

GRAAFINEN BETONI – ELEMENTITUOTANTOA ON KEHITETTY YHTEISTYÖSSÄ ASIAKKAIDEN KANSSA

Harri Lanning, tekniikan tohtori, Graphic Concrete Oy
Heikki Kankkunen, insinööri, Consolis Oy

1, 2
Nokia Oyj:n parkkitalo, Espoo, 2006. Arkkitehtitoimisto
Larkas & Laine Oy. Elementtien valmistus Parma Oy.



1 Patentoidussa Graafinen Betoni -teknologiassa käytetään erikoiskalvoa, jonka pintaan on painettu betonin pintahidastainainetta. Menetelmän avulla betonituotetehtaat voivat valmistaa betonielementtejä sekä -laattoja. Betonin pinnasta saadaan joko kuvioitu, sileä tai kauttaaltaan pesty. Graafinen Betoni-teknologian palveluja tarjoaa suomalainen Graphic Concrete Oy.

YHTEISTYÖ ASIAKKAIDEN KANSSA TUOTTA TOIMIVIA RATKAISUJA

Jatkuva tuotteiden ja palvelujen kehittäminen on olennainen osa Graphic Concrete Oy:n toimintaa. "Tutkimme ja kehitämme aktiivisesti yhteistyössä asiakkaidemme kanssa" tähdentää *Jutta Telivuo* Graphic Concrete Oy:stä. "Tällä tavalla olemme pystyneet kohdistamaan kehitysresurssijamme ja vastaamaan nopeasti asiakkaidemme tarpeisiin. Tiivis yhteistyö on myös edistänyt asiakkuuksiemme hallintaa."

Graafinen Betoni on Suomessa koko elementtiteollisuuden hyödynnettävissä. Jo yli kymmenen betonituoteyritystä on käyttänyt sitä tuotannossaan.

Consolis on Euroopan suurin betonielementtien valmistaja. Yhtiöllä on yli 100 tehdasta ja se toimii 20 maassa. *Consolis* tarjoaa asiakkailleen ratkaisuja sekä rakennus- että infrastruktuuriprojekteihin. Suomalainen *Parma Oy* kuuluu *Consolis* -ryhmään. *Parma Oy* ja koko *Consolis* ryhmä on aktiivinen Graafinen Betoni -teknologian kehittäjä ja käyttäjä. "Yhteistyömme alkoi jo 90-luvulla ensimmäisillä koevaluilla ja se on jatkunut tuloksellisena tähän päivään saakka" toteaa *Parman* asuinrakentamisyksikön myyntijohtaja *Heikki Aapro*.

Kehitystyön tuloksena on parannettu Graafinen Betoni -elementtituotannon prosesseja ja välineitä sekä tutkittu menetelmän tuottavuutta, työturvallisuutta ja ympäristövaikutuksia. Tulokset ja käyttökokemukset ovat *Aapron* mukaan olleet kannustavia. "Aluksi tuotimme kuva-aiheita ja erikoispintoja Graafisen Betonin menetelmällä. Nyt näemme Graafisen Betonin edut myös volyymituotannossa. Tämän mahdollistamiseksi olemme investoineet laitteistoon sekä henkilöstön osaamiseen", toteaa *Aapro*.

Yksi merkittävä *Consoliksi* ja *Graphic Concrete Oy:n* yhteinen tutkimus- ja kehitysprojekti päättyi vuonna 2006. Vuoden kestäneen hankkeen tavoitteena oli tutkia Graafinen Betoni -teknologian käyttöä perinteisten hienopesupintojen valmistuksessa, parantaa hienopestyjen elementtien laatua sekä





3



4



3

vähitellen saavuttaa liuotinhöyryistä, pintahidastinpölystä ja muotiniirrotusaineista vapaa työympäristö elementtitehtaalle. Lisäksi tavoitteena oli parantaa Graafinen Betoni -elementtien laatua sekä kehittää valutekniikkaa entistä tehokkaammaksi. Jäljempänä on kuvattu projektin tuloksia.

KORKEALAATUISIA HIENOPESUPINTOJA TYÖTURVALLISIN MENETELMIN

Projektissa tutkittiin mahdollisuutta korvata perinteinen menetelmä valmistaa hienopesupintoja menetelmällä, jossa käytetään hidastimella kauttaaltaan päällystettyä Graafinen Betoni -kalvoa (GCExpose). Tekniikalla pystytään siis tuottamaan kuvioiden lisäksi normaalia hienopesupintaa. Valutulokset olivat erittäin positiivisia. Graafinen Betoni -tuotteiden avulla valmistettu hienopesupinta on perinteisiin menetelmiin tuotettua hienopesupintaa parempi. Pesutuloksesta saadaan haluttaessa erittäin matala ja tasainen.

Myös menetelmän työturvallisuus- sekä ympäristövaikutukset tutkittiin. Tuloksia verrattiin lähinnä perinteiseen tapaan valmistaa hienopesupintoja. Tulosten mukaan Graafisen Betonin käyttö:

- vähentää liuotainaineiden käyttöä tehtaalla
- pienentää pölyhaittaa
- pienentää pesulietteessä olevaa hidastinainepitoisuutta sekä
- kasvattaa sekajätteen määrää (käytetty kalvo).

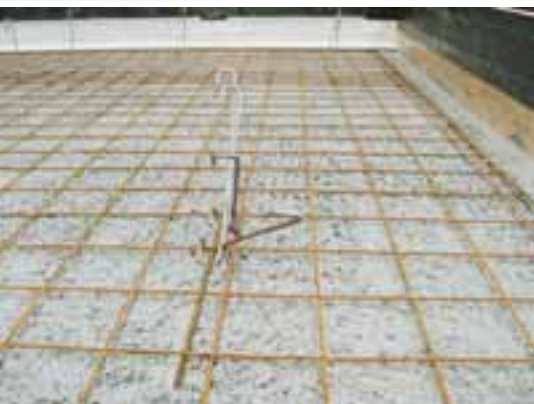
ALIPAINEPÖYTÄ TUO TEHOKKUUTTA JA PARANTAA LAATUA

Yhteisprojektin tuloksena syntyi kuvaus välineistä, laitteista ja menetelmistä, joita käyttämällä Graafinen Betoni -elementtituotanto tehostuu ja tuotteiden laatu paranee. *Elematic Oy* mukana välineistön kehittämisessä ja tuotteistamisessa.

Merkittävimpana yksittäisenä tuloksena voidaan pitää alipainepöytää. Pöytä koostuu normaalin kippimuottitason päälle asennettavasta tasosta. Pöydän materiaaliksi suositellaan terästä, mutta sen voi väliaikaisesti rakentaa myös puusta. Taso säilytetään pystyasennossa omalla varastopaikallaan ja siirretään siltanosturilla käyttötarpeen mukaan muotille. Se koostuu kahdesta teräslevystä, joiden välissä on profiili. Pintalevy on rei'itetty 2 mm:n rei'illä reikäjaon ollessa 100-200 mm. Alipaine tuotetaan pöydän sisään yhdistämällä pöytä suulakkeella ja imuriletkulla esimerkiksi tehtaalla alipaineimurijärjestelmään.

Alipainepöydän käytön edut ovat käyttökokemuksen mukaan selkeät:

7



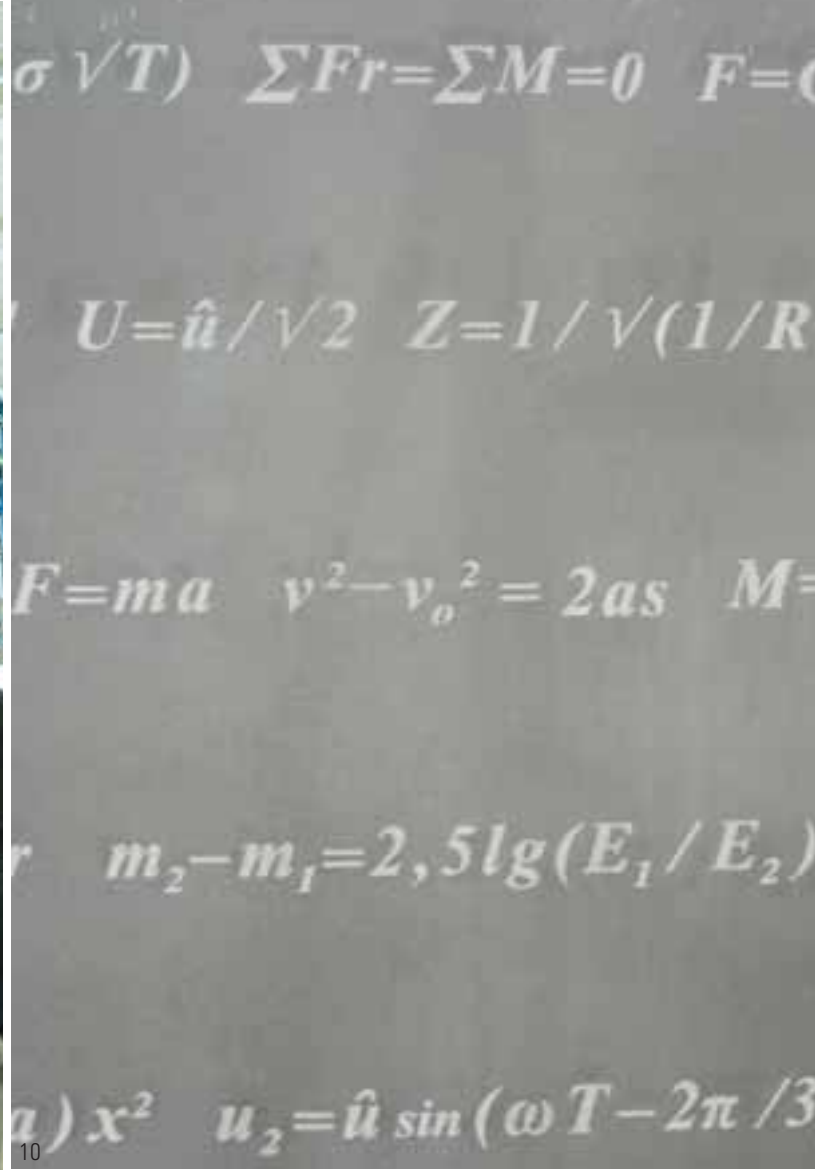
5

3 - 11

Hagaporten toimistotalo, Ruotsi. Kohde valmistuu vuonna 2007. Strategisk Arkitektur. Elementtien valmistus AB Strängbetong/Consolis.

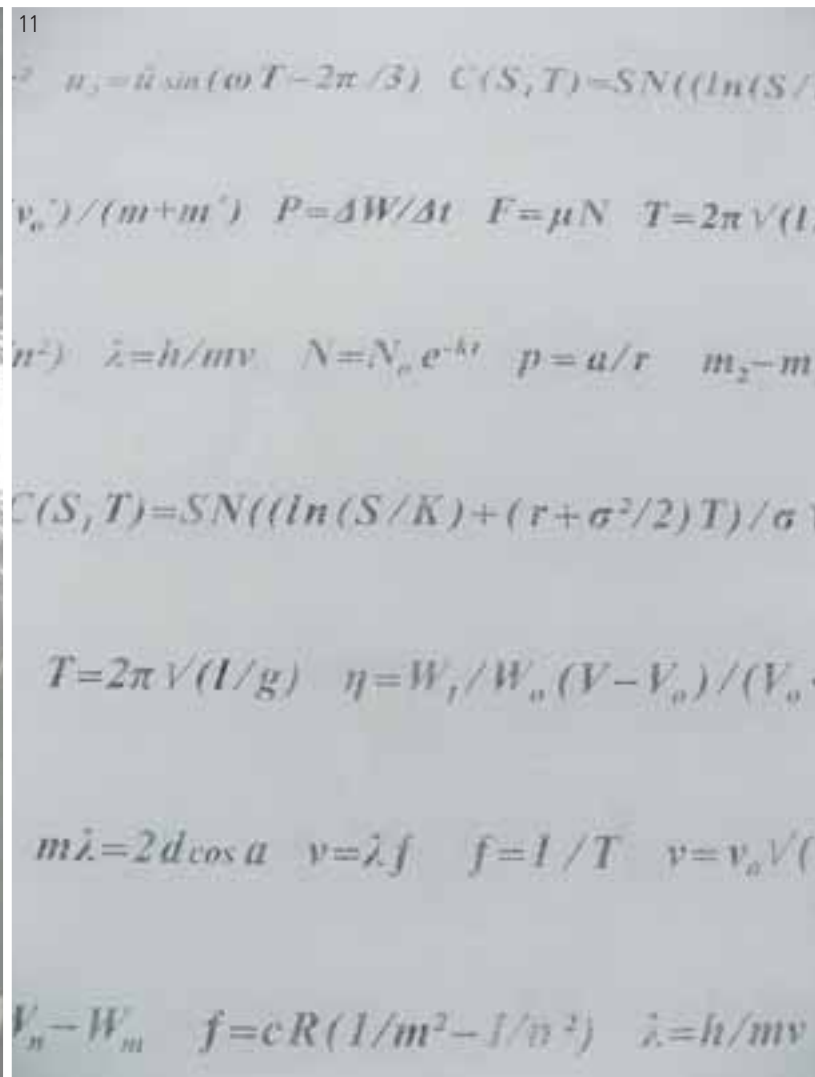
GB-menetelmää käytettäessä pintahidastimen vaikutus betonipinnalle välittyy muotin pohjalle levitettävästä pintahidastinkalvosta, johon pintahidastinaine on painettu ohueksi kerrokseksi. Suunnittelijat voivat suunnitella itse haluamansa kuviot tai he voivat käyttää valmiita malleja. GB-menetelmän käyttö antaa elementtitehtaalle mahdollisuuden lyhentää tuotannon läpimenoaika. Pintahidastinaine toimitetaan kalvolle valmiiksi painettuna ja kuvioituna. Lopuksi kalvon poiston jälkeen betonipinta vesipeistään.





8

9



10

11

$$E_1/E_2) \quad W=mc^2$$

$$W_n - W_m \quad f = cR(1/m^2 - 1/n^2) \quad \lambda = h/mv$$

$\sigma \sqrt{T) \quad \Sigma Fr = \Sigma M = 0 \quad F =$

$U = \hat{u} / \sqrt{2} \quad Z = 1 / \sqrt{(1/R$

$F = ma \quad v^2 - v_0^2 = 2as \quad M =$

$m_2 - m_1 = 2,5lg(E_1 / E_2)$

$a) \quad x^2 \quad u_2 = \hat{u} \sin(\omega T - 2\pi / 3)$

$u_3 = \hat{u} \sin(\omega T - 2\pi / 3) \quad C(S, T) = SN((\ln(S /$

$v_0') / (m + m') \quad P = \Delta W / \Delta t \quad F = \mu N \quad T = 2\pi \sqrt{(l$

$n^2) \quad \lambda = h / mv \quad N = N_0 e^{-kt} \quad p = a / r \quad m_2 - m$

$C(S, T) = SN((\ln(S / K) + (\tau + \sigma^2 / 2)T) / \sigma$

$T = 2\pi \sqrt{(l / g) \quad \eta = W_1 / W_0 (V - V_0) / (V_0$

$m\lambda = 2d \cos a \quad v = \lambda f \quad f = 1 / T \quad v = v_0 \sqrt{($

$W_n - W_m \quad f = cR(1/m^2 - 1/n^2) \quad \lambda = h / mv$



12



- Kustannustehokkuus kasvaa työmäärän vähentyessä ja läpimenoaikojen lyhentyessä
- Työn laatu paranee, muun muassa elementtien nurkat tulevat entistä siistimmiksi
- Laaturiskit pienenevät koska kalvo on tiukasti ja tasaisesti kiinni pöydän pinnassa
- Työn mielekkäisyys kasvaa

Tutkimus- ja kehitysprojektin päätyttyä on alipainepöytään investoitu kolmella Consolis ryhmään kuuluvalla tehtaalla: kahdella Suomessa (Kurikka ja Forssa) ja yhdellä Ruotsissa (Strängbetong, Herrljunga). Parman Kurikan tehdaspäällikkö *Jari Kujanpää* on vakuuttunut alipainepöydän tuomista eduista: "Alipainepöytä mahdollistaa Graafisen Betonin tehokkaan volyymituotannon ja parantaa valmiiden tuotteiden laatua. Pöydän käyttö poistaa kalvon ja muotin pinnan välissä olevan ilman ja pitää kalvon suorana valun aikana." Kujanpää korostaa, että muotin puhtaus on kaiken A ja O ja jatkaa: "Graafisen Betonin onnistunut valu edellyttää osaamista, harjoittelua sekä oikeita välineitä. Nykyään se on meille mieluinen tuote ja tarjoamme sitä esimerkiksi urituksen tai muun pintakuviointin vaihtoehtona."

13



Tutkimuksen mukaan Graafisen Betoni -tuotteiden käyttö tehtaalla on tehokasta ja nopeaa. Esimerkiksi hienopesupinnan valmistamiseen perinteisellä menetelmällä kuluu noin 25 % enemmän työaikaa kuin Graafisen Betoni -teknologiaa ja tuotteita hyödyntämällä.

UUDISTETTU TUOTEPERHE HELPOTTAA TUOTTEIDEN SUUNNITTELUA JA KÄYTTÖÄ

Graphic Concrete Oy on asiakaspalautteen tuloksena kehittänyt tuotteistoaan entistä helppokäyttöisemmäksi. Tuotepihe muodostuu viidestä eri päätuotteesta:

1. GCCollection: valmiit toistokuviot (www.graphicconcrete.fi)
2. GCPro: suunnittelijoiden itse suunnittelemat toistokuviot
3. GCSmooth: Graafisen Betoni -kalvolla valmistettu puhdasvalupinta
4. GCExpose: tasainen ja haluttaessa erittäin matala hienopesu
5. GCArt&Design: yksilölliset kuvat (ei toistoa)

Tavoitteena on ollut tarjota selkeä tuotteisto, jota käyttämällä elementtitehtaat voivat kustannustehokkaasti tuottaa kuvioiden lisäksi myös perinteisiä betonielementtipintoja, kuten hienopesua ja puhdasvalua. Tämä tekee Graafisen Betoni -kal-

von käytön säännölliseksi tehtaalla, mikä puolestaan pienentää kustannuksia ja parantaa laatua.

PALVELUT OVAT OLENNAINEN OSA GRAPHIC CONCRETE OY:N TOIMINTAA

Graphic Concrete Oy tarjoaa tuotteiden lisäksi palveluja sekä suunnittelijoille että betonituotetehtaille. Palvelujen avulla varmistetaan, että Graafinen Betoni -prosessi toimii sujuvasti suunnittelijan ideasta valmiiseen elementtiin.

Kukin uusi elementtitehdas koulutetaan käyttämään Graafinen Betoni -teknologiaa. Tuotteistettu teknologiansiirtopalvelu on osoittautunut erityisen tärkeäksi kansainvälisillä markkinoilla. Palvelu sisältää teknologian suunnittelu- ja käyttöohjeet, kuvauksen tarvittavista laitteista ja välineistä, testi- ja valuja sekä tuotantovalvon ohjauksen. Testivalujen avulla haetaan kullekin tehtaalle sopivia Graafinen Betoni -reseptejä.

PROJEKTIT KASVAVAT JA KANSAINVÄLISTYVÄT

Viisi vuotta sitten Graafinen Betoni -teknologialla tuotettiin lähinnä yksittäisiä taideteoksia. Suurin potentiaali sekä arkkitehtuuriin että elementtituotantoon piili toistokuvioillisissa rastereissa sekä kauttaaltaan pintahidastimella päällystetyssä kalvossa. Graafisen Betoni projektien keskikoko on suurentunut samalla kuin niiden kokonaismäärä on kasvanut. Vielä vuonna 2005 projektin keskikoko oli noin 100 m². Vuonna 2006 sama luku oli jo yli 700 m² ja tällä hetkellä suunnitelmissa olevien kohteiden Graafisen Betoni käyttö on keskimäärin noin 1000 m².

Tavoitteellisen kehitystyön tuloksena suunnittelijat, rakennuttajat sekä elementtiteollisuus ovat ottaneet Graafisen Betoni merkittäväksi pintavaihtoehdoksi. Saavutettu kustannustehokkuus sekä tuotannon laatu ovat tehneet menetelmästä kilpailukykyisen ja luotettavan vaihtoehdon, mitä voi viedä kansainvälisillekin markkinoille. Ensimmäiset ulkomaan toimitukset ovat jo menneet Ruotsiin, Viroon, Espanjaan sekä Hollantiin.

LISÄTIETOJA:

Graphic Concrete Oy: www.graphicconcrete.com

Harri Lanning, puh. +358 40 5051 516

harri.lanning@graphicconcrete.fi

Arkkitehdit sekä muut suunnittelijat:

Jutta Telivuo, puh. +358 45 110 5152

jutta.telivuo@graphicconcrete.fi

12, 13

Porvoon sairaalan laajennus, 2006-2007. Arkkitehtitoimisto Paatela- Paatela & Co Oy. Elementtien toimitus Parma Oy.

14

Muistijäljet -teos, ympäristöbetonilaatat, Fallkulla, Helsinki, 2004. Suunnittelijat: Päivi Kiuru, Samuli Naamanka, Eva-Kaisa Berry ja Merja Salonen.

14

15

Haminan lukio, 2005. Arkkitehtitoimisto Ulla Hovi. Elementtien toimitus Parma Oy.

16

Fälkhälsanhuset, Vantaa, 2006. Arkkitehtitoimisto Hedman & Matomäki Oy. Elementtien toimitus Betoniluoma Oy.

17

Pirkan Opiskelija-asunnot Oy, Tampere, 2003. Arkkitehtitoimisto Eero Lahti Oy. Elementtien toimitus Parma Oy.

PRODUCTION OF PRECAST GRAPHIC CONCRETE ELEMENTS DEVELOPED IN COLLABORATION WITH CUSTOMERS

Graphic Concrete Oy is a private Finnish Company. The patented Graphic Concrete technology is based on a special membrane, with concrete surface retarder printed on the surface of the membrane. Plants that produce concrete products can use the technology to manufacture both precast elements and slabs. The surface of the concrete can be patterned, smooth or with exposed aggregate finish.

Five years ago the Graphic Concrete technology was mainly used to produce individual works of art. The largest potential for both architectural applications and production of precast elements was found in rasters with repeated patterns as well as in the membrane completely covered with surface retarder. The total amount as well as the average extent of Graphic Concrete projects has increased steadily. At present, the average project size is 1000 m².

As a result of purposeful development work, designers, developers and the concrete element industry have accepted Graphic Concrete as a surface material to be reckoned with. The method provides a competitive and reliable alternative that can be exported also to international markets. The first export deliveries have gone to Sweden, Estonia, Spain and Holland.

Development of products and services is an essential part of the operation of Graphic Concrete Oy. More than ten Finnish concrete product manufacturers have already used Graphic Concrete. Parma Oy and the entire Consolis Group, for example, have been active developers and users of Graphic Concrete since the first pouring trials in the 1990s.

The development efforts have improved the processes and equipment used in the production of Graphic Concrete elements. Studies have also been conducted on the productivity of the method, the associated occupational safety and environmental impact. At first, Graphic Concrete was used to realise illustrations and special surfaces, but now the advantages of Graphic Concrete have been introduced also to volume production.

A joint research and development project of Consolis and Graphic Concrete Oy focused on the use of the Graphic Concrete technology to produce conventional exposed aggregate surfaces. The objective is to improve the quality of exposed aggregate elements, and to gradually achieve a working environment at element factories that is free of solvent fumes, surface retarder dust and stripping agents. Elematic Oy took also part in the development and commercialisation of the equipment.

The most important single result is a vacuum table that consists of a tabletop placed on top of a normal tilting table mould. Three Consolis Group factories in Finland (Kurikka and Forssa) and in Sweden (Strängbetong, Herrljunga) have already acquired this novelty.

Graphic Concrete Oy has focused development efforts on making their products easier to use. The objective has been to offer a clear selection of products, which give element factories an opportunity to produce in a cost-effective manner also traditional concrete element surfaces, such as exposed aggregate and fairface surfaces, in addition to patterned surfaces. This will involve regular use of the Graphic Concrete membrane in the factory, which will result in lower costs and

