

# BETOONKATTEGA TEEDE EHTAMINE EESTIS –

## KAS MAJANDUSLIKULT TASUV?

Antud teelõigul on säilinud 1994. aastal ehitatud betoonkate, Tampere ümbersõit. (foto: Ramboll Finland OY)

**R**amboll Eesti AS uuris Maanteeameti tellimisel betoonteede olukorda Põhjamaades, kavandas sobivama konstruktsiooni, teostas tasuvusarvutused ja tegi ettepanekud edasiseks. Põhjamaade kogemustest uuriti Norra, Soome ja Rootsi betoonkatendeid, Taanis ja Kesk-Euroopas on naastrehvide kasutamine keelatud ning kliimatilised tingimused mõnevõrra erinevad.

**Norra** – senised betoonteede katsetused on ebaõnnestunud, mistõttu 1990ndate alguses püüti laborikatsetustega leida sobivamaid lahendusi. Tänapäevaks on betoonkatendid Norras vaid sildadel ja tunnelites. Kuigi vastupidavus on saavutatud, esineb probleeme haardeteguri tagamisega tunnelites. Betoonkatendi kulumiskiirus sõltub otseselt betooni tugevusest ja on oluliselt suurem märjal kattel.

**Soome** – betoonkatendid on ehitatud Nurmijärves ja Oulus, mõlemal juhul oli probleeme katendi vastupidavusega (õhuke plaat,



**AIN KENDRA**  
Ramboll Eesti AS vanemkonsultant,  
TTÜ teetehnika lektor

külmakindluse probleemid, valed remondiviisid) ja seoses kiirtee lõikude rajamisega on need kas likvideeritud või asfaldiga kaetud. Tampere ümbersõidul Lakalaiva-Alasjärvi on Soome viimane betoontee, mis ehitati 1994, kasutati betooni C80 ning tugevat kohalikku kivimaterjali (LA $\leq$ 11). 2006. aastaks olid põhiteel moodustunud roopad, mis kohati ületasid lubatud piirid (keskmiselt

12 mm) ning kuna betooni järelkivinemise tulemusena tugevus ületas 100, kujunes teemantlihvimise hinnapakumine kordades suuremaks teelõigu asfaldiga ülekatte maksumusest, on tänaseks betoonkatend säilinud vaid osadel rampidel. Soome otsustas aastal 2006 lõpetada betooniteede alased uurimis- ja seiretööd, kuna betoonkatend ei taga kõrgemale hinnale vastavalt paremat kulumiskindlust.

**Rootsi** – viimased suuremad ehitused olid 1993/1996 Falkenberg (Göteborgi lähedal), 1999 Eskilstuna ja 2006 Uppsala. Falkenbergi objekt on Löuna-Rootsis, kus naastrehvid on talvel lubatud, kuid kasutusprotsent madal ning kliimatingimused võrreldes Eestiga oluliselt pehmemad. Kuigi liiklusprognosis oli kogumahult adekvaatne (aasta keskmine liikluskorraldus vastas kavandatule), siis raskeliikluse osakaal oli tõusnud kolmekordseks. Lisaks ehitati tellija soovil (säätueesmärgid) projektist (22 cm) õhem katteplaat (20 cm) ning tulemusena esineb palju betoonplaatide purunemist (valdavalt 1 sõiduraja parempoolses rattajäljes).

Eskilstuna ja Uppsala on meiega lähedases kliimavöötmes. Eskilstuna objekt näitas, kuivõrd oluline on betoonkatendi ehitusel betooni tarnestabiilsus – paigalduskiiruse languse tõttu ei suudetud tagada nõutud haardetegurit (laoturi vibraator tihendas betooni kauem, kui vaja ning kivimaterjal vajus sügavamale), mistõttu tuli katendit lihvida vahetult pärast valmimist. Uppsalas esinesid probleemid sildadel kattebetooni ja sillabetooni nakkega, mistõttu 2012 asendati paljudel sildadel betoonist kulumiskiht SMA kulumiskihiga. Kui Falkenbergi objekti dimensioneerimisel loeti

keskmise raskesõiduki (üle 3,5 tonni) siirdeteguriks 1,3, siis Uppsalas tõsteti see 2,45-ni (seega võrdub üks keskmine raskesõiduk 2,45 10-tonnise standardteljega – meie juhendite järgi on autorongide keskmine siirdetegur vaid 2,0). Kõik Rootsi betooniteed on valmistatud kõrgtugevast betoonist C80, kasutades Norra kivimaterjali (AN $\leq$ 6). Tulemusena on saavutatud hea vastupidavus ja kulumiskindlus. Falkenbergi objekti 14 aasta ja Uppsala 7 aastaga ei ole naastrehvide mõjul roopasügavus ületanud kriitilist piiri. Siiski võib Uppsala betooni kulumiskiirust hinnata ca 1 mm/a, järelikult saabub Eskilstunas kriitiline hetk 2014-2019 ja Uppsalas 2021-2026, kui roopad tuleb kõrvaldada. Tõenäoline on, et betoon vastab siis juba C100 nõuetele, mis tähendab, et väga raske on leida teemantfreesimise ettevõtjat ja tõenäoliselt tuleb ka need betoonkatendid katta asfaldist kulumiskihiga.

Üldine praktika betoonkatendite ehituses on kahekihiline märgmärgjal-tehnoloogia – plaat paigaldatakse pideva lindina kahe laoturiga, esimeses kasutatakse tavapäraselt kivimaterjali, teises kõrgtugevat (ca 7-8 cm). Katte tahenemisel betooni pind pestakse ja harjatakse (et eemaldada pindmisest kihist betoonisegu ja avada kivimaterjali pealispind, mis tagab asfaltkatttega lähedase haardeteguri) ning lõigatakse piki- ja põikvuugid (ca 1/3 plaadi paksuse ulatuses, vuugid täidetakse EPMD kummist spetsiaaltihenditega). Spetsiaaltihendiga vuukide hooldus piirdub puhastamisega, ehituslike vuukide (nt vahetuse vahekohtad, ca 600 m vahega) täiteks kasutatakse mastiksit, mida tuleb aeg-ajalt uuendada. Talveperioodil tagavad naastrehvide kasutuspiirkonnas naastud katendi karestamise selles osas, mis suve jooksul siledaks kulub.



Tampere ümbersõidul olev betoonitee lõik, millel on uus asfaltbetoonist ülekate. (Foto: Ramboll Finland OY)



*Soome otsustas aastal 2006 lõpetada betooniteede alased uurimis- ja seiretööd, kuna betoonkatend ei taga kõrgemale hinnale vastavalt paremat kulumiskindlust.*

Kõigis põhjamaades on seega kasutatud kõrgtugevat betooni C80, betoonplaadi paksuseks on olnud 20-22 cm ning plaadi pikkuseks 5 meetrit. Katendi kulumiskiirus on ligikaudu 1 mm/a 20,000 AKÖL liikluse juures 2+2 ristlõikega teel. Betoonplaad paikneb kas lahjast betoonist (maabeton, lean concrete) või asfaltbetoonist alusel, alus peab võimaldama plaadil aluse peal liikuda. Kui kogu külmumissügavuse (katendi eluea jooksul võimalik sügavus) ulatuses aluspinnas ei ole külmakindel või homogeenne, tuleb terves ulatuses aluspinnas asendada või homogeniseerida.

Austraalia betoonteedes kasutatakse tavalist betooni C32-C40 nagu ka Saksamaal, Austraalia betoonplaadi paksus peab olema vähemalt 25 cm ja plaat ei tohi olla pikem kui 4,2 m, mis tuleneb ööpäevastest suurtest temperatuurikõikumistest. Saksamaal on plaadi paksuseks sõltuvalt koormusest tüüpkonstruktsioonides 23-27 cm ja plaadi pikkus võib olla 4,5 või 5 m. Mõlemal juhul kasutatakse teemantlihvimist betoonkatendi haardeteguri taastamiseks; kuna naastrehve ei kasutata, ei moodustu katendis ka märkimisväärseid roopaid. Põhjamaade tingimustes on suured aastaringised temperatuurikõikumised, kuid ööpäevased kõikumised on ilmselt mõõdukamad, mistõttu 5-meetrise plaadipikkusega ei ole esinenud probleeme. Kõrgtugeva betooni kasutamist põhjendatakse kulumiskindluse ja külmakindluse nõuetega, samas puudub teave tavalise sillabetooni (C32-40) ja kõrgtugeva kivimaterjali kasutamisest plaadipaksusel vähemalt 25 cm (mis vastaks Saksa ja Austraalia nõuetele).

Eesti tingimuste jaoks projekteeriti 40-aastaseks töötsükliks kolm võrreldavat katendikonstruktsiooni – betoonkatend 25 cm C45 betoonplaadiga asfaldist vahekihiga killustikalusel, betoonkatend

20 cm betoonplaadiga, kuid SMA kulumiskihiga, ning standardne kolmekihiline asfaltbetoonkatend vastavalt elastsete katendite projekteerimisreeglitele (asfaltkatte eluiga on 20 aastat, mistõttu teiseks tsükliks kavandati asfaldi freesimine ja kompleksstabiliseeritud alusele veidi õhema asfaltkatte ehitamine). Betoonkatend kujunes kokkuvõttes oluliselt kallimaks, lõviosa katendi hinnast moodustab betoonplaadi maksumus. Arvutustes on kasutatud betoonplaadi maksumuseks koos paigaldusega 50 €/m<sup>2</sup> (sisaldab kõik tööd ja materjalid, mis mahuvad aluse ja teekattemärgistuse vahele). Maanteeameti päringule teistest riikidest vastas Austria, kus analoogseks maksumuseks pakuti 45-85 €/m<sup>2</sup>. Betoonitootjad on arvamusel, et meil on võimalik oluliselt odavamalt ehitada, kuid unustada ei tohiks, et betooni tarnekogused on suured ja kvaliteedinõuded kõrged. Et tagada paigalduskiirus 1 m/min, tuleb seega tarnida kaht erinevat betooni ca 150 m<sup>3</sup>/h (vastavalt 45,6 m<sup>3</sup>/h kõrgtugeva kivimaterjaliga ja 96,9 m<sup>3</sup>/h tavalise kivimaterjaliga) ilma igasuguste viivitusteta 10 h tööpäeva jooksul. Kõik Skandinaavia betoonteede katteplaadid on paigaldatud Kesk-Euroopa ekspertide poolt (ehituse allhange) – arvestades et Eestis on olemas üks laotur ja osa ülejäänud vajalikest seadmetest, mida kasutati Ämari lennubaasi ehituses, tuleks kindlasti arvestada teise laoturi rentimise ja Kesk-Euroopa ekspertide kaasamisega (vähemalt insener ja mõned kogenud eestöölised). Et ehituskuludest suur osa on seotud betoonitehasega, mis peab paiknema väga lähedal ja on suure võimsusega, siis ei peeta otsustavaks alla 10 km pikkuste objektide planeerimist.

Tasuvusarvutuste raames teostatud tundlikkusanalüüsis uuriti üksikute parameetrite võimalikku mõju eraldi, mitte erinevates kombinatsioonides. Tellija soovil on betoonkatendi jääkväärtuseks 40

Vaade betoonteelt remonditud silladekile, Uppsala - Mehedeby vaheline maantee. (Foto: Ain Kendra)



Vuuk kahe betoonplaadi vahel, Uppsala. (Foto: Ain Kendra)





Murdunud betoonplaat, mille praod on täidetud pehme mastiksi-ga, Uppsala. (Foto: Ain Kendra)

Betoonkatendi remondis paigaldatud uus vuugitihend, Uppsala. (Foto: Ain Kendra)



aasta järel 25% (Soomes kasutati 50%, kuid Arvo Tinni hinnangul võib jääkväärtus olla negatiivne, kui tee kõrgusliku profiili säilitamiseks on rekonstrueerimisel vana katendikiht vaja eemaldada). Hoolduskulude erisus on marginaalne, kütusesääst betooniteel VTI (Rootsi) andmetel 1,1%. Valgustuses on võimalik kokkuhoid 10-30%. Diskontomäära muutmine 6% asemel 4 või 8% ei muuda olukorda, kuid asfaldi kallinemine (koos paigaldusega) 48% võrra juhul, kui betoon ei kalline, viiks betooni ja asfaldi võrdseks. Samuti mõjuks betooni hinna (koos paigaldusega) odavnemine 30% võrra. Uuriti ka naastrehvide võimaliku keelustamise mõju, mis osutus marginaalseks. Tõsi küll, betoonkatendi vaatevinklist soodsamaks. Samas selgus, et soovitud tasuvuspiir liikluskoormuse järele puudub – ka Saksa betooniteede enimkoormatud tüüpkonstruktsiooni koormussagedusel (100 miljonit normtelge enimkoormatud sõidurajal katendi eluea jooksul) on Eesti reeglite järgi dimensioneeritud asfaltkate oluliselt odavam. Tulemus on ettearvav ka seetõttu, et Saksa normide järgi vastab kattekonstruktsioonis 27 cm betoonplaadile 34 cm asfaltbetooni, juhendi 2001-52 järgi soovitakse piirduda 16 cm-ga ja enimkoormatud variandis, mida uuriti, kujunes asfaldikihtide paksuseks 19 cm. Katseks dimensioneerisime asfaltkatendi ka Rootsi PMS Objekt tarkvaraga, mille puhul asfaltkatend kallines 1,35 korda, kuid tasuvuspiiri saavutamine eeldab 1,48 korda kallimat asfaltkatendit. Tõenäoline järeldus on ka 2001-52 (BCH 46-83) nõutava elastsusmooduli logaritmivalemi määramispiirkonna kohta – see võib olla adekvaatne koormussagedustel kuni 1000 normtelge enamkoormatud sõidurajal, kuid tõenäoliselt puudus tol ajal praktiline kogemus ja andmestik suuremale koormusele.

Kuigi tasuvuspiiri etteantud tingimustel pole olemas, uuriti siiski, kuhu võiks betoonkatend sobida. Otseselt liikluskoormuse alusel tuleks sobivaks pidada juba lahutatud sõidusuundadega väljaehitatud E-tee lõike Vao-Jägala, Peetri-Vaida ja Pääsküla-Ääsmäe ning raskeliikluse koormuse alusel Tallinna ringteed Vao-Kanama lõigus. Tallinna linn on kavandamas Peterburi maantee linnasise lõigu rekonstrueerimist, arvestades betoonkatendi võimalusega. Seetõttu on kavas Pirita jõe sildade ehituse kõrval uurida 1967. aastal ehitatud ja seni veel säilinud betoonkatendit et selgitada välja, millise tugevuse on betoon tänaseks omandanud ning võimalusel täpsustada ka kasutatud kivimaterjali omadusi. Soovitame laboratoorselt uurida betooni C45 omadusi, kasutades seejuures erinevaid kivimaterjale, enne kui kavandada konkreetset katselõiku. Samuti tuleb arvestada, et naastrehvide omadused on muutunud, mis tähendab ka, et varasemad katendi kulumiskindluse katsed ei pruugi tänaseks enam adekvaatsed olla.