

Uusien rakenteiden betonitutkimukset edellyttävät laaja-alaista osaamista

Mika Oikari, dipl.ins., vanhempi asiantuntija
Vahanan Rakennusfysiikka Oy
mika.oikari@vahanan.com

Uusien betonirakenteiden laadunvarmistuksessa ja myös ongelmanratkaisussa asiantunteva betonitutkimus on korvaamaton apuväline. Oikein kohdistettu ja toteutettu näytteenotto, harkitut laboratoriotutkimukset ja muut selvitykset sekä laaja-alaisesti pohditut johtopäätökset auttavat välttämään riitatilanteita rakentamisen eri osapuolten välillä silloin, kun rakenteen laatua epäillään.

Rakentamisen yleinen laatu herättää aina keskustelua; välillä enemmän, välillä vähemmän. Ja joskus jopa betonirakentamisessakin menee jotain pieleen. Betoni on herkkä materiaali, joka vaatii koko rakentamisen ketjulta rautaista osaamista ja vaihtelevien olosuhteiden hallintaa eivätkä nämä vaatimukset aina täyty. Usein ongelmat kasautuvat hankkeessa vähitellen ja kamelin selän katkaisee lopulta jokin työmaalla eteen tullut yllättävä vastoinkäyminen.

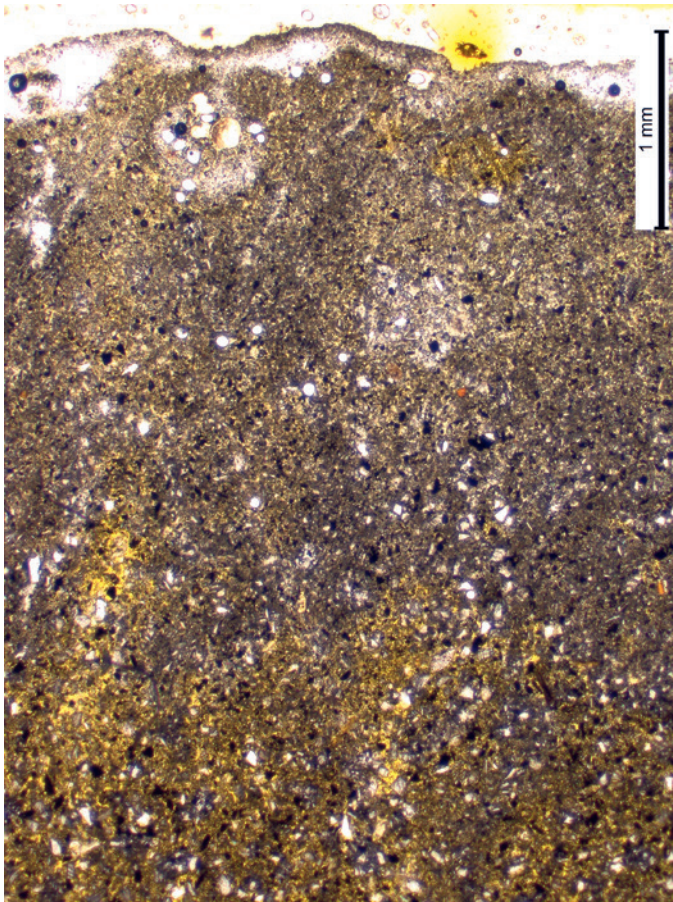
Esimerkkinä tilaaja on määritellyt rakenteelle käytöstä aiheutuvia tiukkoja reunaehdoja, jotka täyttääkseen rakennesuunnittelija suunnittelee teoreettisesti toimivan, mutta toteutukseltaan vaativan rakenteen. Jo alkuaankin vaativaa suunnitelmaa ja äärimmilleen kiristettyä aikataulua saatetaan hankaloittaa vielä lisää tilaajan asettamien kustannuspaineiden seurauksena. Työmaalla kyseinen vaativa toteutus ei sitten juuri tietyinä päivinä vallitsevissa olosuhteissa ja läsnä olevan kokoonpanon osaamisella onnistukaan täysin suunnitellusti. Lisäksi samanaikaisesti rakentamiseen käytetty materiaaliakin sattuu ominaisuuksiltaan aivan hyväksyttävyyden rajamaille. Lopputuloksena saattaa olla rakenne, joka ei toimikaan kuten oli suunniteltu tai joka on jopa vaurioitunut heti alusta alkaen. Mitä tällöin pitäisi tehdä? Tapahtuneen kokonaisvaltainen selvittäminen on jatkoon kannalta ensiarvoisen tärkeää. Tarvitaan syvällistä osaamista, että tietää, mitä pitää selvittää ja miten.

Yksittäisten ja irrallisten tiedonmurusten selvittäminen ilman käsitystä kokonaisuudesta saattaa ajaa tilanteen vain entistä pahemmin solmuun ja erityisesti riitatilanteissa mahdollisuus rakentavaan yhteistyöhön osapuolten välillä voidaan menettää kokonaan.

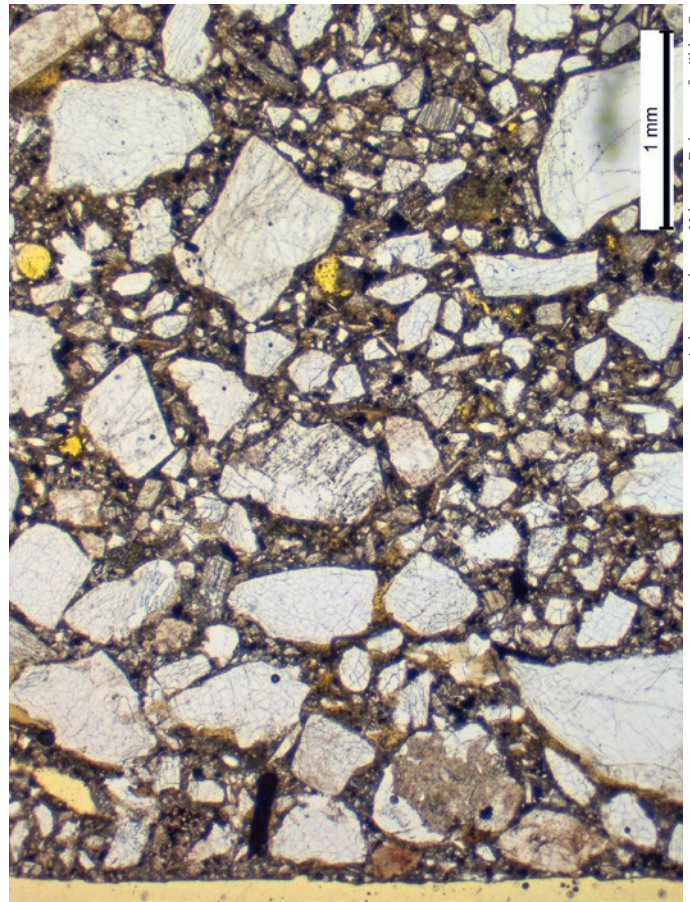
Tyypillisiä uuden rakenteen betonitutkimuksen aiheita ovat erilaiset lattiaihin liittyvät ongelmat, epäily lujuus- tai säilyvyysominaisuuksien puutteellisuudesta, rakenteen epätoivottu halkeilu sekä epätydyttävä pinnanlaatu. Jos rakenteeseen on syntynyt selkeitä vaurioita, käynnistyvät selvitykset tyypillisesti materiaaliominaisuuksien tutkimisella. Puristus- ja vetolujuus, huokostuksen onnistuminen, betonin tiivistyminen ja homogeenisuus, pastan määrä sekä teräskuitujen määrä ovat esimerkkejä asioista, joista usein halutaan tutkittua tietoa heti ongelmanselvittelyn alkuvaiheessa. Tarvittaessa selvityksiä jatketaan syvemmälle rakenteeseen tarkastamalla rakenteen vastaavuus suunnitelmiin. Huomiota on kiinnitettävä samanaikaisesti suunnitelmien toteutuskelpoisuuden tarkasteluun. Oleellista tässä vaiheessa on aina myös olosuhteiden selvittäminen, sekä rakentamisajankohtana että uuden betonirakenteen elinkaaren alkuaikoina. Jälkimmäisen osalta mielenkiinnon kohteena on erityisesti jälkihoidon kannalta oleelliset asiat sekä nuoren rakenteen kuorittamiseen liittyvät seikat. Lisäksi käytetyn betonin reseptiikka sekä tehdastiedot pitää tuntea mahdollisimman hyvin. Uusien

1 Kuvassa betonilattian halkeamien korjauksissa on käytetty kullan sävyistä epoksihartsia. Kuvan lattiakohde ei liity artikkelissa käsiteltyihin esimerkkikohteisiin.



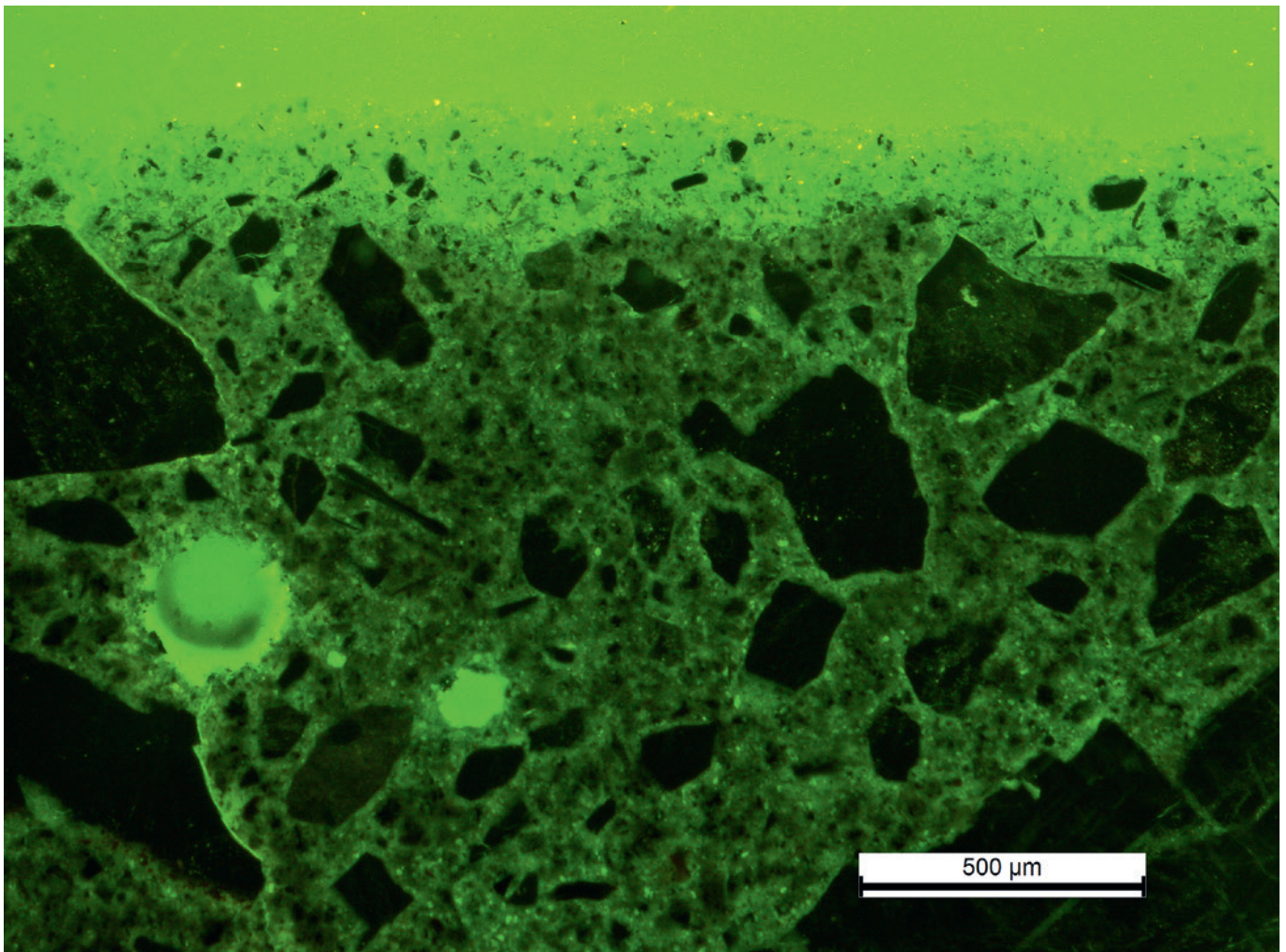


2a



2b

Aukeaman kuvat: Vahanen Rakennusfysiikka Oy



3

2a Tasoitteen yläpinta on kuvan yläreunassa. Tasoi-
tekerroksen pintaosassa on vain hienojakoisia partik-
keleita ja vettä. Karkeammat hiekkarakeet puuttuvat
kokonaan.

2b Kuva tasoitekerroksen alapinnasta samalla suu-
rennoksella kuin kuva 2a. Tasoitteen alapinta kuvan
alareunassa. Isot hiekkarakeet ovat erottuneet kerrok-
sen pohjalle. Sideainematriisi on tummaa, eli tiivistä,
ja vesimäärä on pieni.

3 Ohuthietutkimuksilla saadaan betonista yleensä
selville hyvin paljon muilla tutkimusmenetelmillä
tavoittamattomia asioita, mutta näytteenoton oikealla
kohdistamisella on suuri merkitys tuloksiin ja niistä
tehtäviin johtopäätöksiin. Kuvassa betonilaatan ylä-
pinnasta valmistettu ohuthie kuvattuna fluoresens-
sivalossa, jossa vihreän valon kirkkaus kertoo huo-
koisuudesta. Tässä kohteessa tutkimuksilla haluttiin
arvioida pinnan erilaisten hiertojen vaikutus betonin
laatuun ja säilyvyyteen säärasituksessa. Kiviaines-
rakeet näkyvät mustina. Yläpinnan muuta betonia
vedenerottumisen vuoksi harvempi betonikerros
näkyvää vaaleanvihreänä.

betonirakenteiden tutkimukset ovat siis hyvin
monitahoinen ja monimutkainen kokonaisuus,
jossa pienet tiedonmuruset pitää yhdistää joh-
donmukaiseksi kokonaisuudeksi ja tiedostaa
niiden merkitys – tai merkityksettömyys –
rakenteen vaurioitumisen kannalta.

Betonirakentamiseen liittyy vahvasti mate-
riaalin laadunvarmistus. Tuoreen betonin omi-
naisuuksia valvotaan useassa eri vaiheessa
rakennusprosessin aikana. Valmisbetonitoi-
mittaja tekee tehtaalla omat tutkimuksensa
tuoreesta betonista tasaisen ja hyvän laadun
ylläpitämiseksi. Samoja tutkimuksia voidaan
tehdä työmaallakin. Jo tässä vaiheessa beto-
nitoimittajan tukena on myös ulkopuolinen
riippumaton testauslaitos. Samoja, tuoreen
betonin testauksella selvitettyjä asioita, sekä
lukuisia muita voidaan varmistaa myös raken-
nekoekappaleilla eli valmiista rakenteesta
poraamalla irrotetuista näytteistä. Tyypillisiä
varhaisessa vaiheessa varmistettavia asioita
ovat betonin yleislaadun mittarina käytetyt
puristuslujuus ja tiheys sekä säilyvyysomi-
naisuuksien arviointiin käytetty suojahuo-
kostuksen huokosjako. Kokonaisesta betoni-
rakenteesta puhuttaessa tyypillisiä laadunvar-
mistuksellisia tutkimuksia ovat myös raudoit-
teiden suojapeitepaksuuden mittaukset sekä
erilaiset pinnanlaatuun liittyvät mittaukset,
kuten esimerkiksi suoruus. Kuten aina korkeaa
laatua tavoiteltaessa, on betoninkin tapauk-
sessa keskeistä, että tiedetään mitä asioita
pitää seurata ja miksi. Lisäksi pitää tietää,
miten tutkiminen tehdään siten, että tulokset
kuvaavat haluttua asiaa totuudenmukaisesti.

Sekä laadunvarmistuksessa että ongel-
manselvityksessä yhteistyö hankkeen eri osa-
puolten välillä on ensiarvoisen tärkeää. Ettei

mikään menisi vikaan, tulee rakentavan ja
rakentajan sekä suunnittelevien ja valvovien
olla jatkuvasti yhteisymmärryksessä tavoittei-
den, reunaehtojen ja keinojen suhteen. Mihin
pyritään, millaista laatua tavoitellaan, mitä kei-
noja käytetään. Ja jos jotain kuitenkin menee
pieleen, salailun ja syyllisen hakemisen sijaan
avoimella yhteistyöllä on yleensä mahdollista
löytää keinot, jolla epätoivottu tilanne saadaan
vielä kääntymään tyydyttävään lopputulok-
seen. Epätoivottu tilanne on mahdollista sel-
vittää kaikkien osapuolten kannalta mahdol-
lisimman vähin pysyvin vaurioin, kun osaavat
toimijat ovat selvittämässä todenmukaisesti
tilannetta, jossa ollaan, ideoimassa korjausta-
paa sekä pohtimassa vastuunjakoa.

Uusia rakenteita tutkittaessa ja johtopää-
töksiä muodostettaessa, erityisesti korjaus-
vaihtoehtoja arvioitaessa, joudutaan usein
tasapainoilemaan sen välillä, mitkä toimen-
piteet ovat välttämättömiä ja mitkä ainoas-
taan teoreettisesti suositeltavia. Tärkeää on
aina vaurioitumisen syyn lisäksi arvioida sen
todellista merkitystä rakenteen toimivuuden
ja käyttöiän näkökulmasta. Rakenteen purka-
minen ja uudelleen tekeminen ei useimmissa
tapauksissa ole kenellekään osapuolista mie-
luisin ratkaisu siitä aiheutuvien kustannus- ja
aikatauluongelmien vuoksi. Oikeilla tutkimuk-
silla pystytäänkin valikoimaan toimenpiteet,
joilla rakenteen toimivuus ja kelpoisuus käyt-
tötarkoitukseensa varmistetaan tapahtuneista
suunnittelu-, rakennus- tai materiaaliavirheistä
huolimatta. Tavoitteena tulisi aina olla, että kor-
jaustavaksi on muitakin vaihtoehtoja kuin että
varmuuden vuoksi tehdään aina ns. ”uudes-
taan ja paremmin”.

Esimerkki 1. Betonitutkimuksista uudessa betonirakentamiskohteessa:

Uudisrakennuksessa on paikalla valetut par-
vekelaatat, joiden suunnittelukäyttöikä on 50
vuotta ja rasitusluokka XF3. Tällöin betonin
suojahuokosten huokosjakovaatimus on enin-
tään 0,23 mm. Kohteessa heräsi epäily betonin
pakkasenkestävyydestä, koska jostain syystä
rakenteen valu oli toteutettu betonilla, jonka
rasitusluokka oli XF1. Tällöin huokosjakovaati-
mus on enintään 0,27 mm. Tilanne ratkaistiin
betonitutkimuksella poraamalla rakenteesta
näytteet ja tekemällä huokosanalyysit yleisen
tutkimusohjeen mukaisella näytemäärällä.
Suojahuokosia oli betonissa runsaasti ja ana-
lyysitulokseksi saatiin 0,21 mm, joka täyttää
vaatimukset sekä luokassa XF1 että luokassa
XF3. Epäily betonin pakkasenkestävyydestä
voitiin siten poistaa.

Esimerkki 2.

Elementtirakenteiden välipohjien päälle oli
asennettu tavanomaiseen tapaan pumpputa-
soite, jonka pinta oli kuitenkin jostain syystä
jäänyt pehmeän tuntuiseksi. Aistinvaraisten
arvioiden jälkeen lattiasta porattiin näyteitä
ohuthietutkimuksiin. Mikroskoopilla saatiin
selville, että tasoitekerroksen yläpinnassa
oli vain hienojakoisia kiviainespartikkeleita,
vähän sementtiä ja runsaasti vettä sisältävä
kerros. Isot hiekkarakeet ja tiiviimpi osa sideai-
netta olivat erottuneet tasoitekerroksen poh-
jalle. Tavanomaisin syy tällaiselle tasoitteen
erottumiselle on liian suuri vesimäärä. Ohut-
hiekuvat tasoitteesta kuvissa 2a ja 2b.



4



5



6

4 Pysäköintikatoksen lattian pinta on halkeillut ja rapautunut parissa vuodessa. Syy voidaan selvittää oikein valituilla ja kohdistetuilla betonitutkimuksilla.

5 Lattian halkeilu on tyypillinen uuden betonirakenteen tutkimuksen aihe. Tavanomaisin syy betonitasoitteen halkeilulle on massan erottuminen ja liian suuri vesimäärä.

6 Tuoreen betonin ominaisuuksia valvotaan useassa eri vaiheessa rakennusprosessin aikana. Kuvan kohde ei liity artikkelissa käsiteltyihin kohteisiin.

7 Betonilattian halkeiluun on useita syitä. Ne voidaan tutkittaessa selvittää ja löytää korjauskeinot.



7

Vahnen Rakennusfysiikka Oy

Concrete studies of new structures require cross-disciplinary knowledge

Professional concrete studies provide an irreplaceable tool for the quality assurance of new concrete structures as well as for problem solving. Correctly targeted and implemented sampling, well specified laboratory analyses and other clarifications as well as conclusions drawn based on cross-disciplinary evaluation help avoid conflicts between different parties in construction when suspicions arise about the quality of structures.

Typical topics of concrete studies of new structures include different problems related to floors, suspected deficiencies in strength or durability properties, undesirable cracking of structures as well as unsatisfactory surface quality. Where clear damage occurs in the structure, studies are typically started with an analysis of material properties.

The studies of new concrete structures consist of a multitude of aspects where the different crumbs of information need to be combined

into a consistent whole while identifying their significance to structural damage.

For complete concrete structures, typical quality assurance studies also include measurements of the concrete cover for reinforcement as well as various measurements related to surface quality, such as e.g., straightness.

Correct studies facilitate the selection of measures to ensure the suitability and acceptability of the structure for its intended application despite errors made in relation to design, construction or materials.