

PUHDASVALUPINTOJEN TOTEUTTAMINEN

Petri Mannonen, dipl.ins., projektipäällikkö, Betoniteollisuus ry
Seppo Petrow, dipl.ins., tuoteryhmäpäällikkö, Betoniteollisuus ry

Luokitustaulukko MUO ja MUK / Muottia vasten paikallavaletut pinnat. Lähde: By40
Vaatimukset koskevat tarkasteltavaa pintaa, joksi valitaan yleensä yhdellä kertaa valettu pinta.

Laatutekijät		Vaatimukset			
		Luokka AA	Luokka A	Luokka B	Luokka C ¹⁾
Nystermä	suurin korkeus	2	3	6	6
	suurin leveys	3	9	20	20
	suurin määrä	10	20	40	40
Syvennys	suurin syvyys	2	4	7	7
	suurin leveys	4	9	15	15
	suurin määrä	10	20	40	40
Hammasus	mm	1	2	5	5
Valupurse tai valuhaava muottisauman kohdalla	suurin korkeus tai syvyys	1	2	4	4
	suurin leveys	3	3	6	6
	suurin määrä	10	20	30	30
	(koskee myös korjattua saumaa)	% muottisaumojen pitiudesta			
Vaakasuurassa valettujen pintojen huokokset, Ø ≥ 5 mm	suurin läpimitta ja syvyys	7	8	10	10
	suurin kokonaismäärä	20	40	80	160
Pystysuurassa valettujen pintojen huokokset, Ø ≥ 5 mm	suurin läpimitta ja syvyys	8	10	12	12
	suurin kokonaismäärä	40	60	100	200
Vaakasuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava)	suurin koko	ei sallita	0,1	0,3	0,6
	suurin määrä	ei sallita	1	2	4
Pystysuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava)	suurin koko	ei sallita	0,2	0,3	0,6
	suurin määrä	ei sallita	2	2	4
Pinnan käyryys ja aaltoilu	suurin mittapokkeama	3	5	8	8
Väri vaihtelu	harmaat pinnat		B	-	-
	valkobetoni pinnat		A	-	-
	muut väribetonipinnat		B	-	-

1) Heikointa C-luokan vaatimusta käytetään yleensä vain näkymättömiin jääville pinnoille (esim. perustukset ja alas-laskettujen kattojen betonipinnat).

Puhdasvalua on käytetty perinteisesti infraraken-teissa kuten silloissa ja muureissa. Puhdasvalube-tonipintojen käyttö on lisääntynyt myös julkisivuis-sa ja sisätiloissa. Vaatimukset ovat niissä tiukem-mat kuin silloissa ja muureissa, koska pintoja tar-kastellaan lähempää. Tiukempia vaatimuksia aihe-uttaa usein myös erilainen pintastruktuuri. Talonra-kentamisessa myös väribetonipintoja käytetään paljon.

BETONIPINTOIHIN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ

Betonipintoihin liittyy useita sen pintalaatua kuvaavia termejä. Koska termien käytössä on myös se-kaannusta, käydään seuraavassa läpi yleisimpiä termejä.

- *Puhdasvalupinta* on yleisnimi kuvaamaan hy-välaatuaista betonipintaa. Se viittaa betonipinnan laatuluokkaan A. Käsitettä ei kuitenkaan saa käyt-tää laatuluokan määrittelyssä. Se ei myöskään si-sällä ohjeita betonipinnan toteutustavasta eikä ha-lutusta muottipintamateriaalista.

- *Sileävalupinta* ei määritä lainkaan betonipin-nan laatuluokkaa. Se viittaa haluttuun muottipinta-materiaaliin (sileät vanerit).

- *Raakavalupinnalla* voidaan havainnollistaa betonipinnan laatuluokan C sisältöä. Sitä ei saa käyttää laatuluokan määrittelyssä.

BETONIPINNAN LAATUVAATIMUKSET JA LUOKITUKSEN KÄYTTÖ

Betonipinnat jaetaan kolmeen luokkaan AA, A ja B. Lisäksi näkymättömiin jääviä pintoja varten on luok-ka C. Pintojen laatutekijöitä ovat oheisessa taulu-kossa esitetyt tekijät sekä väri vaihtelu. Pintojen luokitus on esitelty kirjassa *By40 Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet, 2003*. Pinnan luokan kuvauk-sessa voidaan käyttää ohjeen By40 mukaista pinta-koodia.

Puhdasvaluissa luokkana on yleensä A. Poik-keustapauksissa haluttaessa erittäin korkeata-soista pintaa voidaan käyttää myös AA-luokkaa.

Pinnan luokituksessa on syytä jättää huomioi-matta sellaiset laatutekijät, joilla ei ole pinnan ha-lutun lopputuloksen kannalta merkitystä tai jotka ovat työteknisistä syistä mahdotonta saavuttaa. Jos vaatimukset kohdistuvat vain tiettyihin laatu-tekijöihin, on tästä tehtävä erillinen merkintä suunnitelmiin.



PUHDASVALUPINNAN SUUNNITTELU

Arkkitehtisuunnittelun lähtökohtana on tavoitteena oleva betonipinta: tasainen vai strukturoitu, minkä muotoinen rakenne, väriltään normaali harmaa vai jokin muu sävy tai väri, mahdollisesti kuvioitu pinta?

Pinnan määrittelyä helpottaa vastaavat jo tehdyt betonipinnat ja niistä saatavilla olevat toteutustiedot, joita voidaan käyttää referenssipintoina.

Millainen laatuluokka pinnalle on realistista asettaa? Yleensä puhdasvalupinnan luokka on A. Jos löytyy referenssipintoja, ne helpottavat kohteen määrittelyssä. Lisäksi on hyvä miettiä, mitkä laatuluokan laatutekijät ovat oleellisia.

Pintojen vaatimuksia määritettäessä on otettava huomioon mahdolliset rajoitukset. Reunaehtoja pintojen osalta voivat asettaa käytettävissä olevat muotit. Myöskään kaikkia betonilaatuja, erityisesti väribetoneja, ei välttämättä ole saatavilla kaikilla paikkakunnilla.

Puhdasvalukohteen rakennesuunnittelussa korostuvat betonin halkeiluun liittyvät seikat. Halkeilua ja sen rajoittamista on esitelty jäljempänä tässä artikkelissa.

PINTAMALLIT

Betonipinnan laatuvaatimuksia asetettaessa tai niistä sovittaessa voidaan By40:n pintaluokituksen lisäksi käyttää luokituksen apuna referenssikohteen pintamallia ja tarvittaessa mallivalurakennesosaa. Pintamalliksi hyväksytään valmistajan aikaisemmin tekemä pinta, jonka valmistuksesta pitää olla dokumentti.

Mallirakennesosan pintakatselmus tehdään ensimmäisen valukerran jälkeen ennen varsinaisen tuotannon alkua. Pintamallina voidaan käyttää

myös rakenteen sellaista osaa jonka pinnat jäävät piiloon mutta ko. rakenne toteutetaan puhdasvalurakenteen tavoin.

Pintakatselmuksessa hyväksytään mallipinnat ja tarkistetaan suunnitelmat, valmistustapa, valmistuskalusto ja laadunvalvonta sekä määritetään pintojen vastaanoton säännöt. Mallipinnat valmistetaan lopullisella, käytettävällä työmenetelmällä ja muottikalustolla. Niissä kiinnitetään huomiota varsinaisten pintavaatimusten saavuttamisen lisäksi myös kulmien, nurkkien, työsaumojen yms. laadullisiin näkökohtiin.

MUOTIT JA NIIDEN PINTAMATERIAALI

Käytettävä muottimateriaali vaikuttaa ratkaisevasti betonipinnan laatuun. Betonipinnan laatuvaatimukset asettavat omat rajoituksensa käytettävälle muottimateriaalille.

• Puulevyt

Erilaiset puulevyt, käytetyimpinä vanerit, ovat yleisin muottipintamateriaali. Betonipinnan sileyden ja muotin käyttökertojen lisäämisen takia ne useimmiten pinnoitetaan. Puupohjaisia muottilevyjä käytetään sekä eri muottijärjestelmissä että myös pienissä, paikalla kappaletavarasta rakennettavissa muoteissa.

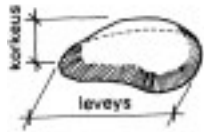
Käyttökertojen lukumäärä riippuu käytön huolellisuudesta ja pinnalle asetettavista vaatimuksista. Puumuottilevyjen pinta on herkkä kolhuille sekä erilaisille kiinnityksille ja varauksille. Pinnoittamaton ja öljymätön puu imee betonista niin runsaasti vettä, että sementin sitoutuminen saattaa pysähtyä betonipinnassa. Seurauksena on pölyävä, irtoliva pintakerros. Tämän vuoksi pinnoittamattomalla vanerilla valettaessa on aina käytettävä muoti-

1

Betonia käytetään myös värillisenä. Kuvassa valkobetoniilla tehtyä paikallavaluseinää. Muottina on käytetty siileä vanerimuottia.

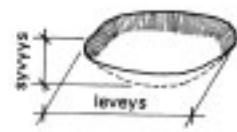
NYSTERMÄ

aiheutuu yleensä muotissa olevasta kolosta



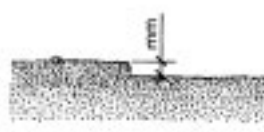
SYVENNYS

aiheutuu yleensä kohoumasta tai epäpuhtaudesta muotin pinnassa



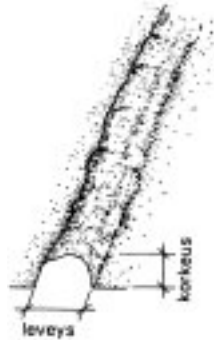
HAMMASTUS

johtuu muottilevyjen tasacerosta



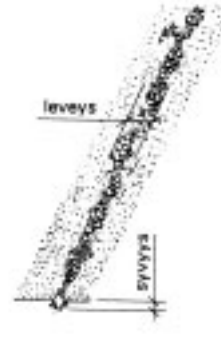
VALUPURSE

johtuu muotin saumasta pursonneesta betonista



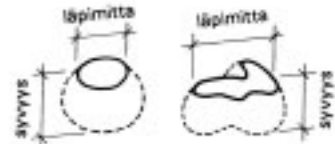
VALUHAAVA

johtuu yleensä muottisauman kohdalla erottuneesta betonista



HUOKOSET

pyöreämuotoiset valuhuokokset syntyvät pinnan läheisyyteen kerääntyvistä ilma ja vesikuplista



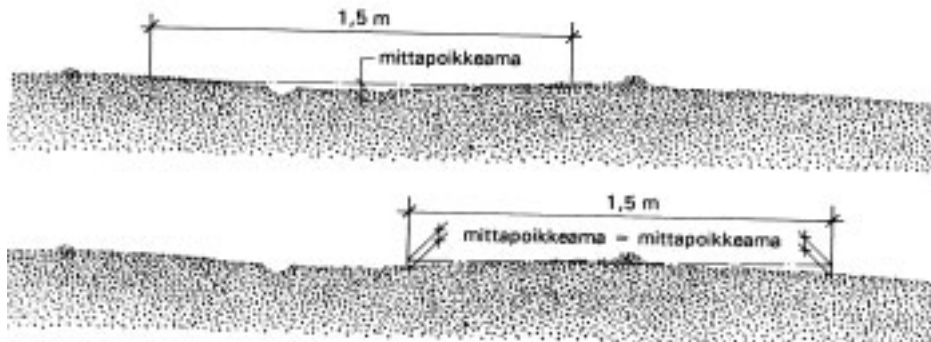
HARVAVALU TAI MUU VALUVIKA

johtuu yleensä erottumisesta, liian pienestä hienoainemäärästä tai puutteellisesta täytyksestä



PINNAN KÄYRYYS JA AALTOILU

johtuu muottipinnan tasopoikkeamista (mittapoikkeamaan ei lasketa nystermiä, syvennyksiä eikä huokosia)



2

Muottia vasten valettujen pintojen laatutekijöitä.

Lähde: By40

nirotusainetta. Myös filmipinnoitetulla vanerilla on syytä käyttää muotinirotusainetta, koska muuten vaneria voidaan käyttää ainoastaan yksi tai kaksi kertaa.

Levyjen jatkoskohdat jäävät kaikissa levymuotteissa näkyviin. Jos saumakohta ei ole arkkitehtonisesti hyväksyttävä, se voidaan häivyttää käyttämällä rimaa tai muuta pinnan katkaisutapaa.

• Sahatavara

Sahatavara on betonin perinteinen muottimateriaali. Betonipinta saa ulkonäkönsä sahaustekniikan ja sahattavan puulajin perusteella. Sileämpi pinta saadaan eri tavoin sileäksi tai muotoon höylätystä sekä hiekkapuhalletusta sahatavarasta.

Lautamuotit on aina kasteltava hyvin. Kastelu tiivistää muotin ja vähentää samalla betonin tarttumista. Lautojen vedenimukyky vaihtelee, jolloin huolellisesta kastelusta huolimatta betonipinnassa esiintyy tummuusvaihteluita. Oksakohdat imevät

betonista vettä ympäröivää puuta enemmän aiheuttaen betonipintaan tummia kohtia.

• Lasikuitu ja muovi

Lasikuitua ja muovia käytetään pilarimuoteissa sekä eräissä erikoismuoteissa kuten kupumuoteissa. Erittäin tiivis pintaisina ne vaativat etenkin pystyvaluissa matalat valukerrokset ja huolellisen betonin tiivistyksen, jotta muottipintaan kertyvät ilmahuokokset saadaan poistettua.

• Teräs

Teräsmuoteilla saadaan suuria, yhtenäisiä sileitä betonipintoja. Niitä on vaikea muunnella, joten ne sopivat parhaiten toistuvien rakenteiden valmistamiseen. Teräsmuottien käyttökertamäärä on suuri, mutta nekin vaativat hyvää huoltoa.

Valettaessa pystysuora teräsmuottia vasten tulee valussa käyttää valusukkaa, huolellista tiivistystä ja ohuita valukerroksia, koska tiivis muotti

muotin lisää huokosten määrää. Teräsmuotissa on aina käytettävä muotinirotusainetta.

• Muottikankaat

Käyttämällä muottipinnalla muottikangasta saadaan aikaan valuhuokosettomia betonipintoja. Lisäksi kangas parantaa pinnan tiiveyttä ja säilyvyysominaisuuksia. Muottikangas jättää betonipintaan kangasmaisen kuvion ja saattaa aiheuttaa kirjavuutta. Muottikankaan käyttö vaatii ennakkokokeita, joilla selvitetään ratkaisun toimivuus käytännössä.

Muottikankaiden kiristäminen ja kiinnittäminen muotin pintaan vaatii huolellisuutta, sillä kangas jää helposti poimuille ja aiheuttaa ei-toivottuja jälkiä betonipintaan. Kankaan kiinnittäminen isoille pinnoille on erityisen ongelmallista ja vaatii kokemusta. Isojen pintojen muotituksessa joudutaan muottipultituksen takia tekemään myös kankaseen reikiä, joihin syntyy helposti vuotokohtia.

MUOTTISITEET

Muottipinnan ja valettavan rakenteen lävistävät muottisiteet pitävät muottipuoliskot paikallaan valun aikana ja lävistävät valettavan rakenteen. Muottiside voi lävistää valettavan rakenteen väliskeputken (valuholkki) sisällä, jolloin se on poistettavissa muotin purun yhteydessä. Jälkipaikkaus jää kuitenkin näkyviin pinnan poikkeavuutena. Koska muottisiteiden käyttö on muottiteknisistä syistä lähes aina välttämätöntä, niiden rakentamiseen jättämiä reikiä tulisi hyödyntää betonipinnan arkkitehtuurissa ja niiden sijainnista pitäisi tehdä suunnitelma.

Elleivät muottisiteet itsessään muodosta haluttua symmetriaa tai kuviointia, muottipintaan voidaan kiinnittää em. kartioita muodostamaan muottisidejälkiä.

Käyttämällä kartiomaista laajennusosaa muottisidereiän ulostulokohdassa saadaan aikaan siisti pintakokonaisuus. Kartion pohja voidaan tasata laastilla tai saumamassalla.

TYÖSAUMAT SEKÄ RAKENTEEN KULMAT JA NURKAT

Työsaumoja syntyy betonirakenteeseen kerralla toteutettavien valuosien välille sekä vaak- että pystysuunnassa, kun valu keskeytyy ja betoni kovettuu. Työsaumat jäävät käytännön toteutuksessa aina näkyviin valmiissa betonipinnassa. Niitä onkin jo suunnitteluvaiheessa käsiteltävä

pintaan kuuluvana osina.

Suunnittelussa on otettava huomioon rakentajien käytännön toiveet valuosien koosta. Onkin toivottavaa, että suunnittelijat ja urakoitsija tekevät mahdollisimman varhaisessa vaiheessa yhteistyötä työsaumojen sijoittelun ja yksityiskohtien suunnittelun osalta. Myös työsaumoissa esteettiset vaatimukset tulee sovittaa yhteen tuotantotekniikan vaatimusten ja arkkitehtonisesti hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Jos yhteistyö valualueiden laajuuden suunnittelussa ei ole etukäteen mahdollista, suunnittelijan pitäisi valita mieluummin tiheä kuin hyvin harva työsaumajako.

• Työsaumalistat

Valun keskeytyessä ja taas jatkuessa valusaumakohtaan muodostuneen kovettuneen betonin aiheuttamaa epätasaisuutta voidaan peittää saumalistalla. Betonipinnan arkkitehtuurin kannalta saumalistalla korostetaan pinnan jakoa osiin. Valesaumoilla (listalla tehty sauma, jonka takana ei ole työsaumaa) voidaan tihentää em. jakoa. Profiililtaan työsaumalistojen tulisi olla sellaisia, että muotin ja saumalistan purku onnistuu ilman betonipinnan vaurioitumisriskiä.

• *Listojen käyttö ulkonurkissa ja liikuntasaumoissa*
Rakenteen ulkonurkkien ja liikuntasaumojen vaurioitumisriskiä voidaan pienentää pyöristämällä ne muotin sisänurkkiin asennettavilla kolmiorimoilla, jotka samalla parantavat nurkan tiiveyttä. Jos nurkkien pyöristäminen ei arkkitehtonisista syistä ole suotavaa, lisätiivistys betonin sementtiliiman ulospursuamiseksi on tehtävä esimerkiksi silikonilla.

MUOTTIRATKAISU JA BETONIPINNAN LUOKKA

Betonipinnan laatuluokka asettaa omat ehtonsa valittavalle muottiratkaisulle ja muottipintamateriaalille.

Luokan A pintojen vaatimus ei täyty, jos käytetty muotti aiheuttaa jälkitöitä kuten piikkauksia ja paikkauksia. Muotin pintamateriaalin tulee olla ehjää ja hyvälaatuista. Luokan A toteutukseen soveltuvat muottikalustot ovat suurmuotit, suurasettimuotit sekä järjestelmämuotit, joissa kaikissa

5

Muotin nurkka on vuotanut sementtiliimaa aiheuttaen harvavalun.

Seppo Petrow

3

Lautamuottipintaa.



Seppo Petrow

4

Muottisiteiden jaottelu vaikuttaa voimakkaasti puhdasvaluseinän ulkonäköön ja siksi siitä on syytä tehdä suunnitelma. Seinän alalaidassa näkyvät tummat alueet johtu-

vat muottien vuotamisesta ja siitä aiheutuneesta harvavalusta.

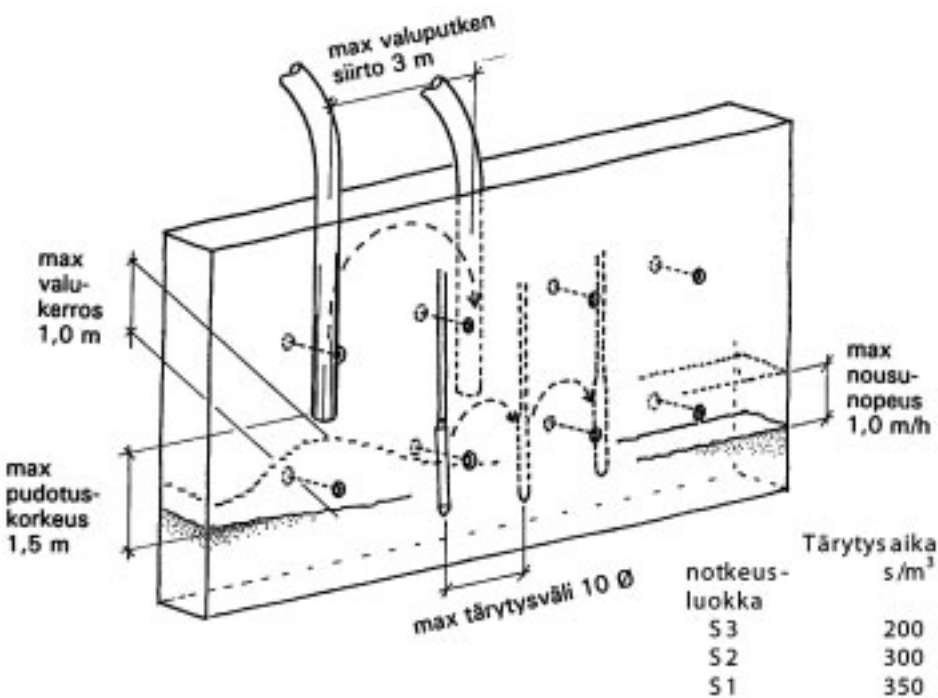
Seppo Petrow

5



6

Luokan AA pinnoille voidaan asettaa vaatimuksia myös tietyistä toteutustavasta, muottimateriaalista, pintakuviinnista, muottisiteiden sijoittelusta yms.



7

Rasitusluokissa XO ja XC1 eli kuivissa sisätiloissa olevan rakenteen betonointiohjeita. Lähde By50 Betoninormit 2004.

muottipintamateriaalin on oltava ehjää ja tasalaatuista.

Järjestelmä- ja suurmuotteja voidaan pinnoittaa esimerkiksi ohuella vanerilla, jäljitelmätoilla ja muottikankailla. Hyödyntämällä näin muotien vahvat runkorakenteet ja harva sidontatarve voidaan vähäisellä työmenekillä saavuttaa korkealaatuisia betonipintoja. Voimakkaasti kuvioituissa betonipinnoissa voidaan muottipintana käyttää kuviomattoja.

Luokka AA edellyttää lähes aina uutta, puhdasta muottipintamateriaalia. Myös rakenteen muoto saattaa vaatia erikoismuotin valmistusta. Muottikustannuksia laskettaessa on syytä aina pyytää kohdekohtainen tarjous.

Luokan AA pinnoille voidaan asettaa vaatimuksia myös tietyistä toteutustavasta, muottimateriaa-

lista, pintakuviinnista, muottisiteiden sijoittelusta yms. Niiden toteutukseen soveltuvat muottikalustot ovat paikallatehdyt kertakäyttöiset lauta- ja levymuotit sekä vakiopalkeista ja uudesta muottipinnasta (vaneri tai lauta) kootut erikoismuotit.

PUHDASVALUUN SOPIVA BETONI

Puhdasvalubetonin suhteituksessa tavoitteena on homogeeninen, hyvin koossapysyvä ja muokkautuva betoni.

Betonissa tulee käyttää rakenteen rauditus ja valettavuus huomioiden mahdollisimman suurta raekokoa. Kiviainesosuuden kasvattamisella pienennetään betonin vesimäärää ja samalla kutistumaa.

Puhdasvaluun käytettävässä betonissa tulee olla riittävä hienoainemäärä (hieno hiekka < 0,25 mm ja sementti). Hienoainemäärä vaikuttaa ratkaisevasti betonin hyvään muokkautuvuuteen eli notkeuteen, tiivistyvyyteen ja koossapysyvyyteen. Betonin pumppaus asettaa myös omat vaatimuksensa betonin koostumukselle.

Betonin lujuusluokan on hyvä olla kohtuullinen, liian korkeat lujuusluokat saattavat aiheuttaa ongelmia kutistuman kanssa.

Puhdasvalubetonissa sideaineena on syytä käyttää ainoastaan sementtiä. Seosaineet, kuten lentotuuhka tai masuunikuonajauhe, voivat suurempina määrinä aiheuttaa betoniin värieroja. Lämpimänä vuodenaikana betonoinnin kannalta soveltuvim on normaalisti kovettuva ja viileänä nopeasti kovettuva sementti.

Betonin vesimäärän tulisi olla mahdollisimman pieni. Rajoittamalla vesimäärää saadaan kutistumaa pienemmäksi. Myös plastinen kutistuma eli valun jälkeinen kutistuma on tällöin pienempi. Plastinen kutistuma aiheuttaa esimerkiksi pinta-halkeilua rauditusvälikkeiden, varausten ja kiinnikkeiden kohdalla. Tarvittava lisänotkeus saadaan aikaan notkistavaa lisäainetta käyttämällä.

BETONOINTI

- *Betonoinnin ennakkosuunnittelu*

Työjohdon, toteuttavan työkyntä ja betonointimittajan on vielä ennen valutöiden aloittamista

Vaaleampi		Betonin väri		Tummempi
valkoinen	←	portlandsementti	→	muut tyypit
korkea	←	vesisementtisuhde	→	matala
vähemmän	←	hienoainesmäärä < 0,25 mm	→	enemmän
kuusi	←	puulaji	→	mänty
teräs, muottivaneri	←	muottipintamateriaali	→	sahatavara
korkea	←	puisen muottipinnan kosteus	→	alhainen
kovempi	←	puisen muottipinnan kovuus	→	pehmeämpi
		auringon kellastama muottipinta	→	
ohuempi	←	muotinirotusainekerroksen paksuus	→	paksumpi
		veden vuotaminen muotin läpi	→	
pienempi	←	muottipaine	→	korkeampi
		isoja runkoainerakeita pinnan lähellä	→	
pitkä	←	tärytysaika ¹⁾	→	lyhyt
	←	betonin jälkitärytys		
hidas	←	betonin kuivumisnopeus	→	nopea
täydellisempi	←	sementin hydratoituminen	→	epätäydellisempi
suurempi	←	betonin kapillaarihuokosten määrä	→	pienempi
	←	kalkkihärme		
		kovettumislämpötila	→	alhaisempi
100% ja < 70%	←	kovettumiskosteuspitoisuus	→	80 - 90 %

¹⁾ Sauvatärytys pystyrakenteissa

Taulukko. Betonipinnan väriä säätelevien tekijöiden vaikutus pinnan vaaleuden ja tummuuden muutoksiin

kerrattava yhdessä betonointisuunnitelmassa läpi käytyt asiat. Kohteen kaikki puhasvalut tekee sama työkuunta.

Betonointia ennen muottipinta on puhdistettava liasta ja liiasta muottijaljasta, kertymät poistetaan trasselilla pyyhkien. Myös betonoinnin aikana muottiin lennelleet suuremmat kuivahtaneet betoniroiskeet on pyyhittävä pois.

• Pystyrakenteiden betonointi

Pystyrakenteiden betonoinnissa on suhteutettava siirtomenetelmän tehokkuus puhasvalun nousunopeuden ja tiivistysajan vaatimuksiin. Esimerkiksi puhasvaletun pilarin betonoinnissa betonipumppu ei välttämättä ole oikea vaihtoehto; tilanne voi olla sama myös seinärakenteessa. Tiivistyskaluston teho ei ole mitoittava tekijä seinävaluissa, useimmiten se on suurin sallittu valun nousunopeus.

Seinärakenteet pystytään tiivistämään asianmukaisella kalustolla betonin notkeuden ollessa S2. Jos seinä on varausiltaan ja raudoitukseltaan vaikeasti tiivistettävissä ja kyseessä on sisäseinä, on suositeltavaa käyttää notkistettua betonia valunotkeuden ollessa S3.

Betoni otetaan muottiin tasaisina 30 - 50 cm:n kerroksina, kukin kerros valetaan ja tiivistetään keskeytyksellä koko muotin pituudelta.

Pystyrakenteiden yläosat pitää tiivistää erityisen huolellisesti niihin kertyvän ilman hitaamman ja vaikeamman poistumisen takia. Ne on uudelleentiiivistettävä hyvissä ajojen ennen betonin sitoutumista.

Tiivistyksessä käytetään ainoastaan sauvatärytintä, muottitäryttimen käyttö voi aiheuttaa erotumajälkiä. Tiivistäessä on vältettävä osumista raudoitukseseen.

Valupaikalle pitää järjestää kunnollinen, 2 - 3 valopisteen valaistus niin, että työntekijät näkevät selvästi muotin pohjalle asti.

Betonipinnat pitää jälkihoitaa huolellisesti. Valupintojen kosteuspitoisuus on säilytettävä mahdollisimman vakiona jälkihoidon ajan.

Puhasvalupintojen suojausta lopputyömaan ajaksi on syytä harkita, jotta ne eivät vaurioituisi ja

likaantuisi. Lisäksi pinnat on syytä käsitellä ennen käyttöönottoa. Käsitely estää lian tunkeutumisen betonin huokosiin ja sitoo pinnan pöly. Pölynsidontakäsittelyyn löytyy useita eri tuotteita, muun muassa *Tikkurila Oy:llä, Semtu Oy:llä sekä Dyny Oy:llä.*

BETONIPINNAN VIRHEET

Hyvää betonipintaa ei saavuteta ilman panostusta sekä materiaaleihin että työhön. Huolimattomasta työnsuorituksesta tai kelvottomien materiaalien käytöstä seuraa lähes aina korjaustarve. Etenkin tasalaatuista ja -väristä betonipintaa tavoiteltaessa korjaaminen jälkikäteen on kuitenkin käytännössä mahdotonta. Erot selvästi parempaan - kerralla valmiiksi - lopputulokseen tarvittavassa lisätyössä ja materiaalikustannuksissa ovat useimmiten täysin merkityksettömiä, kunhan vain syyt virheisiin ja ne ennakkoon korjaavat toimenpiteet ovat tiedossa.

Betonipinnan virheet voidaan jakaa värivirheisiin ja geometrisiin virheisiin oheisen taulukon mukaisesti.

• Värivirheet

- värierot (vaaleus-tummuus)
- alkali- ja kalkkihärme
- ruostetahrat
- likaantuminen

• Geometriset virheet

- huokonen
- pinnan käyryys ja aaltoilu
- harvavalu ja muu valuvika
- valuhaava
- valupurse
- hammastus
- nystermä
- syvennykset
- pinnan irtoaminen (betoni- tai muottipinta)
- halkeilu

• Värierot

Värierot ovat betonipinnan virheistä esteettisesti häiritsevimpiä ja valitettavasti myös toteutuksen kannalta vaikeimmin hallittavissa. Oheisessa taulu-

kossa on esitetty betonipinnan väriä säätelevien tekijöiden vaikutus pinnan vaaleuden ja tummuuden muutoksiin

Betonin osa-aineiden seossuhteiden tulisi säilyä vakiona, jotta betonipintojen väliset värierot pysyisivät mahdollisimman pieninä. Lisäksi betonoinnissa pitäisi pyrkiä samanlaiseen valutekniikkaan ja tiivistykseen. Eri valualueissa tulisi pyrkiä mahdollisimman samaan lämpötilaan ja kosteuspitoisuuteen; työmaaolosuhteissa tämä tarkoittaa valupintojen suojaamista määräajaksi.

Muoteissa tulee käyttää samanikäistä ja -kosteuksista, varastoinnin ajan auringon valolta suojattua sahatavaraa. Jos muottien vedenimukyky vaihtelee muotin eri osissa, se aiheuttaa herkästi pintaan tummuuseroja.

Alkalihärmä on vesiliukoista, betonissa aina esiintyvää alkalisuolaa, joka tietyissä olosuhteissa suotautuu valkoiseksi kerrokseksi betonipintaan nuoren betonin kuivuessa. Se on vesiliukoista ja on helppo poistaa esimerkiksi painepesulla.

Kalkkihärme on puolestaan kalsiumkarbonaattia, joka muodostuu ilman sisältämän hiilidioksidin reagoitessa betonin kalsiumhydroksidin kanssa. Sitä syntyy paljon erityisesti silloin, kun muotinpuurin jälkeen heikkolujuuksinen ja huokoinen betonipinta joutuu alttiiksi ulkopuoliselle kosteudelle (vesisade, yökaste). Kalkkihärmettä esiintyy runsaasti todennäköisesti silloin, kun muottipinta on imukykyinen, betonin lujuudenkehitys hidas sekä ilma kostea ja lämpötila alhainen.

Härmeen esiintymistä voidaan rajoittaa kastelemalla imevä muottipinta kyllästyspisteeseen tai vahaamalla se vettä imemättömäksi. Betonipinta suojataan muotinpuurin jälkeen välittömästi muovikalvolla. Sekä alkali- että kalkkihärmettä voidaan vähentää parantamalla betonin tiiviyyttä käyttämällä alhaista vesisementtisuhdetta. Kylmässä betonoinnissa varmistetaan betonipinnan nopea lujuudenkehitys valitsemalla nopeasti kovettuva betonilaatu, lämpösuojaamalla valu ja järjestämällä kohteeseen riittävä lämmitys.

Pintoihin voi tulla ruostetahroja raudoitukselta ja sidelangoista, jotka ovat liian lähellä betonipintaa tai kiinni pinnassa. Ruoste voi aiheutua myös



betonin osa-aineiden ruosteyhdisteistä tai betonin jälkihoitoon käytettävästä vedestä.

Valussa käytetyt likaiset muotit ja merkkauksykynien käyttö jättävät jälkensä betonipintaan. Betonipinta saattaa myös likaantua valun jälkeen, jos sitä ei suojata rakennusajaksi.

- *Huokokset*

Huokokset aiheutuvat betoniin sekoituksen yhteydessä jäävästä ilmasta, joka ei ole tiivistyksen aikana ehtinyt poistua yläpinnan kautta. Huokosten kokoon ja määrään vaikuttavat keskeisimmin betonin tiivistys, muottipintamateriaali, betonimassan notkeus sekä valukerroksen paksuus.

Betonin tiivistys eli täryttäminen on tärkein huokosten kokoa ja määrää pienentävä keino. Pystyrakenteet kuten seinät ja pilarit ovat tiivistyksen osalta vaativimpia. Pystyrakenteiden oikeaoppista tiivistystä on käsitelty toisaalla tässä artikkelissa.

Huokosmäärä on tyyppillisesti pieni käytettäessä sahatavaraa tai pinnoittamatonta vaneria. Tiivistä pintaa kuten pinnoitettua vaneria käytettäessä ilma ei pääse tunkeutumaan muottipinnan läpi, mutta pienen kitkan ansiosta huokokset ovat toisaalta pieniä.

Betonimassan notkeuden kasvaessa huokosten määrä yleensä pienenee, mutta se ei vähennä tiivistyksen merkitystä. Tällöin myös betonin hienoainesmäärän (sideaine ja kiviaines < 0,25 mm) on oltava riittävä.

Tietty huokoisuus mielletään betoniarkkitehtuurissa betonisen pinnan ominaisuudeksi, joka luonnollisella tavalla elävöittää pintaa. Etenkin väreillä käsitellyissä pinnoissa huokokset ovat osa arkkitehtonista ilmettä. Pystyrakenteissa voidaan hyvin työstettävällä betonilla ja huolellisella tiivistyksellä saada aikaan betonipintoja, joissa on vähän huokosia. Kuitenkin kokoluokan 5 - 15 mm huokosia esiintyy lähes aina. Täysin huokosettomia pintoja voidaan saavuttaa vain muottikankaita käyttämällä. Betonipinta ei kuitenkaan silloin ole enää sileä eikä siihen toisaalta jää muottipintamateriaalin jättämää kuviota.

Seppo Petrow
8



Seppo Petrow
8, 9

Betonipintoja käsittelemällä voidaan häivyttää joitain pinnan virheitä. Lopputulos on ulkonäöltään kuitenkin erilainen kuin virheetön puhdasvalupinta ja seinän korjaaminen aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia.

- **Pinnan käyryys ja aaltoilu**

Käyryys voi johtua muotin mitoitusvirheestä, kun muotin rakenne on alimitoitettu. Näin voi käydä etenkin itsetiivistyvää betonia valettaessa. Myös liian suuri valunopeus saattaa aiheuttaa muodonmuutoksia muottiin.

- **Harvaluu ja muu valuvika**

Harvaluu esiintyy erityisesti muottien saumoissa ja nurkissa. Harvalun syy voi olla betonin erottumisesta aiheutuva kivipesä. Myös liian suuri massan pudotuskorkeus ja riittämätön tiivistys voivat aiheuttaa harvalua. Tiivistystä voi vaikeuttaa tiheä raudoitus tai rakenteessa olevat varaukset.

Harvalua voi ehkäistä käyttämällä erottumatonta, tasalaatuista betonia ja tiivistämällä betoni huolellisella. Lisäksi pudotuskorkeus tulee rajoittaa korkeintaan yhteen metriin.

- **Valuhaava ja valupurse**

Vesi ja hienoaines pääsevät tunkeutumaan muottisaumoista ulos, mikäli muottisauma ei ole tiivis. Syntyneessä valuhaavassa voi näkyä paljastunutta kiviainesta ja myös valuhaavakohdan väri voi olla ympäristöään tummempi. Muotin rakokohtaan voi myös muodostua ns. valupurse. Muottisaumojen tiivistäminen estää valuhaavojen ja -purseiden syntymistä.

- **Pinnan hammastukset, nystermät ja kuopat**

Betonin pinnan hammastukset johtuvat muottilevyjen tasoeroista. Nystermät ovat seurausta muotissa olevasta kolosta ja betonipinnan syvennykset kohoumasta tai epäpuhtaudesta muotin pinnassa.

- **Pinnan irtoilu**

Pintojen irtoamiseen on useita eri syitä. Muotteja purettaessa betonin lujuus saattaa olla liian alhainen. Myös karkea muottipinta tai muottiöljyn vähäisyys saattavat aiheuttaa pinnan irtoamista. Talvibetonoinnissa betonin pinta on voinut päästä jääty-mään ennen jäätymslujuuden saavuttamista.

- **Halkeilu**

Halkeilu on ominaista teräsbetonirakenteille. Halkeamien rajoittaminen ja halkeilemattomuus saadaan aikaan eri keinoin. Halkeamien leveyttä voidaan rajoittaa raudoituksen avulla. Raudoitettun betonin luonteesta ja kustannussyistä on tarkoituksenmukaista, ettei halkeiluvaatimuksia aseteta liian vaativiksi ja että niitä sovelletaan vain



Klaus Söderlund

10

10

Tadao Ando -käsittely seinä

asiaankuuluviin rakenneosiin.

Halkeamaton rakenne voidaan saada aikaan lähinnä oikealla betonin koostumuksella, hyvällä tiivistämisellä, kovettumisen aikaisten lämpötilojen ja lämpötilaerojen säätelyllä, jälkihoidolla sekä oikein valituilla rakenneratkaisuilla. Jos halutaan varmistua siitä, ettei rakenne käytön aikana halkeile, rakenne on jaettava liikuntasauvoilla riittävän pieniin osiin, jännitettävä ja/tai muotoiltava niin, että ulkoisten ja pakkovoimien aiheuttamat vetojännitykset jäävät riittävän paljon betonin kulloistakin vetolujuutta pienemmäksi.

Rakennusosien kutistumisliikkeet kannattaa ohjata liikunta- ja kutistumissaumoihin tai tarkoituksellisesti esimerkiksi sahaamalla tehtyihin rakenteiden heikennyksiin. Myös rakenneosien laakerointi auttaa yleensä pakkovoimien pienentämisessä.

BETONIPINTOJEN KORJAAMINEN

Puhdasvalupinnoille sallitaan laatuvaatimusten saavuttamiseksi vähäiset pintojen korjaukset. Kyseeseen tulevat pienten lohkeamien korjaamisen tai huokosten täyttämisen tapaiset keinot. Korjattavat kohdat erottuvat yleensä muusta pinnasta lähinnä värisävynsä osalta, vaikka korjattu pinta täyttäisi kaikki pinnalle asetetut laatuvaatimukset. Korjaustyötä mietittäessä on huomioitava että korjaamaton, laatuvaatimukset alittava pinta voi joskus olla paremman näköinen kuin korjattu vaatimukset täyttävä pinta.

Korjaustyöt tulee tehdä betonilla, jonka säilyvyys ja muut ominaisuudet vastaavat käytetyn betonin ominaisuuksia. Jos käytetään valmistusotteita, niillä on oltava varmennettu käyttöseloste. AA-luokan pintojen korjaaminen ei ole sallittua.

- **Tadao Ando -käsittely**

Käsittely on saanut nimensä kehittäjänsä, japanilaisen arkkitehti Tadao Andon mukaan. Menetelmässä erikoistuneiden ammattimiesten käsityönä tehdään suuria tasalaatuisia samettimaisia pintoja. Käsittelyssä pinnassa olevat isot huokokset ja vastaavat korjataan hiekan, valkosementin ja normaalin sementin seoksella. Tämän jälkeen pinta slammataan sementtiseoksella ja lopuksi pinta kastellaan ja pestään laimennetulla suolahapolla. Tadao Ando -käsittelyä on esitelty julkaisussa by 40 Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet.

LÄHTEET:

- By40 Betonirakenteiden pinnat/luokitusohjeet 2003
- By50 Betoninormit 2004
- Puhdasvaluohe 2011 Betoniteollisuus ry/ Suomen Rakennusmedia Oy (julkaistaan v. 2011 aikana)

PRODUCTION OF FAIR FACE CONCRETE SURFACES

Fair facing has traditionally been used in infrastructures, such as bridges and walls, but fair face surfaces have become more popular also on façades and interior areas. The requirements that pertain to such surfaces are more stringent than those applied to bridges and walls, as they are viewed at a closer range. The different surface structure often results in tighter requirements, too. Coloured concrete surfaces are also commonly used in house building.

Concrete surfaces are divided into three classes; AA, A and B. Invisible surfaces are further assigned to class C. Fair face surfaces are usually of class A. The AA class can be used in special cases, when the surface has to be of an extremely high standard.