

Liisa Salparanta, dipl.ins. ja Anna Kronlöf, tekn.tri, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka



VT Betonipintoja voidaan suojata pinnoittamalla betoni aineella, joka tiivistää pintakerrosta tai muodostaa suojaavan kalvon (kuva 1). Uusinta, vielä tutkimusvaiheessa ovat fotoaktiiviset aineet, jotka puhdistavat pintaa kemiallisesti fotokatalyysiin perustuen.

Betonin suoja-ainekäsittelyn periaate on yksinkertainen: Tärkeintä on, ettei suoja-ainekäsittely vaaranna betonin säilyvyyttä. Suoja-ainekäsittelyn tulee kestää sekä rakenteen sisästä että ympäristöstä siihen kohdistuvat kemialliset, kosteus- ja lämpötilarasitukset. Lisäksi sen tulee nimensä mukaisesti suojata betonia käyttökohteestaan riippuen. Karkeasti käyttökohteet voidaan jaotella sisä- ja ulkotiloihin.



SISÄTILAT

Kuivien sisätilojen pinnoille, joihin ei kohdistu kulu- tusrasitusta, voidaan tehdä lähes minkäläinen suo- jauskäsittely tahansa. Pinnat voidaan suojata esi- merkiksi pölysidonnan tai puhtaanapidon takia. Aine ei saa aiheuttaa sisäilmaan emissioita ja sen tulee kestää betonin alkalisuutta. Jos aine muodos- taa kalvon, jonka paksuus on yli 0.4 mm, kalvon tar- tunnan tulee olla yli 0.4 N/mm². Yksityiskohtaisem- paa tietoa sisäpintojen suunnittelusta tuotteista ja työstä on *Betoniyhdistyksen ohjeessa By40 Betoni- rakenteiden pinnat / luokitusohjeet 2003*.

Lattioiden suoja-aineiden tulee edellä mainittu- jen lisäksi täyttää liukkautta, kulutuskestävyyttä ja tartuntaa koskevat vaatimukset.

Märkätilojen, esim. kylpyhuoneiden, suojauskä- sittelyn tulee estää kosteuden siirtyminen rakentei- siin. Lisäksi emissioita, hygieniaa, liukkautta, tar- tuntaa ja kulutuskestävyyttä koskevien vaatimusten tulee täytyä.

Erikoiskohteissa törmätään usein vaikeiden olo- suhteiden ja korkeiden vaatimusten yhdistelmään. Esimerkiksi tuotantolaitoksissa pintaan voi kohdis- tua yhtäaikaaisesti voimakas kemiallinen ja mekaa- ninen rasitus sekä korkea lämpötila ja kosteus sam- malla kun pinnalta edellytetään helppoa puhdistet- tavuutta, kestävyyttä ja turvallisuutta.

ULKOTILAT

Ulkona betonin suoja-aineen tärkein ominaisuus on, ettei se heikennä rakenteen säilyvyyttä. Suo- men olosuhteissa ulkobetonirakenteiden vauriome- kanismin yhteinen nimittäjä on kosteus. Ilman vet- tä ei muodostu pakkasvaurioita eikä teräskorroosio-

ta. Suojauksen tavoitteena on pitää rakenne mah- dollisimman kuivana. Siksi suoja-aineen oleelliset ominaisuudet ovat alhainen veden- ja korkea vesi- höyrynläpäisevyys.

Rakennetta suojaattaessa on otettava huomioon koko rakenne. Jos osa rakenteesta käsitellään yhte- näisen kalvon muodostavalla suoja-aineella, on var- mistuttava siitä, että vesi ei pääse jotakin muuta kautta kerääntymään rakenteen sisään suojakäsitte- lyn taakse. Esimerkiksi parvekkeen yläpinta kannat- taa suojata tiiviillä suoja-aineella, joka estää sade- veden tunkeutumisen rakenteeseen. Alapintaan so- veltuvat suoja-aineet, jotka päästävät kosteuden ulos rakenteesta, jos sitä sinne jotain kautta pääsee.

Tekniseltä kannalta betonin suojaus on aina kan- nattavaa edellyttäen, että suoja-aine, työnsuoritus, olosuhteet ja alustan ominaisuudet ovat asianmu- kaiset. Jos joku edellä mainituista ei ole kelvolli- nen, lopputulos on pilalla.

TALOUS

Karkeasti voidaan sanoa, että mitä ankarammat ra- situsolosuhteet ovat ja mitä suuremmat korjauskus- tannukset ovat suojauskustannuksiin verrattuna, sitä kannattavampaa suojaus on. Suojauskäsittely on edullinen tapa kohottaa rakennuksen imagoa ja siten sen arvoa.

YMPÄRISTÖ

VTT on tehnyt Tiehallinnolle tietokoneohjelman, jol- la voidaan suunnitella siltarakenteiden ylläpitämi- seksi tarvittavat toimenpiteet tarkastelujakson ai- kana. Ohjelma laskee suunnittelujakson elinkaari- kustannukset ja ympäristövaikutukset. Ohjelma ot- taa lähtötietoina huomioon muun muassa betonira- kenteiden suojauskäsittelyt /2,3/.

OHJEET

Tiehallinto antaa suojauksen suunnittelua, työnsuo- ritusta ja laadunvarmistusta koskevia ohjeita SIL- KO-ohjeistossa, jossa annetaan myös tuoteryhmä- kohtaiset (vettä hylkivä impregnointi, töherryste- nestoaine jne.) ominaisuusvaatimukset eri rasitus- olosuhteisiin. SILKO-ohjeisto on vapaasti saatavis- sa Tiehallinnon [www-sivuilta osoitteesta http:// alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/silko1.htm](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/silko1.htm). Ohjeistoa voidaan soveltaa myös taloupuolella.

Varsinaisesti taloupuolen suojauskäsittelyohjeita annetaan Betoniyhdistyksen julkaisussa By40 Beto-

1,2,3

Fotoaktiivisia titaaniidioksidibetonipintoja. Koekappaleita Nanocrete -projektista.

4

Biomedicum, Helsinki. Valkobetonisissa, lakkamuuttia vasten valetuissa julkisivuissa on käytetty pinnan suoja- ainetta. Julkisivuelementit on valmistanut Parma Oy.

3

4

Jussi Tiainen





Jussi Tiainen



Pama Oy

Betonin suoja-aineita:

Pölynsidonta-aineina käytetyt aineet, kuten kivipinnoille soveltuvat alkalin kestävät saunasuojat	– Eivät muuta betonin ulkonäköä.
Vettä hylkivät impregnointiaineet, kuten silaanit ja siloksaanit	– Eivät muuta betonin ulkonäköä. Estävät tummentumisen kosteudessa.
Tiivistysaineet, kuten orgaaniset polymeerit ja epäorgaaniset fluoriyhdisteet	– Orgaaniset polymeerit tekevät pinnan hieman kiiltävämmäksi sekä vesitiiviimmäksi. Epäorgaaniset fluoriyhdisteet eivät muuta kiiltoa. Molemmat parantavat kulutuskestävyyttä lujittamalla pintaa.
Töherrysten estoaineet	– Lisäävät hieman pinnan kiiltoa. Helpottavat pinnan puhdistettavuutta kulumalla pois puhdistuksen yhteydessä. Soveltuvat pölynsidontaan.
Lasuurikäsittely	– Läpikuultavia pinnoitteita, joiden ominaisuudet riippuvat tuotteen sideaineesta. Esim. silikaattipohjaiset tiivistävät pintaa, mutta eivät tee vettä hylkiväksi.
Maalit	
Vahat	– Lisäävät kiiltoa
Lakat	– Lisäävät kiiltoa
Epoksit	– Erittäin kiiltävä, soveltuvat vaativiin kohteisiin, kuten tuotantolaitoksiin.

7

nirakenteiden pinnat/ luokitusohjeet 2003 /1/. Julkaisussa annetaan vastaavat ohjeet kuin SILKO-ohjeistossakin koskien talopuolen kuivien sisätilojen muita kuin lattiapintoja sekä julkisivuja. By40:n lähdekohta on pinnan ulkonäkö muistaen tekniset vaatimukset. SILKO-ohjeessa painottuvat tekniset ominaisuudet muistaen ulkonäköominaisuudet.

AKTIIVINEN PUHDISTUS

Titaanidioksidi on yleisin maaleissa ja väriaineissa käytetty valkoinen pigmentti. Sen avulla on mahdollista saavuttaa korkea peittokyky jo alhaisilla pitoisuuksilla. Itse puhdistuvissa tai helposti puhdistettavissa pinnoissa käytetään tavallisista titaanioksidiesta poikkeavia nanokiteisiä fotoaktiivisia titaanidioksidiä. Joitain uutta tekniikkaa soveltavia kaupallisia tuotteita on jo markkinoilla. Tunnetuimpia näistä lie-nee itse puhdistuva huurtumaton ikkunalasi.

Fotoaktiivinen titaanidioksidi reagoi valon kanssa "latautuen" kemiallisesti aktiiviseksi. Lataus purkautuu tuottamalla kosketuspintaan ns. radikaaleja, jotka puolestaan hajottavat orgaanisia yhdisteitä samaan tapaan kuin esimerkiksi kloori, kuitenkin ilman kloorin terveys- ja ympäristöriskejä. Radikaalien on havaittu hajottavan rasvoja, öljyjä, liikenteen tuottamia hiukkasmaisia ja kaasumaisia epäpuhtauksia, bakteereja jopa leväkasvustoja. Hajoamistuotteet huuhtoutuvat veden mukana tai vapautuvat ilmaan hajoamistuotteina, kuten hiilidioksidina ja vetenä. Fotoaktiivisen titaanidioksidin käyttöalue on laaja. Valon energialla ladatuilla kiteillä voidaan tuottaa sähköä valokennoissa sekä puhdistaa vettä.

Kuluvana vuonna on Suomessa ja Ruotsissa käynnistetty kolmivuotinen fotokatalyyysin vaikutuksiin perustuva *Nanocrete-tutkimus*, joka on osa yhteiseurooppalaista Eureka-projektia. Hankkeen tavoitteena tuottaa puhtaana pysyviä betonipintoja sekä vähentää ilmasta liikenteen päästöjä vilkkaas-

ti liikennöidyillä alueilla. Suomessa tutkimukseen osallistuvat *Kemira Pigments, Consolis Technology* ja *VTT* sekä Ruotsissa *Cemeta, Skanska, Abetong, Betongindustri, Cement och Betong Institutet /CBI* ja *Ytkemiska Institutet (YKI)*. Tutkimushankkeen rahoittajina on *Suomessa Teknologian kehittämiskeskus, TEKES*, osana nanoteknologiaohjelmaa ja Ruotsissa rahoittajana on paikallinen teknologian kehittämiskeskus *VINNOVA*.

Consolis Technologyn toimitusjohtaja *Olli Koranderin* mukaan betonielementeistä rakennetut itse puhdistuvat julkisivut ovat Consoloksen kannalta todennäköisimpiä käyttösovellutuksia. Muita mahdollisia kohteita ovat erilaiset infrarakenteet, päällystekivet, elintarviketeollisuus- ja maantilarakentaminen.

Tutkimuksellisesti työ on haastava. Fotoaktiivisuudesta johtuva fotokatalyyysi on ollut kansainvälisesti intensiivisen tutkimuksen kohde noin 20 vuotta, mutta ilmiön yhdistäminen sementtipohjaisten materiaalien kemialliseen ympäristöön on vasta alussa. Työssä tutkitaan itse fotokatalyyysiä, säilyvyyttä, pintojen toimintaa ja ulkonäön kehittymistä. Tärkeimmät kysymykset liittyvät huokosveden yhdisteiden ja fotokatalyyysin yhteensopivuuteen. Sen sijaan säilyvyyden ei oleteta vaarantuvan, pikeminkin tiivistymisen myötä parantuvan. Alustavat koekappaleet ovat ulkonäöltään hienoja: Betonin pinta on erittäin tiivis ja valkobetonin osalta erittäin valkoinen. Yksi haasteista onkin tuotteiden valmistustekniikan kehittäminen niin, että massan piirteet pääsevät oikeuksiinsa.

Kirjallisuutta

1. By40 Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet 2003.
2. Vesikari Erkki. Elinkaari-SIHA - Laskentaperusteet. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 35 s.
3. Vesikari Erkki. Elinkaari-SIHA versio 1.1 – Käyttöohjeet. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 47 s.

5 Biomedicum, Helsinki.

6 As Oy Aleksandran hovissa, Tampereella käytettiin v.2003 väriä kirkastavaa ainetta hienopestyn mustan gabron harmauden eliminoimiseksi. Samalla aine toimii suoja-aineena.

7 Taulukko: Betonin suoja-aineita.

8 Fotokatalyyysiin perustuva suojaus

- 9 Betonin suojaustavat ja pinnan huokoisuus:
- A. Vettä hylkivä impregnointi
 - B. Tiivistäminen orgaanisilla polymeereillä
 - C. Tiivistäminen epäorgaanisia yhdisteitä muodostavilla aineilla kuten fluoriyhdisteillä
 - D. Pinnoittaminen kuten vahat lakat, maalit ja epoksit

10 Fotoaktiivisia titaanidioksidibetonipintoja. Koekappaleita Nanocrete -projektista.

CLEANER SURFACES BY MEANS OF PROTECTION AND PHOTOCATALYSIS

Concrete surfaces can be protected by applying a coating, which seals the surface layer or creates a protective film. The most recent solutions, still at research stage, are based on photoactive substances that clean the surface chemically utilising a photocatalysis process.

The principle of protective treatment of concrete is simple: the most important thing is to ensure that the treatment does not risk the durability of concrete. Protective treatment shall be able to resist any stress caused by chemicals, humidity or temperature, both from within the structure and from the environment. And as the name implies, it shall also protect the concrete in the application in question. Applications can be coarsely divided into indoor and outdoor applications. Protective treatment provides an inexpensive method to enhance the image of the building and thereby increase its value.

Almost any kind of protective treatment is suited for surfaces in dry indoor facilities where they are not exposed to wear stress. The surfaces can, for example, be protected to ensure they are dust binding or to facilitate cleaning. The protective substance may not cause emissions in the indoor air and it shall be able to resist the alkalinity of concrete. If the thickness of the film created by the substance is more than 0.4 mm, the bond of the film must be more than 0.4 N/mm². More detailed information about the products and the work methods can be found in the Finnish Concrete Association's publication by40, "Surfaces of concrete structures / classification instructions 2003".

In addition to the criteria listed above, protective substances used on floors shall also meet the requirements that concern slipperiness, wear resistance and bond.

In wet facilities, such as bathrooms, protective treatment should prevent the transmission of moisture into the structures. Requirements with respect to emissions, hygiene, slipperiness, bond and wear resistance must also be met.

In outdoor applications the most important property of protective substances used on concrete surfaces is that they must not impair the durability of the structure. In Finnish conditions the common denominator for the damage mechanisms acting on outdoor concrete structures is humidity. The purpose of the protection is to keep the structure as dry as possible. For this reason the most important criteria for the protective substance include low water permeability and high water vapour permeability.

The State Technical Research Centre (VTT) has developed a computer program for the Finnish Road Administration for use in the design of measures required to maintain bridge structures during the review period. The program calculates the life cycle costs and the environmental impact during the design period. The input data considered by the program include also protective treatment of concrete structures. The Road Administration has collected instructions concerning design, performance of work and quality assurance into so-called SILKO guides, which also specify the requirements for the properties of the substances, separately for each product group and for different stress conditions (water repellent impregnation, anti-graffiti substances, etc.). The SILKO guides are available on the Internet site of the Road Administration at <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/silko1.htm>. The guides can also be applied to buildings.

Actual instructions for protective treatment of buildings are provided in the Finnish Concrete Association's publication by40, "Surfaces of concrete structures / classification instructions 2003".

Titanium oxide is the most common white pigment used in paints and dyes. Quite low levels of titanium oxide ensure high coverage. On self-cleaning and easy-to-clean surfaces nanocrystalline photoactive titanium oxides are used. This titanium oxide reacts with water, obtaining a chemically active "charge".

A three-year research project on the effects of photocatalysis was started this year in Finland and in Sweden. This Nanocrete research is part of the joint European Eureka project. The objective of the project is to produce concrete surfaces that stay clean, and to reduce traffic emissions in the air in areas with high traffic volumes. Other possible focal areas include various infrastructures, paving, food industry and farm construction.

Photocatalysis results from photoactivity. It has been an object of intensive international research for some 20 years, but studies on this phenomenon in combination with the chemical environment of cement-based materials have only just been started. The study focuses on the

photocatalysis itself, as well as durability, the functioning of the surfaces and the development of external appearance. The most important issues are connected with the compatibility of compounds contained in capillary water and photocatalysis. Durability, on the other hand, is not expected to be impaired, but may rather be improved as the surface becomes tightly sealed. The external appearance

of preliminary test bodies is very promising; the concrete surface is very tight and where white concrete is used, the colour is really pure white. One of the challenges is to develop the manufacturing technology for the products so that full advantage can be taken of the properties of fresh concrete.

VTT

8

9

10

