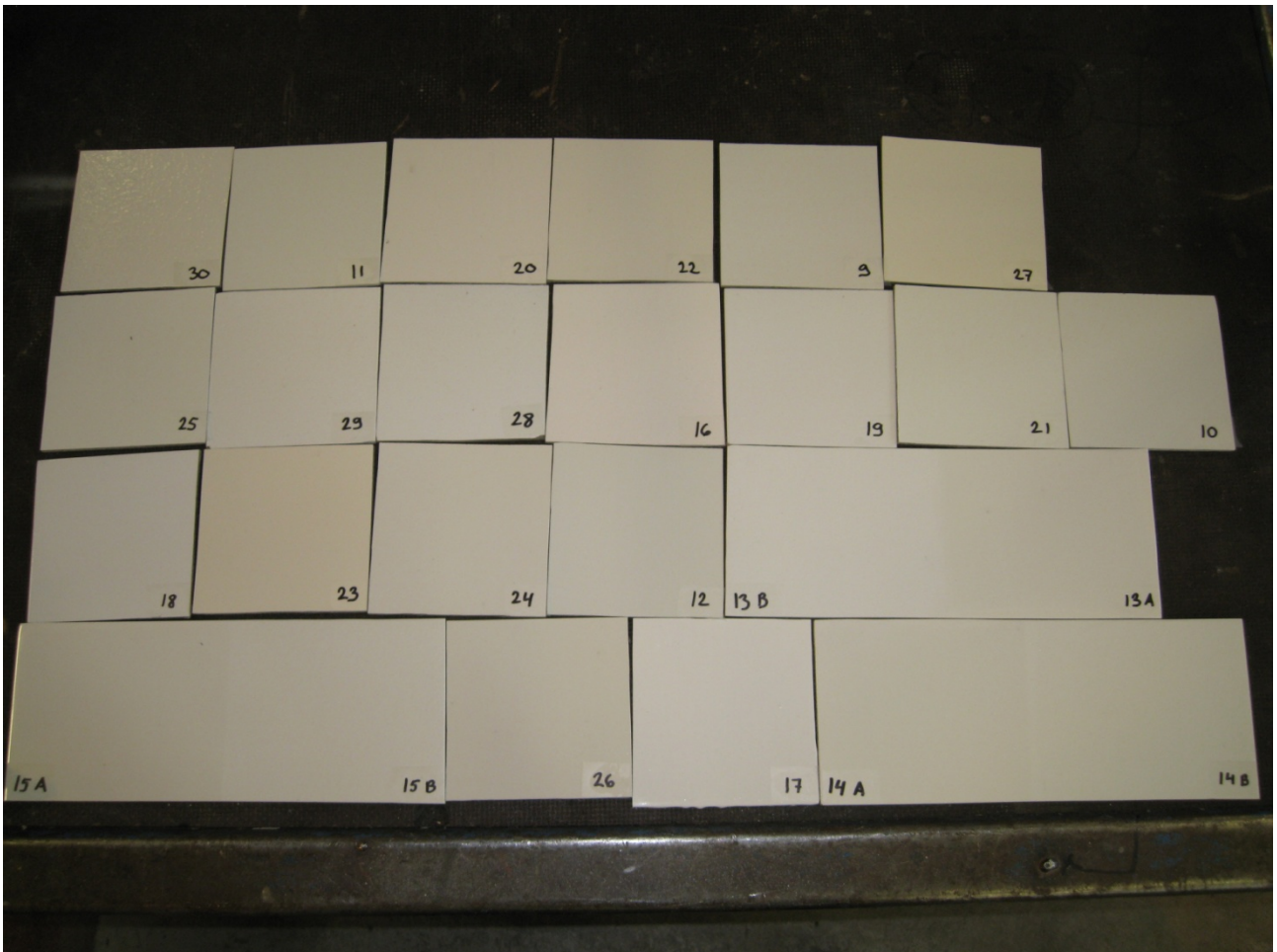


GELCOAT- JA MAALINÄYTTEIDEN VÄRI- JA KIILTOMITTAUKSET



Antti Ylhäinen
Energia- ja ympäristötekniikan laitos
Mikkelin ammattikorkeakoulu Oy

29.8.2012

SISÄLTÖ

1	Johdanto	2
2	Lähtökohdat	3
3	Testaus	5
3.1	Ksenonkaappivanhentaminen.....	5
3.2	Värimittaus	5
3.3	Kiiltomittaus.....	6
4	Näytteet.....	7
4.1	Gelcoatit	7
4.2	Gelcoatın lisäaineet	8
4.3	Vahat	9
4.4	Pintamaalit.....	9
5	Tulokset.....	12
5.1	Gelcoatit	12
5.2	Gelcoatın lisäaineet	13
5.3	Jälkikovettaminen.....	15
5.4	Vahat	16
5.5	Pintamaalit.....	17
6	Yhteenveto	19

1 JOHDANTO

Väri- ja kiiltomittausten tarkoituksena oli verrata käytössä olevia veneiden pintakorjausmateriaaleja. Eri gelcoatien ja maalien lisäksi tutkittiin, miten ohenteet ja muut lisäaineet vaikuttavat väriin ja kiiltoon. Testi toteutettiin valmistamalla näytepaloja, joita vanhennettiin Mikkelin ammattikorkeakoulun ksenonkaapissa. Kaikki näytteet olivat valkoisia, jotta mahdollinen kellastuminen näkyisi mahdollisimman selvästi.

Keinotekoinen vanhentaminen on nopeutettu tapa simuloida sään vaikutuksia tutkittaviin näytteisiin. Testinäytteitä altistettiin ksenonkaapissa ultravioletti (UV) -säteilylle, lämmölle, ilman suhteelliselle kosteudelle ja vesisuihkuille. Säteilyn lähteenä käytettiin ksenonlamppua, koska sen spektri UV-alueella muistuttaa auringon spektriä. Juuri UV-säteily aiheuttaa materiaalille monenlaisia vaurioita, kuten kellastumista, samentumista ja mikrohalkeamia. Vanhentamisen vaikutuksia tutkittaviin näytteisiin mitattiin seuraamalla niiden värin ja kiillon muuttumista testin aikana.

2 LÄHTÖKOHDAT

Pintakorjausmenetelmät ovat vuosikymmenien aikana muotoutuneet tietynlaisiksi, perustuen pitkälti kokemuksen kautta hankittuun tietoon. Vaikka käytännöt vaihtelevatkin korjaamokohtaisesti, ovat tietyt ennakkokäsitykset yleisesti tiedossa. Testien avulla pyrittiin saamaan selville vastaavatko ennakkoluulot todellisuutta.

Ohenteet

Asetoni ja styreeni ovat yleisimmät gelcoatien ohentamiseen käytetyt liuottimet. Niiden avulla gelcoatien viskositeettiä saadaan laskettua ruiskutukseen sopivaksi. Normaalisti ohennetta lisätään 10-20 p-% gelcoatien määrästä. Ohenteiden haittavaikutuksina pidetään asetonin geelinpintaan synnyttämiä huokosia, ja styreenin aiheuttamaa gelcoatien kellastumista. Näihin ongelmiin on kehitetty varta vasten gelcoatien ohentamiseen tarkoitettuja patch-aid –lisäaineita. Oletuksena oli, että patch aid ei aiheuta huokosia, eikä kellastumista, eli toimisi kaikin puolin asetonia ja styreeniä paremmin.

Kovettumista edistävät lisäaineet

Polyvinyylialkoholia (PVA) käytetään vastalevitetyin gelcoatien päällä suojaavana kerroksena, jolloin pinta kovettuu paremmin eikä jää tahmeaksi. PVA ruiskutetaan gelcoatien päälle kun sen on vielä märkää. Kovettumisen edistämiseksi voidaan käyttää myös gelcoatiin sekoitettavaa styreeni-parafiiniliuosta, jossa parafiinia on muutama prosentti. Ruiskutuksen jälkeen parafiini nousee gelcoatien pintaan, muodostaen kovettumista edesauttavan suojaavan kerroksen. Myös em. patch-aid parantaa gelcoatien kovettumista. Näiden lisäaineiden vaikutusta gelcoatien väriin ja kiiltoon tutkittiin testin aikana.

Gelcoatien jälkikovettaminen

Ohuena kerroksena gelcoat jää huoneenlämmössä käytettynä aina hieman alikovettuneeksi. Tällöin gelcoathartsit ei ole vielä kokonaan ristosilloittunut ja se kovettuu hiljalleen loppuun pitkän ajan kuluessa. Samalla gelcoatien väri ja kiilto muuttuvat alkuperäisestä. Jälkikovetuksella geelinäytteet pyrittiin saamaan täysin loppuun asti kovettuneiksi, jolloin myös niiden väri- ja kiiltomuutokset jäisivät vähäisemmiksi.

Vahat

Gelcoatia voi suojata ikääntymistä vastaan vahaamalla. Testiin otettiin mukaan kolme erilaista vahaa, joiden vaikutusta väriin ja kiiltoon seurattiin testin aikana.

Pintamaalit

Osa korjaamoista käyttää vesirajan yläpuolisissa korjausmaalauksissa gelcoatien sijasta mm. uretaani- ja akryylipohjaisia maaleja. Syynä on, että maalit säilyttävät värinsä gelcoateja paremmin. Testissä oli mukana neljä erilaista maalia, joiden värin ja kiillon säilyvyyttä verrattiin gelcoatien vastaaviin.

3 TESTAUS

3.1 Ksenonkaappivanhentaminen

Testissä käytetty lampputeho oli 0,51 W/(m²·nm) 340 nm aallonpituudella, mikä vastaa säteilytehoa 60 W/m² UV-aallonpituusalueella 300...400 nm. Testausaika laskettiin vuosittaisen alueellisen säteilyenergian perusteella, joka Etelä-Suomessa on 3,2 GJ/m². Tästä ultraviolettialueelle jäävä osuus on noin 6 %. Lisäksi käytettiin korjauskerrointa 0,67, joka ottaa huomioon, että UV-säteily on heikompaa talvikuukausien aikana. Näin voitiin laskea, että kahden vuoden vanhennusta vastaava aika testitunteina on noin 1000 h. Näytteiden väri- ja kiiltoarvot mitattiin 200 h välein testin aikana.

Testausparametrit olivat:

Altistus	Vesisuihku + Valo
Mustan paneelin lämpötila	55 °C
Kammion ilman lämpötila	38 °C
Ilmankosteus (RH)	50 %
Aika	1000 h
Intensiteetti	0,51 W/m ² ·nm @ 340 nm
Xenon –valon suodatus	Päivänvalo

3.2 Värimittaus

Väriin mittaamisessa käytettiin CIELAB –väriavaruutta. CIELAB kuvaa kaikki näkemämme värit tasavälisessä koordinaatistossa ja se on käytetyin universaali värikieli. L*a*b* -värimallin kirjaimista L* (luminance) tarkoittaa valoisuutta, a* kylläisyyskomponenttia akselilla vihreä-punainen ja b* kylläisyyskomponenttia akselilla sininen-keltainen. Toisin sanoen suuri L* -arvo tarkoittaa vaaleaa, ja pieni arvo tummaa näytettä. Suuri a* -arvo tarkoittaa punaisempaa ja pieni vihreämpää. Suuri b* -arvo tarkoittaa keltaisempaa ja pieni sinisempää. Vaihteluvälit ovat L= 0 (musta)...100 (valkoinen) ja -120≤a, b≤120. Mittausten perusteella voitiin määrittää L*, a* ja b* -komponenttien muutokset (ΔL*, Δa*, Δb*) ja laskea niiden perusteella kokonaisvärimuutosta kuvaava ΔE* -arvo, joka saatiin kaavasta:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Mittalaitteena käytettiin Mikkelin ammattikorkeakoulun X-rite SP60 –värimittaria. Mittaukset tehtiin 200 tunnin välein kolmen mittauksen keskiarvona. Ennen mittausta irtonainen lika pyyhittiin pois näytteiden pinnalta ja niiden annettiin kuivua huoneenlämmössä. Käytetyt mittauseräparametrit olivat: $L^*a^*b^*$, D65/10 SPIN (ks. selitykset alla).

X-rite SP60 -värimittari

- Värimittausavaruudet: CIE $L^*a^*b^*$, $L^*C^*H^*$, $L^*C^*h^°$, E^*_{ab} , ECMC, E CIE 94 ja XYZ
- Valonlähdetyypit: A, C, D50, D55, D65, D75, F2, F7, F11 ja F12
- Mittauskulmat: 2° ja 10°
- Mittausalueen halkaisija: 8 mm
- Spektrialue: 400...700 nm 10 nm:n mittausvälillä
- Mittaustarkkuus: 0,40 ΔE^*_{ab} ,
- Mittaustoistettavuus: 0,10 ΔE^*_{ab}
- Kiillon kompensointi mittauksessa: SPIN (specular included)- tai SPEX (specular excluded) -mittaustapa

3.3 Kiiltomittaus

Kiillon muutoksia mitattiin kannettavalla Konica Minolta Multigloss 268 –kiiltomittarilla. Sillä voi samanaikaisesti mitata kiiltoa 20°, 60° ja 85° kulmissa. Näytteiden vertailuun käytettiin 60° kulmassa mitattuja arvoja ja ne laskettiin kolmen mittauksen keskiarvona.



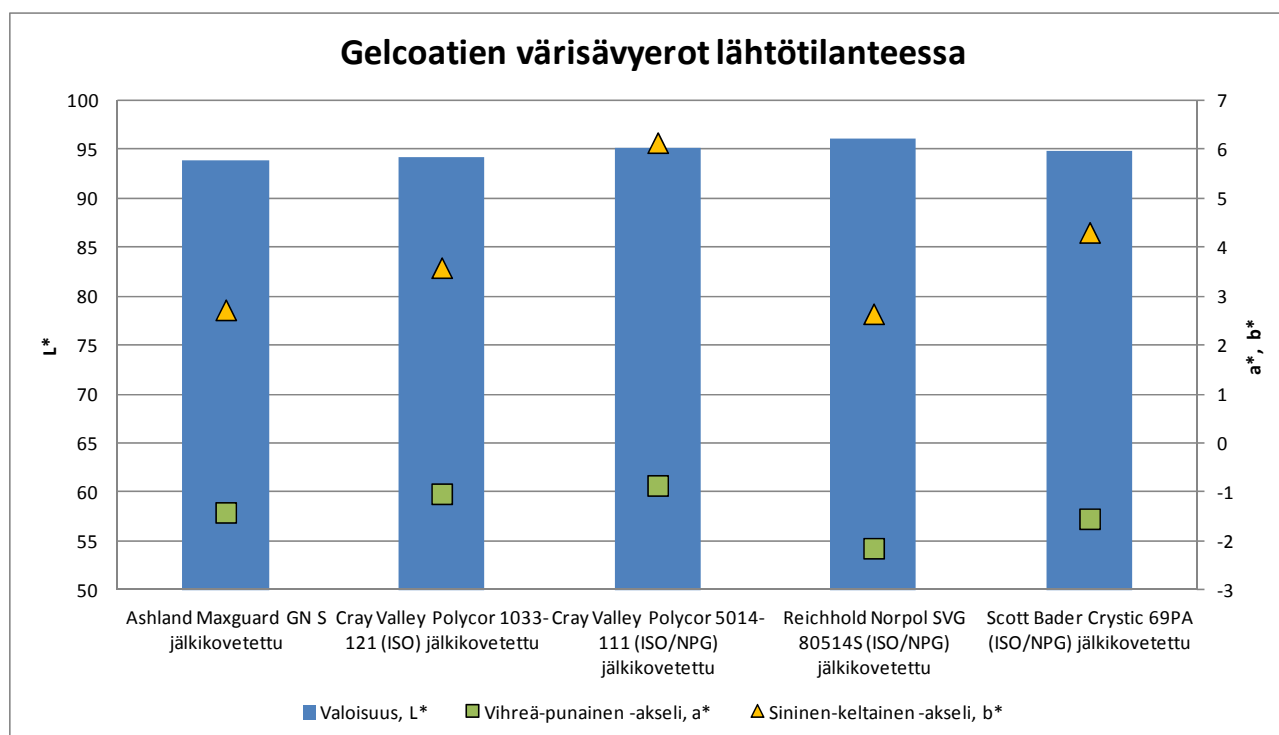
Kuva 1 Vasemmalla X-rite SP60 -värimittari ja oikealla Multigloss 268 -kiiltomittari.

4 NÄYTTEET

4.1 Gelcoatit

Testattavana oli yhteensä viisi gelcoatia neljältä eri valmistajalta. Geeleistä neljä oli isoftaalihappo/neopentyyli glykoli (ISO/NPG) –pohjaisia, ja yksi isoftaalihappo (ISO) –pohjainen. Testatut geelit olivat aakkojärjestyksessä: Ashland Maxguard GN S (ISO/NPG), Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO), Cray Valley Polycor 5014-111 (ISO/NPG), Reichhold Norpol SVG 80514S (ISO/NPG) ja Scott Bader Crystic 69PA (ISO/NPG). Kaikki näytteet valmistettiin levittämällä gelcoat lastalla lasimuotin päälle käyttäen 1 mm vasteita. Taustalaminaatit tehtiin käsin laminoimalla gelcoatkerroksen päälle. Näytteitä valmistettiin sekä jälkikivetettuinä, että ilman jälkikovetusta. Ennen jälkikovetusta kappaleet olivat saaneet kovettua huoneenlämmössä vähintään 24 tuntia. Jälkikovetus tehtiin 60 C –asteessa 12 tunnin ajan. Koska Ashlandin geelistä oli saatavilla vain jälkikovetettu testikappale, tehtiin gelcoat-vertailu jälkikovetetuista kappaleista. Testikappaleiden valmistustiedot on esitetty taulukossa 1.

Testisarjan geelit tilattiin samalla RAL9016 –värisävyllä. Poikkeuksena oli Cray Valley Polycor 5014-111, jonka sävy oli 10015 White. Näytteiden väriarvot mitattiin ennen vanhennusta ja ne on esitetty kaaviossa 1. Kaaviosta nähdään, että vihreä-punainen –akselilla kaikki näytteet olivat sävyltään kutakuinkin samanlaisia (vihreät neliöt). Sen sijaan sininen-keltainen –akselilla (keltaiset kolmiot) Cray Valley Polycor 5014-111 oli muita näytteitä keltaisempi. Väriarvot on mitattu jälkikovetetuista näytteistä.



Kaavio 1 Gelcoatien värisävyt ennen vanhennuksen aloittamista. a^* ja b^* -väriakselien tulokset on merkitty sillä värillä, jota ne ovat lähempänä ($0 \leq L^* \leq 100$ ja $-120 \leq a^*, b^* \leq 120$).

4.2 Gelcoatien lisäaineet

Lisäaineet –ryhmään kuuluivat gelcoatien ohentamiseen ja kovettamiseen käytettävät apuaineet. Ohenteista testattiin asetoni ja styreeni, sekä Ashland Enguard PA 9000 S patch-aid, joka on kolmikoinen ainoa kaupallinen gelcoat-ohenne. Asetonia ja styreeniä lisättiin 30 % gelcoatien määrästä. Lisäksi em. näytteisiin sekoitettiin kovettumisen edistämiseksi 3 % parafiiniliuosta. Patch-aidia lisättiin vastaavasti 33 % gelcoatien määrästä. Gelcoatina kaikissa näytteissä oli Ashland Maxguard GN S. Ohennetuissa näytteissä geeli levitettiin ruiskulla testikappaleen päälle. Kovettumisen jälkeen pinta hiottiin ja kiilloitettiin. Vertailukappaleessa geeli levitettiin lastalla lasimuottia vasten.

PVA ruiskutettiin märän gelcoatkerroksen päälle ja pestiin myöhemmin pois geelin kovettua. PVA-pinnoitetta verrattiin parafiiniliuokseen, jota lisättiin gelcoatiin 3 %. Ohenteena parafiiniliuosnäytteissä käytettiin joko 10 % asetonia, tai 10 % styreeniä. PVA- ja parafiiniliuosnäytteissä gelcoat levitettiin ruiskulla. Kappaleita ei kuitenkaan hiottu eikä kiilloitettu ruiskutuksen jälkeen. Vertailukappaleen geeli levitettiin lastalla lasimuotin päälle. Gelcoatina oli Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO).

4.3 Vahat

Testatut vahat olivat Hempel Wax & Protect, Autoglym Radiant ja Turtle Wax Gelcoat Polish. Pohjageelinä oli Ashland Maxguard GN S, joka oli levitetty lasimuottia vasten. Kaikki näytepalat oli ennen vahausta jälkikivetetty 60 C –asteessa 12 tunnin ajan.

4.4 Pintamaalit

Testatut pintamaalit olivat: Hempel Brilliant Enamel (1-komponenttinen uretaanimodifioitu pintamaali), Hempel Polybest (2-komponenttinen polyuretaanimaali), sekä kaksi automaalia, joista toinen oli 2-komponenttinen polyuretaani- ja toinen 2-komponenttinen akryyli-maali. Molempien Hempelin maalien sävy oli 10001 White. Automaaleilla sävy oli RAL9016. Kaikki maalit levitettiin hiekkapaperilla (karheus 180) hiotulle ja asetonilla pyyhitylle vanhalle gelcoat –pinnalle. Hempelin maaleja levitettiin 1 kerros siveltimellä. Automaaleja ruiskutettiin 3 kerrosta märkää märälle, käyttäen 1,4 mm suutinta. Maaleja ei jälkikivetetty.

Nro	Gelcoat	Sävy	Pohjalaminaatti	Gelcoat-in levitys	
				Muotti	Jälkikäteen
1	Scott Bader Crystic 69PA	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
2	Reichhold Norpol SVG 80514S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
3	Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO)	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
4	Cray Valley Polycor 5014-111 (ISO/NPG)	10015 White	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
5	Scott Bader Crystic 69PA	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
6	Reichhold Norpol SVG 80514S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
7	Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO)	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
8	Cray Valley Polycor 5014-111 (ISO/NPG)	10015 White	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
9	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
10	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
11	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
12	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)	X	
13 A&B	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		Preval Sprayer ruiskulla
14 A&B	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		Preval Sprayer ruiskulla
15 A&B	Ashland Maxguard GN S	RAL9016	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		Preval Sprayer ruiskulla
20	Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO)	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)		1,4mm ruiskulla
21	Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO)	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)		1,4mm ruiskulla
22	Cray Valley Polycor 1033-121 (ISO)	RAL9016	Aropol M 604 TB (DCPD)		2mm ruiskulla, 15min jälkeen PVA

Nro	MEKP	Lisäaineet	Jälkikovetus	Olosuhteet	Muuta
1	2 %	ei	ei	~20°C <50%	Ei käsitelty
2	2 %	ei	ei	~20°C <50%	Ei käsitelty
3	2 %	ei	ei	~20°C <50%	Ei käsitelty
4	2 %	ei	ei	~20°C <50%	Ei käsitelty
5	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Ei käsitelty
6	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Ei käsitelty
7	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Ei käsitelty
8	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Ei käsitelty
9	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Ei käsitelty
10	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Hempel Wax & Protect
11	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Autoglym Radiant
12	2 %	ei	12h @ 60C	~20°C <50%	Turtle wax gelcoat polish
13 A&B	2 %	50g gelcoat+15g asetoni+1,5gparafiiniliuos+1g MEKP	ei	20,5°C 32%	
14 A&B	2 %	50g gelcoat+15g styreeni+ 1,5g paraf+1g MEKP	ei	20,5°C 32%	
15 A&B	2 %	75g gelcoat+25g Patch aid+2g MEKP+10% Styreeni	ei	20,5°C 32%	A osa hiottu+kiillotettu, B osa ruiskun jäljiltä
20		Parafiiniliuos 3%, Asetoni 10%	ei	22°C 42%	
21		Parafiiniliuos 3%, Styreeni 10%	ei	22°C 42%	
22		PVA	ei	22°C 42%	

Taulukko 1 Valmistustiedot gelcoat-, lisäaine- ja vahatestikappaleista. Parafiiniliuos sisälsi 5 % parafiinia styreeniin liuotettuna.

Nro	Maali	Sävy	Laminaatti	Maalin levitys	
				Muotti	Jälkikäteen
16	Hempel Brilliant Enamel (1K uretaanimodif. pintamaali)	10001 White	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		Siveltimellä 1 kerros
17	Hempel Polybest (2K polyuretaani)	10001 White	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		Siveltimellä 1 kerros
18	Automaali 2K polyuretaani	RAL9016	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		ruiskulla 1.4mm suutin, 3 kerrosta märkää märälle
19	Automaali 2K Akryyli	RAL9016	180 paperilla hiottu + asetonilla pyyhitty vanha gelcoatpinta		ruiskulla 1.4mm suutin, 3 kerrosta märkää märälle

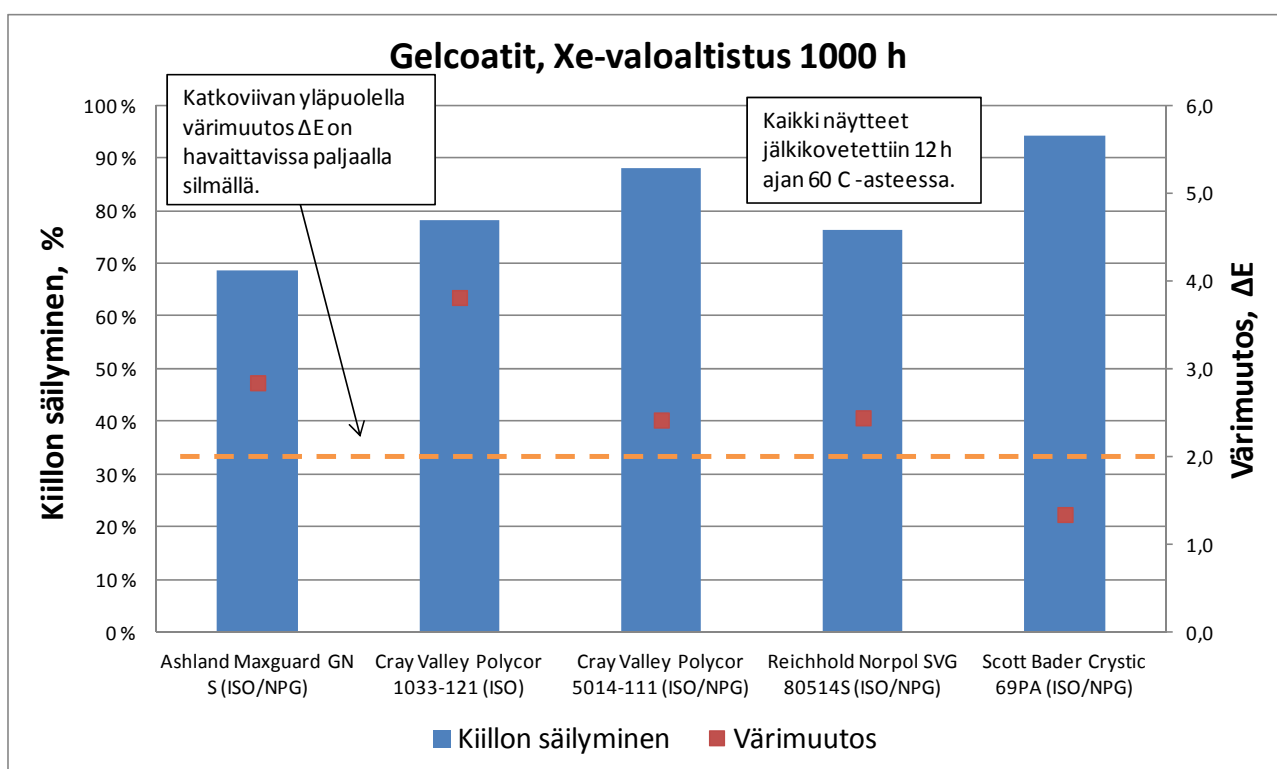
Nro	Lisäaineet	Jälkikövetus	Olosuhteet	Muuta
16	huolellinen sekoitus *	ei	20,5°C 32%	* purkin kauluksesta irtosi maaliin kuivuneita kiteitä
17	kovettaja 2:1, huolellinen sekoitus	ei	20,5°C 32%	
18	kovettaja 2:1, huolellinen sekoitus	ei	20,5°C 32%	
19	kovettaja 2:1, huolellinen sekoitus	ei	20,5°C 32%	

Taulukko 2 Maalinäytteiden valmistustiedot.

5 TULOKSET

5.1 Gelcoatit

Testeissä oli mukana yhteensä viisi gelcoatia neljältä eri valmistajalta. Yhtä lukuun ottamatta kaikki olivat ISO/NPG –pohjaisia gelcoathartseja. Kaaviossa 2 on esitetty gelcoatnäytteiden kiillon säilyvyys- ja värimuutosarvot 1000 tunnin ksenonkaappivanhennuksen jälkeen. Kaikki näytteet jälkikovetettiin 60 C –asteessa 12 tunnin ajan ennen vanhennusta.

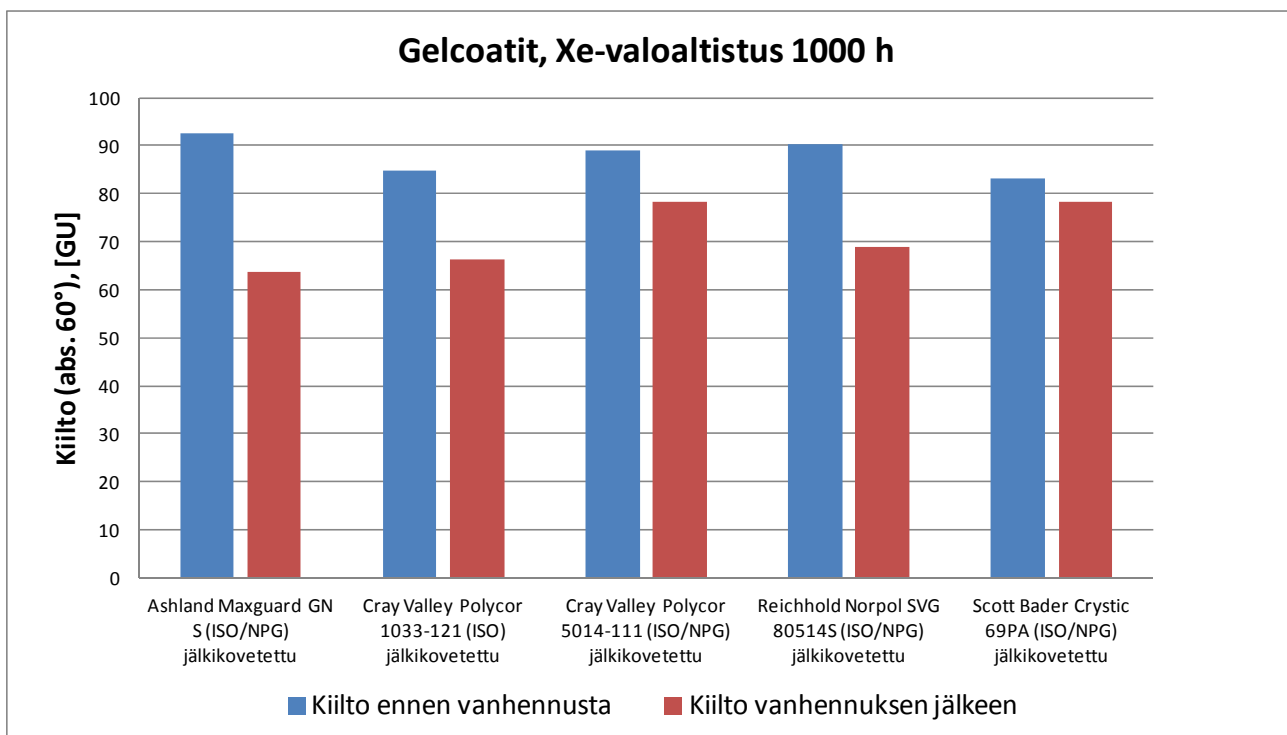


Kaavio 2 Kiillon säilyminen on kuvattu sinisinä pylväinä (korkeampi on parempi). Värimuutosarvot on esitetty punaisina pisteinä (mitä alempana, sitä vähemmän väri muuttui). Katkoviivan yläpuolella värimuutos on havaittavissa paljaalla silmällä.

Kiillon säilyminen kuvaa kuinka monta prosenttia gelcoatien alkuperäisestä kiillosta on jäljellä vanhennuksen jälkeen. Värimuutos ΔE kuvaa näytteen värisävyn vaihteluita. Yli kahden yksikön suuruista muutosta pidetään paljaalla silmällä havaittavuuden raja-arvona. Testissä värimuutokset aiheutuivat pääsääntöisesti kellastumisesta ja valoisuuden alenemisesta. Vertailun paras gelcoat oli Scott Bader Crystic 69PA. Sen kiilto säilyi parhaiten ja väri muuttui vähiten. Se oli myös geeleistä ainoa, jonka värimuutos jäi alle kahden. Toiselle sijalle ylsi Cray Valley Polycor 5014-111. Testisarjan loput geelit olivat kärkeä huonompia joko kiillon säilyvyydessä,

värimuutoksessa, tai molemmissa. Suurin värimuutos ($\Delta E = 3,8$) syntyi Cray Valley Polycor 1033-121 –geelillä, joka oli myös vertailun ainoa ei-NPG –geeli.

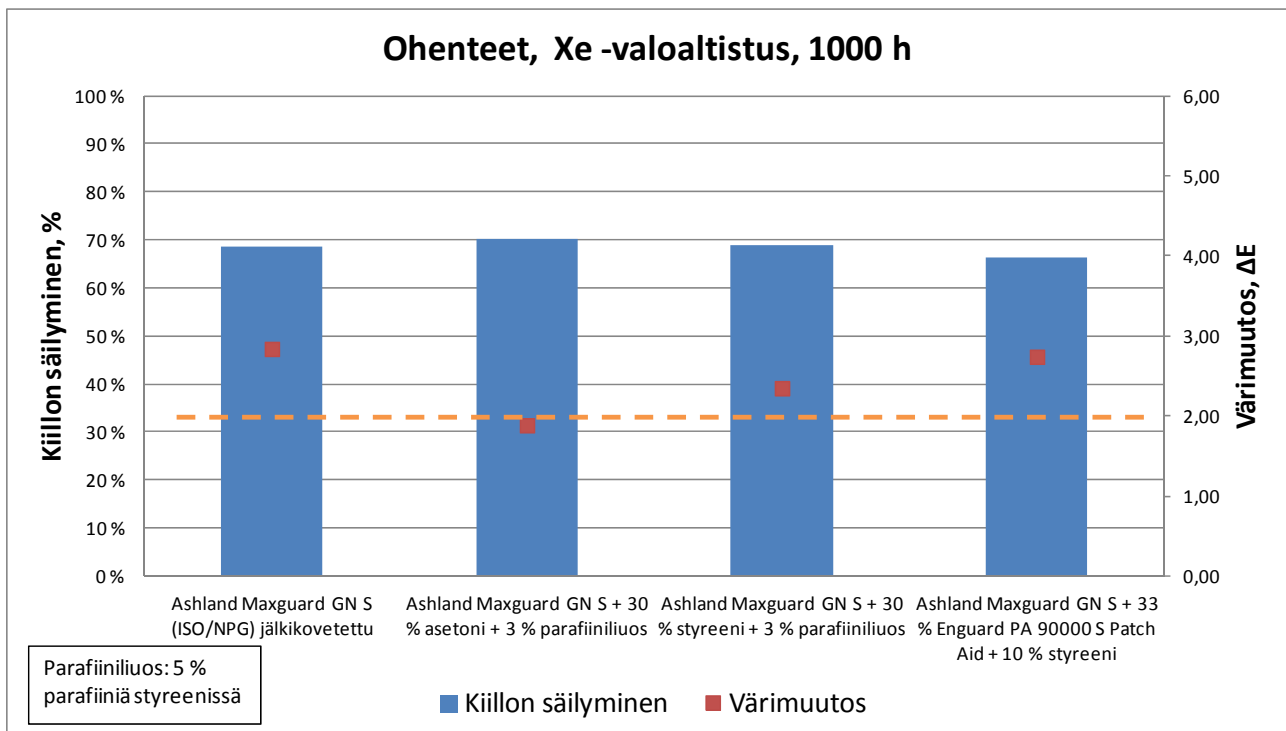
Vertailun vuoksi kaaviossa 3 on esitetty gelcoatien absoluuttiset kiiltoarvot ennen ja jälkeen vanhennuksen. Kaaviossa 2 esitetty kiillon säilyminen kuvaa ainoastaan kiillon muutoksen suuruutta, eikä kerro, mikä näytteistä oli kiiltävin testin päätyttyä. Kaaviosta 3 nähdään, että vaikka Scott Bader Crystic 69PA säilytti kiiltonsa parhaiten, sen lähtötaso oli jo valmiiksi muita geelejä alempi. Todellisuudessa sen kiilto testin lopussa oli yhtä suuri Cray Valley Polycor 5014-111:n kanssa.



Kaavio 3 Gelcoat –näytteiden todelliset kiiltoarvot ennen ja jälkeen vanhennusta 60° -mittausgeometrialla mitattuna.

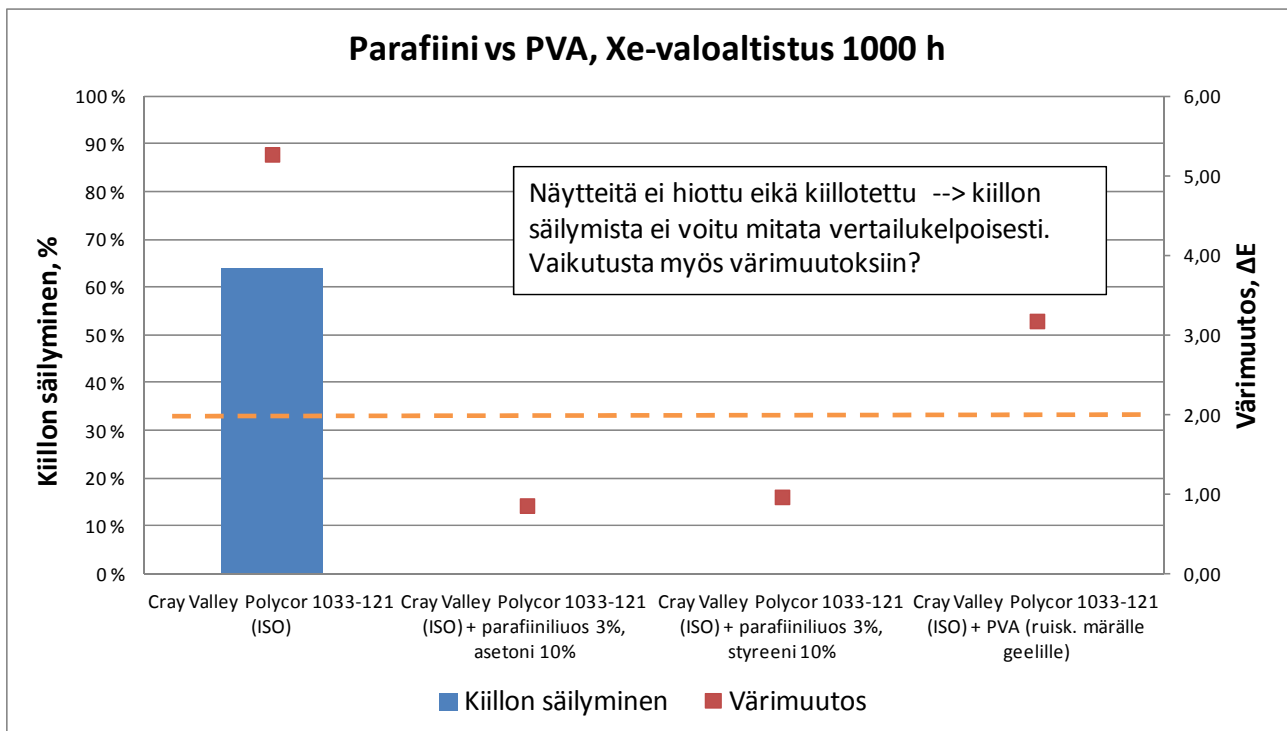
5.2 Gelcoatien lisäaineet

Ohennevertailun tulokset olivat yllättäviä. Styreeni ei aiheuttanut ennakoon oletettua kellastumista, eikä asetoni huokoisuutta. Niillä ei myöskään ollut vaikutusta kiillon säilymiseen, ja värimuutoksia ne jopa alensivat. Erot referenssigeeliin nähden olisivat voineet olla vieläkin suuremmat, mikäli referenssi olisi ollut jälkikivettamaton. Yllättäen kaupallinen patch-aid pärjäsi hieman asetonia ja styreeniä huonommin. Tulokset on esitetty kaaviossa 4.



Kaavio 4 Ohenteiden vaikutus jäi yllättävän vähäiseksi. Patch-aid ei ollut styreeniä ja asetonia parempi.

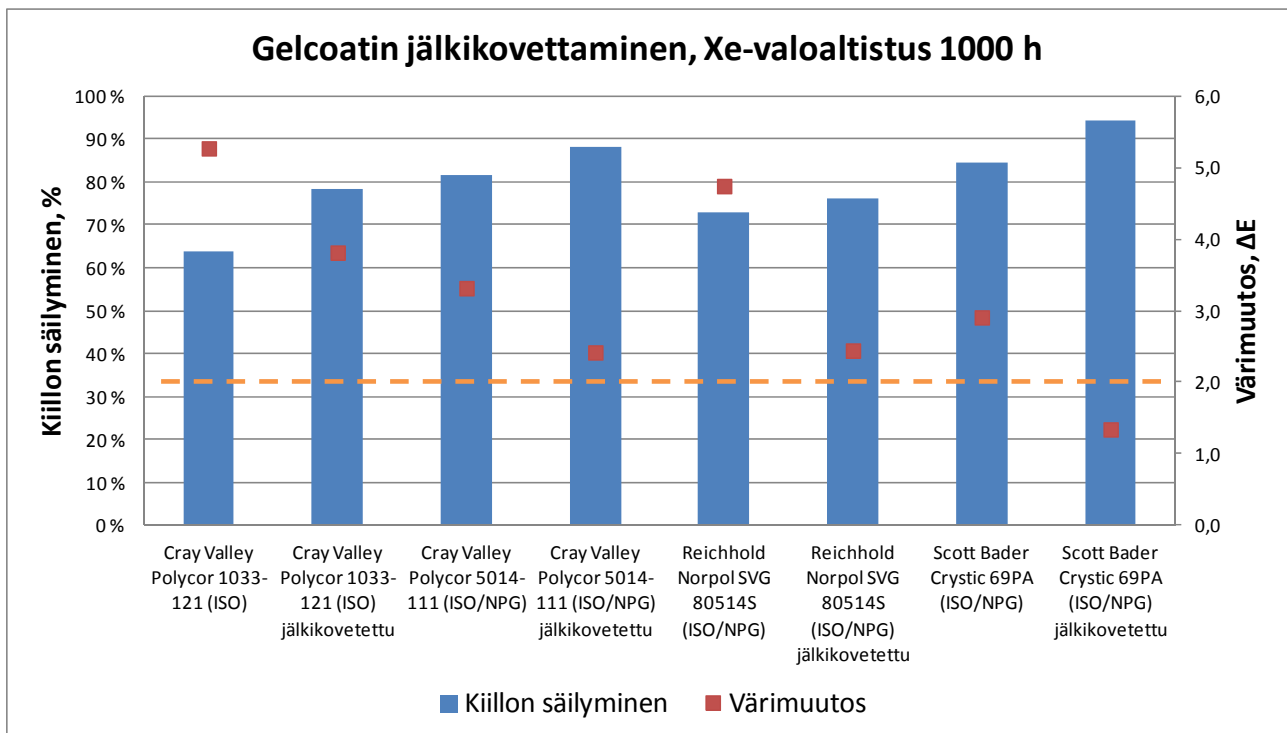
PVA ja parafiiniliuos alensivat todella selvästi värimuutoksia. Tuloksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä näytteitä ei hiottu ja kiillotettu ennen testiä. Näin ollen kiiltoarvot olivat jo ennen testiä matalat sekä PVA- että parafiiniliuostestikappaleilla, ja sen vuoksi kiiltoarvot on jätetty kokonaan esittämättä. Mattamaisuudella saattoi olla vaikutusta myös värimittaustuloksiin. Tulokset on esitetty kaaviossa 5.



Kaavio 5 PVA ja parafiiniliuos alensivat värimuutoksia. Parafiininäytteitä ei hiottu jälkikäteen, mikä saattoi vaikuttaa myös värimittauksiin.

5.3 Jälkikovettaminen

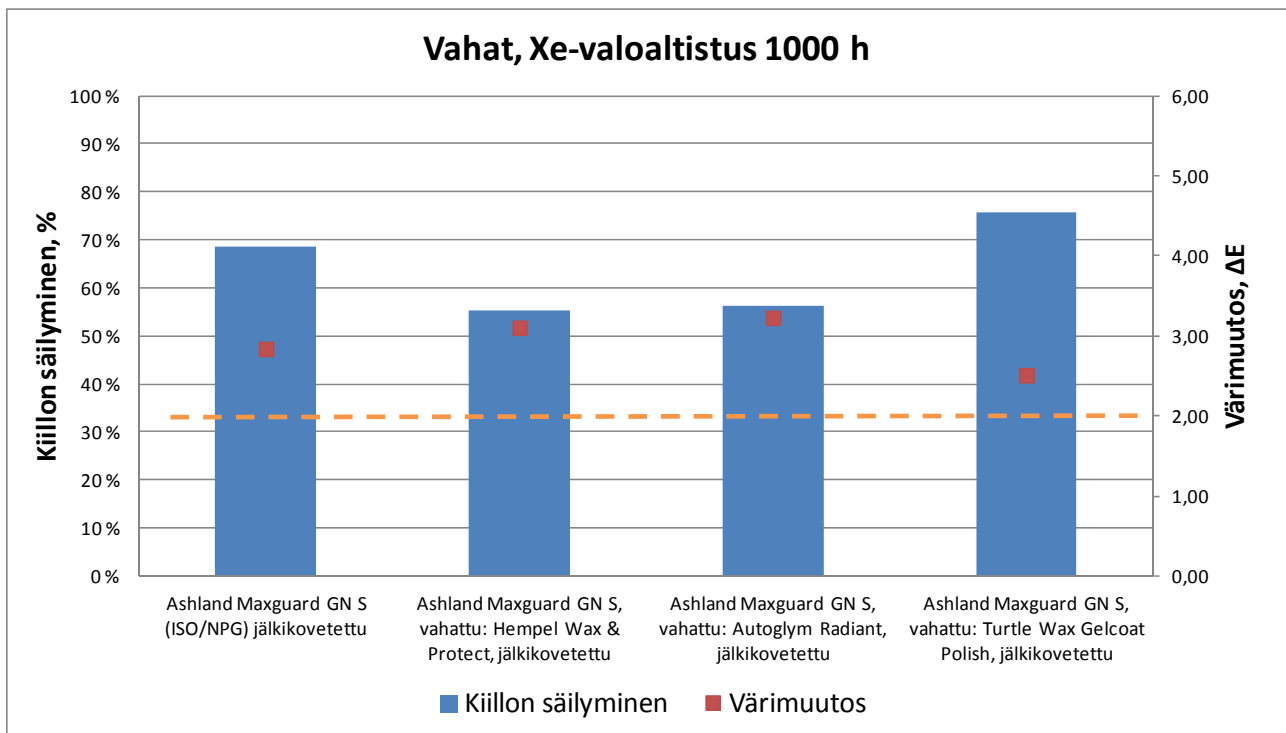
Osa gelcoat-näytteistä jälkikovetettiin 12 h 60 C –asteessa, ja niiden väri- ja kiiltomuutoksia verrattiin jälkikovettamattomiin näytteisiin. Tulokset on esitetty kaaviossa 6. Siitä nähdään, että kaikissa tapauksissa jälkikovettaminen alensi selvästi värimuutosta ja edesauttoi myös kiillon säilymistä.



Kaavio 6 Jälkikovetetut näytteet säilyttivät värinsä ja kiiltonsa jälkikovettamattomia paremmin. Jälkikovetus tehtiin 60 C –asteessa 12 tunnin ajan.

5.4 Vahat

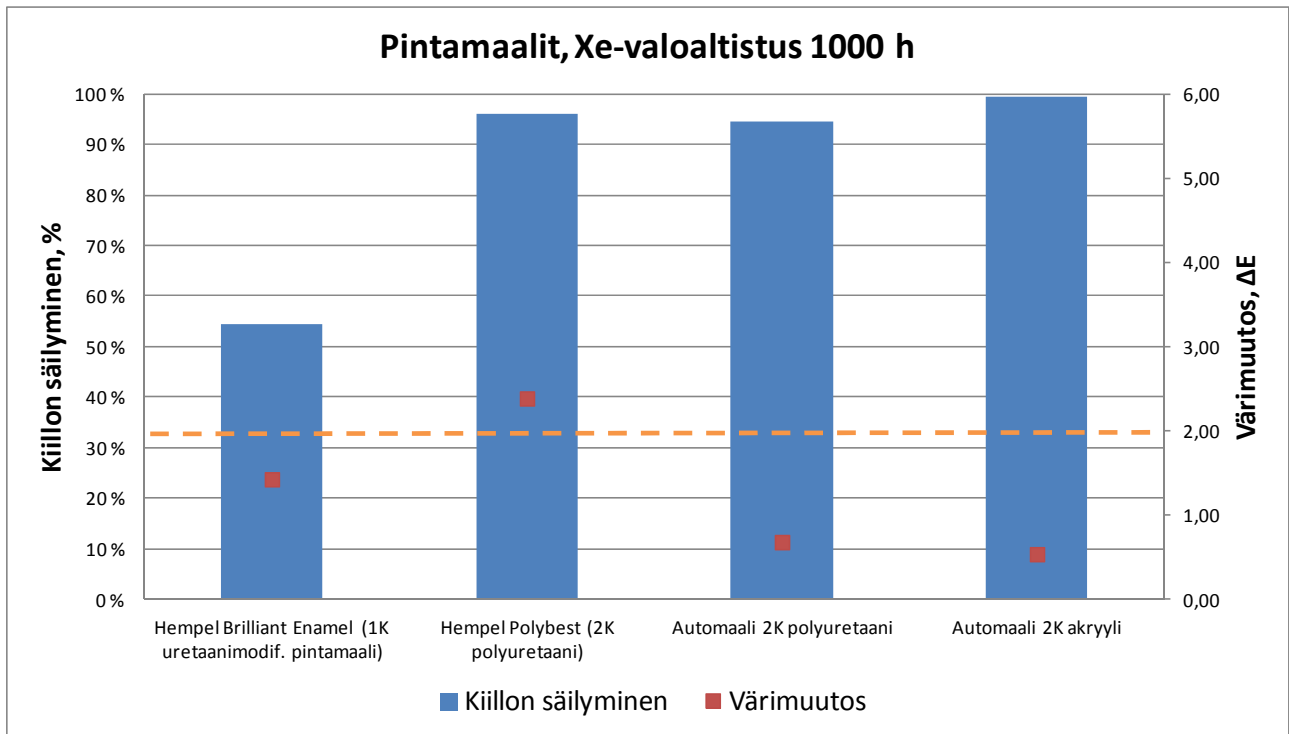
Vahojen vaikutusta geelipinnan kiilto- ja värimuutoksiin tutkittiin kolmella eri vahalla. Kaikki vahatut näytteet jälkikovetettiin 12 h 60 C –asteessa. Testin tulokset on esitetty kaaviossa 7. Kaaviosta nähdään, että Hempel ja Autoglym –vahoilla kiilto huononi värimuutoksen säilyessä ennallaan. Kolmikosta Turtle Wax oli ainoa vaha, jolla kiilto parani. Värimuutoksiin ei Turtlenkaan vahalla ollut juuri vaikutusta.



Kaavio 7 Turtle oli kolmikon ainoa gelcoatin kiiltoon myönteisesti vaikuttanut vaha. Värimuutoksiin vahoilla ei juurikaan ollut vaikutusta.

5.5 Pintamaalit

Pintamaalien vanhennustulokset on esitetty kaaviossa 8. Tuloksista nähdään, että kolme neljästä maalista säilytti kiiltonsa erinomaisesti. Ainoastaan sarjan ainoalla yksikomponenttimaalilla Hempel Brilliant Enamelilla kiilto oli jostain syystä surkea. Värimuutokset jäivät Hempel Polybestiä lukuun ottamatta kaikilla alle kahden, mitä voidaan pitää hyvänä tuloksena. Erityisen hyvin pärjäsivät automaalit, joilla kiilto säilyi lähes muuttumattomana ja värimuutoksetkin jäivät selvästi alle yhden.



Kaavio 8 Automaalit säilyttivät kaikista testisarja näytteistä parhaiten värinsä ja kiiltonsa.

6 YHTEENVETO

Gelcoatien ja pintamaalien värin ja kiillon muuttumista testattiin vanhentamalla niitä keinotekoisesti ksenonkaapissa 1000 tunnin ajan, mikä vastaa kahden vuoden ympärivuotista ulkoilma-altistusta Etelä-Suomen olosuhteissa. Koekappaleiden kiiltoa ja värimuutoksia seurattiin testin kuluessa.

Gelcoateista parhaiten kiiltonsa ja värinsä säilytti Scott Bader Crystic 69PA. Se oli myös testisarjan ainoa gelcoat, jolla värimuutos jäi jälkikövetettuna alle kahden, mitä pidetään paljaalla silmällä erottuvuuden raja-arvona. Muilla geeleillä jälkikövetetut värimuutosarvot olivat välillä 2...4. Vastaavasti kiillon säilyvyys vaihteli jälkikövetetuilla testikappaleilla välillä 69...94 %. Jälkikövetuksen ansiosta geelien värimuutokset vähenivät 27...54 % ja kiillon säilyvyys oli 3...14 % -yksikköä korkeampi.

Gelcoatien ohentaminen styreenillä tai asetonilla ei yllättäen vaikuttanut haitallisesti väri- ja kiiltoarvoihin. Päinvastoin, värimuutokset alenivat asetonilla 34 % ja styreenillä 17 %. Kiillon säilyvyyteen niillä ei ollut vaikutusta. Kaupallinen Ashland Enguard 90000 S patch-aid ei ollut asetonilla ja styreenillä parempi. Patch-aidilla värimuutos laski 3 % mutta kiillon säilyvyys huononi 3 % -yksikköä.

PVA ja parafiiniliuos näyttivät hillitsevän värimuutoksia selvästi, jopa 40...84 %. Kiillon osalta tulos jäi epäselväksi, koska koekappaleet jäivät mattapintaisiksi. Mattamaisuudella saattoi olla vaikutusta myös värimittauksiin, joten tuloksiin tulee suhtautua varauksella.

Vahoista Turtle Wax Gelcoat Polish oli ainoa, jolla väri- ja kiiltoarvot paranivat. Vahauksen ansiosta värimuutos aleni 12 % ja kiillon säilyvyys oli 7 % -yksikköä korkeampi.

Kaikki testatut kaksikomponenttimaalit säilyttivät kiiltonsa erinomaisesti. Sen sijaan ainoana yksikomponenttimaalina testeihin osallistunut Hempel Brilliant Enamel oli kiillon osalta surkea. Kaikkien maalien värimuutokset jäivät alhaisiksi. Erityisesti tämä näkyi automaaleilla.