinen keino lahovaurioiden korjaamiseen, etenkin jos puuosan lujuudella on merkitystä. Se soveltuu vain kuivalahon korjaukseen. Suurimpana ongelmana on, että epoksin imeytymistä vaurioituneeseen puuhun ei voi mitenkään arvioida. Poraamalla ja injektoimalla korjattujen kohtien lujuustestit osoittavatkin, että menetelmä on paljon huonompi kuin kaivertamalla ja täyttämällä tehty lahovaurion korjaus. Lisäksi injektointi kattoon tai pystyseinään ei helposti

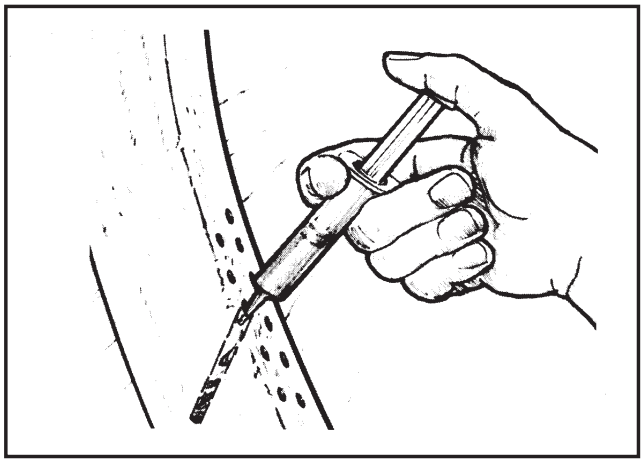
onnistu. Porausreikien injektointi voi kuitenkin olla kätevä tapa silloin, kun puuosalta ei vaadita maksimilujuutta tai korjattavaan kohtaan on vaikea päästä. Toimi silloin seuraavasti:
1. Poraa 5 mm reikiä korjattavaan pintaan 25 mm päähän toisistaan. Poraa jokainen reikä lahon läpi kiinteään puuhun saakka. Poraa pystysuoran pinnan reiät alaspäin 45 kulmassa.
2. Kuivaa alue hyvin. Käytä tarvittaessa kuumailmapuhallinta tai tuulettimia.
3. Injektoi tai kaada epoksihartsi-kovete-yhdistettä reikiin. Lämmitetty yhdiste on juoksevampaa ja imeytyy syvemmälle puukuituun. Hidas 206 kovete imeytyy ennen hyytymistään paremmin kuin 205 (Kuva 4-4).

4. Jatka epoksin injektoimista kunnes puu on täysin kyllästetty, eikä lisää epoksia enää imeydy.
5. Täytä loput kolot saostetulla epoksiseoksella, kun epoksi on kovettunut. Pinnan kosmeettiseen tasoitukseen käytä epoksihartsin ja jonkun kevyen täyteaineen yhdistelmää (kohta 3.4.5 ja Kuva 4-5).

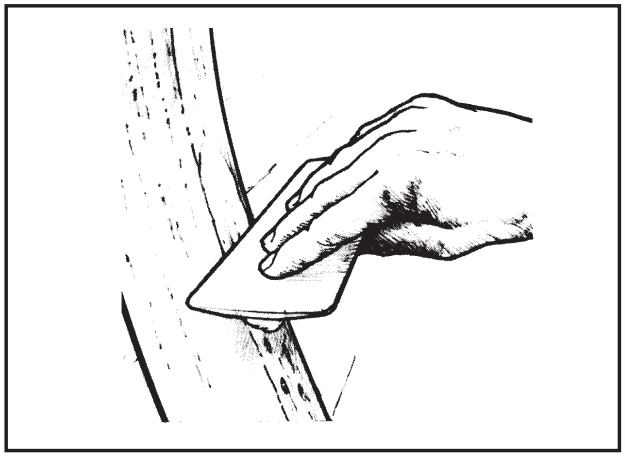
4.2.1 Epoksin ohentaminen

Lahovaurioisen puun lujittamiseen on olemassa epoksipohjaisia tuotteita, jotka on erityisesti suunniteltu tunkeutumaan puun huokosiin ja lujittamaan sitä. Tällaiset tuotteet, lähinnä liuottimilla ohennetut epoksit, imeytyvät kyllä hyvin puuhun, mutta niiden lujuus ja kosteudenestokyky kärsivät ohentamisesta. Myös **WEST SYSTEM** epokseja voi siis periaatteessa ohentaa, mutta samalla lujuus ja kosteussuoja heikkenevät jonkun verran. **WEST SYSTEM** epokseja on ohennettu asetonilla ja xyleenillä, ja tällaisella ohennetulla epoksilla on saavutettu vastaavia tuloksia kuin muillakin lahovaurioisen puun lujittamiseen tarkoitetuilla tuotteilla. Jos ohennat epoksia, muista että epoksin lujuus ja vesitiiveys vähentyvät suhteessa lisätyn liuottimen määrään.

Ohentamisen sijasta suosittelemme sekä epoksin että korjattavan alueen kohtuullista lämmittämistä kuumailmapuhaltimella tai lämpölampulla. Lämpimänä epoksi on juoksevampaa ja imeytyy hyvin lämpimän puun rakoihin ja reikiin. Epoksin käyttöaika lyhenee huomattavasti, mutta hitaammilla kovetteilla (206, 207 tai 209) voidaan työskentelyaikaa pidentää. Ennen hyytymistään hitaat kovetteet imeytyvät paremmin kuin 205. Epoksi säilyttää näin paremmin lujuutensa ja vedenpitävyytensä. Lämmittämisen edut ovat selkeät verrattuna liuottimilla ohentamiseen.



Kuva 4-4 Injektoi epoksihartsi-kovete-seosta reikiin kunnes vahingoittunut puu on täysin kyllästetty.



Kuva 4-5 Täytä loput epätasaisuudet tasoitusseoksella.

4.3 Rakenteen lujittaminen

Lahovauriokohtien lujuutta voidaan parantaa käyttämällä erilaisia synteettisiä kuituja, kuten lasikuitu- tai hiilikuitukangasta tai Kevlaria (aramidia) yhdessä epoksin kanssa. Käyttöohjeet kohdassa 3.4.6. Kiinnitä kankaat lahovaurioiden korjaamisen jälkeen. Myös ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla kierretangoilla on rakenteen lujittamisessa ja palojen liittämisessä saatu erinomaisia tuloksia. Kierretanko voidaan liimata porattuihin tai uurrettuihin osiin joko liittämään niitä tai erottamaan niitä toisistaan. Katso kohta 7.1 kierretankojen liimauksesta.

Luku 5

Rungon rakenneosien korjaaminen

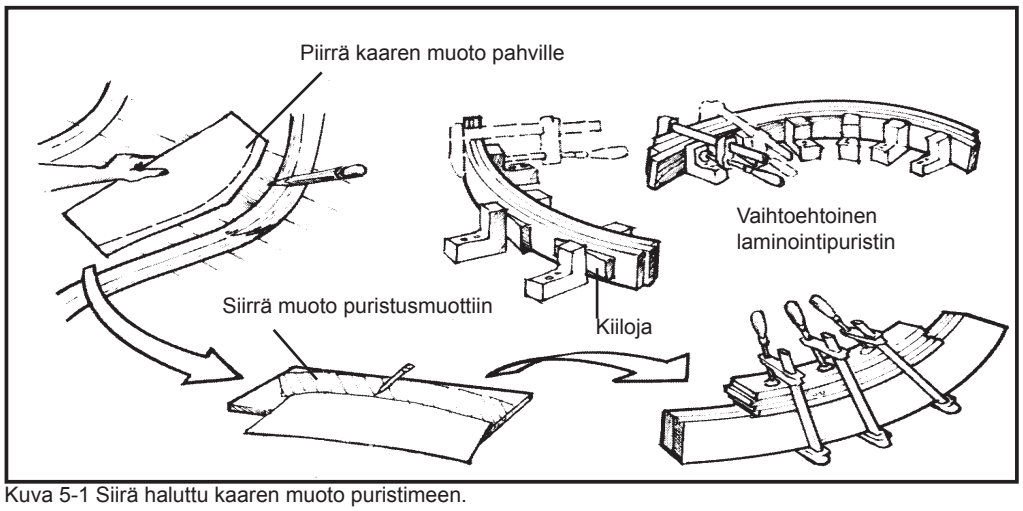
Vaihda tai vahvista aina rakenneosa, joka on menettänyt sille alunperin suunnitellun lujuuden. Rungon rakenneosiin luetaan kölipuu, keulapuu, runkokaaret, pallelaudat, kansipalkit, laidan kannatintuet, vaakatuet, kansipalkkien päittäistuet, polviot, sarjapalkit sekä poikkipuut. Osat vaihtelevat kooltaan, muodoltaan ja sijainniltaan, mutta niiden viat ja korjausmenetelmät ovat hyvin samantyyppisiä.
Kuivalaho tai veneeseen kohdistuvat iskut voivat vahingoittaa kaaria. Törmäyksen jälkeen yhden vaurioituneen kaaren löytyessä kannattaa etsiä lähistöltä huolellisesti myös muita, sillä yleensä kaarista rikkoutuu enemmän kuin yksi kerrallaan. Rungon kaaret tavallisesti rikkoutuvat pallelaudan kohdalta ja kölijuuresta erityisesti veneen perässä. Tarkista onko rungon ulkopinnalla pullistumia ja epätasaisuuksia rikkoutuneiden kaarien alueella. Väännä irronneet lankut ja kaaret väliaikaisesti niin hyvin oikeille paikoilleen kuin mahdollista. Nosta vene pukkien varaan ja tue runko ulkopuolelta kiiloilla ja sisäpuolelta köysillä ja taljoilla tukevasti oikeaan muotoonsa. Vasta sitten voidaan aloittaa rungon korjaus.
Kaarien korjaamisessa on tärkeää korvata vahingoittuneet kaaret tai niiden osat materiaalilla, joka on ainakin yhtä vahvaa kuin alkuperäinen (katso liite B). Tässä luvussa tutustutaan tehokkaaseen kaarien rakentamisen perusmenetelmään eli laminointiin.

5.1 Palkkien, kaarien ja keulapuun laminointi

Kaaret voidaan veistää tukista tai taivuttaa höyryllä jos halutaan entisöidä ne alkuperäiseen asuunsa (höyryllä taivutettujen kaarien täytyy saada kuivaa pitkä aika, jotta ne ovat ehdottoman kuivia ennen liimausta). Laminoidut kaaret ovat kuitenkin lujempia ja helpompia valmistaa. Kaaret tai niiden osat valmistetaan monista ohuista puukerroksista alkuperäisten kokoisiksi ja muotoisiksi (kohdat 5.2, 5.3 ja 5.4). Laminoiduille kaarille ei ole kokorajoituksia. Laminointi on ehkä ainoa taloudellinen ja käytännöllinen tapa valmistaa isoja rakenteita, koska suuret tukit käyvät yhä harvinaisemmiksi. Uusi kaari voidaan laminoida yksinkertaisessa puristimessa mallin mukaiseksi tai joskus suoraan omalle paikalleen runkoon.
Kaarien laminointiin sopivaa puuta valittaessa tulee muistaa seuraavat asiat:
1. Valitse samantyyppistä puuta kuin alkuperäinen.
2. Käytä tarpeeksi ohuita viiluja, niin että ne taipuvat helposti toivottuun malliin. Varmista, että kaikki viilukerrokset yhdessä taipuvat muotoonsa. Käytettäessä vain paksumpia viiluja tietyn kaaren paksuuden aikaansaamiseksi tulee kaareen enemmän jännitystä, mistä aiheutuu kaaren pienempi lujuus sekä enemmän kimmoisuutta. Käytettäessä useita ohuempia viiluja samaan paksuuteen saadaan lujempi ja vähemmän kimmoisa kaari, mutta sen valmistamiseen tarvitaan enemmän työtä ja epoksia.
3. Käytä täyspitkiä puuviiluja. Tee viiluista valmistettavaa kaarta pidempiä, jotta jää työvaraa.
4. Kaaren leveyden tulee olla sama kuin alkuperäisen. Viilut saavat kuitenkin olla työskentelyvaiheessa leveämpiä. Ne viimeistellään oikean levyisiksi asennusvaiheessa.
5. Käytä vain hyvin kuivattua viilua. Ihannekosteus on 6 -14%.

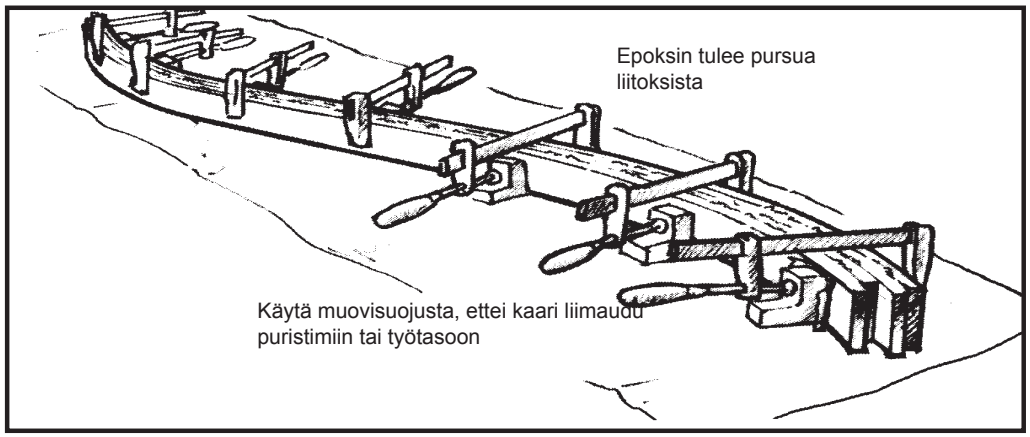
5.1.1 Puristimessa (jigissä) laminointi

Laminointipuristimessa uuden kaaren laminointi voidaan suorittaa työpajan hyvissä työskentelyolosuhteissa. Tee pahvia tai muuta vastaavaa materiaalia käyttäen malli alkuperäisen kaaren sisä- tai ulkoreunasta. Siirrä malli laminointipuristimeen, josta kuvassa (Kuva 5-1) eri vaihtoehtoja.
Laminoi kaari puristimessa näin:



Kuva 5-1 Siirä haluttu kaaren muoto puristimeen.

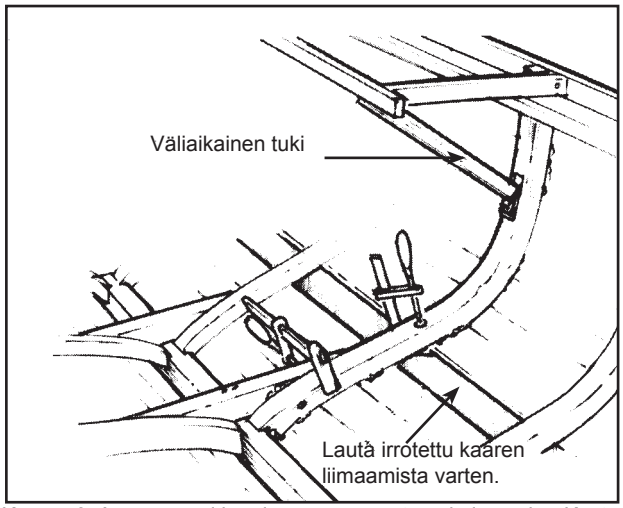
1. Valmista puristin ja viilut kuten edellä on kuvattu. Kokeile ensin, että viilut taipuvat riittävästi, ja että puristin pystyy taivuttamaan kaikki viilut kerralla. Peitä puristin muovilla, ettei kaari liimaudu puristimeen.
2. Kostuta kaikki muut viilut molemmilta puolilta epoksi-koveteseoksella, paitsi laitimmaisten viilujen ulkosivut. (Kuva 5-1).
3. Levitä saostettua epoksiseosta jokaisen viilun yhdelle pinnalle ja aseta se paikoilleen puristimeen edellistä viilua vasten. Saosta epoksiseos 406 täyteaineella ketsuppimaiseksi. Tarkista, että jokaisessa välissä on saostettua epoksia.
4. Pidä viilut paikoillaan puristimessa kunnes epoksi kuivuu (Kuva 5-2). Käytä puristimia, kiiloja, niittejä tai pieniä nauloja niin, että niiden paineesta vähän epoksia puristuu ulos jokaisesta liitoksesta.
5. Irrota kaari puristimesta epoksin kovetuttua täydellisesti. Varmista riittävä kovettumisaika alhaisessa lämpötilassa, erityisesti jos viilut ovat vaikeasti taipuvia. Tasaa kaari lopulliseen muotoonsa ja viimeistele.



Kuva 5-2 Aseta tarpeellinen määrä epoksilla kyllästettyjä viiluja puristimeen. Tasaa kaari oikeaan kokoon epoksin kovettumisen jälkeen.

5.1.2 Kaarien laminointi suoraan runkoon

Joissakin tapauksissa uuden kaaren tai sen osan voi laminoida suoraan paikoilleen rungossa. Olemassaolevaa rakennetta voidaan käyttää laminointipuristimena seuraavasti:
A) Liimaa kaikki viilut pysyvästi paikoilleen samalla työskentelykerralla, joko yksi kerrallaan tai kaikki kerralla, riippuen käytettävissä olevasta puristusmenetelmästä. Käytä haponkestäviä ruuveja tai niittejä viilujen paikallaan pitämiseksi, mikäli puristimia ei voi käyttää. Testaa ensin ilman liimaa, mikä menetelmä toimii parhaiten. Tasaa viilut oikean kokoisiksi ennen liimausta.

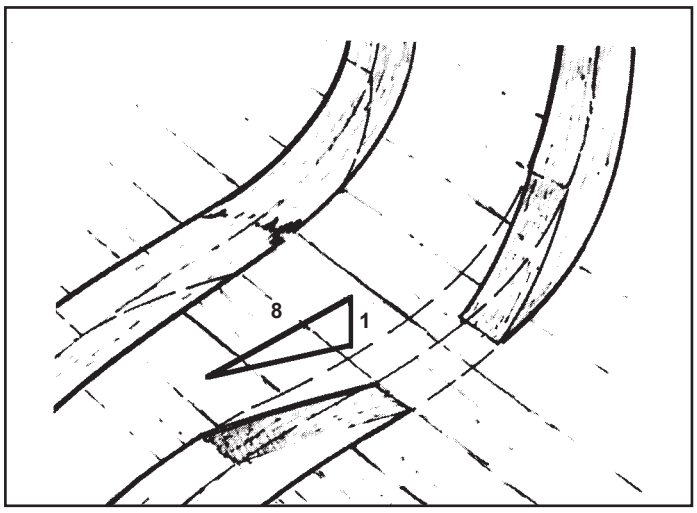


Kuva 5-3 Asenna uusi kaari samaan asentoon kuin vanha. Käytä tukia ja ruuveja pitämään sitä paikoillaan kunnes epoksi kovettuu.

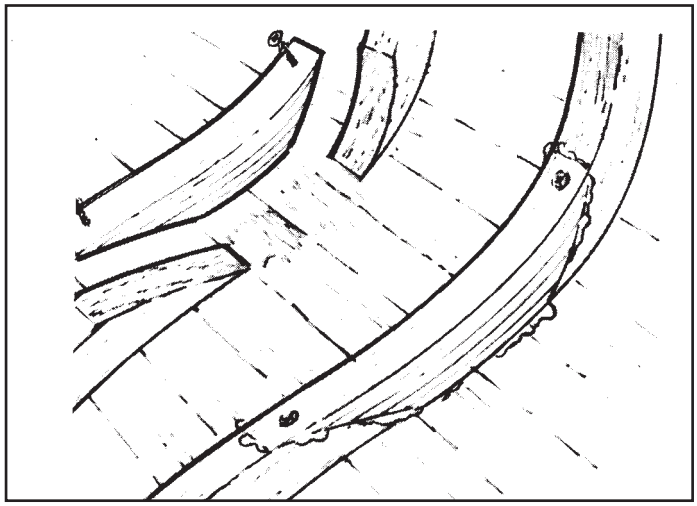
B) Peitä työn alla oleva rungon osa muovilla. Liimaa kaikki viilut paikoilleen muovin päälle. Muovi estää niiden kiinnittymisen suoraan runkoon. Irrota kaari ja tasaa muotoon. Liimaa uusi kaari kiinni pysyvästi kuten edellä.

5.2 Kaarien irrottaminen ja uusiminen

Usein kaari on niin pahoin vaurioitunut, että pelkkä korjaus ei riitä, vaan se joudutaan uusimaan kokonaan:
1. Tue runko ja muu rakenne ennen vanhan kaaren (tai kaarien) poistamista. Vanhoja viottuneita kaaria on ehkä jätettävä osittain paikoilleen rungon tukemiseksi. Nämä kaaret voidaan uusia myöhemmin, kun osa kaarista on vaihettu uusiin. Irrota kaikki kaaren kiinnittimet. Kaaria voi joutua pilkkomaan osiin, ennen kuin ne irtoavat.
2. Laminoi uusi kaari kohdan 5.1.1 ohjeiden mukaisesti. Kaaren voi myös veistää tukista tai taivuttaa höyryllä. Tasaa kaari sopivaksi.
3. Valmistele kaari ja kontaktipinnat liimausta varten. Älä liimaa kaarta mihinkään sellaiseen rungon osaan, joka on tarkoitus poistaa myöhemmin.
4. Aseta kaari paikoilleen. Kostuta kontaktipinnat epoksilla. Levitä saostettua epoksi-406-täyteaineseosta toiselle liimattavista pinnoista.
5. Kiristä puristin pitämään kaarta paikoillaan kunnes epoksi kuivuu. Mikäli on tarkoitus käyttää vanhan kaaren ruuveja uudelleen, käytä myös niiden kiinnittämisessä epoksia.



Kuva 5-4 Irrota kaikki vahingoittunut puuaines. Viistota päät vähintään suhteessa 8:1.



Kuva 5-5 Liimaa paikoilleen laminoimalla tai veistämällä tehty täytepuu, joka sopii tarkasti koloon.

5.3 Vaurioituneen kohdan poistaminen ja korjaaminen

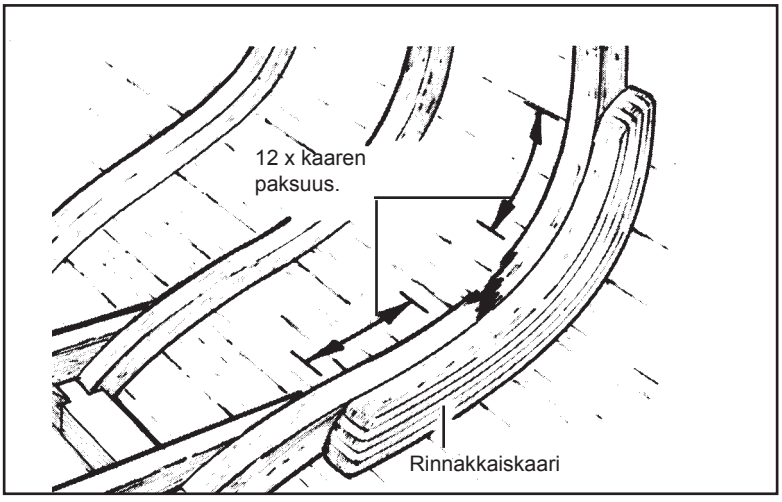
Joskus on tarpeen poistaa vain osa kaarta ja jättää se muilta osin paikoilleen, esim. jos vain osa siitä on vahingoittunut tai jos koko kaarta on hyvin vaikea irrottaa. Loput kaaresta voidaan jättää paikoilleen, ja vain pieni pala kaarta vaihdetaan uuteen lujuuden palauttamiseksi.

1. Poista vahingoittunut osa kaaresta. Viistota päät vähintään suhteessa 8:1(Kuva 5-4). Mitä loivempi kulma sen lujempi liitos. Jos kyseessä on kova puu (esim. tiikki) tai kovalle rasitukselle joutuva kaari, viistota suhteessa 12:1.
2. Valmista uusi laminoitu, hiukan poistettua kohtaa suurempi osa, tai veistä tukista uusi täytepuu vastaavanlaisesta puusta. Viistota kappale aukkoon sopivaksi.
3. Valmista pinnat liimausta varten. Tasaa vinot pinnat toisiinsa sopiviksi.
4. Aseta uusi kaaren osa paikoilleen (Kuva 5-5). Kostuta kaikki kontaktipinnat. Levitä reilusti saostettua epoksi-406-täyteaineseosta toiselle liimattavista pinnoista.
5. Kiinnitä pala puristimilla tai muilla keinoilla paikoilleen. Puhdista liika epoksi ennen sen kovettumista. Irrota puristimet vasta epoksin kovetuttua täydellisesti.

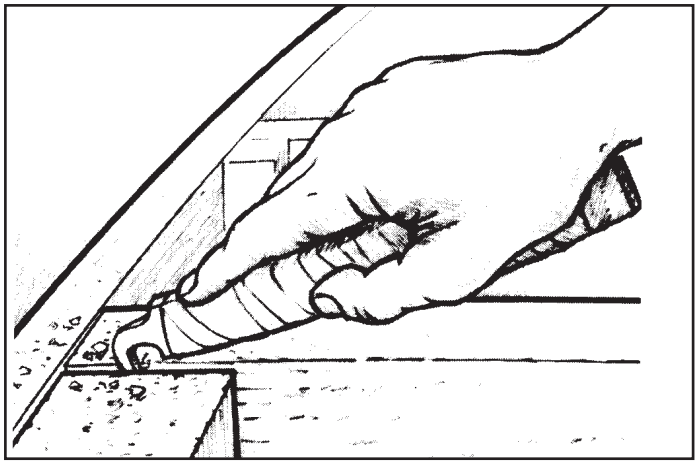
5.4 Rinnakkaiskaarien asentaminen

Vioittuneiden kaarien sivuille voi liimata rinnakkaiskaaria alkuperäisen lujuuden säilyttämiseksi. Tukikaaret eivät ehkä näytä yhtä hyviltä kuin yhtenäiset, korjatut kaaret, mutta menetelmä on toimiva ja kätevä etenkin mikäli vahingoittunutta tukikaarta on vaikea poistaa. Asenna rinnakkaiskaaret seuraavasti:

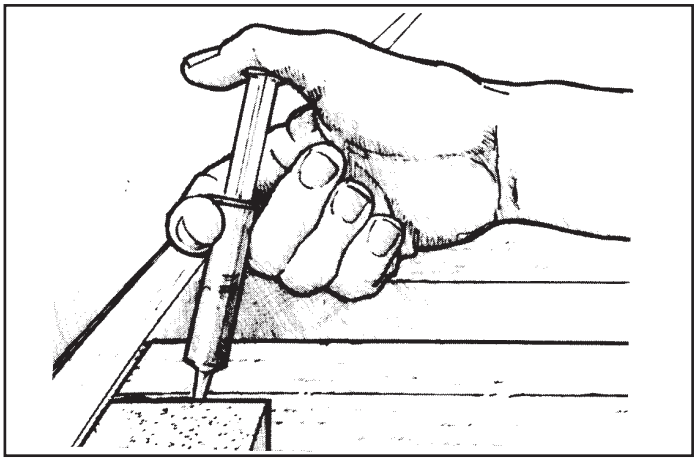
1. Valmista uusi kokonainen laminoitu rinnakkaiskaari hiukan pidemmäksi kuin alkuperäinen ja muokkaa se täysin alkuperäisen kaaren viereen sopivaksi. Valmista uusi laminoitu osittainen rinnakkaiskaari niin pitkäksi, että sen molemmat päät ulottuvat 12 kertaisesti kaaren leveyden verran vahingoittuneen kohdan yli (Kuva 5-6). Tukikaaren voi myös veistää yhdestä, samaa materiaalia olevasta tukista kuin alkuperäinen.
2. Valmista kaikki kontaktipinnat liimausta varten. Älä liimaa kiinni alustaan, joka on tarkoitus myöhemmin irrottaa.
3. Sovita uusi tukikaari paikoilleen. Kostuta epoksilla kaikki vanhan kaaren, rungon sekä uuden tukikaaren kontaktipinnat. Levitä runsaasti saostettua epoksihartsi-406-seosta toiselle liimattavista pinnoista.
4. Kiinnitä puristamalla osa paikoilleen. Poista liika epoksi ennen kuin se kuivuu. Irrota puristimet sen jälkeen kun epoksi on perusteellisesti kovettunut.



Kuva 5-6 Laminoi osittainen rinnakkaiskaari, joka on pidempi kuin korjattava alue.



Kuva 5-7 Käytä terävää työkalua liitoksen puhdistamisessa.



Kuva 5-8 Ruiskuta epoksia mahdollisimman syvälle liitokseen.

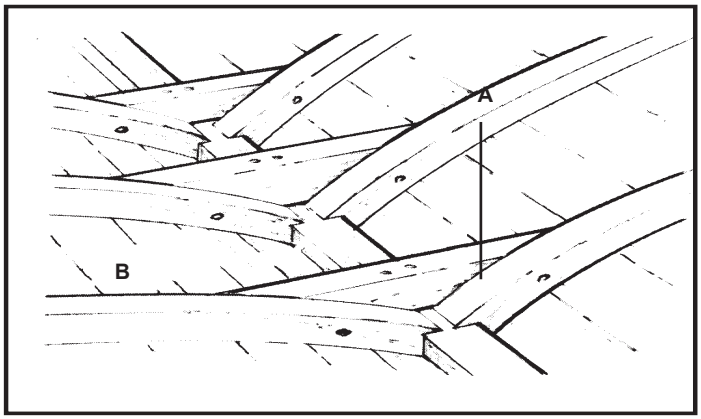
5.5 Kaarien liitosten korjaus

Vaikka kaaret eivät olisikaan kärsineet laho- tai muita vaurioita, rakenteen jäykistämiseksi voi liitoskohdat kuitenkin liimata kiinni ja eristää vesitiiviiksi. Irrota mahdollisimman moni kaarista ja liimaa ne paikoilleen kohdan 3.4.2 ohjeiden mukaisesti. Kaaret, joita ei voi irrottaa, voi liimata seuraavasti:

1. Tue vene oikeaan muotoonsa ennen liimausta.
2. Avaa mahdollisimman monta liitosta ja saumaa kaaren ja laidan välistä. Ota irti kiinnikkeet. Liitoksia voi pakottaa väliaikaisesti auki pienellä rautakangella tai kiilalla. Raaputa irti kaikki maali, lakka ja lika sahan terällä tai muulla terävällä työkalulla (Kuva 5-7). Puhdista liitoksen sisäpinnat syvälle puuhun mahdollisuuksien mukaan.
3. Kostuta epoksilla liitoksen sisäpinnat. Käytä annosteluruiskua, pientä sivellintä tai piippurassia.
4. Levitä saostettua epoksia kontaktipinnoille. Ruiskuta epoksi-406-täyteaineseosta liitoksen sisään (Kuva 5-8). Ruiskun suuttimeen liitetty muoviputki tai pilli auttaa ahtaassa liitoksessa. Ruiskuta niin paljon seosta, että sitä puristuu painettaessa ulos liitoksesta.
5. Kiinnitä osat toisiinsa huolella, jotta ne pysyvät paikoilleen kunnes epoksi kovettuu. Kiristä osat yhteen ruuveilla tai muutoin niin, että liitos sulkeutuu. Ruuvit voidaan liimata paikoilleen lisälujuuden sekä paremman kosteussuojan saavuttamiseksi (katso luku 8).

5.6 Kölisarjan korjaus

Kölisarjalankku on köliin tai täytepuuhun välittömästi kiinnittyvä lauta. Joskus se erkanee kölistä, ja veneeseen pääsee tihkumaan vettä. Jos kölisarjan liitokset vuotavat kausi toisensa jälkeen tilkitsemisestä huolimatta, on syytä tehdä perusteellinen tarkastus. Köli saattaa pyrkiä erilleen puhjatukeista (poikittaispuut, jotka



Kuva 5-9 Tarkasta pohjatukit, köli ja kaaret. Onko rakoja tai liikkuuko liitos?

kiinnittävät kaaret köliin) tai pohjatukit eivät ole tarpeeksi hyvin kiinni kaarissa. Suorita tarkastus näin:
A. Tutki alue, missä pohjatukit kiinnittyvät kaariin. Tarkista, tapahtuuko pohjatukkien ja kaarien liitoskohdissa liikkumista (Kuva 5-9).
B. Tutki alue, missä pohjatukit kiinnittyvät köliin. Tutki, onko pohjatukkien ja kölin liitoksissa rakoja.

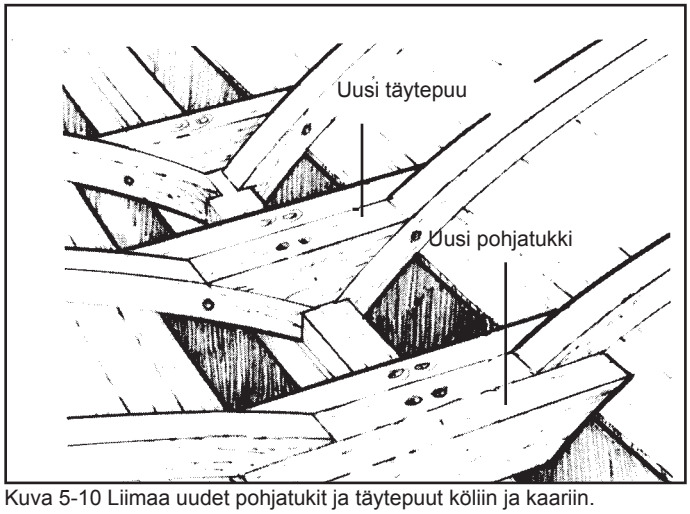
5.6.1 Pohjatukkien korjaus

Jos kaarien ja pohjatukkien tai kölin ja pohjatukkien liitoskohdissa on rakoja, ne aiheuttavat kölisarjalaudan sauman aukeamisen. Seuraavassa kuvattuja korjausmenetelmiä käyttäen ongelma poistuu ja pohjatukit kiinnittyvät pysyvästi kaariin ja köliin.

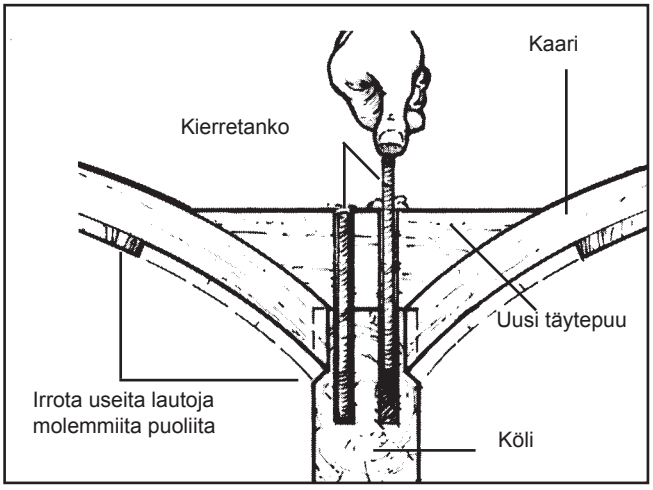
1. Irrota kölisarjalaudat ja niiden lisäksi yksi tai kaksi seuraavaa lautaa molemmilta puolilta.
2. Esikäsittele köli, pohjatukit ja kaaret. Poista vanha maali tai lakka ja hio hiekkapaperilla paljas puu esiin. Anna alueen kuivaa perusteellisesti.
3. Veistä tukista tai laminoi useammasta ohuesta laudasta vanhojen pohjatukkien muotoiset uudet pohjatukit asennettavaksi kaarien vastakkaisille puolille.
4. Valmista täytepuut, jotka sopivat kaarien sekä uuden ja vanhan pohjatukin väliin.
5. Liimaa uudet pohjatukit ja täytepuut köliin ja kaariin (Kuva 5-10). Kostuta pinnat ja syiden päät epoksihartsi-koveteseoksella. Levitä saostettu epoksi-406-täyteaineseos. Paina liitos paikoilleen ja aseta puristimet. Anna epoksin kovettua täydellisesti ja poista puristimet.
6. Poraa kunkin kaaren kohdalla täytepuun läpi kaksi kohtisuoraa reikää siten, että reikä ulottuu vähintään 75 mm kölin sisään. Reikien läpimitan täytyy olla 3 mm suurempi kuin niihin suunniteltujen kierretankojen.
7. Leikkaa reikien syvyyden verran ruostumatonta tai haponkestävää kierretankoa. Kierretangon halkaisijan tulee olla sama kuin alkuperäisten kölipulttien.
8. Kostuta yksi tai kaksi reikää kerrallaan saostamattomalla epoksihartsi-kovettaja -seoksella. Anna epoksin imeytyä poratun reiän sisällä puun syyhyn.
9. Täytä kostutetut reiät puolilleen saostetulla epoksilla käyttäen 404 tai 406 täyteainetta. Kostuta kierretanko saostetulla epoksiseoksella.
10. Työnnä kierretanko reiän pohjaan asti (Kuva 5-11). Täytä reikä tarvittaessa epoksiseoksella. Puhdista pois ylimääräinen epoksi ennen kuin se kuivuu.

5.6.2 Kölisarjan paikoilleen asentaminen

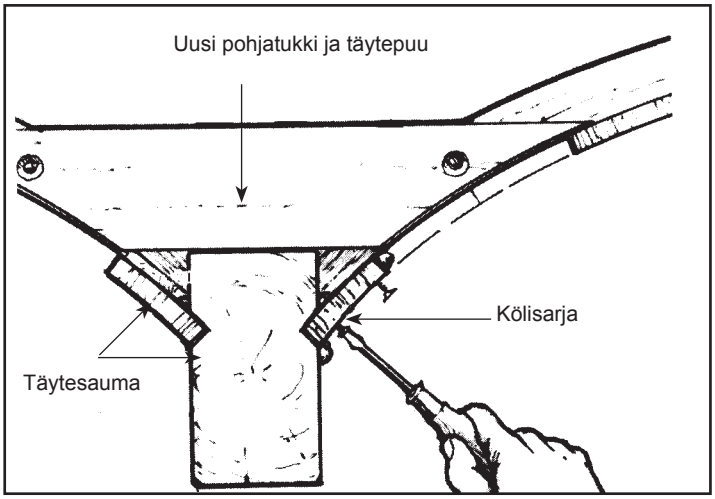
Köli, pohjatukit ja kaaret on nyt pysyvästi liitetty yhteen epoksilla ja kierretangoilla. Tämän jälkeen liimataan irrotetut kölisarjalaudat takaisin köliin ja kaariin.
1. Esikäsittele laudat ja kaaret liimausta varten. Poista vanha maali tai lakka. Hio



Kuva 5-10 Liimaa uudet pohjatukit ja täytepuut köliin ja kaariin.



Kuva 5-11 Liimaa kierretanko lisäpalan läpi vähintään 75mm köliin.

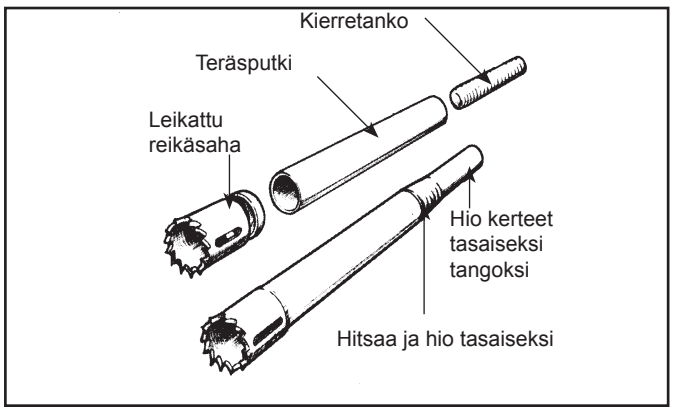


Kuva 5-12 Kiinnitä kölisarja paikoilleen köliin.

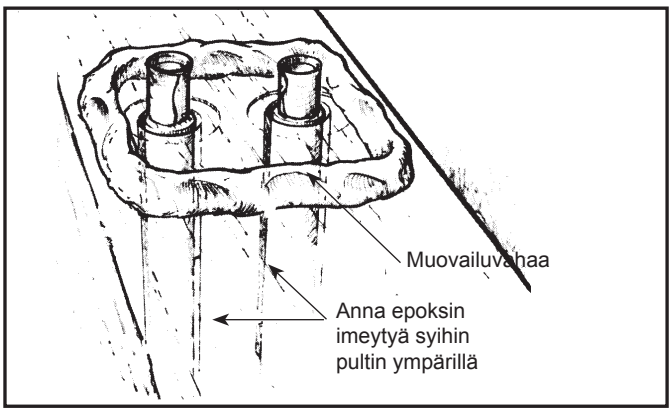
hiekkapaperilla kova puukuitu näkyviin.
2. Sovita laudat runkoon. Poraa tarvittaessa uudet ruuvinreiät, jos vanhat eivät satu kohdalleen. Varaa tarpeeksi puristimia vetämään lankut kiinni kaariin.
3. Kostuta ruuvireiät, uudet ja vanhat, epoksihartsi-kovettaja -seoksella, piippurassilla tai annosteluruiskulla. Kostuta epoksilla myös laudan reunat sekä sisäpinta sekä kölin ja kaarien kontaktipinnat.
4. Levitä runsaasti saostettua epoksi-406-täyteaineseosta kölin ja kaarien liimattaville pinnoille.
5. Kiinnitä kölisarjalankut paikoilleen alkuperäisillä ruuveilla (Kuva 5-12). Aloita kiinnittäminen keskeltä ja mene päitä kohden.
6. Muotoile ylimääräisestä epoksista paksu saumareunus kölin ja kölisarjalaudan liitokseen sekä laudan ja kaarien liitokseen.
7. Tee vastaavat toimenpiteet kölin toisella puolella.
8. Liimaa loput laudat luvun 6 ohjeiden mukaan.

5.7 Kölin korjaus

Köli on veneen tärkein rakenneosa, ja sen kuntoon on paneuduttava erityisen tarkasti. Pohjaranka, täytepuu ja eväkölit ovat mahdollisia ongelmakohteita. Täytepuu voi olla laudoituksen sisä- tai ulkopuolella ja siinä on tyypillisesti paljon saumakohtia. Ei ole yleensä järkevää eristää pohjarankaa ja täytepuuta lasikuitu- tai epoksikuoreen ellei liitokset ole jäykistetty liikkumattomaksi toistensa suhteen.
Matojen aiheuttamien tuhojen vuoksi voi olla syytä vaihtaa joitain osia.
Köli on hyvä tarkastaa, kun kölisarjalaudat ovat irti. Liitokset ja urat ovat otollisia lahokohtia. Täytepuun ja pohjarangan osien väliset liitokset ovat yleisimpiä vuotopaikkoja. Kölipainosta täytepuuhun, köliin ja pohjatukkeihin ulottuvat pultit tai reiät joskus päästävät vettä ylös runkoon.
Kölin korjaamisessa toimi näin:
1. Poista maali ja muut pintakäsittelyaineet ja anna rungon kuivua perusteellisesti (parasta sijoittaa tämä työ kevääseen heti talvitelakoinnin jälkeen, jolloin vene on



Kuva 5-13 Omatekoisen kölipulttisahan voi tehdä metalliputkesta ja tavallisesta reikäsahan terästä.



Kuva 5-14 Rakenna muovailuvahasta allas jokaisen pultin ympärille.

saanut kuivua talven yli).
2. Poista maali, tilkkeet ja lika, kun saumat ovat auki ja/tai täytepuu ja köli kutistuneet. Varmista, että puu liitoskohdissa on täysin kuivaa.
3. Levitä 406-täyteaineella saostettua epoksia lastalla liitoksiin yhdeltä puolelta niin, että sitä tulee ulos toiselta puolelta. Ota pois ylimääräinen epoksi ja anna kuivua.
4. Pinnoita pohjarangan tai täytepuun ulkopinta epoksilla tai päällystä se lasikuitu-epoksikerroksella.

5.7.1 Kölipulttien korjaus

Jos kölipultit pohjatukkien pultit, peräsimen tai potkurin akselin läpivienti päästävät läpi vettä, toimi seuraavasti:
1. Tue vene ja kölipaino.
2. Valmista pitkä reikäsaha katkaisemalla pää reikäsahan terästä, jonka läpimitta on hiukan suurempi kuin korjattava pultti. Hitsaa terä halkaisijaltaan vastaavan putken päähän, joka on riittävän pitkä yltääkseen pisimmän kölipultin mitan. Hitsaa toiseen päähän pyöreä tanko, jonka voi kiinnittää poran istukkaan. Jos korjattavia pultteja on monen pituisia, kannattaa valmistaa useita, eri pituisia reikäsahoja (Kuva 5-13).
3. Kun olet irrottanut mutterit ja aluslevyt, sahaa reikä pultin ympärille. Tyypillinen sahaus jättää pultin ympärille siistin 3 mm renkaan.
4. Puhalla purut ulos ja kiedo pulttien ympärille suojateippiä. Muotoile muovailuvahasta 6 mm korkuinen suojavalli pultin reiän ympärille.
5. Täytä reikä runsaalla epoksilla niin että sitä valuu reiän ulkopuollekin. Pidä suojavallin sisäpuoli täynnä epoksia, sillä epoksia imeytyy koko ajan reiän sisälle puun syihin.
6. Kun epoksi on kuivunut, hio pinta sileäksi, poista suojateippi ja kiinnitä aluslevyt ja mutterit.
7. Epoksin valmistaja antaa mielellään lisätietoja suurten kölien korjauksesta.

Luku 6

Rungon ja kannen laudoituksen korjaaminen

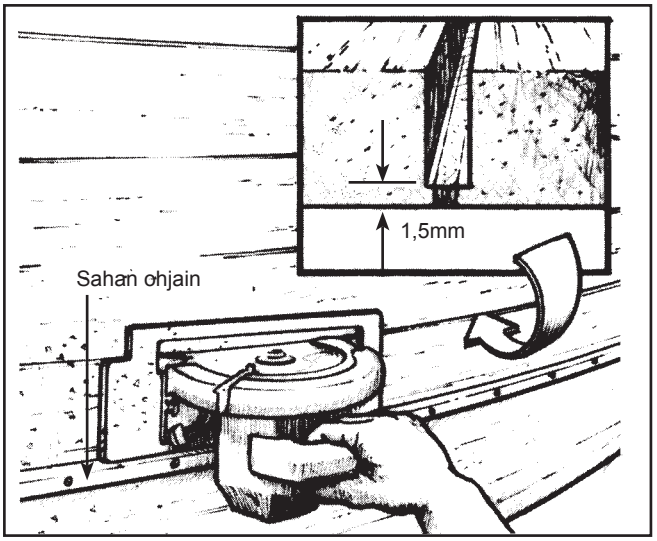
Tässä luvussa käsitellään puuveneen ulkopinnan korjausta. Veneen rungon ja kannen pintakatteita on perinteisesti kahta tyyppiä: lauta- tai vanerikate. Lautakate on vanha tapa kattaa kansi ja runko, ja se on herkempi taipumiselle ja vuodoille kuin vaneri. Kehittyneiden liimausmenetelmien ansiosta vaneri on nykyisin yleinen ja käytännöllinen veneen katemateriaali. Seuraavassa esitellään tyypillisiä veneen ulkopinnan korjaustoimenpiteitä, joista voi valita parhaiten tilanteeseen sopivan menetelmän.

6.1 Tasasaumattu runko ja rimakansi

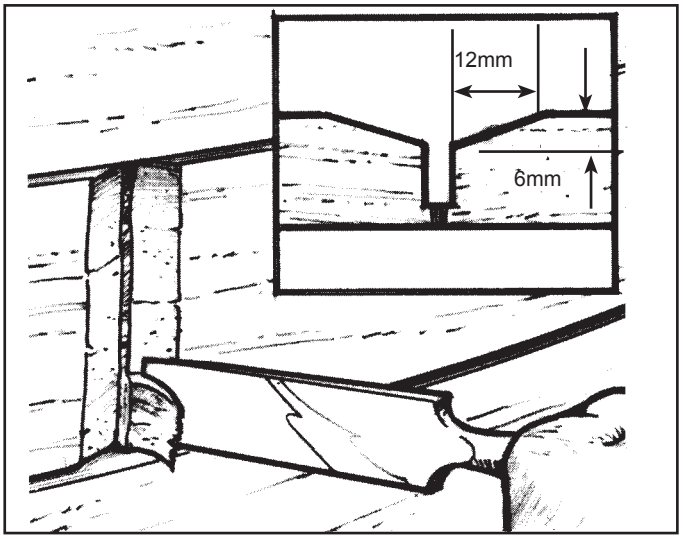
Tasasaumattu laidoitus ja rimakansi olivat pitkään ainoita tapoja kattaa vene. Ne ovat periaatteessa sama menetelmä: yksittäiset laudat asetetaan rinnakkain, kiinnitetään kaariin ja tilkitään. Ennen pitkää rakenne höltyy, tilkkeet murenevat ja laidoitus alkaa vuotaa vaatien loputonta kunnossapitoa. Vaikka lautojen koossa ja sijoituksessa on eroja, tasasaumattu laidoitus ja rimakansi ovat tekniikaltaan samanlaisia, joten niitä voidaan korjata käyttäen samoja menetelmiä.
Ihanteellisessa tapauksessa laudat irrotetaan, puhdistetaan maalista ja liimataan ne uudelleen runkoon (kohta 1.4.2). Mikäli näin on mahdollista tehdä, voidaan estää rakoihin jäävien kosteuspesäkkeiden synty ja runko voidaan pinnoittaa sekä ulko- että sisäpuolelta epoksilla. Rakenne jää kokonaisuudessaan epoksipinnoituksen sisälle. Tulee kuitenkin muistaa, että veneen pinnoittaminen täydellisesti epoksilla edellyttää kaikkien puupintojen, erityisesti liitosten sisäpintojen epoksikäsittelyä.
Jos lautoja ei oteta irti, paras keino estää vuotoja ja lujuuden heikkenemistä on (1) puhdistaa saumat ja (2) liimata lankut kiinni epoksilla. Käsittely tiivistää saumat pysyvästi ja estää lankkujen välistä liikettä. Vahva liimaus kaikkien lankkujen välissä lujittaa runkorakennetta.

6.1.1 Saumojen puhdistus

Aloita työstämällä jokaisen laudan liimattavat pinnat puhtaaksi. Käytä pyörösahaa, jyrsintä, talttaa ja vasaraa tai terävää teräskaavinta kaiken vanhan tilkemateriaalin poistamiseksi. Kuori pintaa puhtaaseen puuhun saakka. Työkalun valinta riippuu tilanteesta, mutta pyörösaha on yleensä tehokkain ja tarkin työkalu saumojen jyrsimisessä.
1. Kuivaa runko perusteellisesti ennen kuin aloitat. Kuivat saumat aukeavat hyvin ja kaikkien osien koko ja muoto vakiintuvat.
2. Kiinnitä reunalista veneen runkoon sahan ohjaimeksi. Reunalistan tulee olla sauman kanssa samansuuntainen, jotta saha leikkaa täsmälleen sauman keskeltä.
3. Valitse sellainen leveähampainen terä joka ajaa niin, että rinnakkaisten lautojen liitoksen puoleiset laidat puhdistuvat. Leveähampaisen terän voi myös valmistaa taivutuspihtejä käyttäen. Alkuperäisen sauman leveys saattaa vaihdella, mutta ajettavan uran on oltava vähintään 4,5 mm leveä. Mikäli saumat ovat auenneet hyvin paljon kuivatuksen tuloksena, voi olla tarpeen ajaa sahalla kaksi kertaa, jotta molemmat lautojen reunat tulevat puhtaaksi.
4. Aseta pyörösahan terä syvyydelle, joka on 1,5 mm lankun paksuutta matalampi. Jätä sauman pohjaan vain niin vähän puuta, että epoksia ei pääse valumaan läpi.
5. Puhdista kaikki saumat ohjaimen avulla (Kuva 6-1). Tarkista leikkausuran syvyys ja leveys. Puhdista puskusaumat lankkujen päissä. Uurra taltalla loiva viistotus lankkujen päihin, 6 mm syvyys 12 mm matkalla (Kuva 6-2).
Jyrsin, jossa on suora terä tai uurrehöylä on kätevä sauman puhdistuksessa. Käytä



Kuva 6-1 Käytä pyörösahaa saumojen puhdistuksessa.

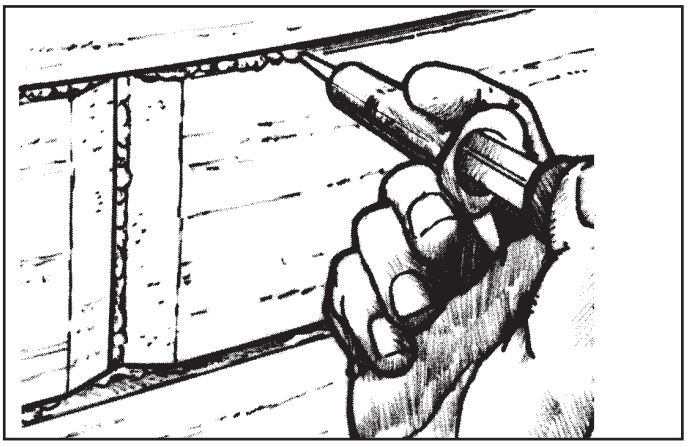


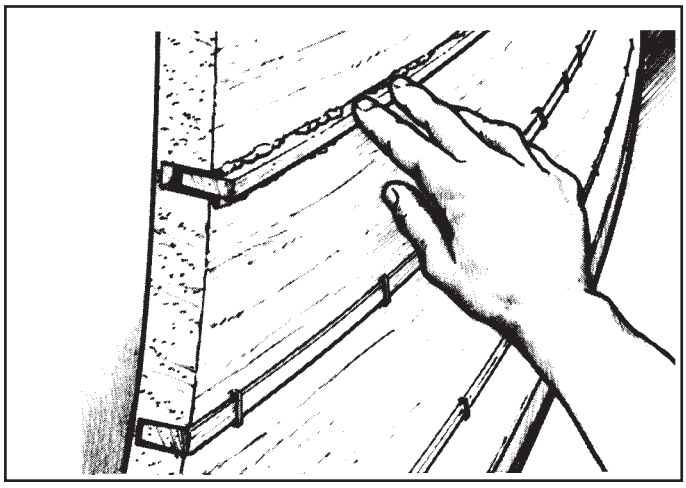
Kuva 6-2 Leikkaa laudan päähän viistotus.

tarpeeksi leveää terää, jotta molemmat reunat puhdistuvat. Jyrsimellä pääsee ahtaampiin paikkoihin kuin pyörösahalla, mutta terät tylsyvät nopeasti ja rikkoontuvat usein, joten jyrsimen käyttö tulee kalliimmaksi.
V -teräisellä sorvitaltalla pääsee kohtiin, minne saha tai jyrsin eivät ulotu. Tavoitteena on puhdistaa sauma tiivistysmateriaaleista ja muista epäpuhtauksista ja saada puhdas puunpinta näkyviin, joten mikä tahansa terävä ja toimiva työkalu kelpaa. Liitteessä C näytetään viilasta muotoiltu kaavin, joka soveltuu hyvin saumojen puhdistamiseen.

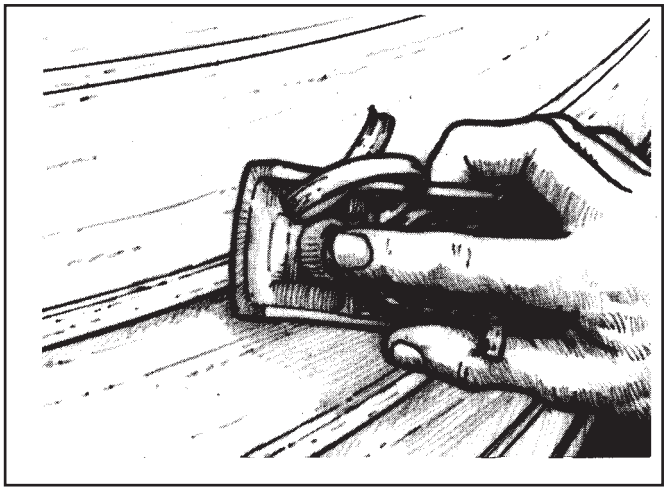
6.1.2 Saumojen täyttäminen puurimalla

Kun lankkujen välissä oleva sauma on puhdas, rakoon liimataan puurima. Huom! Tue runko oikeaan asentoon ennen liimausta. Rungon muotoa ei voi enää muuttaa rimojen liimauksen jälkeen.
1. Valmista rimat pintakatteen lautoja vastaavasta puusta. Sahaa puun kuitujen suunnassa siten, että terä on 5º kulmassa. Kavenna riman molemmat sivut niin, että rima on poikkileikkaukseltaan kiilamainen ja kapealta sivulta 10º ohuempi . Riman paksumman reunan tulisi olla täsmälleen sauman levyinen. Kun ohuempi reuna on sauman pohjassa, leveämmän reunan pitäisi täyttää saumaa tiiviisti. Leikkaa rimat kätevän pituisiksi. Viistota päät 45º.
2. Kostuta puhdas sauma ja rimat epoksihartsi-kovete-yhdisteellä. Käytä saumaan sivellintä, rimoihin kapeaksi leikattua telaa.
3. Sekoita pieni määrä epoksia ja 403 tai 406 lisäainetta majoneesimaiseksi ja levitä se saumaan. Purista annosteluruiskulla epoksiseosta niin paljon, että sitä pursuaa ulos kun rima työnnetään paikoilleen (Kuva 6-3).
4. Työnnä kostutettu rima saumaan (Kuva 6-4). Kiila ohjaa epoksia sivuille ja syntyy


Kuva 6-3 Puserra epoksia kostutettuun saumaan



Kuva 6-4 Paina kostutettu rima saumaan.

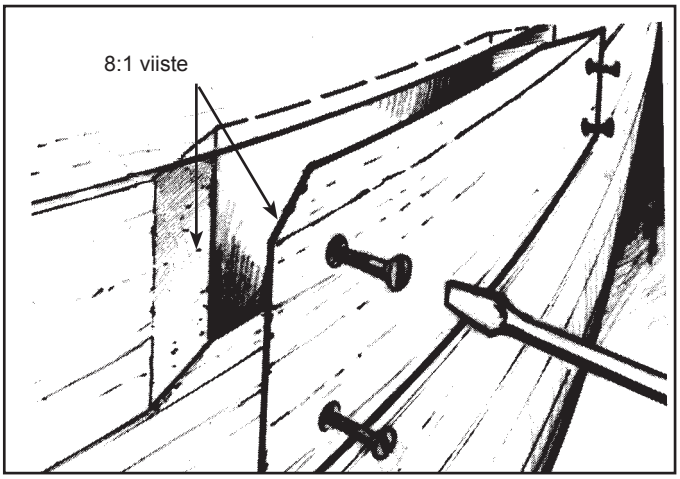


Kuva 6-5 Käytä hoylää riman tasoittamiseen kannen tasolle ja hiomakonetta pinnan tasaamiseen sen jalkeen kun epoksi on kovettunut.

tiivis kontaktipinta. Riman pitäisi sopia tiiviisti saumaan käden painalluksella ja epoksia tulla hiukan ulos liitoksesta. Niittaa rima tarvittaessa paikoilleen.
5. Poista ylimääräinen epoksi teroitetulla sekoitustikulla ennen kuin se kuivuu. Poista välittömästi myös veneen sisäpuolelle mahdollisesti vuotava epoksi.
6. Kun epoksi on saavuttanut täyden lujuutensa, höylää ja hio sitten karkealla hiekkapaperilla rimasta ylimääräiset pois (kuva 6-5). Usein päälle levitetään vielä lasikuitukangas rakenteen lujittamiseksi ja ehkäisemään pinnan kulumista. Pintakäsittely- ja viimeistelyohjeet kohdassa 3.4.

6.1.3 Saumojen täyttäminen epoksilla

Nopeampi mutta kalliimpi tapa (epoksi on puuta kalliimpaa tilavuudella mitattuna) liimata sauma on täyttää se saostetulla epoksiseoksella. Epoksilla täyttäminen on kätevää silloin kun sauma on liian mutkainen tai ahdas riman avulla liimattavaksi.
1. Avaa sauma kuten edellä. Raon ei tarvitse olla tietyn levyinen, kunhan joka pinnalla on esillä paljas tuore puu.
2. Kostuta rako epoksihartsi-kovete -seoksella.
3. Täytä sauma majoneesimaiseksi saostetulla epoksi-403-täyteaine -seoksella. Huom. 403 täyteainetta käytettäessä saumasta tulee vaalea, mikä ei haittaa, jos pinta aiotaan maalata. Mikäli tavoitteena on väritön pinta, suosittelemme 405 täyteaineseoksen tai sopivan väripastan lisäämistä epoksiin (ks. luku 8 viimeistelyohjeet), jotta saumasta saadaan käytetyn puun värinen. Isolla annosteluruiskulla tai liimapuristimella saa kätevästi pursotettua saostetun epoksiseoksen saumaan. Tasoita sauma reunojen tasalle ja poista liika epoksi ennen kuin se kovettuu. Poista veneen sisäpuolelle mahdollisesti vuotanut epoksi ennen sen kovettumista.
4. Hio pinta sileäksi, kun epoksi on täydellisesti kovettunut. Täytä liian matalat saumat



Kuva 6-6 Uusi laudan osa vinoliitoksen avulla.

kevyellä epoksi-täyteaine-seoksella (407 tai 410 täyteaineet). Viimeistele ja suorita pintakäsittely kohdan 3.4 ohjeiden mukaisesti.

6.1.4 Lautojen korjaus paikallaan rungossa

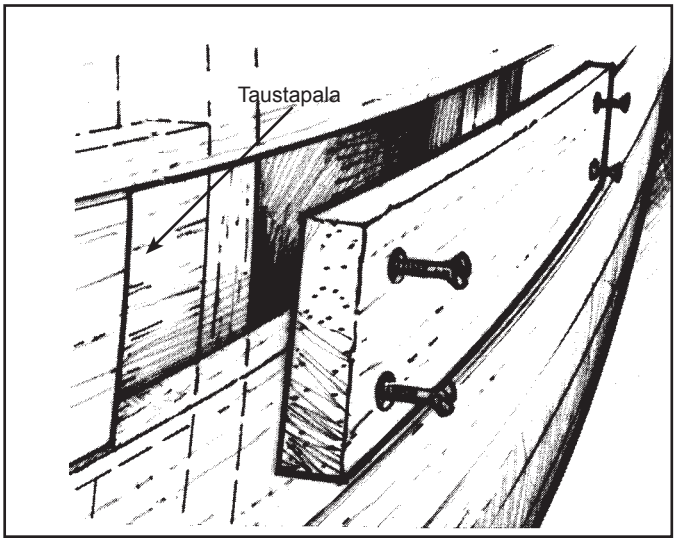
Jos on korjattava tai uusittava monta lautaa, on parasta edetä vaiheittain siten, että korjaa ensin yhden alueen kokonaan valmiiksi ja vasta sen jälkeen aloittaa seuraavan. Heikkorakenteinen runko saattaa menettää muotonsa, jos liian monta lankkua irrotetaan samalla kertaa. Korjauksia voidaan tehdä ilman lautojen irrottamistakin käyttäen pusku- ja viistosaumaliitoksia. Tue runko muotoonsa liimaamista varten.

Viistosaumaus (vinoliitos)

Runkolautojen korjaaminen vinoliitoksella:
1. Irrota laudan vahingoittunut osa pyörösahalla, käsisahalla tai taltalla.
2. Viistota aukon molemmat päät suhteessa 8:1.
3. Valmista täyttöpala ja viistota sen päät vastaavasti (Kuva 6-6). Tee korjauspalasta hiukan alkuperäistä lautaa paksumpi. Ylimääräinen korkeus rungon ulko- tai sisäpuolella voidaan hioa liiman kovettumisen jälkeen.
4. Kostuta liimattavat pinnat epoksihartsi-kovete-seoksella. Kostuta vinopinnat niin monta kertaa, että puukuitu on varmasti kyllästetty.
5. Levitä melko jäykkää (maapähkinävoi), 403 tai 406 täyteaineella saostettua epoksiseosta toiselle liimattavista pinnoista.
6. Kiinnitä viistot päät väliaikaisilla ruuveilla tai niiteillä kunnes epoksi on kovettunut. Haponkestävät ruuvit voidaan jättää paikoilleen, jos niiden reiät on ensin kostutettu epoksilla.
7. Poista kiinnikkeet ja tasoita pinta kun epoksi on täydellisesti kovettunut. Viimeistele ja suorita pintakäsittely kohdan 3.4 ohjeiden mukaisesti.

Puskusaumaliitos

Puskusaumaliitos on toinen vaihtoehto korjata vahingoittunut lauta ilman sen irrottamista rungosta. Puskusaumaliitos on yksinkertaisempi toteuttaa kuin vinoliitos, mutta se ei ole yhtä luja. Puskusaumaliitosten tulee olla rungossa lomittain eli liitokset eivät saa päättyä joka kerroksessa samaan kohtaan. Lauta korjataan puskusaumaliitoksella seuraavasti:
1. Poista huonokuntoinen osa lankusta pyörö-, käsi-, kuviosahalla tai taltalla.
2. Leikkaa täytekappale aukkoa varten ja lisäksi pieni taustapala (Kuva 6-7). Taustapala tarvitaan jokaisen liitoksen taustalla ellei liitoskohta satu kaareen. Kun korjattava paikka on kaarien välissä, taustapalan pitäisi olla kaarivälin pituinen. Kun korvataan lautaa pitemmältä matkalta, taustapala tarvitaan vain päissä.
3. Kostuta kaikki liimattavat pinnat epoksihartsi-kovete-yhdisteellä.
4. Saosta epoksi 403- tai 406-täyteaineella jäykkyydeltään maapähkinävoita



Kuva 6-7 Kiinnitä uusi laudan osa puskusaumaliitoksella

muistuttavaksi. Levitä seosta liimattaville pinnoille, myös taustapalalle.
5. Kiinnitä taustapala laidoituksen taakse. Kiinnitä tilapäisesti ruuveilla, niiteillä tai nauloilla.
6. Asenna uusi laudan osa paikoilleen ruuvien, niittien tai naulojen avulla. Täytä saumat epoksi-täyteaine-seoksella.
7. Irrota kiinnikkeet ja tasoita pinta sen jälkeen kun epoksi on täysin kovettunut. Viimeistele ja suorita pintakäsittely kohdan 3.4 ohjeiden mukaan.

6.1.5 Ristiinlaminointi

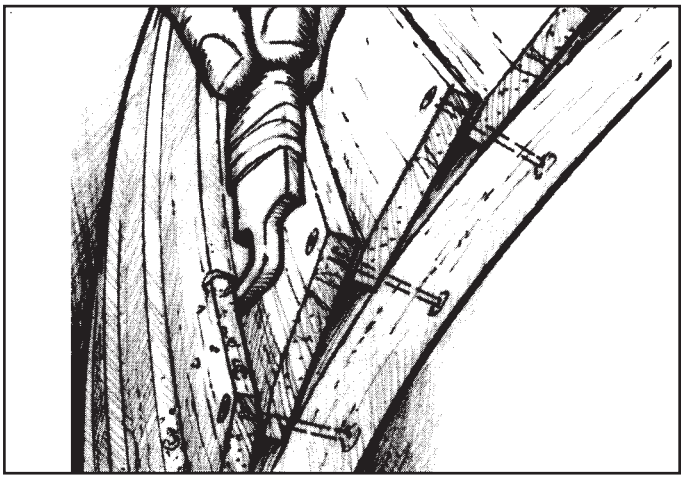
Ristiinlaudoitettua venettä korjattaessa on ensiksi purettava ulommainen kerros, sen jälkeen on korjattava sisempi laudoitus kohdan 6.1 mukaisesti, ja lopuksi pantava päällimmäinen kerros uudelleen paikoilleen. Molempien kerrosten purkaminen on suositeltavaa, koska laudat voi silloin tarkastaa perusteellisesti ja päällystää kauttaaltaan epoksilla. Jos haluat päällystää veneen sisäpuoleltakin epoksilla, irrota molemmat lautakerrokset, puhdista puu maalista ja liimaa lankut takaisin kiinni runkoon.
HUOM! Veneen voi päällystää sekä sisä- että ulkopuolelta epoksilla vain siinä tapauksessa, että kaikki pinnat, erityisesti liitosten kontaktipinnat, on päällystetty epoksilla.
Ristiinlaudoituksen korjaus:
1. Merkitse laudat huolellisesti (jotta löydät lautojen paikat helpommin kokoonpanossa) ja pura ulommainen lautakerros.
2. Arvioi, kannattaako lautoja säästää. Puhdista, kuivaa, korjaa ja hio käyttökelpoiset lankut.
3. Heitä pois lankkujen välissä oleva kangas.
4. Puhdista ja liimaa sisemmän kerroksen lautojen saumat kohtien 6.1.1 -6.1.4 mukaisesti.
5. Kiinnitä ulompi lautakerros kohdan 3.4.2 tekniikan mukaan. Kiinnitä ruuvit vanhoihin reikiin epoksin kovettumisen ajaksi.

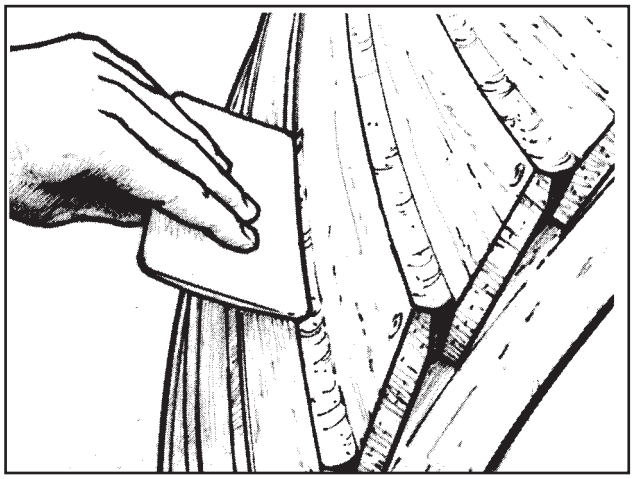
6.1.6 Ponttilaudoitetun kannen korjaus

Edellä kuvatut menetelmät soveltuvat myös rimakannen/ponttilaudoitetun kannen korjaamiseen.
1. Puhdista pontin saumat.
2. Mikäli mahdollista, teippaa saumojen alapuoli, jos pontti on irti tai rikkoontunut.
3. Levitä majoneesimaista 403- tai 406-täyteaine-epoksi-seosta saumoihin niin huolellisesti kuin mahdollista.
Seoksen pääsyä saumaan voi auttaa 125 mm leveällä kaapimella. Seoksen on tarkoitus kulkea liitoksen pontin ympäri alapuolen saumaan ja saada näin aikaan kahden viereisen lankun täydellinen liitos.

6.2 Limisaumattu runko

Limisaumattu - samoin kuin tasasaumattu - runko muodostuu yhdestä lautakerroksesta. Lautojen täytyy olla tarpeeksi ohuita voidakseen taipua rungon muotoon. Limisaumatussa rungossa jokainen lankku menee hiukan edellisen päälle. Päällekkäiset osat ovat tyypillisiä vuotokohtia. Paras korjauskeino on avata ja puhdistaa päällekkäissaumat ja liimata lankut kiinni epoksilla. Työskentely on helppoa, jos veneen voi kääntää ylösalaisin. Limisaumat korjataan seuraavasti:
1. Poista kaikki pintamaali rungon ulkopinnalta.
2. Raaputa vanha maali ja tilke saumoista. Käytä terävää erikoistyökalua saadaksesi raaputettua esille puhtaan puukuidun (Kuva 6-8). Taivutettu ja teroitettu viila tai rautasahan terä on oivallinen kaapimisväline saumoja puhdistettaessa (liite C). Anna puun kuivua perusteellisesti, mikäli se ei ole jo ennestään kuivaa. Tue runko oikeaan muotoonsa ennen liimaamista.
3. Liitoskohta laudan ja keularangan ja peräpuun yhtymäkohdassa vaatii erityisen tarkkaa huoltoa. Liitos mahdollistaa lankkujen tasaisen liittymisen perään ja keulaan. Joudut ehkä irrottamaan kiinnittimiä lankkujen päistä ja aukaisemaan liitosta voidaksesi puhdistaa saumat ja lankun kiinnittymiskolot
4. Kostuta avatun sauman reunat epoksihartsi-kovete -yhdisteellä. Kostuta sauma mahdollisimman syvältä kertakäyttöisellä siveltimellä tai ruiskulla.


Kuva 6-8 Puhdista saumat terävällä työkalulla.


Kuva 6-9 Täytä kostutetut saumat saostetulla epoksilla.

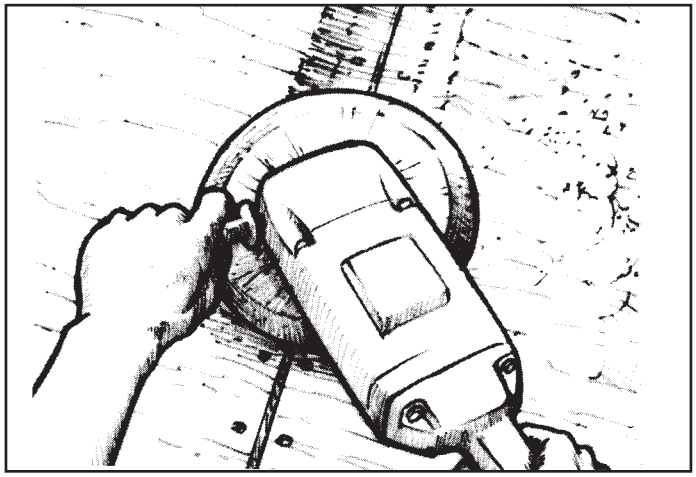
5. Levitä joko 403 tai 406 täyteaineella saostettua epoksia (maapähkinävoikoostumus) saumaan. Työnnä lastalla seosta syvälle saumaan (Kuva 6-9). Puhdista veneen sisälle vuotanut epoksi ennen kuin se kovettuu.
6. Muotoile saostettu epoksi saumaan kulmaksi tai koveraksi reunukseksi. Reunus lisää liimauspintaa ja suojaa lankun reunaa. Lisää saumauksesta kohdassa 3.4.3.
7. Hio saumat ja lautojen pinnat tasaisiksi hiekkapaperilla, kun epoksi on täysin kovettunut. Täytä ja tasoita jäljelle jääneet kuopat 407 tai 410 täyteaine-epoksi-seoksella. Pintakäsittely- ja viimeistelyohjeet kuvailtu tarkemmin kohdassa 3.4.

6.3 Vaneri

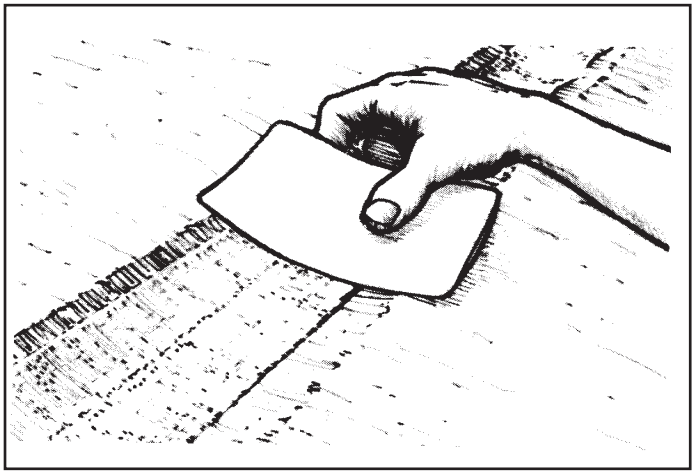
Vaneri soveltuu korkean lujuus-paino -suhteensa vuoksi erinomaisesti veneen rakennus- ja korjausmateriaaliksi. Merivaneria on periaatteessa kahta tyyppiä, vedenkestävästi liimattu vaneri exterior ja merivaneri (marine). Exterior -vaneri valmistetaan joko kaukoidän jalopuista tai havupuusta ja sitä käytetään veneen rakentamisessa ja korjauksessa. Avomerialuksiin suositellaan käytettäväksi merivaneria.
Vaikka molemmissa vanerityypeissä käytetään samanlaisia liimoja, puun laatu sekä laminointimenetelmät vaihtelevat huomattavasti.
Mahongista valmistettu venevaneri (Khaya) on laadultaan parasta ja ykkösvalinta, jos kustannuksista ei tarvitse tinkiä. Hyvä valinta on myös kaukoidän jalopuista valmistetun merivanerin (tavallisesti Meranti) käyttö yhdessä exterior-luokan yleisvanerin kanssa. Gaboon-vaneri on erittäin kevyttä, mutta ei kovin kestävää.
Sahaa vanerilevy haluttuun muotoon ja täytä vanerin kolot (esiintyy huonommissa vanerilaaduissa) saostetulla epoksilla annosteluruiskun avulla.
Käänny veneenrakennusmateriaaleihin erikoistuneen puutavaran myyjän puoleen valitessasi veneesi vaneria. Sieltä löytyy apu valittaessa parhaiten Suomesta saatavia vaneereita.

6.3.1 Vaneriliitoksen korjaaminen

Mikäli vanerilevyjen välinen sauma on mennyt huonoon kuntoon, puhdista sauma, tiivistä sen reunat epoksilla ja liimaa lasikuitunauha paikoilleen epoksin avulla. Sauma saattaa olla suoralla pinnalla, kulmassa tai palteen reunassa. Kunnosta vaneriliitos seuraavasti:
1. Avaa sauma pyörösahalla tai kaapimella. Aseta pyörösahassa sahaussyvyys niin, että se sahaa vanerilevyn koko paksuuden, jos saumakohta kulkee tukirakennetta myöten. Levennä terää niin, että molemmat sauman reunat puhdistuvat ja paljas puukuitu tulee näkyviin molemmilta puolilta. Irrota esteenä olevat kiinnittimet. Anna puun kuivua perusteellisesti.
2. Paina jäljellä olevat kiinnittimet syvemmälle liitokseen niin, että saumaa voidaan mataloittaa yhden tai kahden lasikuitunauhan kiinnittämistä varten.



Kuva 6-10 Hio syvennys liitokseen lasikuidun liimaamista varten.

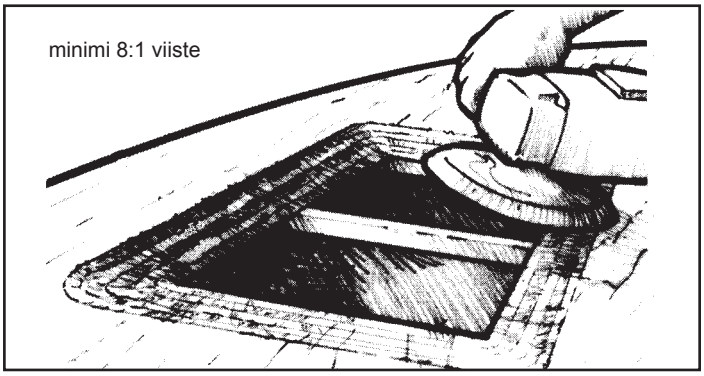


Kuva 6-11 Asettele lasikuitu esikäsiteltyyn liitokseen.

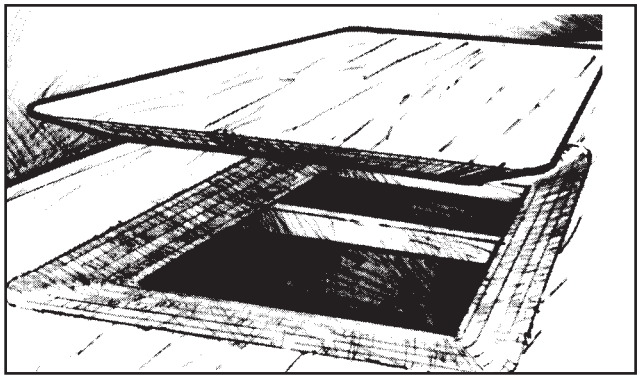
3. Hio kulmahiomakoneella saumaa pitkin 100 mm - 125 mm leveä ura siten, että saumaan asetettavat lasikuitukerrokset jäävät pintaa matalammalle tasolle. Syvennä uraa 0,75 mm jokaista 280g/m^2 lasikuitukangaskerrosta kohti. Irrota taltalla tai hiomakoneella vahingoittunut tai laho puuaines liitoksen ympäriltä. Kulmakohdissa hio kulma pyöreäksi. 6 mm - 9 mm pyöristyssäde riittää pitämään lasikuitunauhan pinnan tasolla (Kuva 6-10).
4. Kostuta sauma ja hiottu alue epoksihartsi-kovete-yhdisteellä kunnes epoksi on täysi imeytynyt syihin. Toista käsittely, mikäli tarpeen, ja anna uuden epoksikerroksen imeytyä vanerin päädyn syihin. Injektoi epoksia irronneiden, mutta muuten hyväkuntoisten vaneriviilujen alle niiden uudelleen kiinnittämiseksi.
5. Levitä 403 tai 406 täyteaineella majoneesinomaiseksi jäykistettyä epoksiseosta kostutettuun saumaan. Työnnä seosta muovilastalla saumaan ja tasoita ylimääräinen seos sauman tasalle. Täytä kolot ja kiinnitä seoksella irronneet viilut.
6. Aseta kerros lasikuitunauhaa sauman painaumaan (Kuva 6-11). Käytä muovilastaa epoksihartsin levittämisessä laikuitunauhalle ja poista ylimääräinen epoksi. Kiinnitä lisää lasikuitukerroksia vastaavalla tavalla. Älä kiinnitä lasikuitukerroksia täsmälleen toistensa päälle, vain noin 12 mm jommalle kummalle puolelle, jotta kankaan reunat eivät jää toistensa päälle. Lasikuitukankaan käytöstä tarkemmin kohdassa 3.4.6.
7. Saosta epoksi melko jäykäksi (maapähkinävoi) joko 407- tai 410-täyteaineella. Levitä seos liitokseen lastalla ja muotoile hiukan vaneripintaa korkeammaksi (kohta 3.4.5). Anna kovettua täydellisesti ja hio tasaiseksi.

6.3.2 Vahingoittuneiden vanerirakenteiden uusiminen

Vanerilevyyn voi tulla lahovaurioita tai se voi vahingoittua iskusta. Aina ei ole välttämätöntä uusia koko levyä. Vaurioitunut kohta voidaan poistaa ja liimata uusi tilalle ilman että vaneri menettää lujuuttaan. Pieniä vaneripaloja uusittaessa toimi näin:
1. Irrota vahingoittunut kohta vanerista. Pyörösahalla tai kuviosahalla saa muotoiltua pienimmän mahdollisen neliön tai nelikulmion uusittavan alueen ympärille. Tarkista, että vanerin sisäpinta on hyvässä kunnossa.
2. Viistota tai porrasta aukon reunat.
a. Viistota reunat kulmahiomakoneella (Kuva 6-12). Hio aukko kartiomaiseksi reunoilta vähintään suhteessa 8:1. Jos vaneri on 12 mm paksu, kallistuksen täytyy olla vähintäin 100 mm leveä jokaisesta reunasta.
b. Jyrsi porras aukon reunoille ohjainta käyttäen. Käytä jyrsimessä suoraa, uurrettua terää portaan tai portaiden jyrsimisessä. Jokaisen portaan leveys tulee olla kahdeksan kertaa sen korkeus. Portaat ovat käteviä siloin kun on laminoitava useita kerroksia ohuempaa vaneria vahingoittuneen levyn korjaamiseksi. Tee jokainen porras saman paksuiseksi kuin jokainen uusittava kerros.
3. Sahaa samanlaisesta tai vastaavasta vanerista aukon kokoinen kappale.
a. Hio kulmahiomakoneella uuden vanerin alareunat vastaamaan aukon reunoja. Sovita ja muotoile niin kauan, että vaneri sopii hyvin aukkoon ja on hiukan matalampi kuin ympäröivä pinta (Kuva 6-13).



Kuva 6-12 Sahaa irti vauriotunut alue ja hio vähintään 8:1 vinoleikkaus aukon reunoihin.

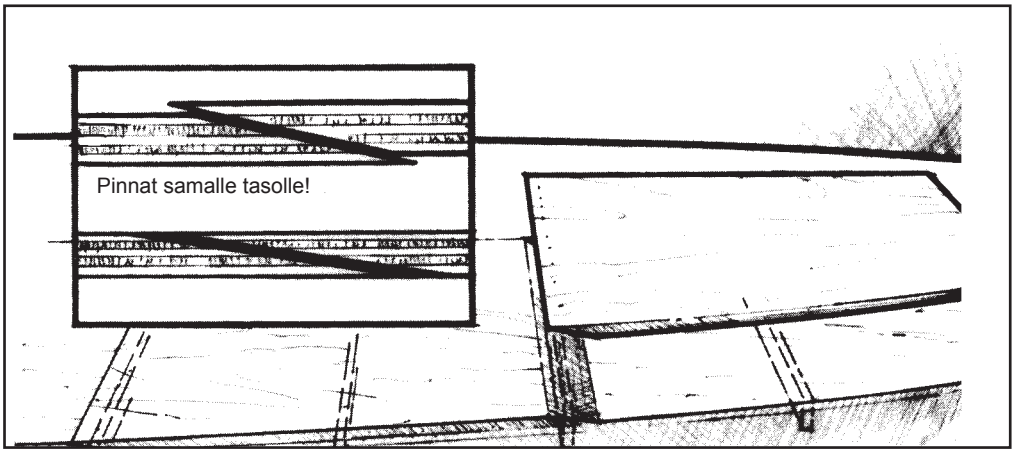


Kuva 6-13 Kiinitä uusi levy paikoilleen niiteillä ja ruuveilla.

b. Jyrsi uuteen vaneriin vastaavat porrastukset kuin aukossa on. Sovita aukkoon ja muotoile hiukan matalammaksi kuin ympäröivä pinta.
4. Kostuta levyjen liimauspinnat epoksihartsi-kovete-yhdisteellä. Toista käsittely tarvittaessa, sillä vanerin syyt imevät paljon epoksia.
5. Sekoita epoksi ja täyteaine 403 tai 406 majoneesimaiseksi koostumukseksi ja levitä runsaasti seosta uuden vanerin liimauspinnalle. Vähän epoksia pitäisi tulla ulos liitoksesta painettaessa levy paikoilleen.
6. Kiinnitä uusi levy väliaikaisesti paikoilleen niiteillä tai ruuveilla (Kuva 6-13). Pysyvien kiinnikkeiden tulisi olla haponkestäviä ja niiden reikien epoksilla kostutettuja. Poista liika epoksi ennen kuin se kovettuu. Anna kovettua lasikuitukerroksia täsmälleen toistensa päälle, vain noin 12 mm jommalle kummalle puolelle, jotta kankaan reunat eivät jää toistensa päälle. Lasikuitukankaan käytöstä tarkemmin kohdassa 3.4.6.
7. Saosta epoksi melko jäykäksi (maapähkinävoi) joko 407- tai 410-täyteaineella. Levitä seos liitokseen lastalla ja muotoile hiukan vaneripintaa korkeammaksi (kohta 3.4.5). Anna kovettua täydellisesti ja hio tasaiseksi.

6.3.3 Vanerikatteen uusiminen / asennus

Uuden vanerikatteen voi asentaa joko pelkästään vanhojen kaarten päälle tai entisen rungon ja kansirakennelman päälle. Suoraan kaariin kiinnitettävän aluskatteen voi tehdä vinoliitoksilla siten, että liitoskohta tulee aina kaaren päälle tai tasasaumauksena käyttäen taustapalaa kaarien välissä. Vinoliitos näyttää siistimmältä ulospäin. Veneen koko ja kaarien välinen etäisyys määräävät vanerin paksuuden. Veneen rakenne taas ratkaisee, voidaanko vaneri levittää koko paksuudeltaan yhtenä kerroksena vai useampana ohuena kerroksena. Jos yksi vanerikerros on liian paksu taipumaan rungon kaarevuuden mukaan, täytyy kate tehdä useasta ohuesta vanerikerroksesta. Asenna vanerinen aluskate seuraavasti:
1. Valmistele vanerilevyt, vinoliitokset ja palkkien pinnat. Suunnittele vanerien muoto



Kuva 6-14 Sijoita vanerilevyt siten, että liitokset osuvat palkkien päälle paremman kiinnityspinnan saamiseksi.

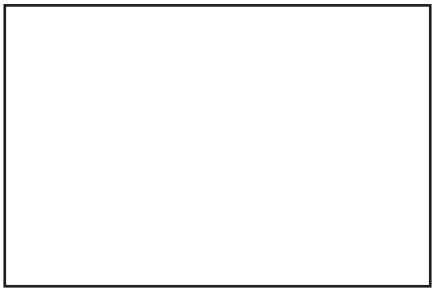
ja asennusjärjestys siten, että päällimmäisen levyn viistokulma menee aina alemman levyn viistotuksen päälle (Kuva 6-14).
2. Kostuta vanerin ja kaarien liimauspinnat epoksilla. Kostuta liimattavien levyjen viistotukset.
3. Levitä epoksi-406-seosta kaarien liimattaville pinnoille ja edellisen vanerilevyn viistopinnalle.
4. Aseta levy paikoilleen kaarien päälle. Sovita liitos kohdalleen täsmällisesti samaan tasoon.
5. Kiinnitä levyt väliaikaisesti ruuveilla tai niiteillä. Käytä tarpeeksi kiinnittimiä tasaisen kiinnityksen varmistamiseksi. Saumoista pursuava epoksi osoittaa, että liimauspinnat saavat hyvän kontaktin. Ylimääräinen epoksi katteen sisäpinnalla voidaan kaapia pois tai muotoilla saumareunukseksi ennen kuin se alkaa kovettua.
6. Kiinnitä seuraavat kerrokset saman mallin mukaan. Anna liitosten kovettua perusteellisesti ennen kiinnittimien poistamista.
7. Hio liitokset ja tasoita pinta ennen seuraavaa vanerikerrosta, lasikuitua (3.4.6) tai viimeistelykäsittelyä (3.4.8).).

6.3.4 Vanerikatteen asentaminen vanhan rungon tai kannen päälle

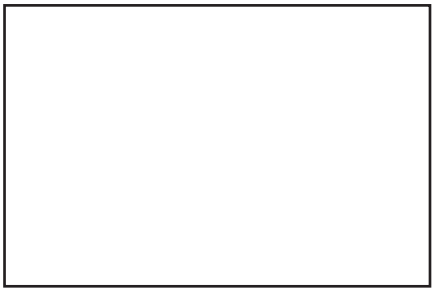
Kun laminoidaan vanerikate jo olemassa olevan rungon tai kannen päälle, ei tarvitse tehdä vinosaumoja tai asetella liitoksia kaarien kohdalle, sillä liimauspinta on riittävän suuri. Kunnosta alla oleva vanerikerros kestäväksi ennen uuden kerroksen laminointia. Laminoi uusi kate entisen rungon tai kannen päälle seuraavasti:
1. Mikäli vanerin kerrokset ovat irronneet toisistaan, kuivaa vanerilevy ja liimaa irronneet kerrokset uudelleen. Poraa 3 mm reikiä noin 25 mm päähän toisistaan delaminoituneelle alueelle. Ruiskuta hiukan saostettua epoksi-406-seosta annosruiskulla reikiin, niin että irronnut alue kostuu kokonaan epoksilla. Kiinnitä kerrokset niiteillä tai ruuveilla toisiinsa kunnes epoksi kovettuu. Kun epoksi on saavuttanut täydellisen lujuutensa, jatka kohdasta 2.
2. Hio pinta puhtaaksi paljaaseen puukuituun asti. Poista kaikki lika ja aiemmat maalikerrokset.
3. Raaputa, sahaa tai jyrsi saumat auki, sekä täytä epoksilla. Korjaa tarvittaessa lasikuitunauhaa käyttäen (kohta 6.3.1).
4. Sahaa irti pahoin vaurioituneet alueet ja liitä vinosaumauksella uutta vanerilevyä (kohta 6.3.2).
5. Suunnittele uusien vanerilevyjen sijoittelu, etteivät uudet liitoskohdat osu vanhojen kanssa päällekkäin.
6. Levitä telalla epoksi-406-seosta molempiin liimauspintoihin. Paksunna seos ketsuppimaiseksi. Näin se on tarpeeksi juoksevaa imeytyäkseen puuhun ja samalla tarpeeksi jäykkää pintaerojen tasoittamiseksi. Jos pinta on epätasainen tai karhea, saosta seos edelleen majoneesimaiseksi ja levitä hammaslaitaisella lastalla.
7. Kiinnitä levy paikoilleen tasaisin välein väliaikaisilla niiteillä tai ruuveilla. Kaavi pois liiallinen epoksi saumakohdista. Kiinnitä seuraavat levyt samalla tavalla. Irrota kiinnittimet vasta epoksin kovetuttua täydellisesti.
8. Hio pinta tasaiseksi ennen viimeistelyä.

6.4 Ristiinlaminoidun rungon korjaaminen

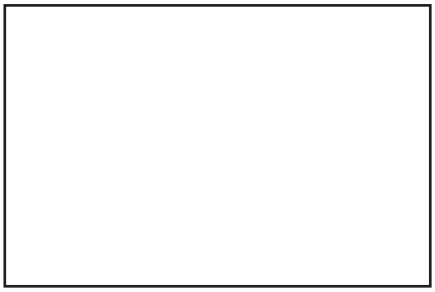
Vanerilevyjen sijasta voi veneen katteen valmistaa myös ohuista vaneriviiluista. Laminoidut veneet rakennetaan liimaamalla vaneriviiluja kaarevien muottien päälle, ja näin muodostuu veneenmuotoinen vanerikerros. Tällä tekniikalla saadaan kevyitä ja jäykkiä runkoja, jotka soveltuvat muihinkin kuin muodoltaan suorakulmaisiin tai porrasrunkoisiin aluksiin. Pintakatteena viilu on erinomainen, sillä se taipuu lähes minkälaiseen kulmaan tahansa. Hyvä taipuminen on viilun etu myös korjaustöissä. Viiluja voidaan käyttää sellaisten laminoitujen runkojen paikkaamisessa, joihin vanerilevy ei taipuisi. Kaiken kaikkiaan laminoitu viilu vanerikatteen tai tasasaumaisen rungon päällä on mainio keino lisätä rungon tai kannen lujuutta tarvitsematta purkaa vanhaa laudoitusta. Lisätietoja viilulaminaatilla rakentamisesta voi saada kirjasta “ THE GOUGEON BROTHERS ON BOAT CONSTRUCTION.“



Kuva 6-15 Poista vaurioitunut kohta



Kuva 6-16 Viistota reunat ja kiinnitä väliaikainen tukilaudoitus.

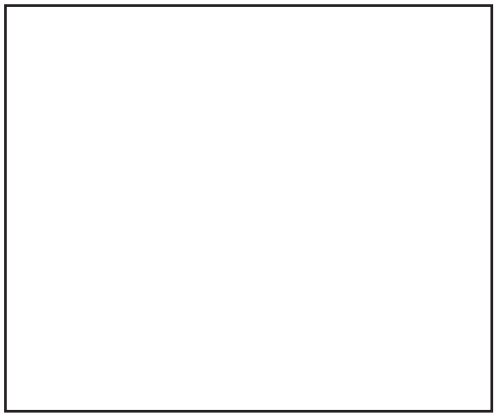


Kuva 6-17 Peitä tukilaudat muovilla.

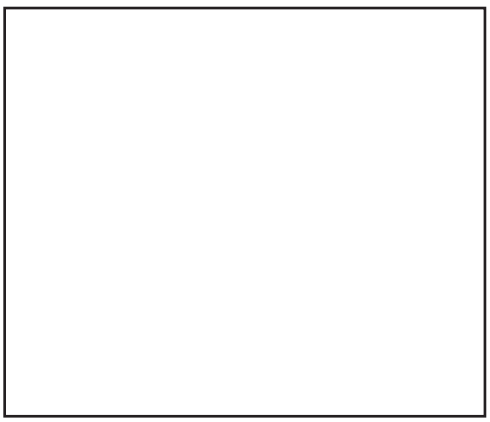
6.4.1 Kaarevan paikan laminointi suoraan runkoon

Muotoon laminoidun vanerirungon korjaamisessa yhdistyvät kaksi jo esillä ollutta työmenetelmää: vanerirakenteiden korjaus ja kaarien laminointi. Laajemman kaarevan kohdan laminoinnissa tarvitaan tukilaudoitusta, joka toimii eräänlaisena laminointipuristimena. Laminoi kaareva kohta näin:

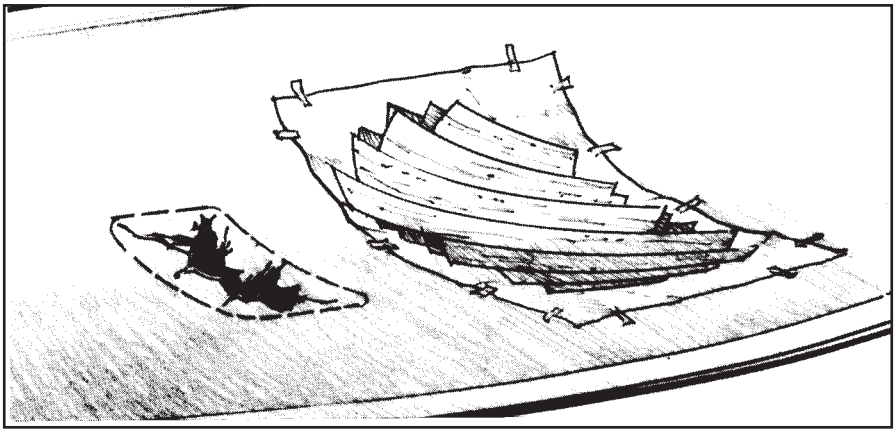
1. Rajaa vaurioitunut kohta. Tarkasta myös sisäpuoli. Irrota pyörö- tai kuviosahalla mahdollisimman pieni, mutta kaiken huonon materiaalin kattava, neli- tai suorakulmio (Kuva 6-15).
2. Viistota aukon reunat kulmahiomakoneella. Hio viistotus vähintään suhteessa 8:1 sivuille aukon reunoista. Jos vaneri on esimerkiksi 12 mm paksu, viistotuksen pitäisi ulottua ainakin 100 mm matkalle aukon jokaisesta reunasta.
3. Kiinnitä tilapäinen tukilaudoitus aukon taakse ruuveilla (Kuva 6-16). Lautojen tulee olla tarpeeksi vahvoja ja tiheään ruuvattuja, jotta ne pystyvät pitämään vanerin oikeassa muodossa. Peitä tukilaudat muovilla liimautumisen estämiseksi (Kuva 6-17).
4. Niittaa ensimmäinen viilukerros lautojen päälle. Kiinnitä viilut vinottain alaspäin, noin 35° pystysuorasta. Viistota viilujen päät vastaamaan aukon reunoja. Liimaa ensimmäinen kerros kiinni vain viistopinnoistaan käyttäen kohdan 3.4.2 työtapoja. Käytä 403 tai 406 täyteainetta saadaksesi epoksin majoneesimaiseksi.
5. Liimaa toinen kerros viilua, kun ensimmäinen on vain osittain kovettunut. Mikäli ensimmäinen kerros on kokonaan kovettunut, täytyy sen pinta hioa ennen uuden kerroksen liimausta (Kuva 6-18). Kiinnitä viilut viistottain alas 35º pystysuorasta linjasta, mutta päinvastaiseen suuntaan kuin ensimmäinen kerros. Irrota niitit liimattavan viilun alta. Käsittele epoksilla uuden viilun pinta ja ensimmäisen kerroksen kontaktipinta sekä molempien viistotukset. Kiinnitä niitit viilujen läpi tukilautoihin ja niittaa myös viistoliitos jos on tarpeen.
6. Jatka liimaamista kunnes kaikki viilut ovat paikoillaan ja alkuperäinen katteen paksuus on saavutettu (Kuva 6-19). Irrota edellisen kerroksen niitit sitä mukaa kun liimaat uuden. Kerrokset pysyvät paikoillaan, vaikka epoksi ei vielä ole



Kuva 6-18 Liimaa toinen kerros vinosti vastakkaiseen suuntaan.



Kuva 6-19 Jatka liimaamista kunnes ympäröivän katteen paksuus on saavutettu.



Kuva 6-20 Laminoi paikka käyttäen vahingoittuneen kohdan viereistä pintaa muottina.

täydellisesti kovettunut. Näin on mahdollista liimata useita kerroksia keskeytyksettä. Käytä tarpeeksi pitkiä niittejä, jotka pureutuvat syvälle tukilautaan ja allaoleviin viilukerroksiin. Anna päällimmäisen kerroksen kovettua täydellisesti ennen kuin irrotat kiinnikkeet. Tasoita pinta lopuksi ja viimeistele.

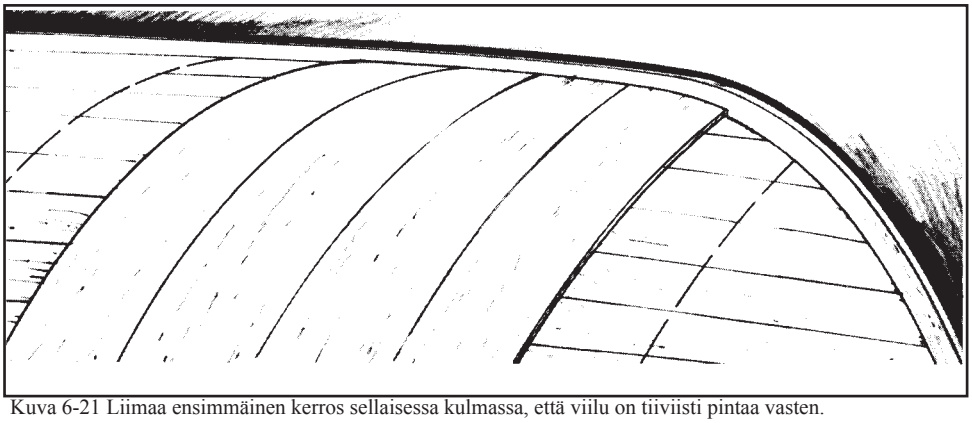
6.4.2 Korjauspaikan valmistaminen vahingoittuneen kohdan vieressä

Rikkoutunut kate voidaan korjata käyttämällä sen vieressä olevaa kohtaa laminointimuottina ja valmistamalla korjaukseen tarvittava pala valmiiksi siinä. Korjaus suoritetaan liimaamalla tämä valmiiksi laminoitu levy vahingoittuneen kohdan päälle. Laminoitavan paikan pinta-alan tulee ylittää korjattavan kohdan pinta-ala 8: 1 viistoreunoilla. Teippaa muovi muottialueen päälle niin että se ylittää paikan mitat reilusti. Viilu pyrkii suoristumaan laminoinnin jälkeen, joten paras muottialue on varsinaista korjattavaa kohtaa hiukan jyrkemmin kaartuva alue (Kuva 6-20). Kun riittävä määrä vanereita on liimattu toisiinsa ja reunat viistottu, esikäsittele korjattavan aukon reunojen ja paikan viistotukset. Liimaa levy paikoilleen edellä kuvatulla menettelyllä (6.3.2).

6.4.3 Uuden katteen laminointi vanhan päälle

Vanhan rungon päälle laminoidut viilukerrokset ovat pelastaneet monta huonokuntoista venettä uuteen elämään. Uuden katteen paksuus ja tyyppi määräytyvät vanhan katteen kunnon ja lujuuden perusteella. Jos runko voidaan tukea oikeaan muotoonsa, uusi kate voisi käytännössä korvata vanhan. Kun katteen puumateriaali ja paksuus ovat selvillä, on päätettävä viilukerrosten lukumäärä. Valitse yleensä paksuinta mahdollista viilua, joka pystyy taipumaan ja kiinnittymään rungon jyrkimpiinkiin mutkiin. Yritä selvitä niin vähillä viilukerroksilla kuin mahdollista. Runkolautojen saumojen liimaaminen ennen viilukerrosten kiinnittämistä lisää rungon jäykkyyttä ja samalla vähentää tarvittavan viilukatteen kokonaispaksuutta (kohta 6.1). Laminoi viilut entisen katteen päälle seuraavasti:

1. Valmista runko liimausta varten. Pinnan tulee olla puhdas, kuiva ja hiottu. Tue runko oikeaan muotoonsa. Täytä ja tasaa kuopat , joita viilut eivät pysty tasoittamaan. Höylää kaikki liian korkeat kohdat.
2. Liimaa ensimmäinen vanerisuikale suunnilleen rungon keskipisteeseen. Käytä epoksin ja 407 tai 410 –täyteaineen seosta ja yksivaiheista liimausmenetelmää (kohta 3.4.2). Kiinnitä viilut niiteillä tiiviisti vasten pintaa 35º kulmassa pystysuorasta (Kuva 6-21). Sovita suuntaa niin, että viilut ovat koko pituudeltaan tiivisti vasten pintaa.
3. Liimaa loput viilut ensimmäisestä kerroksesta. Sahaa ja sovita toinen viilu niin että se makaa tiiviisti ensimmäistä vasten. Köliä vasten tulevan viilun päätä voi joutua viistämään. Liimaa ja niittaa toinen viilukerros. Jatka viilujen sahaamista ja liimaamista molempiin suuntiin aloituskohdasta.
4. Hio pinta sileäksi kun epoksi on täysin kovettunut. Irrota niitit ennen hiomista elleivät ne ole haponkestäviä.



Kuva 6-21 Liimaa ensimmäinen kerros sellaisessa kulmassa, että viilu on tiiviisti pintaa vasten.

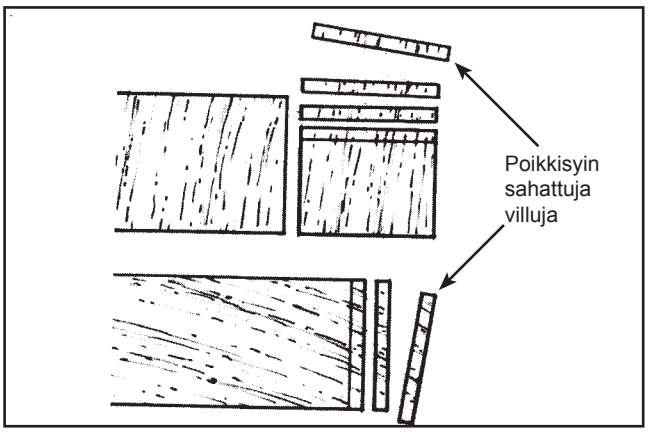


Kuva 6-22 Liimaa toinen kerros vastakkaiseen suuntaan vinoon.

5. Toista menettely toisen kerroksen liimauksessa (Kuva 6-22). Kiinnitä ensimmäinen viilu noin rungon keskipisteeseen, 35º kulmassa pystysuorasta päinvastaiseen suuntaan kuin ensimmäinen kerros. Sahaa ja liimaa loput viilut.
6. Liimaa seuraavat kerrokset vastaavalla tavalla. Irrota niitit, kun päällimmäinen kerros on täysi kovettunut. Hio tasaiseksi ja valmistele pinta viimeistelyä varten.

6.5 Tiikkikannen (teak) asentaminen

Paksulla epoksi-grafiittikerroksella liimattu ohut tiikkiviilukansi näyttää täysin aidolta ja on lisäksi kestävä ja helppohoitoinen. 6 mm paksujakin viiluja voi käyttää, mutta veneen mittasuhteiden säilyttämiseksi on parempi valita ohuempia, 3 mm viiluja. Myös 3 mm kansi kestää kovaakin käyttöä monta vuotta, eikä siitä aiheudu ylimääräistä painolastia veneelle. Viilujen tulee olla reunoiltaan suoriksi ja sileäksi hiottuja ja leveydeltään 37 mm - 50 mm. Jätä viilun molemmat pinnat käsittelemättä sahauksen jälkeen. Karkea sahausjälki parantaa viilun kiinnittämisominaisuuksia. Viiluissa olevat epätasaisuudet voi hio pois jälkeenpäin, kun viilukansi on liimattu.
Jos aiot tehdä viilut itse, valitse lankku josta saa parhaimman raakapuun hyödyn. Tiikkiä on yleensä saatavissa 50 mm paksuna, karkeaksi sahattuna lankkuna. Tästä pitäisi saada 44 mm paksuista höylättyä puutavaraa. Sahaa puu niin, että viilut ovat aina poikkisyin (Kuva 6-23). Poikkisyin leikatut viilut minimoivat puun venymistä ja kutistumista ja niistä tulee hieno, tasaisesti kuluva pinta. Asenna tiikkiviilukansi seuraavasti:
1. Suunnittele viilujen asettelu. Aseta ensimmäinen viilu haluttuun kohtaan ja merkitse kanteen ja viiluihin tarkistuspisteet.
2. Hio liian sileät kohdat numero 50 hiekkapaperilla ja poista hiontapöly. Pyyhi kansilaudat voimakkaaseen liuottimeen, kuten asetoniin, kastetulla paperipyyhkeellä 30 min ennen liimausta.
3. Kostuta ensimmäisten viilujen liimauspinnat ja vastaavat kohdat kannesta saostamattomalla epoksihartsi-kovete-yhdisteellä.
4. Levitä saostettua epoksiseosta kostutetulle kansialueelle. Käytä täyteaineena 406



Kuva 6-23 Poikkisyyhyn sahatuilla viiluilla saadaan kestävä, hyvännäköinen ja tasapainoinen kansi.

piituhkaa, saosta seos majoneesimaiseksi ja lisää juuri riittävästi 423 grafiittijauhetta saadaksesi yhdisteeseen läpinäkymättömän, mustan pinnan. Levitä tarpeeksi paksu kerros, jotta kaikki raot täyttyvät ja seosta pääsee lankkujen väliin. 808 sahalaitaisella lastalla saa levitettyä tasaisen kerroksen.

5. Etsi tarkistuspisteet ja aseta ensimmäiset viilut paikoilleen.

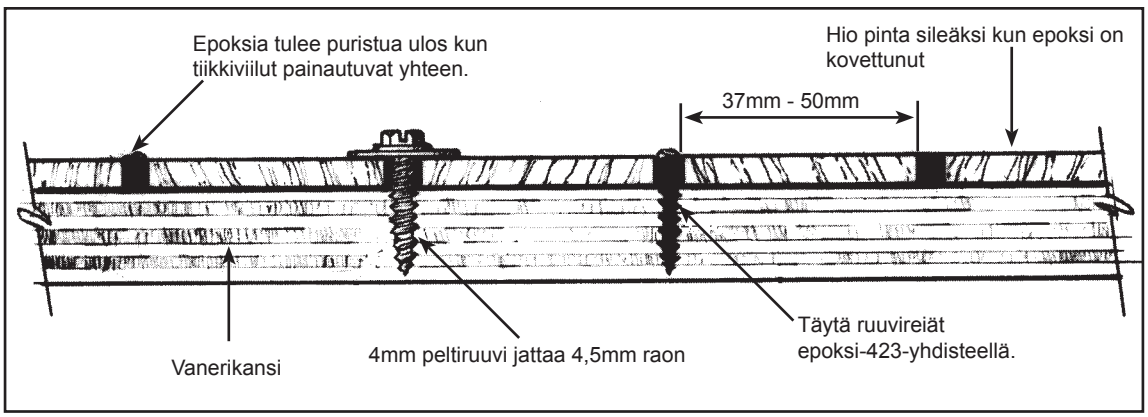
6. Kiinnitä viilu 3-4 mm peltiruuveilla ja suurilla aluslevyillä. Sijoita ruuvit viilujen väliin, 200 mm välein toisistaan. Jokainen ruuvirivi kiinnittää kahden vierekkäisen viilun reunat ja toimii samalla välilevynä pitäen viilut tasaisen matkan päässä toisistaan (Kuva 6-24). Päällystä ruuvit ja aluslevyt irrotusaineella (esim. silikooni tai lujitemuovin irrotusvaha) tai pane aluslevyn alle muovikalvoa kiinnittymisen estämiseksi. Aluslevyt voi myös leikata jäykästä muovilevystä tai tehdä ohuesta puuviilusta. Paina viilut tiiviisti ruuveja vasten ja kiristä ruuvit pohjaan saakka. Epoksin tulee puristua viilujen välistä. Täytä mahdolliset tyhjäksi jääneet raot viilujen välillä välittömästi epoksi-piituhka-grafiitti-seoksella.

7. Kiinnitä seuraavat viilut vastaavalla tekniikalla, useampia viiluja samalla kertaa.

8. Anna epoksin kovettua 8 - 24 tuntia. Poista sitten ruuvit ja aluslevyt. Älä odota kauempaa, sillä ruuveja on vaikeampi saada irti myöhemmin. Kiristä ruuvia lievästi, ja käännä se sitten irti. Jos ruuvi ei irtoa, kuumenna sitä juotoskolvin päällä. Kun ruuvi on kuuma, yritä uudelleen irrottaa se. Toista kuumennus, kunnes ruuvi irtoaa.

9.Täytä ruunvireiät epoksi-piituhka-grafiiti-yhdisteellä. Käytä annosruiskua apuna.

10. Hio pinta hiomakoneella ja numero 50 hiekkapaperilla tasaiseksi. Hio kunnes kaikki sahan jäljet ovat kadonneet. Hio seuraavaksi numero 80 paperilla ja lopuksi numero 120 paperilla. Tikkipinnan voi jättää paljaaksi tai sen voi käsitellä veneisiin tarkoitetulla teak-öljyllä.



Kuva 6-24 Peltiruuvit ja suuret aluslevyt pitävät viiluja paikoillaan kunnes epoksi-piituhka-grafiitti-yhdiste on täysin kovettunut.

Luku 7

Helojen ja kansilaitteiden kiinnitys

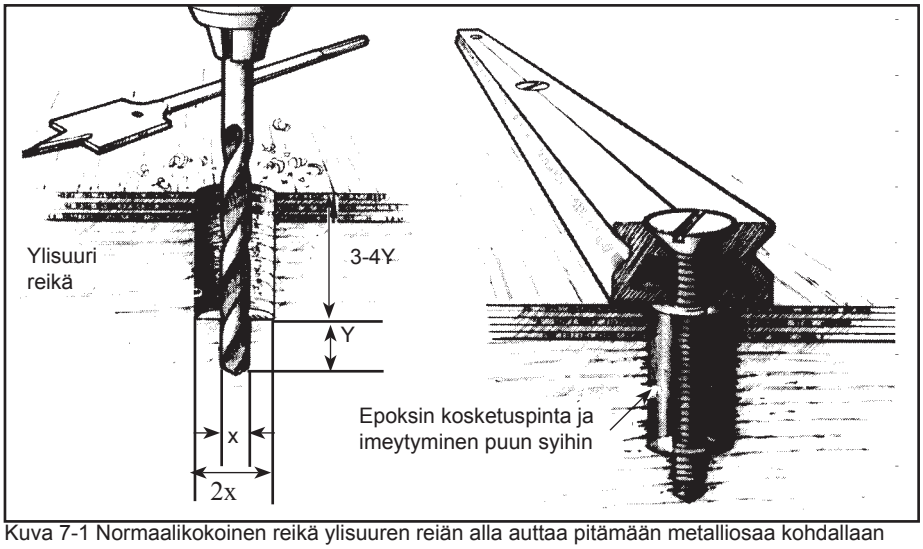
Kun veneen kansi on uusittu, on metalliosien vuoro (englanninkielisen alkuperäisteoksen hardware on tässä käännetty metalliosat. Kuitenkin yhä useammin suurta lujuutta vaativat osat veneissä ovat komposiitteja eli lujitemuoveja. Samat ohjeet pätevät myös niiden kiinnitykseen. Suom. huomautus). Gougeon Brothers, Inc. on kehittänyt erityisen työmenetelmän metalliosien kiinnitykseen. Metalliosat liimataan puuhun niin, että yhteen pisteeseen kohdistunut kuormitus jakautuu mahdollisimman laajasti puualueelle. Samalla epoksi tiivistää ja suojaa kiinnityksessä välttämättömien reikien avaamat puun syyt.
Metalliosien kiinnityksen voi tehdä kahdella tavalla. Yksi tapa on liimata kaikki kiinnittimet (ruuvit, pultit ja kierretangot) suoraan ympäröivään puukuituun. Toinen menetelmä on liimata sekä kiinnitettävä osa että kiinnittimet välittömästi niiden alla olevaan puukuituun. Oikeata kiinnitysmenetelmää käyttäen metalliosan kokonaiskuormituskykyä voidaan ratkaisevasti parantaa.
Kokemuksemme osoittaa, että merivesiolosuhteissa epoksilla liimatut metallit ja kiinnittimet pystyvät erinomaisesti vastustamaan syöpymistä (korroosiota). Pieni ja tiivis silikonireunus liitoksessa kovettuneen epoksin ja kiinnittimen välissä suojaa kosteudelle ja taivutukselle alttiina olevia kiinnittimiä (mm. hahlot, liimatut U-pultit ja yksittäiset rengaspultit). Paljas metallipinta on luonnollisesti aina arka suolaveden aiheuttamalle korroosiolle, joten se täytyy puhdistaa ja huoltaa huolellisesti.

7.1 Kiinnittimien liimaus

Kiinnittimet voi liimata puuhun monella eri tavalla. Helpoin ja yleisin menetelmä on normaalikokoisten ohjainreikien käsittely epoksihartsi-koveteseoksella. Liimaa kiinnittimet seuraavasti:
1. Työnnä piippurassilla tai annosruiskulla epoksiseosta syvälle reikään.
2. Aseta kiinnitin paikoilleen ja anna epoksin kovettua.
Kiinnittimen ympärille muodostuva puu-epoksi -matriisi on vahvempi kuin varsinainen puu sinänsä ja se jakaa kuormitusta laajemmalle alueelle puurakenteessa.

7.2 Metalliosien liimaus

Metalliosien kuormituskykyä voidaan parantaa lisäämällä epoksin määrää kiinnikkeiden ympärille, sillä WEST SYSTEM epoksi on puukuitua tiiviimpää ja lujempaa. Lisäksi kiinnitettävän osan alusta voidaan liimata kiinni puupintaan. Liimaus, jolla lisätään kansilaitteen tai helan kiinnityksen lujuutta, suoritetaan seuraavasti:
läpimitaltaan kaksikin kertaa kiinnittimen halkaisijan kokoinen. Poraa reikä 2/3 tai 3/4 syvyydelle kiinnikkeen pituudesta.
2. Poraa loppumatka normaalikokoista ohjainreikää (kuva 7-1). Näin ruuvin kierteet pureutuvat puukuituun ja ruuvi pysyy oikeassa asennossa epoksin kovettumiseen saakka.
3. Puhdista liuottimella metalliosan liimauspinta. Karheuta pinta terästharjalla tai numero 50 hiekkapaperilla, jotta epoksi tarttuisi siihen hyvin.
4. Täytä reiät pintaan asti epoksilla. Anna epoksin imeytyä puun syihin joitakin minuutteja. Jos reikä on vielä 5 min kuluttua täynnä epoksia, poista ylimääräinen epoksi annosruiskulla.
5. Päällystä metalliosan pohja saostamattomalla epoksilla. Hankaa epoksia terästharjalla tai nro 50 hiekkapaperilla osan pohjaan. Epoksin hankaaminen irrottaa metallin hapettunutta pintaa, ja näin ollen epoksi kiinnittyy suoraan puhtaaseen, paljaaseen metallipintaan.
6. Täytä reiät valumattomalla epoksin ja täyteaineen 404 tai 406 yhdisteellä. Käytä tarpeeksi epoksiseosta, ettei reikiin jää tyhjää ruuvien kiinnittämisen jälkeen. Päällystä metalliosan pohja ja ruuvien kierteet samalla saostetulla epoksiseoksella.



Kuva 7-1 Normaalikokoinen reikä ylisuuren reiän alla auttaa pitämään metalliosaa kohdallaan kunnes epoksi on kovettunut.

7. Aseta metalliosa paikoilleen. Työnnä ruuvit reikiin ja kiristä niin, että pieni määrä epoksiseosta puristuu ulos liitoksesta. Älä kiristä liikaa.
8. Pyyhi pois ylimääräinen epoksi ennen sen kovettumista.
9. Anna epoksin kovettua vähintään 24 tuntia ennen metalliosan kuormittamista. Viileässä säässä kovettuminen kestää kauemmin.

Metalliosien kontaktipinnan liimaaminen edesauttaa kuormituksen siirtymistä mahdollisimman laajalle puupintaan. WEST SYSTEM epoksi soveltuu käytettäväksi useimpien metallien kanssa, mutta pysyvän kiinnityksen edellytyksenä on metallipinnan oikea esikäsittely. Näihin toimenpiteisiin kuuluvat hiekkapaperihionta ja pinnan happokäsittely. Esimerkiksi alumiini vaatii kaksivaiheisen esikäsittelyn. Ensiksi pinnan hapettumat poistetaan sopivalla hapolla, toisessa vaiheessa pinnan nopea uudelleen hapettuminen estetään kemiallisesti. Näin jää tarpeeksi aikaa epoksin tarttumiselle puhtaaseen metallipintaan.

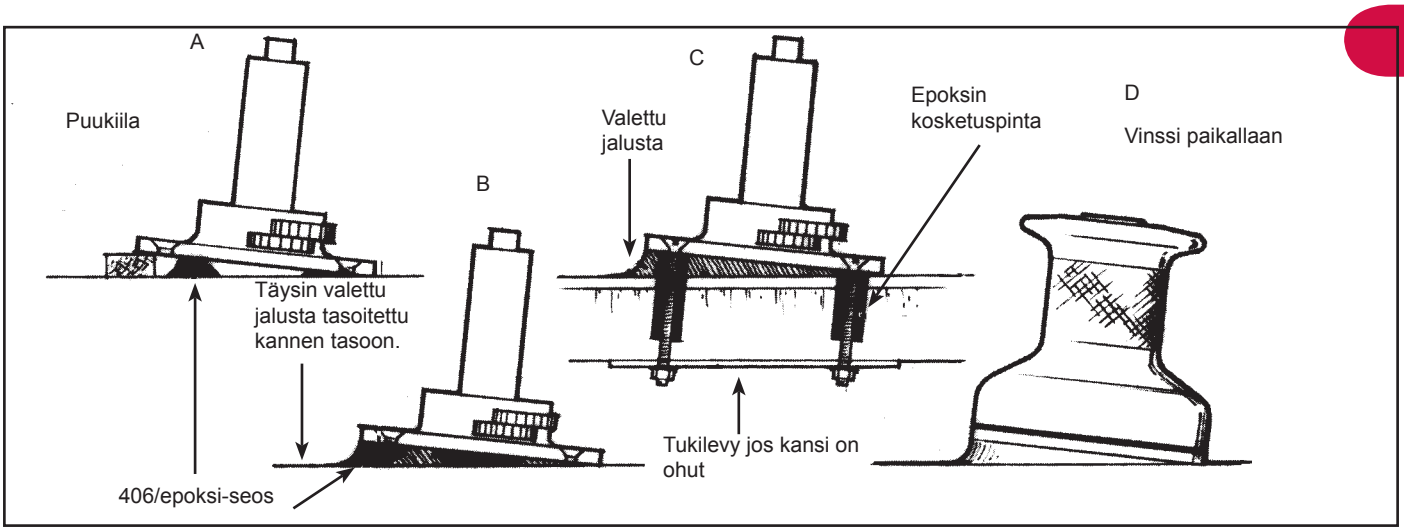
7.3 Metalliosien jalustojen valaminen epoksista

Jotkut metalliosat on kiinnitettävä veneen runkoon tai kanteen tietyssä kulmassa: syvätakilat, turvaköysien kiinnitykset, vinssit ja plokit ovat hyviä esimerkkejä. Perinteisesti haluttu kulma on saavutettu käsinveistetyillä kiilamaisilla välilevyillä. Valitettavasti puisten välilevyjen tekeminen vaatii paljon aikaa ja käden taitoa. Valamalla metalliosan jalustasta saadaan kestävämpi ja vesitiiviimpi ja samalla säästetään aikaa. Metalliosan jalustan valaminen tietyssä kulmassa suoritetaan seuraavasti:
1. Esikäsittele liimattavat pinnat. Puhdista alustan ja metalliosan kiinnityspinnat liuottimella (esim. asetoni). Hio kansi numero 50 hiekkapaperilla. Käsittele metalliosan pohja lujitemuoveille tarkoitetulla irrotusaineella tai esimerkiksi auto- tai silikonivahalla.
2. Aseta metalliosa paikoilleen. Merkitse osan ääriviivat ja tue se haluttuun kulmaan. Merkitse kiilojen sijainti. Asetteluvaiheessa kannen päällä lepäävää kiinnitettävän osan reunaa voi pitää halutun kallistuksen nollapisteenä.
3. Kostuta kannen pinta epoksihartsi-kovete -yhdisteellä muualta paitsi kiilojen kohdalta.
4. Vala epoksituet metalliosan alle (kuva 7-2A). Valmista seos, jossa on epoksihartsi-kovete -yhdistettä ja 404 High Density täyteainetta. Sekoita maapähkinävoita muistuttavaksi koostumukseksi. Rakenna sekoitustikun avulla kolme epoksikekoa tasaisesti metalliosan ääriviivojen sisäkehälle. Rakenna epoksikeoista tarpeeksi korkeita, että ne ulottuvat metalliosan pohjaan, kun se kallistetaan oikeaan asentoon. Kun epoksituet ovat kovettuneet, ne korvaavat tilapäiset kiilat. Sijoita asennettava metalliosa paikoilleen väliaikaisen tukilevyn varaan, niin että se kallistuu oikeaan asentoonsa. Metalliosan pohjan pitäisi koskettaa kaikkia kolmea epoksitukea. Anna epoksitukien kovettua täydellisesti.

5. Napauta metalliosaa puuvasaralla, irrota se ja tilapäiset kiilat. Teippaa muovisuoja kiinnitysalueelle epoksiroiskeiden varalta.
6. Valmistele kansi ja metalliosa jalustan valua varten. Pese ja hio kannen kovettuneet epoksirakennelmat. Laita lisää irrotusainetta metalliosan pohjaan. Suojaa metalliosan ne pinnat, jotka eivät joudu kosketuksiin epoksin kanssa. Teippaa varmuuden vuoksi metalliosassa olevat reiät, jottei epoksi pursu niiden läpi.
7. Levitä saostettua epoksi-404-täyteaineseosta (maapähkinävoi) epoksikekojen keskelle ja täytä koko alusta hiukan korkeammaksi kuin keot. Tasoita suunnilleen oikeaan muotoon. Jos valettava alusta on yli 12 mm paksu, käytä 206 hidasta kovetetta kuumenemisen estämiseksi kovettumisprosessin aikana. Täytä kaikki kolot epoksikekojen ympäriltä.
8. Aseta liimattava metalliosa uudelleen paikalleen. Paina se varovasti oikeaan asentoon epoksikekojen varaan. Anna ylimääräisen epoksin pusertua ulos alustan ja metalliosan jalustan raosta. Muotoile pusertunut seos (kuva 7-2B). Tavallinen kourusaumareunus kelpaa hyvin (kohta 3.4.3). Lisää epoksiseosta tarpeen mukaan, mutta poista liika epoksi ennen kuin se kovettuu. Anna epoksin kovettua täydellisesti.
9. Irrota metalliosa puuvasaralla jalustasta. Puhdista metalliosan pohja ja valetun epoksialustan pinta liuottimella (asetoni) niin, että irrotusaine peseytyy pois. Hio molemmat pinnat numero 50 hiekkapaperilla.
10. Hio valettu jalusta haluttuun muotoon. Aloita numero 50 hiekkapaperilla tai viilalla, jos pinta on kovin epätasainen. Viimeistele numero 80 paperilla.
11. Liimaa metalliosa alustaan käyttäen kohdassa 7.2 kuvattua liimaustekniikkaa (kuva 7-2C). Poraa ruuveja varten ylisuuret ja normaalikokoiset ohjainreiät. Anna kovettua täydellisesti ennen metalliosan kuormitusta. Päällystä valettu jalusta kolmella epoksihartsi-kovete -kerroksella ennen viimeistelyä.

7.4 Irrotettavat metalliosat

Gougeon Brothers, Inc. suorittamat testit osoittavat, että liimattujen ruuvien, pulttien, kierretankojen, yms. kiinnittymisessä metallipinnan ja liiman välinen sidos ei ole niin tärkeä tekijä kuin kovettuneen epoksin ja kierteiden mekaaninen liitos. Niinpä rakentaja voi päällystää kiinnittimien kierteet ohuella kerroksella irrotusainetta ennen liimausta. Kiinnittimet on helpompi irrottaa epoksin kovettumisen jälkeen, ja kuitenkaan kiinnityksen lujuus ei huonone kohtuuttomasti.
Irrotusaineella käsiteltyjen kierretankojen liitokset kestävät väsymistestien perusteella vain 4-10% vähemmän kuin käsittelemättömien tankojen. Ohut kalvo irrotusainetta on liitoksen kestävyyden kannalta turvallisempi kuin paksu kerros. Sopivat muotinirrotusaineet ovat esim. pasta- tai silikonispray-pohjaisia. Vaikka irrotusaineiden aiheuttama lujuuden heikkeneminen on vähäistä, se tulee kuitenkin ottaa huomioon metalliosien lujuuslaskelmissa. Suosittelemme kaikkien metalliosien ja kiinnittimien pysyvää liimausta ja irrotusaineiden käytön välttämistä aina kun se on mahdollista.



Kuva 7-2 Epoksijalustan valaminen on erinomainen keino liimata metalliosia, jotka eivät kiinnity kohtisuoraan kanteen. Tällaisia ovat esim vinssit.

7.5 Liimattujen metalliosien irrottaminen

Toisinaan on tarpeen irrottaa epoksilla liimattuja laitteita. Epoksi alkaa menettää fysikaalisia ominaisuuksiaan yli 65ºC lämmössä: epoksihartsi pehmenee ja sen kiinnitysvoima vähenee tuntuvasti. Tätä ominaisuutta hyödyntämällä on mahdollista irrottaa epoksilla liimattuja metalliosia.

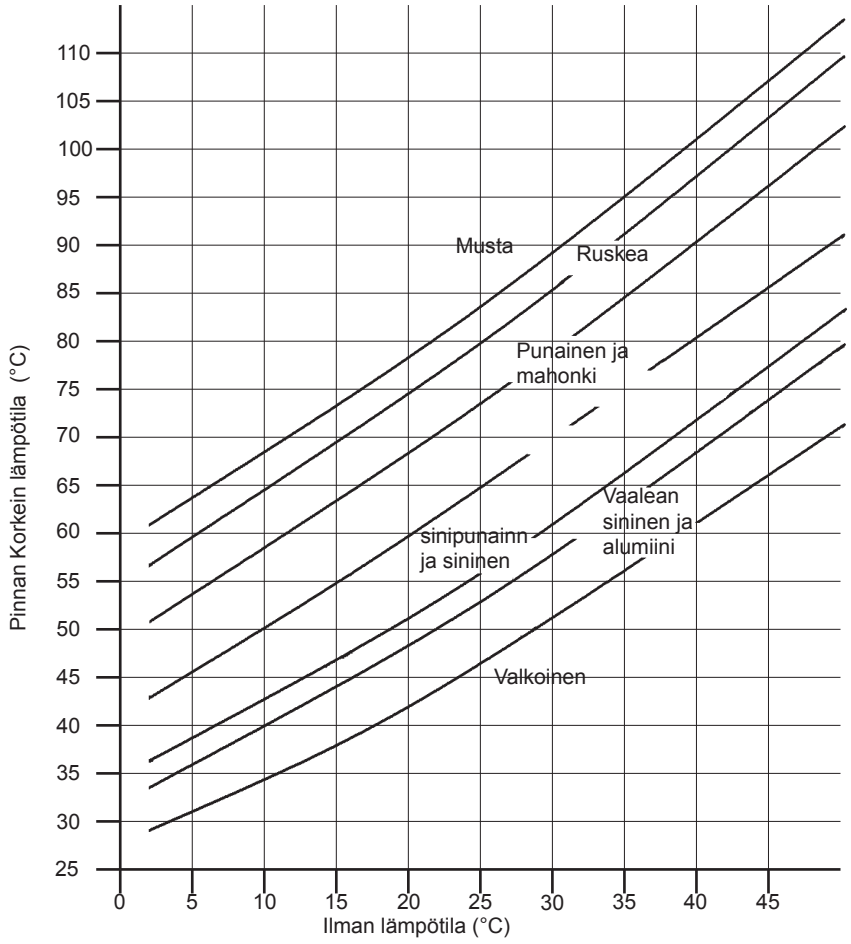
1. Irrota kaikki kiinnittimet (ruuvit tms.). Jos niiden kiinnityksessä on käytetty irrotusainetta, irrottamisen pitäisi olla melko vaivatonta. Mikäli kiinnittimet on liimattu pysyvästi, niitä täytyy kuumentaa juottokolvilla. Lämmitettynä kiinnittimen ympärillä oleva epoksi löystyy ja kiinnitin irtoaa, kun metalli johtaa lämmön alas kiinnittimen päähän.
2. Kuumenna metalliosaa nopeasti esim. kaasuliekillä. Suojaa ympäröivä puualue läpimärällä vanerilla. Anna lämmön johtua metalliosan jalustan läpi. Terävä näpäytys puuvasaralla pitäisi riittää osan irrottamiseksi paikoiltaan. Jos liimaus ei heti ensimmäisellä kerralla irtoa, älä yritä irrottaa sitä väkisin, vaan kuumenna sitä lisää ja yritä uudelleen.
3. Kiinnitä metalliosa takaisin paikoilleen kohdan 7.2 ohjeiden mukaisesti. Poraa kiinnittimien reiät vanhaan epoksiin tavalliseen tapaan.

Luku 8
Epoksin pinnoitteet (maalit, lakat) ja huolto

8.1 Auringonvalo ja pinnoitteet

Auringonvalo muodostaa uhkan kaikkien komposiittiveneiden rakenteelle ja ulkopinnalle. Se vaikuttaa kahdella eri tavalla: lämmöllä ja ultravioletti-säteillään (UV). Jokainen epoksipinta ilman suojaavaa pintakerrosta on altis UV-säteilyn aiheuttamalle haurastumiselle. **WEST SYSTEM** epoksia (mukaanlukien 207 erikoiskovete) ei ole tarkoitettu käytettäväksi viimeistelykerroksena. Suosittelemme auringonvalolle paljaan epoksipinnan suojaamista peittävällä maalilla tai muulla UV-suojalla, esimerkiksi kaksikomponenttisella polyuretaanilakalla (kuten Epifanes 2-komponenttinen PU-lakka). Jos pinta on tarkoitus maalata, lisää väripastaa kahteen viimeiseen epoksikerrokseen pinnan suojaamiseksi. Kannen suojaamat veneen sisäpinnat, joihin auringonvalo osuu vain epäsuorasti, kestävät huomattavasti pitempään ilman suojakerrosta kuin suoraan auringonvaloon joutuvat pinnat.
Vaikka läpinäkyvät pinnoitteet kestävätkin huonommin kuin maalipinta, veneenrakentajat käyttävät mielellään niitä puun pinnan kauneuden korostamiseksi. Monille puuveneilyn koko idea piilee värjäämättömän puun kauneudessa, ja he ovat valmiita sijoittamaan paljon aikaa ja rahaa päästäkseen lähes täydelliseen puupintaan pinnoitteillaan.
Valitettavasti auringonvalon vaikutuksesta kaunista luonnonmukaista puupintaa korostavat pinnoitteet eivät kestä ikuisuuksia. Veneestä täytyy jatkuvasti poistaa vanhoja pinnoitekerroksia, ja levittää uusia, mikä on työlästä ja kallista, joten pinnoitteessa pyritään mahdollisimman pitkäikäiseen ratkaisuun.
Viimeistelypinnan kiillon himmeneminen on rapistumisen ensimmäinen merkki. Kiillon säilyminen on siten keskeistä iän kannalta. Aurinko vaikuttaa pinnan kirkkauden heikkenemiseen kahdella tavalla. Ensiksikin pinnoitekerros haurastuu vähitellen auringon vaikutuksesta. Toiseksi auringonvalon pääsy kirkkaan pinnan läpi saa aikaan lievän kemiallisen ja fysikaalisen muutoksen puusoluissa. Yleisesti oletetaan, että tämä muutos puusoluissa nopeuttaa pinnoituksen heikkenemistä erottamalla auringonvalon heikentämää pinnoitekerrosta yhä enemmän puun pinnasta.
Meiltä kysytään usein kuinka kauan puupinnan pinnoitekerroksen tulisi kestää. Vastaus ei ole yksiselitteinen, koska niin monet tekijät vaikuttavat asiaan. Tärkeimmät pinnoitekerroksen kestävyyteen vaikuttavat tekijät ovat mielestämme:

1. Aika jonka vene on alttiina auringolle tietyssä ilmastossa. Pilvinen ilmasto on vähemmän tuhoisa veneelle kuin aurinkoinen. Välimeren seutu on Pohjois-Eurooppaa epäedullisempi, koska etelässä ilmakehä suodattaa vähemmän auringon säteitä kuin pohjoisessa.
2. Kulma, missä auringon säteet kohtaavat veneen pinnan. Esimerkiksi kansi saa keskipäivällä, jolloin haitallinen UV-säteily on voimakkaimmillaan, paljon enemmän säteilyä kuin hytin seinät.
3. Kiiltävät pinnat heijastavat pois enemmän auringon haitallisia UV-säteitä kuin himmeät pinnat riippumatta pinnan väristä.
4. Vaaleat puulaadut ovat enemmän heijastavia kuin tummat, samoin vaaleat maalit heijastavat paremmin kuin tummat (Kuva 8-1).
5. Paksu pinnoitekerros on kestävämpi ja suojaa paremmin kuin ohut kerros.
6. Lakat, joissa on paljon UV-suoja-aineita kestävät pitempään kuin tavalliset lakat. Nykyiset kaksikomponenttiset polyuretaanilakat ovat pitkäikäisempiä kuin perinteiset fenolipohjaiset.
7. Käyttämällä kestävää epoksihartsia lakan alla, esimerkiksi **WEST SYSTEM** 105/207, pinnoite kestää pitempään kuin pelkästään lakattu. Lisäetuna on radikaalisti parantunut kosteussuoja.



Kuva 8-1 Värin vaikutus pinnan lämpötilaan auringonpaisteessa.

Gougeon Brothers, Inc. on tutkinut vuosien ajan kokeilemalla ja havainnoimalla näiden tekijöiden vaikutusta erilaisiin pinnoitteisiin, erityisesti kirkkaisiin pinnotteisiin. Gougeon Brothers, Inc. on käyttänyt laboratoriossaan UV-säteilyä nopeuttavaa sääkonetta. Näin on mahdollista verrata suoraan eri tuotteita, pinnan viimeistelytapoja sekä pinnoitteiden lisäaineita kontrolloiduissa testiolosuhteissa (Kuva 8-2). Testaustyö on johtanut **WEST SYSTEM** 207 erityiskovetteen kehittämiseen. Yhdessä kaksikomponenttisen polyuretaanilakan kanssa käytettynä se muodostaa huippulaatuisen, kirkkaan ja kolhuja kestävän pinnoitteen, joka lisäksi sietää erinomaisesti kosteutta ja UV-säteilyä.

8.2 Viimeistelyepoksikerrosten levittäminen pintaan

Kohdassa 3.4.7 on kerrottu, että vähintään kolme kerrosta WEST SYSTEM epoksia levitetään kosteussuojaksi ja tasaiseksi pohjaksi ennen pinnoitekerrosta (kirkas pinnoite tai maali). Jos pintaa on hiottu epoksikerrosten välillä, levitä lisäkerroksia suositeltavan maksimipaksuuden eli 375-500 mikronia paksun kestävän pinnan saamiseksi (jokainen kerros on n. 125 mikronia paksu)
Vaadittaessa parasta, kirkkainta ja kestävintä pinnan laatua suosittelemme WEST SYSTEM 207 kovetteen käyttöä. 207 sisältää UV-suoja-ainetta, jonka ansiosta 105/207-epoksiseos pystyy paremmin vastustamaan haitallisia auringonsäteitä kosteussuojauksen kärsimättä. Jos kaikkein kirkkain pinta ei ole välttämätön, valitse kovete (205, 206, 209) joka parhaiten sopii kyseiseen työhön (Kuitenkin 207 kovetetta käytettäessä tarvitaan normaalia lämpimämpi työskentelyhuone. Suom.huomautus). Epoksin käytön perusmenetelmät puun pinnan viimeistelykerroksia tehtäessä on esitelty kohdassa 3.4.7. Seuraavat ohjeet sopivat erityisesti 207 kovetteen käyttöön. Näiden ohjeiden avulla voi saada hohtavan kiiltävän pinnan minimiajassa.
1. Hio ja tasoita pinta numero 80 tai hienommalla hiekkapaperilla. Hio syyn suuntaisesti.



Kuva 8-2 UV-testinäytteet ovat olleet sääkoneessa 3600 tuntia.

2. Levitä kyllästyskerros 105/207-epoksia puhtaalle puupinnalle ja anna kovettua täydellisesti huoneenlämmössä. Kovettunut kyllästyskerros saa puun pinnan “turpoamaan” ja tuntumaan karkealta. Kuivahio ja raaputa turvonneet puunsyyt melko sileiksi (älä kuitenkaan hio epoksipintaa rikki).
3. Levitä toinen kerros 105/207-epoksia telalla ja vaahtomuovisiveltimellä kuten kodassa 3.4.7 on kuvattu. Tasoita pinta mahdollisimman hyvin.
4. Levitä kolmas kerros heti kun toinen kerros on esikovettunut (vähintään 90-120 min +18ºC lämpötilassa). Kerrosten täytyy olla ohuita ja tasaisia, jotta epoksi ei lähde valumaan. Lisää kerroksia kunnes saat toivotun paksuuden. Tasoita jokainen kerros vaahtomuovisiveltimellä.
5. Anna kerrosten kovettua täydellisesti. Kovettumista voidaan nopeuttaa nostamalla hiukan lämpötilaa. Liika lämpö voi kuitenkin aiheuttaa pinnan kuplimista.
6. Hio kovettunut 105/207 epoksipinta numero 220 tai hienommalla vesihiomapaperilla.

8.3 Kirkkaan lakkakerroksen levittäminen

Huolellisesti levitetty 105/207 viimeistelykerros vastaa kiilloltaan hyvää lakkapintaa, mutta suosittelemme kuitenkin pinnan viimeistelyä huippukuntoon korkealaatuisella kaksikomponenttisella polyuretaanilakalla (esimerkiksi Epifanes 2-komp. PU-lakka). Polyuretaanilakka kiinnittyy hyvin kovettuneeseen **WEST SYSTEM** epoksipintaan. Se muodostaa kovan, kestävän ja kiiltävän pinnan, joka suojaa hyvin UV-säteiltä. Polyuretaanilakka on suunniteltu levitettäväksi ruiskulla, korkealaatuisella lakkasiveltimellä tai varovaisuutta noudattaen **WEST SYSTEM** 800 vaahtomuovitelalla.

1. Sekoita kaksikomponenttinen polyuretaanilakka hyvin ja oikeassa suhteessa.
2. Laajaa pintaa lakattaessa käytä aina **WEST SYSTEM** 800 vaahtomuovitelaa, jolla saa tasaisen kerroksen nopeasti. Lakka valuu vähemmän ja myöhempään pinnan tasoitteluun jää aikaa.
3. Käytä hyvälaatuista, viistettyä lakkasivellintä, leveydeltään 50-75 mm kohteesta riippuen.
4. Lakatessa tela jättää pintaan harjan jälkiä ja pieniä ilmakuplia. Useimmissa tapauksissa jäljet tasoittuvat ja kuplat katoavat ja pinta jää tasaisen kiiltäväksi. Joissakin olosuhteissa telalla lakattua pintaa täytyy tasata siveltimellä parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tämä tehdään tasaisin, kevyin vedoin mahdollisimman pian heti lakkauksen jälkeen. Aika, joka tasoitukseen jää, vaihtelee ympäristöolosuhteiden mukaan. Viileässä jää uuden lakkakerroksen tasoitukseen noin 5 min, kuumassa, kuivassa ilmanalassa paljon vähemmän.

Ruiskutettaessa kaksikomponenttista polyuretaanilakkaa on ehdottoman tärkeätä noudattaa suojatoimenpiteitä sekä valmistajan käyttöohjeita. Vältä höyryjen, pölyn ja pisaroiden hengittämistä.
Meiltä kysytään usein, kuinka monta kerrosta lakkaa pitäisi laittaa. Mitä useampia kerroksia on päällekkäin, sitä parempi jälki. Kestääkseen pitkään viimeistelykerros vaatii aina hyvän kiillon. Lakkaa aluksi 2-3 kerrosta 105/207 epoksipohjakerroksen päälle ja lisää uusi kerros joka toinen tai kolmas vuosi kiillon säilymiseksi. Tällainen käsittely ei ainoastaan uudista pinnan kiiltoa, vaan myös hoitaa pienet naarmut ja puutteet pinnassa sekä varmistaa UV-suojauksen. Näin menetellen pintakerroksesta tulee erittäin kestävä.

8.4 Maalaus

Lakan ohella voi viimeistelyyn käyttää peittäviä maaleja. Maalin pigmentit suodattavat suurimman osan auringonsäteistä ja suojaavat puupintaa. Pinnan hidas hapettuminen kestää vuosia mutta saa pinnan lopulta menettämään kiiltonsa. Vaaleat maalit ovat paremmin heijastavia ja säilyttävät kiiltonsa. Vaaleat maalit myös suojelevat puupintaa paremmin kuumuudelta kuin tummat maalit (Kuva 8-1).
On olemassa monia maalityyppejä: emalimaaleja, polyuretaanimaaleja (yksi- tai kaksikomponenttisia) ja lineaarisia polyuretaanimaaleja. Jotkut maalipinnat ovat toisia kestävämpiä, toiset maalit taas vaikeampia tai vaarallisempia käyttää. Tunnetut maalinvalmistajat voivat antaa parhaat neuvot tarkoituksenmukaisen maalin valinnassa.
Maalista riippumatta on tärkeätä valmistella maalattava pinta hyvin kohdan 3.4.8 mukaisesti ja noudattaa valmistajan käyttöohjeita.

8.4.1 Pohjamaalit (praimerit)

Useimmat pintamaalit tarttuvat hyvin hiottuun, epoksilla päällystettyyn pintaan, vaikka jotkut maalit vaativatkin oman pohjamaalinsa. Tällaisia ovat varsinkin veneen pohjaan tarkoitetut myrkkyvärit. Jos maalinvalmistaja suosittelee pohjamaalausta, hio epoksipinta himmeäksi ja etene käyttöohjeiden mukaan. Testaa maalin tarttuvuus huomaamattomassa pinnassa. Mikäli maali ei kuivu määräajassa, ota yhteys valmistajaan.
Värillinen pohjamaali helpottaa tasoittamista , koska se estää paremmin hiomasta epoksia pois ja vähentää näin tarvittavien maalikerrosten määrää. Viimeiseen epoksikerrokseen voi sekoittaa WEST SYSTEM väripastaa ja käyttää sitä hiontasuojana

8.5 Kolhujen ja halkeamien korjaaminen

Vene täytyy tarkastaa huolellisesti korjauksen tai entisöinnin jälkeenkin. Hiushalkeamia löytyy todennäköisesti heti seuraavana vuonna. Tarkista, onko halkeaman syy veneen taipuminen vai kosteuden aiheuttama paisuminen ja halkeilu. Halkeamat kannattaa korjata sitten kun vene nostetaan maihin. Hio ja raaputa haljennut alue kevyesti ja anna veneen kuivua. Korjaa epoksipinta ja lisää maali tai lakka.
Käsittele kolhut ja pienet viat lakalla tai maalilla ettei kosteus- ja UV-suoja heikkene. Lisää uusi pintakerros kahden tai kolmen vuoden väliajoin tai korjaustöiden yhteydessä.

8.6 Ilmanvaihto

Riittävä ilmanvaihto on veneen hyvän kunnon edellytys. Sisätilojen pitäminen kuivina on parasta rakenteiden huoltoa. Kuivuus lisää myös viihtyisyyttä.
Pidä pilssit mahdollisimman kuivina. Tämä on tärkeätä riippumatta siitä onko pilssit päällystetty epoksilla. Putkien täytyy toimia moitteettomasti, eikä pilsseissä saa olla piilossa alueita mihin vesi jää seisomaan. Vesireikien tulee olla suuria ja avoimia. Älä säilytä polttoaineita tai öljyjä pilsseissä.
Avarat sisätilat ovat tuuletuksen kannalta parhaita. Älä anna roskien kerääntyä nurkkiin. Älä jätä kosteutta imeviä materiaaleja runkoa tai sisätilojen puupintoja vasten.
Vesitiiviit kannen ja hytin aukot, tehokkaat tuulettimet ja toimivat putket tekevät veneestä miellyttävän ja kuivan tuntuisen sekä vesillä että telakoinnin aikana. Kaikki nämä tekijät yhdessä varmistavat hyvän ilmanvaihdon. Lisätietoja ilmanvaihdosta saa liitteen D kirjoista.

Liite A

Epoksituotteiden osto-opas
TÄYTEAINEIDEN OSTO-OPAS
Taulukko osoittaa kuinka monta prosenttia eri täyteaineita tarvitaan liima- ja pakkelikoostumuksen aikaan saamiseksi.

SUOSITELTAVAT SEKOITUSSUHTEET: KUINKA MONTA PAINOPROSENTTIA TÄYTEAINETTA LISÄTÄÄN WEST SYSTEM EPOKSIYHDISTEESEEN. KAIKKI MÄÄRÄT OVAT ARVIOITA.

TÄYTEAINE	LIIMASEOS (liimaukseen)	PAKKELISEOS (täyttämiseen ja tasoitukseen)
403	7%	16%
404	45%	60%
405	20%	25%
406	5%	8%
407	30%	35-40%
410	—	16%

EPOKSIN KULUTUS
Taulukko osoittaa 1kg WEST SYSTEM epoksiseoksen riittoisuuden.

WEST SYSTEM EPOKSIN ARVIOITU RIITTOISUUS

1,0 kg epoksia	HUOKOINEN PINTA	KOVA PINTA
105 epoksihartsi ja 205 tai 205 kovete	6,5 - 7,5 m^2	8,5 - 9,5 m^2
105 epoksihartsi ja 207 tai 209 kovete	7,0 - 8,0 m^2	9,0 - 10,0 m^2

TÄYTEAINEIDEN LISÄÄMINEN TAI KANKAIDEN KOSTUTTAMINEN LISÄÄ KULUTUSTA.

A-2 Puun lujuusominaisuuksien lisääntyminen prosentteina kun kosteuspitoisuus vähenee 1%.

Puulaji	Puristuslujuus kimmorajalla	Murtomoduuli	Staattinen taivutus Kimmoke-rroin	Maksimirasitus	Syynsuun-tainen puristuslujuus	Maksimaalinen puristuslujuus kohtisuoraan syitä vasten	Syynsuun-tainen leikkauslujuus	Pinnan kovuus
Saarni	4.1	3.5	1.4	0.4	4.7	4.8	2.9	2.4
Koivu	6.0	4.8	2.0	1.7	6.1	5.6	3.6	3.3
Seetri (northern white)	5.4	3.6	1.8	1.5	5.9	2.3	2.8	3.0
Seetri (Port Orford)	5.7	5.2	1.6	1.7	6.2	6.7	2.2	2.8
Seetri (western red)	4.3	3.4	1.6	1.3	5.1	5.1	1.6	2.3
Douglas-kuusi	4.5	3.7	1.8	1.9	5.5	5.0	1.7	2.9
Hikkori	4.9	4.8	2.8	-0.7	5.9	6.6	-3.9	-
Mahonki, Hondurasin	2.6	1.3	0.8	-2.9	2.5	3.9	-	1.0
Mänty	5.6	4.8	2.0	2.1	5.7	5.6	2.2	2.2
Sitkakuusi	4.7	3.9	1.7	2.0	5.3	4.3	2.6	2.4

1) Lähde: Munitions Board Aircraft Committee. Design of Wood Aircraft Structures, ANC-18, 1951 (National Technical Information Service/U.S. Department of Commerce Reprint AD-490 100, Springfield VA), s. 13.
2) Korjaukset lujuusarvoihin tehdään peräkkäin jokaista 1% kosteusmuutosta kohti kunnes kokonaismuutos on laskettu. Jokaista 1% kosteuspitoisuuden vähentymistä kohti lujuus kerrotaan (1+P), jossa P on taulukossa desimaalein ilmaistu prosentin korjausarvo. Jokaista 1% kosteuspitoisuuden lisäystä kohti lujuus jaetaan (1+P).
3) Negatiiviset arvot osoittavat maksimirasituksen laskua kun kosteuspitoisuus vähenee.

A-3 Uunikuivan viiluvanerin paksuusvaihtelut lajeittain

Puulaji	Tiheys	Ilmakuiva kosteusprosentti	g/m² viiluvaneria Vaneerin paksuus tuumina 1/16	1/8	3/16	1/4
Saarni, valkoinen	0.58	8.9	922	1843	2762	3680
Koivu	0.63	9.6	1001	2002	3003	4004
Seetri (Spanish)	0.37	7.3	586	1175	1761	2350
Seetri (red)	0.31		1.83	1120	1675	2240
Douglas kuusi	0.51	6.2	809	1617	2429	3235
Mahonki, afrikkalainen	0.46	8.0	729	1459	2188	2920
Mahonki, keski-amerikkalainen	0.49	7.9	778	1556	2337	3113
Sitkakuusi	0.38	8.9	604	1208	1813	2423

1) Lähde Michelon and Devereaux, s. 163.
2) Perustuu uunikuivaan painoon ja ilmakuivaan tilavuuteen.

A-4 Hiotun Western red seetrilaminaatin keskimääräinen paino

1/8 tuumaa paksujen kerrosten lukumäärä	g/m²
4 (yhteensä ½ inch)	6347
5 (yhteensä ⅝ inch)	8056
6 (yhteensä ¾ inch)	9765
7 (yhteensä ⅞ inch)	11470
8 (yhteensä 1 inch)	13180
9 (yhteensä 1½ inch)	14650

1) Liimauksessa ja pintakäsittelyssä käytetyn WEST SYSTEM epoksihartsin paino sisältyy painoarvoon. Kaikki näytteet on punnittu Gougeon Brothers, Inc, laboratoriossa.

Liite C

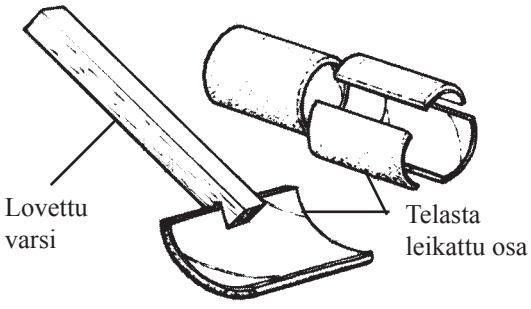
Tässä oppaassa käytetyt omatekoiset ja valmiit työkalut.

Sähkötyökalut:
255 mm kallistuskulmainen pöytäsirkkeli
180 mm pyörösaha
Sähköinen kuviosaha
Kulmahiomakone
Laikat numeron 50 ja 80 karkeudella ovat useimmin käytettyjä nopeaan hiontaan ja muotoiluun.
Tasohiomakone
Jyrsin

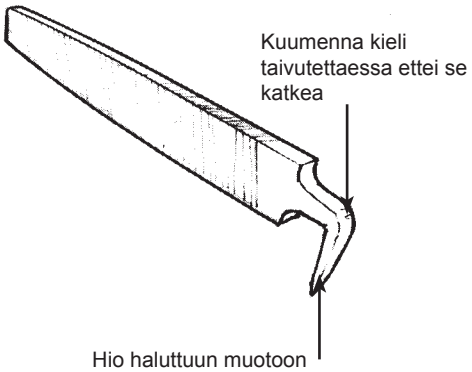
Työkalujen tarve riippuu työkohteesta. Jos kyseisiä työkaluja ei ole ennestään, niitä kannattaa hankkia vasta tarvittaessa. Sähkötyökalujen kokoelma saattaa vaikuttaa vähäiseltä, mutta yhdessä käsityökalujen kanssa sen pitäisi riittää edellä käsiteltyihin korjaustöihin.

Kuva 1 Välttämättömät perustyökalut
(1). Suorakulma (2). Vatupassi (3). Sakset (4). Siirtokulma (5). Poranteräsarja
(6). Puuporan teriä (7). Sähköpora (8). Höylä (9). Harppi (10). Rullamitta
(11). Liitulanka (12). Vasara (13). Ruuvitalttoja (14). Raspi (15). Veitsi
(16). Pistosaha. (17). Taltta (18). Niitinpoistaja (19). Nitoja

TELASTA VALMISTETTU PINTASIVELLIN



KAAVIN VANHASTA VIILASTA



Kuva 2 Lisätyökaluja: (A) Puukkosaha (B) Selkäsaha (C) Kuviosaha
(D) Puuporanteräsarja (E) Poranteräsarja (F) Sähköinen kuviosaha
(G) Piikki (H) Kovahöylä (I) Riippuluoti (J) Tasoitushöylä
(K)Penkkihöylä (L) Raspi (M) Taltta (N) Talttavalikoima
(O) Viila- ja raspivalikoima (P) Astelevy (Q) Länkiharppi (R) Kärkiharppi
(S) Kovasin

Liite D

Suositeltavaa lisälukemista

Bingham, Bruce. THE SAILOR'S SKETCHBOOK. Camden, ME: Seven Seas, 1983.
Butler, Paul and Marya. FINE YACHT FINISHES FOR WOOD AND FIBERGLASS BOATS. Camden, ME: International Marine Publishing Co., 1987.
Chapelle, Howard L. BOATBUILDING. New York: W. W. Norton & Co., 1969.
Duffett, John. BOAT OWNER'S GUIDE TO MODERN MAINTENANCE. New York: W. W. Norton & Co., 1985.
Editors of WoodenBoat Magazine. WOODEN BOAT: AN APPRECIATION OF THE CRAFT. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co., 1982.
THE GOUGEON BROTHERS ON BOAT CONSTRUCTION. Bay City, MI: Gougeon Brothers, Inc., 1985.
McIntosh, David C. "Bud". HOW TO BUILD A WOODEN BOAT. Brooklin, ME: WoodenBoat Publications, Inc., 1987.
Monk, Edwin. MODERN BOAT BUILDING. New York: Charles Scribner's Sons, 1973.
Skoog, Jim. CRUISING IN COMFORT. Camden: International Marine Publishing Co., 1986.
Spurr, Daniel. SPURR'S BOAT BOOK: UPGRADING THE CRUISING SAILBOAT. Camden, ME: Seven Seas, 1990.
Steward, Robert M. BOATBUILDING MANUAL. Camden, Me: International Marine Publishing Co., 1980.
Temple, Mark O. THE COMPLETE STEP-BY-STEP BOAT REPAIR & RESTORATION HANDBOOK. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books Inc., 1981.

SUOMEKSI:
Pälviranta, Edgar VENEENRAKENNUKSEN OPPIKIRJA. Lauta- ja rimarakenteiset U-pohjaiset soutu- ja perämoottoriveneet. Opetushallitus. Painatuskeskus Oy, Helsinki 1995.
Broch, Ole-Jacob PUUVENE. Liimasauma, tasasauma, ristiinlaminointi, korjaukset ja huolto. Opetushallitus. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi 1995.

NOTES

Julkaisija:
Wessex Resins & Adhesives Limited
Cupernham House
Cupernham Lane
Romsey,
Hampshire
SO51 7LF
England

Gougeon Brothers, Inc.
P.O.Box X908
Bay City, MI 48707 USA

Bang & Bonsomer Oy
P.O. Box 93
Fin-00211 HELSINKI

Puhelin: 358 9681081
Fax: 358 96924174

E-mail: reinforced.plastic@bangbonsomer.fi

Wessex Resins and Adhesives Limited valmistaa ja markkinoi WEST SYSTEM tuotteita Euroopassa, Afrikassa ja Lähi-Idässä Gougeon Brothers, Inc. Lisenssillä.
Kirjan tilausnumero 002-970 / FIN

Maahantuoja Suomessa: Bang & Bonsomer