

BETOONTARINDITE

testimise ja hindamise strateegiad

Algus Ehituskaares 3/76

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

Vello Salumaa / INFOPUNKT' hooldaja (Estonia pst. 7)

Hindamine

4

4.1 Üldiselt

Hindamise eesmärgiks on teavitada omanikku/klienti tarindi käesoleva olukorra mõistmisest, näiteks lagunemise ulatusest, astmest ja põhjustest, sellise teabe tähtsusest tarindi ohutusele ja kasutuseale ning võimalustest vahelekkumiseks koos kulutuste umbkaudse arvestamisega.

Hindamine pole mitte alati lihtne ülesanne, kuna mõnikord segavad erinevad põhjused ja mehhanismid probleemide lihtsat selgitamist ja mõistmist.

Igal juhul ainuüksi probleemide mõistmine põhjendab ettepaneku mingit tüüpi sekkumiseks. On mitmeid sekkumise liike, kuid see otsus ei sõltu mitte ainult tehnilistest võimalustest, vaid ka nõuetest tarindi kasutamise ja kasutusea kohta ning sekkumiste ajal ilmnenu kaasnähtustest.

Sekkumiste strateegiat tarindis, mis on mõjutatud sarruskorrosiooni poolt, võib iseloomustada:

- ei mingit sekkumist ja tarindit hooldatakse nagu ikka, tõenäoliselt selge hooldus- ja

järelvalveplaani alusel või puudub nii sekkumise kui tarindi hooldamise vajadus kohaliku piirangu ja/või lühikese kasutusea tõttu;

- kahjustatud piirkondade remont;
- üldine taastamine;
- ühe elemendi või tarindi kuiterviku tugevdamine või renoveerimine;
- ülemääraselt kahjustatud elemendi ümbervahetamine;
- täielik lammutamine ja rekonstrueerimine.

4.2 Tinglik hindamine

Tinglik hindamine on arvuline samalaadset liiki tarindite populatsiooni seisundi näitaja, mis sobib näiteks teedevõrgu, sildade pingerea koostamiseks, kui esimene samm edaspidiste vajalike tegevuste planeerimisel. Kasutades visuaalseid inspekteerimisandmeid, tuleks iga inspekteeritud sillatarindit regulaarselt hinnata. Tinglik hindamine võib olla kasulik, aidates üldist prioriteetide seadmist kõige rohkem kahjustatud tarindite esmaseks liigitamiseks, sorteerimaks välja kandidaattarindid, mis vajavad remonti või taastamist, mida

peaks tegema ülesandeks süva-inspekteerimisele.

Tinglik hindamine võib põhineda:

- lihtsal arvestusel, näiteks märkides üles inspekteeritud konstruktsiooni liikme defektsuse punktid vastavalt reeglitele, mis on võetud tarvitusele kahjustuse liigitamisel ja hindamisel;
- regulaarse inspektsiooni käigus ilmnenu selekteeritud kahjustuseliikide arvulisel hindamisel.

Iga kahjustuse hindamisel peaks arvestama;

- kahjustuse liiki ja selle mõju kahjustatud konstruktsiooni liikme ohutusele ja/või tarindi kuiterviku või selle põhikomponentide kestvusele;
- kahjustatud konstruktsiooni osa mõju kogu tarindi üldisele ohutusele ja kestvusele;
- kahjustuse astet või intensiivsust;
- kahjustuse ulatust ja oodatavat levimist.

Tinglikku hindamist võib seega arvestada kui:

- lihtsalt kõikide defektsuse punktide summat, mis on määratud igale avastatud kahjustuse liigile kogu tarindi puhul, või

- suhet leitud kahjustushinnangute summa ja kahjustushinnangute ekstreemse võimaliku summa vahel, mida võib tarindi või selle osade kohta määrata, võttes arvesse kõiki võimalikke kahjustuse liike, ja oletades alati konstruktsiooni liikme kõige intensiivsemat ja ulatuslikumat võimalikku kahjustuse liiki.

Esimese meetodi abil sillatarindite tinglikuks hindamiseks defektsuse punktide adekvaatse väljavalimise kriteeriumid on välja pakutud mitmete autorite poolt.

Tinglik hindamine võimaldab:

- esmast järjestamist silla haldamisel, toomaks välja kõige enam lagununud sillad teedevõrgus või teedagentuuris: tavaliselt soovitatakse kõrge hindega sildadele edasisi süvauuringuid;
- määrata lagunemistegur, mis näitab kandevõime kahane-mist;
- teha kindlaks silla adekvaatne hinnang;
- hinnata lagunemisprotsesside tendentse ja määrata umbkaudselt kasutusiga tinglike hinnangute regressioonikõverast. Antud tingliku hindamise mõistet võib rakendada ka teiste ehitusliikide puhul, kus on sarnaste tarindite

populatsioon, nagu süsteem-selt ehitatud majad ja koolid.

4.3 Lagunemise hindamine — kahjustatud kohtade kategoriseerimine

Lagunemise kategooria on lagunenud tarindi või konstruktsiooni osa seisukorra objektiivne määramine. See sobib nii lagunemise klassifitseerimiseks ja kahjustuse suuruse hindamiseks kui ka remondikulude ligikaudseks kindlaks tegemiseks, põhinedes standardsete remonttööde üksushindadele. Antud lagunemiskategooria teise staadiumi hindamine peaks põhinema süva-inspekterimise katseandmetele või vaatlustele. Kategoriseerimine sobib peamiselt:

- jaotamaks inspekteeritud tarindit osadeks või sama astmeni viidud pindadeks ning toomaks lõpuks välja lagunenud tarindi kõige kriitilisemad osad ja
- tootmaks alusandmeid vajalike sekkumiste planeerimiseks ja individuaalset liiki remonttööde hindamiseks.

Kategoriseerimist teostatakse tavaliselt kahes staadiumis.

Esimese staadiumi hindamise kategooria on subjektiivne ja läbi viidud treenitud ja kogemus-

tega inspekteerija poolt visuaalse inspekterimise käigus, kus kategooriat määratletakse kirjeldavate kriteeriumide abil. Need kriteeriumid võivad olla üldises vormis, arvestades esmalt avastatud lagunemisprotsesside efekte tarindi töökindlusele (ohutus, kasutuskõlblikkus ja kestvus) ja vajalike sekkumiste põhjendatust ja pakilisust.

Tarindi lagunenud piirkonna kategooria teise staadiumi hindamine põhineb valitud põhi- ja/ või spetsiaalsete hindamiskatsete tulemustel. Sellel eesmärgil viiakse läbi sobivate katsete kogum, mis suudab kõige paremini kvalifitseerida ja kvantifitseerida visuaalselt arvestatud lagunemisprotsessi mitmetes lokaalsetes asukohtades.

Kõikide katsete tulemusi igast asukohast on siis võrreldud olulise hindamiskriteeriumiga betooni kvaliteedi kohta.

Tabel 2 esitab kvantitatiivse kategoriseerimise kriteeriumid sarruse korrosiooni korral.

Kategooria, mis tuleneb katsete enamusest, olles ülekaalus lokaalses kohas, peaks üldiselt sõltuma tarindit ümbritsevast piirkonnast. Siiski ei pea see olema automaatne protseduur, kuna harva esineb täielikku vastuvõetavust nõustumise ja katsetatud parameetrite vahel.

Tabel 2. Kvantitatiivse klassifitseerimise kriteeriumid sarruse korrosiooni korral

Kategooria Korrosiooni- staadium	Korrosiooni indikaator		Mõjutegurid		
	Seisukorra kirjeldus ja visuaalne hindamine	Potentsiaal mV	gaasi läbilaskvus m ²	Cl-Wt, % Tsement	pH
I Mittetäielik	Õhugaugud vähem kui 10%-l pinnakihist silmaga nähtavad praod puuduvad	>-200	<10 ⁻¹⁸	niiske: <0,4 kuiv: < 0,6	>11
II Esmane	<0,4 mm piiratud pikkusega peened praod jälgivad korrodeerunud range	-200 kuni -350	10 ⁻¹⁸ kuni 5.10 ⁻¹⁷	0,4-0,8 0,6-1,2	11-10 < 5mm
III Levimis	Üle ühe 0,4 mm pikkusega pragu 10 mm-ni ulatudes	-350 kuni -500	5.10 ⁻¹⁷ kuni 10 ⁻¹⁶	0,8-1,5 1,2-2,0	10-9 >10mm
IV Aktiivne	Laialt levinud pragunemine, ulatudes 30 mm-ni, eraldumine mööda nurki, korrodeerunud sarrusvardad	<-500	>10 ⁻¹⁶	niiske >1,5 kuiv >2,0	< 9 >30mm
V Kriitiline	pinnakihi eraldumine murdunud sarrusvardad				

Nimelt, valitud katsete tulemused võivad anda erineva kategooria. Seega peaks lõpliku otsuse tarindiosa kategooria kohta (mil-lele teostatud katsed viitavad) tegema ainult pärast oskuslikku ja kogemustega spetsialisti insenerlikku otsustamist, baseerudes nii katsetulemustel kui ka tarindi visuaalsel olukorra hindamisel.

Kategooria hindamiseks enam kokkusobivaid andmeid võib saavutada mittepameetrilise multidimensionaalse regressiooni mudeli abil.

5

Sekkumise ettepanek

Euroopa eelstandard ENV 1504, osa 9 määratleb sekkumise printsiibid ja meetodid. Neid jaotatakse kahte kategooriasse. Esiteks need, mis on kaasnevad betooni defektidega, sõltumata tarindi tugevusest ja teiseks need, mis tulenevad sarruse korrosioonist (vt. tabel 3).

6

Aruande vormistamine

6.1 Sissejuhatus

Tarindite hindamise aruanne on vajalik mitmesugustele tarinditele ja peaks olema kirjalikult tellitud. Selline aruanne peaks olema väga lihtsalt ja selgelt esitatud, kuid samaaegselt peaks aruanne olema tehniliselt korrektne ja täpselt arvestama kõiki mõjutusi ja põhjusi. On oluline, et kõik inspekteerimise tulemused oleks korralikult ja täies ulatuses kirja pandud. Üldiselt peab

aruanne sisaldama all-loetletud asjaolusid:

- Pealkiri
- Tarindi kirjeldus
- Uurimise eesmärk
- Ajalooline informatsioon
- Visuaalse vaatluse tulemused
- Katsetuste ja uuringute tulemused
- Tarindile hinnangu andmine
- Õigust uurimiseks ja sekkumiseks
- Järeldusi ja soovitusi
- Kasutatud dokumente, lisasid.

Aruanne peaks toetuma algse komisjoni poolt kindlakstehtud asjaoludele ja seadusega kindlaksmääratud autoriteetse asjatundja nõuannetele. Sellest aruandest võib saada seaduslik dokument, mistõttu vajab see hästi hoolikat läbimõtlemist, mõningat revideerimist ning seejärel lõplikku uut koostamist. Mõningatel juhtudel nõutakse esialgseid vahearuan-deid erinevatest hindamisstaadiumidest vastavalt uurimisprogrammidele. Võib ka ilmned, et aruandes esitatud järeldused osutuvad ebaküllaldaseks rahuldava vastuse andmiseks kõikidele küsimustele, mida algne komisjon on nimetanud ja vastus ei selgugi planeeritud katseprogrammi alusel. Sellisel juhul võib osutada vajalikuks ettepanek täiendavate põhjalikumate uuringute korraldamiseks.

Aruande kvaliteet sõltub uurimistulemuste läbiviimise korrektsusest ja tulemuste läbitöötamise viimistletusest. Seda nõuet on vajalik jälgida kogu inspekteerimise käigus. Väga tähtis on ka, et insener mõistaks erinevust vaatluste ja vaatlustulemuste interpretatsiooni vahel. On vajalik vältida igasugust interpreteerimist siis, kui esitatakse vaatluste või katsetamise tulemusi. Tarindi olukorra hindamisel peab jääma selge vahe vaatlustulemuste ja nende tulemuste interpreteerimise vahele.

6.2 Pealkiri

On ilmne, et aruanne vajab pealkirja. Siiski ei anta tavaliselt

aruandele sellist pealkirja, mis kirjeldaks kõiki ülesandeid. Inspekteerimisaruande lõplik pealkiri peaks sisaldama küllaldaselt informatsiooni asja olemuse kohta. Seega peaks pealkirjast selguma:

- ehitise asukoht: see sisaldab ehitise(tarindi) kirjeldust ja nimetust ja ehitise asukohta ja aadressi;
- andmed kliendi kohta: mitte ainult nimi ja aadress, vaid ka tema suhe ehitisega (omanik, kasutaja, ettevõtja...);
- täideviija täielik nimetus: see tähendab, et inseneri/eksperdi täielik nimi ja/või firma nimetus peab olema ära märgitud;
- inspekteerimise ja aruande kirjutamise täpne kuupäev.

Muu informatsioon võib olla lisatud tiitellehele nii, et see annaks täpse informatsiooni ja määraks täpselt kindlaks aruande (aruande number, staatus...). Igasuguseid segadusttekitavaid termineid tuleks vältida.

6.3 Konstruktsiooni kirjeldus

Aruande lugeja peab saama selge pildi tarindist (construction), mida on uuritud. Lisaks ehitist kindlaksmääravatele andmetele, peab olema esitatud tarindi üksikasjalik kirjeldus (mõõtmed, kasutatud materjalid...), millised on lisaks täiendatud vajalike fotodega.

6.4 Uurimise eesmärk (lühikokkuvõte)

Aruanne peab andma lühikese kuid täieliku kirjelduse ülesannetest, millistes klient ja insener on omavahel kokku leppinud. Mõnel juhul on kasulik lisana liita täielik algupäraste ettepanekute ja muudatuste kogu. Aruandesse endasse pannakse ainult konkreetne asjaspepuutuv tehniline informatsioon. Siia lisatakse ka vastutuse konkreetne jaotus ja ka piirangud, millised kliendi poolt



Paneelmajade lagunevad rõdud, mis vajavad testimist, hindamist ja renoveerimist.

esitatakse (piiratud juurdepääs, piirangud müra tekitamise osas).

Üldiselt defineeritakse uurimise objektid pärast lühikest visiiti ehitusobjektile. Detailsed andmed selle visiidi tulemustest võib kirja panna käesolevasse alapunkti, kuna need juhivad erilist tähelepanu sellistele asjadele nagu töötingimused ja juurdepääsetavus uurimisobjektile.

6.5 Ajaloolised andmed

Ajalooliste andmete kogumine on üks tähtsamaid osi inspekteerimistulemustes. Aruandesse pannakse kirja ainult originaalliketest saadud asja juurde kuuluv informatsioon. Teisest küljest on aga vajalik loetleda üles kõik inseneri kasutada olnud dokumendid ja võimaluse korral on need vajalik lülitada aruandesse lisana. Selline lisa võimaldab inseneridel kergesti juurde pääseda alginformatsioonile, juhul kui planeeritakse või viiakse läbi uut järelevaatust tulevikus.

Ajaloolise informatsiooni tähtsaks allikaks võivad olla ehitise omanikud, kasutajad või naabrid. Nende poolt antud informatsiooni võib kasutada küll pärast insenerliku läbitöötamist. Teabeandja nimi ja küsitlemise kuupäev, samuti ka inseneri hinnang saadud informatsiooni usaldatavusele võib osutada

vajalikuks ja peaks olema esitatud aruandes või selle lisas.

Kui kogutakse ajaloolist teavet tarindite kohta, on vajalik pöörata erilist tähelepanu muudatustele, mida tarindi juures on tehtud. Sellised muutmised võivad olla toimunud tarindi endaga, kuid muutunud võivad olla ka ümbritseva keskkonna tingimused, tarindi kasutamise- või hooldamisviis. On ilmne, et ajaloolise informatsiooni hulka ei kuulu mitte ainult ehitamise aeg, vaid ka ehitise planeeritud eluiga. Teadmised nende standardite kohta, mis uuritava tarindi rajamise ajal kehtisid, võivad olla mõnikord abiks tarindi püstitamisega seotud asjaolude mõistmisel.

6.6 Visuaalse vaatluse tähelepanekud

Visuaalsel vaatlusel tehtud tähelepanekuid on vajalik detailselt kirjeldada. Kasulikuks võib osutada inspektori nime kõrval ära märkida ka inspekteerimise juures viibinud isikute nimed. Kuupäev ja ilmastikutingimused vaatluse ajal võivad osutada olulisteks, samuti ka teave ehitisele juurdepääsetavuse kohta (tellingud, pikksilmade vms kasutamine...). Visuaalse vaatlusega tehtud uuringu aruanne peaks sisaldama kah-

justuste kaarti kõikide üksikute detailide kohta ja fotosid silmaga nähtavate puuduste kohta betoonis nagu seda on:

- betoonipinna eraldumine või tükide väljalangemine;
- pragunemine: temperatuurist, mahukahanemisest, terase korrodeerumine tingituna betooni kahjustustest, koormusest, kahjutulest, pinnase paigutustest, ebaõigest eelpingest, löögist;
- erosioon;
- betooni korrosioon keemiliste mõjutuste tulemusena;
- igasugune lahustumine, paisumine, keemilised ja elektro-keemilised reaktsioonid;
- ülemäärane soolade sadestumine betooni välispinnale, värvuse muutumine, korrodeerumine;
- lekkimine.

Vaatluste kohta on vajalik lisada seletavad märkused, k.a:

- erinevate kahjustustüüpide kirjeldus ja kahjustuste ulatus
- inspekteerimise tingimused (nt juurdepääsu võimalus),
- visuaalse inspektsiooni ulatus,
- vaieldavad probleemid

Selge on see, et aruande selles osas saab anda ainult silmaga nähtavate asjaolude kirjeldusi. Joonistused ja fotod lisavad muidugi väidetele selgust. On eriti

tähtis, et vaatlustulemused oleks esitatud objektiivselt. Käesolevas alapunktis ei käsitleta vaatlustulemuste interpreteerimist.

6.7 Katsetamiste ja uuringute tulemused

Katsetuskohtade valik põhineb sageli visuaalse inspekteerimise tulemustel. Ka kindla katseprotseduuri valimise motivatsioon võib lähtuda sellest visuaalsest vaatlusest. Samuti võidakse sama vaatluse tulemusena kindlaks määrata proovide võtmise kuupäev ja täpsed kohad proovide võtmiseks. Kõik katsetulemuste kirjapanekud peavad olema vastavuses katsetamistoodika protseduuriga ja neile peab olema lisatud plaan proovide võtmise kohtade äranäitamiseks selleks, et oleks katsetamise käigus lihtne defektidega kohti üles leida.

Täielik aruanne katsetuste kohta esitatakse lisas. Katsetamise puhul on vajalik viidata rahvuslikele või rahvusvahelistele standarditele. Kui on kasutatud mingeid spetsiaalseid meetodeid, on vajalik lisas anda katsetamistoodika täielik kirjeldus. Et aruande loetavus oleks parem, nimetatakse aruandes ainult katse protseduur, katsetulemused ja katsetamisega seotud lisamärkused.

6.8 Ehitise või tarindi hindamine

Alles nüüd, kui on olemas visuaalse vaatluse ja katsete tulemused, saame neid interpreteerida ja tulemusena midagi väita. Tulemuste hindamine peab viima meid arusaamisele tarindi tingimuste tegeliku olukorra kohta. Kahjustuse ulatus ja tegelikud põhjused on võimalik kindlaks määrata.

On mõistlik arutada kasutatud meetoodika korrektsuse üle ja saadud resultaate reaalse väärtuse üle. See tähendab, et tuleks võrrelda erinevaid tulemusi ja neid hinnata, võttes arvesse ümb-

ritsevaid tingimusi katsetamise ajal ja ka tarindi iga jm:

- kloriidide sissetungimist ja ümbritsevaid tingimusi;
- karboniseerumist, iga ja betooni kaitsekihti.

Igasugune varu ja piirangud, mis kaasnevad katsetamistoodikaga või tulemuste interpreteerimisega peaks olema selgelt ära näidatud. Igasugused soovitusel peaksid kindlalt baseeruma lõpparvamustel. Soovitused võivad sisaldada ettepanekuid otsekoheks tegutsemiseks või põhjalikumateks või ulatuslikemateks uuringuteks või inspekteerimiseks edaspidi, et määrata kindlaks edaspidi tekkida võivaid kahjustusi.

Kui inspekteerimise tulemused on sellised, et algele küsimusele on saadud küllaldane vastus ja kui tegeliku tarindi seisukorra saab inspekteerimise tulemuste alusel täielikult selgitada, võib hoolimata sellest jätkata tegeliku situatsiooni hindamist.

6.9 Valikud olukorra muutmiseks

On vajalik hinnata mitmesuguseid erinevaid võimalusi tarindi olukorra parandamiseks võttes arvesse tarindi hindamisel saadud tulemusi. Kui kiiresti tarindit on vajalik parandada, selgub kahjustusprotsessi kindlaksmääramisega. Juba varem planeeritud renoveerimisi, milliseid on juba tehtud või planeeritakse teha, tuleb samuti võtta arvesse. Aruanne peab sisik andma uuritud tarindi kohta nii palju informatsiooni, kui võimalik – kõikide heade ja halbade

külgede kohta hooldamisel või remontimisel. Tarindi kestvuse hindamine antud tingimustes võib olla üheks tähtsaks teguriks. Korduvate uurimistööde kogumaksumus pikema perioodi jooksul võib klienti huvitada. Majanduslike järelduste tegemine ei ole siiski olukorda hindava inseneri ülesanne, kelle esimeseks ülesandeks on varustada klienti igasuguse tehnilise informatsiooniga, millist klient vajab, et vastu võtta kindlat otsust.

6.10 Järeldused ja soovitusel

Inspekteerimisaruande järeldused peavad andma täieliku vastuse kliendi ja seadusega volitatud isiku küsimustele. Ka kõigile uurimise käigus kerkivatele küsimustele tuleb anda vastus. Võib osutada vajalikuks täiendava süva-uurimistöö planeerimine.

7. Lõpetuseks

Eesti ehitusfond on üle elanud rasked ajad. Euroopa Liiduga ühinemisel tuleb ka selles osas arvestada uute tingimustega. Ehitiste omanikud/valdajad/kasutajad peavad olema teadlikud oma kohustustest ja vastutusest ehitiste/rajatiste kasutuskindluse ja ohutuse tagamisel. Selle esmasse etapiks on erapooletute ekspertuurigute ja hindamiste taotlemine, millele peavad järgnema ettepanekud meetmed ja nende täitmine erialaorganisatsioonide poolt.

Käesolev tekst on koostatud vaba tõlkena *fib* (CEB-FIP) publikatsioonist "Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures", Bulletin d'Information nr. 243.

Tahaks loota, et see info osutub kasulikuks EL nõuete/soovituste tutvustamisel ja edasisel rakendamisel.

Tõlkimisel osalesid:
A. Hummal ja O. Sammal
<http://www.betontest.ee>
E-mail: etui@betontest.ee