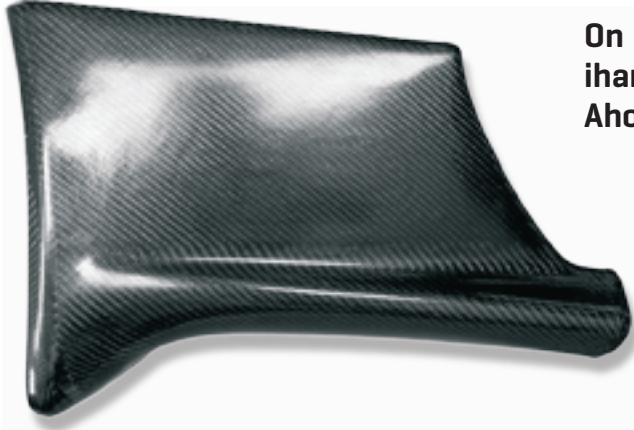


# Tee itse osia

Teksti: Erkki Ahopelto, Lauri Ylikorpi  
Kuvat: Lauri Ylikorpi

# HIILIKUIDUSTA



On yleisesti tiedossa, että hiilikuituosien valmistaminen ihan kotioloissa on mahdollista. Hiilikuituspecialistit Erkki Ahopelto ja Late Ylikorpi kertovat kuinka se tehdään oikein.

**L**ujitemuovisen osan valmistaminen muotissa niin, että se on irrotettava heti valmis käyttöön ilman erillistä pinnan viimeistelyä on haastavaa. Varsinkin hiilikuituosien valmistaminen virheettömänä ja visuaalisesti näyttävänä on koettu vaativaksi tehtäväksi. Seuraavassa kuvataan menetelmä, jota noudatta-

malla visuaalisesti vaativien ja näyttävien muotolevyjen valmistaminen onnistuu helposti. Valmistuksen kuuluu olennaisena osana alipainesäkityksen käyttö. Koko valmistusprosessi kestää noin kuusi tuntia. Valmis osa on irrotettavissa muotista ja leikattavissa muotoonsa vuorokauden kuluttua työn aloittamisesta. **TUNING**

**1.** Työ alkaa muotin huollolla ja kunnostamisella. Muotti puhdistetaan vanhoista irrotusaineista, jos se on käytetty. Uusi polyesterillä tehty lujitemuottimuotti on lämpökäsiteltävä niin, että kaikki styreenijäämät ovat haihtuneet ennen irrotusainekäsittelyä. Ensimmäisessä vaiheessa muotti käsitellään huokoslakalla kahteen kertaan valmistajan ohjeiden mukaan noudattaen annettuja kuivumisaikoja. Tämä käsittely poikkeaa normaalista vahakäsittelystä siinä, että huokoslakkaa ei missään vaiheessa kiilloteta, vaan sen annetaan rauhassa kovettua. Normaalisti tehdään kaksi käsittelyä sen varmistamiseksi, että käsittely on tehty kauttaaltaan. Tästä jatketaan varsinaisella irrotusainekäsittelyllä. Suurehkojen pintojen käsittelyyn valmistaja suosittelee nestemäisen irrotusaineen käyttöä sen käsittelyn helppouden takia. Irrotusaine valitaan sen mukaan miten hyvää irrotuskykyä halutaan. Pienien muottien irrotusainekäsittelyyn voidaan käyttää myös irrotusvaahaa. Yksi tai kaksi käsittelyä – levitys, kuivatus ja kiillotus – riittää.

**2.** Kun halutaan saada hiilikuitukudoksen näyttävä rakenne näkyviin, muotin pintaan levitetään kirkas erikoisgelcoat joko siveltimellä tai ruiskulla. Siveltimellä käsittely tehdään kahteen kertaan, jolloin varmuudella saadaan pintaan peittävä ehyt gelcoat-kerros. Ruiskulla käsittely voidaan tehdä kerralla. Erikoisgelcoatoin käytössä on yksi muistettava ja seurattava asia: geelautumisen eli jäähmettymisen edistyminen. Seuraavassa on annettu muutamia vinkkejä, miten hyvä gelcoat-pinta tehdään siveltimellä. Geelin kovettamiseen käytetään normaalia polyesterin peroksidia [MEKPK50]. Poikkeavasti sitä annostellaan 10-kertainen määrä eli 10% geelin määrästä. Kerrokseen tarvittava määrä noin 0,5 kg/m<sup>2</sup>, jolloin kalvopaksuudeksi tulee noin 0,5 mm. Ensimmäiseen kerrokseen gelcoat levitetään siveltimellä koko pinnalle runsaana kerroksena heti sekoituksen jälkeen. Pintaa tasoitellaan sen jälkeen koko ajan kuroumien ja valumien pienentämiseksi noin 15 min ajan. Tässä vaiheessa gelcoat alkaa jo jäähmettyä. Ensimmäisen kerroksen jälkeen ei tarvitse olla huolissaan, vaikka gelcoat-pintaan tuntuisi jäävän virheitä. Aikaa on kulunut geelin sekoittamisesta noin 25 minuuttia.

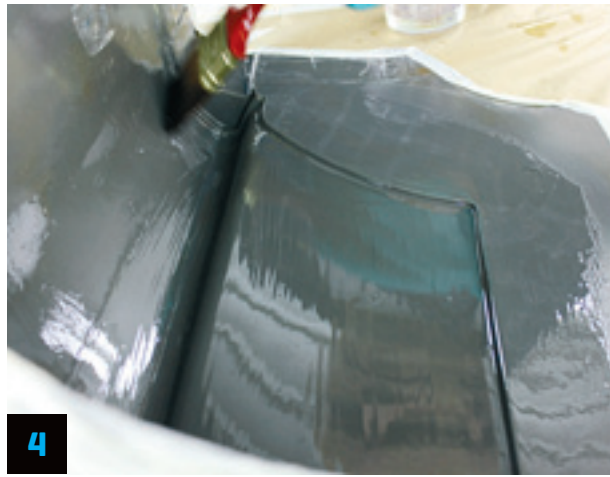


1



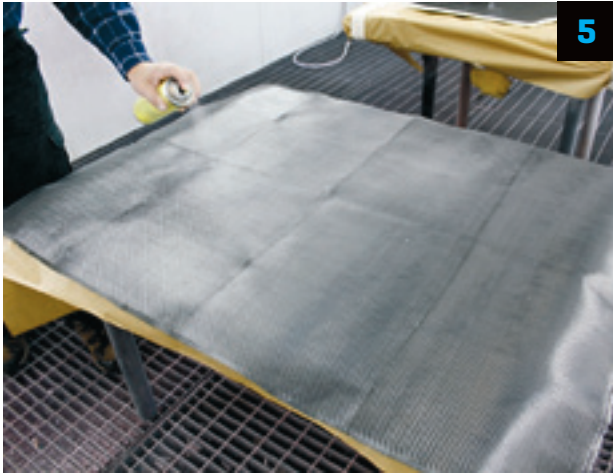
2





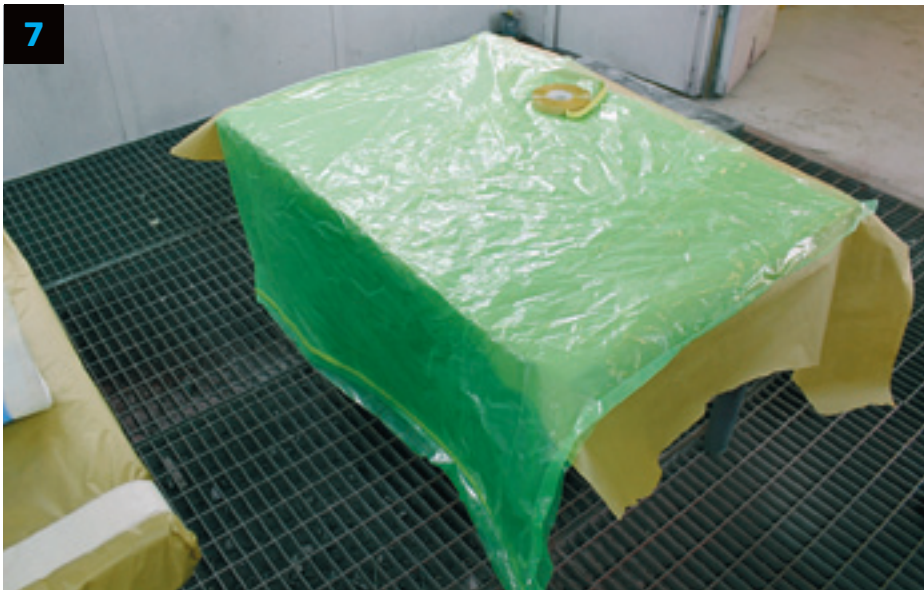
**3.** Tämän jälkeen odotetaan niin kauan, että gelcoat ei enää tartu sormenpään kiinni, mutta sormenjälki jää. Aikaa on tässä vaiheessa kulunut geelin sekoittamisesta hieman alle tunti.

**4.** Toinen annos gelcoatia sekoitetaan ja sen annetaan hieman geelautua eli jähmettyä sekoitusastiasa noin 10 minuutin ajan. Haluttaessa voidaan tämä kerros geeliä sävyttää. Jo hieman jähmettyneeseen alkanut geeli levitetään pinnalle ja nyt erityisesti kulmiin, joihin lujitteiden saaminen tarkasti on vaikeaa. Samalla korjataan ensimmäisen kerroksen jäljiltä jääneet virheet. Tuloksena ehjä, tasainen pinta. Tässä vaiheessa geeli on jo jähmettyneessä ja aikaa on kulunut 1,5 – 2 tuntia työn alusta. Odotetaan niin kauan, että gelcoat pintaan ei enää sormi tartu kiinni, mutta jättää jäljen. Tyypillisesti sopiva odotusaika on vielä noin 25 min. Lopullinen pintalaminointi on tehtävä ennen kuin gelcoat on liian jähmeää niin, että kudoksen ja gelcoat välissä oleva ilma pääsee hyvin pois ja kudoksesta puristuu osittain gelcoat pintaan.



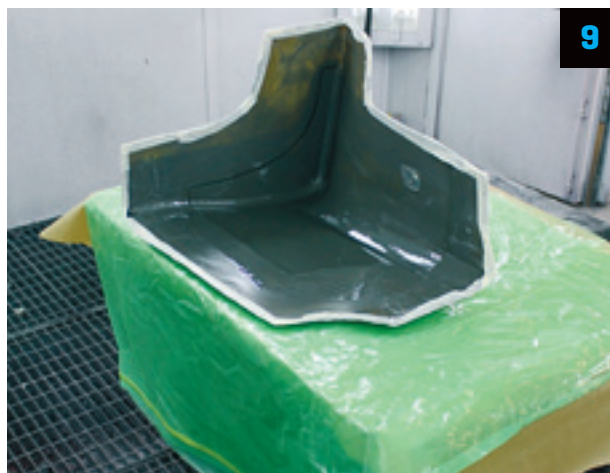
**5.** Tässä esimerkissä pintaan laitetaan kaunis hiilikuitukudos. Kudonnasta käytetään nimitystä 2/2 twill eli suomeksi 2/2 toimikaskudos. Kudoksen paino on 200 g/m<sup>2</sup>. Aina kannattaa tehdä leikkauskaavat, joiden mukaan kudokset voidaan leikata valmiiksi ennen asettelua muottiin. Tällöin voidaan ottaa huomioon myös missä suunnassa kudoksen kuvion halutaan olevan.. Hiilikuitukudos käsitellään ennen muotoonsa leikkaamista selkäpuolelta (vapaa pinnan puolelta) lujittelema-aerosolilla kauttaaltaan. Tämä parantaa lujitteen käsiteltävyyttä leikkauksen ja asattelun aikana.

**6.** Kudoksesta painellaan käsin huolellisesti paikalleen käsittelemätön pinta muottiin päin. Erityisesti sisäkulmiin on kiinnitettävä huomiota ja paineltava niissä lujite mahdollisimman hyvin pohjaan saakka. Useimmiten pinnan virheet ja huokokset löytyvät juuri terävistä kulmista. Geeliä levitetään vielä kolmas kerros kudoksen päälle alueille, joissa voi huokosia esiintyä eli alueille, missä kudoksen saaminen aivan pintaan saakka voi olla haastavaa. Annetaan viimeisen gelcoat-kerroksen vielä jähmettyä puolisen tuntia. Haastavin vaihe on nyt tehty ja laminaatti on valmis säkitettäväksi.



**7.** Alipainesäkitystä varten tarvitaan säkityskalvoa, tiivistenauhaa, ilmajohdehuopaa, repäisykangasta tai irrotuskalvoa ja liitin, jonka kautta ilma imetään säkistä pois. Lisäksi tarvitaan alipainepumppu tai paineilmalinjaan liitettävä ejektori.

**8.** Alipainesäkin liittimen lautasosa sijoitetaan hiilikudoksen päälle mieluummin reuna-alueelle. Lautasosan alle tulee noin 15 x 15 cm imualue. Kudosta vasten asetetaan nk. repäisykangas ja sen päälle ilmanjohdehuovan pala. Palaset voi kiinnittää esim. lujitteleimalla. Jos muotissa on kunnolliset laipat, voidaan säkki tiivistää laippoihin.



**9.** Toinen tapa on sijoittaa muotti kirjekuorisäkiin, kuten tässä esimerkissä. Kuoresta tulee tehdä riittävän iso, jotta säkki voidaan painaa kiristämättä kaikkiin kulmiin. Säkin rypyillä ei ole merkitystä tuotteen laatuun. Muotin kaikki terävät kulmat reunoissa ja takana on syytä teipata tai muuten peittää jo etukäteen, jotta säkki säilyy eheänä alipainepuristuksessa. Taakse voi jo kiinnittää myös huokoista, ilmaa johtavaa huopaa. Alipainesäkitys on syytä tehdä käyttäen kunnollisia alipainesäkitykseen tarkoitettuja kalvoja ja tiivistysnauhoja. Vuotava säkki aiheuttaa aina ongelmia. Valmistele alipainesäkin teko etukäteen. Jos teet kirjekuorisäkin sen voi tehdä pään sulkemista vaille valmiiksi etukäteen.



**10.** Muotti siirretään alipainesäkkiin, säkkiliitimen laippa asetetaan sisään huovan päälle ja säkki suljetaan tiivistysnauhalla. Säkkiliittimen laipan keskireiän avulla leikataan kalvoon esim. kirurgiveitsellä reikä ja siihen kierretään alipainesäkin liitin kiinni. Tässä käytettävässä liittimessä on takaiskuventtiili niin, että tarvittaessa se voidaan irroittaa hetkeksi linjasta. Muottiin imetään alipaine ja imun kiristäässä kalvoa yhä tiukemmalle muottia vasten kalvo painellaan nurkkiin niin, että missään ei ole kiristävää kohtaa. Tässä esimerkkitapauksessa on käytetty ejektoria alipaineen aikaansaamiseksi. On tärkeää pitää alipaine riittävän kauan päällä niin, että kaikki ilma hiilikuitujen ja geelin välistä tulee ulos. Huoneenlämpötilassa sopiva puristusaika on 1-2 tuntia. Tässä vaiheessa geeli on kumimaisen oloista.

**11.** Seuraavaksi irrotetaan alipainekalvo varovasti muotin ympäriltä niin, että ei irroteta kappaletta muotista. Irtoaminen sinänsä ei ole enää kriittistä pinnan laadun kannalta, mutta laaja irtoaminen voi hankaloittaa taustalujitteiden laminointia. Taustalaminoinnin tarkoituksena on aikaansaada kappaleeseen riittävä lujuus ja jäykkyys niin, että se kestää siihen käytössä tulevat kuormitukset. Usein muoto-osissa oleellista on ulkonäkö ja muodon pitävyys.

**12.** Tässä tapauksessa vahvistaminen tehtiin lasikuitumatolla ja polyesterihartsilla. Esimerkin vuoksi tässä työssä on vahvistuslaminointia vielä puristettu alipaineessa. Märän laminaatin päälle laitettiin reiällinen irrotuskalvo, joka päästää lävitseen ilman ja ylimääräisen hartsin. Koko alue peitettiin imuhuovalla. Muotti laitettiin säkkiin, joka oli jo etukäteen tehty sulkemista vaille valmiiksi. Alipaine pidetään päällä kunnes laminaatti on riittävästi kovettunut. Normaali polyesterillä 2-3 tunnin puristusaika riittää. Huoneenlämpötilassa tehtävässä kovetuksessa on hyvä odottaa vielä vuorokausi ennen kuin irrottaa osan muotista. Tällöin kovettuminen on varmuudella niin pitkäällä, ettei vääristymiä enää ole odotettavissa ja kappale irtoaa hyvin muotista.

**13.** Onnistuneesta lopputuloksesta kertoo se, ettei edes tiukimpiin särmiin jäänyt huokosia, vaan kappaleesta tuli eheä ja samalla nätin näköinen. Geelin käytön ansiosta pinta on valmis käyttöön sellaisenaan ilman mitään lakkoja tai vastaavia pintakäsittelyjä.

## MATERIAALIT JA TARVIKKEET:

KEVRA, www.kevra.fi

### Muotin kunnostus:

Huokoslakka: Chemtrend Chemlease® 15  
Irrutusvaha: Chemtrend ChemWax® SP

### Muoto-osan pinta:

Pintageeli: Kirkas KEVRA erikoisgelcoat  
Hiilikuitukudos: HEXCEL HexForce® 43200 2/2 twill 200 g/m<sup>2</sup>

### Säkitystarvikkeet:

Säkityskalvo: AEROVAC VF 200G monikerroskalvo, paksuus 0,09 mm, maks. T= 120°C  
Tiivistysnauha: AEROVAC LTS90TB musta tiivistysnauha 3 x 12 mm, maks. T= 100°C  
Ilmanjohdehuopa: AEROVAC A10060 ilmanjohdehuopa alipainesäkitykseen, 150 g/m<sup>2</sup>  
Irrotuskalvo: AEROVAC A2000RP330 rei'itetty irrotuskalvo, paksuus 0,03 mm  
Repäisykangas: AEROVAC A100, 80 g/m<sup>2</sup>, polyamidi  
Alipainesäkin liitin: AEROVAC WBU25TP [lautasliitin ja takaiskuventtiili]  
Vahvistuslaminointi: Emulsiosidottu lasikuitumatto 300 g/m<sup>2</sup> ja polyesteriharts

