

AS Teede Tehnokeskuse Aruande “Riigimaantee nr 1 Tallinn – Narva, Iru lõigu vana betoontee omaduste väljaselgitamine ja analüüs, 2014-10” kommentaarid ja tähelepanekud.

Arvo Tinni
Tinni Management Consulting
Austraalia

August 2015

1 Sissejuhatus

Mõned aastad tagasi hakkasin ma kuluaarides rääkima, et peaks tegema tehnilise hinnangu peatselt vahetusse mineva vana Tallinn-Narva maantee betoontee kohta. Ma väitsin, et meil on olemas väga väärtuslik materjal, millele tuginedes saaks tulevikus teha uusi hinnanguid betoonteede rajamiseks Eestis. Eesti Betooniühingu ja toonase Maanteeameti juhi Aivo Adamsoni pingutused kandsid vilja ning vastava tehnilise uuringu viis läbi Teede Tehnokeskuse (TT) projektijuht Marek Truu juhtimisel.

Oma kommentaaride ja tähelepanekute väljatoomisel, võtsin aluseks just tema aruande 2014-10 “Riigimaantee nr 1 Tallinn-Narva, Iru lõigu vana betoontee omaduste väljaselgitamine ja analüüs”.

Kuigi mul ei palutud kommenteerida, siis dokumenteeritud aruandes on väga palju väärtuslikku informatsiooni, mis tegelikult lükkavad ümber mõned meie naabrite poolt väljaöeldud nõuandvad kommentaarid. Olles teinud nii palju lobitööd, siis ma leian, et on ainuõige kirja panna ka minu kommentaarid saadud tulemustele.

2 Eesmärk

Minu kommentaaride eesmärk on juhtida tähelepanu nendele betoonteede kohta käivatele aspektidele, mis on kirjas TT aruandes ning võrrelda neid nii Eesti Maanteeameti kehtestatud maanteede hooldusnõuetega kui ka

Austraalias kehtivate nõuetega ning hetkel kehtiva betoonteede tehnoloogiaga.

Vajaduse korral juhin tähelepanu ka 2012. aastal Ramboll Eesti läbiviidud uuringule „Eesti tingimustele vastava betoonkatendi projekteerimine ja selle tasuvusanalüüs“. Praegused järeldused lükkavad paljuski ümber Soome nii öelda ekspertide nõuanded.

TT aruanne ja minu kommentaarid annavad väärtuslikke juhtnööre, mida silmas pidada, kui tulevikus hakatakse Eestis betoonteid projekteerima. Samuti ajendab see jätkama lisauuringutega nii öelda „hallides“ valdkondades, nagu mahukahanemine, hüdratiseerumise kuumus ja sobilik survetugevus.

3 Kommenteeritud kokkuvõte

Teede Tehnokeskuse läbi viidud üsna detailsest testimisest on saadud väga väärtuslikku informatsiooni. Tuginedes tegelikele faktidele on aruandes olev informatsioon jagatud heaks, halvaks ja mitte õigustatud.

Projekti puudused:

- 1 Vale plaadi pikkus ja muutuv pikkus kuni 8 m.
- 2 Plaadi nominaalpaksus 220 mm on kasutusel oleva tehnoloogia jaoks liiga õhuke.
- 3 20 mm sügavused ristprao sisselõiked mahukahanemise vuukide tarbeks on praktiliselt kasutud. Mahukahanemise vuugid peaksid olema lõigatud D/4 mm või antud juhul 73 mm.

Ehituse puudused:

- 1 Vale ristsarruse sisselõige.
- 2 Sisselõiked on tehtud liiga hilja, kuna ettekavatsematu kahanemine on juba alanud.
- 3 Ettekavatsematu kahanemine.
- 4 Erinevad põikkalded on väga varieeruvad ning ei vasta nõuetele.
- 5 Sarrustatud võrgu juhuslikult paigaldamine.
- 6 Pikisuunalised vuugid on jäänud ühendamata.

Hoolduse puudused:

- 1 Korralise hoolduse puudumine.

- 2 Regulaarne vuugi kattematerjali kontroll ja vahetus on olnud praktiliselt olematu.
- 3 Asfaldi parandamise kvaliteet on halb.

Olulised leiud:

- 1 Betoon on vastupidav.
- 2 Vesi imbub katte alla läbi hooldamata vuukide.
- 3 Sool(vesi) ei ole betooni tunginud ega seda kahjustanud.
- 4 Täielikult karboniseerimiskindel.
- 5 Täielikult külmakindel. Külmakahjustusi ei ole. Klass F150.
- 6 Suurepärase haardevõime.
- 7 Algupärane 20 Mpa betoon on pärast 47-aastast kasutust 60 MPa.
- 8 Ei paista olevat mingit põhjust, miks peaks suurendama betooni tugevust üle 35 MPa, mis on hetkel kasutusel.

Soovitused tulevaste uuringute läbiviimiseks ja järelmeetmed:

- 1 Võrrelda mahukahanemist survetugevusega.
- 2 Leida kinnitus, et väsimustugevus 4,8 kuni 5 MPa on piisav.
- 3 Kontrollida betoonteede külmumissügavust.
- 4 Koostada korralikud betoonteede projekteerimisstandardid tuginedes edukatele ja kaasaegsetele välismaa kogemustele.
- 5 Uuel betoonteelõigul planeerida roobaste tekke testimist.
- 6 Kehtestada asjalikud ja ajakohased kvaliteedi tagamise standardid betoonteede ehitamisele.
- 7 Kui kasutatakse vuukidega raudbetoonkattega teid, siis peab välja arvutama, kui palju ja millise kaldega armatuuri peab kasutama.
- 8 Otsustama kes/mida peaks olemasoleva informatsiooniga edasi tegema.
- 9 Andma kas Maanteeameti või TT spetsialistile/insenerile ülesande hoida ennast kursis betoonteede ehitamise tehnoloogia valdkonna muutustega ning edastada vajalikke materjale, et koostataks dünaamilised juhised betoonteede projekteerimiseks, ehitamiseks ja hooldamiseks.

4 Metoodika

Minu kommentaarid on kui täiendused TT koostatud ja detailselt dokumenteeritud suurepärasele uuringule ja hinnangule. Ma olen järginud TT tulemuste (peatükkide) üldist järjestust ning teinud igast peatükist kokkuvõtte käepäraseks kasutamiseks.

5 Testimine

Uurimise all olevad betoonte lõigud, 110 m ja 140 m Pirita jõe sildadest lääne suunas, paiknevad kõrvuti ning hõlmavad mõlemat sõidurada.

Katendi profiil oli:

- 22 cm - Raudbetoonist betoonte on ligikaudselt samaväärne hetkel kehtivate vuukidega raudbetoonkattega betoonte standardiga.
- 6 cm – Bituumeniga immutatud jäme liiv. (Oletatavasti oli selle eesmärk muuta tasapind siledaks ja tasaseks).
- 29 cm - Killustik.

57 cm paksust betoonteed peetakse piisavalt paksuks, et tekiks külmaohutu kiht. Visuaalne vaatlus annab eelnevale kinnitust.

6 Plaadi mõõtmed

Ei ole teada, miks plaadi pikkused (moodustunud ristsarrustest) varieeruvad 4 ja 10,8 m vahel. Mediaani pikkus on 8 m või keskmiselt 7,7 m.

7,5 m laiusel betoonteel oli pikisuunaline vuuk.

Aluse ehitamine on sarnane Sydney Warringah Expressway poolt tehtule, mis oli vuukidega raudbetoonkate ning on hetkel samuti 47 aastat vana (Eesti Maanteeamet külastas mainitud teelõiku 2014. aasta oktoobris).

Mõlemal juhul on armatuurvõrk jätkuv läbi mahukahanemise vuukide, kuigi Warringah Expressway betoonteel on plaadi pikkused projekteeritud varieeruma 3,8 meetrist kuni 4,2 meetrini. Viimase 30 aasta jooksul oleme kasutusele võtnud 4,2 m pikkused plaadid, mis on standardmõõt betoonkatte ja raudbetoonkattega teede puhul.

Siin võib välja tuua, et plaadi pikkuste projekteerimisel on arvesse võetud maksimaalselt lubatud kahanemine 1 mm mahukahanemise vuugis. Vastavad parameetrid on:

- Kahanemine: Lubjakivikillustik - $6,8 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C
 Graniitkillustik – $9,9 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C
 Kvartskillustik – $12,2 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C
Projekteerimisel me võtame aluseks keskmise – $10 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C

- Ühes betooni m³ tekitab iga 50 kg/m³ tsementi 5 – 7 °C hüdratiseerunud kuumust.
- Tasub meeles pidada, et kui suurendada vee/tsemendi suhtarvu 0,4-lt 0,6-ni, siis hüdratiseerunud kuumus suureneb 11%.

7 Vuugid

Testimistulemused:

- 1 Ristsarruse laius varieerub 10 mm kuni 20 mm.
- 2 Pikisuunalised vuugid 30 mm kuni 40 mm.
- 3 Üksikutes kohtades on plaadid vertikaalselt nihkunud kuni 10 mm.
- 4 Mõned kõrvuti olevad plaadid on nihkunud kuni 7 mm (vaata foto 3).
- 5 Saelõigete sügavus, et esile kutsuda pragunemist, oli ilmselt suurusjärgus 2 cm.

Kommentaarisid ja tähelepanekud:

- 1 Esile kutsuda planeeritud pragunemist. Ilmselgelt on betoonpinnale vuuke lõigatud, kuid tihtipeale liiga hilja, mistõttu on pinnasele tekkinud planeerimata praod.
- 2 Pikkadel plaatidel esineb ümbritseva keskkonna temperatuurimuutustest tingitud lainetust. Suur koormus ja vuukide pidev ekspluatatsioon (kui mingil põhjusel peaks vuukide alune tühimik täituma) võib põhjustada ristpragude teket plaadi keskele.
- 3 On ilmselge, et pikivuugid ei olnud ühendatud, kuigi see on tavaline nõue.
- 4 Selleks et esile kutsuda pragunemist on tänapäeval saelõigete sügavus ristsarrusel D/4. Antud juhul oleks see pidanud olema $200/4 = 55$ mm ning pikisuunalisel vuugil D/3 või 73 mm.
- 5 Selle projekti juures töötanud hr O. Raid ütles, et suurem osa planeerimata pragunemist tekkis üsna betooni tardumise alguses kuna „... vuuke ei jõutud piisavalt kiiresti sisse lõigata“. Seega on üsna ebatõenäoline, et pikivuugid olid korralikult ehitatud ning halva ehituse tagajärgi oli näha juba esimesest päevast alates.
- 6 Näiteks:
 - a) Westbound'i testilõik on 110 m pikk ning sellel on 14 plaati. Keskmine plaadi pikkus on umbes 8 m.
 - b) Oletame, et segus oli 350 kg tsementi.
 - c) Hüdratiseerunud kuumus on 5-7 °C/50 kg tsemendi kohta.

d) Seega kui temperatuur betooni kohaletoimetamise ajal oli 20°C, siis betoon soojeneks 49°C ehk kuni 69°C.

e) Niisiis 8 mm vuugi laienemine/kokkutõmbumine oleks 5.5 mm. See on 5 korda rohkem kui lubatud!

- 7 Põhjus, miks mõnedes kohtades ei ole plaadi vuugid sünkroonis, tuleneb sellest, et vuugid on juhuslikult pragunenud või pole üldse pragunenud. Kui üks vuuk ei pragunenud plaanipäraselt, siis järgmine võib paigast liikuda $5.5 \cdot 2 = 11$ mm, jne.

8 Betoonisegu

Testimistulemused:

- 1 On paika pandud, et maksimaalne täitematerjali terasuurus on 32 mm.
- 2 Jämetäitematerjaliks oli graniit.
- 3 Foto 2 illustreerib väga suuri tühimikke mördis.

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Graniidi soojuspaisumise koefitsient on $9.6 \cdot 10^{-6}$ mm/mm/°C.
- 2 Kuna tühimikud on kerakujulised, siis on tõenäoline, et segusse on lisatud hapnikuga küllastunud lisandit. Võimalik üle annustamine?
- 3 Pole kahtlust, et need tühimikud on suurendanud vedelike läbilaskevõimet, kuid huvitaval kombel ei ole külmakahjustuse tunnuseid. See viitab sellele, et poorid ei ole omavahel ühendatud.

9 Betooni tugevus

Testimistulemused:

- 1 Fotol 5 on näha väga hea kvaliteediga südamik, kuid killustikku ei ole näha. (Erinev segu?)
- 2 Keskmine betooni survetugevus "heades" piirkondades oli 56.9 MPa (55.6 – 58.6MPa) ning "halbades" piirkondades 61.8 MPa (58.3 – 65.5 MPa)

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Tulemused ei ole loogilised, sest "halvast" piirkonnast pärit betoonil kõrgem survetugevus ning suurem tihedus. Definitsioon "halb" piirkond võis olla ebakorrekne.

- 2 Betooni konstruktsioonitugevus ei ole teda, kuid see on pärast 47 aastat suurenenud umbes 60 MPa.
- 3 Tuginedes sarnastele Austraalias tehtud uuringutele, siis konstruktsioonitugevus oli ilmselt 20 MPa. (Austraalia Warringah Expressway konstruktsioonitugevus oli 17 MPa ja paigaldamisaegne tugevus oli 20 MPa. 47 aastat hiljem oli survetugevus 44 südamikul 55 MPa).
- 4 Tulevikus läbiviidavate võrdluste jaoks oleks mõistlik oletada, et 40-aastase elueaga tee puhul on survetugevus 60 MPa.

10 Roobaste mõõtmine

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Ajavahemikul 2005 – 2011 tehtud mõõtmiste järgi on roobaste sügavus kasvanud 6 mm-lt 23 mm-ni (Joonis 4.). Sellest võib järeldada, et esimese 30 aasta vältel oli roopa sügavus ainult 9 mm, mis ei vasta eeldustele.
- 2 Lisaks tasub kahtluse alla võtta ajavahemikus 2007 – 2011 tehtud mõõtmised, kuna 2007 aastal läbi viidud mõõtmistel suunal 2 on roopa sügavus suurem kui 2011 aastal tehtud uuringus.
- 3 Väga üksikasjalik roopasügavuse analüüs on garanteeritud tuginedes üsna ebareaalsele soomlaste nõuandele.

11 Tasasus

Testimistulemused:

- 1 2005, 2007 ja 2011 aastal läbi viidud mõõtmised jäid vahemikku IRI 4 – 6 m/km.
- 2 Joonise 5 põhjalikumal uurimisel tulevad ilmsiks ebaloogilised tulemused, näiteks piirkonnas 2700 on IRI näit 2005. aastal 1040 ja 2011. aastal 400.

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 4 – 6 IRI tulemused on liiga suured ükskõik millise maantee kattele, kuigi selle muutmiseks pole mitte kui midagi tehtud.
- 2 Ma arvan, et selle põhjuseks on kehvasti tehtud vuugid, halb asfaldi parandamise kvaliteet ja teede rutiinse hoolduse puudumine, mis tuleb selgelt esile TT aruandest.

- 3 Olemasolevaid tulemusi ei ole mõtet arvesse võtta, kuna neil ole mingit väärtust.
- 4 Kui tulemused olid nii kehvad juba 2005. aastal, siis kulus üllatavalt veel 10 aastat, et neid rekonstrueerida.
- 5 Oleks pidanud kaaluma betoonist pealiskihi panemist.

12 Haardetegur

Testimistulemused:

- 1 Keskmised haardeteguri näidud Tallinn-Narva suunal olid 0.38 (0.32 – 0.45) ja Narva-Tallinn suunal 0.36 (0.28 – 0.44).

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Tulemused >0.35 on aktsepteeritavad suure kiirusega maanteedel. See tingimus/nõue suureneb käänuliste teede, ristmike ja lõikepunktide puhul.
- 2 Tulemust 0.36/0.38 võib pidada 47 aasta vanuse tee puhul suurepäraseks.
- 3 Üheks põhjuseks võib olla nõrga mördi kasutamine, mis kulub kiiremini ning mis omakorda võimaldab kivimi enda tekstuuril esile tulla. (vaata foto 2).
- 4 Ei ole normaalne mõõta ka põiki haardetegurit. (Milline parandav mõju oleks sellel tegevusel?).

13 Tekstuuri sügavus

Testimistulemused:

- 1 Uurimise all oli üheksa piirkonda. Uurimisel kasutati liivarõnga meetodit.
- 2 Tekstuuri sügavus varieerus 0.41 kuni 1.01 (keskmine 0.75 mm).

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Selline tekstuuri sügavuse mõõtmine ei ole rakendatav betoonteede puhul.
- 2 Sõltuvalt sellest, millise kiirusega hakatakse teedel sõitma, kasutatakse ka erinevaid pinna viimistlusmeetodeid, näiteks harjamine, ristsoonimine ja/või pikisoonimine.
- 3 Asfaldi jaoks on vaja, et tekstuuri sügavus oleks suurem kui nõutud 0.5 mm. Aasta pärast ei ole see enam saavutatav.

14 Vee sissetungimissügavus

Testimistulemused:

- 1 Standardse vee sissetungimissügavuse testi tulemustest selgus, et näitaja jäi vahemikku 35 – 108 mm (keskmise 65 mm).

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Eesti Betooniühingu soovitude kohaselt loetakse vettpidavaks betoon, mille vee sissetungimissügavus on vähem kui 100 mm (tuginedes eelpool mainitud testile).
- 2 Sellest võib järeldada, et mördis olevad tühimikud/poorid ei ole omavahel ühendatud. (Õhulisandite üleküllus?).

15 Karboniseerimine ja soola sissetungimine

Testimistulemused:

- 1 Testitulemused näitavad, et võimalik karboniseerimine ei tunginud kaugemale kui 7 mm.
- 2 Eraldi läbiviidud testid näitavad, et soola (NaCl) sissetungimine varieerus kõikides näidistes 0.041 ja 0.055% vahel.

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Betooni oli täielikult karboniseerumiskindel.
- 2 Soolvesi ei ole betooni imunud ning betooni kvaliteet ei ole halvenenud.
- 3 Tulemused kinnitavad, et betooni külmakahjustused ei ohusta. (Tänapäeval kasutatav betoon on palju parema kvaliteediga, mistõttu on sellel veel suurem vastupanu külmakahjustustele).

16 Külmakahjustus ja -kindlus

Survetugevuse vähenemine:

- 1 Keskmise katsekehade tugevus enne 100 külmumis/sulamis tsüklikorda oli 47.4 MPa.
- 2 Keskmise katsekehade tugevus pärast 100 tsüklikorda oli 44.8 MPa
- 3 Seega muutus oli 5.5%, kuigi lubatud on 5%.

- 4 Katsekehal 1325-7 mõõdeti tugevust ainult 37.2 MPa, kuigi ülejäänud 5 katsekehal oli keskmine tugevus 46.3 MPa. Selle kummaliselt väikese tulemuse oleks pidanud arvestusest välja jätma.
- 5 Kui erikummaline number oleks välja jäetud, siis oleks külmumis/sulamis vähenemine 2.3%.
- 6 Kadu 2.3% tõstab külmakindlusklassi F150-ni, mis on kõige kõrgem tase.

Mahu vähenemine

- 1 Testi tulemused näitavad, et pärast 100 tsüklikorda maht vähenes 0.223%, mis jääb kindlalt alla lubatud 3%.

Kommentaarisid ja tähelepanekud:

- 1 Jääb arusaamatuks miks kasutati katsekeha, mille näit oli 47.4 MPa, kui kõikide katsekehade keskmine oli 60 MPa.
- 2 47.4 MPa näiduga katsekeha kaotas tugevust 5.4%. See ületab natukene lubatud 5%, mis on ettenähtud normi külmaklassi F100 tingimustes.
- 3 See vastab klassi F100 tingimustele, mida rakendatakse sõiduteede puhul.
- 4 Pärast 100 tsüklikorda oli kaalukadu (kõikide katsekehade puhul) väiksem kui 0.5%, võrreldes 5%, mis on lubatud.
- 5 Kokkuvõttes võib öelda, et isegi pärast 47 aastat vastab betoon külmakindluse nõuetele.

17 Vuukide seisund ja hindamine

Testimistulemused:

- 1 Ei ole teada, milline oli algselt planeeritud vuukide vahekaugus.
- 2 Fotod 6 ja 7 annavad ülevaate "halvast" ja "heast" vuugist.
- 3 Fotol 8 on näha lahti tehtud vuuk, mis on täis liiva ja peenkillustikku. On ilmselge, et pärast tee valmimist ei ole tehtud vajalikku teehooldust.
- 4 Fotol 10 on näha puhtaks pestud vuugi külgi.
- 5 Fotol 11 on näha halvasti säilinud vuuk, mille laius on 10++ mm. Vuugitäitematerjal puudub.

Kommentaarisid ja tähelepanekud:

- 1 Tuleb välja, et vuugid 6&7 ei ole üldse nihkunud paigast ning originaal bituumenkate on puutumatu. See tähendab, et need nihkumised, mis oleks pidanud aset leidma, on toimunud kusagil mujal. See võib olla põhjuseks, miks mõnedes kohtades on vuukide vahe väga lai.

- 2 Fotel 8 on näha, et vuuk on täis tihendamata materjali, mis võtab enda alla selle ruumi, mis on ettenähtud kokkutõmbumiseks/kahanemiseks ning seega hilisem paisumine ainult suurendab vuuki.
- 3 Puhastatud vuugil (foto 10) ei tundu olevat sisselõikeid, mis kutsuksid esile pragunemist. Põhjus, miks killustikku pole näha, ei ole selge.
- 4 Ei ole täpsustatud kas armatuur on läbi roostetanud või on testimise käigus läbi lõigatud. Pärast 47 aastat leiti, et Warringah Expressway (WE) teelõigul on maksimaalselt 30% võrgust vuugi ühenduskohtades roostetanud. WE teelõigu elueaks on peetud 40 aastat.
- 5 Antud näite puhul ma leian, et täitematerjali lukustus on pärast vuugi väikest suurenemist ära kadunud.
- 6 Fotel 11 on näha väga suur vuuk. Siin tuleb ära märkida, et ei ole mingeid tõendeid sellest, et siin on kunagi olnud bituumenist vuugitäide.

18 Armatuuri astme ja seisundi määramine

Testimistulemused:

- 1 Armatuuri mõõtmise tulemused on üsna varieeruvad ning ebaselged.
- 2 Lõppude lõpuks on eeldatud et kasutusel on 150 x 150 võrkarmatuur 6 mm varrastega.
- 3 Armatuuri asukoht samuti varieerus, olles vahemikus 45 mm ja 140 mm pealispinnast.
- 4 On üsna palju tõendeid selle kohta, et armatuur on roostetanud, kuid puuduvad tõendid, et tänu roostetamisele pole enam pidev tervik. Soola (vee) kasutamine talvisel perioodil kindlasti kiirendab katmata vuukide roostetamist.

Kommentaariid ja tähelepanekud:

- 1 Armatuuri asetus varieerub, mis viitab halvale ehituse järelvalvele.
- 2 Vuukidega raudbetoonkattega teel hoiab armatuur pragusid koos ning sellel on struktuuriline tähendus. Tavaliselt pannakse armatuur kolmanda plaadi keskele, see tähendab pinnaselt mõõdetuna +73 mm ja +147mm. Kui välja jätta halb ehitusjärelvalve, siis teoreetiliselt on armatuuri asetus üldiselt OK.
- 3 Tänu väga paljudele laiadele katmata mahukahanemisvuukidele, tuleb eeldada, et kõikide vuuki ületavate varraste voolavustugevus on ületatud ning vardad on rebenenud, isegi enne kui nad on läbi roostetanud. (Samale järeldusele on jõutud ka geoloogilise uuringu lõigus leheküljel 19).

19 Erilised märkused

Lisa 3

19.1 Roopad

Narva-Tallinn – keskmine 4 rattateel: 14.5 mm

Tallinn-Narva – keskmine 4 rattateel: 13 mm

Kommentaarisid ja tähelepanekud:

- 1 Kui roopad on sügavamad kui 20 mm, siis on mõistlik alustada parandustööde planeerimist.
- 2 Maanteeameti registri edastatud mõõtmeid (Joonis 4 lk. 9) ei saa pidada lõplikeks, nagu ma selgitasin oma kommentaarides Rubriigis 8.2 lk 6.

19.2 Kalle

Tallinn - Narva – 1.4%, miinimum 0.9%

Kommentaarisid ja tähelepanekud:

- 1 Betoonteede soovituslik kalle on 2-3%.
- 2 Kuna enamike autode esivedrustus ja kumerus on 3%, mistõttu on üldiselt ka teede kalle 3%.
- 3 Ilmsiks tulnud 0.9% miinimum on ehituslik viga, mis võib kaasa tuua ettekavatsematut sõiduradade lainetust.

19.3 Vee sissetungimine (EVS-EN12390-8:2009)

- 1 Kasutades eelpool mainitud katsemeetodit, varieerus vee sissetungimine 35 mm kuni 108 mm.
- 2 Väiksemat kui 100 mm penetratsiooni peetakse läbitungimatuks.

19.4 Soolvee sissetungimine – vaata kommentaare ülal.

20 Plaadi paksus

- 1 Rubriigis 5 ma tsiteerisin teekatte profiili TT aruandest. Seal on kirjas, et plaadi paksus on 220 mm.

- 2 TestimisaruanDES 1595/14 on näha, et keskmine paksus on 207 mm ning miinimum paksus on 203 mm.
- 3 TestimisaruanDES 1596/4 on keskmine plaadi paksus 195 mm ning miinimum paksus on 183 mm. Need on sisseehitatud ehituspuudused, mis moonutavad ka teisi tugevusega seotud tulemusi.
- 4 Plaadi paksuse 17%-line kadu on märkimisväärne kaotus aluse kandevõimele ning ka teekatte elueale.

21 Terminoloogia

- 1 Geoloogilise aruande peatükis „Puurtulp“ viidatakse betoonalusele kui „Raudbetoon“. See kirjeldus on ebakorrekne. Vuukidega raudbetoonkattega tee ja jätkuvalt sarrustatud betoonkattega tee puhul kasutatav armatuur on paigaldatud selleks, et ohjeldada pragunemist ja hoida planeerimata praod koos. „Raudbetoon“ viitab betooni konstruktsiooni tugevusele.

22 Soovituslikud tulevased uuringud ja tegevused

- 1 Võrrelda mahukahanemist survetugevusega.
- 2 Leida kinnitust, et väsimustugevus 4,8 kuni 5 MPa on piisav.
- 3 Kontrollida betoonteede külmumissügavust.
- 4 Koostada korralikud betoonteede projekteerimisstandardid tuginedes edukatele ja kaasaegsetele välismaa kogemustele.
- 5 Uuel betoonteelõigul planeerida roobaste tekke testimist.
- 6 Kehtestada asjalikud ja ajakohased kvaliteedi tagamise standardid betoonteede ehitamisele.
- 7 Kui kasutatakse vuukidega raudbetoonkattega teid, siis peab välja arvutama, kui palju ja millise kaldega armatuuri peab kasutama.
- 8 Otsustama kes/mida peaks olemasoleva informatsiooniga edasi tegema.
- 9 Andma kas Maanteeameti või TT spetsialistile/insenerile ülesande hoida ennast kursis betoonteede ehitamise tehnoloogia valdkonna muutustega ning edastada vajalikke materjale, et koostataks dūnaamilised juhised betoonteede projekteerimiseks, ehitamiseks ja hooldamiseks.