

Olli-Pekka Ojanperä

Kiillotetun alumiinin suojakäsittely harrasteajoneuvoissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

Insinöörityö

1.2.2015

Tekijä(t)	Olli-Pekka Ojanperä
Otsikko	Kiillotetun alumiinin suojakäsittely harrasteajoneuvoissa
Sivumäärä	40 sivua + 8 liitettä
	1.2.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Kai Laitinen
<p>Insinööriyön tehtävänä oli testata ja vertailla parasta vaihtoehtoa uusintapintakäsittelyksi kiillotetulle alumiinille, jota pääsääntöisesti käytetään harrasteajoneuvoissa. Tutkimuksessa keskityttiin menetelmiin, jotka oli mahdollista suorittaa kotikonstein. Tuotteet, joilla testit suoritettiin, ovat yleisimpiä suositeltuja aineita internetin harrastesivustoilla sekä pintakäsittelytuotteiden jälleenmyyjän ja teollisen korroosiosuojauksen ammattilaisen ehdotuksia. Valituille tuotteille suoritettiin erinäisiä testejä, joiden tuloksista selvitettiin paras menetelmä.</p> <p>Työssä tutkittiin pinnoitteiden kiiltoa, nesteen hylkivyyttä, miten eri menetelmät suojaavat korroosiolta suolasumutestillä ja säänkestävyyttä kiihdytetyllä säärasitustestillä. Lisäksi näytteille suoritettiin pesukestävyydestä. Näytteistä mitattiin eri testien yhteydessä kiillon ja veden kontaktikulman muutoksia.</p> <p>Tuloksista ilmeni, että parhaat suojakäsittelymenetelmät olivat lentokoneteollisuudessa käytetyt aineet. Harrastesivustoilla yleisimmät menetelmät, kuten Sinolilla ja kiillotusaineella käsittely, osoittautuivat testien perusteella huonoimmiksi menetelmiksi.</p>	
Avainsanat	Alumiini, suojakäsittely, harrasteajoneuvo, kiilto

Author(s)	Olli-Pekka Ojanperä
Title	Protective treatment for polished aluminium in recreational vehicles
Number of Pages	40 pages + 8 appendices
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Material Technology and Surface Engineering
Instructor(s)	Kai Laitinen, Principal Lecturer
<p>The objective of this thesis was to test and compare the best protective coating for polished aluminium, which is mainly used in recreational vehicles. The study focused on surface treatment methods that could be performed in homemade solutions. Tests were performed with products that were most commonly recommended on online hobby websites and suggested by a surface treatment retailer and an industrial corrosion protection professional who were interviewed for the thesis. A number of tests were carried out to find out the best surface treatment method.</p> <p>The thesis studied the following properties of the coating: gloss, liquid repellence, corrosion and weather resistance. Corrosion resistance was studied by a salt spray test, while weather resistance was investigated by a weathering test. In addition, the samples were subjected to a washing durability test. Possible changes in gloss and contact angle were measured in all the performed tests.</p> <p>The results indicated that the products used in aviation industry provided best protection for the test samples. Products recommended on online hobby websites, such as Sinol and polish agent treatment, seemed to be the least efficient methods based on the performed tests.</p>	
Keywords	Aluminium, protective treatment, recreational vehicle, gloss

Sisällys

Lyhenteet

1.	Johdanto	1
2.	Alumiini	2
2.1	Alumiinin kiillotus	3
2.2	Kiillotetun alumiinin pintakäsittelymenetelmät	4
2.2.1	Vahaus	5
2.2.2	Suoja-aineet	6
2.2.3	Lakkaus	6
2.2.4	Alkoholi	7
3.	Koemateriaalit ja pintojen käsittely	8
3.1	Pintakäsittelytuotteet	8
3.1.1	Alkoholi	9
3.1.2	Kiillotusaine	9
3.1.3	Kvartsipinnoite	9
3.1.4	Nanopinnoite	10
3.1.5	Vaha	11
3.1.6	Konversiopinnoite	12
3.1.7	Lakka	12
4.	Testimenetelmät	13
4.1	QUV-säätetaus	13
4.2	Suolasumukoe	14
4.3	Kiiltomittaus	15
4.4	Kontaktikulmamittaus	16
4.5	Pesutesti	16
5.	Koetulokset ja niiden tarkastelu	18
5.1	Alkutilanne pintakäsittelyiden jälkeen.	18
5.2	Kiillon muutokset	19
5.2.1	Kiillon muutokset QUV -rasituksessa	21
5.2.2	Kiillon muutokset suolasumurasituksessa	22
5.2.3	Kiillon muutokset pesutestissä	24
5.3	Kontaktikulma	26

5.3.1	Kontaktikulman muutokset QUV -rasituksessa	27
5.3.2	Kontaktikulman muutokset suolasumurasituksessa	28
5.4	Painohäviö pesutestissä	29
5.4.1	Painohäviö pesunkestävyystestissä	30
5.5	Silmämääräiset havainnot	31
6.	Tulosten tarkastelu tuotekohtaisesti	34
6.1	Lakka	34
6.2	Konversiopinnoite	34
6.3	Denaturoitu alkoholi	35
6.4	Kiillotusaine	35
6.5	Nanopinnoite	35
6.6	Kvartsipinnoite	35
6.7	Vaha	36
7.	Johtopäätökset	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. QUV-rasituksen kiiltomittaukset	
	Liite 2. Suolasumurasituksen kiiltomittaukset	
	Liite 3. QUV-rasituksen kontaktikulmamittaukset	
	Liite 4. Suolasumurasituksen kontaktikulmamittaukset	
	Liite 5. Pesutestin kiiltomittaukset ja painohäviö	
	Liite 6. QUV-rasitus näytekuvat	
	Liite 7. Suolasumurasitus näytekuvat	
	Liite 8. Pesutesti näytekuvat	

Lyhenteet

p.k.k	Pintakeskinen kuutiollinen hilarakenne
QUV	Quick Ultra Violet
UV	Ultravioletti
CCT	Corrosion research and Cyclic automotive Tests
Na ₂ CO ₃	Ruokasooda

1. Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkimusten perusteella löytää paras vaihtoehto uusinta-pintakäsittelyksi kiillotetulle alumiinille, jota pääsääntöisesti käytetään harrasteajoneuvoissa esimerkiksi auton vanteissa ja moottoripyörän rungossa. Tutkimuksessa selvitetään, miten eri menetelmät suojaavat korroosiolta ja miten ne kestävät ilmastoräsu- ta ja millä saadaan kiiltävin pinta.

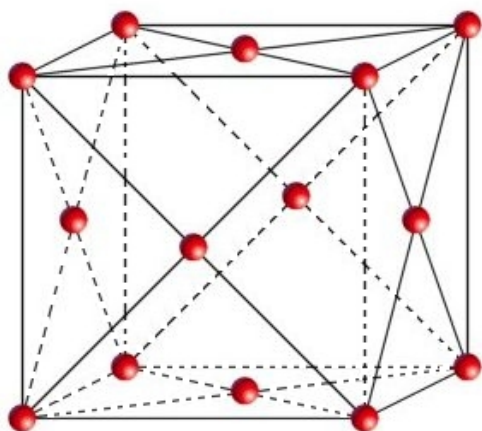
Aihe on tutkimisen arvoinen, koska autoja ja moottoripyöriä harrastaessa tulee usein vastaan ongelma siitä, mikä olisi paras pintakäsittelyvaihtoehto kiillotetulle alumiinille. Tutkittaessa asiaa internetissä ja alan kirjallisuutta luettaessa huomataan, että asiasta ei ole kunnolla tietoa. Internetin keskustelupalstoilla on monia ehdotuksia pintakäsittelylle, mutta silti ei löydy kunnolla selvyyttä, mikä olisi paras vaihtoehto pinnoitteeksi. Myös joissain auto- ja moottoripyörälehdissä on ohjeet alumiinin kiillotukselle, muttei kunnollista ohjetta jälkikäsittelyä varten. Tämä opinnäytetyö selvittää, miten saataisiin paras suojaus ja ulkonäkö kiillotetulle alumiinille.

Tavoitteena on keskittyä pääosin pintakäsittelymenetelmiin, jotka voidaan suorittaa niin sanotusti kotikonstein, sillä harrastajilla ei ole yleensä mahdollisuutta käyttää teollisuudessa käytettyjä menetelmiä. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät ovat vahaus, alumiinille tarkoitetut suoja-aineet, lakkaus ja usein harrastepiireissä esiin tuleva Sinolilla käsittely.

2. Alumiini

Alumiinin keveys, lujuus, korroosion kestävyys, kierrätettävyys, sitkeys sekä sähkön- ja lämmönjohtavuus tekevät siitä ainutlaatuisen materiaalin käytettäväksi lukuisissa monipuolisissa sovellutuksissa. Fyysisesti, kemiallisesti ja mekaanisesti alumiini on metalli, kuten teräs, kupari, sinkki lyijy tai titaani. Sitä voidaan sulattaa, valaa, muokata, työstää, hitsata aivan kuten edellä mainittuja metalleja. Itse asiassa useat menetelmät ovat samoja kuin teräksellä. Ajoneuvoissa alumiinia käytetään pääosin niiden rungoissa, vanteissa ja moottoreissa.[1]

Alumiinilla on pintakeskinen kuutiollinen (p.k.k) hilarakenne. Pintakeskisessä hilassa atomit sijoittuvat kuution kulmien lisäksi kuution sivutahkojen keskipisteisiin (kuva 1). Alumiini ei ole magneettinen ja se käyttäytyy sitkeästi laajalla lämpötilavälillä aina kryogeenisistä lämpötiloista virumislämpötilaan saakka. Vetolujuus on korkea matalissa lämpötiloissa. P.k.k hilarakenteen ansiosta alumiini on sitkeytensä puolesta hyvin muokattavissa oleva materiaali ja lujuutta voidaan parantaa vielä muokkauslujittamalla esimerkiksi kylmämuovauksella. Alumiinin korroosiokestävyys on hyvä, koska se muodostaa ilman hapen kanssa hyvin kiinni pysyvän ja tiiviin oksidikerroksen, joka estää hapettumisen jatkumisen.[2]



Kuva 1. Pintakeskinen kuutiollinen kidejärjestelmä. [3]

2.1 Alumiinin kiillotus

Kiillottamalla alumiinia saadaan jopa täysin peilikirkas pinta, jota hyödynnetään ajoneuvoissa melko usein visuaalisten ominaisuuksien takia.

Kiillotusprosessi aloitetaan puhdistamalla pois kaikki rasva ja lika. Sitten poistetaan osasta kaikki maalit/lakat maalinpoistoaineilla tai vaihtoehtoisesti raesuihkupuhaltamalla, jolloin kappaleen hionta helpottuu hieman.

Hionta kannattaa aloittaa joko raesuihkupuhaltamalla tai karkealla hiomapaperilla (hiomapaperin karkeus P80-P120), jolloin saadaan pois valujäljet ja karkeimmat epätasaisuudet. Karkean hionnan jälkeen käytetään vesihiomapaperia. Riippuen osan kunnosta aloitetaan hiominen hiomapaperilla, jonka karkeus on yleensä P260-P360. Tästä eteenpäin siirrytään koko ajan hienonpiin hiomapapereihin (P400-P600). Melko yleinen hiomapaperisarja, jota käytetään on P300 —> P600 —> P800 —> P1200 —> P1600 —> P2000. Pintaa hiotaan kunnes saavutetaan tasainen pinta ja siirrytään aina seuraavaan hiontakarkeuteen ja hiotaan kunnes pinta on taas tasainen.

Kiillotus itsessään aloitetaan vasta, kun pinta on jo sileä. Porakoneella, jossa on huopa-/rättilaukka, kiillotus on huomattavasti helpompaa kuin käsin. Kiillotustarvikkeita saadaan monia erilaisia valmiina tarvikepaketteina alan tarvikeliikkeistä (Kuva 2). Huopa-/rättilaukkaan käytetään kiillotustahnaa, joita löytyy yleensä eri karkeuksia. Aloitetaan karkeammalla laikalla ja hiovalla kiillotustahnalla. Tämän jälkeen siirrytään hienompiin laikkoihin ja kiillotustahnoin, kunnes laikalla ja tahnalla on saatu mahdollisimman hyvä, melkein peilimäinen pinta, jolloin siirrytään kiillotuksen viimeistelyyn. Viimeistelyssä pinnat puhdistetaan liuottimella kiillotustahnasta. Tämän jälkeen otetaan pehmeä rätti, siihen vähän kiillotustahnaa ja kiillotetaan pyörivällä liikkeellä. Kun tahna tummuu tai muuttuu mustaksi, puhdistetaan se rätin puhtaalla kohdalla ja tämä toistetaan, kunnes pinnasta ei lähde enää tummaa ainetta. Viimeistely on valmis, kun pinta on peilikirkas. Peilipinnan saavuttaminen vaatii hyvin monta viimeistelykierrosta.

Kiillotuksen jälkeen tulee suorittaa pinnan suojaus, johon löytyy monia erilaisia menetelmiä. [4]



Kuva 2. Kiillotustarvikepaketti, johon kuuluu kolme laikkaa porakoneelle ja kaksi erilaista kiillotusvahaa. [5]

2.2 Kiillotetun alumiinin pintakäsittelymenetelmät

Alumiinituotteiden pinnanlaatu on lujuusominaisuuksien ohella yksi tämän kevytmetallin tärkeimpiä laatukriteerejä harrasteajoneuvojen näkyvissä osissa. Käyttötarkoituksesta riippuen pinnanlaatu voi olla jopa tärkein ominaisuus. Alumiinipinnan ominaisuuksia, esimerkiksi kulumisenkestävyyttä, kemiallista kestävyyttä, likaantumattomuutta ja väriä, voidaan parantaa erilaisilla pintakäsittely- ja pinnoitusmenetelmillä. Kuparia, rautaa, mangaania tai nikkeliä sisältävät alumiinit esimerkiksi ovat kuitenkin hankalia pintakäsittelyjen suhteen. Alumiinin mikrorakenteeseen syntyy valmistuksen aikana hyvin herkästi paikallisia suuria vaihteluita seosainejakaumassa ja raerakenteessa. Nämä vaihtelut vaikuttavat heikentävästi pinnoitteilla saatuihin käyttöominaisuuksiin. Onnistuneiden pintakäsittelytulosten kannalta on tärkeää, että esim. kuumapuristettujen, syvävedettyjen sekä kokilli- ja painevalettujen alumiiniseosten mikrorakenne, seosainejakaumat, epähomogeenisuudet, pinnan virheet ja epäpuhtaudet pystytään hallitsemaan. Tärkeää on myös, että esikäsitteily- sekä varsinainen pinnoitusprosessi voidaan suunnitella yhtenä kokonaisuutena. [6]

Kiillotetun alumiinin pintaominaisuuksia voidaan muokata ja parantaa perinteisillä pintakäsittelymenetelmillä, kuten vahaus, erilaiset suoja-aineet, lakkaus, anodisointi ja alkoholilla käsittely.

2.2.1 Vahaus

Vahaus on hyvä suoja alumiinille. Se estää alumiinia hapettumasta ja antaa alumiinille visuaalisesti hyvän pinnan, mikä sopii kiillotetulle pinnalle hyvin. Vahat ovat helppokäyttöisiä ja niiden levitys ei vaadi käyttäjältään suurta ammattitaitoa tai kalliita työkaluja. Vahat eivät yleensä ole parhain vaihtoehto pinnoittamiselle, mikäli kyseessä on osa joka altistuu mekaaniselle rasitukselle. Vahauksen heikkoutena on sen lyhytikäisyys, jolloin vahaus joudutaan suorittamaan tietyin aikaväleillä uudelleen. Erilaisia vahatyyppejä ovat luonnonvahat, hybridivahat ja synteettiset vahat eli polymeerivahat.

Luonnonvahat ovat perinteisimpiä ja vanhimpia suojatuotteita. Mehiläis- ja carnaubavahaa sekä tarkoin valittuja muita aineita sisältävät vahat antavat pinnalle lämpimän ja syvän lakkamaisen kiillon, jota monet harrastajat arvostavat. Luonnonvahalla on erinomaiset pisarointi ja poisvalumisominaisuudet eli vedellä on suuri pintajännitys vahatulla pinnalla, jolloin ne hylkivät likaa ja muita epäsuotuisia aineita hyvin. Luonnonvahojia suositellaan käytettävän yleensä harrastekohteisiin, joiden käyttö on vähäistä ja painottuu kesäaikaan. Pesukestävyys voimakkaita pesuaineita vastaan on rajoitettu, joten käytettäessä luonnonvahojia täytyy niitä välttää. Luonnonvahat sopivat kiillotetulle alumiinipinnalle hyvin harrasteajoneuvoissa, jotka on rakennettu pääsääntöisesti näyttelytarkoitukseen.

Hybridivahat ovat luonnonvahojen ja synteettisten vahojen yhdisteitä, joissa pyritään yhdistelemään näiden parhaat ominaisuudet. Hybridivaha on hyvä valinta silloin, kun pinnan suojalta vaaditaan kestoja ympärivuotisessa käytössä ja halutaan säilyttää luonnonvahojen ominaista lämmintä ja syvää kiiltoa. Hybridivahojen suurin heikkous on suojausominaisuuksien huononeminen, kun ilmankosteus tiivistyy pinnalle.

Synteettiset vahat ovat täysin luonnonvahattomia tuotteita. Suurin osa on valmistettu käyttäen silikonipolymeerejä, jotka sitoutuvat pintaan luoden paremman suojan. Niillä saavutetaan yleensä varsin hyvä kestävyys ja ne ovat erittäin helppokäyttöisiä sekä

levitys- että poispyyhintävaiheessa. Käsitelty pinta on yleensä peilimäisen kiiltävä ja steriili. [7;8;9]

2.2.2 Suoja-aineet

Alumiinille on olemassa useita suoja-aineita. Näitä ovat yleensä erilaiset kestopinnoitteet. Kestopinnoitteella tarkoitetaan tuotetta, joka suojaa pintaa vielä 1–2 vuoden kuluttua. Heikkouksina kestopinnoitteilla on hieman vaativampi käyttö, koska se sulkee alleen myös kaikki pinnassa olevat pienimmätkin virheet, joten ennen tuotteiden käyttöä suositellaan kohteelle kunnon koneellista kiillotusta. Kestopinnoitteet luovat yleensä kohteelle pitkäaikaisen ja helppohoitaisen suojan, eikä pinnoittamista tarvitse uusia kovin usein. Pinnoite on sopiva ajoneuvoille, jotka ovat päivittäisessä käytössä, eikä niiden hoitamiseen ole käyttää aikaa.

Kestopinnoitteiden alaryhmään kuuluvat nanopinnoitteet. Nanoteknologiassa aineita käsitellään ja muokataan atomi- ja molekyyllitasolla. Nanopinnoite on läpinäkyvä, eikä se muuta pinnan ulkonäköä. Pinnoite ei tuki materiaalin huokosia eikä tasoita epätasaisuuksia. Pinnan hengittävyys säilyy, sillä kosteus pääsee ulos höyryn muodossa, mutta ei materiaalin sisään vetenä. Nanopinnoitteiden kehitys ja suosio on ollut viime vuosina kovassa nousussa. Nanopinnoitteiden parhaisiin puoliin kuuluvat erinomainen hydrofobisuus, puhdistuvuus ja ne luovat käsitellylle kohteelle erinomaisen kiillon. Nanopinnoitteilla käsiteltyjen kohteiden ylläpidossa ja pesussa tulee ottaa huomioon tuotteen ohjeidenmukaiset käsittelytavat, jotta pinnoitetun kohteen kaikki ominaisuudet säilyvät uudenveroisina mahdollisimman pitkään.[10]

2.2.3 Lakkaus

Lakkaus muodostaa pinnalle alustaan tarttuvan, läpinäkyvän kalvon, joka suojaa pintaa hapettumiselta ja jonka kulutuskestävyys on hyvä paksun pinnoitekerroksen ansiosta. Ongelmana kiillotetun alumiinin lakkauksessa on pinnoitteen kiinnipysyvyys, sillä lakattavaa pintaa pitäisi karhentaa, jotta se saavuttaisi parhaan mahdollisen adheesion ja se ei ole mahdollista, jos halutaan säilyttää peilikirkas pinta. Jos lakka pääsee irtoamaan

pinnasta, on uudelleen käsittely työstä ja vaatii pinnan uudelleen kiillotuksen. Vääränlaiset lakat saattavat muuttua uv-säteilyn vaikutuksesta kellertäviksi.

Kiillotetulle alumiinille sopivia lakkoja ovat metallilakat, jotka on tarkoitettu suojaamaan muun muassa kiillotettuja messinki-, kupari- ja pronssiesineitä sisätiloissa. Ulkokäytössä lakan ominaisuudet saattavat heikentyä huomattavasti. [11;12]

2.2.4 Alkoholi

Harrastajien foorumeilla, nettisivuilla ja lehdissä törmää usein ohjeisiin ja vinkkeihin, jossa kiillotettu alumiini käsitellään upottamalla denaturoituun alkoholiin (esimerkiksi Sinoliin) tai pyyhkimällä kostutetulla rätillä kiillotettu pinta. Ilmiö perustuu kemialliseen hapettumiseen, jossa etyylialkoholi reagoi puhtaan alumiinipinnan kanssa ja tekee kuivessaan ohuen ja läpinäkyvän alumiinioksidipinnan kappaleen suojaksi hapettumista vastaan.[2]

3. Koemateriaalit ja pintojen käsittely

Testauksessa selvitetään laboratorio-olosuhteissa kiillotetuille alumiinikappaleille parhain pintakäsittelymenetelmä, joka on tuotettavissa kotikonstein. Kappaleiden kiillotus ja pintakäsittelyt suoritettiin harrastetiloissa.

Tutkittavaksi materiaaliksi valittiin seostamaton alumiini. Näytelevyjä valmistettiin yhteensä 24 kappaletta, joista 16 levyä olivat 75 mm x 125 mm kokoisia ja kahdeksan levyä 100 mm x 100 mm kokoisia. Kappaleet kiillotettiin peilikirkkaiksi luvussa 2.1 olevien ohjeiden mukaisesti.

3.1 Pintakäsittelytuotteet

Tuotteet, joilla testit suoritettiin, ovat yleisimpiä suositeltuja aineita internetin harrastesivustoilla, pintakäsittelytuotteiden myyjän ja teollisen korroosiosuojauksen ammattilaisen ehdotuksia, jotka saattaisivat tuoda pinnalle parhaan mahdollisen suojauksen. Pintakäsittelyaineiksi valittiin denaturoitu alkoholi Sinol ja kiillotusaine AutoGlym Metal Polish johtuen niiden suosiosta harrastefoorumeilla. Autonhoitotuotteita myyvän yrityksen asiantuntijan suosittelemana valittiin testeihin kvartsipinnoite Gyeon Q2 Rim, nanopinnoite Optimum opti-coat 2.0 ja Bill Hamber Auto-Balm -vaha. Ilmailualan pintakäsittelyammattilaisten ehdotuksena teisteihin otettiin Lentokoneissa alumiinipinnoille käytettävä lakka Aerodur Clearcoat UVR ja kromihappopohjainen konversiopinnoite nimeltään Alodine 1001 Conversion Coating. [13;14]

Kullakin tutkittavalla aineella käsiteltiin kaksi kooltaan 75 mm x 125 mm olevaa levyä ja yksi 100 mm x 100 mm oleva levy. Käsittelemättömiksi vertailulevyiksi jätettiin kaksi kappaletta kooltaan 75 mm x 125 mm olevaa levyä ja yksi 100 mm x 100 mm oleva levy.

3.1.1 Alkoholi

Etanolipohjaista Sinolia käytetään spriikeittimissä, priimuksissa ja puhalluslamppuissa sellaisenaan. Vedellä laimennettuna Sinolia voidaan käyttää lasi- ja kaakelipintojen puhdistukseen. Sinolin kemiallinen koostumus on etanolia 90–100 %, propan-2-olia 1–5%, metyylietyyliketonia 2% ja metyyli-isobutylyketonia 2%.

Alumiinikappaleiden kiillotuksen jälkeen Sinolia levitettiin reilusti koelevyjen pinnalle liinaa käyttäen ja ylijäämät poistettiin mikrokuituliinalla aineen kuivuttua. Koelevyjen annettiin kuivua 24 tuntia ennen laboratoriokokeiden aloittamista.[2]

3.1.2 Kiillotusaine

AutoGlym Metal Polish -kiillotusaine tuli usein esiin harrastesivustoilla, vaikka se on ensisijaisesti vain kiillotukseen tarkoitettu tuote. Metal polish luo pinnalle valmistajan mukaan hieman suojaa, mutta pinnalle suositeltiin vielä tekemään vahaus suojauksen parantamiseksi. Foorumeilla ei suositeltu suojamaan pintaa vahalla tai muilla pinnoitusaineilla Metal polishilla käsittelyn jälkeen, sillä se heikentää pinnan visuaalista lopputulosta huomattavasti. Metal polishin kemiallinen koostumus on raskaasti vetykäsittelyä teollisuusbenssiiniä (maaöljy) 30–60%, tislattua kevyesti vetykäsittelyä teollisuusbenssiiniä 10–<30 %, alumiinioksidia 10–<30 %, Etanolia <10% ja metanolia <10%.

Kiillotusainetta levitettiin kiillotetuille koelevyille (kahdelle 75 mm x 125 mm ja yhdelle 100 x 100mm) käyttäen pehmeää liinaa ja kiillottaen edestakaisin liikkeillä. Kappaleita puhdistettaessa niissä esiintyi mustia kertymiä, jotka hierottiin pois mikrokuituliinalla. Koelevyjä kuivatettiin 24 tuntia ennen laboratoriokokeiden aloittamista.[15]

3.1.3 Kvartsipinnoite

Piidioksidipohjainen Gyeon Q2 Rim -pinnoite on kehitetty yksinomaan vanteiden suojaamiseen. Q2 Rim sisältää liuottimia, jotka ovat välttämättömiä pitämään aine koostumukseltaan nestemäisenä, mikä helpottaa aineen levittämistä maalipinnalle, ja levittämisen jälkeen liuottimet haihtuvat pinnasta. Kvartsipinnoitteen tärkeimpänä ominaisu-

tena on sen kovuus. Q2 Rimin kemiallinen koostumus on 20–30 % polydimetyylisiloksaania, 15–30 % trimetyylisiloksisilikaattia (SiO_2) ja >30 % D5-öljyä ($\text{C}_{10}\text{H}_{30}\text{O}_5\text{Si}_5$).

Riippuen montako kerrosta suoja-ainetta on levitetty pintaan, kvartsipinnoitteen paksuus on välillä 0,2 μm –1,5 μm . Pinnoitteen rakenteellinen yhtenäisyys tekee pinnasta kiinteän, tiiviin, kovan ja kulumiskestävän.

Tuotteen valmistajan mukaan Q2 Rim helpottaa vanteiden puhdistamista ja kestää tarvittaessa vahvojakin pesuaineita vahingoittumatta. Q2 Rim sopii kaikille vannetyypeille: maalatuille, jauhemaalatuille, anodisoiduille ja kiillotetuille. Tuote suojaa tehokkaasti jopa vanteiden kiillotettuja pintoja hapettumiselta.

Kiillotetut koelevyt (2 kpl 75 mm x 125 mm ja 1kpl 100 x 100 mm) puhdistettiin Gyeon Q2M prep -puhdistusaineella, joka on tarkoitettu pintojen viimeistelypuhdistukseen ennen pinnoitteiden käyttämistä. Puhdistusaineella saadaan pinnasta poistettua kaikki öljy ja kiillotusainejäämät tehokkaasti ja varmistettua suojat tuotteen parhaan mahdollisen tartunnan. Q2M Prepin kemiallinen koostumus on <30 % isopropyylialkoholia, deionisoitua vettä >60 %, natriumlaurylieetterisulfaattia 1–3 % ja hajulisäainetta 1%. Puhdistuksessa käytettiin mikrokuituliinoja. [16]

Qyeon Rim pulloa ravistettiin huolellisesti ennen käyttöä, tämän jälkeen pullosta annosteltiin muutama tippa tuotetta annostelupipetillä mukana tulleeseen levitinliinaan, joka käärittiin mukana tulleen levittimen ympärille. Levitettiin Qyeon Rimiä tasainen ja ohut kerros kappaleisiin. Annettiin kuivahtaa 2–5 minuuttia, mutta ei annettu tuotteen kuivua täysin. Ylimääräinen tuote pyyhittiin pois mikrokuituliinalla. Kovetusvaiheessa lämpö on hyväksi ja kappaleita pidettiin infrapunalämmittimien alla 24 tuntia, jolloin kappaleen pinnan lämpötila oli 35 °C.

3.1.4 Nanopinnoite

Optimum Opti-Coat 2.0 on ensisijaisesti nanosuojapinnoite maali-, lakka- ja muovipinnoille. Opti-Coat tarjoaa suojaa ja kestää myös voimakkaita pesuaineita vahingoittumatta. Kerrospaksuus noin 2 μm (vrt. perinteisillä vahoilla n. 0,02 μm) estää pienten naarmujen ulottumista lakkapintaan saakka.

Opti-Coat 2.0 on kirkaspinnoite ja se on hyvin samanlainen kuin jo tehtaalla maalatut kirkaslakat. Sen kemiallinen koostumus on patentoitu ja käyttöturvallisuustiedotteesta selviää vain sen sisältävän 18–30 %:a polymeerihartsia. Opti-Coat pinnoitetta ei pysty poistamaan tavanomaisilla kemikaaleilla, sillä se luo pysyvän kalvon, joka sitoutuu kemiallisesti kohteen pintaan.[17]

Testikappaleet puhdistettiin ennen tuotteen levittämistä Qyeon Q2M Prep -puhdistusaineella. Opti-Coat 2.0:a annosteltiin muutama tippa mukana tulleeeseen levittimeen. Aine levitettiin ristikkäisin liikkein pinnalle. Opti-Coat tasoittui itsestään ja hävisi näkyvistä viimeistään muutamassa minuutissa. Pinnalle jääneet märän näköiset kohdat viimeisteltiin kevyesti puhtaalla mikrokuituliinalla. Tuotteen annettiin kovettua 24 tuntia ennen testausta. Kuivumisaikana lämpö on hyväksi, joten kappaleet kuivutettiin infrapunalämmittimen alla.

3.1.5 Vaha

Auto-balm -vaha on rautametalleille tarkoitettu korroosionsuoja-aine, joka on suunniteltu ensisijaisesti maalipinnoille. Se on sekoitus moniosaisia syntetisoituja korroosiota estäviä molekyylejä, jotka sitoutuvat yhteen erittäin tiiviisti mahdollistaen niiden pysyvyyden toiminnallisena erittäin ohuilla ja korkeakiiltoisilla kalvoilla. Vaha sulkee huokoisia käsiteltävässä pinnassa estäen kosteuden tunkeutumista kalvon läpi ja luo myös korroosiosuojaa kiveniskuille ja muille vaurioituneille kohdille. Auto-Balmia käytetään myös kromille, alumiinille ja muille metalliseoksille. Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan Auto-Balmin kemiallinen koostumus sisältää raskasta vetykäsiteltyä metanolia 40–50 %. [13;18]

Käsiteltävät koelevyt puhdistettiin Gyeon Q2M prep -puhdistusaineella ennen tuotteen käyttöä. Auto-Balmin mukana tullut vahtomuovilevitin kastettiin veteen ja puristettiin kuivaksi. Purkista otettiin erittäin vähän Auto-Balmia levittimeen ja levitettiin pyörivin liikkein kiillotetulle alumiinipinnalle. Kappaleet pyyhittiin välittömästi levityksen jälkeen puhtaalla mikrokuituliinalla. Tuotetta levitettiin 2–3 kerrosta kappaleeseen. Koelevyjen annettiin kuivua 24 tuntia 20 °C:n lämpötilassa ennen altistamista kestävyystesteihin.

3.1.6 Konversiopinnoite

Alodine 1001 on palamaton, kromihappopohjainen pinnoituskemikaali, joka tuottaa konversiopinnoitteen alumiiniin ja sen metalliseoksiin. Aine on väriltään kirkas ja se yhdistyy osaksi alumiinin pintaa. Alodine 1001 luo pinnalle hyvän alustan maalin tarttumiseen ja suojaa korroosiolta. Alodinea 1001:tä käytetään, kun halutaan säilyttää alumiinipinta maalaamattomana tai parantaa maalin tartuntaa alustaan. [14;19]

Kiillotetut alumiinikoekappaleet puhdistettiin huolellisesti kaikesta öljystä ja kiillotusainejäätymistä ja huuhdeltiin tämän jälkeen vedellä. Alodine 1001 laimennettiin 1:1 suhteeseen veden kanssa. Laimennettua seosta levitettiin pehmeällä liinalla kappaleeseen 3–5 kerrosta ilman, että aine pääsi kuivumaan kokonaan. Käsittelyn jälkeen kappale huuhdeltiin vedellä ja kuivattiin pehmeällä liinalla. Koekappaleiden annettiin kuivua 24 tuntia huoneenlämmössä ennen altistamista testeihin.

3.1.7 Lakka

Aerodur clearcoat UVR -lakka on yleiskäyttöinen 3-komponenttinen, UV-säteilyä kestävä, korkeakiiltoinen polyuretaanilakka, jota käytetään lentokoneissa, mutta ei koskaan pelkälle alumiinipinnalle, vaan maalipinnalle luomaan suojaa ja parantamaan pinnan ulkonäköä. Se lisää tavanomaisesti maalattujen polyuretaanijärjestelmien kestävyyttä ja luo pintaan pitkäkestoisen ”wetlook” -vaikutelman. Kuiva lakkapinta on helppo puhdistaa ja se hylkii hyvin likaa.[20]

Kiillotetut koekappaleet puhdistettiin huolellisesti ennen käsittelyä. Aerodur lakkaan lisättiin kovetinta Akzo Hardener S 66/22 R ja ohenninta Akzo Thinner C 25/90 S. Sekoitussuhde on 100 osaa lakkaa, 100 osaa kovetinta ja 50–75 osaa ohenninta. Lakka sekoitettiin hyvin ennen kuin siihen lisättiin kovetin ja sekoitettiin uudestaan. Kun ohennin lisättiin, aineita sekoitettiin, kunnes seoksesta tuli homogeeninen. Lakka ruiskutettiin näytekappaleisiin käyttäen hajotusilmaruiskua ja annettiin kuivua 35 °C:n lämpötilassa 24 tuntia ennen testejä.

4. Testimenetelmät

Tutkimukset suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Myyrmäen yksikön pintakäsittelylaboratoriossa. Korroosiosuojausta tutkittiin suolasumutestillä. Ilmaston rasitusta ja uv-valolle altistumista testattiin QUV-säätetauskapailla. Pesunkestävyyttä tutkittiin Braive-pesunkestävyys testerillä. Kiilto mitattiin Elcometer 402 kiiltomittarilla ja vedenhylkivyyttä mitattiin CAM 101 kontaktikulman mittauslaitteistolla. Kappaleille suoritettiin myös silmämääräinen tarkastus. Kiilto sekä likaantumisherkkyttä kuvaava pinnan kostutus mitattiin ja visuaalinen tarkastelu suoritettiin jokaisen testimenetelmän alussa, tietyissä vaiheissa ja lopussa.

4.1 QUV-säätetaus

QUV on Quick Ultra Violet -testausmenetelmä. Sillä tarkoitetaan nopeutettua ultraviolettiasäteilyrasitusta. QUV-testaukset toteutettiin säätetauskapaissa (Kuva 3), jonka tarkoituksena on luoda hyvin monipuolisia ultraviolettivalo-, lämpötila- ja kosteusolosuhteita. Testien tarkoituksena on ilmentää auringonvalon, vesisateen ja tiivistyneen pintakosteuden tai kasteen aiheuttamia vaurioita.

Kahdeksan 75 mm x 125 mm koelevyä, joista seitsemän oli pinnoitettu luvussa 3.1 mainituilla menetelmillä ja yksi oli vertailukoelevy, jota ei ollut kiillotuksen jälkeen suojattu, altistettiin vuorotellen säätetauskapaissa valolle ja kosteudelle ohjatuissa korkeissa lämpötiloissa. Testissä käytettiin UVB-lamppuja joiden aallonpituus on 280–360 nm. QUV -testissä oli kaksi vaihetta, jotka kestivät yhteensä kahdeksan tuntia. Syklin ensimmäinen vaihe oli kuiva, jolloin koekappaleet altistettiin valolle ja sisälämpötila oli +65 °C, jolloin lämpötila oli vakaa ja kuivatti levyjä. Tämä vaihe kesti neljä tuntia. Syklin toinen vaihe oli kostutusvaihe, jolloin lämpötila aleni + 50 C-asteeseen ja laitteen pohjalla olevaa vettä kuumennettiin ja se höyrystyi, jolloin suhteellinen kosteus oli 100 %. Myös tämän vaiheen kesto oli neljä tuntia.

Testilevyt tutkittiin 24, 48, 72 ja 220 tunnin rasituksen jälkeen. Niiden kiilto mitattiin kiiltomittarilla 20° ja 60° kulmilla. Kappaleet kuvattiin, värisävyn pysyvyys tarkastettiin silmämääräisesti ja pinnan kostutus testattiin CAM 101 kontaktikulmamittauslaitteistol-

la. Näin voitiin arvioida miten pintakäsittelyaine tulee kestäämään pitkässä ulkorasituksessa.



Kuva 3. QUV -säätestauskaappi

4.2 Suolasumukoe

Suolasumukokeen avulla voidaan testata suoja-aineiden kykyä suojata pintaa ankarissa korroosio-olosuhteissa.

Kokeissa käytettiin Q-FOG (malli CCT) -suolasumukaappia (kuva 4) ja 5 %:sta natriumkloridiliuosta. Suolaliuos valmistettiin isoon ämpäriin. Astiaan lisättiin 25 litraa ionivaihdettua vettä ja natriumkloridia 1250 grammaa, että suolaliuos oli 5 %:sta ja sekoitettiin huolellisesti. Valmis suolaliuos kaadettiin suolasumukaapin nestesäiliöön. Kokeen aikana tarkistettiin, että suolaliuos ei päässyt loppumaan säiliöstä.

Kokeissa käytettiin kahdeksaa 75 mm x 125 mm:n kokoista levyä, jotka oli kiillotettu luvun 2.1 ohjeiden mukaisesti. Seitsemän koelevyistä oli pinnoitettu luvussa 3.1 mainituilla menetelmillä ja yksi levyistä jätettiin käsittelemättä kiillotuksen jälkeen vertailuevyksi. Levyt suojattiin ennen kokeen aloittamista taustalta ja reunoilta ilmastointiteipillä,

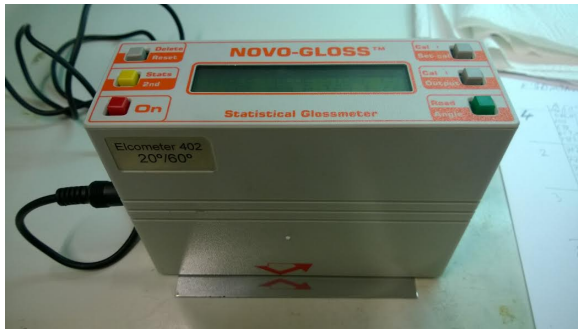
niin että nämä alueet pysyvät koskemattomina. Koelevyt asetettiin suolasumukaappiin noin 60 asteen kulmaan. Koeohjelmana käytettiin jatkuvaa suolasumua, jossa koelevyjä sumutettiin jatkuvalla suolasumulla. Testikaapissa lämpötila oli kokoajan 35 °C. Näytteistä otettiin kuvat ja niiden kiilto mitattiin kiiltomittarilla 20°:n kulmalla, värisävyn pysyvyys tarkastettiin silmämääräisesti ja pinnan hylkivyyttä testattiin CAM 101 kontaktikulmamittauslaitteistolla 24, 48, 72 ja 96 h:n rasiuksien jälkeen.



Kuva 4. Suolasumukaappi [21]

4.3 Kiiltomittaus

Näytteiden kiillonmuutoksia seurattiin kiiltomittarilla (kuva 5). Mittauksessa käytettiin polarisoitumatonta valkoista valoa. Mittaukset suoritettiin 20°:n tulokulmalla jokaisesta koelevystä testien eri vaiheissa. Mittauksia otettiin viisi kappaletta koelevyn jokaisesta kulmasta ja keskeltä levyä.



Kuva 5. Elcometer 402 -kiiltomittari

4.4 Kontaktikulmamittaus

Kontaktikulmamittauksessa määritettiin nesteen hylkivyyttä käsitellyllä pinnalla. Veden kontaktikulma mitattiin käyttäen CAM 101 -kontaktikulmamittauslaitteistoa. Tämä mittaus toteutettiin kahden eri faasin, nesteen ja kiinteän aineen vuorovaikutuksen perusteella. Käytännössä tämä mittaus tapahtui seuraavasti: Kiinteän aineen pinnalle annosteltiin pisara vettä. Tämä pisara levisi sitten pinnalle kiinteän aineen pinnan energiataason mukaisesti. Nesteen ja pinnan välinen kontaktikulma mitattiin. Kiinteän pinnan vapaan pintaenergian suuruuden suhde nestepisaran pintajännitykseen vaikutti nestepisaran leviämiseen kiinteällä pinnalla. Kontaktikulma voi saada arvoja 0–180°:n välillä. Yli 90°:n kontaktikulmilla kiinteän pinnan vapaa pintaenergia on nesteen pintajännityksen suhteen olematon eli pinta on hydrofobinen. Alle 90°:n kontaktikulmilla kyseinen suhde on niin suuri, että se pystyy kumoamaan veden pintajännityksen, jolloin pisara leviää kiinteän aineen pinnalle eli pinta on hydrofiilinen. [22]

QUV-rasituksessa olleiden koekappaleiden mittaukset otettiin ennen testiä sekä 24, 48 ja 72 tunnin rasituksien jälkeen. Suolasumutestin mittaukset otettiin alussa, 24, 48 ja 96 tunnin rasituksien jälkeen.

4.5 Pesutesti

Pesunkestävyyttä tutkittiin testauslaitteistolla (kuva 6), jossa pinnoitteeseen kohdistetaan rasitus harjan ja emäksisen soodaliuoksen (0,5 painoprosenttia vedetöntä Na_2CO_3

liuotettuna +23 °C:n lämpöiseen veteen) avulla. Testissä tutkittiin, kuinka hyvin pinnoitteet kestävät harjausta ja pesuainetta. Pesutesti tehtiin käyttäen standardia ISO 11998:2006. Testiä varten valmistettiin kahdeksan 100 mm x 100 mm luvun 2.1 ohjeiden mukaan kiillotettua ja luvun 3.1 menetelmillä pinnoitettua alumiinilevyä. Testissä käytetyt harjat muodostuvat 20000 - 25000 tasaisesti leikatusta polyamidiharjaksesta, joiden pituus on 18 - 20 mm ja halkaisija 0,10 – 0,15 mm. Harjojen kiinnityspinnan koko oli 80 mm x 20 mm. Harjan massa oli 450 g. Harjat liikkuvat testilaitteessa edestakaisin nopeudella 35 kierrosta minuutissa yhteensä 1000 kertaa edestakaisin. Kiiltokulma ja paino mitattiin alussa, 200, 400, 600, 800 ja 1000:n edestakaisin harjauksen jälkeen. Näytteet kuvattiin joka vaiheessa, kuivattiin talouspaperilla ja niiden paino mitattiin ja niille suoritettiin silmämääräinen tarkastus. [23]



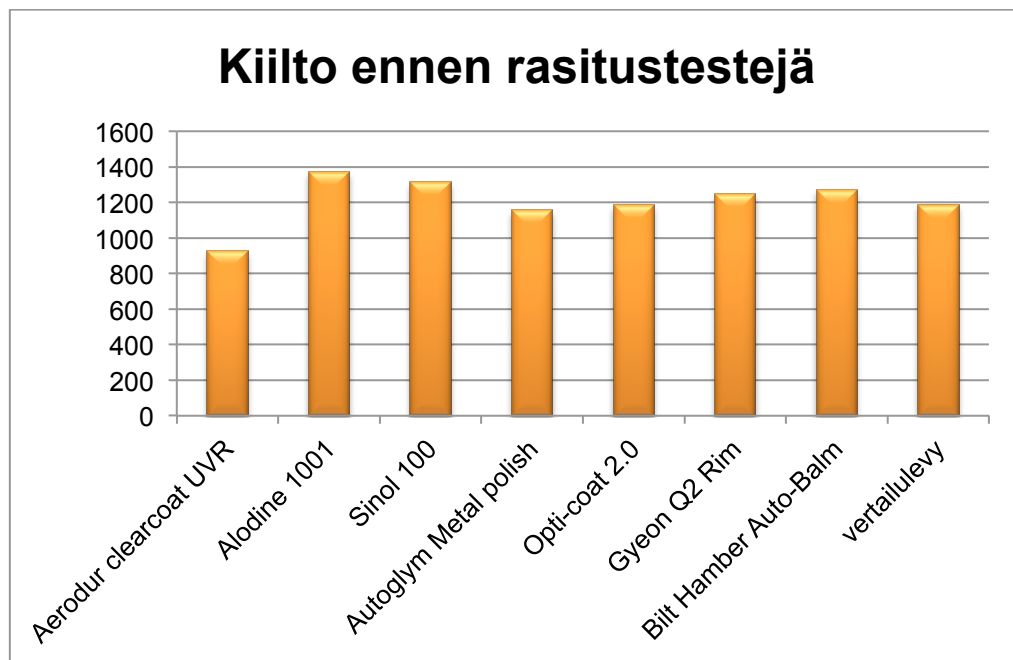
Kuva 6. Braive instruments – pesukestävyystesteri.

5. Koetulokset ja niiden tarkastelu

Tässä kappaleessa esitellään ja tarkastellaan QUV-sää, suolasumu- ja pesutestin jälkeen mitatut kiito- ja kontaktikulma-arvot ja pesutestin painohäviöarvot. Kaikki taulukoidut arvot ovat keskiarvoja. Liitteistä 1–5 löytyvät kaikki mitatut arvot.

5.1 Alkutilanne pintakäsittelyiden jälkeen.

Pintakäsittelyjen jälkeen huomataan, että Alodine 1001 -konversiopinnoite, Sinol 100 -alkoholi, Gyeon Q2 Rim -kvartsipinnoite ja Bilt Hamber Auto Balm -vaha ovat parantaneet pinnan kiiltoa. Opti-coat 2.0 -nanopinnoitteella ja Autoglym metal polish -kiillotusaineella kiilto on pysynyt suunnilleen samalla tasolla kuin käsittelemättömässä vertailulevyssä. Aerodur Clearcoat UVR-lakka laskee pinnan kiiltoa huomattavasti (kuva 7).



Kuva 7. Näytteiden kiilto ennen altistusta testeille.

5.2 Kiillon muutokset

Koekappaleista tutkittiin kiillon muutosta QUV-rasituksen (taulukko 1), suolasumutestin (taulukko 2) ja pesutestin (taulukko 3) vaikutuksesta. Kiillon alenema laskettiin seuraavanlaisella kaavalla:

$$\text{Alenema} = \frac{\text{Kiilto alussa} - \text{kiilto lopussa}}{\text{kiilto alussa}} \cdot 100 \%$$

Taulukko 1. Kiillonmittaustulokset ennen QUV-rasitusta ja sen jälkeen

Näyte / Aika	Kiiltoaste(GU) ja sen muutos (%)				
	Alku	24 h	48 h	72 h	220 h
Aerodur clearcoat UVR	980,6	867,0	825,2	534,6	458,2
muutos	0 %	11,6 %	15,8 %	45,5 %	53,3 %
Alodine 1001	1381,0	1364,8	1336,6	816,5	699,8
muutos	0,0 %	1,2 %	3,2 %	40,9 %	49,3 %
Sinol 100	1290,0	262,4	315,4	373,7	320,4
muutos	0,0 %	79,7 %	75,6 %	71,0 %	75,2 %
Autoglym Metal polish	1081,0	174,6	238,2	298,9	256,3
muutos	0,0 %	83,8 %	78,0 %	72,3 %	76,3 %
Opti-coat 2.0	1214,6	709,4	361,8	457,2	392,0
muutos	0,0 %	41,6 %	70,2 %	62,4 %	67,7 %
Gyeon Q2 Rim	1218,2	591,1	214,2	436,4	374,1
muutos	0,0 %	51,5 %	82,4 %	64,2 %	69,3 %
Bilt Hamber Auto-Balm	1303,4	479,6	254,2	407,6	349,5
muutos	0,0 %	63,2 %	80,5 %	68,7 %	73,2 %
vertailulevy	1182,0	170,8	167,4	304,2	260,9
muutos	0,0 %	85,5 %	85,8 %	74,3 %	77,9 %

Taulukko 2. Kiillonmittaustulokset ennen suolasumurasitusta ja sen jälkeen

Näyte / Aika	Kiiltoaste(GU) ja sen muutos(%)					
	Alku	24 h	48 h	72 h	96 h	236 h
Aerodur clearcoat UVR	867,0	846,6	766,8	761,4	760,6	759,8
muutos	0 %	2,4 %	11,6 %	12,2 %	12,3 %	12,4 %
Alodine 1001	1357,0	1247,4	1252,0	1219,4	1241,6	31,2
muutos	0,0 %	8,1 %	7,7 %	10,1 %	8,5 %	97,7 %
Sinol 100	1332,6	102,6	92,6	140,4	170,2	177,2
muutos	0,0 %	92,3 %	93,1 %	89,5 %	87,2 %	86,7 %
Autoglym Metal polish	1226,4	97,6	112,8	136,0	181,0	221
muutos	0,0 %	92,0 %	90,8 %	88,9 %	85,2 %	82,0 %
Opti-coat 2.0	1154,8	1124,6	633,2	326,8	120,4	80,8
muutos	0,0 %	2,6 %	45,2 %	71,7 %	89,6 %	93,0 %
Gyeon Q2 Rim	1271,0	137,6	40,0	41,0	60,0	80,2
muutos	0,0 %	89,2 %	96,9 %	96,8 %	95,3 %	93,7 %
Bilt Hamber Auto-Balm	1232,2	1219,4	822,8	220,2	314,2	245,2
muutos	0,0 %	1,0 %	33,2 %	82,1 %	74,5 %	80,1 %
vertailulevy	1194,0	75,6	80,8	79,6	96,8	83,4
muutos	0,0 %	93,7 %	93,2 %	93,3 %	91,9 %	93,0 %

Taulukko 3. Kiillonmittaustulokset ennen pesutestiä ja sen jälkeen

Näyte / harjaustakerrat	Kiiltoaste(GU) ja sen muutos(%)					
	Alku	200 harj.	400 harj.	600 harj	800 harj	1000 harj
Aerodur clearcoat UVR	975,4	897,6	890,4	854,2	825,8	817,6
muutos	0 %	8,0 %	8,7 %	12,4 %	15,3 %	16,2 %
Alodine 1001	1339,2	888,0	819,0	433,4	265,2	208,2
muutos	0 %	33,7 %	38,8 %	67,6 %	80,2 %	84,5 %
Sinol 100	1231,8	472,2	314,2	247,6	200,6	91,9
muutos	0 %	61,7 %	74,5 %	79,9 %	83,7 %	92,5 %
Autoglym Metal polish	1231,0	844,6	501,0	361,4	252,8	150,0
muutos	0 %	31,4 %	59,3 %	70,6 %	79,5 %	87,8 %
Opti-coat 2.0	1080,8	809,6	464,2	217,8	144,6	157,4
muutos	0 %	25,1 %	57,1 %	79,8 %	86,6 %	85,4 %
Gyeon Q2 Rim	1149,0	641,4	498,8	244,2	208,4	87,0
muutos	0 %	44,2 %	56,6 %	78,7 %	81,9 %	92,4 %
Bilt Hamber Auto-Balm	1253,6	586,2	533,6	442,8	203,8	125,6
muutos	0 %	53,2 %	57,4 %	64,7 %	83,7 %	90,0 %
vertailulevy	1400,0	941,6	505,0	207,0	128,2	121,6
muutos	0 %	32,7 %	63,9 %	85,2 %	90,8 %	91,3 %

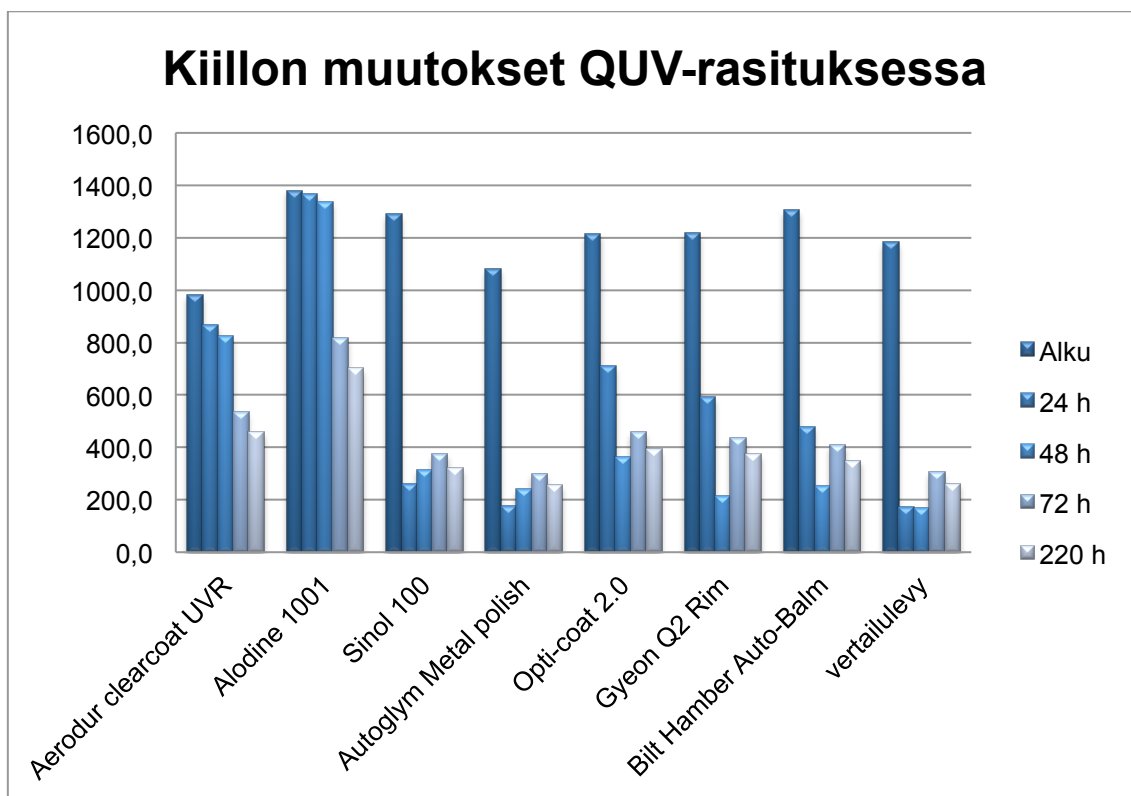
5.2.1 Kiillon muutokset QUV -rasituksessa

Tarkasteltaessa kiillon muutoksia (kuva 8) huomataan, että suurimmassa osassa tuotteista kiilto laski huomattavasti ensimmäisen 24 tunnin syklin aikana. Ainoat näytteet, jotka omasivat vielä 24 tunnin rasituksen jälkeen hyvän kiillon ja tasaisen peilikirkkaan pinnan olivat Alodine 1001 -konversiopinnoite ja Aerodur clearcoat UVR -lakka. Osittain peilikirkkaan pinnan omaavat tuotteet 24 tunnin jälkeen olivat Opti-coat 2.0 -nanopinnoite, Qyeon Q2 Rim -kvartsipinnoite ja Bilt Hamber Auto-Balm -vaha. Näissä tuotteissa täysin peilikirkasta pintaa oli vain osittain jäljellä. Opti coat 2.0 -näytteessä noin 30 % pinnasta oli kellastunut ja hapettunut. Qyeon Q2 rim näytteestä noin 70 % pinnasta oli kellastunut ja hapettunut ja Auto-Balm -näytteestä 60 % oli kellastunut ja hapettunut. Loput näytteistä olivat kellastuneet ja hapettuneet kokonaan. Alodine ja Aerodur -näytteet olivat ainoita, jotka eivät vaatisi uudelleenkiillotusta.

48 tunnin QUV-rasituksen jälkeen konversiopinnoite- ja lakkanäytteet olivat säilyttäneet peilikirkkaan pinnan hyvin ja kiiltoarvot laskivat vain vähän. Konversiopinnoitteen kiiltoarvot olivat laskeneet vain 3,2 % ja lakan 15,8 % alkutilanteeseen verrattuna.

72 tunnin rasituksen jälkeen lakkanäyte oli hieman kellastunut tasaisesti ja konversiopinnoitenäytteeseen oli ilmestynyt pieniä kohtia, joissa ilmeni pinnan kellastumista ja hapettumista. Konversiopinnoitenäytteen pinnasta noin 95 % oli vielä täysin kirkasta ja hyvälaatuista, mutta vaatisi uudelleenkiillotuksen.

220 tunnin rasituksen jälkeen Aerodur -lakka oli ainut näyte, joka ei ollut täysin kellastunut tai hapettunut. Pinta oli kellastunut hieman. Ihan näyttelytasoa pinta ei enää ollut.



Kuva 8. Kiillon muutokset QUV -rasituksessa.

5.2.2 Kiillon muutokset suolasumurasituksessa

Kiillon muutoksia tarkasteltaessa suolasumurasituksessa (kuva 9) 24 tunnin jälkeen huomataan, että Sinol 100 -alkoholi, Autoglym metal polish -kiillotusaine, Gyeon Q2 Rim -kvartsipinnoite ja vertailulevynäytteet ovat menettäneet kiillon kokonaan ja vaativat uudelleenkiillotuksen. Aerodur -lakka ja konversiopinnoite Alodine olivat säilyttäneet kiillon hyvin. Nanopinnoite Opti-coat 2.0:ssa ja Auto-Balm -vahassa kiilto oli säilynyt hyvin, mutta näytteet olivat hieman alkaneet haalentua reunoilta.

48 tunnin suolasumurasituksen jälkeen Lakka ja konversiopinnoite olivat pitäneet kiillon hyvin, eikä näytteissä havaittu muutosta juuri lainkaan. Nanopinnoitteen kiiltoarvot eivät olleet juuri muuttuneet 48 tunnin rasituksen jälkeen, mutta näytteestä huomataan silmäämääräisesti, että pinta oli alkanut hapettua ja muuttua matakksi. Täysin peilikirkasta pintaa oli jäljellä enää noin 30 % ja näyte olisi uudelleenkiillotuksen tarpeessa. Vahan

kiiltoarvot olivat pysyneet samalla tasolla kuin 24 tunnin rasituksen jälkeen, mutta näytteessä oli havaittavissa haalentumista eikä se näyttänyt enää täysin peilikirkkaalta.

Lakka ja konversiopinnoite olivat ainoita näytteitä, joissa kiiltoarvot pysyivät hyvällä tasolla ja pinta peilikirkkaana 72 tunnin rasituksen jälkeen. Nanopinnoite oli hapettunut melkein kokonaan ja näytteessä oli kiiltävää pintaa enää noin 5 % jäljellä. Vaha oli hapettunut kokonaan ja tarvitsisi uudelleenkiillotuksen.

96 tunnin suolasumurasituksen jälkeen lakka- ja konversiopinnoitenäytteet omasivat edelleen hyvän kiillon.

236 tunnin rasituksen jälkeen huomattiin lakan suojaavan pintaa suolasumutestissä erittäin hyvin, sillä pinnassa ei vielääkään havaittu muutosta kiillossa. Konversiopinnoite oli hapettunut täysin, eikä kiiltoa ollut havaittavissa enää lainkaan.



Kuva 9. Kiillon muutokset suolasumurasituksessa.

5.2.3 Kiillon muutokset pesutestissä

Tarkasteltaessa kiillon muutoksia pesutestissä (kuva10) huomattiin, että kiilto aleni kaikissa näytteissä melko tasaisesti. Lakkanäytteessä kiilto aleni muita näytteitä huomattavasti tasaisemmin ja vähemmän.

200 harjauksen jälkeen kiilto oli alentunut lakkanäytteessä 8,0 % ja näytti peilikirkkaalta. Vain pieniä naarmuja oli tullut näytteeseen rasituksen jälkeen. Konversiopinnoite-näytteen kiilto oli laskenut 33,7 % ja harjauksen aiheuttamat naarmut olivat selvästi huomattavissa. Alkoholilla käsitellyn näytteen kiilto aleni 61,7 %, naarmuja oli selkeästi havaittavissa ja näytteeseen oli tullut harjattuun kohtaa haalea kalvo. Kiillotusaineella käsitellyn näytteen kiilto aleni 31,4 % ja harjan aiheuttamat naarmut olivat selvästi havaittavissa. Nanopinnoite-näytteen kiilto aleni 25,1 %, näytteeseen oli tullut harjattuun kohtaan haaleita läikkiä ja naarmut oli selvästi nähtävillä. kvartsipinnoite-näytteen kiilto laski 44,2 %. Harjan aiheuttamat naarmut olivat selkeästi nähtävissä. Vahanäytteen kiilto laski 53,2 % ja naarmuuntuminen oli selkeää. Vertailulevyn kiilto aleni 32,7 % ja harjan aiheuttamat naarmut oli selvästi havaittavissa.

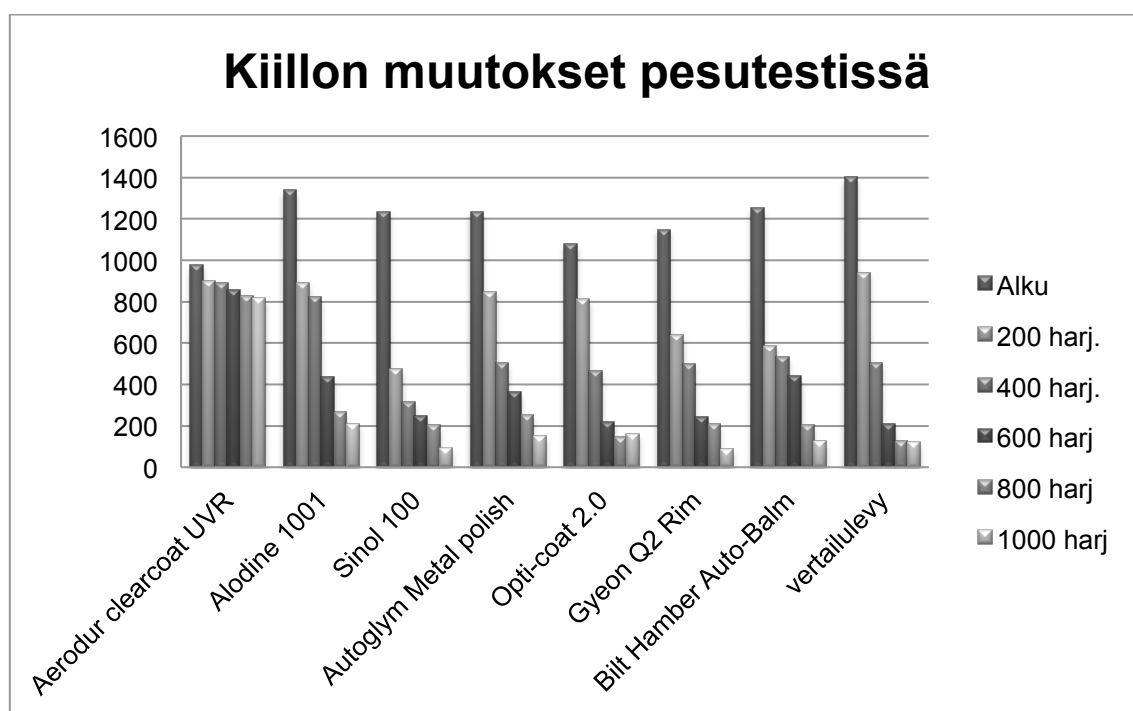
Aerodur -lakka oli ainoa näyte, joka ei olisi vaatinut uudelleenkiillotusta 200 harjauksen jälkeen. Muiden näytteiden naarmut olivat selvästi havaittavissa eikä pinta ollut enää siistin näköinen.

400 edestakaisen harjauksen jälkeen lakkanäyte oli ainoa, jossa pinta ei ollut alkanut hapettua ja naarmutkin olivat vähäisiä. Konversionäytteen kiilto oli laskenut 38,8 % testin alkuun nähden. Pinta oli alkanut hieman hapettua ja naarmut selkeästi nähtävissä. Vahanäytteen kiilto aleni edelliseen sykliin nähden melko vähän ja harjatussa kohdassa oli havaittavissa hieman hapettumista. alkoholi, kiillotusaine, nanopinnoite, kvartsipinnoite ja vertailulevy olivat alkaneet hapettua ja naarmut olivat selkeästi vaurioittaneet pintaa.

Kolmannen syklin kohdalla todettiin lakan olevan ainoa näyte, jossa pinnoitus ei ollut kulut miltään osin alumiiniin asti. konversiopinnoite- ja vahanäyte olivat hapettuneet harjatusta kohdasta noin 30 %. Muut näytteet olivat hapettuneet melkein kokonaan harjatun osan kohdalta.

konversiopinnoitenäytteen harjattu kohta oli hapettunut noin 80 %:sesti 800 edestakaisen harjauksen vaikutuksesta. Lakalla pintakäsitelty kappale oli kohtuullisen siistin näköinen. Naarmut olivat havaittavissa osittain melko helposti.

Viimeisen syklin jälkeen todettiin kaikkien muiden näytteiden, paitsi lakan, olevan kokonaan hapettunut harjatusta kohdasta. Lakkanäytteessä oli havaittavissa naarmut selkeästi ja harjattu pinta oli ehjä, mutta muuttunut matakksi.



Kuva 10. Kiillon muutokset pesukestävyystestissä.

5.3 Kontaktikulma

Veden kontaktikulman mittaustuloksista laskettiin kontaktikulman muutos asteina. QUV-rasituksen tulokset näkyvät taulukossa 4. Suolasumu -rasituksen tulokset näkyvät taulukossa 5.

Taulukko 4. Näytteiden kontaktikulmat ja kontaktikulman muutos asteina QUV-rasituksen vaikutuksesta.

Näyte / Aika	Kontaktikulma ja sen muutos (°)			
	alku	24 h	48 h	72 h
Aerodur clearcoat UVR	93,9	81,8	74,6	74,2
Muutos		-12,1	-19,3	-19,6
Alodine 1001	97,7	67,4	50,0	55,2
Muutos		-30,3	-47,7	-42,5
Sinol 100	84,1	12,7	23,9	31,3
Muutos		-71,4	-60,2	-52,8
Autoglym Metal polish	96,5	12,1	32,1	43,0
Muutos		-84,4	-64,3	-53,5
Opti-coat 2.0	94,8	62,6	44,2	30,1
Muutos		-32,3	-50,6	-64,8
Gyeon Q2 Rim	95,8	53,2	41,4	37,3
Muutos		-42,6	-54,4	-58,5
Bilt Hamber Auto-Balm	100,7	55,1	19,9	33,6
Muutos		-45,6	-80,8	-67,1
vertailulevy	96,1	11,6	30,4	40,3
Muutos		-84,5	-65,6	-55,8

**Taulukko 5. Näytteiden kontaktikulmat ja kontaktikulman muutos asteina suolasumurasi-
tuksen vaikutuksesta.**

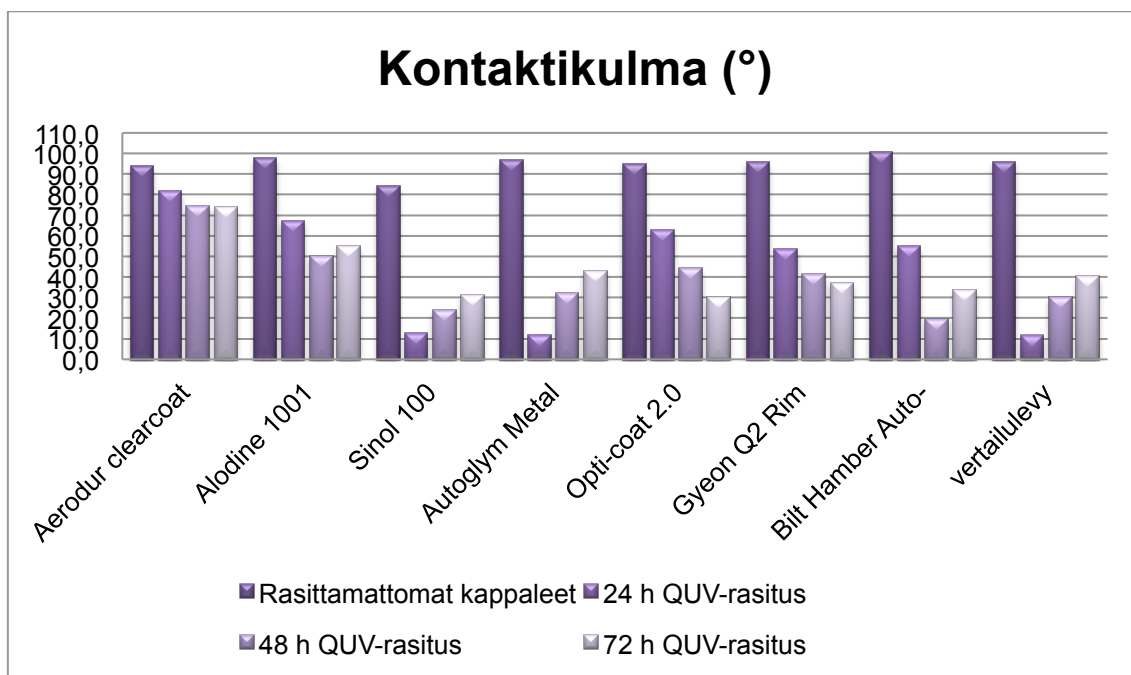
Näyte / Aika	Kontaktikulma ja sen muutos (°)				
	alku	24 h	48 h	72 h	96 h
Aerodur clearcoat UVR	94,4	72,7	82,3	74,6	73,6
Muutos		-21,7	-12,1	-19,8	-20,8
Alodine 1001	93,0	75,8	82,0	80,8	78,3
Muutos		-17,2	-11,1	-12,2	-14,7
Sinol 100	91,2	29,6	28,2	30,5	30,1
Muutos		-61,6	-63,0	-60,7	-61,1
Autoglym Metal polish	95,4	25,3	41,2	30,0	27,7
Muutos		-70,1	-54,2	-65,3	-67,7
Opti-coat 2.0	95,4	58,2	25,8	28,3	43,2
Muutos		-37,2	-69,5	-67,0	-52,1
Gyeon Q2 Rim	94,1	11,7	30,0	46,3	29,0
Muutos		-82,4	-64,1	-47,7	-65,1
Bilt Hamber Auto-Balm	102,9	90,5	55,8	30,3	60,4
Muutos		-12,4	-47,1	-72,6	-42,5
vertailulevy	107,3	29,3	31,2	35,8	32,5
Muutos		-78,1	-76,2	-71,6	-74,8

5.3.1 Kontaktikulman muutokset QUV -rasituksessa

Ennen QUV-testiä otetuissa kontaktikulmamittauksissa huomattiin kaikkien muiden näytteiden kontaktikulman olevan yli 90° eli niillä oli hydrofobinen pinta pois lukien alkoholinäytteen, jonka kontaktikulma oli alle 90°. Sinolilla oli siis ainut hydrofiilinen pinta ennen testien aloittamista.

Tarkasteltaessa kontaktikulman tuloksia (kuva 11) QUV-rasituksen alaisena todettiin, että alkoholin, kiillotusaineen ja vertailulevyn näytteissä kontaktikulma 24 tunnin QUV -rasituksessa muuttui radikaalisti, mutta alkoi kasvamaan sitä suuremmaksi mitä kauemmin näytteet olivat QUV-rasituksen vaikutuksessa.

Pienin kontaktikulman muutos oli lakalla pinnoitetulla näytteellä, jonka kontaktikulma muuttui 72 tunnissa QUV -rasituksen vaikutuksessa vain 19,6°. Toiseksi vähiten kontaktikulma muuttui konversiopinnoitteella käsitellyllä näytteellä, jossa kontaktikulma muuttui 42,5° 72 tunnin QUV -rasituksessa.

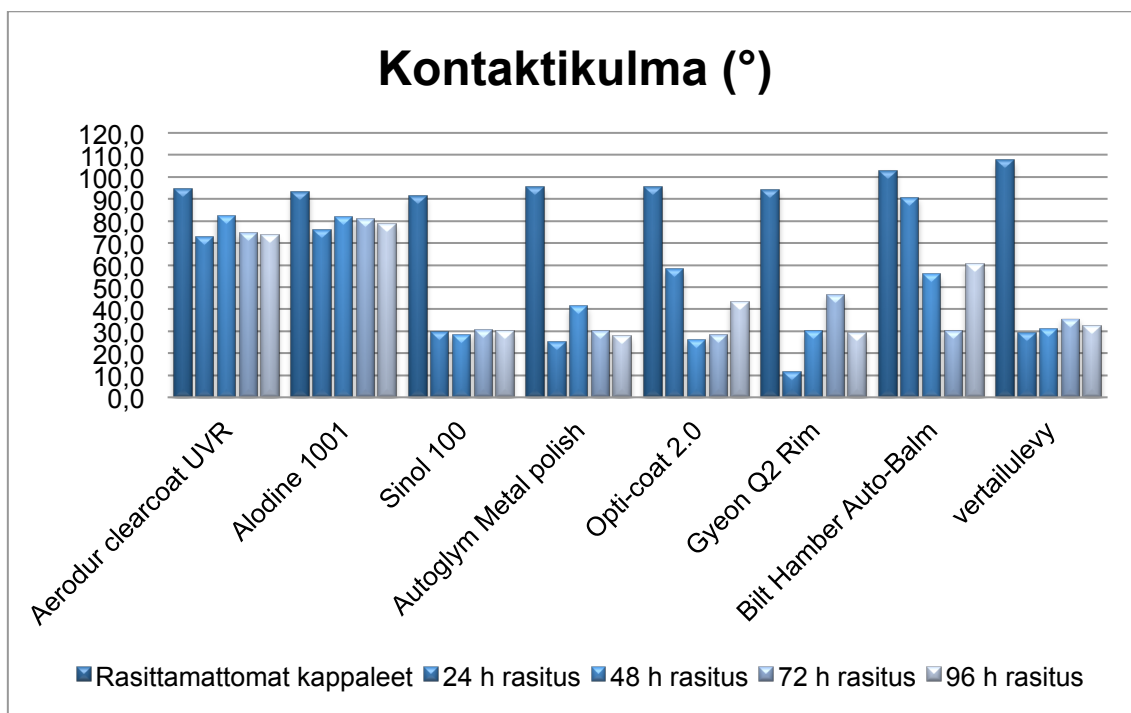


Kuva 11. Kontaktikulman muutos QUV-rasituksessa.

5.3.2 Kontaktikulman muutokset suolasumurasituksessa

Kontaktikulman muutoksia suolasumurasituksessa (kuva 12) tarkastellessa huomattiin kontaktikulman muuttuvan ensimmäisen syklin jälkeen radikaalisti alkoholi-, kiillotusaine-, kvartsinnoitenäytteillä ja vertailulevyllä. Toisen syklin jälkeen kontaktikulmat pysyivät näillä näytteillä melko tasaisena pois lukien kvartsinnoitteen, jonka kontaktikulma alkoi kasvamaan nanopinnoite ja vahanäytteen kontaktikulma laski tasaisemmin. Nanopinnoitenäytteen pienin kontaktikulma $25,8^\circ$ oli mitattu 48 tunnin rasituksen jälkeen, jolloin kulma alkoi kasvamaan. Vahanäytteen alhaisin kontaktikulma $30,0^\circ$ oli mitattu 72 tunnin suolasumurasituksen kohdalla, jonka jälkeen kontaktikulma oli kasvanut 96 tunnin kohdalla $60,4^\circ$.

Lakka- ja konversiopinnoitenäytteiden kontaktikulma laski 24 tunnin suolasumurasituksen jälkeen noin 20° ja kontaktikulma pysyi melkein samanlaisena 96 tunnin rasitukseen asti.



Kuva 12. Kontaktikulman muutokset suolasumurasituksessa

5.4 Painohäviö pesutestissä

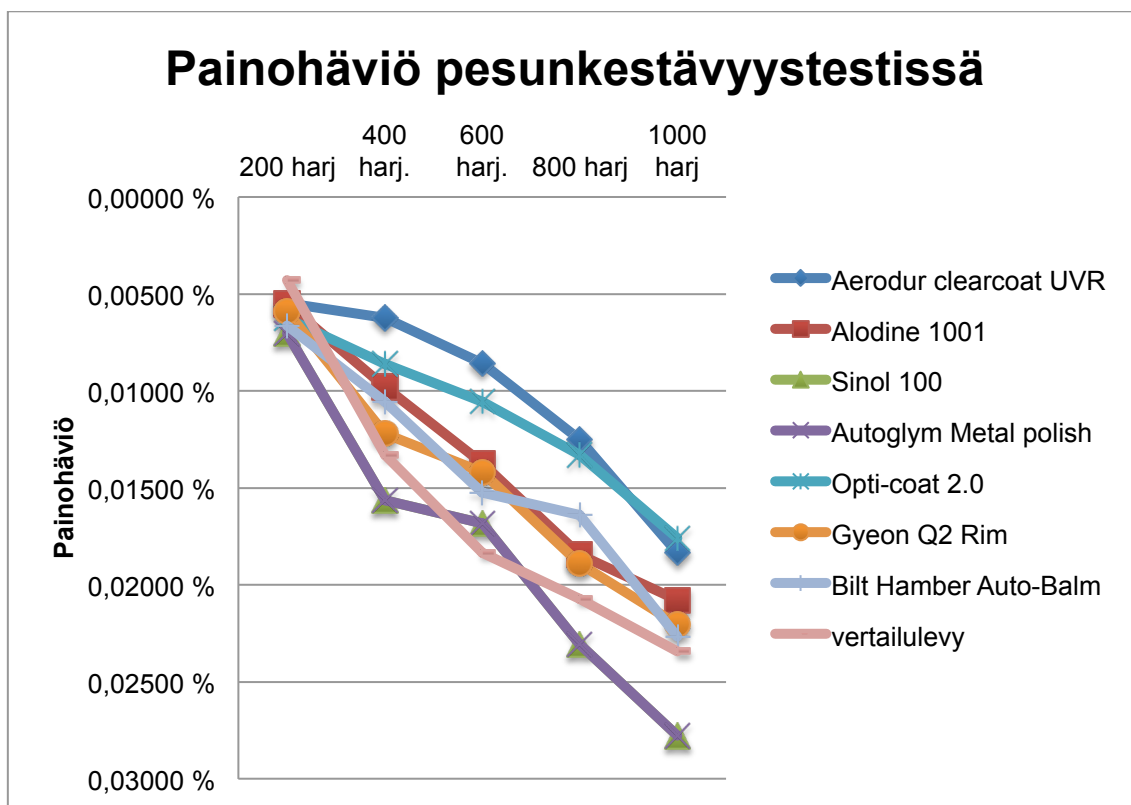
Pinnoitteiden painohäviöt pesuharjoituksen vaikutuksesta näkyvät taulukossa 6.

Taulukko 6. Näytteiden alkupaino ja painohäviöt pesutestissä.

näyte / harjaukerrat	Paino (mg)					
	Alku	200 harj	400 harj.	600 harj.	800 harj	1000 harj
Aerodur clearcoat UVR	256306	256292	256290	256284	256274	256259
Muutos (mg)		14	16	22	32	47
Alodine 1001	255053	255039	255028	255018	255006	255000
Muutos (mg)		14	25	35	47	53
Sinol 100	255207	255178	255165	255150	255146	255138
Muutos (mg)		29	42	57	61	69
Autoglym Metal polish	255712	255694	255672	255669	255653	255641
Muutos (mg)		18	40	43	59	71
Opti-coat 2.0	255811	255795	255789	255784	255777	255766
Muutos (mg)		16	22	27	34	45
Gyeon Q2 Rim	254049	254034	254018	254013	254001	253993
Muutos (mg)		15	31	36	48	56
Bilt Hamber Auto-Balm	255964	255947	255937	255925	255922	255906
Muutos (mg)		17	27	39	42	58
vertailulevy	256041	256030	256007	255994	255988	255981
Muutos (mg)		11	34	47	53	60

5.4.1 Painohäviö pesunkestävyydestestissä

Tarkasteltaessa painohäviön muutoksia (kuva 13) huomattiin, että lakalla ja nanopinnoitteella pintakäsiteltyjen näytteiden painohäviöt olivat pienimpiä ja melko tasaisia. Kaikilla muilla näytteillä paitsi kiillotusaineella ja alkoholilla painohäviö oli pienempi kuin vertailulevyllä, joten kiillotusaine ja alkoholi eivät lisänneet alumiinille lainkaan pesunkestävyyttä. Muilla tuotteilla pesunkestävyys parani hieman painohäviön perusteella.



Kuva 13. Painohäviö pesunkestävyystestissä.

5.5 Silmämääräiset havainnot

Koelevyt tutkittiin testien eri vaiheissa silmämääräisesti yleisilmeeltään, kellastuvuuden määrältä ja kiillon säilyvyyden osalta. Kellastuvuuden tuloksissa (taulukko 7) E tarkoittaa ei kellastunutta pintaa, H hieman kellastunutta pintaa ja K kellastunutta pintaa. Kiillon säilyvyys tuloksissa (taulukot 7, 8 ja 9) 1 tarkoittaa hyvää kiiltoa, 2 keskinäistä kiiltoa, 3 huonoa kiiltoa ja 4 ei kiiltävää pintaa.

Taulukko 7. Näytteiden kiilto ja kellastuneisuus QUV-rasituksessa. (E tarkoittaa ei kellastunutta pintaa, H hieman kellastunutta pintaa ja K kellastunutta pintaa. 1 tarkoittaa hyvää kiiltoa, 2 keskinkertaista kiiltoa, 3 huonoa kiiltoa ja 4 ei kiiltävää pintaa.)

Näyte / Aika	Kellastuneisuus ja kiilto QUV-rasituksessa				
	Alku	24 h	48 h	72 h	220 h
Aerodur clearcoat UVR	E / 1	E / 1	E / 1	E / 2	H / 2
Alodine 1001	E / 1	E / 1	E / 1	E / 2	K / 3
Sinol 100	E / 1	K / 3	K / 3	K / 4	K / 4
Autoglym Metal polish	E / 1	K / 3	K / 3	K / 4	K / 4
Opti-coat 2.0	E / 1	H / 2	H / 3	K / 4	K / 4
Gyeon Q2 Rim	E / 1	K / 3	K / 3	K / 4	K / 4
Bilt Hamber Auto-Balm	E / 1	K / 3	K / 3	K / 4	K / 4
vertailulevy	E / 1	K / 3	K / 4	K / 4	K / 4

Taulukko 8. Näytteiden kiilto suolasumurasituksessa. (1 tarkoittaa hyvää kiiltoa, 2 keskinkertaista kiiltoa, 3 huonoa kiiltoa ja 4 ei kiiltävää pintaa.)

Näyte / Aika	Kiilto suolasumurasituksessa					
	Alku	24 h	48 h	72 h	96 h	236 h
Aerodur clearcoat UVR	1	1	1	1	1	1
Alodine 1001	1	1	1	1	1	4
Sinol 100	1	4	4	4	4	4
Autoglym Metal polish	1	4	4	4	4	4
Opti-coat 2.0	1	2	2	3	3	4
Gyeon Q2 Rim	1	4	4	4	4	4
Bilt Hamber Auto-Balm	1	1	1	3	3	4
vertailulevy	1	4	4	4	4	4

Taulukko 9. Näytteiden kiilto pesukestävyystestissä. (1 tarkoittaa hyvää kiiltoa, 2 keskinkertaista kiiltoa, 3 huonoa kiiltoa ja 4 ei kiiltävää pintaa.)

Näyte / harjaukset	Kiilto pesukestävyystestissä					
	Alku	200 harj.	400 harj.	600 harj	800 harj	1000 harj
Aerodur clearcoat UVR	1	1	1	2	2	2
Alodine 1001	1	2	2	2	3	3
Sinol 100	1	2	3	3	4	4
Autoglym Metal polish	1	2	3	3	4	4
Opti-coat 2.0	1	2	3	3	4	4
Gyeon Q2 Rim	1	2	3	3	4	4
Bilt Hamber Auto-Balm	1	2	2	3	3	4
vertailulevy	1	2	3	4	4	4

6. Tulosten tarkastelu tuotekohtaisesti

6.1 Lakka

Aerodur clearcoat UVR -lakka pärjasi QUV-, suolasumurasitus ja pesutestissä parhaiten. Kiillotettu alumiinipinta pysyi silminnähden testien läpi siistin ja kiiltävän näköisenä. QUV-testissä vasta 72 tunnin rasituksen jälkeen pinta alkoi kellertämään haaleasti, mutta pinta pysyi silti visuaalisesti näyttävänä. Suolasumutestissä pinta pysyi hyvänä läpi koko testin. Pesukestävyystestissä pintaan tuli hieman naarmuja, mutta kiilto säilyi ja naarmut pystyy poistamaan lakan pinnalta hyvin myllyttämällä eli maalipinnan hienolla koneellisella hionnalla, joka poistaa tai täyttää pintanaarmut ja hapettumat.

Huonoina puolina Aerodur -lakassa on sen hankalampi pintakäsittely verrattuna muihin tuotteisiin. Suurin haitta tavoitellessa mahdollisimman kiiltävää, näyttelytasoista lopputulosta Aerodurilla oli kiillon aleneminen pintakäsittelyssä. Kiilto laskee noin 20 % verrattaessa pinnoittamattomaan näytteeseen.

Hyvinä puolina Aerodurilla on sen pitkäkestoisuus ja helppohoitoisuus. Paksu lakkakerros suojaa todennäköisesti alumiinipintaa hyvin naarmuilta ja kiveniskuilta.

6.2 Konversiopinnoite

Alodine1001 -konversiopinnoite paransi näytelevyn kiiltoa noin 15 %. Se pärjasi toiseksi parhaiten suoritetuissa testeissä. QUV-rasituksessa kiilto alkoi laskea vasta 48 tunnin jälkeen, jolloin pintaan ilmestyi pieniä virheitä. Suolasumutestissä Alodine pärjasi hyvin. 96 tunnin rasituksen jälkeen pinta oli vielä erinomaisessa kunnossa. Pesutestissä Alodine oli jo 200 harjaukerran jälkeen melko naarmuinen ja kiilto oli laskenut 33,7 %.

Alodinen huonoja puolia on sen herkkyys naarmuille. Hyviä puolia konversiopinnoitteessa on sen helppokäyttöisyys, pitkäkestoisuus, nesteen hylkivyyden pinnalla ja kiillon parantaminen.

6.3 Denaturoitu alkoholi

Sinol 100 -alkoholilla käsitelty näyte ei parantanut kiillotetun pinnan ominaisuuksia paljoakaan verrattuna pinnoittamattomaan näytelevyyn. QUV-rasituksessa ja suolasumutestissä pinta oli hapettunut heti ensimmäisen syklin jälkeen ja tulokset olivat samaa luokkaa vertailulevyn kanssa. Pesutestissä Sinolin tulokset olivat jopa huonompia kuin vertailulevyllä.

6.4 Kiillotusaine

Autoglym -kiillotusaineella käsitelty näyte ei eronnut juuri lainkaan vertailulevyn tuloksista. QUV- ja suolasumutestissä näyte oli hapettunut heti ensimmäisen syklin jälkeen. Pesutestissä tulokset olit vertailulevyn kanssa samaa luokkaa. Painohäviö oli jopa suurempi kuin vertailulevyllä.

6.5 Nanopinnoite

Tarkastellessa Opti-coat 2.0 -nanopinnoitteen tuloksia huomattiin sen parantavan pinnan ominaisuuksia suolasumutestissä ja hieman QUV-rasitustestissä. QUV-testissä näyte oli hapettunut 30 %:sesti 24 tunnin rasituksen jälkeen. Kontaktikulma oli muuttunut 24 h:n rasituksen jälkeen $32,3^\circ$, mikä oli huomattavasti parempi kuin vertailulevyllä. Suolasumutestissä nanopinnoite pärjäsikin kohtuullisesti. 48 tunnin rasituksen jälkeen pinnoite alkoi olla jo visuaalisesti huono. Pesutestissä Opti-coatin kiillon tulokset eivät juuri eronneet vertailulevystä. Painohäviö oli 15 mg pienempi kuin vertailulevyllä.

6.6 Kvartsipinnoite

Gyeon Q2 rim -kvartsipinnoitteen tuloksista todettiin, ettei se parantanut kiillotetun alumiinin ominaisuuksia merkittävästi. QUV-testissä näyte oli 24 tunnin rasituksen jälkeen hapettunut noin 70 %:sesti. Kontaktikulma oli ensimmäisen syklin jälkeen $42,1^\circ$ suurempi kuin vertailulevyllä. Suolasumutestissä pinnan kontaktikulma oli myös vertailulevyä huomattavasti parempi ensimmäisen syklin jälkeen. Kiilto puolestaan oli samaa

luokkaa vertailulevyn kanssa. 24 tunnin rasituksen jälkeen näyte oli kokonaan hapettunut. Pesutestissä näytteen tulokset olivat vertailulevyn kanssa samaa luokkaa.

6.7 Vaha

Tuloksia tarkastellessa huomattiin Bilt Hamber Auto-balm -vahan parantavan pinnan kiiltoa noin 5 %. QUV-testissä näyte oli hapettunut noin 60 % 24 tunnin rasituksessa. Kontaktikulman muutos oli 38,8° pienempi kuin vertailulevyssä. Suolasumutestissä pinta säilyi kohtuullisen hyvin. 48 tunnin kohdalla näytteen kiiltomittauksen tulokset olivat pudonneet 33,2 %. Vahanäyte oli 24 tunnin rasituksen jälkeen ainoa näyte, jolla oli vielä hydrofobinen pinta, ja kontaktikulma oli 90,5°. Seuraavaan sykliin kontaktikulma oli muuttunut 55,8°. Pesutestissä Auto-balmin tulokset olivat vertailulevyä vastavia.

Vahan hyviä puolia on sen helppo käsiteltävyys ja hyvä hylkivyyys pintakäsittelyn jälkeen.

7. Johtopäätökset

Mittauslaitteiston valinta ja tehdyt mittaukset onnistuivat hyvin ja tuloksista saatiin selville testatuista suojamenetelmistä kiiltävälle alumiinille parhaimmat. Suojakäsittelyjen kyvyistä suoriutua sille suunnitelluista tehtävistä saatiin myös riittävä kuva.

Suojausmenetelmien valinta antoi hyvän kirjon eri vaihtoehtoista, joilla kiillotettua alumiinia kannattaisi suojata. Uusia suoja-aineita tulee markkinoille kokoajan lisää ja tässä insinööriyössä käytettyjä testimenetelmiä voidaan käyttää tulevaisuudessa niiden testaukseen.

Parhaiksi pinnoitusmenetelmiksi tulosten perusteella osoittautuivat lentokoneolosuhteissa käytetty kirkaslakka Aerodur clearcoat UVR ja kromihappopohjainen konversiopinnoite Alodine 1001. Kolmanneksi parhain menetelmä oli Bilt Hamber Auto-balm, joka on rautametalleille tarkoitettu korroosiosuoja-aine. Tuloksien perusteella neljänneksi paras tuote oli Opti-coat 2.0 -nanopinnoite, joka on ensisijaisesti tarkoitettu maalipinnoille. Vanteille tarkoitettu kvartsipinnoite Gyeon Q2 Rim paransi hieman kiillotetun alumiinin suoja-ominaisuuksia ja tulokset olivat hieman paremmat kuin käsittelemättömällä näytteellä. Harrastepiireissä suositut Sinol 100 ja Autoglymin metal polish -kiillotustahna eivät pärjänneet testeissä ja niiden tulokset olivat pintakäsittelimättömän vertailulevyn tasoa.

Lähteet

- 1 Alumiini materiaalina. Verkkodokumentti. Teknologiateollisuus.
<<http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/alumiini-materiaalina.html>> Luettu 4.2.2014
- 2 Väri- ja kiiltomittaus. HAMK.
<http://www.hamk.fi/tyoelamalle/tutkimusyksikot/ohutlevykeskus/olosuhdetestaus-ja-pitkaaikaiskestavyys/Sivut/vari-ja-kiiltomittaus.aspx> Luettu 15.10.2014
- 3 Verkkodokumentti.
http://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/fizyka/c_fizyka_metali/17.htm luettu 15.10.2014
- 4 Alumiinin kiillotus käsin. Verkkodokumentti. HDCF.
<http://www.hdcf.fi/wiki/index.php?title=Alumiinin_kiillotus> Luettu 4.2.2014
- 5 Kiillotussetti metallille. Motonet Oy.
<<http://www.motonet.fi/fi/tuote/781460/Kiillotussetti-metallille>> Luettu 30.4.2014
- 6 Alumiinin pintaominaisuudet ja pintakäsittelyt. VTT.
<<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2431.pdf> >Luettu 18.4.2014
- 7 Kuljetuskaluston pintakäsittely. Kurssimateriaali Pekka Saranpää
- 8 Maalipinnan suojaatuotteen eli LSP:n valintaopas. Projetech.
<http://www.projectech.fi/ohje_suojaatuotteen_valinta.html> Luettu 30.4.2014
- 9 Benefits of Synthetic Car Wax. Autos.com.
<<http://www.autos.com/car-maintenance/benefits-of-synthetic-car-wax>> Luettu 30.4.2014
- 10 Nano for car. NANOPROTECT.CO.UK < <http://www.nanoprotect.co.uk/nano-for-car.html> > Luettu 1.5.2014

- 11 Lakkaus, Teollisuusmaalaamo VTM Oy. <<http://www.vtm.fi/pintakasittely/lakkaus/>> Luettu 1.5.2014
- 12 Metallilakka, Liberon. < <http://liberon.fi/metallipinnoille/metallilakka/>> Luettu 1.5.2014
- 13 Kovalainen, Janne. 2014. Yrittäjä, ProjecTech Oy, Laitila. Sähköpostikeskustelu 15.5.2014.
- 14 Raatikainen, Joni. 2014. Ilmailualan pintakäsittelijä, Espoo. Puhelinkeskustelu 2.4.2014
- 15 Metal Polish. AutoGlym. <http://www.autoglym.fi/products/products/metal-polish-11> Luettu 2.5.2014
- 16 Gyeon ceramic quartz coating. Gyeon. <http://www.gyeonquartz.com/uploads/product/gyeon_products_presentation.pdf > Luettu 10.10.2014
- 17 Optimum Opti-coat. Optimum car care. <<http://www.opti-coat.com>> Luettu 2.5.2014
- 18 Bilt Hamber – wax and polishes. Bilt Hamber laboratories. <<http://www.bilthamber.com/wax-and-polishes/hydra-wax>> Luettu 30.4.2014
- 19 Alodine 1001 conversion coating. Henkel North America. <http://www.henkelna.com/product-search-1554.htm?nodeid=8797999529985> Luettu 10.10.2014
- 20 Aerodur Clearcoat UVR. AkzoNobel Aerospace Coatings. <http://www.silmid.com/products/aerodur-clearcoat-uvr-paint-5lt.aspx> Luettu 13.10.2014
- 21 Verkkodokumentti. Q-Lab. <http://www.q-lab.com/fi-fi/products/> Luettu 13.10.2014
- 22 Verkkodokumentti. Pocket goniometer. <http://www.pocketgoniometer.com/main.php?cont=contactangle&lang=fi> Luettu 15.10.2014

23 SFS 3755. Maalit ja lakat. Pesunkestävyyssmääritys harjalla. Suomen standardiliitto 1977.

Liite 1.QUV-rasituksen kiiltomittaukset

1.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) Alku QUV-säätetauskappi					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	999	962	966	959	1017	980,6
Alodine 1001	1397	1358	1351	1393	1406	1381
Sinol 100	1303	1261	1278	1292	1316	1290
Autoglym Metal polish	1113	1027	1118	1016	1131	1081
Opti-coat 2.0	1268	1223	1206	1212	1164	1214,6
Gyeon Q2 Rim	1218	1203	1158	1249	1263	1218,2
Bilt Hamber Auto-Balm	1304	1309	1270	1321	1313	1303,4
vertailulevy	1237	1294	1023	1273	1083	1182

2.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 24h QUV-säätetauskappi					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	903	901	716	872	943	867
Alodine 1001	1363	1370	1389	1329	1373	1364,8
Sinol 100	268	238	272	271	263	262,4
Autoglym Metal polish	163	177	192	169	172	174,6
Opti-coat 2.0	304	1155	854	998	236	709,4
Gyeon Q2 Rim	958	87,7	361	403	1146	591,1
Bilt Hamber Auto-Balm	209	998	803	224	164	479,6
vertailulevy	136	166	202	186	164	170,8

3.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 48h QUV-säätetauskappi					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	609	902	960	952	703	825,2
Alodine 1001	1352	1362	1357	1343	1269	1336,6
Sinol 100	320	370	348	316	223	315,4
Autoglym Metal polish	275	226	217	210	263	238,2

Opti-coat 2.0	620	115	80	132	862	361,8
Gyeon Q2 Rim	67	76	759	114	55	214,2
Bilt Hamber Auto-Balm	199	270	351	196	255	254,2
vertailulevy	204	141	117	205	170	167,4

4.mittaus

Kiiltomittaus 20°(GU) 72h QUV-säätetauskapa

Näyte	5 mittausta					Keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	913	884	923	813	585	823,6
Alodine 1001	1268	1142	1172	554	1376	1102,4
Sinol 100	253	271	301	298	323	289,2
Autoglym Metal polish	249	251	205	215	165	217
Opti-coat 2.0	165	55	69	45	93	85,4
Gyeon Q2 Rim	32	65	26	43	51	43,4
Bilt Hamber Auto-Balm	207	261	205	204	216	218,6
vertailulevy	221	163	206	252	215	211,4

5.mittaus

Kiiltomittaus 20°(GU) 220h QUV-säätetauskapa

Näyte	5 mittausta					Keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	765	909	896	825	797	838,4
Alodine 1001	96	68	138	159	203	132,8
Sinol 100	257	341	267	266	308	287,8
Autoglym Metal polish	254	236	159	175	209	206,6
Opti-coat 2.0	73	39	46	55	78	58,2
Gyeon Q2 Rim	47	59	35	58	65	52,8
Bilt Hamber Auto-Balm	213	236	230	214	226	223,8
vertailulevy	193	203	176	178	246	199,2

Liite 2. Suolasumurasituksen kiiltomittaukset**1.mittaus**

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) Alku QUV-säätetauskapa					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	999	962	966	959	1017	980,6
Alodine 1001	1397	1358	1351	1393	1406	1381
Sinol 100	1303	1261	1278	1292	1316	1290
Autoglym Metal polish	1113	1027	1118	1016	1131	1081
Opti-coat 2.0	1268	1223	1206	1212	1164	1214,6
Gyeon Q2 Rim	1218	1203	1158	1249	1263	1218,2
Bilt Hamber Auto-Balm	1304	1309	1270	1321	1313	1303,4
vertailulevy	1237	1294	1023	1273	1083	1182

2.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 24h QUV-säätetauskapa					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	903	901	716	872	943	867
Alodine 1001	1363	1370	1389	1329	1373	1364,8
Sinol 100	268	238	272	271	263	262,4
Autoglym Metal polish	163	177	192	169	172	174,6
Opti-coat 2.0	304	1155	854	998	236	709,4
Gyeon Q2 Rim	958	87,7	361	403	1146	591,1
Bilt Hamber Auto-Balm	209	998	803	224	164	479,6
vertailulevy	136	166	202	186	164	170,8

3.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 48h QUV-säätetauskapa					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	609	902	960	952	703	825,2
Alodine 1001	1352	1362	1357	1343	1269	1336,6
Sinol 100	320	370	348	316	223	315,4
Autoglym Metal polish	275	226	217	210	263	238,2
Opti-coat 2.0	620	115	80	132	862	361,8
Gyeon Q2 Rim	67	76	759	114	55	214,2
Bilt Hamber Auto-Balm	199	270	351	196	255	254,2
vertailulevy	204	141	117	205	170	167,4

4.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 72h QUV-säätetauskapa					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	913	884	923	813	585	823,6
Alodine 1001	1268	1142	1172	554	1376	1102,4
Sinol 100	253	271	301	298	323	289,2
Autoglym Metal polish	249	251	205	215	165	217
Opti-coat 2.0	165	55	69	45	93	85,4
Gyeon Q2 Rim	32	65	26	43	51	43,4
Bilt Hamber Auto-Balm	207	261	205	204	216	218,6
vertailulevy	221	163	206	252	215	211,4

5.mittaus

Näyte	Kiiltomittaus 20°(GU) 220h QUV-säätetauskapa					Keskiarvo
	5 mittausta					
Aerodur clearcoat UVR	765	909	896	825	797	838,4
Alodine 1001	96	68	138	159	203	132,8
Sinol 100	257	341	267	266	308	287,8
Autoglym Metal polish	254	236	159	175	209	206,6
Opti-coat 2.0	73	39	46	55	78	58,2
Gyeon Q2 Rim	47	59	35	58	65	52,8
Bilt Hamber Auto-Balm	213	236	230	214	226	223,8
vertailulevy	193	203	176	178	246	199,2

Liite 3. QUV-rasituksen kontaktikulmamittaukset

1.mittaus

Pinnointusmenetelmä	Kontaktikulma QUV-säätetauskapa alkua						Keskiarvo
	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	
Aerodur clearcoat UVR	94,2	3,43	93,77	94,5	93,49	93,99	93,88
Alodine 1001	97,92	96,96	97,44	97,9	90,68	97,99	97,715
Sinol 100	81,82	79,39	80,33	87,99	87,79	87,86	84,095
Autoglym Metal polish	96,29	95,64	95,96	96,86	97,16	97,01	96,485
Opti-coat 2.0	95,97	94,9	95,43	95,04	93,49	94,26	94,845
Gyeon Q2 Rim	97,87	96,94	97,4	95,74	94,95	94,26	95,83
Bilt Hamber Auto-Balm	101,22	100,79	101,01	100,85	99,96	100,4	100,705
vertailulevy	94,75	94,83	94,79	97,96	96,95	97,32	96,055

2.mittaus

Pinnointusmenetelmä	Kontaktikulma QUV-säätetauskapa 24h						Keskiarvo
	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	
Aerodur clearcoat UVR	80,78	81,96	81,37	82,83	81,59	82,21	81,79
Alodine 1001	68,39	67,3	67,85	65,6	68,42	67,01	67,43
Sinol 100	11,68	12,73	12,2	12,87	13,51	13,19	12,695
Autoglym Metal polish	14,24	14,37	14,31	9,42	10,22	9,84	12,075
Opti-coat 2.0	57,93	58,35	57,64	67,09	67,49	67,49	62,565
Gyeon Q2 Rim	72,01	74,38	73,2	34,02	32,55	33,28	53,24
Bilt Hamber Auto-Balm	94,96	93,26	94,11	17,24	14,82	16,03	55,07
vertailulevy	10,28	8,17	9,23	13,93	13,98	13,95	11,59

3.mittaus

Pinnointusmenetelmä	Kontaktikulma QUV-säätetauskapa 48h						Keskiarvo
	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	
Aerodur clearcoat UVR	76,67	77,03	76,85	73,28	71,45	72,37	74,61
Alodine 1001	55,07	49,98	52,52	45,34	49,56	47,45	49,985
Sinol 100	24,92	24,5	24,71	23,65	22,57	23,11	23,91
Autoglym Metal polish	31,18	33,05	32,12	32,06	32,26	32,16	32,14
Opti-coat 2.0	29,41	29,99	29,7	58,28	59,24	58,78	44,24

Gyeon Q2 Rim	39,05	36,23	37,64	43,66	46,74	45,2	41,42
Bilt Hamber Auto-Balm	20,68	20,07	20,38	19,22	19,57	19,4	19,89
vertailulevy	28,6	30,96	29,78	29,39	32,7	31,04	30,41

4.mittaus

Pinnoitusmenetelmä	Kontaktikulma QUV-säätetauskappi 72h						Keskiarvo
	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	
Aerodur clearcoat UVR	67,63	70,77	69,2	79,95	78,59	79,27	74,235
Alodine 1001	53,78	53,33	53,55	57,72	55,87	56,8	55,175
Sinol 100	22,05	22,91	22,48	41,22	39,02	40,12	31,3
Autoglym Metal polish	41,82	39,11	40,47	47,08	43,92	45,5	42,985
Opti-coat 2.0	30,39	29	29,7	30,07	30,79	30,43	30,065
Gyeon Q2 Rim	36,44	35,73	36,08	38,39	38,7	38,54	37,31
Bilt Hamber Auto-Balm	30,12	29,42	29,8	37,3	37,42	37,36	33,58
vertailulevy	37,73	38,67	38,2	41,08	43,58	42,33	40,265

Liite 4. Suolasumurasituksen kontaktikulmamittaukset

1.mittaus

Kontaktikulma Suolasumukaappi
alku

Pinnoitusmenetelmä	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	Keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	96,11	95,77	95,94	94,64	93,69	94,14	94,39
Alodine 1001	96,96	94,89	95,92	93,27	92,33	92,79	93,03
Sinol 100	87,77	87,12	87,45	91,6	89,98	90,79	91,195
Autoglym Metal polish	95,81	95,57	95,69	95,59	94,71	95,15	95,37
Opti-coat 2.0	95	94,27	94,64	95,59	94,71	95,15	95,37
Gyeon Q2 Rim	95,59	94,84	95,21	94,21	93,56	93,89	94,05
Bilt Hamber Auto-Balm	99,18	98,3	98,74	102,55	104,01	103,28	102,915
vertailulevy	95,02	93,74	94,38	107,4	107,17	107,28	107,34

2.mittaus

Kontaktikulma Suolasumukaappi
24h

Pinnoitusmenetelmä	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	Keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	76,44	76,48	76,46	72,44	73,38	72,91	72,675
Alodine 1001	85,38	84,58	84,98	75,46	76,95	76,21	75,835
Sinol 100	31,29	27,95	29,62	29,09	31,16	30,12	29,605
Autoglym Metal polish	12,79	19,16	15,98	25,35	25,13	25,24	25,295
Opti-coat 2.0	53,59	53,5	53,55	58,26	57,81	58,04	58,15
Gyeon Q2 Rim	13,74	9,14	11,43	11,44	12,36	11,9	11,67
Bilt Hamber Auto-Balm	88,66	85,58	87,12	91,08	88,85	89,97	90,525
vertailulevy	16,63	15,93	16,28	29,7	28	28,85	29,275

3.mittaus

Kontaktikulma Suolasumukaappi
48h

Pinnoitusmenetelmä	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	Keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	79,8	79,02	79,41	82,42	81,8	82,11	82,265
Alodine 1001	81,3	79,92	80,61	82,73	80,67	81,2	81,965
Sinol 100	21,35	21,26	21,3	28,54	27,29	27,91	28,225
Autoglym Metal polish	19,9	24,16	22,03	40,49	43,19	41,84	41,165
Opti-coat 2.0	58,83	62,58	60,7	24,53	29,71	27,12	25,825

Gyeon Q2 Rim	23	24,8	23,9	29,95	29,97	29,96	29,955
Bilt Hamber Auto-Balm	53,12	52,81	52,96	56,16	54,77	55,46	55,81
vertailulevy	24,49	23,23	23,86	31,03	31,64	31,33	31,18

4.mittaus

Kontaktikulma Suolasumukaappi
72h

Pinnoitusmenetelmä	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	72,55	70,18	71,37	74,53	74,8	74,66	74,595
Alodine 1001	81,26	81,22	81,24	80,93	80,39	80,66	80,795
Sinol 100	33,45	30,76	32,1	30,53	30,46	30,5	30,515
Autoglym Metal polish	18,44	20,68	19,56	30,83	27,6	29,22	30,025
Opti-coat 2.0	59,99	59,75	59,87	27,7	30,25	28,98	28,34
Gyeon Q2 Rim	44,4	50,52	47,46	47,05	44,15	45,6	46,325
Bilt Hamber Auto-Balm	31,52	27,21	29,39	30,71	28,96	29,83	30,27
vertailulevy	43,15	41,03	42,09	35,74	35,78	35,76	35,75

5.mittaus

Kontaktikulma Suolasumukaappi
96h

Pinnoitusmenetelmä	Left1	Right1	Mean1	Left2	Right2	Mean2	keskiarvo
Aerodur clearcoat UVR	76,34	76,64	76,44	73,34	73,65	73,5	73,42
Alodine 1001	69,1	69,66	69,38	65,37	64,18	64,28	64,825
Sinol 100	31,62	36,01	33,84	39,62	39,4	39,51	39,565
Autoglym Metal polish	43,63	45,84	44,74	30,12	30,59	30,35	30,235
Opti-coat 2.0	23,35	28,38	25,87	21,21	19,57	20,64	20,925
Gyeon Q2 Rim	35,94	39,89	37,92	37,84	40,84	39,34	38,59
Bilt Hamber Auto-Balm	36,27	38,03	37,15	37,84	40,84	39,34	38,59
vertailulevy	38,36	34,65	36,5	34,94	36,42	35,68	35,31

Liite 5. Pesutestin kiiltokulmamittaukset ja painohäviö

1.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja paino alku

Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	983	973	933	1000	988	975,4	25,6306
Alodine 1001	1351	1340	1330	1339	1336	1339,2	25,5053
Sinol 100	1236	1237	1236	1215	1235	1231,8	25,5207
Autoglym Metal polish	1187	1220	1279	1198	1271	1231	25,5712
Opti-coat 2.0	1057	1199	984	1194	970	1080,8	25,5811
Gyeon Q2 Rim	1085	1241	1129	1170	1120	1149	25,4049
Bilt Hamber Auto-Balm	1133	1269	1378	1259	1229	1253,6	25,5964
vertailulevy	1419	1383	1417	1359	1422	1400	25,6041

2.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja pain:o 200 harjausta

Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	861	932	914	832	949	897,6	25,6292
Alodine 1001	780	686	1114	1043	817	888	25,5039
Sinol 100	478	484	435	558	406	472,2	25,5178
Autoglym Metal polish	765	699	904	916	939	844,6	25,5694
Opti-coat 2.0	926	811	852	808	651	809,6	25,5795
Gyeon Q2 Rim	578	645	765	582	637	641,4	25,4034
Bilt Hamber Auto-Balm	387	600	560	679	705	586,2	25,5947
vertailulevy	863	1003	1025	858	959	941,6	25,603

3.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja paino: 400 harjausta

Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	839	918	898	854	943	890,4	25,629
Alodine 1001	1224	617	499	912	843	819	25,5028
Sinol 100	212	331	480	286	262	314,2	25,5165
Autoglym Metal polish	674	499	370	434	528	501	25,5672
Opti-coat 2.0	450	334	347	495	695	464,2	25,5789
Gyeon Q2 Rim	348	500	604	385	657	498,8	25,4018
Bilt Hamber Auto-Balm	439	428	632	403	766	533,6	25,5937

vertailulevy	487	533	480	595	430	505	25,6007
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	------------	----------------

4.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja paino: 600 harjausta

Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	854	849	861	867	840	854,2	25,6284
Alodine 1001	636	243	515	235	538	433,4	25,5018
Sinol 100	309	217	252	213	247	247,6	25,515
Autoglym Metal polish	233	508	304	407	355	361,4	25,5669
Opti-coat 2.0	200	250	220	197	222	217,8	25,5784
Gyeon Q2 Rim	229	233	247	237	275	244,2	25,4013
Bilt Hamber Auto-Balm	753	455	316	275	415	442,8	25,5925
vertailulevy	255	192	163	189	236	207	25,5994

5.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja paino: 800 harjausta

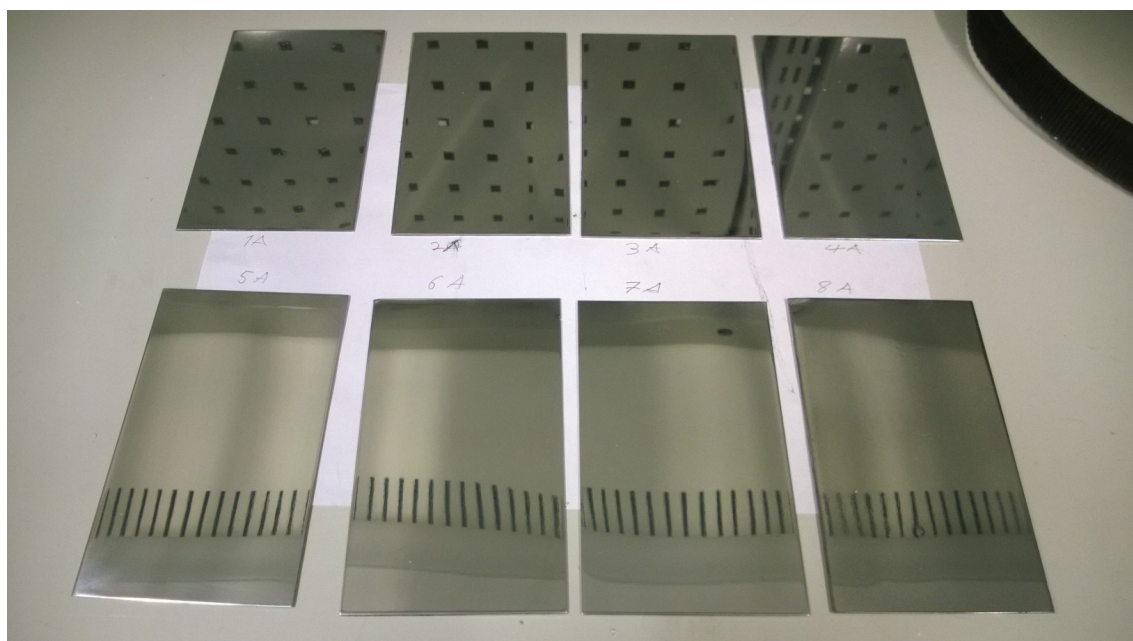
Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	838	810	827	813	841	825,8	25,6274
Alodine 1001	119	645	162	128	272	265,2	25,5006
Sinol 100	179	217	159	198	250	200,6	25,5146
Autoglym Metal polish	195	158	462	189	260	252,8	25,5653
Opti-coat 2.0	131	166	118	183	125	144,6	25,5777
Gyeon Q2 Rim	195	361	179	132	175	208,4	25,4001
Bilt Hamber Auto-Balm	95	230	374	173	147	203,8	25,5922
vertailulevy	131	133	139	106	132	128,2	25,5988

6.mittaus

Pesutesti kiiltokulma 20° ja paino: 1000 harjausta

Pinnoitusmenetelmä	1	2	3	4	5	Keskiarvo	Paino(g)
Aerodur clearcoat UVR	772	842	810	870	794	817,6	25,6259
Alodine 1001	48	75	518	356	44	208,2	25,5
Sinol 100	95,3	80,1	99,9	96	88,4	91,94	25,5138
Autoglym Metal polish	174	112	102	266	96	150	25,5641
Opti-coat 2.0	111	152	104	303	117	157,4	25,5766
Gyeon Q2 Rim	90,8	80	91	84	89	86,96	25,3993
Bilt Hamber Auto-Balm	98	181	89	90	170	125,6	25,5906

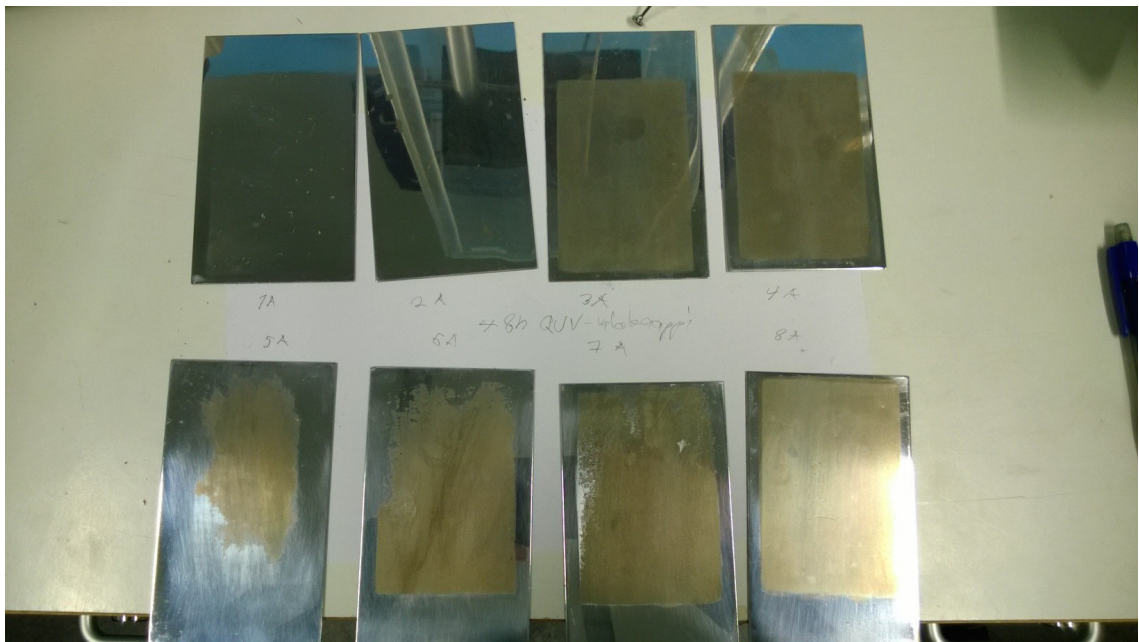
vertailulevy	105	125	136	105	137	121,6	25,5981
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	--------------	----------------

Liite 6. QUV-rasitus näyttekuvat**1A = Aerodur clearcoat UVR****2A = Alodine 1001****3A = Sinol 100****4A = Autoglym Metal Polish****5A = Opti-coat 2.0****6A = GYEON Q2 Rim****7A = Bilt Hamber Auto-Balm****8A = vertailulevy****1. Alkutilanne**

2. QUV-rasitus 24 h



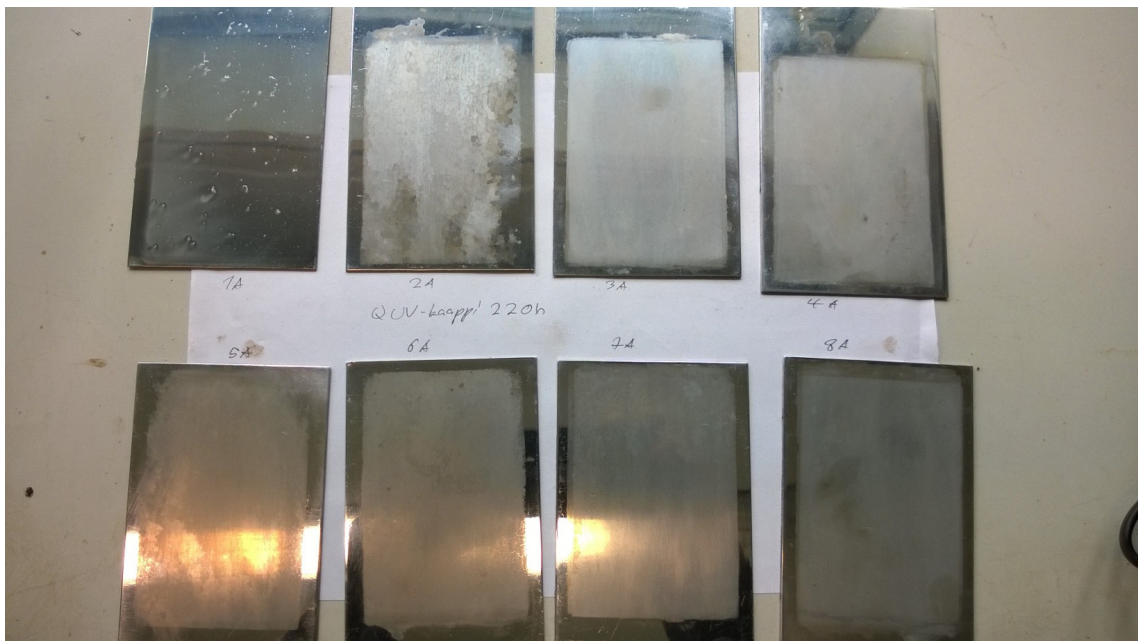
3. QUV-rasitus 48 h



4. QUV-rasitus 72 h



5. QUV-rasitus 220 h



Liite 6. Suolasumurasitus näytekuvat

1B = Aerodur clearcoat UVR

2B = Alodine 1001

3B = Sinol 100

4B = Autoglym Metal Polish

5B = Opti-coat 2.0

6B = GYEON Q2 Rim

7B = Bilt Hamber Auto-Balm

8B = vertailulevy

1. Alkutilanne



2. Suolasumurasitus 24 h



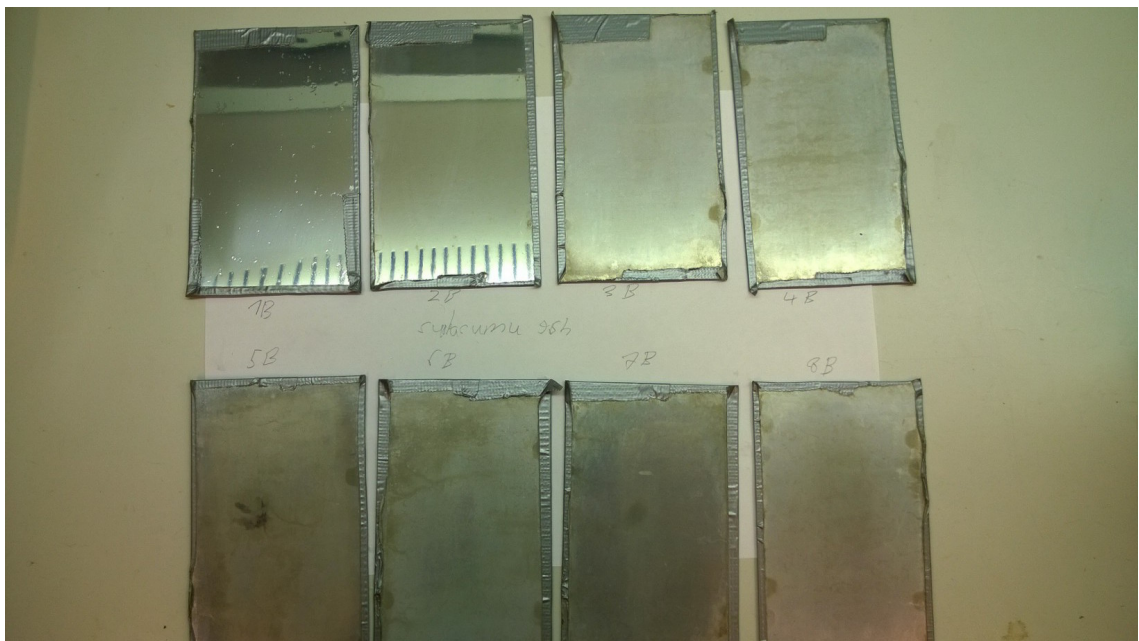
3. Suolasumurasitus 48 h



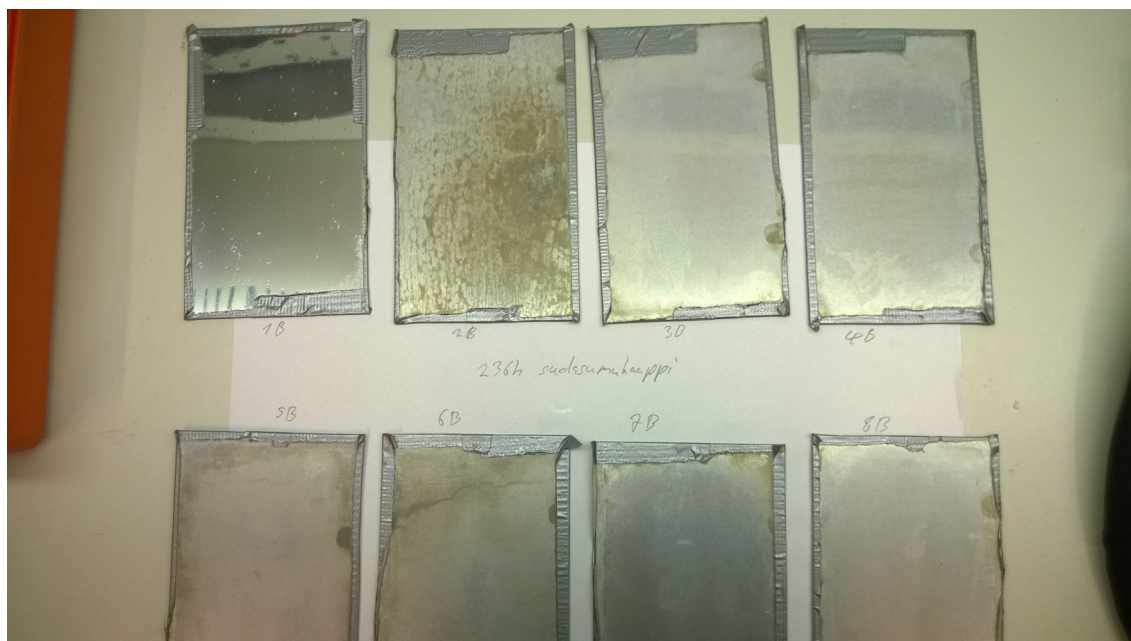
4. Suolasumurasitus 72 h

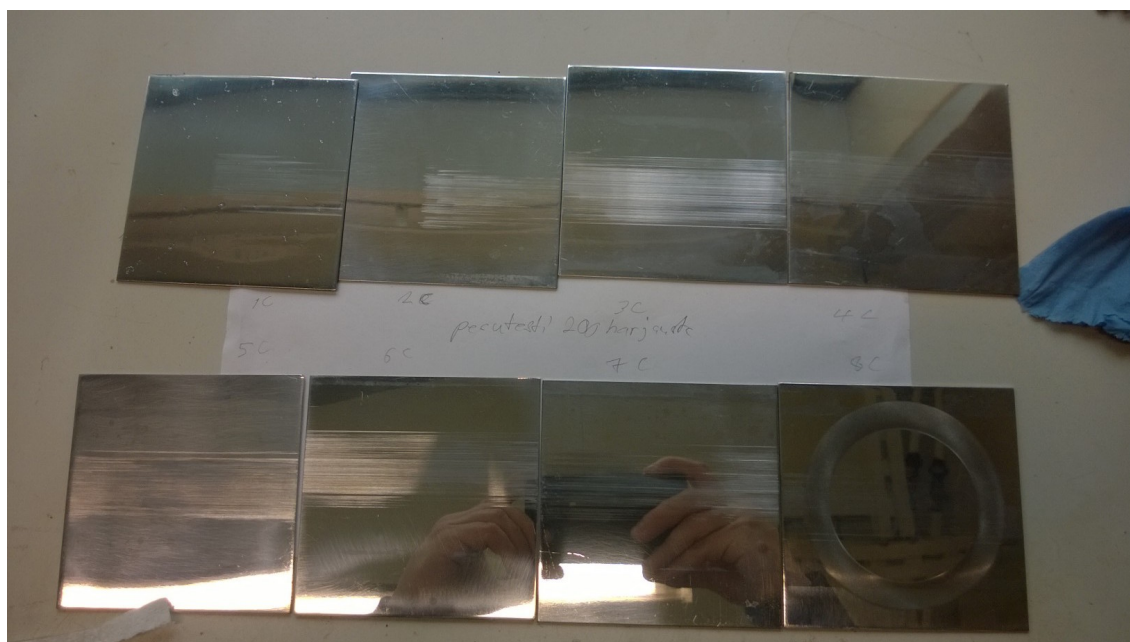


5. Suolasumurasitus 96 h

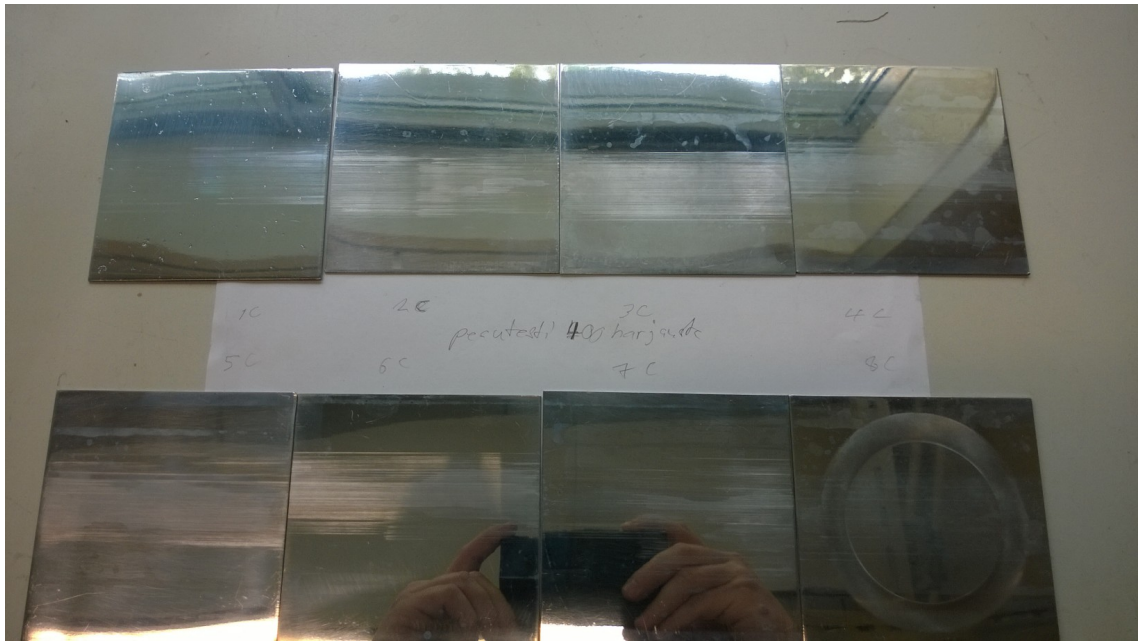


6.Suolasumurasitus 236 h

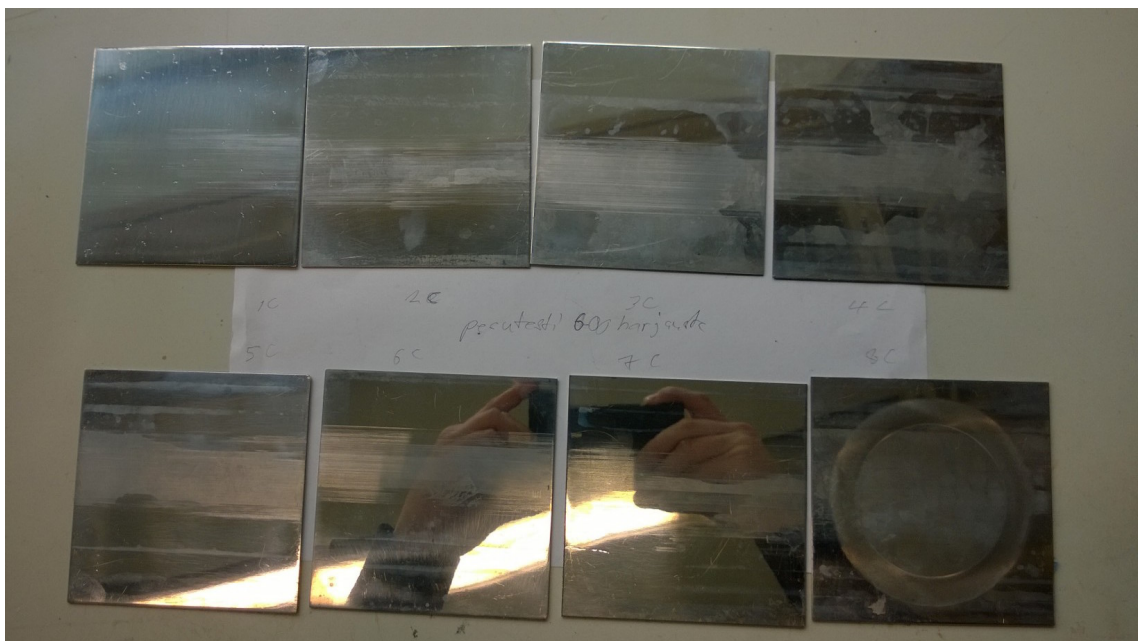


Liite 8. Pesutesti näytekuvat**1C = Aerodur clearcoat UVR****2C = Alodine 1001****3C = Sinol 100****4C = Autoglym Metal Polish****5C = Opti-coat 2.0****6C = GYEON Q2 Rim****7C = Bilt Hamber Auto-Balm****8C = vertailulevy****1.Pesutesti 200 harjausta**

2. Pesutesti 400 harjausta



3. Pesutesti 600 harjausta



4. Pesutesti 800 harjausta



5. pesutesti 1000 harjausta

