

# Auto kulkee kemialla

KALEVI RANTANEN

Kemian merkitys uusien polttoaineiden ja akkujen kehityksessä tunnetaan, mutta muu autokemia on jäänyt vähemmälle huomiolle.

Sähköistyminen, automaatio ja ympäristövaatimusten kiristyminen pakottavat uudistamaan autoissa melkein kaiken: maalit, valot, linssit, jäähdytysnesteet, sähköä johtavat ja eristävät materiaalit, lämpöä johtavat materiaalit, sisäverhoilumateriaalit, erilaiset muoviosat ja paljon muuta.

Myös kaikkeen tähän vaaditaan kemian osaamista ja ratkaisuja. Auto-teollisuus käyttää kemianteollisuuden lopputuotteista myynnin mukaan mittattuna peräti kymmenesosan, raportoi tutkimusyhtiö McKinsey & Company.

Polttomootoreissa tarvittavien kemikaalien, kuten korkeita lämpötiloja kestävien muovien, kumien ja polttoaineiden lisäaineiden, kysyntä laskee. Tilalle tulee kuitenkin uudenlaisia sovelluksia. Jotkin materiaalit pysyvät mutta edellyttävät hienosäätöä.

Ympäristövaatimukset aiheuttavat muutoksia myös valmistuksen prosesseihin ja ketjuihin. Autojen toiminnalliset kehittämisvaatimukset kiteytyvät lyhenteeseen ACES (*autonomous, connected, electric, shared*): autonominen, kytkentäinen, sähköinen ja jaettu ajoneuvo.

## Elektroniikka uuteen kuosiin

Ensimmäinen ja viimeinen kohta neljän trendin listasta, autonomisuus ja jaettavuus, vaikuttavat paljon auton interiööriin.

Kemian alallakin valmistaudutaan jo aikaan, jolloin huomio kulkuneuvon sisällä keskittyy entistä enemmän muuhun kuin ajamiseen. Autoa voi-

daan käyttää toimistona tai olohuoneena. Siitä tulee paikka, jossa ihmiset voivat työskennellä, levätä tai huvitella.

Oulunsalolainen TactoTek Oy kehittää ja lisensoi teknologiaa, joka mahdollistaa elektroniikan integroinnin kolmiulotteisten muoviosien sisään. Tällaisia osia käytetään autojen lisäksi muun muassa kodinkoneissa.

Kauppanimen Imse (*in-mold structural electronics*) saanut teknologia yhdistää polymeereja ja elektroniikan komponentteja uudella tavalla.

Teknologialla ohuesta muovipinnasta tulee käyttöliittymä ilman erillisiä nappuloita. Näin paino ja tilan tarve vähenevät, ja suunnittelijat saavat uutta vapautta muotojen ja tyylien luomiseen.

Itse materiaaleja suomalaisyhtiö ei valmista.

”Imse-teknologiassa käytetyt materiaalit ovat niin sanottua hyllytavaraa”, kertoo TactoTekin ympäristöasiantuntija **Janne Jääskä**.

Jääskän mukaan yritys tekee kuitenkin aktiivista yhteistyötä globaalien valmistajien kanssa, jotta niiden kehitämät materiaalit kestäisivät Imse-teknologian ja käytön aikaiset rasitukset.

Viime vuonna suomalaisyhtiö ilmoitti sopineensa espanjalaisen öljynjalostajan Repsolin kanssa polyolefiinien käytön kehittämisestä auton älykässä osissa. Yksi syy on keveys, joka vähentää energiankulutusta ja päästöjä.

”Esimerkiksi polykarbonaattia voidaan osassa sovelluksista korvata polypropeenilla”, Jääskä sanoo.

TactoTek selvittää ja tutkii myös mahdollisuuksia hyödyntää Imse-rakenteissa biopohjaisia muoveja ja muita ympäristöä säästäviä materiaaleja.

Ulkopuolisen arvioijan, teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n mukaan

TactoTekin teknologia vähentää muovin menekkiä 50–75 prosenttia ja kasvihuonekaasujen päästöjä 35 prosenttia verrattuna aiempiin tekniikoihin. Luvut on laskettu raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen asti.

TactoTekin tuotannossa käytetään additiivisia valmistusmenetelmiä. Myrkyllisiä syövytyskemikaaleja ei tällöin tarvita, kuten perinteisen elektroniikan valmistuksessa.

Oma tutkimuskohteensa on Imsekappaleiden kierrätys.

”Kierrätettävyyden riippuu pääasiassa siitä, miten tehokkaasti kierrätysprosesseissa kyetään erottamaan ja ottamaan talteen arvokkaita metalleja ruiskuvaletusta rakenteesta”, Jääskä kertoo.

Esimerkiksi hopean tehokas kerääminen onnistuu hänen mukaansa jo nyt.

## Rakenneteippi tuo kodikkuutta

Autojen jaettu tai yhteiskäyttö on jo tätä päivää ja yleistyy jatkossa entisestään. Taksit ovat tietysti vanha sovellus.

Kun autolla ajetaan paljon ja käyttäjät vaihtuvat usein, sisustuksen on oltava toisenlainen kuin yhden haltijan kulkupelissä. Materiaalien pitää olla kestävämpiä, hygieenisempiä ja helpompia puhdistaa.

Saksalainen polymeerituottaja Covestro vastaa vaatimuksiin rakenneteipillä, jota se valmistaa hiilikuidusta ja polykarbonaatista Baijerin Markt Bibartissa.

Yhtiön mukaan uusi Maezio-niminen komposiittimateriaali ”näyttää ja kuulostaa metallilta”, mutta se on kevyempää ja vahvempaa kuin teräs, alumiini tai magnesium ja silti yhtä muovautuvaa kuin kestonuovi. >>>

- **Tulevaisuuden auto on samanaikaisesti liikenneväline, toimisto ja olohuone, jonka mukavuus, tehokkuus ja turvallisuus syntyvät kemian uusilla keksinnöillä.**





TactoTek

**TactoTekin kehittämä teknologia kätkee elektroniikan muovirakenteiden sisälle.**

» » »

Komponentit kootaan noin 120 mikrometrin paksuisista nauhoista, joita voidaan laminoida päällekkäin erilaisissa kulmissa.

Toinen hyödyllinen materiaaliryhmä, jolla saksalaisyhtiön mukaan luodaan tulevaisuuden autoihin kodikkuutta ja parannetaan niiden ääniympäristöä, ovat polyuretaanit.

Auton lattialle Covestro tarjoaa kaksi-komponenttista Baypreg-polyuretaanimateriaalia ja kattoverhoiluun kolmikerroksista Baynat-vaahtoa, joka vähentää melua auton sisällä.

Ajoneuvoihin voi tulla myös uutta kalustusta. Covestro kumppaneineen on tehnyt Maezio-materiaalistaan jopa kokoonlaitettavan pöydän auton sisällä käytettäväksi. Pöytää säilytetään takaisuinten välissä.

### **Turvallisuus piiloutuu rakenteisiin**

Keveyttä ja turvallisuutta autoon tuovat monet näkymättömät osat.

Covestro on kehittänyt myös hiilikuituvahvisteisen polyuretaanikomposiitin Baydurin, joka absorboi energiaa kolme kertaa enemmän kuin tavalliset hartsit. Ominaisuus mahdollistaa auton keventämisen ja törmäysturvalli-



Covestro

**Auton monimuotoinen sisustus tekee siitä yhtä hyvin työhuoneen tai pienen kokoustilan kuin paikan lepäämiseen ja rentoutumiseen.**

suuden parantamisen samanaikaisesti.

Saudiarabialainen Sabc-yhtiö tekee erilaisia kestumuoveja. Yksi yhtiön tuotteista yhdistää polystyreeniä polyfenyyleihin. Autoissa materiaalin käyttökohteita ovat akkujen ja akkupakettien kotelot. Yhtiö lupaa niille mekaanista lujuutta, palonkestävyyttä ja haponkestävyyttä.

Itävaltalainen Borealis valmistaa autoteollisuutta varten muoveja Taylorsvillen ja Port Murrayn tehtaissaan Yhdysvalloissa sekä Itatiban tuotantolai-

toksissa Brasiliassa. Borealiksella on myös Abu Dhabin kansallisen öljy-yhtiön kanssa yhteisyritys Borouge.

Yksi yrityksen tuotteista on kierrätetyllä hiilikuidulla vahvistettu polypropeeni Fibremod. Materiaalia käytetään esimerkiksi keskuskonsolissa, lokasuojissa, takaluukuissa ja ovien rakenteissa.

Yhtiön toinen polypropeeni Borcycle sisältää 25–50 prosenttia kierrätysraaka-ainetta. Muovin käyttökohteita ovat esimerkiksi monet konepellin aliset



## Uusiutuvaa ja kierrätettävää

Kemianyhtiöt Neste, Borealis ja Covestro ilmoittivat viime syksynä uudesta etapista kolmikön yhteistyössä.

Neste valmisti uusiutuvista raaka-aineista biopohjaisia hiilivetyjä, joista Borealis jatkojalosti uusiutuvaa fenolia. Lähtöaineina käytettiin jäte- ja tähdeperäisiä öljyjä ja rasvoja.

Ensimmäiset tuhat fenolitonnin toimitettiin Covestrolle syöttöaineeksi auton ajovalon läpinäkyvän materiaalin, lasimaisen polykarbonaatin valmistukseen.

”Olemme iloisia nähdessämme, että uusiutuva muoviraaka-aineemme auttaa Covestroa saavuttamaan uuden virstanpylvään. Se korostaa tuotteemme soveltuvuutta sellaisenaan fossiilisen raakaöljyn korvaamiseen”, Nesteen toimitusjohtaja **Peter Vanacker** sanoi yhtiön tiedotteessa.



Tulevaisuuden tyylikkää ajovalot voidaan valmistaa uusiutuvista lähteistä tuotetuista polykarbonaateista.

Covestro

Myös kierrätettävyydestä tulee ulospäin näkymätön ominaisuus, joka näkymättömyydestä huolimatta on entistä tärkeämpi ja jota vaaditaan autojenkin materiaaleilta yhä tiukemmin.

Esimerkiksi Covestron brändeistä Maezio on kierrätettävissä. Yhtiö on aikaisemmin tullut tunnetuksi ratkaisuksista, joissa polyuretaanin raaka-aineena hyödynnetään hiilidioksidia.

osat sekä puskurit.

Viime vuonna yhtiö esitteli ratkaisuja, joissa muoviosan painoa voidaan polypropeenilla vaahdottamalla pudottaa jopa 30 prosenttia.

Lisää painetta osien keventämiseen tuo autojen itsensä painon ja koon kasvaminen. Painoa tulee lisää sekä sähköistämisen ja turvatekijöiden että kuluttajien vaatimusten takia.

Sähköistäminen siis rasittaa painon nousun takia, mutta helpottaa toisessa paikassa.

Lämpötilojen aleneminen mahdollistaa siirtymisen kertamuoveista kestomuoveihin. Akut toimivat viileämmässä kuin polttomoottorit, noin 60 celsiusasteessa.

### Maali matkii munakoisoa

Kytkenäisyys on ACES-lyhenteen avainsana numero kaksi.

Autojen kasvava autonomisuus kuljettajaan nähden merkitsee samaan

aikaan lisääntyvää riippuvuutta ympäröivistä järjestelmistä ja toimijoista. Auton on havaittava jalankulkijat, muut autot, liikennemerkit ja tie sekä paikannettava itsensä.

Nämä uudet tarpeet tuovat osittain odottamattomia vaatimuksia myös kemialle. Auton ulkopuolella riittää tekemistä yhtä paljon kuin sisustuksessa.

Se tarkoittaa esimerkiksi sitä, että myös kohteita, joihin autotutkan säteet osuvat, tehdään yhä vuorovaikutteisemmiksi. Telekommunikaatiosta puhuttaessa eivät tule ensimmäisenä mieleen maalit, mutta pinnoituskemia vaikuttaa merkittävästi automaattisen viestinnän luotettavuuteen.

Inhimillinen kuljettaja näkee mustan ja valkoisen auton suunnilleen yhtä hyvin. Koneen sensorit toimivat toisin.

Standardilaitteeksi muodostunut *lidar* eli valotutka lähettää ihmissilmälle näkymätöntä infrapunavaloa useimmiten 905 nanometrin aallonpituudella. Koska säde heijastuu kohteesta suoraan takaisin, maalin paluuheijastavuus on tärkeä ominaisuus. Lähi-infrapunasignaali heijastuu valkealta pinnalta paljon paremmin kuin mustalta.

Yhdysvaltalainen maali- ja pinnoitejätti PPG Industries on kehittänyt automaaleja, joissa mustan pinnan

>>>



Borealis

Borealisen uusia polymeereja hyödynnetään niin konepellin alla kuin auton korissa, tässä moottorin imusarjassa.

alla on heijastava kerros. Yhtiöllä on ennestään kokemusta lentokoneiden pinnoitteista, joissa on jäljitelty munakoisoa.

Koison tumman pinnan alla on vaalea hedelmälihaa, joka heijastaa infrapunasäteitä. Hedelmä on musta silmälle mutta valkoinen infrapunasäteille.

Kasvia jäljittelevässä maalissa lämpösäteet menevät pintakerroksen läpi ja heijastuvat seuraavasta kerroksesta takaisin. Lisäetuna saadaan viilennysvaikutus. Ilmastoinnin energiatarve vähenee helteisellä ilmalla.

Myös auton oman tutkan säteen halutaan läpäisevän valikoivasti maaleja. Silloin lähettimet voidaan piilottaa puskurin tai muun osan sisään.

Saksassa Fraunhofer-instituutti kumppaneineen on RadarGlass-projektissaan tutkinut tutkasäteen läpäiseviä ajovaloja ja valaisimen toimintaa sensorina. ”Lasin” sisäpinnalle tutkijat asensivat sähköä johtavan toiminnallisen kalvon.

Kalvo lähettää tutkasädettä, jonka suuntaa ja pituutta voidaan säädellä. Saksalaistutkijat uskovat, että ihmissilmää jäljittelevä RadarGlass-valaisin pystyy näkemään esteen 300 metrin päässä.

Tutkimusyritys IDTechEx julkaisi joulukuussa 2020 raportin läpinäkyvien elektroniikkamateriaalien markkinoista vuoteen 2041 asti. Paljon sovelluksia on autoteollisuudessa.

Eteläkorealainen autojätti Hyundai lupaa, että sen joidenkin tulevien mallien kattoikkunat tuottavat merkittävät määrät sähköä. Tätä on arvosteltu pelkäksi mainostempuksi, mutta tilanne voi teknologian kehityksen myötä tulevaisuudessa muuttua.

Saksalainen Mercedes-Benz on jo vuosia käyttänyt säädettävää lasia *Magic Sky Control* -nimisessä teknologiasaan, jossa kahden lasilevyn välissä on sähköisesti ohjattavia hiukkasia. Katolasi, johon kytketään virta, muuttuu läpinäkyväksi, kun hiukkaset järjestäytyvät sähkökentän mukaan.

Kun virta katkaistaan, hiukkaset palaavat satunnaiseen järjestykseen ja lasi tummuu. Yhtiön mukaan auton sisälämpötilaa voidaan alentaa näin parhaassa tapauksessa jopa kymmenen astetta.

**Takalipan moderneja muovimateriaaleja ja muotoilua Covestron visioimana.**

## Pintojen pysyttävä puhtaina

Koneilla on tiemeraintöjen lukemisessa samankaltaisia ongelmia kuin ajoneuvojen värien näkemisessä. Ihminen erottaa haalenneenkin tiemaalauksen, mutta konenäkölaitteet ovat nirsoja.

Tiemaaleihin lisätään tavallisesti pieniä lasipalloja parantamaan heijastavuutta. PPG ja monialaryitys 3M ovat suunnitelleet tiemaaleja, johon on sekoitettu hiukkasia valoa hyvin heijastavasta metallioksidikeramiikasta.

Myös suomalainen maalivalmistaja Teknos Oy on varautunut liikennetekniikan muutokseen tiemeraintämaaleja tutkimalla.

”Suomen oloissa optisten ja visuaalisten menetelmien käyttö tiemeraintöjen lukemisessa on vaikeaa lumen ja jään takia. Erilaisten antureiden tai sähkölankojen kiinnittäminen tiehen on kallista ja aikaa vievää ja muutokset vaikeita”, taustoittaa yhtiön tuotekehityspäällikkö **Pasi Virtanen**.

”Me olemme siksi yhdessä yhteistyökumppanien kanssa tutkineet, voisiko tiemeraintäällä ja esimerkiksi radioteknologialla ratkaista ongelman kustannustehokkaasti.”

Virtasen mukaan tiemeraintä voi olla esimerkiksi sähköä johtavia tai niissä voisi olla muita elementtejä, jotka mahdollistavat merkintöjen lukemisen lumen, loskan ja jään läpi.

”Tähän mennessä olemme tehneet tästä pieniä konseptitestejä.”

Entistä tärkeämmäksi tulee merkintöjen pitäminen puhtaana. Väylävirasto on kartoittanut nykyistä tilannetta

mittaamalla tiemaalien paluuehjeistavuutta eli retroreflektiivisyyttä E12-tiellä Helsingin Kehä kolmosen ja Tampereen eteläisen ohitustien välillä.

”Tiemeraintä kunnan raja-arvo 55–70 prosenttia toteutui vain osittain, mutta tulos ei edusta merkintä todellista kuntoa likaisuudesta johtuen”, toteaa viraston kesäkuussa ilmestynyt raportti.

Pintojen likaantuminen on ongelma autoissakin. Etenkin linssien, oli sitten kysymys kamerasta, valotutkasta tai mikro- tai radioaalloilla toimivasta tutkasta, pitää pysyä puhtaina, jotta ne toimivat.

Tarvitaan siis tarttumattomia ja itsepuhdistuvia pintoja. Uusia tai useimmiten muulta lainattuja ja autoihin sovitettuja ratkaisuja ovat siloksaani, fluoratut polymeerit ja mikrokuvioituneet pinnat.

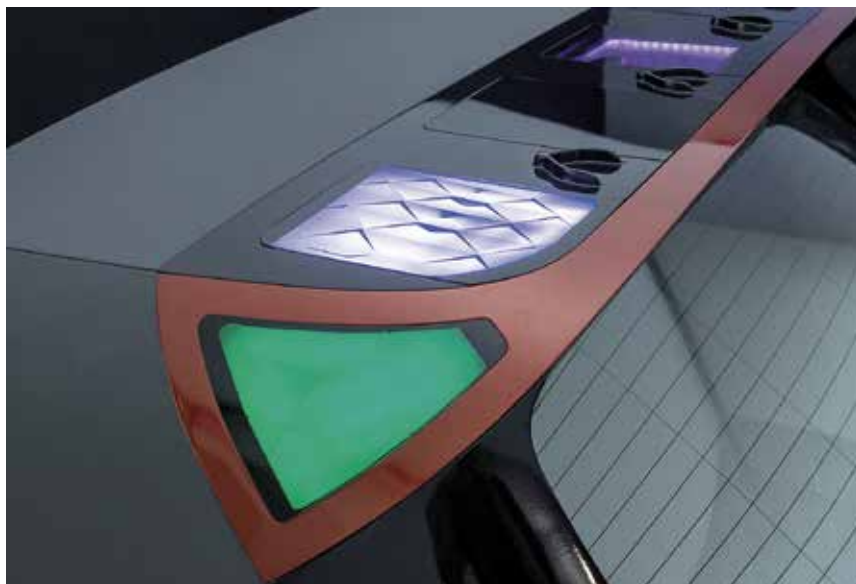
Jotkin materiaalit, kuten titaanioksididi, hajottavat auringonvalossa likaa. Ikkunoissa käytettävän teknologian periaatteet sopivat myös autoihin.

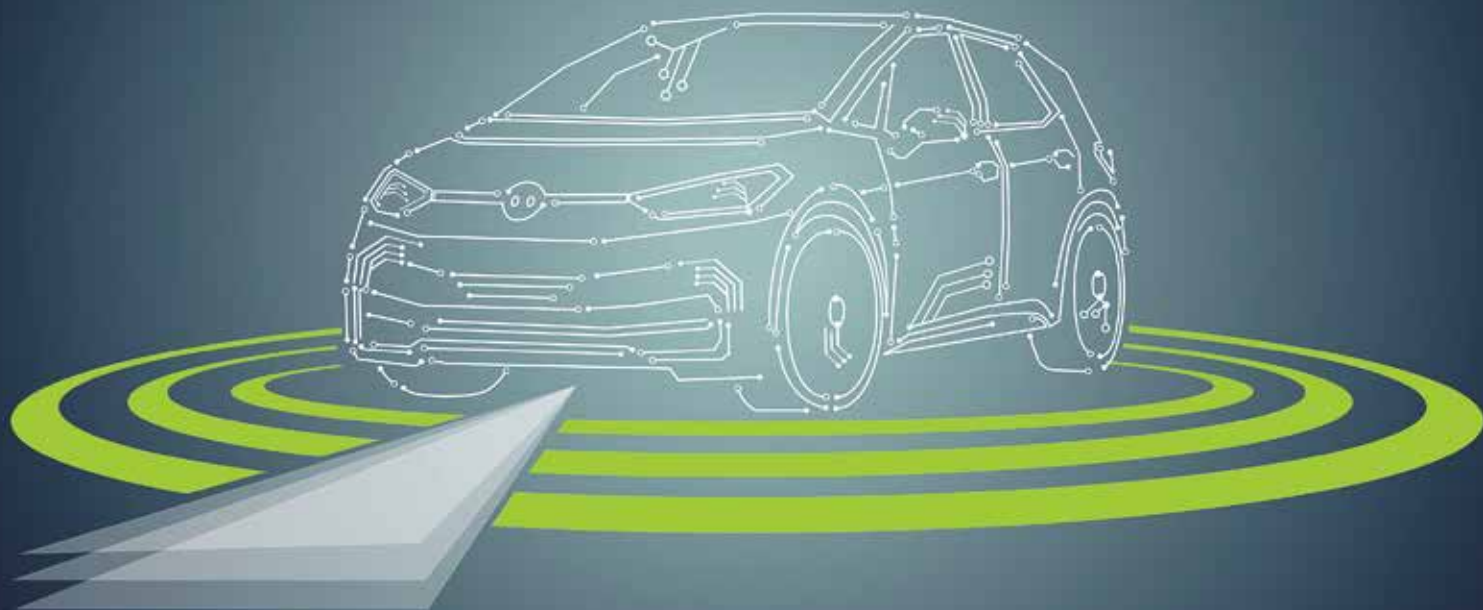
## Silikonikemia kehitty sähköautojen myötä

Kolmas ACES-paketin osa on sähköisyys.

Yhdysvaltalainen kemianjätti Dow ja useat muutkin yritykset kehittävät sähköä johtavia tiivisteitä ja liimoja maadoitusta ja sähkömagneettista suojausta varten. EMI-suojaus eli suojaus sähkömagneettisia häiriöitä vastaan on tarpeen, jotta elektroniikka toimisi luotettavasti.

Toisissa kohteissa tarvitaan eristävää





**Itsenäisesti etenevän auton on tunnistettava sensoreillaan sekä tiemerkinnettyä muu liikenne ja ympäristön mahdolliset esteet.**

Adobe Stock

silikonია, joka samalla kuitenkin johtaa lämpöä.

Sähkönjohtavuutta säädellään erilaisilla lisäaineilla, kuten hopean tai muun metallin hiukkasilla tai hiili-mustalla. Lämmön siirtämisessä auttavat keraamiset oksidit.

Sähköautojen silikonikemia keskittyy paljolti Aasiaan. Esimerkiksi norjalainen Elkem tekee uusien autojen kemikaaleja Kiinassa.

Norjalaisyhtiö kertoi viime vuonna avaavansa uuden tuotantolaitoksen Shanghaihin. Tehdas tuottaa erikoissilikonieja hybridi- ja sähkökulkuneuvoille. Omia silikonituotteitaan esitteli keväällä Shanghaissa myös Dow.

Sähkön ja elektroniikan lisääntyminen merkitsee myös sähköliitosten määrän kasvua. TactoTek tekee amerikkalaisen Amphenolin kanssa yhteistyötä, jossa kehitetään autotason liitäntöosia älykkäitä pintoja varten.

### **Grafeeni tekee supervoiteluaineen**

Voiteluun kohdistuu sähköautoissa vaatimuksia, jotka osin eroavat polttomootoriautojen voitelusta.

Uusista tehtävistä kertoo valkoisessa paperissaan öljy-yhtiö Shell. Kuparin käyttö vaatii korroosiotestejä. Vaah-toaminen on estettävä.

Hybridiautot edellyttävät muutoksia myös polttomootoripuolen voitelulle. Moottoriin, jota käytetään harvoin, kondensoituu helposti vettä, mikä lisää korroosiovaaraa. Muun muassa yhdysvaltalainen Afton Chemical on kehittänyt voiteluaineita, jotka on lisäainestettu hybridiautojen ja sähköajoneuvojen erityistarpeita varten.

Sähkömoottorissa voiteluainetta käytetään mielellään samalla myös jäähdytysnesteinä, koska hyötysuhde saadaan näin paranemaan. Afton Chemicalsin teettämän mallinnuksen mukaan parannus voi olla pari, kolme prosenttia.

Esille ovat nousseet myös erilaiset eksoottiset lisäaineet ja ”supervoiteluaineet”.

Saksalainen erikoisvoiteluaineiden valmistaja Klüber on esitellyt ionisia nesteitä sisältäviä voiteluaineita. Yhtiön mukaan tällaiset voiteluaineet toimivat ”ukkosenjohdattimina” estäessään vaarallisten jännitteiden muodostumisen.

Professori **Diana Bermanin** ryhmä

Pohjois-Teksasin yliopistosta on testannut laboratoriossa grafeenipohjaisia voiteluaineita. Kitka on alentunut toisinaan mittausrajan alapuolelle. Hän puhuu supravoiteluudesta, joka saavutetaan nanografeenia käyttämällä.

Yksi supravoiteluvuuden tutkijoista on tohtori **Anirudha Sumant** Argonnen kansallisesta laboratorion. Hän näkee lähes kitkattomien voitelumateriaalien yhtenä käyttökohteena sähkökulkuneuvojen laakerit.

Brittiläinen tutkijaryhmä julkaisi aiemmin tänä vuonna supravoiteluvuudesta tutkimuksen, jossa kerrotaan yllättävästä havainnosta. Suhteellisen alhaisessa lämpötilassa ja paineessa eräs alkoholi, dodekanoli, muodosti vakaan supravoiteluvan pinnan makrotasolla. Tutkijoiden mukaan yksi sovellusalue ovat sähkö- ja hybridi-autojen laakerit ja vaihteet.

Toinen ratkaisu ovat nanofliidit. Tutkijat ovat ehdottaneet jäähdytystehon parantamiseen nanofluideja, jotka sisältävät 20–60 nanometrin kokoisia kiinteitä hiukkasia. Hiukkasten suuri pinta-ala tehostaa lämmönsiirtoa. □

Kirjoittaja on tiedetoimittaja