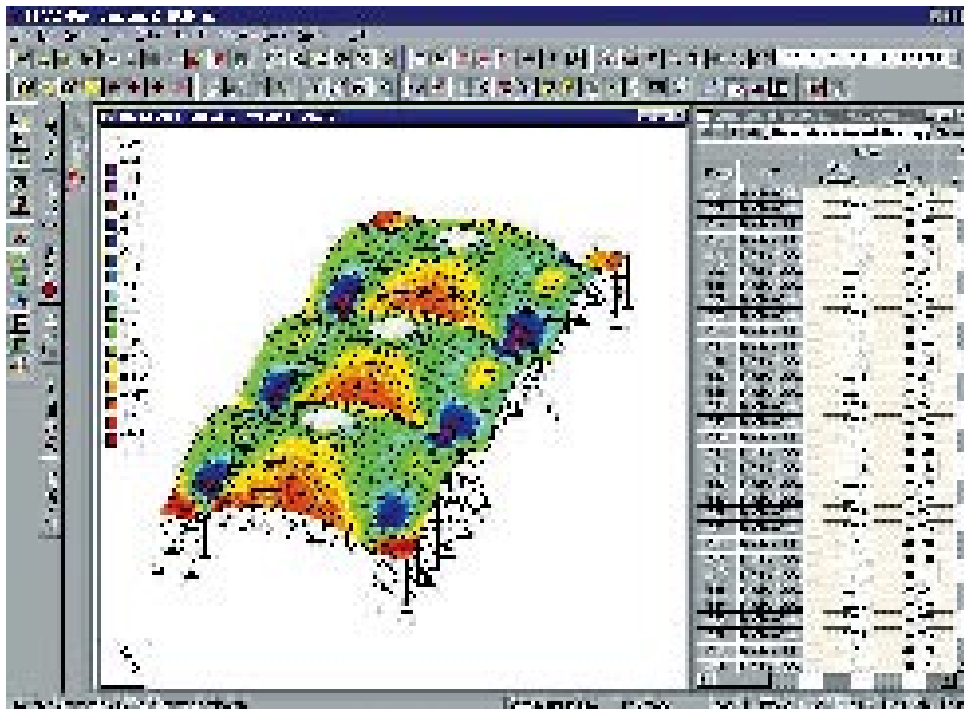


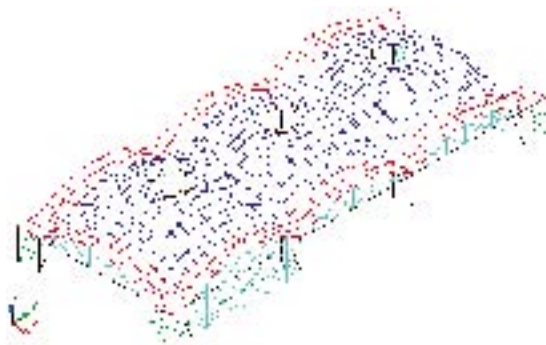
VESILENNUKIANGAARIDE SAATUS

Karl Õiger, TTÜ professor, Heiki Onton, TTÜ magistrant

Algus Ehitajas nr 5, 2003



Vesilennukiteangaaride arvutuskeem Staad/Pro 2000-s



Vesilennukite angaaride arvutuskeem



Vesilennukite angaariid lennusadamas.

Konstruksioonide pingedeformatsiooni olukorra arvutuslik analüüs

Angaaride ehitamise ajal ei tehtud keerukaid koorikute teooriale vastavaid arvutusi, rääkimata komplekskoorikute arvutamisest, nagu see on võimalik tänapäeval. Nimetatud koorikud projekteeriti lihtsamate arvutusmeetodite järgi.

Kahjusei oleangaaridestaatika- ja tugevusarvutused säilinud. Seda huvitavam on vaadata, millised tulemused on saadud tänapäevaste vahendite ja kogemustega arvutamisel ning kas need ühtivad tolle aegsete arusaamade ja insenerivaistuga.

Käesolevalt kasutati koorikonstruktsioonipingedeformatsiooni-olukorra määramiseks lõplike elementide meetodit vastavalt programmile Staad/Pro 2000.

Lähteandmed

Koorikatusselementide omakaalarvutatavastavalt moodetud geometriale ja koorikatuserestaurerimisettepanekust lähtuvatele lisamassidele. Lume-, tuule- ja omakaalu koormused määrati EPN-ENV normide järgi. Raudbetooni elastsusmooduliksisejõudude arvutamisel võeti 25 KN/mm^2 ning Poissoni teguriks 0,17.

Angaaride koorikatted ja karkasson programmis AutoCad koostatud arvutuskeemigeomeetrias jaotatud lõplikeks elementideks, seejärel määrati pingedeformatsiooni olukord programmiga Staad/Pro 2000. Arvutuskeem koosneb 1326 elemendist, 980 sidemest ning 49 toest-kinnitusest. Staad/Pro 2000 arvutustulemustekoondraport koosneb ca 700 leheküljest, mistõttu on siin esitatud ainult üks eepüür.

Tugevusarvutustest

Tugevusarvutuse lähteandmeteksolid koorikangaaride materjalide omadused, angaaride töötamise põhimõtted ning pingedeformatsioonilise olukorra määramisel leitud sisejõud. Lisaks on arvestatud konstruktsioonid tehnilise seisukorraga (kahjustustega). Tugevuskontrolli tegemisel lähtuti EPN-ENV normidest.

Arvutustulemuste analüüsi kokkuvõte

Pingedeformatsioonilise olukorraning tugevusarvutuste analüüsi põhjal võib öelda, et enamiku elementide paindemomendid, normaal- ja nihkejõud on suhteliselt väikesed, mis on ka põhjuseks, et vaatamata ulatuslikele kahjustustele pole veel toimunud kohalikku või üldist varingut. Samastulebrõhutada, et tugevuskontroll igas väiksemas piirkonnas on peaaegu võimatu, kuna lähteandmed pole kõigest hoolimata täpsed ning kogu järelejäänud sarrus,

betooni tugevus ja töötav ristlõige on muutuvad. Seegasaab mõnedepiirkondade andmete alusel andainult üldise hinnangu.

Kokkuvõttekõrvaltoetada, et Taani insenerid on koorikute geomeetria ja elementide ristlõiked valinud arukalt, neist on tänastelgi projekteerijatel midagi õppida.

Restaureerimine

Vesilennukiangaaride 100%-lisest restaureerimisest rääkida ei saa, sest mitmetes kohtades pole võimalik algset olukorda täielikult taastada.

2001. aastasisel ajalustatikeskmise koorikkatterestaureerimisel järjekorra töödega, sest selle seisund oli kõige halvem. Rahaliste võimaluste piiratuse tõttu oli ka tööde loetelu piiratud. Otsustati alustada kõigepakilisemast: koorikkatete suurte pragude kinnitamisest, armeerimisest ja injekteerimisest ning katusekatte paigaldamisest.

Deformeerunud piirkondade armeerimine

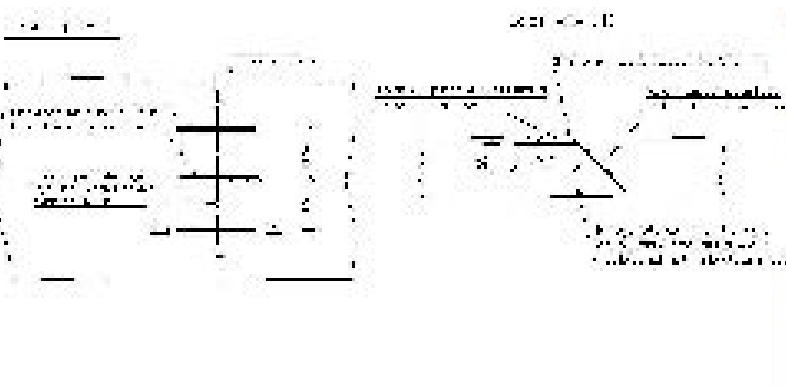
Sfäärilise koorikumurdunud ja üksteise suhtes nihkunud piirkond armeeriti täiendavalt käsitsi tehtud armatuurvõrguga Bp-I Ø 3 mm ja Ø 5 mm, silmaga 100 mm. Armatuurvardad ankruksid kinnitati koorikusse freesitud kanalitesse ja puuritud aukudesse liimimisega. Seejärel kaeti vanast, kahjustunud katusekatte puhastatud kooriknakkevõobaga ning monoliiditi spetsiaalvormidega. Samamoodi armeeriti-monoliiditi ka sfäärilise ja silindrilise koorikuliitekohta praotühemik.

Pragude kinnitamisega armeerimine ja täisinjekteerimine

Ennekinnitamisega armeerimise ja täisinjekteerimise praod puhastati ning töödeldi bioloogilise tõrjevahendiga, seejärel kaeti nakkevõobaga. Pragude kinnitamisega armeerimise paigaldati ühelt poolt pragu puuritud ja teiselt poolt freesitud kanalisse liimimisega terasest Bp-I Ø 5 mm armatuurankrud sammuga 250 mm. Seejärel injekteeriti praod epoksüvaiguga.



Armeeritud ja sandatud deformeerunud piirkond keskmises sfäärilises koorikus.



Pragude traageldamise ja täisinjekteerimise lahendus

Katusekatte paigaldamine

Koorikkattelt kraabiti enne uue katte paigaldamist vanatõrvbituumenmaha ja töödeldi sammaldunud piirkonnad bioloogilise tõrjevahendiga. Puhastatud-töödeldud koorikkattele kanti nakkevõobakiht. Seejärel paigaldati koorikutele kahekihiline, polüesterkiuga armeeritud ning puistega kaetud SBS-katusekattematerjal. Suurematel kalletel ning valguslaterna ümbruses kinnitati rullmaterjal servadest täiendavalt neetidega (sammuga 0,5 m). Lisaks korra statiiv-äravoolusüsteem, paigaldati uued torud koos prügikorjamisrestide ning äravoolusülititega. Silindriliste koorikute äärelükmetele pandi servaplekid.

Järeldused

Vaadeldava ehitismälestise – Tallinna Lennusadama koorikangaaride praegune tehniline seisund on pikaajalise hooldamatus tagajärjel tekkinud kahjustuste tõttu raske. Ehitise vähegi korralik tugevdamine ja restaureerimine on kulukas ja puuduvad ka väga head lahendused. Samas on võimalik nende konstruktsioonide kandevõimet ja kestvust oluliselt suurendada, misjärel saaks angaare kasutada muuseumi nävõi muuks otstarbeks.

Selleks tuleb viivitamata jätkata poolelijäänud töid: kahe otsmise koorikkatuse praod tugevdada sarruse ja liimimisega, tühemikud monoliitidand ning paigaldada katusekate. Nende tööde maksumus on alla 2 miljoni krooni.

Seejärel tuleb koorikute aluspind puhastada – eemaldada pudenev betoonikiht kõikidelt postidelt, diagonaalidelt, tõmbidelt ja seintelt –, vajadusel tugevdada sarrustust, täita ühemikud ja krohvida alumine pind, lohud ning süvendid torkreetskrohviga.

Kui lükata kirjeldatud tööd veel mõne aasta võrra edasi, siis muutub angaarides säilitamine jataastamine küsitavaks või täielikult võimatuks.

Kasutatud kirjandus:

1. J. Kaljundi. Istoritsheskaja spravka "Angarõ gidrosamaletov v Talline". Tallinn. 1979
2. H. Treial. Unikaalsed koorikangaarid hävimisohus. Ehitaja nr 12/1999
3. "Eestisilmapaistvamate inseneriehitiste ajaloolised õiendid". Kultuurimälestiste Riiklik Projektseerimis Instituut, töönr IV-85040, 2. köide. Esimese maailmasõja vesilennukiangaarid Tallinna sadamas. 1986
4. Concrete Repair, Volume 3. Aberdeen's Concrete Construction magazine. 1988, Reprinted March 1993

Märkus

Lisaks muudele allikatele ja allkirjutanute poolt teostatud mõõtmistele on kasutatud AP Geodeesia AS mõõtetulemusi.



Katusekatte paigaldamine. Angaaripaigaldatud katusekattega.





Isetihenduv betoon



Toompea kesetee 33

transport • labor

pumpamine • konsultatsioon

NCC Industri Eesti ASBetooni 28, 11415 Tallinn
Telefon: 805 1180 Faks: 805 1181 www.ncc.ee ncc@ncc.ee