

## Betooni kontrollimine

**Olav Sammal**, DPH, OÜ ETUI BetonTEST juhatuse esimees, *fib* (CEB-FIP) Nõukogu liige

*Algus Ehitajas nr 3/2004*

### Eestis väljaarendatud seadmed

AUDITOR CK/BCM – digitaalne mõõtevahend betooni survetugevuse, ühtluse ja klassi kontrollimiseks ehitustel nn löögi-impulsi (magnetelastel) meetodil.

Löögiseadmega (skleromeetriga CK) tehakse betooni pinnale 10 lööki, mille parameetrid registreerib, analüüsib ja salvestab elektrooniline plokk BCM. Mõõtetulemused ilmuvad kohe seadme ekraanile ja trükitakse välja standardse arvutiprinteriga. Seade on kantud GOST-i 22690-88.

Põhiparameetrid:

- betooni survetugevuse mõõtepiirkond: 10...70 MPa;
- skleromeetri CK löögienergia:  $\leq 0,15$  J;
- salvestav mõõtekohtade arv: 1600.

CK/BCM sobib keemiliselt töödeldud betooni (näiteks põrandate) pealispinna survetugevuse (kõvaduse) kontrollimiseks.

**ESTODISC/DETECTIVE M20/BPM** – originaalne mõõteseadet konstruktsioonide betooni pingeleku määramiseks (sisemuses), alates betoneerimisest kuni ehituse valmimiseni ja hiljem eksploatatsioonis.

Uuritavasse sektsiooni paigaldatakse (enne betoneerimist) spetsiaalsed magnetelastsed andurid M20 ning ühendatakse juhtmetega elektroonilise ploki BPM. Saadakse paljupunktiline informatsioon betooni pingeleku ja selle muutumise kohta, alates rajatise betoneerimisest kuni eksploatatsiooni võtmiseni. Mõõtmistulemused salvestatakse ja trükitakse välja printeriga.



**Betooni survetugevuse mõõtekomplekt CK BCM koos arvuti ja printeriga.**

M20/BPM põhiparameetrid:

- survepinge mõõtepiirkond: 2...42 MPa;
- instrumentaalne baasviga:  $\pm 2$  MPa;
- mõõtekanalite arv: 14;
- anduri M20 mõõtmed: läbimõõt 23 mm, kõrgus 5 mm.

Teatavasti kasutatakse ehitiste projekteerimisel (lihtsustatud) töömudelite ja arvutuseeskirju, mis ei haara tegelikkuda olukorda piisavalt, olgu see tingitud sisejõudude (pingete) ruumilise jaotuse ja elementide (sõlmede) tegeliku jäikuse määramatusest, ühendussõlmede halvast teostamisest või ehitusvigadest.

M20/BPM-iga saab kontrollida konstruktsioonide/rajatiste/elementide tegelikkuda töötamist nii ehitusprotsessis kui hiljem kasutamisel ja hooldamisel ning määrata kindlaks rajatise tehnilised ressursid ning kasutuskindluse (vt Negentroopia meetod). Näiteks mõõdeti selle seadmega Tallinna teleorni betooni survepinge jaotust 14 m kõrgusel (pärast torni valmimist). Vaatamata sellele, et seal ilmnes füüsikaline ekstsentrilisus (pingete järgi), mis

2,4-kordselt ületas projekteerimisel lubatu, näitas analüüs, et torn omab veel piisavalt ressursse.

Kuni 1990. aastani kasutati seadet M20/BPM Venemaal (NIIZBis) süstemaatiliselt ning saadud mõõtmistulemused on sisse viidud ka Vene standarditesse ja eeskirjadesse (SNiP).

**ESTOGAGE/INSPECTOR T20/BTM** – betooni tõmbedeformatsioonide (mahukahnemise) mõõtmiseks nii konstruktsiooni pinnal kui sisemuses.

Betoonid on suhteliselt madala tõmbetugevusega (~1/10 survetugevusest), mistõttu konstruktsioonides tekivad praod.

Viimasel ajal on hakatud betooni arvutusmeetodeid muutma. Aluseks on võetud deformatsioonide arvutusmudel, kuna see vastab paremini põiklõike tasapinnalisuse hüpoteesile. Selleks otstarbeks ongi välja arendatud seade ESTOGAGE/INSPECTOR T20/BTM.

Seade põhineb üldtuntud tensoandurite (tensoresistorite) kasutamisel ja mõõtmismeetoditel. Standardsed tensoandurid liimitakse uuritava koha

pinna. Sisedeformatsioonide mõõtmiseks paigaldatakse T-20 tüüpi andurid uuritavas piirkonnas betoonkeha sisse ja ühendatakse juhtmete abil elektroonilise plokiga BTM, mis registreerib, analüüsib ja salvestab mõõteinformatsiooni.

T20/BTM põhiparameetrid:

- tensoandurite nominaalne takistus: 100/120/200/350/400 M $\Omega$
- tensotundlikkus: 0,10...9,99;
- sildlülitus: veerand/pool/täisillid;
- kalibreerimine: elektrilise šunteerimisega;
- mälu maht: 32 kB;
- sisedeformatsiooni anduri T20 mõõtmised: läbimõõt 8 mm, pikkus 45 mm.

Viimasel ajal on hakanud muret tekitama betooni pragunemine (mahukahanamine) tarindites. See on saanud ka rahvusvaheliste kongresside ja sümpoosionide valuteemaks.

Betooni mahukahanamisprotsess on väga laiahaardeline ja komplitseeritud ning seotud tsemendi omaduste, betooni valmistamise (koostis), transportingimuste, paigaldamise, tihendamise, järelhoolduse ja muuga.

Möödunud aastal viis OÜ ETUI BetonTEST Kunda Nordic Tsemendi taotlusel läbi esialgsed uuringud viie Kunda tsemenditüübi sisedeformatsioonide (mahumuutuste) määramiseks. ESTOGAGE/INSPECTOR T20/BTM osutus selle töö juures eriti sobivaks, kuna ta võimaldab määrata igapäevaselt katsekeha sisedeformatsiooni muutusi väga suure tundlikkusega ( $10^{-6}$ ). Ilmnes, et näiteks Kunda kiirtementi CEM I. 42,5R võib soovitada betoonpõrandate valmistamiseks, sest 30 päeva vanuselt hakkab tema mahukahanamine vähenema ja ta muutub paisuvaks.

### Negentroopia prognoosimise meetod (NPM)

Oleme betoon/raudbetoonkonstruktsioonide tehniliste ressursside ja kasutuskindluse hindamiseks välja pakunud (rahvusvahelisel tasandil) nn negentroopia prognoosimise meetodi. Selle meetodi puhul vaadeldakse konstruktsiooni elemendi koormamist kui teatavat korrastatust (pinge- või deformatsioonivälja moodustamist), mida saab väljendada tema negen-

troopia kaudu. Pinget ja deformatsioonivälja saab määrata ülalkirjeldatud mõõteseadmetega.

See meetod annab võimaluse kontrollida projekteerimise ja ehitamise usaldusväärsust ning tagab teatava kindluse nii ehitise/rajatise tellijatele kui teostajatele. Näiteks saadi Tallinna teletorni ehitusjärgsetel mõõtmistel ülalkirjeldatud seadmetega tuule koormuse suurenemiseks 1,74-kordne ressurss ja rajatise purunemise 2,62-kordne tugevusvaru.

### Individuaaltunnid seadmete tundmaõppimiseks

Ülalkirjeldatud mõõteseadmete ja -meetoditega saab tutvuda OÜ ETUI BetonTEST fib INFOPUNKTIS (Estonia pst 7, Tallinn). Kogemuste põhjal võib väita, et ehitusorganisatsioonide kvaliteedikontrolli, inspekteerimise ja järelevalve insenerid pahatihti ei tea, millist kontrollmõõteaparatuuri ja milliseid kontrollimeetodeid Eestis kasutada saab. Seetõttu on meil kavas läbi viia individuaalõpped 5-6 osavõtjaga gruppidele, kus käsitletakse detailselt ülal esitatud seadmeid. ☺

**Fassaadide soojustus.  
Materjalide ja tarvikute  
müük. t/f: 6211 909**



#### TENAX

- Soojusisolatsiooni materjalid
- Hüdroisolatsiooni materjalid
- Särnhvits kütupaneelid
- Hammeetikud
- Lümid
- Ehituskeemia
- Kodukeemia

SIA „TENAX“, Spodbas 1, Dobele, LV-3701. Lät  
Tel.: (+371) 3707051, 3707188  
Faks: (+371) 3707050  
e-post: tenax@em.lv  
Web: tenax.lv



#### TENAPORS FS

Vahtpolüstirooli plaate valmistatakse, tšigates vahtpolüstirooli plokkide, mis on tehtud vormis termiliselt paisutades polüstirooli graanuleid. Vahtpolüstirooli plaadid on poorme materjal, millel suurem osa on antipireenist koosnevaid või ilma. Tšigat kasutatakse soojusisolatsioonimaterjalina temperatuuril kuni +80°C (talub nõrka happelisi, leelisteid, ei talu väikeseid ja halogeene sisaldavaid lahusteid, etreid, ketone, õlid, määrõlisid).

Vahtpolüstirooli plaadid on keskkonnasõbralik, odav ja efektiivne soojusisolatsiooni materjal mitmekesiste kasutusvõimalustega: ehitistes, soojendus- ja külmutusseadmetes, kihilistes konstruktsioonides (sindylitseraades). Sõltuvalt märgist, taluvad vahtpolüstirooli plaadid suuremat või väikemat koormust. Mugav ja lihtne kasutada. Viimastel erinevad pinna viimistlusviisid.



#### MosCote Systems USA

Mospil International Inc. Eesti filiaal on Ameerika kompani "Mospil Int. Inc." põlvteenrihvi "MosCote" looja filiaal. Tegutsene Eestis aastast 1995.

"MosCote Systems" on akryülpõlmehiiriteksilised tehitud materjalide grupp, mida kasutatakse fassaadide välispindade ja siseinterjööri viimistlustel.

Meie pakume fassaadisoojusisolatsiooni materjale ja lõõvahendeid. Meie pakume fassaadisoojusisolatsiooni materjale ja lõõvahendeid.

- Vahtpolüstirool
- Ilmraaivilplaadid
- Polümeerrohvi
- Klaaskiudvõr
- Polümeeriline (Base Coat)
- Tarvikud (nurga-, akna-, sokiprofiidid, küübid)



#### A/S Valmieras stikla skiedra

( Valmieras klaaskiud) on loodud 1963.a. ja on ainuke Balti riikides klaaskiud materjalide looja.

Valmieras stikla skiedra pakub järgmisiid Klaaskiudtooteid.

- Tehniline Klaasile
- Niidid
- Tehniline rooving
- Klaaskiudvõrgud armeeerimiseks
- Klaaskiudvilt
- Klaaskiudmat

A/S Valmieras stikla skiedra  
Cempu iela 13, Valmieras, LV 4201 Lät  
Tel.: +371 4381221, faksa: +371 4381219  
e-post: glass@stikla.lv www.vsa.lv

**MOSPIL GROUP**

Suur-Paala 7, TALLINN Tel.: 56 27 27 37 T/f: 6211 909