

## SILIKOONVÄRV ja SILIKOONKROHV

Alar Püürfeld 2011

Fassaad on iga maja visiitkaart. Kui ta on määratud ja defektidega jätab see halva esmamulje kogu majast. Peale selle kahandab defekte fassaadikate kogu maja väärtust. Seepärast on vajalik fassaadide "loomulikud" vaenlased nagu vee, UV-kiirguse ja õhusaaste mõju fassaadile maksimaalselt vähendada. Parimad katted selleks on hüdrofoobsed ja samal ajal difuussed kattekihid. Kattekihite all mõeldakse toodete kompleksi krunt/krohv/värv.

### Nõuded fassaadikattesüsteemidele

Iga fassaadi-kattematerjal omab oma spetsiifilisi omadusi ja reageerib erinevalt välistele mõjudele. Fassaadikatetele esitatavad nõuded:

- kauakestev/majandslikult tulus
- vetthülgav ja difuusne
- ilmastikukindel
- lihtsa ja kiire töötusega
- lahustivaba/ökoloogiline
- mineraalne/mittekriidistuv

Vetthülgav kate ei seo mustust ning jätab mustuseosakesed pärlendama. Kattekiht võiks olla pikaajalise mustuse kaitsega, et tolm ja tahm ei nakkuks ja vihmaga lihtsalt maha uhtuks. Oluline on ka see, et kattesüsteem ei sisaldaks sideainet, mis kõrge temperatuuriga pehmeks ja kleepuvaks muutuks. Kattekihiks on soovitatav kasutada vetthülgavat katet, kuna kuiv aluspind pakub paremat kaitset mikroorganismide eest. Kahjustuse vältimiseks on soovitatav kasutada fungitsiididega ja algitsiididega rikastatud kattesüsteeme.

### Fassaadi kattesüsteemide jaotus

Fassaadidel kasutatakse erinevaid kattesüsteeme. Levinumateks fassaadi-kattesüsteemideks on krohvkatted ja värvkatted, mis omakorda jagunevad mitmeteks alaliikideks.

Põhilised värvkatted ja pastöössed (vedelal kujul tarnitavad) krohvkatted on:

Liik	Sideaine	Lahusti
Puhas silikaatvärv	Kaalium-vesiklaas	Vesi
Silikaat-dispersioonvärv/ Dispersioon-silikaatkrohv	Kaalium-vesiklaas/polümeerdispersioon	Vesi
Dispersioonvärv/Polümeerikrohv	Polümeerdispersioon (PVA, polüvinüülpropionaat, stürool/akrülaat)	Vesi
Polümeervärv/ Polümeerikrohv lahusti baasil	Akrüülvaik	Orgaaniline lahusti
Silikonvaikvärv/ Silikonkrohv/Siloksaankrohv	Silikonvaikemulsioon, polümeerdispersioon	Vesi

Kattesüsteemide tähtsaimad füüsikalised parameetrid on veeimavus, veeauru difusioon, nakketugevus, hõõrdekindlus ja ilmastikukindlus.

Kattesüsteemide jagunemine veeauru difusioonitakistuskonstandi  $S_d$  järgi (mida väiksem, seda parem):

Klass	Veeauru difusioonitakistusnäitaja $S_d$ [m]	Klassifikatsioon	Värvkatte liigid	Krohvkatte liigid
I	$S_d < 0,1$ m	Mikropoorne ja difuusne	Silikonvärvid, siloksaanvärvid, 2K-silikaatvärvid	Silikonkrohv, siloksaankrohv
II	$S_d = 0,1-0,5$ m	Difuusne	Dispersioon-silikaatvärvid, dispersioonvärvid	Silikaatkrohv (Organo-silikaatkrohv)
III	$S_d = 0,5-2,0$ m	Veeauru takistav	Polümeervärvid	Polümeerikrohv
IV	$S_d > 2,0$ m	Veeaurutihe	Betoonvärvid	--

Kattesüsteemide jagunemine veeimavuse  $w$  järgi (mida väiksem, seda parem):

Klass	Veeimavuskoefitsient $w$ [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$ ]	Klassifikatsioon	Värvkatte liigid	Krohvkatte liigid
I	$w < 0,1$ m	Vett-hülgav	Silikonvärvid, siloksaanvärvid,	Silikonkrohv, siloksaankrohv
II	$w = 0,1-0,5$ m	Vett-tõkestav	Dispersioon-silikaatvärvid, dispersioonvärvid	Silikaatkrohv (Organo-silikaatkrohv)
III	$w = 0,5-2,0$ m	Vett takistav	Dispersioonvärvid, Polümeervärvid	Polümeerikrohv
IV	$w > 2,0$ m	Vett läbilaskev	2K-silikaatvärvid, lubivärvid	Mineraalkrohv

Värvide ja pastöössete krohvide jaotus keemilisse gruppi kuuluvuse järgi:

Jaotus	Sideaine	Värvkatted	Krohvkatted
Mineraalne	lubjahüdraat	Lubivärv	Lubikrohv (mittepastöösne)

	vesiklaas	2K-silikaatvärv (puhas silikaatvärv)	
Mineraalne/orgaaniline	vesiklaas, polümeerdispersioon silikoonvaikemulsioon,	1K-silikaatvärv (dispersioonsilikaatvärv) silikoonvärv, siloksaanvärv	Silikaatkrohv (Organo- silikaatkrohv), silikoonkrohv, siloksaankrohv
Orgaaniline	polümeerdispersioon	dispersioonvärv	Polümeerkrohv

## Silikoonvärv ja silikoonkrohv – parimad kattesüsteemid fassaadile

Füüsikalistest parameetritest lähtuvalt on fassaadi kattesüsteemiks parim valik silikoonvärv või silikoonkrohv. Siikoon-kattesüsteeme kasutatakse aastast 1975 ja nad on võitnud tänu oma kauakestvusele Euroopas suure populaarsuse. Silikoonvärvi ja silikoonkrohvi tähtsaimas komponendis - silikoonvaigus - on mineraalne komponent (kvarts) keemiliselt seotud polümeerse sideainega. Mineraalsele sideainele omased eelised (keemiline side mineraalse aluspinnaga) on seotud polümeersele sideainele omaste eelistega (veehülgavus). Silikoonvaiku saab siduda polümeerdispersiooniga (akrülaadiga, stürool/akrülaadiga) ja vähesel määral ka lahustiga, et tekiks tugevam ja vastupidavam pinnakiht. Tehnilistelt omadustelt on silikoonvärvid ja –krohv tugevalt seotud polümeerdispersiooni osakaaluga tootes. Puhtad silikoonvärvid ja –krohv on kilet mittemoodustavad, vett-hülgavad, ja omavad piisavalt veeauru läbilaskvõimet. Mida suurem polümeerdispersiooni osakaal, seda suurem on kilemoodustumine ja tugevus, seevastu väheneb veeuru läbivus ja suureneb veemavus.

### Silikoonvärvis silikoonvaigu ja polümeerdispersiooni suhte seos omadustega

Polümeerdispersiooni ja silikoonvaigu suhe silikoonvaikemulsioonis	Silikoonvaigu osakaal silikoonvaikemulsioonis %	Veeimavuskoeffitsient $W_{24}$	Veeauru difusioonitakistus-näitaja $S_d$
1 : 0,6	37,5 %	0,10	0,10
1 : 0,9	47 %	0,08	0,16
1 : 1,1	52 %	0,07	0,20
1 : 1,3	56,6 %	0,06	0,25

Silikoonvärvid sisaldavad vähemalt 50 % silikoonvaikemulsiooni, kuna puhas silikoonvaikvärv on habras ja mehhaaniliselt kergelt vigastatav. Seepärast lisatakse silikoonvärvi ja –krohvi polümeerdispersiooni. Tavalistel dispersioonvärvidel on kuivainesisaldus maksimaalselt 35 % ning kõik pigmendi ja täiteaine osakesed on sideainega nii ümbritsetud, et poore praktiliselt pole. Sellised tooted on loomulikult juba väikese veemavusega, aga täidetud pooride tõttu ka väikese veeauru difusiooniga, mis võib äärmuslikes tingimustes tekitada probleeme. Silikoonvärve võib aga retsepteerida üle kriitilise taseme ehk üle 60 % kuivaine sisaldusega, mis annab neile väga hea kattevõime. Poorid aga ei täitu mitte sideainega vaid õhuga, mistõttu veeauru difusioon on parem. Polümeerdispersioonil on ülesanne pigmendiosakesed omavahel siduda. Selleks, et silikoontooted oleksid vett-hülgavad, peavad vabad pigmendi- ja täiteaineosakesed olema silikoonemulsiooniga ümbritsetud. Tulemuseks on toode, mis üle kriitilise taseme kuivainesisaldusega on ka väga hea ilmastikukindlusega, kuna pigment ja täiteaineosakesed on hüdrofoobsed. Ka üle kriitilise retsepteringuga kuivainesisaldusega silikoontootel on veeauru läbilaskvus hea. Selleks, et pinnal tekiks pärlendusefekt lisatakse väike protsent silaane. Silikoonvärvid ja -krohvide positiivsed omadused pääsevad mõjule alles siis, kui aluspind on krunditud hüdrofobiseeriva silaankrundiga. Kuna silikoonvärvid ja -krohv ei ole suletud pooridega, siis on neil suurepärane veeauru difusioon, ja see ei vii külmakahjustusteni, mullitumisteni ja läbiniiskumisteni.

Silikoontoodete molekulstruktuuril on vett-hülgavad ja difuussed omadused ning keemiliselt tugevalt mineraalse aluspinnaga seotud. Silikoontoodetel on nn permanentne hüdrofoobne mõju, mis on tingitud silikoonvaigu orgaanilisest grupist. Tema anorgaanilised osad ankurduvad pigmendi ja täiteaine vahele ja seetõttu nende kahe keemilise grupi molekulide (orgaaniline ja anorgaaniline) koosmõjul tekivad vett-hülgavad poorid ja kapillaarid. Nii ei saa vesi sisse tungida ja jääb pinnale pärlendama ilma, et tekiks värvikilet nagu dispersioonvärvide puhul.

Selleks, et silikoon-kattekihi head küljed mõjule pääseksid on vaja, et kattekihile ei mõjuks aluspinna negatiivseid mõjusid (leelised, soolad, jm). Selle jaoks on olulisel kohal silikoonkrunt, mis tugevdab aluspinda, impregneerib ja immutab. Ta tungib sügavale aluspinda, tugevdab pudisevat aluspinda, vähendab aluspinna imavust, mõjub vett-hülgavalt, loob loodava katte alla kuiva tsooni, vähendab niiskuse- ja soolaliikumist (tekitab hüdrofoobse tsooni) ning omab kõrget veeauru läbilaskvust. Sellisel viisil kuivab aluspind peale märgumist ja aluspind saab takistamatult karboniseeruda ehk kivineda. Peale selle tekib tugevam nake silikoonvärvi ja -krohvi. Silikoonkrundid on lihtsalt kasutatavad, keskkonnasõbralikud ja lahustivabad, vee baasil.

Silikoonkrohvide põhilised omadused kattuvad silikoonvärvide omadega, erinevuseks on krohvide näiliselt suurem kihipaksus. Tegelikult kõigub krohvi kihipaksus vahemikus 0,2..2,0 mm, ja isegi veeauru difusiooni parameeter on värviga ligilähedane. Omadustelt on silikoonkrohvid lähedasemad silikaatkrohvidele. Silikoonkrohv sisaldavad erinevates suhetes dispersiooni ja silikoonvaik-komponente. Silikoonkrohv on oma difusioonivõimega võrreldavad mineraalkrohvidega ja veehülgavuse parameetrite osas võrreldavad polümeerkrohvidega. Keemiliselt on silikoonkrohv puhta anorgaanilise krohvi (silikaatkrohv) ja puhta orgaanilise krohvi (polümeerkrohv) vahepealne krohv. Silikoonkrohvil on võrreldes polümeerkrohvidega, silikaatkrohvidega ja mineraalkrohvidega paremad füüsikalised omadused ning nende populaarsus on järjest tõusva trendina täheldatav. Praktikas on täheldatud, et ainult kõrgvaliteetsed silikoonkrohv (kõrge silikoonvaigu osakaaluga) tooted säilitavad oma häid füüsikalisi omadusi praktikas ka pikaajalt.

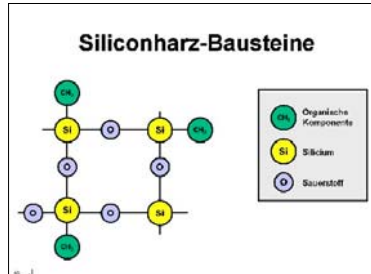
## Silikoontootes on silikoonsideaine määrava tähtsusega

Silikoonkrohvide koostis, erinevalt polümeerkrohvidest ei ole täpselt reglementeeritud, mis annab praktikas, eelkõige hinnapõhjustel ka mitte-ehsaid silikoonkrohve ja –värve “silikoon”-sildiga müüa. Tegelikuses on tegemist sellisel juhul silikoonvaikemulsiooni asemel krohvi (ja ka värvi) retseptuuris hoopis silikoonõliga. Varem nimetati selliseid krohve (ja värve) silikoniseeritud polümeerkrohvideks või silikoonlisandiga dispersioonvärviks. Omadustelt on eksploatatsiooni algfaasis mõlemad – nii ehtsad silikoontooted ja silikoniseeritud tooted – samaväärsete

omadustega. Pikemas eksploatatsioonis aga (ca 2-3 aasta pärast) kaotavad silikoniseeritud tooted oma võrdväärsete omadused ja langevad oma omadustelt polümeerikrohvide ja dispersioonvärvide tasemele ja eelkõige on see märgata fassaadide mustumisest.

Silikonvärve ja silikonkrohve tohib nii nimetada ainult siis, kui nad sisaldavad silikonvaiku. Silikonvärvi ja -krohvi tähtsaim koostisosa on silikonvaik, mis tagab silikoonkrohvide head omadused. Silikonkrohvi kohta kehtib Sveisitsi norm SIA 242/1, kus kirjeldatakse, et silikonkrohvi koostisosadeks on täiteaine, lisandid, silikonvaik, dispersioon-sideaine kuni 6 massi-% kogumassist. Polümeerikrohvide Tootjate Liit Saksamaal kirjeldab silikonkrohvi kohta järgmist: polümeerdispersioon+silikonvaikemulsioon suhe ca 2:1 kogu sideaines.

DIN 18363 nimetab silikonvaikemulsioonvärvide koostisosadeks: silikonvaikemulsioon, polümeerdispersioon, pigmendid, täiteaine, lisandid. DIN EN 1062 järgi on silikonvärvide veeauru läbilaskvus kõrgeim ( $sd < 0,14 \text{ m}$ ) ja veemavus vähim aste ( $w < 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$ ).



Silikonkrohv ja silikonvärv on oma keemiliselt kuuluvusest mineraalne/orgaaniline tänu oma molekulaarsele segastruktuurile. Silikaatkrohv (õigemini dispersioon-silikaatkrohv) on samuti mineraalne/orgaaniline. Nagu nimi ütleb on siin tegemist sideainega, kus polümeerdispersioon on segatud kaalium-vesiklaasiga ja saadakse tegelikult dispersioon-silikaatkrohv. Saksamaal pole nende sideainete suhet defineeritud, aga Sveitsis on norm kehtestanud, et dispersioon-silikaatkrohvides (ehk organo-silikaatkrohvides) ei tohi polümeerdispersiooni osakaal ületada 5%. Varem toodeti silikaatvärve ainult kaalium-vesiklaasist. Kahjuks ei ole need tooted laos hoidmiseks püsivad. Alles peale polümeerdispersiooniga modifitseerimist sai võimalikuks laos püsivaid ühekomponentseid silikaattooteid valmistada. Dispersioon-silikaatkrohv ja -värvid erinevad oma sideaine koostise ja sellega seoses ka omaduste poolest võrreldes polümeerikrohvidega ja dispersioonvärvidega. Dispersioon-silikaatkrohv ja -värvid kuivavad mitte ainult vee aurumise teel vaid ka tekitavad keemilise sideme aluspinnaga tänu leeliselisele kaalium-vesiklaasile ( $\text{pH} > 10$ ) ja aluspinnaga tekivad mitmesugused lahustamatud silikaadid. Sellega saavutatakse 2 tähtsat krohvi ja värvi omadust. Neid saab toonida ainult anorgaaniliste pigmentidega, mis võimaldab piiratud toonivalikut. Dispersioon-silikaatkrohve ja -värve võib kanda ainult mineraalsetele aluspindadele, kuna muude aluspindadega ei teki vajalikku naket.

Kaubanduses müüakse dispersioon-silikaatkrohve, mis nakuvad kipsiga või teiste mittemineraalsete aluspindadega. Need krohv ei ole ehtsad dispersioon-silikaatkrohv, kuna seal on kaalium-vesiklaasi osa tugevalt vähendatud, mistõttu on need tegelikult kaalium-vesiklaasiga modifitseeritud polümeerikrohv.

Järgnevalt 3 üldtunnustatud pastöössete krohviliikide näidisretseptuuri, kus on näha, et kõikides krohviliikides on vajalikuks sideaineks polümeerdispersiooni. Kuna polümeerdispersioon on segunev ka silikonvaikemulsiooniga, siis võib ka silikonvaikemulsioon sisalduda kõigis kolmes krohviliigis.

Konkreetsed krohvi ja värvi kuuluvuse tühte või teise gruppi peaksid ära määrama kokkuleppelised reeglid (vt. tabel), aga need ei ole kohustuslikud ja seega jääb tootjal vaba voli oma tooteid grupeerida.

#### Silikonkrohvi retseptinäidis

Koostisosa	Retsepti protsentuaalne osa
Vesi	17,1 %
Paksendi	0,6 %
Dispergeeraine	0,1 %
Kiud	0,8 %
Konserveerimislisand	0,2 %
TiO <sub>2</sub>	2 %
<b>Polümeerdispersioon</b>	<b>5,5 %</b>
Täiteaine	67 %
<b>Silikonvaiksideaine</b>	<b>5,5 %</b>
Hüdrofobiseeriv lisand	1 %
Vahu eemaldi	0,2
	<b>100 %</b>

#### Polümeerikrohvi retseptinäidis

Koostisosa	Retsepti protsentuaalne osa
Vesi	17,1 %
Paksendi	0,6 %
Dispergeeraine	0,1 %
Kiud	0,8 %
Konserveerimislisand	0,2 %
TiO <sub>2</sub>	2 %
<b>Polümeerdispersioon</b>	<b>11 %</b>
Täiteaine	65,5 %
<b>Silikonvaiksideaine</b>	<b>1,5 %</b>
Hüdrofobiseeriv lisand	1 %
Vahu eemaldi	0,2
	<b>100 %</b>

#### Silikaatkrohvi retseptinäidis

Koostisosa	Retsepti protsentuaalne osa
Vesi	5 %
Paksendi	0,4 %
Dispergeeraine	0,1 %
Kiud	0,6 %
Konserveerimislisand	0,1 %
TiO <sub>2</sub>	2 %
<b>Polümeerdispersioon</b>	<b>3 %</b>
Täiteaine	59,6 %
<b>Kaalium-vesiklaas</b>	<b>28 %</b>
Hüdrofobiseeriv lisand	1 %
Vahu eemaldi	0,2
	<b>100 %</b>

Krohvide ja värvide liigitus sideaine sisalduse järgi:

Sideaine koguselised nõuded krohvites	Dispersioonvärvid	Polümeerikrohv	Dispersioon-silikaatvärvid	Silikaatkrohv	Silikonvärvid	Silikonkrohv
Kogureseptis ...	• Dispersiooni 25-50 %	• Dispersiooni min 7 %	• kaalium-vesiklaasi 25-35 % • dispersiooni 6-10 %	• 20-30 % kaalium-vesiklaasi • max 5 % dispersiooni	• min 12 % silikonvaikemulsioon	• dispersiooni max 6 % • ülejäänud 4-6 % silikonvaikemulsioon

Sideaines..	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sideaine koostises 70.. 100 % dispersiooni</li> <li>• ülejäänud silikoonvaik või kaalium-vesiklaas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sideaine koostises 70.. 100 % dispersiooni</li> <li>• ülejäänud silikoonvaikemulsioon või kaalium-vesiklaas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersiooni 3-4,5 %</li> <li>• Ülejäänud kaalium-vesiklaas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Max 15 % dispersiooni</li> <li>• Ülejäänud kaalium-vesiklaas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• min 40 % silikoonvaikemulsiooni</li> <li>• ülejäänud dispersioon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• min 40 % silikoonvaikemulsiooni</li> <li>• ülejäänud dispersioon</li> </ul>
-------------	--	---	---	--	--	--

## SiSi-krohvid ja -värvid

Üldaktsepteeritud krohvide jaotus sideaine järgi on: 1) polümeerikrohvid 2) dispersioon-silikaatkrohvid 3) silikoonkrohvid:

[http://www.putz-dekor.org/fileadmin/user\\_upload/pdf/Fachverband\\_PutzDekor\\_Broschuere.pdf](http://www.putz-dekor.org/fileadmin/user_upload/pdf/Fachverband_PutzDekor_Broschuere.pdf)

Peale nende on turule ilmunud krohvid ja värvid, mida nimetatakse SiSi-krohvideks ja SiSi-värvideks ning lisatakse täiendina silikaat-silikoonkrohv (või –värv). Spetsialistide ringis on arusaamatu, mis tüüpi (lähtuvalt 3 üldaktsepteeritud grupijaotusest) värvi või krohviga on tegemist. Sellise nimetuse all (SiSi) toodab värve ja krohve paar kontserni Euroopas. Tähelepanuvääriv on see, et Lääne tootja nimetab seda krohvi lihtsalt SiSi-krohviks või SiSi-värviks ilma talle klassifikatsiooni andmata. Nad kirjeldavad koostises lisaks muudele komponentidele ka silikoonvaiku. Aga Lääne tootjad ei nimeta seda värvi või krohvi silikoontooteks. Tootja deklareerib: **Struktuurne valmis veeimavust vähendava ja veeauruläbilaskvust parandavate silikaat- ja silikoonlisanditega SiSi-dekoorkrohv.**

Uurides silikoonvaigu kui toorainetootjate infot jõuame selgusele, et tegemist on hoopis **dispersioon-silikaatvärviga** silikoonvaikemulsioon lisandiga. Vt. [http://tego.evonik.com/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/Tego/de/Hydrophobierungsmittel/Phobe%201650\\_SiSi\\_d.pdf](http://tego.evonik.com/sites/dc/Downloadcenter/Evonik/Product/Tego/de/Hydrophobierungsmittel/Phobe%201650_SiSi_d.pdf)

Selles retseptis on näha, et retseptis on :

- 1) 3 % silikoonvaikemulsiooni (10 % sideainest)
- 2) 20 % kaalium-vesiklaasi (69 % sideainest)
- 3) 6 % polümeerdispersiooni (21 % sideainest)

Lääne krohvitootja nimetab seda krohvi anorgaaniliseks (mineraalseks) ehitusmaterjaliks, mille polümeerdispersiooni osakaal on alla 5 %. Asi muutub, kui sellesama kontserni Ida-Euroopa tütarfirma sama toodet pakub. Siis muutub SiSi toode juba silikaat-silikoontooteks! Vastavalt definitsioonile peaks silikoontoodete (nii värvide kui ka krohvide) sideaines olema vähemalt 40 % silikoonvaikemulsiooni. Kui alla selle, siis seda toodet ei saa klassifitseerida silikoontooteks vaid ta kuulub kas dispersioon-silikaattoote või dispersioontoodete gruppi, kuigi ta võib sisaldada ka teatud kogus silikoonvaikemulsiooni.

Võrdleme veel järgnevaid passtöösseid krohve:

- 1) polümeerikrohvid (põhisideaine polümeerdispersioon, lisaks võib olla silikoonvaikemulsiooni ja kaalium-vesiklaasi)
- 2) silikaatkrohvid (põhisideaineks kaaliumvesiklaas, lisaks polümeerdispersioon)
- 3) silikoonvaikkrohvid (oluliseks sideaineks silikoonvaikemulsioon, lisaks polümeerdispersioon)
- 4) SiSi-krohvid (sideaineks polümeerdispersioon+silikoonvaik+kaaliumvesiklaas)

Teadaolevalt on silikoonvaikemulsioon eelnimetatud sideainetüüpidest kalleim. Lihtne loogikatehe näitab, et asendades silikoonkrohviga osa (teadmata kui suur osa) silikoonvaikemulsioonist kaaliumvesiklaasiga saame selgelt odavama toote. Samas tekib aga küsimus, kas me krohvi omadustes seeläbi äkki midagi ei kaota? Mõningad tähelepanekud:

- Vaadeldes mõnda näitajat, selgub, et võrreldes ehtsate silikoontoodetega on veeimavus SiSi-toodetel kõrgem –  $W=0,15$ . Selle parameetriga ei kulu SiSi-toode silikoontoodete gruppi, mis peab olema väiksem kui 0,1.
- Kuna SiSi-toode sisaldab suhteliselt odavat kaaliumvesiklaasi, siis tema elastsus jääb alla silikoontoodetele.
- Tootja, kes toodab nii SiSi-krohve kui ka teisi liike on ära toonud, et SiS-krohvi  $CO_2$ -läbilaskvus on halvem kui silikoonkrohvil, millest võib teha järelduse, et SiSi-krohv ei ole nii poorne ja sisaldab olulise osana polümeerdispersiooni, kuna kaaliumvesiklaas ja silikoonvaikemulsioon ei takista  $CO_2$ -läbimist.
- Hinnatase on SiSi-tootjal järgmine: kui polümeerikrohvid ja dispersioon-silikaatkrohvid on 100 %, siis SiSi-krohvid on 132 % ja silikoonkrohvid 163 %.

Kokkuvõttena võib järeldada, et uue tootegrupi – SiSi – turuletoomisega aetakse klientidel niigi segane fassaadimaterjalide valik veelgi segasemaks. SiSi-tootega ei ole tegemist mingi uue sideaine baasil krohviga vaid, nii nagu keemiakontsern Evonik teatab, **SiSi-värv on dispersioon-silikaatvärv silikoonvaikemulsiooni lisandiga**. Lisaks on selle tootja retseptuuris silikoonvaikemulsiooni osa 3 %, mis aga tehniliselt on võimalik rahumeeli alandada alla 1%.

## Probleemid silikoonvärvide valikul

Silikoonvärvide nõutavad füüsilised omadused:

- **veeimavus:**  
 $W_{24} < 0,1 \text{ kg/m}^2 \text{ h}^{0,5}$
- **veeauru läbilaskvus:**  
 $S_d < 0,1 \text{ m}$
- **nakketugevus:**  
ca. 2,5 N/mm<sup>2</sup>
- **ilmastikukindlus:**
  - mittekruidistuv
  - pärlendamisefekt
  - värvitooni muutusteta
- **hõõrdekindlus:** peale 250 h QUV-B sademega tsükleid > 10000

Silikoonvärvide omaduste kohta on tehtud uuring, kus tuli välja, et silikoonvärvide nime all müüakse Euroopas väga erineva kvaliteediga värve – oli ehtsaid silikoonvärve aga oli ka täiesti tavalisi dispersioonvärve. Uuringus kasutati 55 erinevat silikoonvärvi Saksamaalt, Austriast, Shveitsist, Prantsusmaalt, Poolast, Norrast, Taanist, Hollandist, Rootsist. Uuringu tulemused

[http://www.stoag.ch/webdocs/0202/downloads/broschueren\\_DE/F\\_Schwarze\\_Schafe.pdf](http://www.stoag.ch/webdocs/0202/downloads/broschueren_DE/F_Schwarze_Schafe.pdf)

See on võimalik seetõttu, et puudub ühtne EN norm silikoonvärvi kohta, mis aitaks kliendil orienteeruda ja annaks objektiivse kriteeriumi järgi aluse värvi hindamiseks. Normimine muidugi pärsib arendustegevust, aga teiselt poolt on ilmnunud tõsiasi, et normi puudumist kasutatakse ära aljude tootjate poolt, et seda modifitseerida, alandades toote hinda kvaliteedi arvelt.

Silikoon(vaik)värvides kasutatakse kolm tüüpi silikoone vastavalt väärtuse kasvule: silaane->siloksaane->polüsiloksaane(ehk silikoonvaike). Ainult silikoonvaigid koos vastava suhtega polümeerdispersiooniga tagavad ehtsa silikoonvärvi. Sealjuures peab silikoonvaigu osa kogu sideaines olema ca 50%.

Uuritud silikoonvärvide arv	Leitud silikoonsideainet	Ettepandiv klassifitseering	Veeauru difusiooninäitaja EN 1062-1 (g/(m <sup>2</sup> x d) V <sub>0</sub> =puudub nõue V <sub>1</sub> >150 (kõrge) 150 >V <sub>2</sub> >15 (kesk) V <sub>3</sub> < 15 (madal)	S <sub>d</sub> -näitaja difusiooniekvivalentne õhukiht (m) V <sub>0</sub> =puudub nõue V <sub>1</sub> <0,14 (kõrge) 0,14<V <sub>2</sub> <1,4 (kesk) V <sub>3</sub> >1,4 (madal)	Veeimavusnäitaja kg/(m <sup>2</sup> x h0,5) W <sub>0</sub> =puudub nõue W <sub>1</sub> >0,5 (kõrge) 0,5>W <sub>2</sub> >0,1 (kesk) W <sub>3</sub> <0,1
12	Kõik sisaldavad vastavat kogust silikoonsideainet	Ehtne silikoonvärv	V = 343	0,06	0,08
20	Retsepteeritud vähendatud silikoonsideainega	Lahjendatud silikoonvärv	V= 253	0,18	0,11
19	Silikoonsideaine on asendatud silikoonõliga	Dispersioonvärv silikoonõliga	V = 224	0,19	0,15
4	Puudub silikoonvaik ja silikoonõli	Dispersioonvärv	V = 158	0,3	0,16

Fassaadivärvid kaitsevad aluspinda ja on vastutavad ehitise väärtuse ja kauakestvuse eest. Nad peavad taluma erinevaid koormusi.: külma, sooja, niiskust, mikroorganisme, mustust, pingeid, survet. Ja seda kõike peab vastu võtma õhukene kiht - 100 kuni 180 µm . Moodsad silikoonvärvid on ehtsad High-Tech-tooted. Need on ehtsad värvitehnoloogia tipptooted ja seega on nende kõrge hind kauakestvusega ja järgmiste omadustega õigustatud:

- eeskujulik veehülgavus
- väga hea veeauru läbilaskvus
- kõrge süsinikdioksiidi läbilaskvus
- hea optiline pinnaefekt
- head kasutusomadused

Uuritud 55 silikoonvärvi tulemustest selgus, et mõned neist ei sisaldanud ühtegi molekuli silikoonvaiku.

#### Veeauru läbilaskvus..

On värvkatte omadus läbi lasta veeauru, mis on tähtis eeldus kuivaks aluspinnaks. Seda määratakse kas veeauru difusioonivooga V või difusiooniekvivalentse õhukihi paksusega S<sub>d</sub>. Väärtus V peaks olema võimalikult kõrge, S<sub>d</sub>-väärtus võimalikult madal. Tulemus on muljetavaldav: ehtsad silikoonvärvid ületavad tunduvalt muudesse "alamgruppidesse" kuuluvad silikoonvärvid.

#### Veehülgavus..

On värvkatte omadus veeauru läbi lastes olla veele läbimatu. Algselt tundub see vastuoluline, aga kombinatsioonis ca 50 % silikoonvaikemulsiooni ja 50 % polümeerdispersiooni tekib avatud pooridega ja samaaegselt hüdrofoobne värvkatte. Veeimavust tähistatakse W ning mida suurem on näitaja, seda rohkem imendub vett värvkattesse ning seda halvem on värvkatte.

Lähtuvalt saadud tulemustest võiks turul saadaolevaid silikoonvärve ja -krohve liigitada:

Kõrgkvaliteetne	Ehtsad silikoonvärvid	Ehtsad silikoonkrohvid
Kvaliteetne	Lahjendatud silikoonvärvid	Lahjendatud silikoonkrohvid
Kõrgema kvaliteediga	Dispersioonvärv silikoonõliga	Polümeerkrohv või silikaatkrohv silikoonõliga
Standard	Dispersioonvärv või dispersioon-silikaatvärv	Polümeerkrohv või silikaatkrohv

## Silikoonvaik-keemia

Silikoone kasutatakse täna väga erinevates valdkondades. Põhilised grupid on silikoonõlid, silikoonkautshukid ja silikoonvaigid, mis omakorda jagunevad üle tuhande tooteks.

Silikoonitoodete ühised omadused on:

- suurepärase püsivus madalatel ja kõrgetel temperatuuridel
- pikk eluiga
- suurepärase elektriisoleering
- vett-hülgav omadus

#### Silikoonvaikstruktuur

Silikoonvaik-sideaine reageerib mineraalse aluspinnaga silikoonvaikstruktuuriks. Sealjuures leiab aset mõju, kus niiskus tekitab katalüütilise kondensatsioonireaktsiooni, kus seotud alkohol laguneb. Selline struktuuri teke on silikoonide eesmärk igas ehitusaines. See tekitab vett-hülgavad ja difusioonomadused, on keemiliselt püsiv mineraalsetel aluspindadel.

Silikoonvaigid on kõrgmolekulaarsed kolmedimensioonilised struktuurid. Osadeks on kvarts, räni ja hapnik. Keemiliselt on silikoonvaik puhta anorgaanilise ja puhta orgaanilise aine vahepeal, kuna molekulaarstruktuuris on 2-4 % alkoholimolekule. Silikoonvaike valmistatakse silaanidest polükondensatsiooni teel. Sealjuures tekib viskoosne orgaanilistes lahustites lahustuv siloksaanipolümeer, nn vedel- ja tahke vaik. Neid silikoonvaike kasutatakse silikoonvärvide ja silikoonkrohvide sideainena.

## Silikonvaik-sideaine

Silikonvärvide retsepteerimisel kasutatakse silikonvaike emulsioonina. Vastavalt tootmistehnoloogiale on nad lahustivabad või lahustit sisaldavad. Lahustivabaks emulsiooniks emulgeeritakse silikon-vedelvaik või silan/siloxan/silikonvaik-segu polükondensatsioonil teel. Lahustiga emulsioonideks lahustatakse silikon-kõvavaik lahustis ja seejärel emulgeeritakse. Silikonvaikudeks loetakse ka silaane, siloksaane, silikonaate, kuna nad moodustavad silikonstruktuuri mineraalse aluspinnaga. Silikonvärvide head küljed on end näidanud juba üle 40 aasta ja põhinevad silikonvaik-sideainel. Kolme-dimensioonilist struktuuri asendada ainult kettidest moodustava struktuuriga, ehk asendada kallid silikonvaik kette moodustava silikonõliga ei ole kauges perspektiivis edukas, kuna selle grupi pigmentide täielikult puudub.

## Korduma kippuvad küsimused silikonvärvi ja -krohvi kohta

### • Miks peaks fassaadil kasutama veeauru läbilaskvaid värve ja krohve?

Ükski fassaad ei ole veatu, alati on vähemalt juuspragusid. Sellisel kohal võib fassaad märguda. Seejärel peab aluspind kuivamise ajal võimalikult kiiresti ära kuivama. Sellisel viisil välditakse kahjustusi, näiteks värvkatte irdumist. Peale selle tagab kuiv aluspind ebameeldiva keskkonna vetikale, seenetele ja samblikele.

### • Kui difuusne on silikonvärviga ja -krohviga pinnakate?

Silikonvärv ja -krohv on mineraalse kattega sarnane pinnakate ning seetõttu ka difuusne (veeauru läbilaskev) nagu silikaatvärv ja -krohv. Selle põhjuseks on mikrostruktuur, mis ei takista gaaside läbimist. Kolmeastmelises jaotuses vastavalt EN-normile EN ISO 7783-2 on silikonvärvidel ja -krohvidel I klassi klassifitseeritavad (kõrge difuusne).

### • Mis on selle eeliseks, et silikonvärv ja -krohv on samaaegselt veeauru läbilaskev ja vett hülgav?

Tänu difuussusele saab seinast veeaur kergelt väljuda, samaaegselt kui veehülgavus (ehk vett mittesiduvus) vähendab oluliselt seina veeimavust. Nende kahe omaduse kombinatsioon teeb silikonvärvist ja -krohvist kõrgelt hinnatud kattesüsteemi fassaadile ning on põhjuseks selle pikaaegselt kestvuseks ja samuti pikaaegselt puhtaks olemiseks.

### • Kui kaua kestab silikonvärvi ja -krohvi veehülgavus?

Silikonvärvi ja -krohvi veehülgavus ilmneb erinevate ilmastikutingimuste puhul (lumi, vihm) ja mõjub kaitsena kogu kaitsekihi eluea. Pinnaviimistluse perfektne optika jääb mutumatuks pikkadeks aastateks.

### • Kas pärlendusefekt (Lotusefekt) on sama mis veehülgavus?

Pärlendusefekt ilmneb eriti märja ilmaga: veetilgad veerevad mööda silikonvärvi- ja krohvkattete pinda alla ja sellega ei teki pinnal seisvat vett. Lisaks sellele on silikonvärvil ja -krohvil ka veehülgavusefekt, mis seisneb selles, et on takistatud pinnal seisva vee tungimine aluspinda.

### • Miks silikonvärv ja -krohv on nii pikaaegne?

Väike veeimavus ja samaaegselt kõrge veeauru läbilaskvus teebki silikonvärvi ja -krohvi pikaaegseks. Selle eest vastutab sideaines silikonvaik, mis moodustab vett hülgava molekulistruktuuri ja on samal ajal sama mineraalne kui kvarts.

### • Milliste värvidega ja krohvidega saab seeni, vetikaid ja hallitust fassaadil vähendada?

Kuiv fassaad on seenetele, hallitusele ja vetikatele vähem vastuvõtlikum kui niiske fassaad. Mineraalsed katted ei ole nii vastuvõtlikud mikroorganismidele kui termoplastsed. Silikonvärv ja -krohv on mineraalne, mittetermoplastne värv ja krohv, mis hoiab fassaad kuivana ja sellega kaitseb fassaadi mikroorganismide eest. Väga kahjustunud fassaadidele on mõeldud spetsiaalsed tooted kõrge mikroorganismide kaitsega.

### • Kas silikonvärv ja -krohv on mineraalne või orgaaniline?

Silikonvärv ja -krohv sisaldab sideainet ca pooleks mineraalsete omadustega silikonvaiku ja polümeerdispersiooni. Seeläbi saavutatakse nii orgaaniliste kui ka mineraalsete värvide ja krohvide head omadused ühes süsteemis.

### • Kas silikonvärve ja -krohve on pikaaegselt kasutatud?

Silikonvärve ja -krohve on kasutatud juba 40 aastat. Rohkem kui 1 miljonit fassaadi üle Euroopa on sellise värviga kaetud. Paljud neist ei vaja renoveerimist isegi 20 aasta pärast.

### • Kas kõik aluspinnad sobivad silikonvärviga ja -krohviga katmiseks?

Peale vastavat eeltöötlust ja puhastust võib silikonvärville ja -krohville aluspinnaks olla iga aluspind, ka kinni olevad dispersioonvärvkatted. Kuid selleks, et tagada silikonvärvi ja -krohvi maksimaalne mõju fassaadile, mis on seotud silikonvärvi difuussusega, oleks soovitatav dispersioonvärvkate eemaldada.

### • Kas võib värskest mineraalse krohviga krohvitud fassaadi silikonvärviga ja -krohviga katta?

Reeglina võib värskest krohvitud fassaadi alles peale krohvi kivinemist (karboniseerumist) värvida, mis aga nõuab täiendavaid kulutusi tellingutele. Silikonvärve ja -krohve võib aga kanda värskele krohvile, kuna ta on kõrge CO<sub>2</sub>-läbilaskvusega ja ei mõju karboniseerumisprotsessile halvasti. Seda kontrollitakse laboris CO<sub>2</sub>-läbilaskvustestiga.

### • Kas võib silikonvärve kanda sooldunud pinnale?

Sooldunud aluspind tuleb ikkagi põhjalikult saneerida: kahjustunud aluspind eemaldada, saneerkrohv peale kanda, seejärel silikonkrunt. Alles seejärel võib pinnale kanda silikonvärvi ja -krohvi.

### • Mis funktsiooni täidab silikonkrunt?

Iga kattesüsteemi nõrgaks kohaks on värvkatte ja aluspinna eralduspind. Seetõttu on silikonkrundil suur tähtsus värv- ja krohvkatte laitmatule funktsioneerimisele. Ta moodustab värvi all kuiva tsooni ja takistab seeläbi ka fassaadikahjustusi, mis võivad tekkida aluspinnast (leelised, soolad).

### • Miks peaks soojustussüsteeme (SILS) katma silikonvärvidega ja silikonkrohvidega?

Just soojustussüsteemidelt nõutakse neid omadusi, mida tagavad silikonvärvid ja -krohvid: veehülgavus, veeauru läbilaskvus, mustusthülgavus, pingevaba kuivamine, lihtne töötlus jne.

### • Kas silikonvärv ja -krohv on ületöödeldav?

Silikonvärville ja -krohville nakkuvad kõik dispersioonvärvid ja silikonvärvid, aga mitte silikaatvärvid ja lubivärvid.

### • Kas peab uue silikonvärvkatte paigaldamisel vana eemaldama?

Ei. Fassaad tuleb eelnevalt põhjalikult puhastada, lahtised osad eemaldada ja ideaaljuhul silikonkrundiga töödelda. See kehtib ka mineraalsete katete kohta (silikaat-, dispersioonilikaat- ja lubivärvid).

### • Miks peaks kasutama silikonvärve ja -krohve odavamate alternatiivide asemel?

Kui hea on fassaadivärv ja -krohv näitab aeg, kui kaua on kattekiht ilus puhas ja kahjustusteta. Nendes punktides on silikonvärvil ja -krohvil tohtu eelis ja majanduslikult võetuna tasub see pikas perspektiivis end kindlasti ära.