

# LAADUKKAAT VÄRIT.



VÄRIBETONIEN VALMISTUS

**X BAYFERROX®**  
Color for Life.

**QUALITY WORKS.**

**LANXESS**  
Energizing Chemistry

**semtu**

**BAYFERROX®**  
**EDUSTAJASI**



# VÄRIBETONIEN VALMISTUS

Betoni on moderni materiaali, joka tarjoaa kaupunkisuunnittelijoille, arkkitehdeille ja rakentajille erilaisia luovia vaihtoehtoja kaupunkiympäristön ja infrastruktuurin suunnitteluun. Epäorgaanisten pigmenttien käyttö materiaalien, kuten betonilaattojen ja kattotiilien värjäämiseen, tuottaa myös esteettisesti mielenkiintoisia ratkaisuja, jotka integroituvat harmonisesti ympäristöön. Väribetonien valmistus eroaa vain hiukan vastaavien pigmentoimattomien betonien valmistuksesta. Parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi, tulee pigmenttejä käytettäessä kuitenkin huomioida useita tärkeitä yksityiskohtia.

Tämä esite keskittyy LANXESSin suorittamien väribetoneilla tehtyjen laboratoriokokeiden tuloksiin yhdistäen ne rakennusteollisuuden kokemuksiin. Tavoitteemme on auttaa epäorgaanisten betonipigmenttien käyttäjiä valmistamaan korkealaatuisia lopputuotteita.



# SISÄLTÖ

■ Väribetonien valmistus	2
■ Pigmentit väribetonien valmistuksessa	5
■ Betonilaadun vaikutus väribetoniin	8
Sementti	
Kiviaines	
■ Väribetonituotteiden valmistus	12
Pigmenttien annostelu ja sekoittuminen betoniin	
■ Väribetonin rapautuminen	15
■ Väribetonin tekniset ominaisuudet	17
Standardit	
Betonin koostumus	
■ Laatu ja lisäarvo asiakkaalle	19









# PIGMENTIT VÄRIBETONIEN VALMISTUKSESSA

## Pigmentti

Pigmentin valinnalla on suuri merkitys lopputuotteen laadun kannalta. Väribetonituotteiden vuosien tarkkailu erilaisissa ilmasto-olosuhteissa on osoittanut, että epäorgaanisilla oksidipigmenteillä on erityisen korkea kestävyys ulkoisia rasituksia, kuten sää, kemiallinen sekä mekaaninen, vastaan. LANXESS markkinoi näitä oksidipigmenttejä maailmanlaajuisesti nimellä **Bayferrox®**.

### **Bayferrox®-pigmentit - kestävä kehitys ja ympäristö**

Kestävän kehityksen laatumerkkien käyttöönotto monilla aloilla osoittaa selvästi, että haluamme käsitellä käytettävissämme olevia resursseja vastuullisesti. Kestävä kehitys on tärkeää, ja asiakkaat sekä arvostavat että vaativat kestävästä kehityksestä tukevaa toimintaa.

Kestävä ja vastuullinen toiminta on olennainen osa LANXESSin yritysstrategiaa. Tuotteet ja tuotantoprosessit on suunniteltu hyödyntämään resurssit tehokkaasti ympäristöä suojellen - ja lisäksi ne ovat turvallisia, kestäviä sekä niitä kehitetään myös jatkuvasti.

**Bayferrox®**-rautaoksidi- ja kromioksidin vihreä pigmenttimme eivät ole myrkyllisiä, eivätkä ne ärsytä ihoa tai limakalvoja. Ympäristön ja terveyden suojelun kannalta ne ovat ihanteellisia rakennusmateriaalien värjäämiseen, kunhan pölyn kerääntymistä vältetään.

Liukenemattomat **Bayferrox®**-pigmentit eivät ole haitallisia vesieliöille, mutta ne aiheuttavat merkittäviä veden värimuutoksia. Mahdolliset vuotaneet pigmentit on siksi aina puhdistettava.

### **Väribetoniin käytettävien pigmenttien vaatimukset**

Oksidipigmentit sopivat täydellisesti rakennusmateriaalien sävytykseen. Kemiallisen koostumuksensa ja rakenteensa vuoksi ne ovat veteen ja laimennettuihin happoihin liukenemattomia ja kalkkia sekä emäksiä kestäviä. Oksidipigmentit ovat myös täysin sään- ja vilonkestäviä.

### **Mitä sävyjä voidaan valmistaa?**

Rakennusmateriaalien sävytykseen soveltuvat oksidipigmentit kattavat kaikki suosituimmat värit. Nämä sävyt muistuttavat luonnossa esiintyviä värejä, joten ne sulautuvat ympäristöönsä:

**Punainen:** Kellertävästä sinertävän punaiseen

**Keltainen:** Vihertävästä punertavan keltaiseen

**Ruskea:** Vaaleasta tummanruskeaan ja punaruskeaan

**Musta:** Tummanharmaasta antrasiittiin

Myös valkoisen, vihreän ja sinisen sävyjä voidaan valmistaa, kun taas puhtaat värit, kuten keltainen, voidaan valmistaa käyttämällä valkosementtiä. Mahdollisuudet tuottaa kiiltäviä sävyjä, kuten muoveissa ja pintapäällysteissä, ovat kuitenkin hyvin rajalliset betonin koostumuksen ja pinnan tekstuurin vuoksi.

### **Kuva 1: Oksidipigmenttien väriyhdyt**

Väri	Nimi	LANXESS-tuotemerkki
Musta	Rautaoksidi	Bayferrox®-Musta
Punainen	Rautaoksidi-punainen	Bayferrox®-Punainen
Keltainen	Rautaoksidi-keltainen	Bayferrox®-Keltainen
Ruskea	Rautaoksidi-ruskea	Bayferrox®-Ruskea
Vihreä	Kromioksidin vihreä	-
Sininen	Koboltti-sininen	-
Valkoinen	Titaanidioksidi	-

### Pigmenttien sävytysvoima

Pigmenttien sävytysvoima on tärkeä laatuominaisuus, jonka perusteella voidaan arvioida niiden kustannustehokkuutta. Pigmentin sävytysvoima on sen kyky siirtää ominaisvärinsä sävytettävään materiaaliin. Esimerkkinä alla oleva kuva; kaksi näennäisesti yhtä punaista jauhetta - tiilijauhe vasemmalla ja **Bayferrox®**-Punainen -pigmentti oikealla. Kahden näytteen sävytysvoiman ero ilmenee vasta, kun niitä käytetään betonin sävyttämiseen tai testataan laboratorioissa. Edellä mainittu laboratoriotesti suoritetaan standardin EN 12 878 mukaisesti, ja se on **Bayferrox®**-pigmenttien tuotespesifikaatioissa annettujen sävytysvoimatoleranssien perusta.

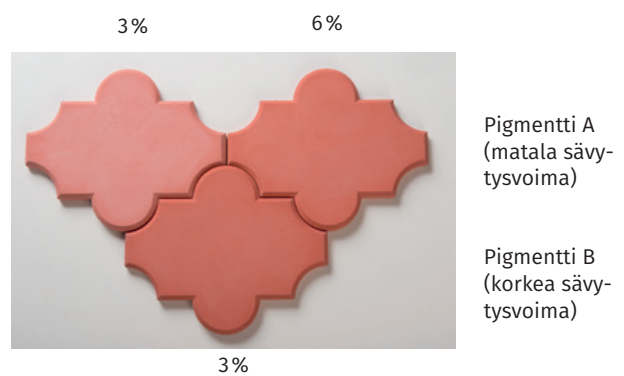
**Kuva 2: Pigmenttien sävytysvoiman vertailu**



### Pigmenttien sävytysvoimien vertailua

Käytännön esimerkki betonitehtaalta: Rautaoksidipigmentti A:ta tarvitaan 6 % tietyn sävyn aikaan saamiseksi. Kuten kuvan näytteet osoittavat, on kuitenkin mahdollista saavuttaa sama sävy lisäämällä 3 % punaista pigmenttiä B.

**Kuva 3: Pigmenttien sävytysvoiman vertailu**



### Johtopäätös:

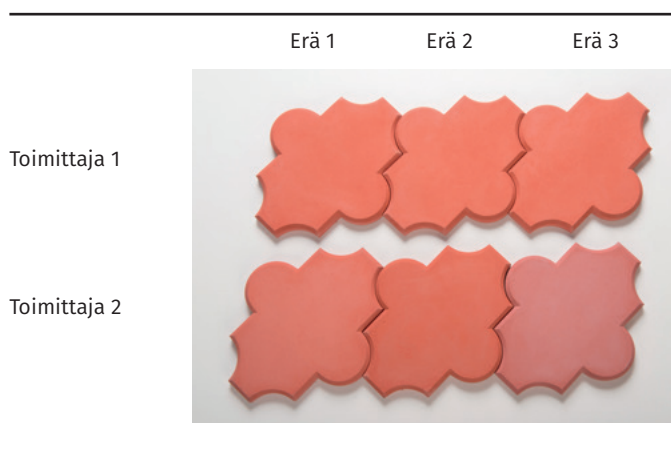
Pelkästään hinta kertoo vähän kustannustehokkuudesta. Vaikka pigmentti A olisi halvempi, halutun sävyn aikaan saamiseksi suurempi määrä A:ta tekee siitä kalliimman vaihtoehdon.



### Pigmenttien tasalaatuisuus

Toinen erittäin tärkeä pigmenttien laatuksiteeri sävytysvoiman lisäksi on väripigmenttien tasalaatuisuus - eli sävyerot eri pigmenttitoimitusten välillä (Kuva 4). Huipputaso tuotantolaitosten ja huolellisen laadunvalvonnan ansiosta LANXESS on tarjonnut asiakkailleen täydellisen tasalaatuisia pigmenttejä jo vuosikymmenien ajan.

**Kuva 4: Pigmentin tasalaatuisuus**



### Pigmenttityypit

Vaatimukset pigmentin käsiteltävyyden suhteen ovat muuttuneet vuosien varrella. Aluksi suurin osa rakennusalalla käytetyistä pigmenteistä oli jauhemaisia pigmenttejä. Seuraavana markkinoille tulivat veteen sekoitetut pigmentit eli "slurrit".

Slurrit ovat pölyttömiä ja lisäksi ne ovat helppoja käsitellä ja annostella. Korkean vesipitoisuuden vuoksi niiden kuljetuskustannukset ovat jauhemaisia pigmenttejä korkeammat. Lisäksi pidentyneiden varastointiaikojen kuluessa pigmentti voi sakkautua, jos slurria ei sekoiteta säännöllisesti. Edellä mainituista syistä on järkevää ostaa valmiita pigmenttislurreja vain, jos ne sijaitsevat valmistavan laitoksen välittömässä läheisyydessä.

Viimeisin kehitysaste ovat pigmenttigranulaatit, jotka ovat lähes pölyämättömiä ja niiden tyhjennys siloista, säkeistä ja suursäkeistä on helppoa ja siistiä. Lisätietoja pigmenttityypeistä ja pakkauksista on saatavana pyynnöstä.

**Kuva 5: Bayferrox®-pigmenttien suurennetut kuvat (100-kertainen suurennus)**



# BETONILAADUN VAIKUTUS VÄRIBETONIIN

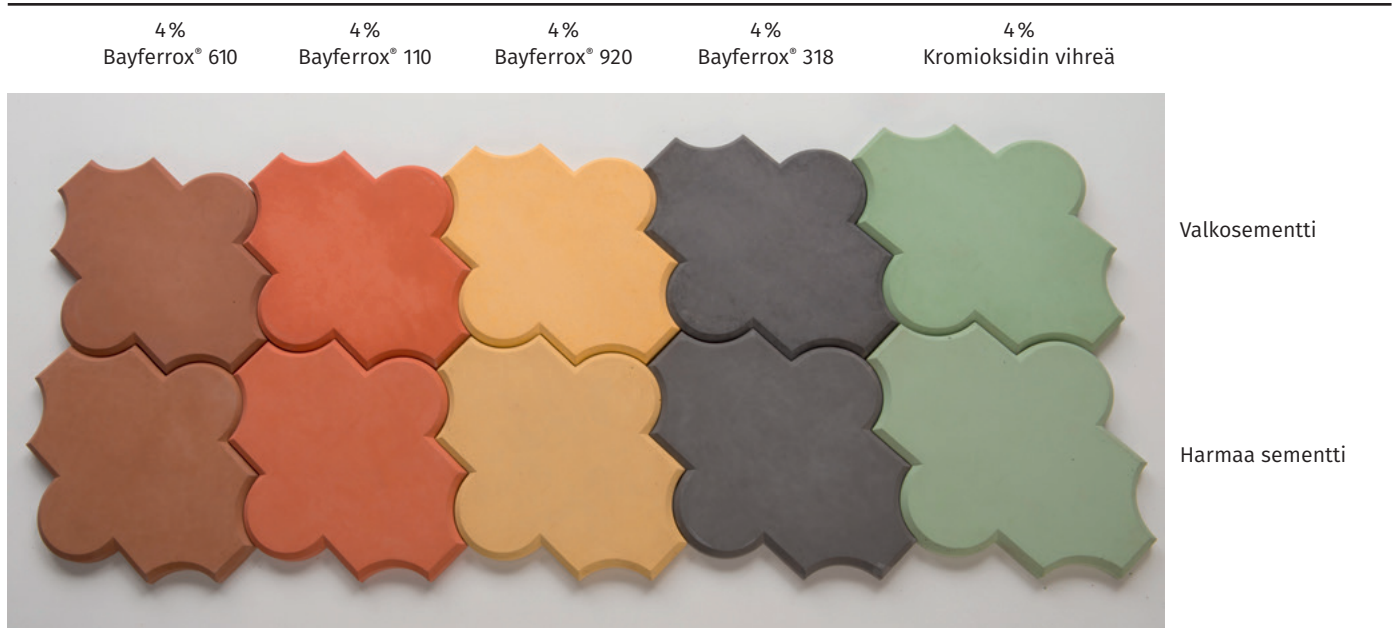
## Sementti

Harmaata sementtiä käytetään edelleen useimmissa rakennusprojekteissa, mikä vaikuttaa saatavilla oleviin sävyvaihtoehtoihin. Toisin kuin valkosementti, harmaa sementti himmentää kaikkien sävyjen kirkkautta. Tavallisesta Portland-sementistä valmistetusta väribetonipinnasta ei voi saada kirkasväristä.

Valkosementillä aikaan saatu sävyn kirkkaus riippuu kuitenkin käytetystä pigmentistä. Mustien pigmenttien tapauksessa valkoisella tai harmaalla sementillä valmistettujen tuotteiden välillä ei ole käytännössä mitään eroa. Ero on vähäinen kun kyseessä on tummanruskea ja punainen pigmentti, mutta erittäin voimakas keltaisten ja vihreiden pigmenttien kanssa. Mitä kirkkaampi ja puhtaampi haluttu sävy on, sitä tärkeämpää on

käyttää valkosementtiä. Jokaisen on helppo ymmärtää valkoisen ja harmaan betonin sävytyksen ero. Mutta myös harmaan sementin sävy voi vaihdella vaaleasta tummanharmaaseen. Sementtityyppiä tai -toimittajaa vaihdettaessa nämä sementin ominaissävyn erot voivat usein vaikuttaa myös betonin sävyyn.

### Kuva 6: Sementin värin vaikutus betonin sävyyn





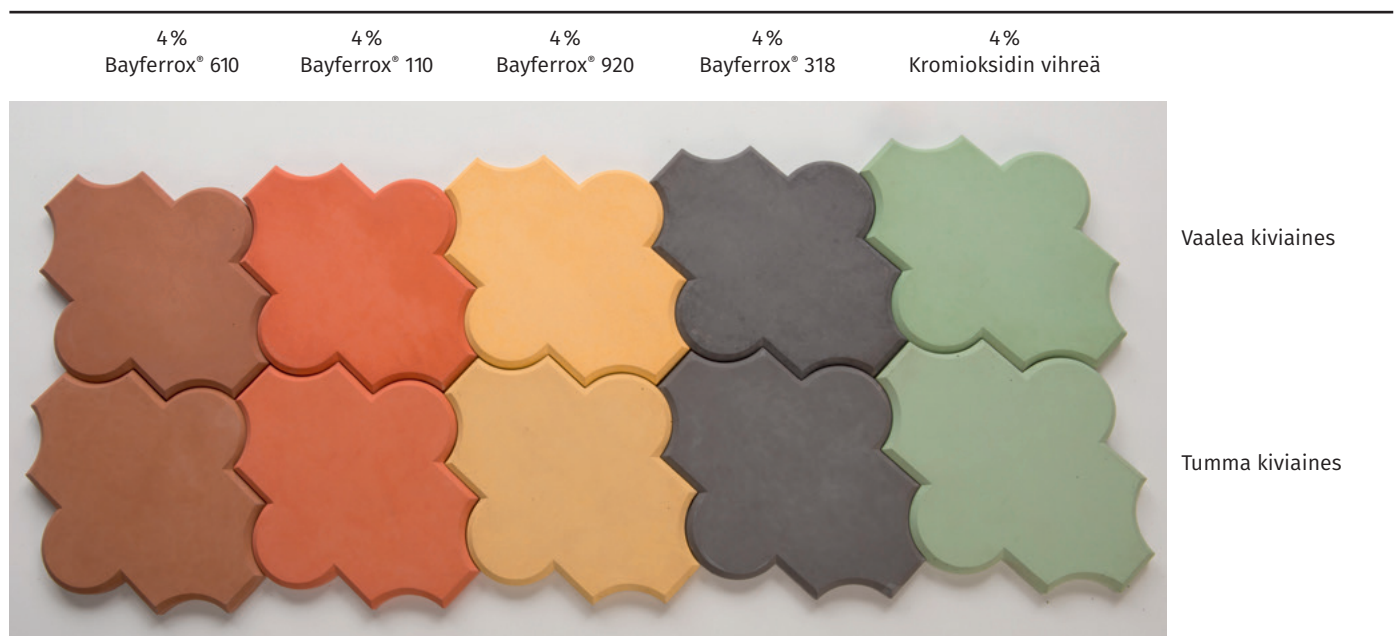
## Kiviaines

Väribetonia valmistettaessa sävytetty sementtipasta ympäröi kiviainesrakeet. On mahdollista, etteivät erittäin voimakkaan väriset kiviainesrakeet välttämättä peity kokonaan, vaan jäävät näkyviin vaikuttaen lopputuotteen sävyyn. Tämä ilmiö esiintyy jo väribetonin valmistusvaiheessa. Kiviaineen ominaisväri tulee kuitenkin vielä selvemmin esille, kun sääolosuhteiden vai-

kutukset ja pinnan kuluminen paljastavat kiviaineen. Tällöin betonin sävy hahmottuu kiviaineen värin ja sementtipastan sävyn yhdistelmänä.

Sementin tavoin hiekan ominaisvärillä on myös huomattavampi vaikutus vaaleissa värisävyissä (esim. keltainen, vihreä) kuin tummissa (esim. ruskea, musta).

### Kuva 7: Kiviaineen laadun vaikutus väribetoniin



### Pigmenttipitoisuuden vaikutus betonin sävyyn

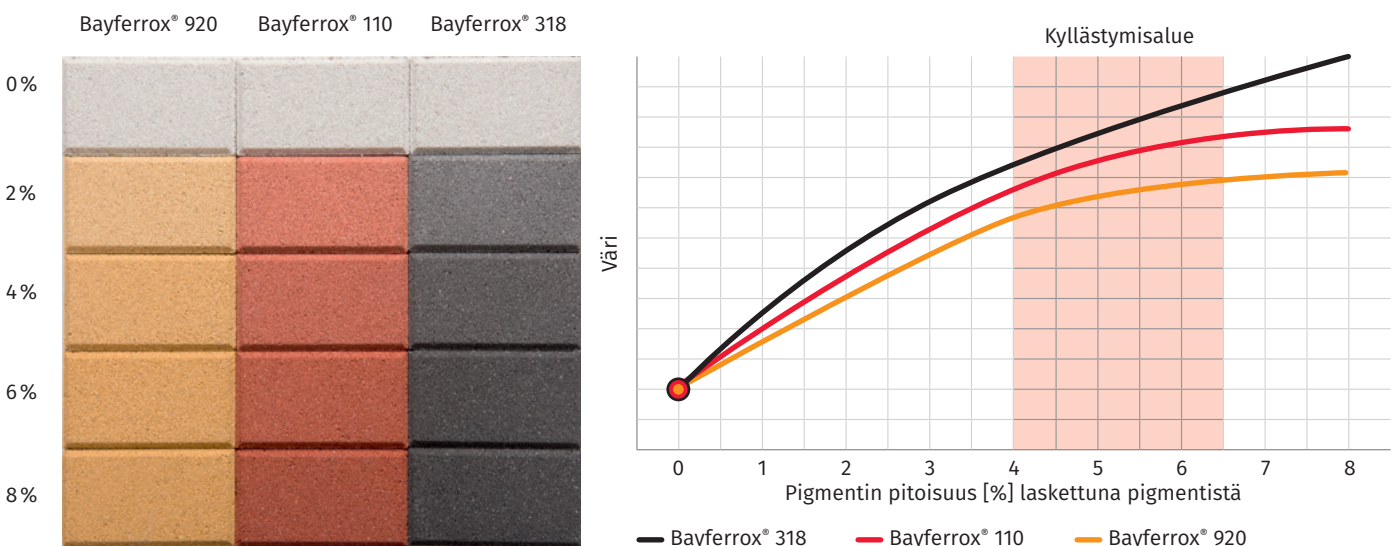
Optimaalisen pigmenttipitoisuuden määrittäminen on olennainen taloudellinen ja tekninen tekijä. Tiedon myötä tunnemme väribetonin kustannukset sekä se on myös välttämätön halutun sävyn ja voimakkuuden tuottamiseksi.

Kun betonimassaan lisätään enemmän pigmenttiä, sävyn voimakkuus kasvaa aluksi lineaarisesti pigmentin määrän suhteen. Jossain vaiheessa pigmentin lisääminen ei kuitenkaan syvennä merkittävästi sävyä ja pigmentin lisääminen tämän jälkeen on epätaloudellista. Kyllästymisalue on riippuvainen osittain myös betonin

koostumuksesta. Kuitenkin yleisesti ottaen yli 5 %:n pigmentin lisäykset (suhteessa sideaineen määrään), eivät ole välttämättömiä **Bayferrox®**-pigmenttejä käytettäessä, sillä väreillä on korkea sävytysvoima.

Toisaalta sävytysvoimaltaan heikompien pigmenttien kyllästymisalue saavutetaan vasta lisäämällä paljon suurempia määriä pigmenttiä. Tietyn sävyn tuottamiseen tarvittava pigmentin määrä voi siten olla niin suuri, että määrien kasvulla on kielteinen vaikutus betonin teknisiin ominaisuuksiin.

**Kuva 8: Pigmenttipitoisuuden vaikutus lopulliseen sävyyn**



### Väribetonin vesi-sementtisuhte

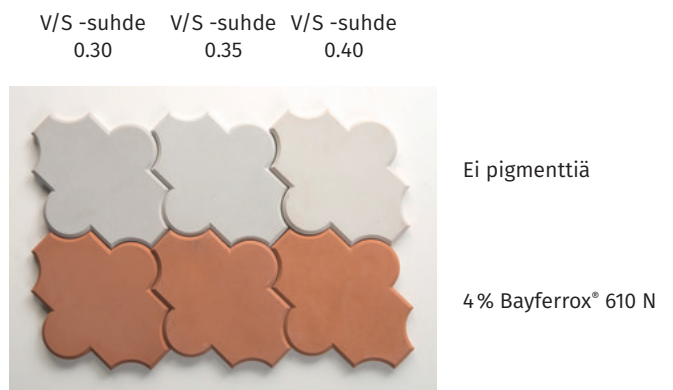
Juodessasi lasillisen olutta olet ehkä miettinyt miksi vaahto on valkoista vaikka olut itsessään on ruskeankeltaista?

Vaahto koostuu lukemattomista pienistä ilmakuplista jotka sirottavat valoa samalla tavalla kuin valkoiset pigmentit. Tämä poikkeama on tärkeä, koska se selittää betonin sävyn ja sen vesi-sementtisuhteen välisen riippuvuuden.

Kun ylimääräinen sekoitusvesi haihtuu betonista, jättää se jälkeensä onteloita hienojen huokosien muodossa. Nämä huokokset toimivat kuin kuplat oluen vaahdossa. Ne hajottavat tulevan valon ja vaalentavat siten betonin väriä. Mitä korkeampi vesi-sementtisuhte on, sitä vaaleammalta betoni näyttää. Kuten seuraava kuva osoittaa, tämä ilmiö vaikuttaa pigmentoimattomaan harmaaseen betoniin yhtä paljon kuin väribetoniin.



### Kuva 9: Vesi-sementtisuhteen vaikutus betonin sävyyn



#### Mitä tämä tarkoittaa käytännössä?

Verrattaessa vesipitoisuudeltaan erilaisia betoneja (esim. betonikivet, paikallavalubetoni), näytteiden sävy eroaa, vaikka pigmenttipitoisuus on sama.

### Kuva 10: Sävyvaikutelma eri käyttötarkoituksissa



Pigmenttipitoisuus kaikissa näytteissä: 3 % Bayferrox® 330

Jos vertailu tehdään samalla tuotantolinjalla, syntyy erilainen kuva. Jotta betonin käsittely on ongelmaton, on sekoitusvesi mitattava erittäin huolellisesti.

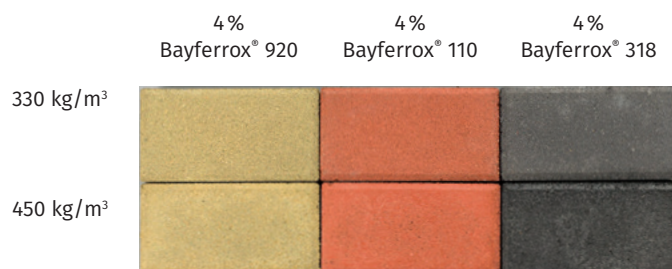
Tästä syystä vesi-sementtisuhteesta johtuvat tuotantolinjalla esiintyvät sävyvaihtelut ovat yleensä pikeminkin poikkeus kuin sääntö. Toisaalta sävyerot voivat olla merkittäviä, jos betonin liiallinen kosteus aiheuttaa paksun liete-kerroksen muodostumisen betonin pinnalle. Tämä liete - jota päällystekivituotannossa kutsutaan "appelsiinipinnaksi" - sisältää hyvin hienojakoisia aineksia, kuten sementtiä ja ylimääräistä pigmenttiä. Tämän seurauksena betonin ulkonäkö on erilainen kuin jos pinnalla olisi ollut vain normaali tiivistyksellä aikaansaatu ohut pastakerros.

#### Betonin sävy suhteessa sementtipitoisuuteen

Betonia sävytettäessä kiviaines ei värjäydy, vaan sementtipasta, joka muodostaa kerroksen yksittäisten kiviainesrakeiden ympärille.

Myös sementtipitoisuus vaikuttaa betonin sävyyn. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että kyse on kahden aineen seoksesta, joka sisältää värillistä sementtipastaa ja kiviainesta. Mitä enemmän värillistä sementtipastaa "laimennetaan" kiviaineksella, sitä heikompi on betonin sävyn voimakkuus. Käytäntö on osoittanut teorian oikeaksi. Betoni, jolla on korkea sementtipitoisuus, on voimakkaamman sävyinen kuin betoni, jolla on pienempi sementtipitoisuus, vaikka pigmenttipitoisuus olisi sama (normaalisti lasketaan prosentteina sementin painosta).

### Kuva 11: Betonin sävy suhteessa sementtipitoisuuteen



# VÄRIBETONITUOTTEIDEN VALMISTUS

## Pigmenttien annostelu ja sekoittuminen betoniin

Laadun merkitys kasvaa koko ajan. Tästä syystä pigmenttien annostelu ja betoniin sekoittuminen ovat keskeisiä laatuksia. Korkealaatuisia väribetonituotteita ei voida tuottaa ilman tarkkaa annostelua ja pigmenttien perusteellista ja homogeenista betoniin sekoittumista.

Kasvava pigmentin käyttö betonitehtaalla kannattaa optimoida automatisoinnilla. Kuten teknisissä ratkaisussa yleensäkin, automatisoinnilla on sekä etunsa että haittansa. Kuiva- tai märkäannostelun paremmuuteen ei ole olemassa yksiselitteistä vastausta. Voidaan ainoastaan tuoda esille seikkoja, joiden avulla annostelumenetelmä voidaan ratkaista kunkin tehtaan paikallisten olosuhteiden ja kaupallisten näkökohtien perusteella. Automaattisen pigmenttiannostelun ilmeisten etujen lisäksi betonivalmistajat voivat lisätä tuotevalikoimaansa muita värejä. **Bayferrox®**-pigmenttejä on saatavana pääväreinä eli punaisena, mustana ja keltaisena. Jokaisesta väristä on saatavana myös erilaisia sävyjä.

Kahden tai kolmen **Bayferrox®**-pigmentin yhdistäminen mahdollistaa käytännössä rajoittamattoman määrän lisävärisävyjä. Nykyinen betonin sekoitustekniikka mahdollistaa useiden yksittäisten pigmenttien lisäämisen suoraan sekoittimeen samanaikaisesti. Pigmenttejä ei tarvitse esisekoittaa.

### Pigmenttien sekoittuminen betoniin

Pigmenteillä, kuten muillakin hienoilla jauheilla, on taipumus muodostaa irtonaisia paakkuja kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Vaikka nämä paakut ovat suhteellisen pehmeitä ja helposti hajoavia, epäedullisissa sekoitusolosuhteissa ne voivat säilyä ehjänä. Pigmenttipaakut betonin pinnalla luovat erityisen epämiellyttävän vaikutelman (kuva 12).

Sekoitusprosessi on siis todella tärkeä osa betonin valmistusta. Kuten lujuuden maksimoimiseksi kaikkien raaka-aineiden sekoittumisen pitää olla optimaalista, on pigmentin sekoittuminen betonimassaan ainoa tapa varmistaa tasasävyinen betoni.

**Kuva 12: Pihakivi, jonka pinnalla on pigmenttipaakku**

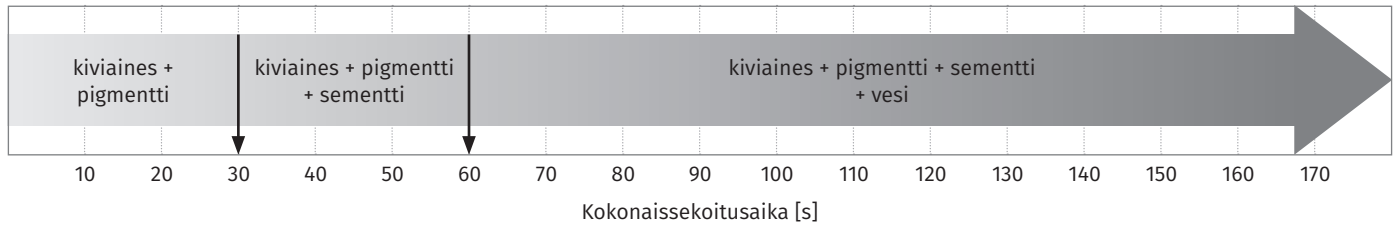


Koska sekoitusajat voivat nykyään olla erittäin lyhyitä, on äärimmäisen tärkeää lisätä raaka-aineet sekoitusprosessin aikana järjestyksessä, joka varmistaa pigmenttipaakujen hajoamisen sekä pigmenttihiukkasten tehokkaan sekoittumisen massaan.

Laboratoriotestit ja käytännön kokemus ovat osoittaneet, että paras lopputulos saadaan aikaan kun pigmentit sekoitetaan kiviaineksen kanssa noin 15 - 30 sekuntia ennen sementin lisäämistä, jonka jälkeen seosta kuiva-sekoitetaan vielä 15 - 30 sekuntia. Sekoitusprosessi on muuten sama kuin tavanomaisella betonilla. On syytä välttää kaikkien raaka-aineiden lisäämistä samanaikaisesti tai sementin sekoittamista heti kiviaineksen lisäämisen jälkeen.



**Kuva 13: Suositeltu sekoitusjärjestys väribetonin valmistuksessa**



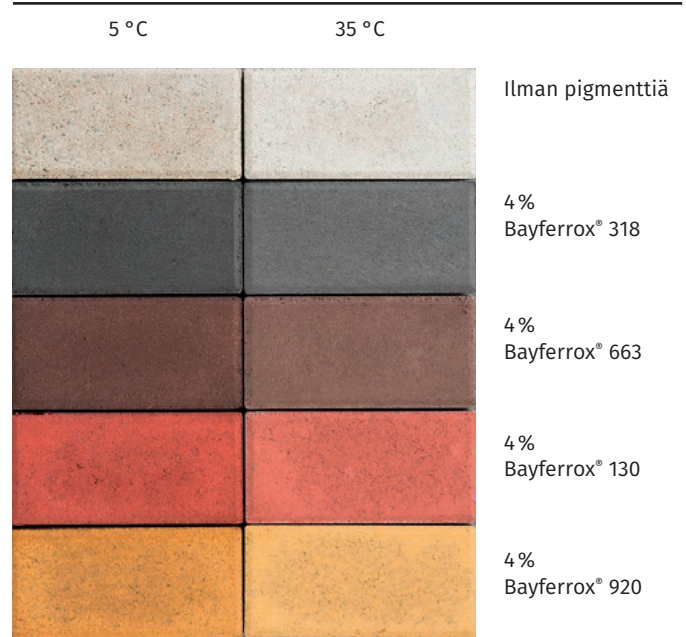
Sekoitusajalla on myös tärkeä merkitys pigmentin homogeeniselle sekoittumiselle. Jokaisella sekoitintyyppillä on oma vähimmäissekoitusaikansa, joka on yleensä 1,5 - 2 minuuttia. Lyhyemmällä sekoitusajalla homogeenisen seoksen saavuttaminen on mahdotonta, vaikka yksittäisten raaka-aineiden sekoitusaikoja tai niiden lisäysjärjestystä muutettaisiin.

#### Sitoutumisolosuhteiden vaikutus betonin sävyyn

Sementin ja sekoitusveden reagoidessa syntyvä sementtipasta muodostaa sitoutuessaan erisuuruisia amorfisia, geelimäisiä sekä kidemäisiä reaktiotuotteita riippuen betonin sitoutumislämpötilasta. Näiden muodostuvien kiteiden koko puolestaan ratkaisee sen, miten betonipintaan kohdistuva valo hajoaa. Kiteenmuodostuksessa pätee seuraava periaate: mitä korkeampi lämpötila, sitä hienompia kideneulasia syntyy. Hienoimpiin kideneulasiin kohdistuva valo hajoaa voimakkaammin, mikä tekee korkeassa lämpötilassa sitoutuneesta betonista vaaleampaa kuin betoni, joka on sitoutunut alhaisemmassa lämpötilassa. Tämä ilmiö havaitaan kuitenkin yleensä vasta, kun lämpötilaero on tarpeeksi suuri, esimerkiksi höyrykarkaistun ja huoneenlämmössä sitoutuneen betonin välillä.

Kuvassa 14 verrataan +5 ° C: ssa ja +35 ° C: ssa sitoutuneen betonin sävyä.

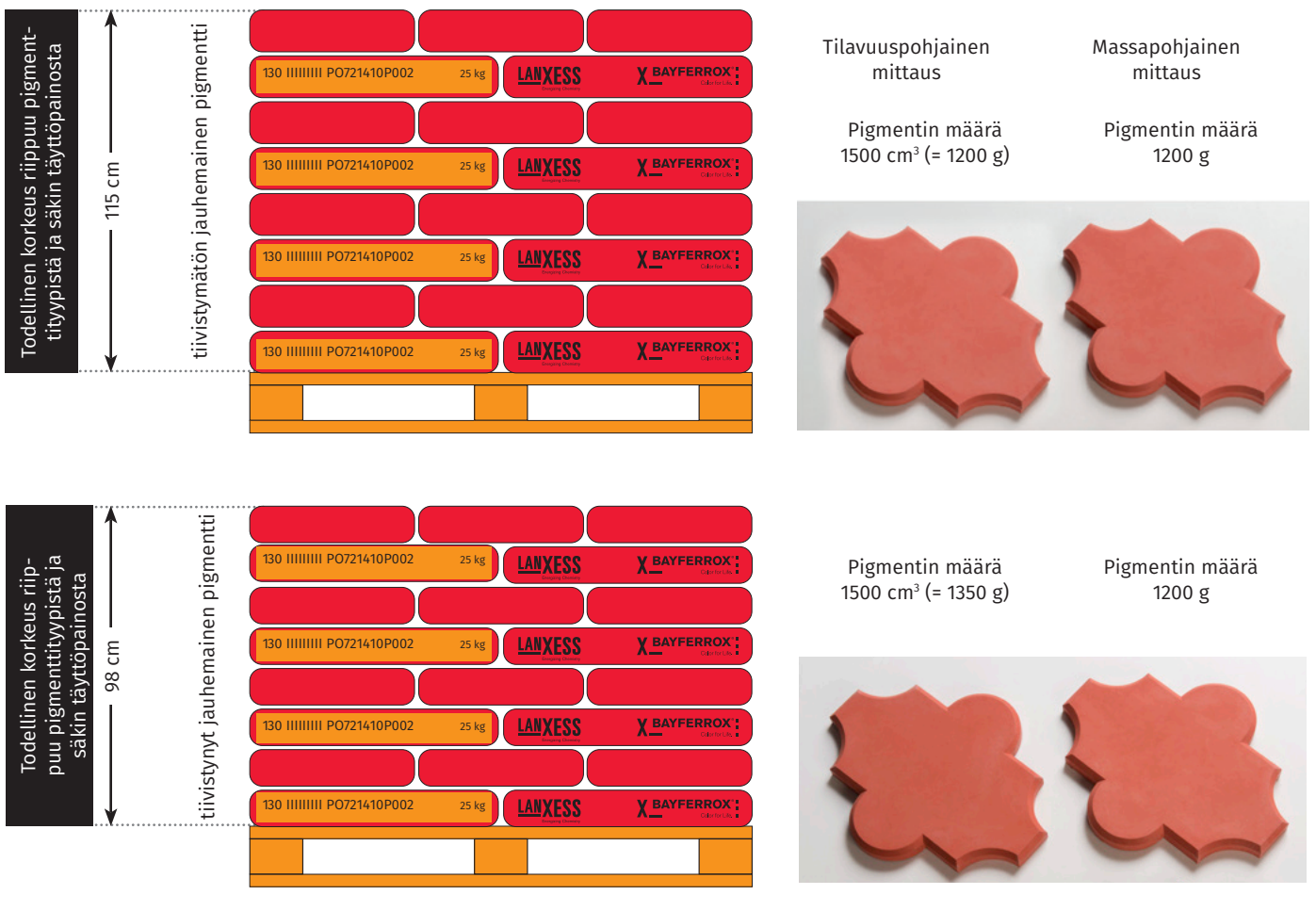
**Kuva 14: Sitoutumisolosuhteiden vaikutus väribetonin sävyyn**



Väripigmentit ovat erittäin hienojakoisia jauheita (noin kymmenen kertaa hienompia kuin sementti) ja hyvin herkkiä paakkuuntumaan. Hienojen jauheiden irtotiheys voi vaihdella kaikenlaisten ulkoisten tekijöiden (kuten varastointi- ja kuljetusolosuhteiden) vuoksi.

Jauhepigmenttien tilavuusmittauksessa on siten täysin mahdollista, että vaikka pigmenttien tilavuudet ovat samat, pigmentin määrä eroaa massan suhteen. Mittausten aiheuttamat betonin sävyerot voidaan helposti välttää käyttämällä massapohjaista mittaustapaa.

**Kuva 15: Tilavuus- ja massapohjaisen mittauksen vertailu**





# VÄRIBETONIN RAPAUTUMINEN

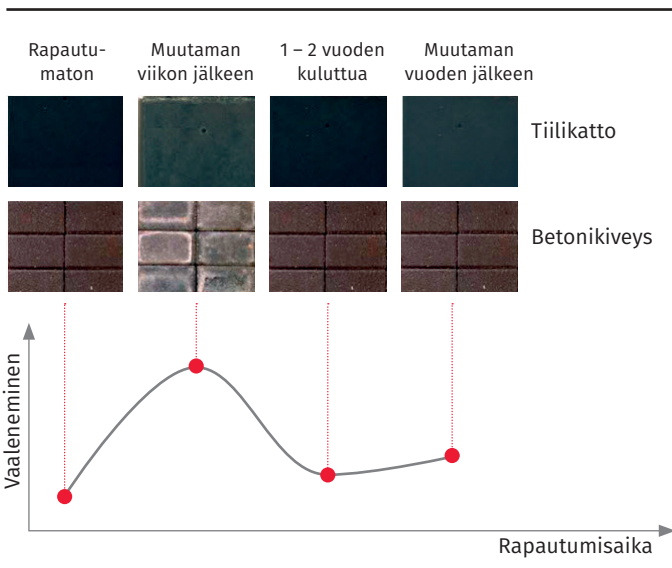
Roomalaisten rakentama vesijohto, joka toimitti Saksan Kölniin vettä Eifelin kukkuloilta kaksi tuhatta vuotta sitten, rakennettiin sementistä. Jos tämä muinainen “betoni” olisi pigmentoitu (jo silloin tunnetuilla) rautaoksidoilla, olisi rakenne edelleen värillinen ja ero alkuperäiseen värisävyyn verrattuna melko pieni. Nämä sävy muutokset, joita esiintyy sekä väribetonissa että tavanomaisessa betonissa, voivat olla väliaikaisia (esim. kalkkihärme) tai pysyviä (esim. kiviaineksen paljastuminen).

## Kalkkihärme

Kalkkihärme on kaikkien betonivalmistajien kiusa, varsinkin jos kyseessä on väribetoni ja sen ulkonäölle on asetettu erityisen korkeat vaatimukset.

**Bayferrox®**-pigmenteillä ei ole mitään vaikutusta kalkkihärmeen ilmenemiseen. Valkoinen kalkkihärme on kuitenkin helpommin havaittavissa väribetonissa kuin tavanomaisessa tai valkoisessa betonissa. Kalkkihärmettä syntyy, kun sementin sitoutuessa syntyy vapaata kalkkia, joka joko sekoitusveteen (primäärinen), sadeveteen tai kosteuteen (sekundäärinen härme) liuenneena siirtyy betonin pinnalle, jossa se reagoidessaan ilman hiilidioksidin kanssa muodostaa liukenematonta kalsiumkarbonaattia. Tässä prosessissa betonin huokoisuudella on myös suuri merkitys. Mitä tiiviimpi betoni on, sitä vähemmän kalkkihärmettä todennäköisesti pääsee siirtymään betonin pintaan.

## Kuva 16: Kalkkihärme



Betonipinnalle muodostunut härme reagoi ajan mittaan veteen liunneen hiilidioksidin kanssa ja muodostaa kalsiumbikarbonaattia, joka on vesiliukoista. Näin kalkkihärme poistuu vähitellen. Ilmassa olevat happoainekset edistävät myös kalkkisaostumien poistumista betonipinnalta. LANXESS Deutschland GmbH on julkaissut esitteen betonin kalkkihärmeen muodostuksesta, jonka saa pyynnöstä.

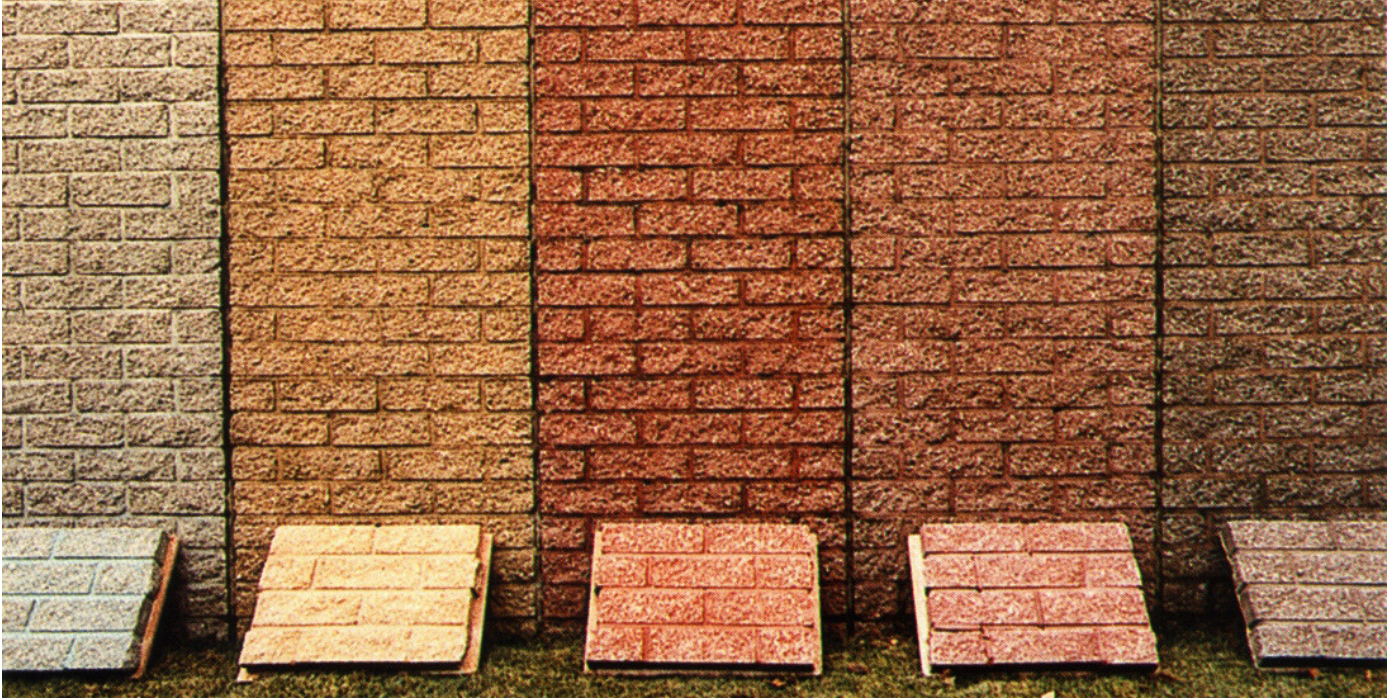
## Sitoutuneen sementtipastan rapautuminen

Betonin pintaan muodostuu pastakerros, joka koostuu kiviaineksen hienoaineksesta ja sementistä. Sen paksuus riippuu betonin koostumuksesta, tiivistysmenetelmästä jne. Kun tämä kerros rapautuu vähitellen, niin muutaman vuoden kuluttua pinnalla oleva kiviaines paljastuu ja vaikuttaa näin enemmän betonin sävyyn. Alla oleva kuva osoittaa, että pigmentöityjen rakennusmateriaalien sävy muutokset ovat suhteellisen pieniä. Nämä muutokset johtuvat kiviaineksen väristä ja valon erilaisesta heijastavasta.

## Kuva 17: Uusi ja rapautunut betonituote, jossa kiviaineksen väri näkyy selvästi



**Kuva 18: Betonijulkisivu 25 vuoden ulkoilmassa rapautumisen jälkeen**



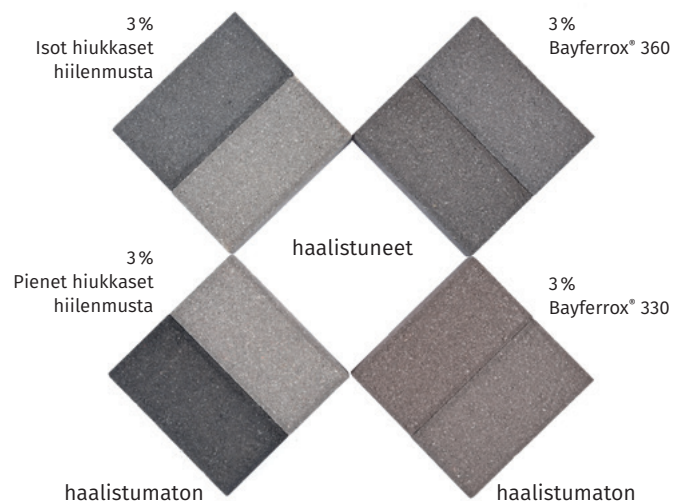
### Pigmenttien säänkesto-ominaisuudet

Kun betonin sävytykseen käytetään säänkestäviä **Bayferrox®** ja kromioksidin vihreitä oksidipigmenttejä, niiden väri on kestävä. Tämä perustuu yli neljännesvuosisadan aikana tehtyihin systemaattisiin kokeisiin koskien pigmentoituneiden rakennusmateriaalien värien pysyvyyttä. Näissä tutkimuksissa havaittiin, että vain ulkona tehdyt luonnonmukaiset säätestit voivat todella antaa luotettavaa tietoa rakennusmateriaalien pigmenttien säänkestävyydestä.

Yllä oleva kuva osoittaa, että pigmentöityjen rakennusmateriaalien sävy muutokset ovat suhteellisen pieniä. Etualan säälle altistumattomien näytepalojen ja 25 vuotta ulkona säälle altistettujen betonimuurikivien välillä ei ole juuri lainkaan eroa, hienoista likaantumista lukuun ottamatta. Eri pigmenttien pitkän aikavälin säänkesto voi kuitenkin olla täysin erilainen. Esimerkiksi meriympäristössä hiilenmustalla pigmentoitujen betonilaatakivien sävy haalistui suhteellisen lyhyen ajanjakson jälkeen, ja vain mustalla rautaoksidilla pigmentoidut kivet ylsivät vaadittuun sävynekeston.

Tämä todisti, että monet pigmentit (esim. hiilenmustat ja erilaiset orgaaniset pigmentit) eivät tarjoa riittävästä säänkestävyyttä (kuvio 19).

**Kuva 19: Mustien pigmenttien säänkesto**





# VÄRIBETONIN TEKNISET OMINAISUUDET

## Standardit

Rakennusmateriaalien väripigmentejä koskevat vaatimukset on määritelty eri standardeissa. Merkittävin standardi Euroopassa on EN 12 878 "Pigments for the coloring of building materials based on cement and/or lime", kun taas Yhdysvalloissa sovelletaan säännöstöä ASTM C 979 "Pigments for Integrally Colored Concrete".

### EN 12 878

Vaatimustenmukaisuus vahvistetaan tehtaan tuotannonvalvonnalla ja ilmoitetun laitoksen sertifiointilla (CE-merkintä). Ilmoitettu laitos antaa todistukset, jotka korvaavat aiemmin käytetyt vaatimustenmukaisuustodistukset. CE-merkintä, joka ilmaistaan myös toimitusasiakirjoissa, dokumentoi tuotteen vaatimustenmukaisuuden.

Standardissa EN 12 878 määritetään teräsbetonin (luetelo B) lisättestausvaatimukset; erityisesti lisävaatimukset testaustaajuuden, matalamman kloridipitoisuuden toleranssin sekä vesiliukoisten raaka-aineiden osuuden suhteen. Standardin vaatimusten täyttämiseksi LANXESS listaa nämä tuotteet erikseen. Testitodistuksessa luetellaan vaaditut tiedot kustakin erästä ja ilmoitus käyttötarkoituksesta.

### ASTM C 979


Tämä standardi asettaa vaatimukset väribetonissa käytettäville pigmenteille, jotka kaikki **Bayferrox®** -pigmentit täyttävät.

#### Johtopäätös:

LANXESS-pigmentit täyttävät standardien EN 12 878 ja ASTM C 979 vaatimukset.

### Betonin lujuus ja sementin sitoutumiskäyttätyminen

Pigmenttien testaamiseen liittyvien kysymysten lisäksi EN 12 878 määrittelee myös kynnysarvot, missä määrin pigmentit voivat vaikuttaa sementin sitoutumiskäyttätymiseen ja betonin lujuuteen.



**Konformitätserklärung**  
**Declaration of conformity**  
**Déclaration de conformité**  
**Declaración de conformidad**  
**Declaração de conformidade**


**DIN EN 12 878 : 2014**

LANXESS Deutschland GmbH  
Inorganic Pigments  
PBD - GCC Construction  
Geb. R 54 / Raum 024  
47812 Krefeld, Deutschland

Telefon: +49 2151 88-7741  
Telefax: +49 2151 88-4133

Email: [ccc.info@lanxess.com](mailto:ccc.info@lanxess.com)

Internet: [www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)  
[www.bayferrox.de](http://www.bayferrox.de)





Certificate of conformity  
of the factory production control

0840-CPR-7829-090005-06

In compliance with Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (Construction Products Regulation), this certificate applies to the construction product

Eisenoxidrot Bayferrox  
EN 12878 – Pulverpigment  
CAS-Nr. 1309-37-1

produced by  
LANXESS Deutschland GmbH  
Inorganic Pigments  
Rheinuferstraße 7-9  
47829 Krefeld.

This certificate was issued by the notified certification body

Forschungsinstitut der  
Zementindustrie GmbH

and attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standard

**EN 12878 : 2014**

under system 2+ are applied and that the factory production control fulfils all the prescribed requirements.

This certificate was first issued on 25.06.2006. It is valid until 31 January 2016, however, to a maximum as long as the test methods and/or factory production control requirements included in the harmonised standard, used to assess the performance of the declared characteristics, do not change, and the product, and the manufacturing conditions in the plant are not modified significantly.

Düsseldorf, 15.01.2015



Dr. Sivan Baetzner  
Head of the Certification Body

Forschungsinstitut der Zementindustrie - Tannenstraße 2 - 40476 Düsseldorf - Phone: +49-211-45 78-1 - [qa@vdz-online.de](mailto:qa@vdz-online.de) - [www.vdz-online.de](http://www.vdz-online.de)

## Betonin koostumus

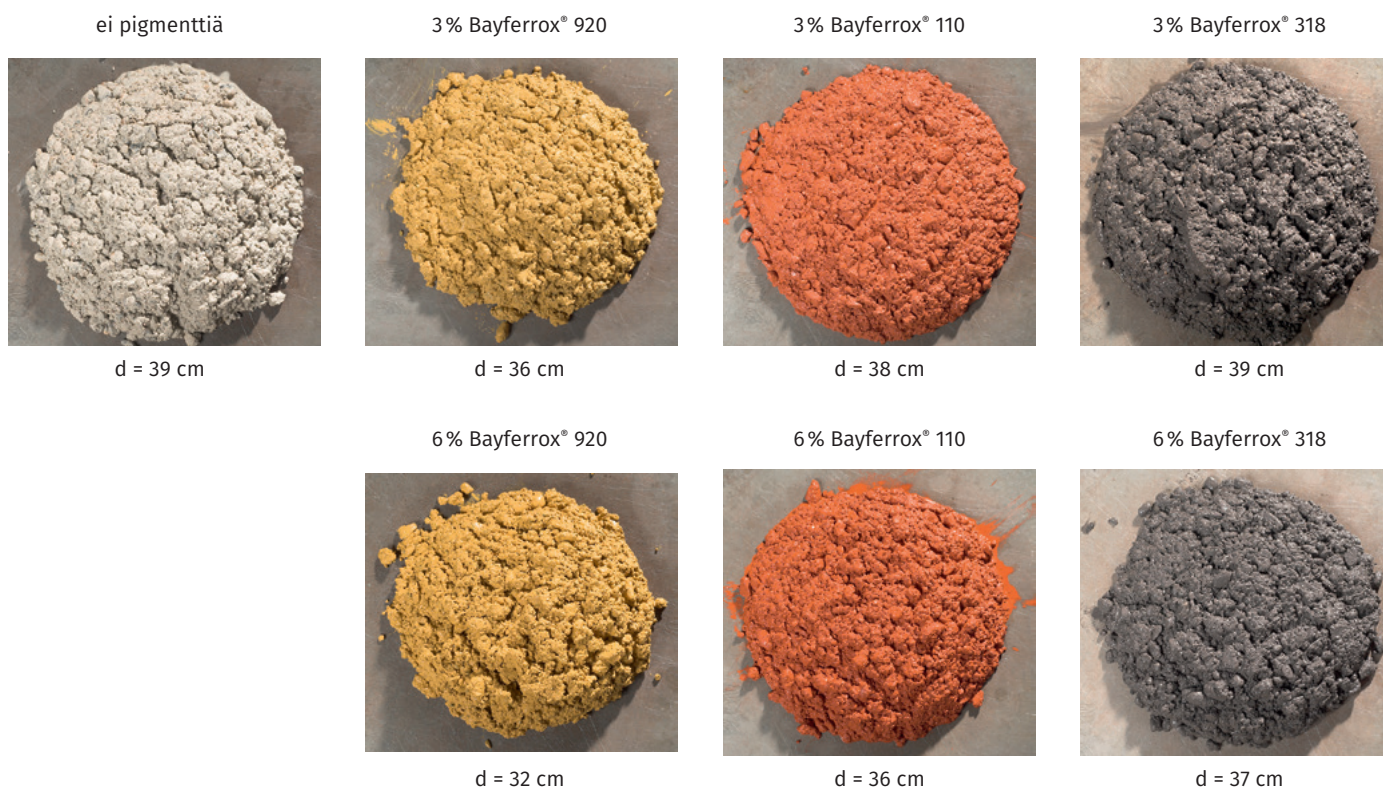
Pigmentit koostuvat erittäin hienoista hiukkasista. Tuote-esitteen tekniset tiedot -taulukosta löytyy tarkat tiedot keskimääräisestä raekoosta, joka voi vaihdella huomattavasti pigmenttityypistä riippuen. Yleisesti ottaen pigmentit ovat noin 10-20 kertaa hienompia kuin sementti, ja siksi pigmenttejä käyttävän on mietittävä onko lisätyn pigmentin määrällä vaikutusta betonin vedentarpeeseen.

Lisättyjen **Bayferrox®**-Musta ja **Bayferrox®**-Punainen -pigmenttien normaalimäärillä ei ole käytännössä vaikutusta betonin vedentarpeeseen. Keltaiset rautaoksidipigmentit eroavat edellä mainituista mustasta ja punaisesta pigmentistä siinä, että keltaisilla rautaoksidipigmenteillä on neulan muotoinen rakenne, joka absorboi pinnalleen enemmän vettä. Tällä on vaikutusta kuitenkin vasta yli 4 - 5 %:n pigmenttiannostuksilla. Kun käytetään korkean värjäysvoiman omaavia **Bayferrox®** -Keltainen -pigmenttejä, eivät nämä viitearvot yleensä ylity, ja siksi niiden suurempi veden absorptiokyky tulee ottaa huomioon hyvin harvoin.

Jos betoniin lisätään suurempia määriä keltaista rautaoksidipigmenttiä, voi pigmentin pinnalle absorboitunut vesi heikentää huomattavasti vesi-sementtisuhdetta ja muuttaa betonin koostumusta. Pigmentoimattomaan betoniin verrattuna saman leviämisen aikaansaamiseksi on siis lisättävä vesimäärää, mikä kuitenkin voi vaikuttaa haitallisesti betonin lujuuteen.

### Kuva 20: Painumatesti pigmentoimattoman ja pigmentoidun betonin välillä

#### Painuma (vesisementtisuhte 0,56)





# LAATU JA LISÄARVO ASIAKKAALLE

On selvää, että betoni- ja pigmenttitekniikka ovat pohjimmiltaan hyvin erilaisia teknisiä aloja. Betonivalmistajien laboratorioissa suoritetaan yleensä teknisiä betonitestejä sekä kehitetään betonivalmisteita, eikä niitä ole luotu käsittelemään väreihin liittyviä haasteita (esim. kuinka tuottaa tarkasti tietyn sävyistä betonia). Niissä ei myöskään yleensä ole valmiuksia järkeistää betonivalmistajan värivalikoimaan tarvittavien pigmenttien lukumäärää tai rakennusmateriaalien värien tasalaatuisuuteen liittyviä kysymyksiä.

Näissä asioissa apua saa pigmenttivalmistajan asiantuntijoilta. LANXESSin epäorgaanisten pigmenttien maailmanlaajuinen osaamiskeskus tarjoaa asiakkailleen kattavan konsultointipalvelun, jonka avulla värejä voi tarkastella realistisissa olosuhteissa, sekä käsitellä pigmenttien käyttöön ja sekoitus- ja annostelutekniikkaan liittyviä kysymyksiä.

LANXESSin palvelun avulla asiakas voi merkittävästi parantaa lopputuotteen laatua.

■ Kaupungintalo, Middelburg, Alankomaat  
käytetty pigmentti Bayferrox® 330



# semtu

**BAYFERROX®**  
**EDUSTAJASI**



SEMTU OY  
MARTINKYLÄNTIE 586  
04240 TALMA  
(09) 2747 950  
semtu.fi  
#parempaabetonia

# LANXESS

Energizing Chemistry

LANXESS Deutschland GmbH  
Business Unit Inorganic Pigments  
Rheinuferstraße 7-9  
47829 Krefeld  
Saksa

Puh. +49 221 8885 3974

[www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)  
[www.bayferrox.com](http://www.bayferrox.com)

#### **Terveyttä ja turvallisuutta koskevat tiedot**

Asiaankuuluvat asiakirjat on koottu tietoihin terveys- ja turvallisuustoimenpiteistä, joita on noudatettava käsiteltäessä tässä esitteessä mainittuja LANXESS-tuotteita. Tässä mainittujen materiaalien, jotka eivät ole LANXESS-tuotteita, on noudatettava kunkin valmistajan suosittelemaa hygienia- ja muita turvallisuustoimenpiteitä. Ennen kuin aloitat työskentelyn näiden tuotteiden kanssa, sinun on luettava ja tutustuttava saatavilla oleviin tietoihin niiden vaaroista, asianmukaisesta käytöstä ja käsittelystä. Tämä on ratkaisevan tärkeää. Tietoja on saatavana eri muodoissa: kuten käyttöturvallisuustiedotteina, tuotetietoina ja tuotemerkintöinä. Ota yhteyttä LANXESS-edustajaasi Saksassa tai LANXESS Deutschlandin tuoteturvallisuusosastoon. USA:n liiketoimintaa varten ota yhteyttä LANXESSin tuoteturvallisuusosastoon Pittsburghissa, Pennsylvaniassa.

#### **Tietoja lainsäädännön noudattamisesta**

Tässä esitteessä olevien tuotteiden joissakin loppukäyttötarkoituksissa on noudatettava sovellettavia määräyksiä, mukaan lukien FDA:n, BfR:n, NSF:n, USDA:n ja CPSC:n säännöt. Jos sinulla on kysyttävää näiden tuotteiden hyväksyntävaiheesta, ota yhteyttä edustajaasi LANXESS Deutschland GmbH:lla, LANXESS Deutschland GmbH:n tuoteturvallisuuden osastolla tai USA:n liiketoimintaa varten sääntelyasioiden päällikköön LANXESS Corporationilla, Pittsburghissa, Pennsylvaniassa. Miten ja mihin tarkoituksiin käytät tuotteitamme, teknistä tukiamme ja tietojamme (suullisesti, kirjallisesti tai tuotearvioinnein), ei ole LANXESSin hallinnassa. Sama pätee myös reseptiehdotuksiin ja suosituksiin. Siksi on välttämätöntä, että tarkistat tuotteidemme, teknisen tukemme ja tietojemme soveltuvuuden aiottuihin prosesseihin ja tarkoituksiin. Sovelluskohtaisen analyysin on sisällettävä ainakin soveltuvuustestit sekä teknisissä että terveys-, turvallisuus- ja ympäristökysymyksissä. Me emme ole välttämättä tehneet tällaista testausta. Ellei kirjallisesti ole toisin sovittu, kaikki tuotteemme myydään yksinomaan myynti- ja toimitusehtojemme mukaisesti. Tiedot ja tekninen tuki tarjotaan ilman takuuta (pidätämme oikeuden muutoksiin milloin tahansa). Emme vastaa asioista, jotka johtuvat väärinkäytöstä tuotteidemme, teknisen tuen tai tietojen pohjalta.

Mitään lausumia ja suosituksia, joita ei ole tässä esitteessä, ei hyväksytä eivätkä ne sido meitä. Mitään tämän esitteen tiedoista ei tule tulkita suositukseksi käyttää tuotteita sellaisella tavalla, joka rikkoo kaupallisia omistusoikeuksia, kuten patenteja, minkään materiaalin tai niiden käytön suhteen. Lisäksi mitään lisensoijaa kaupallisten omistusoikeuksien, kuten patenttien, nojalla, ei myönnetä.

Colortherm® on LANXESS Groupin rekisteröity tavaramerkki.

Painos 05/2019