

Kuinka betonipinnalle saadaan toivottu ulkonäkö?

Käytännön
ohjeita
suunnitteluun ja
työnsuoritukseen

Betonipinnan väri ja rakenne

Betonipinnan värillä ja rakenteella on suuri merkitys siihen, millaiseksi betonirakenteen ulkonäkö koetaan.

Tässä vihkosessa annetaan ohjeita siitä, mitä rakentamisvaiheessa voidaan tehdä, jotta betonipinnalle saadaan toivottu ulkonäkö.

Tämä ohjevihko perustuu ruotsalaiseen alkuperäistekstiin "Hur får man betongytter att se ut som man vill?", jonka on julkaissut Svenska Byggbanshens Utvecklingsfond (SBUF) vuonna 2001. Alkuperäisen raportin ovat laatineet Arne Retelius Cementa AB:stä ja Bengt Ström NCC AB:stä.

Ohje on tehty viiden vuoden seurantatutkimuksen pohjalta pääosin kahdessa suuressa ruotsalaisessa hankkeessa, jotka Cementa aloitti vuosina 1995 ja 1998 yhteistyössä Banverketin ja NCC:n kanssa.

Sisällys

Onko betonin pinta aina väriltään harmaa?

Betonin väri ja rakenne

<i>Miksi väri vaihtelee?</i>	4
<i>Syy ja seuraus</i>	4
<i>Kalkkisaostumat</i>	6
<i>Vaaleat pinnat</i>	7
<i>Tummat pinnat</i>	8
<i>Laikukkaat pinnat</i>	9
<i>Likaiset pinnat</i>	10

Suunnittelu, muotit, betonointi ja jälkihoito

<i>Betoniresepti</i>	12
<i>Muottipinta</i>	12
<i>Betonointi</i>	12
<i>Betonin kovettuminen</i>	13
<i>Muotinpurku</i>	13
<i>Kovettuneelle betonille tehtävät toimenpiteet</i>	13
<i>Vinkkejä</i>	14
<i>Muistiinpanoja</i>	15

Onko betonin pinta aina väriltään harmaa?

Betonin väri vaihtelee. Harva meistä kiinnittää huomiota väriin, kunhan se on yhtenäinen ja tasainen. Mutta jos uusi betonirakenne on laikukas tai valkopilkullinen tai siinä on suuria tummia läiskiä siellä täällä, voidaan ihmetellä mistä se johtuu.

Betonia pidetään yleisesti harmaana, mutta katsottaessa betonirakenteita lähempää havaitaan, että kaikilla betonipinnoilla on erilainen ulkonäkö, mikä johtuu siitä, että betoniin muodostuu...

- *pintoja, joissa on kalkkisaostumia*
- *vaaleita pintoja*
- *tummia pintoja*
- *laikukkaita pintoja*
- *likaisia pintoja*

Lisäksi kaikilla pinnoilla on erilaisia värisävyjä.

Betonipintatutkimus...

Betonipintojen väriä ja rakennetta on tutkittu sekä rakennusprojekteissa että koekappaleilla.

Näennäisen pienillä toimenpiteillä on suuri vaikutus betonipinnan väriin, luonteeseen ja ulkonäköön.

Siihen, että betonipinta saadaan näyttämään juuri halutunlaiselta, ei ole olemassa mitään patenttiratkaisua. Sen sijaan tutkimukset osoittavat joukon toimenpiteitä, joiden avulla vältetään tavallisimmilta ongelmilta.

Kovettuessaan betoni tarvitsee vettä. Yksi muotin tehtävistä on estää veden poistuminen betonista. Tulos riippuu muotin tiivyydestä ja imu-kyvystä, ympäristön lämpötilasta, ilman kosteuspitoisuudesta sekä betonireseptistä.



Jos betonipinta näyttää tällaiselta, voi syyinä olla liian suuri muottiöljymäärä. Öljy on imeytynyt muutamia millimetrejä betoniin ja reagoinut sen kanssa, mikä on johtanut betonipinnan heikkoon vetolujuuteen...



...osia betonin pintakerroksesta on tarttunut kiinni muottilautoihin. Lopputulos voi näyttää lähikuvassa tällaiselta.



Jos betonipinta näyttää tällaiselta, on muottiin valettu alempi betonikerros ehtinyt olla muotissa liian pitkään ennen seuraavan kerroksen valua ja kerrosten tärytystä. Betonipintaan on muodostunut vaakasuuntaisia juovia.

Betonipinnan väri ja rakenne

Muottipinta kuvastuu muottia vasten valetuissa betonipinnoissa. Tuoreen betonimassan ja muottipinnan ominaisuudet määräävät lopputuloksen.

Betonointimenetelmällä, lämpötilalla, kemiallisilla reaktioilla, muotinpurun ajankohdalla ja säätilalla on oma vaikutuksensa betonipintaan.

Betonoinnissa muodostuu betonin ja muottipinnan väliin hyvin ohut pintakerros...

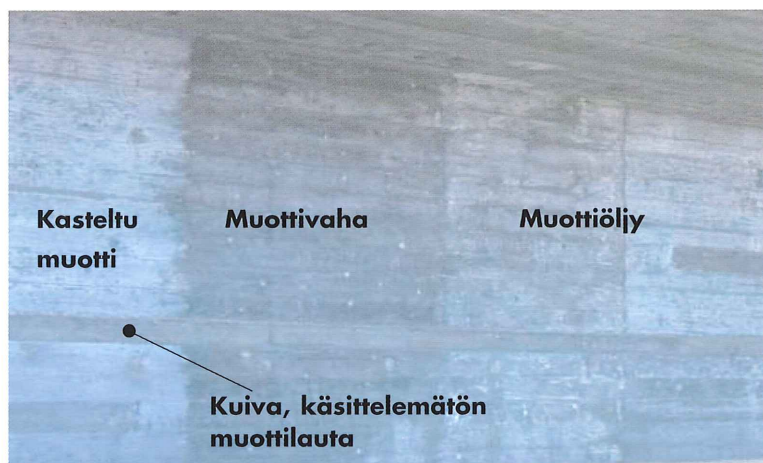
Tämä ohut kerros koostuu vedestä, sementistä ja hienoaineesta. Ohuen pintakerroksen säilyminen betonin kovettumisen aikana ratkaisee suureksi osaksi betonipinnan tulevan värin. Pintakerroksen luonteeseen vaikuttavat useat tekijät, jotka vaikuttavat myös betonin väriin. Näitä tekijöitä ovat:

- *Betoniresepti*
- *Betonointimenetelmä*
- *Tiivistys*
- *Muottipinnan ominaisuudet*
- *Betonimassan ja muottipinnan väliset kemialliset reaktiot*
- *Muotiniirrotusaineen vaikutus*
- *Muottipinnalla oleva lika*
- *Säätila betonoinnin aikana ja sen jälkeen*

Muottipinta on yksi monista tekijöistä...

Vaikka betoni- ja betonointiolosuhteet olisivat samat, voi erityyppinen muottipinta johtaa aivan erilaiseen betonipinnan ulkonäköön.

Alla olevassa kuvassa näkyy muotin ja muotin pinnan käsittelyjen vaikutus betonipinnan ulkonäköön. Betonipinta vaihtelee vaaleasta tummaan, sileästä huokoiseen, vaikka betoni ja valuolosuhteet ovat samat.



Betonipinnan ulkonäkö määräytyy suurelta osin betonoinnin aikana...

Käsittelemättömän betonipinnan väri tulee ihmissilmän näkyville ainoastaan hyvin ohuesta, paksuudeltaan noin 0,1–0,2 mm:n pintakerroksesta.

Betonipintojen väriin ja ulkonäköön voidaan vaikuttaa kaikkein eniten työmaalla.

Kovettuneen betonipinnan käsittelyllä voidaan tasoittaa värieroja...

Syy Seuraus

*Kalkkisaostumaa
betonipinnoissa sekä
kohta, jossa on saatu
"puhdas" pinta siten,
että muottiöljyä ei
ole käytetty...*

*Pilari peitettiin heti
muotinpurun jälkeen.
Tuuli repi peitteen
halki, josta seurasi
kalkkisaostumaa be-
tonipinnan peittämät-
tömällä osalla...*

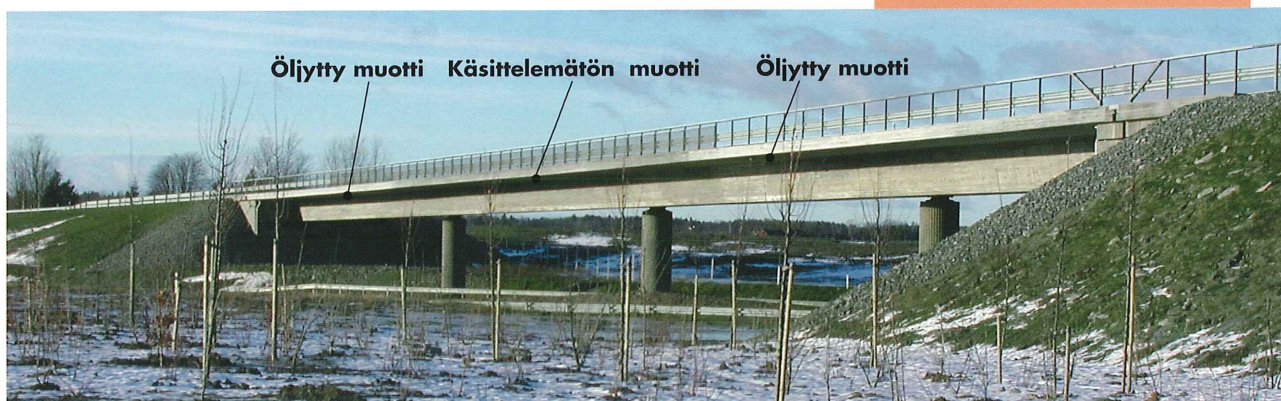
*Kalkkisaostumaa
sillan siipimuurin
betonipinnan sateelle
altistuneella osalla...*

Miksi väri vaihtelee?

Tässä on esimerkkejä muutamista mielenkiintoisista havainnoista. Ensivaikutelmalta "selittämättömiin" betonipinnan värivaihteluihin on varsin loogiset syyt.

Kaikella on selityksensä...





Tämä silta valettiin kolmessa vaiheessa:

- Valuvaihe 1, vaalea osa oikealla, öljytty muotti
- Valuvaihe 2, keskiosa, käsitlemätön muotti
- Valuvaihe 3, vaalea osa vasemmalla, öljytty muotti

Sillan keskiosa valettiin käsitlemättömään muottiin...



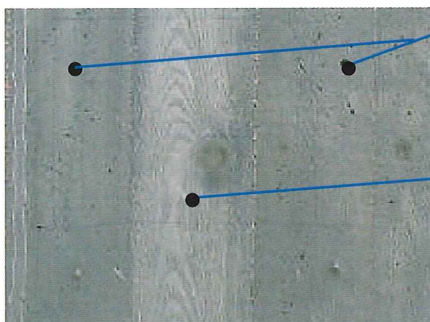
Siltapalkki, jossa näkyy vaakasuuntaisia juovia. Valukerrokset ovat seisoneet liian pitkään ennen seuraavan kerroksen valua.



Nämä valumajäljet johtuvat porausvedestä, jota ei ole huuhdeltu pois

*Kalkkisaostumaa sillankannessa. Kan-
nen etualalla oleva osa, josta muotti purettiin 14 päivää myöhemmin, on säästynyt saostumalta...*

Seuraavaavilla sivuilla annetaan ohjeita siitä, kuinka betonipinnasta saadaan halutunlainen.



*Kun **muottiöljyä** käytetään lautamuotissa, tulee betonipinnasta huokoinen ja "pölyinen". **Ilman muottiöljyä** betonipinnasta tulee kova ja tiivis.*

Kalkkisaostuma voi johtua...

...muotin aikaisesta purkamisesta

...alhaisesta pintalämpötilasta

...muotinirrotusaineesta

Kalkkisaostumat

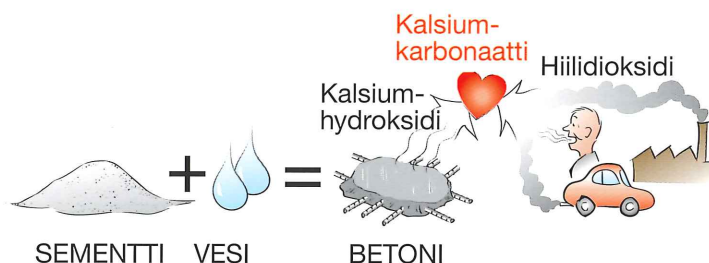


Kalkkisaostumat esiintyvät joskus voimakkaan valkoisina peitteinä betonipinnalla. Kalkkisaostuma on kalsiumkarbonaattia, jota kehittyy betonin kalsiumhydroksidin ja ilman hiilidioksidin välisessä kemiallisessa reaktiossa. Reaktio edellyttää kosteutta.

Kalkkisaostuma syntyy tavallisesti muotin purkamisen yhteydessä. Betonin pintakerroksen lujuus ja tiiviys ei ole vielä riittävästi kehittynyt, mikä helpottaa veden kulkeutumista betonin pintaan. Vesi on joko betonin kapillaarivettä tai sadevettä ja yökastetta, jota tihkuu pintakerroksen läpi. Veden haihtuessa kalsiumhydroksidi rikastuu betonin pintaan.

Jos muotti saa olla tavallista pidempään paikoillaan, betonin kosteuspitoisuus tasaantuu. Käyttämällä tiivistä muottipuutavaraa voidaan kalkkisaostumaa vähentää. Tiivistä muottipuutavaraa saadaan esimerkiksi, kun muottia käytetään toisen kerran. Muottipuu voidaan myös kyllästyä vahalla. Molemmissa tapauksissa vältetään siltä, että muottipuutavaran ominaisuudet vaikuttaisivat betonin pintakerrokseen.

Kun muottina käytetään kuivaa muottipuutavaraa saadaan vaaleita betonipintoja ja vältetään kalkkisaostumilta.



Vinkkejä!

Betonipinnan kalkkisaostumien välttämiseksi...

- Käytä tiivistä muottipuutavaraa
- Siirrä muotinpurkua eteenpäin
- Vältä alhaisia pintalämpötiloja
- Vältä betonin kovettumista hidastavia muotinpurkuaineita
- Älä käytä läpimärkiä muottilautoja

Vaaleat pinnat



*Vaalea pinta
saadaan aikaan
käyttämällä muottia,
joka on tiivis eikä
ime vettä...*

Käsitettä vaalea pinta ei tule sekoittaa kalkkisaostumiin. Vaaleita pintoja saadaan aikaan käyttämällä tiiviitä muottimateriaaleja, kuten vaneria tai terästä. Vaalea pinta on valmiina jo muottia purettaessa. Edellytyksenä värin tasaisuudelle on, että betonimassa tärytetään yhtenäisesti ja että betoniresepti on sellainen, että pintakerros voi muodostua helposti.

Betonimassan tulee olla helposti tiivistettävää eikä se saa jäykistyä muotissa liian nopeasti.

Yksi tärkeä edellytys on huolellinen suunnittelu ennen valua ja sen aikana.

Betonimassan laadulle asetettavat vaatimukset:

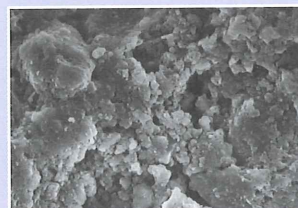
- Hyvä tiivistettävyyys
- Hyvä uudelleen tiivistettävyyys 1 – 2 tunnin kuluttua
- Hidas sitoutuminen

Muottipinnalle asetettavat vaatimukset:

- Tiivis, ei kosteutta imevä
- Ei saa reagoida betonin kanssa

Betonoinnille asetettavat vaatimukset:

- Hyvä suunnittelu
- Korkeintaan 1 tunnin väli valukerrosten betonoinnin välillä
- Siistit, tasaiset valukerrokset
- Ei vanhaa betonia muotissa
- Alempien valukerroksien riittävän aikainen tärytys



*Vaalea pinta 2000-ker-
taisena suurennoksena.*

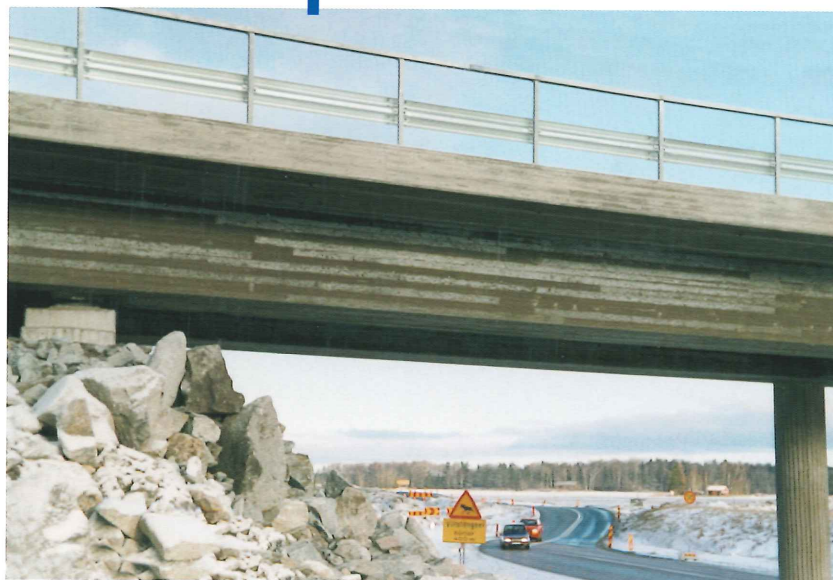
Vinkkejä!

Jotta betonipinnasta tulisi vaalea...

- Käytä tiivistä muottia, joka ei ime kosteutta
- Käytä hitaasti sitoutuvaa betonia
- Vala keskeytyksettä tasapaksuja valukerroksia
- Tärytä tuoretta betonia ja sen alla olevaa valukerrosta järjestelmällisesti

Tummat pinnat

*Tumma pinta
aikaansaadaan
kosteutta imevällä
muotilla...*



Hiottaessa tai hiekkapuhallettaessa vaalea betonipinta muuttuu usein tummaksi.

Uutta, jonkin verran imevää lautamuottia vasten valettaessa saadaan usein tumma betonipinta. Tällöin muottipuutavara imee itseensä betonin päällimmäisen vaalean värikerroksen, mistä on seurauksena tumma pinta. Betonipinta saattaa muuttua laikukkaaksi pinnaksi, jossa tummat ja vaaleat osat vaihtelevat.

On hyvin tavallista, että väri vaihtelee saman rakenteen eri valuosien välillä. Tämä johtuu usein siitä, että on käytetty uusista ja vanhoista laudoista tehtyjä muotteja tai että muotti on ollut paikoitellen kuiva tai märkä esim. sateen seurauksena.

Betonipinnasta tulee usein tumma, jos muottipinnassa ei käytetä öljyä.



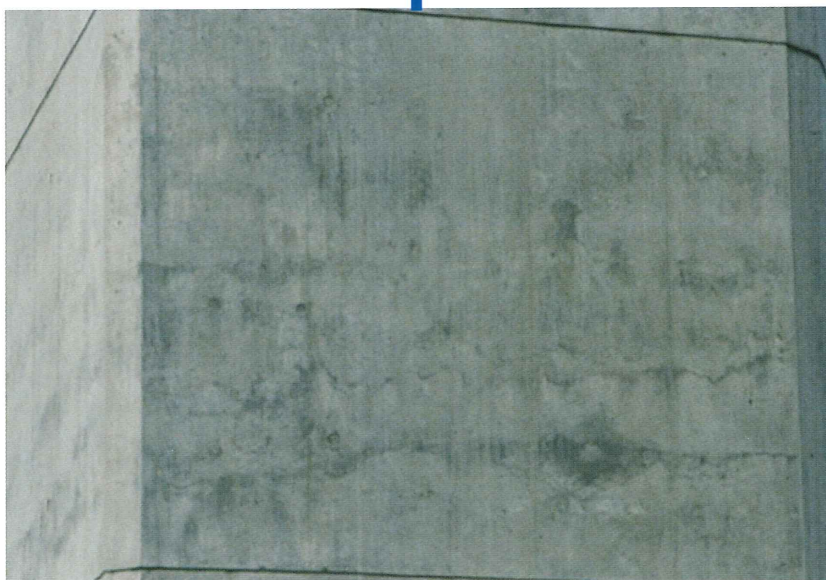
*Tumma pinta 2000-ker-
taisena suurennoksena*

Vinkkejä!

Jotta betonipinnasta tulisi tummempi...

- Anna muotin olla paikoillaan kaksi kertaa tavallista pidempään
- Vältä muottiöljyn käyttöä
- Hio tai hiekkapuhalla betonipinta muotinpurun jälkeen

Laikukkaat pinnat



Laikukkaat betonipinnat koostuvat vaihtelevista tummista ja vaaleista osista.

Syitä laikukkaaseen betonipintaan voi olla:

- Paikallisesti imevä muottipinta
- Tärytys myöhäisessä vaiheessa (tuloksena on joskus vaakasuuntaisia juovia)
- Epätasainen tai huono tärytys
- Korkeat, epäsäännölliset valukerrokset
- Valettujen kerrosten nopea sitoutuminen
- Betoni on "juuttunut" muottiin ja raudoitteisiin ja tasainen tiivistäminen on ollut vaikeaa
- Vuodot muotin rei'istä ja saumoista. Tämä aikaansaa tummia laikkuja ja juovia betonipintaan
- Betonin koostumuksen suuret vaihtelut eri valukerrosten välillä.

Laikukas pinta johtuu mm. siitä, että betonia on käsitelty eri tavalla betonoinnin aikana tai betoni on jäykistynyt kiinni muottiin ...



Vaakasuuntaisia juovia koe-kappaleessa. Alempi valukerros on seissyt kolme tuntia ennen ylemmän kerroksen valua ja kerrosten tiivistystä.

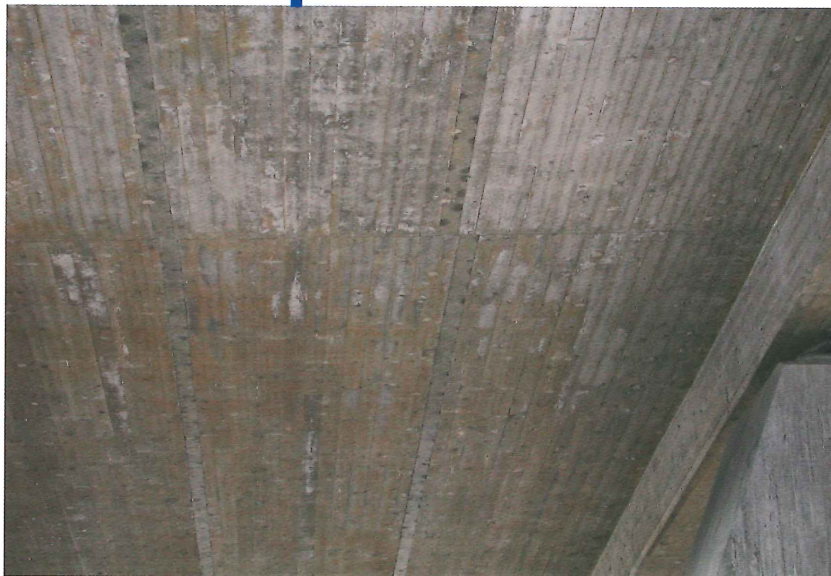
Vinkkejä!

Välttääksesi laikukkaita betonipintoja ...

- Suunnittele ja toteuta betonointi ja tiivistys huolellisesti
- Käytä samaa materiaalia koko muotissa
- Älä anna valukerrosten olla muotissa liian pitkään ennen uudelleen-tärytystä
- Tarkista muotin tiiviys – siinä ei saa olla reikiä eikä rakoja

Likaiset pinnat

Betonipinta voi likaantua esimerkiksi, että raudoitteista irronnutta ruostetta on tarttunut muotin pintaan...



Likaiset pinnat voivat johtua siitä, että muottipinta on ollut likainen ennen betonointia ja lika on tarttunut betonipintaan. Eräs tavallinen syy on raudoitteista lähtöisin olevan ruosteen tarttuminen muottiin, jolloin betonipinnasta tulee ruosteinen. Betonipinnat voivat likaantua myös muotinpurun jälkeen.

Liikenteen aiheuttama likaantuminen on toinen tavallinen syy likaisiin betonipintoihin.



Suojaa ulos työntyvät raudoitteet niin, ettei ruosteista vettä pääse valumaan betonipintaa pitkin.



Vinkkejä!

Vältäaksesi betonipintoja likaantumasta...

- Suojaa muotti ja raudoitteet, mikäli betonointia joudutaan odottamaan kauan
- Pidä muottipinta puhtaana
- Suojaa betonipinta muotin purkamisen jälkeen

Suunnittelu ennen betonointia, betonoinnin aikana ja betonoinnin jälkeen...

Toivotun tuloksen aikaansaaminen vaatii hyvää suunnittelua ennen betonointia, betonoinnin aikana ja betonoinnin jälkeen.

Suunnittelu koskee tilaajaa, arkkitehtia ja erityisesti työn tekevää rakennusurakoitsijaa. Betonipinnan värin ja rakenteen ratkaisee betoniresepti, valumenetelmä, muottipinta ja muotinpurku. Tulos on suurelta osin riippuvainen valittavasta työmenetelmästä.

On tärkeää ottaa huomioon kaikki betonipinnan väriin vaikuttavat tekijät sekä sovittaa materiaalivalinnat ja työmenetelmät sellaisiksi, että saavutetaan halutunlainen betonipinta. On myös tärkeää arvioida ja analysoida betonointitulokset muotinpurun jälkeen.

Itse betonireseptin lisäksi on olemassa useita tekijöitä, jotka vaikuttavat betonipinnan väriin, tasaisuuteen ja sävyyn. Tällaisia ovat esimerkiksi muottipinnan ominaisuudet, tärytyksen määrä ja betonointitapa.

Jos kaikesta huolimatta betonipinnan väristä tai rakenteesta ei tule toivotunlaista, on tärkeää tehdä tapahtuneesta oikeat johtopäätökset ja muuttaa työmenetelmiä seuraavaa valua varten.

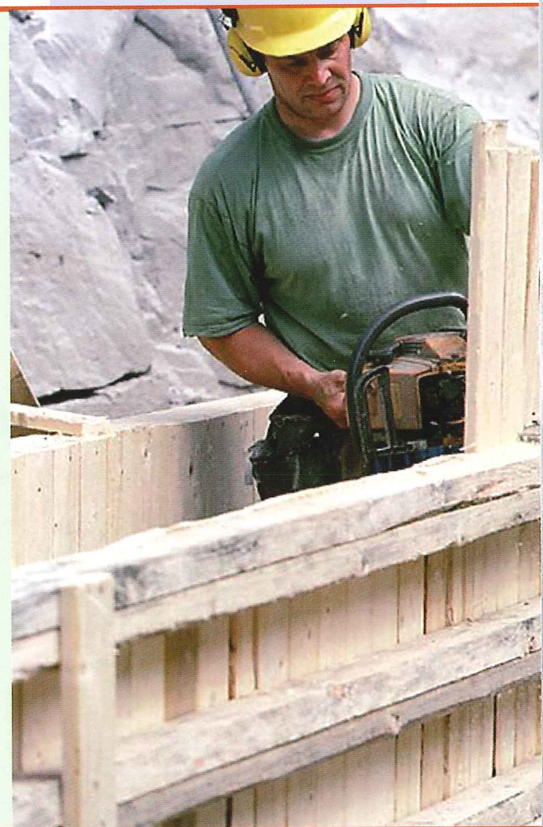
*Suunnittele
Valmistele
Toteuta
Seuraa
Ota oppia
Korjaa ...*

Seuraavilla kuudella tekijällä on suuri vaikutus betonipinnan väriin ja rakenteeseen:

- *Betoniresepti*
- *Muottipinta*
- *Betonointi*
- *Betonin kovettuminen*
- *Muotinpurku*
- *Kovettuneelle betonille tehtävät toimenpiteet*

Kaikki nämä tekijät ovat tärkeitä lopputuloksen kannalta.

Seuraavilla sivuilla käsitellään yksityiskohtaisesti kutakin tekijää sekä sitä, mitä tulee ottaa huomioon, jotta lopputulos olisi paras mahdollinen.



Betoniresepti

Pohdittavaa:

- *Betonin valinta antaa lähtökohdat.*
 - Sementtityyppi vaikuttaa betonin värisävyyteen ja tummuusasteeseen. Tavallisilla rakennussementeillä saadaan vaaleampia pintoja kuin masuunikuonasementeillä
 - Laikukkaita pintoja ja kalkkisaostumia voi kehittyä sementtityypistä riippumatta
 - Betonimassan sitoutumisen on tapahduttava hitaasti
 - Betonin on oltava helposti uudelleentäytettävää vielä 1 – 2 tunnin kuluttua
 - Testaa betonin alttiutta muodostaa laikukkaita pintoja.

Resepti antaa perusvärin

Muottipinta

Pohdittavaa:

- *Muotin pinta vaikuttaa betonikerrokseen, josta muodostuu rakenteen näkyvä pinta.*
 - Tiivis muottimateriaali kuten metalli ja vaneri – samoin kuin käytetty muottilauta – antaa vaalean betonipinnan
 - Betonin pintakerros saattaa reagoida ei-toivotulla tavalla muottimateriaalin kanssa
 - Muottiöljy voi muodostaa betoniin huokoisen pinnan
 - Liian märäksi kastellut, turvonneet muottilaudat voivat erittää aineita, jotka hidastavat betonin pinnan kovettumista
 - Eristämätön muotti hidastaa lujituksenkehitystä talviaikana ja voi pahimmassa tapauksessa johtaa pintakerroksen jäätymiseen
 - Tuuli nopeuttaa betonipinnan jäähtymistä.

Pinta antaa rakenteen

Betonointi

Pohdittavaa:

- *Betonointi täytyy hoitaa ”siististi”. Hyvä betoniresepti helpottaa valua.*
 - Suunnittele betonointinopeus oikein
 - Valukerrosten on oltava säännöllisiä eivätkä ne saa olla liian korkeita
 - Valun nousunopeuden on oltava tasainen
 - Tiivistystärytyksen on oltava tasaista ja keskeytyksetöntä
 - Valvo massan liikkumista ja kiinnitakertumista muottiin ja raudoitteisiin
 - Työskentelyvalaistuksen on oltava hyvä
 - Tarkkaile valukerroksen yläpintaa, vedenerottumista ei saa tapahtua.

Betonointi antaa ulkonäön

Betonin kovettuminen

Pohdittavaa:

- *Betonin kovettumisreaktiota voivat häiritä esim. alhainen pinta-lämpötila tai kemialliset reaktiot muottipinnan ja betonimassan välillä.*
 - Lämpötila ohjaa betonin lujuudenkehitystä, välttää alhaisia pinta-lämpötiloja käyttämällä lämpöeristettyä muottia
 - Pintakerroksella tulee olla sama lujuudenkehitys kuin betonirakenteen muilla osilla
 - Imevä muottipinta ja muottiöljy voivat hidastaa betonin pinnan lujuudenkehitystä
 - Märistä muottilaudoista voi erittyä aineita, jotka saattavat hidastaa betonin pintakerroksen kovettumisprosessia.



Kovettuminen on kemiallinen prosessi

Muotinpurku

Pohdittavaa:

- *Betonipinta voi olla heikko muottipinnan läheisyydessä. Kapillaarivesi voi haihtua nopeasti betonin pintakerroksesta, johon myös ulkopuolinen kosteus saattaa vaikuttaa*
 - Liian aikainen muotinpurku voi aiheuttaa kalkkisaostumia betonipintaan
 - Peitä betonipinta heti muotinpurun jälkeen.



Muotinpurku paljastaa pinnan

Kovettuneelle betonille tehtävät toimenpiteet

Pohdittavaa:

- *Betonipinnan väri syntyy hyvin ohuessa pintakerroksessa.*
 - Kuiva hiekkapuhallus on hyvä keino viimeistellä betonipinta
 - Myös painepesua tai märkähiekkapuhallusta voidaan käyttää
 - Mekaaniset, kuivat menetelmät ovat parempia, koska niiden vaikutus on heti nähtävissä.



Jälkityöt antavat lopullisen silauksen

Vinkkejä!

...saadaksesi siistin betonipinnan

- Käytä betonimassaa, joka ei erotu herkästi ja joka on helposti uudelleen täytettävää
- Suunnittele betonoinnin kulku
 - Tasapaksut valukerrokset
 - Järjestelmällinen tiivistys
 - Uudelleentärytys riittävän ajoissa ennen alemman valukerroksen sitoutumista
- Käytä muottimateriaalia, jolla on tasainen imukyky
- Käytä tiivistä muottipuutavaraa
- Tilkitse muotissa olevat reiät ja saumat
- Käytä muottivahaa muottiöljyn sijasta
- Siirrä tuonemmaksi öljytyn tai kastuneen muotin purkua
- Peitä betonipinta aikaisen muotinpurun jälkeen
- Tee koevalu todellisissa valuolosuhteissa samalla betoni-laadulla, jota on ajateltu käytettäväksi varsinaisessa valussa

Vinkkejä!

...muottiöljyn ja -vahan käyttöä varten

- Levitä ohut kerros koko muottipintaan
- Käytä ruiskua
- Ylijäämä täytyy poistaa huolellisesti

HUOMAA!

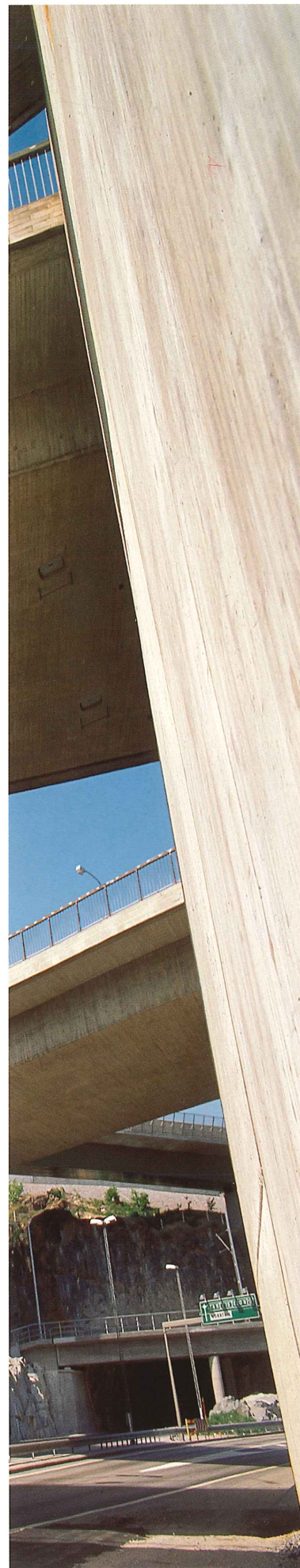
Älä käytä muottiöljyä muotissa, jonka annetaan seistä pitkään ennen betonointia.

Vedellä kyllästetystä puumuotista vapautuu erilaisia aineita betoniin, mikä saattaa haitata betonin kovettumista.

Vahatulla muotilla saadaan tasainen ja yhtenäinen pintarakenne.

Toivomme, että tämä vihkonen on herättänyt huomiota ja mielenkiintoa sekä kehittänyt ideoita kauniimpia betonipintoja varten.

Muistiinpanoja...



Kuinka betonipinnalle saadaan toivottu ulkonäkö?

Se, miksi betonipinnat ovat vaaleita, tummia, laikukkaita, rikkonaisia tai raidallisia, johtuu muun muassa betonointitavasta, muottivalinnasta, muotinpurkuhetkestä, vuodenajasta ja säätilasta.

Tämä vihkonen käsittelee betonipintojen värejä.

Lisätietoja:

www.betoni.com

Tätä vihkosta voi tilata:

www.betoni.com

