

THE ROAD PAPER

3⁽³⁵⁾

OKTOOBER
2003

Teeleht

MAANTEEAMETI

VÄLJAANNE



Maanteeamet, 18. august 2003



SISUKORD

- 1 **Vilniuses peeti Balti maanteelaste XXV konverentsi**
- 3 **Jätkuks probleemidele katendite dimensioneerimisel** Andrus Aavik
- 9 **Teekatendite remonditehnoloogia valik, konstrueerimine ja kontrollarvutused tegelikkuses** Elmur Karu
- 11 **Rüügimaanteedel 2002. aastal ehitatud katete põikpragudega teelõikude geoloogilised uuringud**
- 14 **Keskonnakaitse maanteehoiul** Hendrik Puhkim
- 16 **Suvise piirkiruse tõstmise plussid ja miinused** Reigo Ude
- 17 **Juhtide liiklusdistsipliin raudteeülesõidukohtadel on oluliselt halvenenud** Sirje Lilleorg
- 18 **Kohilas uus sild** Anne Unt
- 19 **Kroonika**
EAPA 30 aastat (Euroopa Asfaldiliidu peaassamblee ja seminar Krakówis)
- 20 **Eesti Maanteeamuseumi äsjavalminud väljapanekuhalli jõuavad taastatud masinad** Rain Rikas
- 21 **Balti- ja Põhjamaade teedemuuseumide iga-aastane seminar**
Allkirjastati ISPA Via Baltica II leping
- 22 **Maanteeamet uues majas**
- 23 **Günther Verheugen avas ISPA Via Baltica II lepingu tööd** Arvo Tinni Eestis
- 24 **WERD maanteeandmete esimene seminar Liège'is**
Otepäält Käärikule (Otepää – Kääriku maantee rekonstrueeritud)
- 25 **Veidi ajalugu** Rein Tomson
- 27 **Norra teedel nädalaga nähtust. Reisikiri.** Endel Grauberg
- 29 **Raul Romi tähelepanekuid Portlandist**
- 30 **Juubilar**
- 32 **Summary**

Tagakaanel: Varemurru suvespordimängudel

Ülesvõtteid Balti Maanteelaste XXV konverentsilt

- * Balti Maanteeliidu lipp antakse üle Eesti Maanteeametile, kes on XXVI konverentsi korraldaja aastal 2006 Kuressaares
- * Vaheult enne konverentsi toimus Vilniuses Ida-Euroopa Teede Administratsioonide esindajate kohtumine
- * Konverentsi avamisel pidas kõne Leedu president **Algirdas Brazauskas** (esireas vas. neljas)
- * **Jaak Liivaleht** Eesti Maanteeametist ja **Bernd Wolfgang Wink** (vas.), EUROADSAFE president, Saksa firma Volkman & Rossbach GmbH & Co. KG rahvusvahelise osakonna juhataja (lk 1). Vestlustemaks on k.a lõpuks Euroopa standardile vastavad pörkepiirete Saksa normatiivid.
- * **LITEXPO näitusekeskus (lk 1)**

Fotod: 2. ja 3. A. Radauskas,
1. ja lk 1 E. Vahter



NR. 3 (35)

Teeleht

Ilmub neli korda aastas

MAANTEEAMETI
VÄLJAANNE



VILNIUSES PEETI BALTI MAANTEE- LASTE XXV KONVERENTSI





Plenaaristung. Foto: A. Radauskas

XXV rahvusvaheline Balti maanteeaste konverents (25th *International Baltic Road Conference*) peeti 24. – 27. augustini 2003 Vilniuses. Konverentsi rahvusvahelist värvingut rõhutab asjaolu, et koos kolme Balti riigiga oli esindatud 26 maad kokku 570 osavõtjaga. Mujalt riikidest oli enim esindatud Soome (29 osavõtjat) ja Norra (18), lisaks neile oli osavõtjaid Albaaniast, Belgiast, Fääri saartelt, Hiinast, Hollandist, Islandilt, Poolast, Prantsusmaalt, Rootsist, Rumeeniast, Saksamaalt, Slovakiast, Soomest, Suurbritanniast, Šveitsist, Taanist, Ukrainast, Ungarist, USA-st, Valgevenest, Venemaalt, kohal olid Euroliidu delegatsioon ning PIARC-i president. Konverents peeti IRF-i regionaalkonverentsina (*IRF Regional Conference*).

Konverents toimus ja maanteehoiualane näitus oli korraldatud Leedu näitusekeskuses LITEXPO. Näitusel oli 86 ekspONENTI, sealhulgas Balti riikide maanteeametid, Soome kui ka Norra Maanteeamet, IRF ja mitmed firmad.

Eestit esindas konverentsi delegaatidena kokku 99 inimest Maanteeametist, teedevalitsustest, firmadest. Oma toodangut ja tegevust esitlesid Eestist **GRADER SERVICE AS, ENGL OÜ, NYBIT AS, PG-TOOLING SYSTEMS OÜ, SISU AUTO EESTIAS, TEEDE REV-2 AS ning MAANTEEAMET.**

Näituseboksis
Foto: E. Vahter



Ettekandega esinesid meilt **Riho Sõrmus** (plenaaristungil), **Aleksander Kaldas, Jüri Riimaa, Jüri Kirotam ja Jaak Liivaleht, Hillar Varik, Kristjan Duubas, Andrus Kross, Luule Kaal, Urmas Konsap, Jaan Ingermaa, Andrus Aavik, Tiit Kaal, Taavi Tõnts, Taimo Murer ja Maano Koppel, Ilmar Pihlak ja Dago Antov, Ants Kikas, Tõnu Asandi, Reigo Ude.**

Seminare juhatasid Eestist Hillar Varik ja Harri Kuusk. Konverentsi teaduskomitee liikmeks Eesti poolt oli tehnikadoktor Andrus Aavik.

Paneeldiskussioonis osalesid IRF-i programmidirektor **Ansgar Kauf** (juhataja), IRF-i Genfi keskuse esimees **I. Munro-Lafon**, Leedu Maanteeameti peadirektor **Virgaudas Puodžiukas**, Läti Transpordiministeeriumi Maanteede Valitsuse direktor **Talis Straume**, Eesti Maanteeameti nõunik **Aleksander Kaldas**, Soome Maanteeameti peadirektori asetäitja **Jari Saarinen** ja Poola Riigimaanteede Direktoraadi peadirektori asetäitja **Z. Kotlarek.**



Leedu president Algirdas Brazauskas käis ka Eesti Maanteeameti näituseboksis

Foto: Alard Tallo

Seminarid peeti maanteevõrgu ja rahvusvaheliste transpordikoridoride arendamise, maanteevõrgu rahastamise, maanteehoiu Euroopa Liitu integreerimise, teede keskkonnamõjude, maanteehoiualase projekteerimise, järelevalve, maanteehooldde, maanteeinfo ja liiklusohutuse auditi, sildade projekteerimise ja ehituse, nende remondi ja hooldde valdkonnas.

Konverentsi järel toimus kaks tehnoekskursiooni: üks teede ehituse ja rekonstrueerimise alal, kus keskseks huviobjektiks oli Via Baltica rekonstrueeritud maanteeõik Kaunas – Mariampole, ja teine – huvireis maanteehooldde ning laboriuuringute alal.

AHTO VENNER

JÄTKUKS PROBLEEMIDELE KATENDITE DIMENSIONEERIMISEL



ANDRUSAAVIK

Eelmises Teelehes (nr. 2 (34), juuni 2003) tõstatas tehnikakandidaat teedeinsener Ants Vaimel terve rea probleeme, mis on seotud Eestis 2001. aastal koostatud elastsete teekatendite dimensioneerimis-metoodikaga 2001-52. Allakirjutanu arvates vajab enamik hr. Vaimeli poolt esile toodud probleemidest tähelepanu, täpsustavaid arvutusi ja arutelu spetsialistide ringis ning seejärel saadud tulemuste arvestamist uue elastsete teekatendite projekteerimise juhendi versiooni koostamisel.

O malt poolt lisaksin hr. Vaimeli esitatud probleemidele veel ühe, mis on ehk olulisim ja millel põhineb kogu katendi-arvutus: me ei tea pinnaste ja materjalide tegelikke tugevusnäitajaid. Tehes katendi tugevusarvutusi suure täpsusega, kasutame pinnaste tugevusomadusi (elastsusmoodul, sisehõõrdenurk ja nidusus), mis on toodud katendi projekteerimise juhendis, ilma neid laboratoorselt määramata, st. omistame pinnastele tugevusomadused ainult nende nimetuse põhjal. Veelgi tähelepanuväärsem on see, et materjalide (asfaltbetoonid, must- ja stabiliseeritud katted jt.) tugevusnäitajad on määratud grupi spetsialistide poolt (kelle hulka kuulub ka allakirjutanu), tuginedes vaid nende kogemustele ja jällegi kasutamata laboratoorseid katsetulemusi. Elastsete teekatendite projekteerimise kehtiva juhendi 2001-52 koostamise ajal oli sellise tegutsemise põhjenduseks aja- ja rahapuudus. Kuid kas see ei maksa ükskord meile kätte kiirelt lagunevate teekatendite näol, mis nõuavad remondiks üha uusi kümneid ja sadu miljoneid kroone, samal ajal kui oleks võimalik investeerida uuringutesse ja neile tuginedes teha juba õigeid ja ratsionaalseid otsuseid? Maanteeamet võiks kaaluda seniste maksimaalselt üheaastase kestusega ja kiiret tulemust taotleivate uurimistöde kõrval ka pikemaajaliste uurimisprogrammide (kestusega 2...5 aastat) käivitamist, millest üheks võiks näiteks olla eespool nimetatud materjalide tugevusomaduste määramine ning miks mitte ka uue elastsete teekatendite projekteerimise juhendi koostamine koos vastava arvutitarkvara paketi, mis tagaks kõigi projekteerimisfirmade katendarvutuse ühtluse ja kvaliteedi.

Lisaks pinnaste tugevusnäitajatele on probleemiks ka pinnaste klassifikatsioon. Siiani on Eestis teedeehituses (ka elastsete teekatendite projekteerimise juhendis 2001-52) kasutusel Vene Föderatsiooni GOST 25100-95-le vastav pinnaste klassifikatsioon. Samas on Eestis ametliku standardina kehtestatud EN ISO 14688-1-le vastav Euroopa pinnaste klassifikatsioon, mis peaks olema kasutusel ka tee-ehituses. Peamiseks erinevuseks on peenpinnaste klassifitseerimine

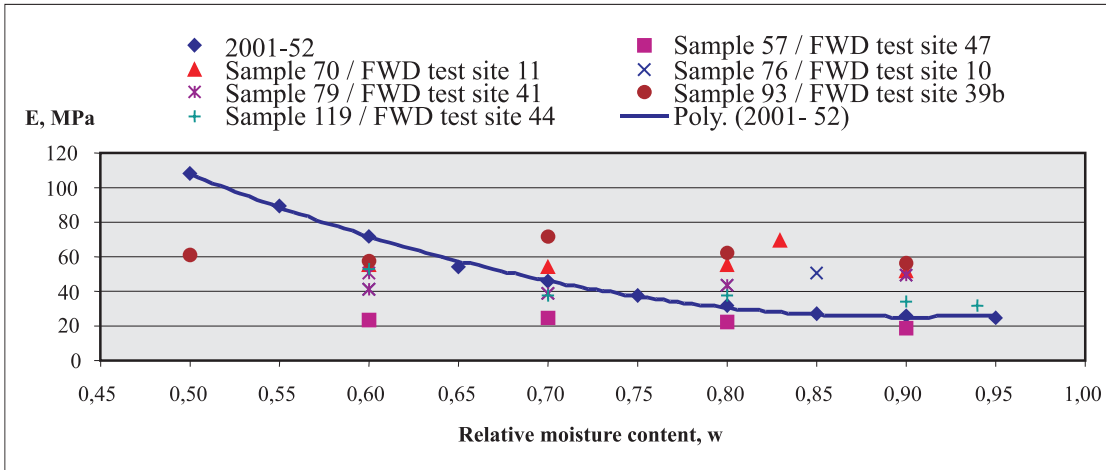
plastsusarvu järgi GOST-is ja peenosise savisisalduse järgi ($<0,002$ mm fraktsioonis $<0,063$ mm) EN ISO-s. Erinevus on ka klassifikatsiooni alusena kasutatavas sõelakomplektide avaläbimõõtudes, mis ei võimalda EN ISO-le vastavalt klassifitseeritud pinnastele üle kanda juhendi 2001-52 poolt määratletud pinnaste tugevusnäitajaid (elastsusmoodul, sisehõõrdenurk ja nidusus), mis on aluseks katendite tugevusarvutusele. Ilma nende tugevusnäitajata on aga EN ISO klassifikatsiooni kasutamine katendi tugevusarvutusel võimatu. Viimase kasutuselevõtuks katendite dimensioneerimise juhendis 2001-52 on Maanteeamet tellinud TTÜ teedeinstituudilt töö, mille tulemusena peaks olema juhendis 2001-52 võimalik lisaks GOST-is klassifitseeritud pinnastele valida ka EN ISO alusel klassifitseeritud pinnaste tugevusnäitajaid. See aga ei muuda seni kehtinud põhimõtet, et pinnaste tugevusomadused on määratud nende nimetusega, st. ka edaspidi ei toimu teekatendi projekteerimisel pinnaste tugevusomaduste laboratoorselt määramist.

Järgnevalt tooksin mõned näited, mis tõestavad, et meie poolt katendarvutustes kasutatavad materjalide ja pinnaste tugevusomadused ei vasta tegelikkusele ja et vajalik oleks nende laboratoorne määramine (vähemalt pinnastele) igal konkreetsel juhul.

Näide 1

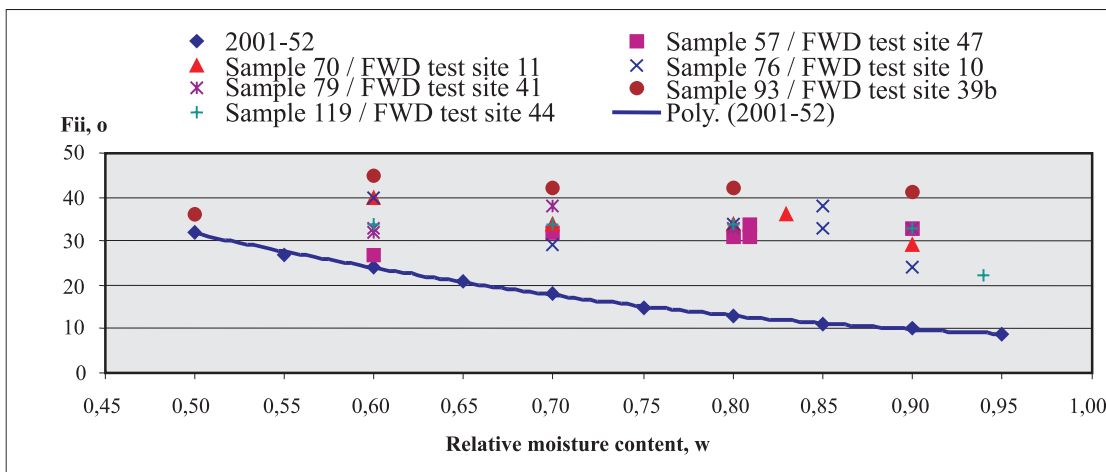
Katseliselt võeti 15 pinnaseproovi (mis jagunesid nelja pinnasetüübi vahel: tolme kerge liivsavi 2 proovi; tolme kruussaviliiv 6 proovi; tolmlüiv 4 proovi; peenliiv 3 proovi) erinevatest olemasolevatest teekonstruktsioonidest ja määrati nende tugevusomadused (E-moodul, sisehõõrdenurk, nidusus) võrdlemaks neid juhendi 2001-52 poolt määratletud suurustega.

Toome siin näitena ära tolme kruussaviliiva (6 proovi, mille kõigi nimetuseks määrati laboratoorselt "kruussaviliiv") laboratoorselt määratud tugevusnäitajate võrdluse juhendi 2001-52 määratud suurustega (joonised 1 – 3).



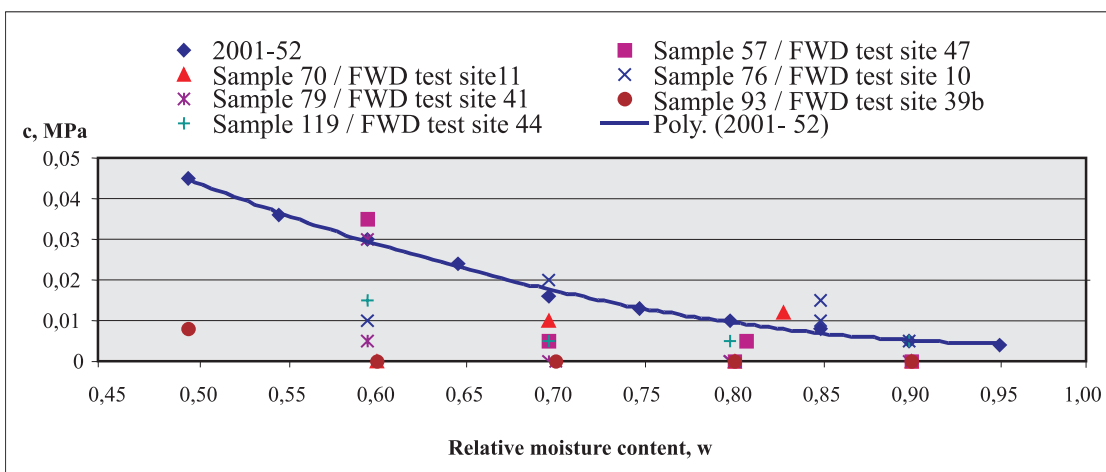
JOONIS 1

Tolmse kruussaviliiva elastsusmooduli (E) sõltuvus pinnase suhtelisest niiskusesisaldusest (w) (tumesinine joon – juhendi 2001-52 väärtused)



JOONIS 2

Tolmse kruussaviliiva sisehõrdenurga (Fii) sõltuvus pinnase suhtelisest niiskusesisaldusest (w) (tumesinine joon – juhendi 2001-52 väärtused)



JOONIS 3

Tolmse kruussaviliiva nidususe (c) sõltuvus pinnase suhtelisest niiskusesisaldusest (w) (tumesinine joon – juhendi 2001-52 väärtused)

Laboratoorsete katsetuste tulemuste alusel saab öelda, et nelja gruppi jagatud viieteistkümne pinnaseproovi tugevusnäitajate (E-moodul, sisehõrdenurk ja nidusus pinnase erineva niiskuse-

sisalduse juures) katsetulemused ei lange üldjuhul kokku 2001-52 poolt määratletud suurustega. Katsetulemused erinesid juhendis toodud väärtustest kõige rohkem nidususe puhul.

Näide 2

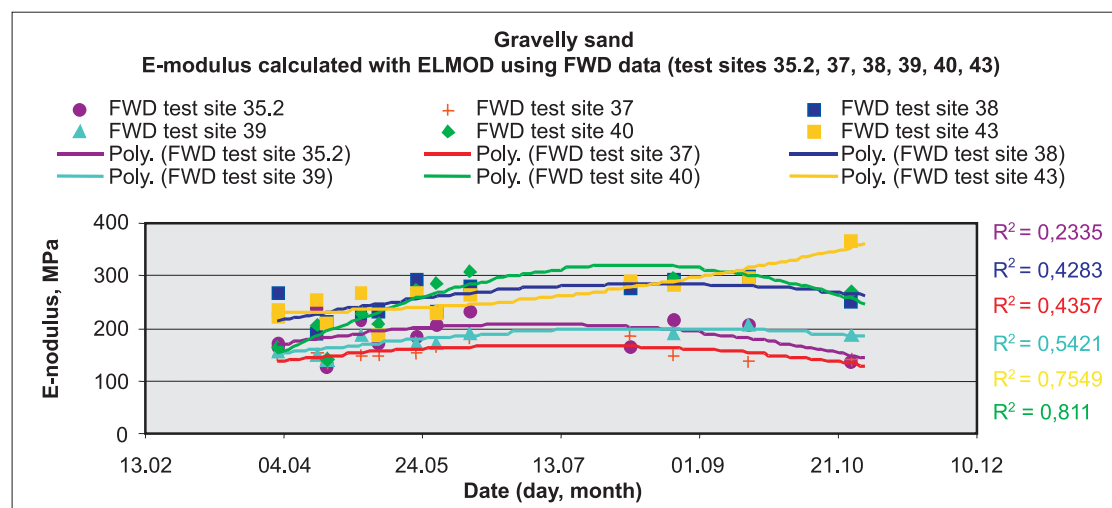
Kasutades FWD (dünaamilise koormusseadme) mõõtmistulemusi 51 valitud kontrollpunktis, kus neid mõõtmisi on tehtud 1999 – 2002 varakevadest hilissügiseni, arutati tagasiarvutustarkvaraga ELMOD kõikide katendikonstruktsiooni kihtide E-moodulid. Erinevates kontrollpunktides esinevad laboratoorselt määratud samade nimetustega pinnaste E-moodulid grupeeriti (18 erinevat pinnasetüüpi) ja analüüsiti saadud tulemusi.

Näitena esitame kruusliiva ELMOD-iga tagasiarvutatud elastsusmooduli väärtused kuues FWD mõõtmiste kontrollpunktis (joonis 4).

ELMOD-iga tagasiarvutatud samadest materjalidest/pinnastest kihtide E-moodulid kõikusid väga suurtes vahemikes (minimaalne ja maksimaalne väärtus kevadel erinesid kuni 3 korda) ja väga vähestel juhtudel langesid kokku 2001-52 poolt määratletutega. See näitab, et samade nimetustega materjalid/pinnased käituvad teekonstruktsioonis erinevates tingimustes erinevalt, et FWD mõõtmised sellel konkreetsel ko-

hal iseloomustavad kihtide materjalide/pinnaste tegelikke omadusi antud hetkel ning et juhendi 2001-52 poolt määratud materjalide/pinnaste omadused ei iseloomusta adekvaatselt tegelikku olukorda.

FWD mõõtmistulemusi kasutatakse praegu ainult PMS analüüsid, kui tehakse kindlaks remondiobjekte. Samas oleks võimalus, kasutades 51 kontrollpunkti FWD mõõtmistulemuste analüüsil saadud kogemust juba teedevõrgu tasandil, kasutada FWD mõõtmistulemusi ka remondiobjektide katendite dimensioneerimisel. Selleks tuleks olemasolevat 51 punkti FWD mõõtmistulemuste andmebaasi täiendada töödeldada ja leida juba täpsemad seosed FWD mõõtmistulemuste ning elastsusmoodulit mõjutavate kvalitatiivsete (mõõtmiste sooritamise kuu, mulde kõrgus, niiskuspakkond, kraavide olemasolu, teatavate materjalide/pinnaste esinemine katendikonstruktsioonis jmt.) ja kvantitatiivsete (bituumensideainega töödeldud kihi paksus ja keskmine temperatuur mõõtmishetkel, mõõtmisele eelnenud kindla perioodi sademete hulk jmt.) mõjutegurite vahel.



JOONIS 4

Kruusliiva ELMOD-iga tagasiarvutatud elastsusmooduli väärtused FWD mõõtmiste kuues kontrollpunktis.

Näide 3

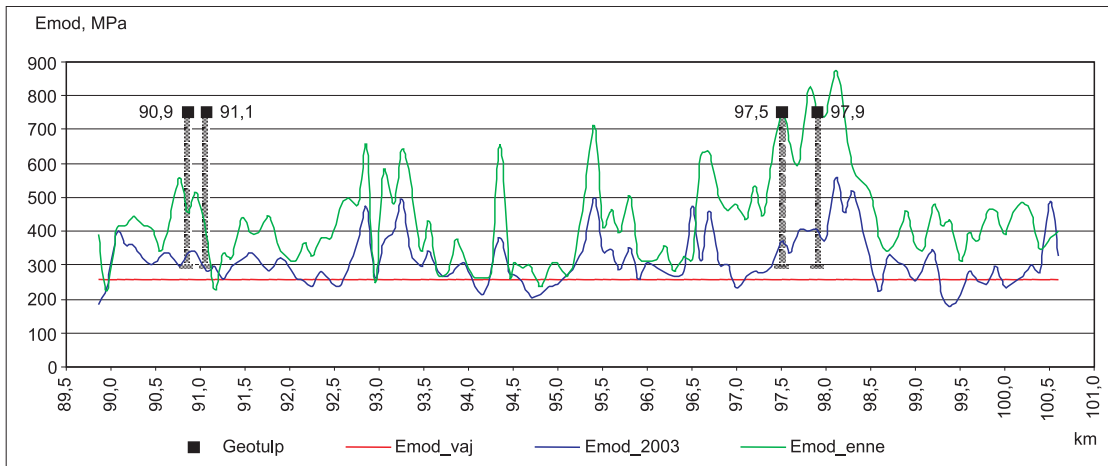
Igale katendi remondiprojektile lisatakse väljavõttena Maanteeregistris remondiobjekti olemasoleva katendi üldised elastsusmoodulid 100-meetrise sammuga, mis on arvatud FWD mõõtmistulemuste alusel. Just nimelt: projekteerija tavaliselt ainult "lisab" selle väljavõtte, **kuid ei kasuta saadud informatsiooni projekteerimisel ja katendi dimensioneerimisel.**

Toome näiteks mõne 2002. aasta remondiobjekti FWD 2003. aasta mõõtmistulemuste alusel arvatud katendi üldiste elastsusmoodulite väärtused enne ja pärast remonti ning nende põhjal arvatud katendi vajalikud elastsusmoodulid (joonised 5...10). Nagu näha jooniselt 5, on ehitatud uus kate üldjuhul nõrgem kui oli vana kate enne remonti. Samas, kui enne remonti oli lõigul mõõdetud ainult neli lühikest lõiku, kus katendi üldine elastsusmoodul oli vajalikust väiksem, siis pärast remonti on neid lõike juba 14. Samasugune pilt, kus uus ehitatud katend on nõrgem kui vana katend enne remonti ega saavuta vajalikku arvutuslikku elastsusmoodulit, on meie remondiobjektidel küllaltki tavaline (joonis 6). Eriti

ekstreemse näitena võib siin tuua mnt. 57 Mudiste – Suure-Jaani – Väandra km 23,8-32,7 (joonis 7), kus suurem osa ehitatud katendist on vajalikust tunduvalt nõrgem.

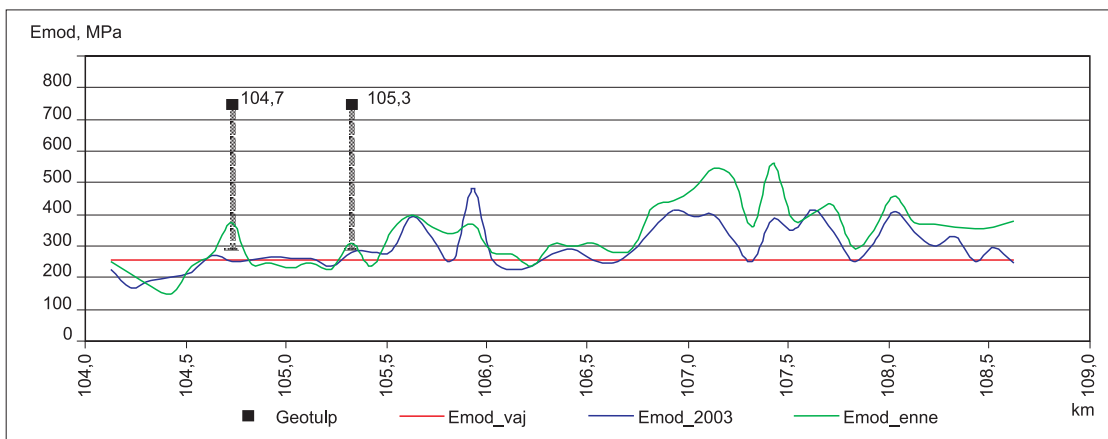
Eeltoodu alusel võib arvata, et projekteerija ei võta tavaliselt arvesse olemasoleva vana katte elastsusmooduleid, mille väärtused on Maanteeregistris olemas (küll ainult 100-m sammuga ühes sõidusuunas), et välja selgitada nõrgad katendilõigud objektile ega kasuta seal muust objektist erinevat katendikonstruktsiooni, vältimaks nende nõrkade kohtade teket (või "peegeldumist") uuel katendil.

Parema näitena võib tuua ISPA lõigu 3 Tallinna – Narva maanteed (joonis 8), kus uue ehitatud katendi üldine elastsusmoodul on kogu objekti ulatuses suurem kui oli vana katte üldine elastsusmoodul enne remonti. Kuid miks see ületab vajalikku elastsusmoodulit 150...200 MPa? Kas on põhjus olemasoleva katendi materjalide ja pinnaste valedel, laboratoorselt määramata ja juhendist 2001-52 võetud tugevusnäitajate kasutamisega katendi dimensioneerimisel? Tugev katendikonstruktsioon on hea, kuid vajalikust nii palju tugevama katendi ehitamise maksis siiski kinni ühiskond.



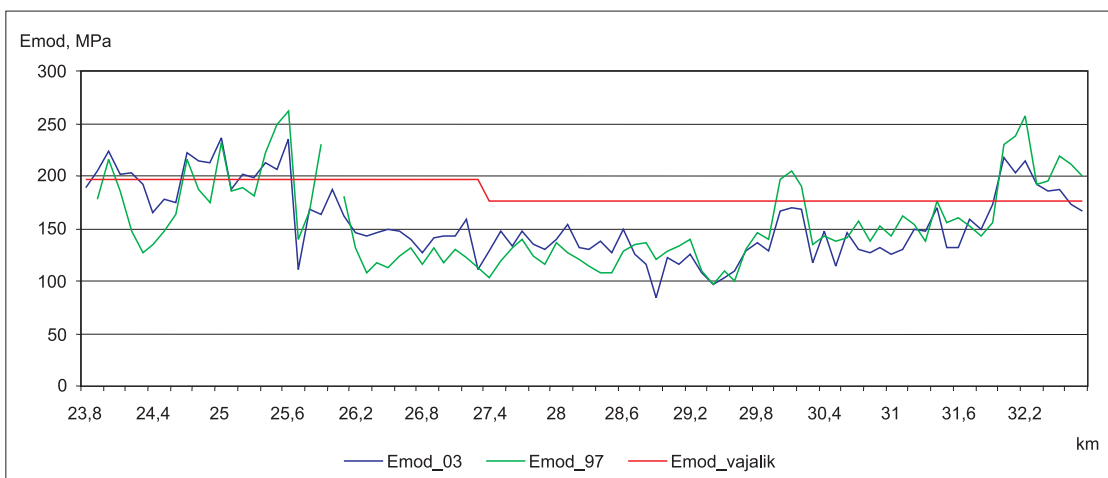
JOONIS 5

Mnt. 2 Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa WB5 lõik 1



JOONIS 6

Mnt. 2 Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa WB5 lõik 2

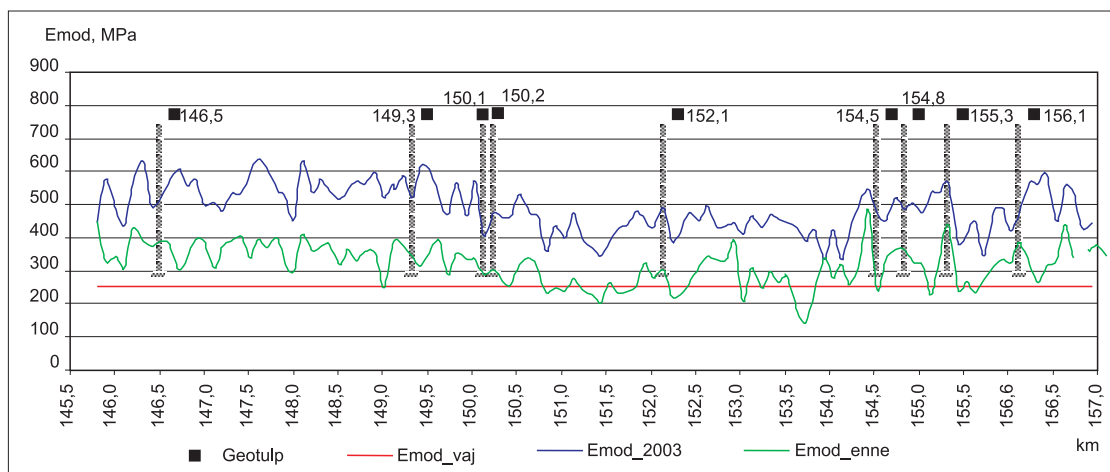


JOONIS 7

Mnt. 57, Mudiste – Suure-Jaani – Vändra, km 23,8 – 32,7

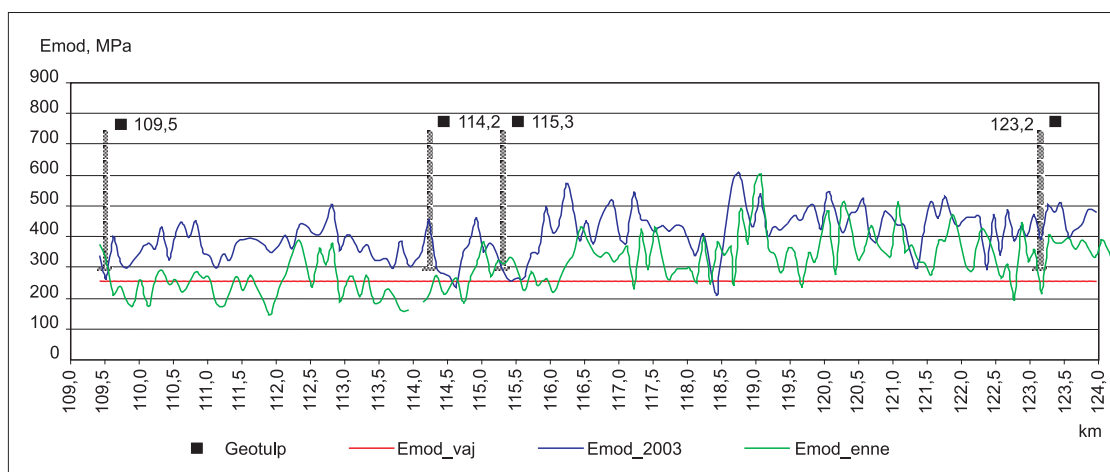
ISPA remondiobjektidele on iseloomulik, et uus ehitatud katend on üldjuhul tugevam kui vana katend enne remonti

(joonised 9 ja 10), mis on positiivne tulemus. Kindlasti oleks aga vaja välja selgitada põhjus, miks ISPA objektide puhul



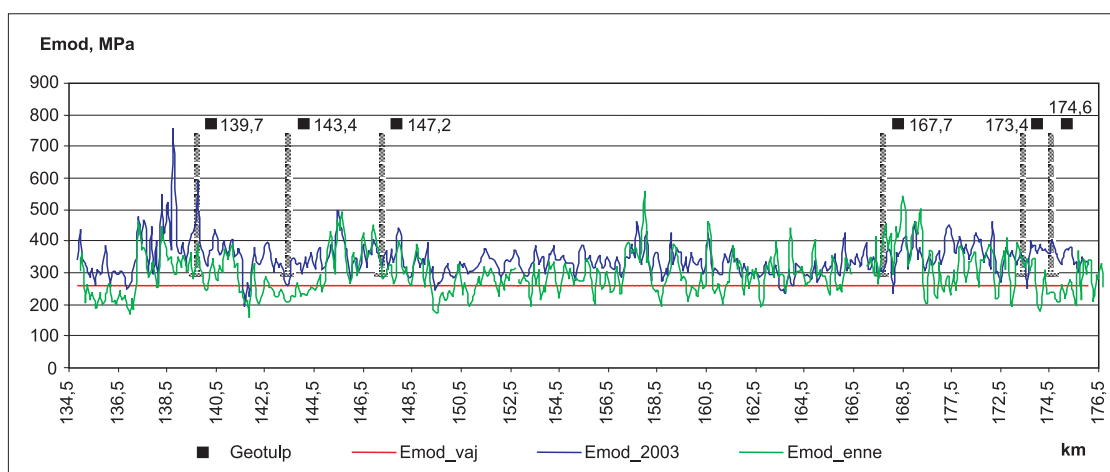
JOONIS 8

Mnt. 1 Tallinn-Narva ISPA lõik 3



JOONIS 9

Mnt. 1 Tallinn - Narva ISPA lõik 2



JOONIS 10

Mnt. 4 Tallinn - Pärnu - Ikla ISPA lõigud 7, 8, 9

on see saavutatud, teiste objektide puhul aga mitte: kas tegemist on projekteerija parema tööga, ehitaja kvaliteetsema tööga (projektpaksustest, -materjalidest ja tehnoloogiast

kinnipidamisega) või mõlemaga. Samuti vajaks uurimist, miks on projekteeritud katendi vajalik elastsusmoodul ja tegelikult ehitatud katendi üldine elastsusmoodul nii erinevad:

kas põhjus on materjalide ja pinnaste arvutuslikes ja tegelikes tugevusomadustes või milleski muus. Või tuleks tööde vastuvõtteeskirjas sätestada katendi vajaliku üldise elastsusmooduli saavutamise nõue, mis kindlasti mõjutaks ettevõtjat täpsemalt jälgima projekti ettekirjutusi.

Kõik ülaltoodud küsimused vajaksid vastuseid, sest muidu tekib uus küsimus: milleks dimensioneerida katendeid suure täpsusega, ajades taga komakohti ja üksikuid puuduolevaid megapaskaleid ja millimeetreid, kui tee peal tegelikkuses on siiski kõik teisiti? Võib-olla oleks õige välja töötada katendi tüüpkonstruktsioonid ja loobuda üldse empiirilistest katendiarvutusest?

Meie Leedu kolleegid Vilniuse Gediminase Tehnika-ülikoolist on samuti välja töötanud elastsete katendite projekteerimise meetodika, mis põhineb endisel NLiidu elastsete katendite arvutamise juhendil VSN 46-83 ja Vene Föderatsiooni uuel juhendil MODN 2-2001, mis valmis käesoleval aastal. Leedus on kehtiv pinnaste saksa klassifikatsioon (DIN), millele vastavat kasutavad nad ka oma katendite arvutamisel ja mis oma põhimõttelt ning pinnaste klassifikatsioonilt on sarnane EN ISO 14688-1-le. Materjalide ja pinnaste omadused on nad määranud laboratoorselt. Samas ei saa me Eestis üle võtta oma lõunanaabrite uurimistööde tulemusi, sest Eesti moreensed pinnased on selles liiga erinevad Leedus esinevatest pinnastest.

Märkimist väärib, et leedukad on oluliselt tõstnud oma katendi minimaalse nõutava elastsusmooduli väärtusi, võrreldes varemkehtinutega ja ka Eestis praegu kehtivatega (tabel 1).

Eestis on maksimaalne katendi vähim nõutav elastsusmoodul kiirtee puhul 260 MPa, mis vastab umbes Leedu IV kategooria tee katendile. Kindlasti väärib see tähelepanu ja vaja

oleks tutvuda leedukate elastsete katendite dimensioneerimise meetodikaga lähemalt, et saada täpsemat infot tehtud muudatustest ja nende põhjustest.

Samuti on Leedus välja töötatud katendi tüüpkonstruktsioonid, mis põhinevad saksa normidel ja mis on olnud kasutusel juba viimased 4...5 aastat. Võib-olla on meil siit midagi õppida.

Kokkuvõtteks nimetaksin veel kord käesolevas artiklis tõstatatud teemad, millega oleks vaja tegeleda, et viia meie elastsete katendite projekteerimise juhend vastavusse tegeliku olukorraga ja kehtivate normdokumentidega:

1. EN ISO 14688-1 pinnaste klassifikatsiooni rakendamise tee-ehituses.
2. Materjalide ja pinnaste tegelike tugevusomaduste laboratoorne määramine.
3. 51 FWD mõõtmiste kontrollpunkti mõõtmistulemuste täiendav analüüs, et kasutada FWD mõõtmistulemusi lisaks PMS-võrgu tasandi analüüsile ka remondiobjektide katendite dimensioneerimisel.
4. Ehitatud katendi üldise elastsusmooduli ja arvutatud katendi üldise vajaliku elastsusmooduli erinevuse põhjuste väljaselgitamine.
5. Leedu elastsete katendite projekteerimise juhendi ja katendi tüüpkonstruktsioonide analüüs.

Katendi vähimad nõutavad elastsusmoodulid (MPa) Leedus

Tee kategooria	Summaarne liiklussagedus ekspluatatsiooniperioodil ΣN_p	Linnaväline maantee		Linnalähedane maantee	
		Ennustatav keskmine ööpäevane liiklussagedus, autot/ööp.	Nõutav katendi elastsusmoodul, MPa	Ennustatav keskmine ööpäevane liiklussagedus, autot/ööp.	Nõutav katendi elastsusmoodul, MPa
Kiirtee	425·10 ⁵ 212,5·10 ⁵	>30000 15000...30000	445 415		
I	100·10 ⁵	7000...15000	385	>8000	390
II	425·10 ⁴	3000...7000	345	3000...8000	345
III	209·10 ⁴	1500...3000	315	1500...3000	315
IV	632·10 ³	500...1500	265	<1500	315
V	390·10 ³	<500	200		
I _v	107·10 ³	100...200	175		
II _v	15,7·10 ³	20...100	95		
III _v	14·10 ³	<20	88		

TABEL 1

ANDRUS AAVIK
tehnikadoktor, dotsent,
TTÜ teedeinstituudi direktor



TEEKATENDITE REMONDITEHNOLOOGIA VALIK, KONSTRUEERIMINE JA KONTROLLARVUTUSED TEGELIKKUSES

Ajendas seda kirjatükki kirjutama teedeinseneri, tehnika-kandidaadi Ants Vaimeli artikkel "Probleemid?" Teelehes nr. 2, 2003 ja ka minule mitmeid kordi esitatud küsimus – kuidas ikkagi toimub katendi remonditehnoloogia valik, konstrueerimine ja arvutused käesoleval ajal. Vajalik on sellest rääkida ka seepärast, et lugejale, kes katendi arvutuste üksikasju täpselt ei tea, võib hr. Ants Vaimeli artiklit lugedes jääda mulje, et seal käsitletud probleemid ongi kõikide meil aeg-ajalt üleskerkivate "hädade" põhjuseks. Õnneks see nii ei ole. Artiklis toodud teoreetilised probleemid on mõeldud ja suunatud eelkõige nendele spetsialistidele, kes hakkavad kunagi katendi arvutuse juhendi 2001-52 järgmise redaktsiooniga tegelema.

Kõik me teame väga hästi, et meie kõikide ühine "probleem" on olemasolevate maanteede normaalse sõidetavuse tagamine. Uute maanteede või üksikute lõikude ehitamine, võrreldes vanade remondiga, on tühine. Seega kogu raskuspunkt on keskendunud olemasolevate maanteede remondile ja eriti peateedele, kus liikluskoormuse kasvu tagajärjel on sõidetavus oluliselt langenud. Arvestades iga-aastasi rahaaldisi Eesti teedevõrgu remondiks, arenguks ja korras-hoiuks, oli juba 20 aastat tagasi spetsialistide hinnangul mahajäämus ca 25 aastat. Eeldada võib, et see vahetav suuresti muutunud ei ole. Seega tuleb meil pidevalt teha valikuid.

Kuidas siis ikkagi toimub remonditehnoloogia valik? Siinkohal ei käsitle me remontivajava teelõigu nimekirja lülitamise üksikasju, mis moodustab omaette peatüki, kus valik tehakse EPMS-i ja paljude spetsialistide ettepanekute põhjaliku analüüsi tulemusel ning fikseeritakse vastavates lühiajalistes ja pikaajalistes plaanides. Tellija, kellel on kinnitatud lähteülesanne mingi teelõigu remondiks, koostab projekteerijale projekteerimisnõuded. Projekteerimisnõuete kohaselt peab projekteerija pärast uuringute lõppemist koostama ja esitama tellijale kooskõlastamiseks võimalikud remonditehnoloogia variandid koos kontrollarvutustega. Siit alles algavad probleemid, kui esilekerkivaid küsimusi nii võiks nimetada. Kirjeldan allpool mõnda käesolevaks ajaks väljakujunenud ja enamkasutatavat katendi remondi tehnoloogiat.

1. Ülekate koos tasafreesimisega ja tasanduskihi ehitamisega
Saab kasutada üldjuhul siis, kui on suhteliselt uus katend (või ka vanem, kuid hästi säilinud), mis on konstrueeritud ja ehitatud korrektselt, kehtivaid normdokumente jälgides. Otsustamisel on olulisteks näitajateks olemasoleva katte pak-

sus, laius, vanus, IRI arv, piki- ja põikprofiilid, viraažide vastavus normidele jne.

Probleem on tasafreesimise ja tasanduskihi kasutamise hulgas, sest need tööliigid on küllaltki kulukad. Samas aga teame väga hästi, et mida tasasema kattega tee saame, seda vähem kulub bensiini ja seda vähem "lõhuvad" raskemad sõidukid meie katendeid (vähem dünaamilisi lööke). Uute teelõikude ehitamisel on täheldatud muldkehade järelvajumist mitme aasta kestel küllalt suures ulatuses ja siis on vajaliku tasasuse saavutamiseks ülekatte alla lisaks vaja teha veel tasanduskiht. Selliste ebatasasuste (kergelt lainetava katte) tekkimise põhjusi on mitmesuguseid. Olulisemateks ja otsest mõju avaldavateks põhjusteks Eestis võiksid olla:

1. kliimatingimused
 - a) temperatuur (+30 °C kuni -30 °C) ja lisaks veel külmumise ning sulamise tsüklite suur arv
 - b) sademed ja niiskus
2. geoloogilised tingimused
 - a) aluspinnased on enamjaolt tolmsed ja savikad
 - b) kohalikud teedehituses kasutatavad kivimaterjalid on halbade tugevusomadustega ja vähese külma-kindlusega.
3. projekteerimise "näpukad", kui ei arvestata tõsiselt eel-mistes punktides toodud ja ehituse käigus tekkinud hälbeid ehituse täpsuse osas, ning kergekäälselt lubatud asendamised nõrgemate materjalide ja pinnastega.

Siin peab projekteerija kalkuleerima, millises lõigus kasutada tasafreesimist, millises tasanduskihti või koguni mõlemat, selleks et saada piisava täpsusega aluskiht, millele ehitada konstantse paksusega kulumiskindlamast asfaltbetoonist üla-kiht ehk niinimetatud kulumiskihti.

2. Olemasoleva must- või asfaltbetoonkatte osaline freesimine ja saadud freesisevast stabiliseeritud aluse ehitamine
Kasutatakse siis, kui koormussagedus ei ole suur ja olemasolev kate on küllaltki paks (15...20 cm) ning suhteliselt heas korras (vähe igat liiki pragusid), kuid tasasus jätab soovida. Olemasolev kate alus on piisava paksusega kruusast või killustikust. Uue projekteeritava katte laius ühtib enam-vähem olemasolevaga.

3. Olemasoleva katte kõigi mustade kihtide ülesfreesimine
Kasutatakse:

- a) väiksema koormussagedusega teedel katte uuendamiseks. Eriti veel siis, kui on vaja olemasoleva kitsa katte asemele laiem kate ehitada
- b) suurema koormussagedusega teedel muldkeha või aluste tugevdamisel. Siin on võimalik valida omakorda aluste tugevdamiseks mitmesuguseid variante – kruus, killustik, mitmesugused võrgud jne.

Kõikide eeltoodud remondivariantide korral peab kindlasti tegema ka projekteeritud uue katendi tugevuse kontrollarvutused. Vaat siit saab alguse teine probleem, st. kuidas ja mil-

le järgi arvutada? Meil Eestis kehtestatud juhendi 2001-52 metoodika sobib küllaltki hästi uute teekatendite dimensioonierimiseks (edukalt katsetatud üle 20 aasta) ja on kergelt kohandatav uutele väljakujunenud olukordadele ja veendumustele. Olemasoleva tee remondi korral peaks olema kasutada natuke teistsugune metoodika, mis annaks võimaluse hinnata operatiivsemalt kogu tee seisundit (ka piirkandevõimet) ja koormusintensiivsuse kasvust johtuvalt dimensioneerida uus katend. Loodame, et selle probleemi lahendab ükskord doktor Andrus Aavik, kes on ühe olulise sammu selles suunas juba astunud.

Kuidas siis ikkagi toimub katendi dimensioneerimine olemasoleva tee remondil? Kasutan seda sõna meelsamini kui arvutamine, sest lõpplahendusena on ikkagi vajalik saada katendi kõikide kihtide optimaalne paksus.

Praktikas kasutatakse praegu juhendi VSN 46-83 ja 2001-52 metoodikal põhinevat arvutiprogrammi hüüdnimega *KRAADE*. See sobib selleks küll, kuid katendi dimensioneerimiseks (arvutamiseks) peavad käepärast olema olemasoleva tee kõikide kihtide geoloogilised andmed. Väljakujunenud praktika kohaselt tehakse kontrollpuurauk iga 100 m kohta. Edasi on kaks võimalust:

1. kas dimensioneeritakse uus katend iga 100 m järgi ja siis tehakse valik kihtide paksuste põhjal pikemaks tehnoloogiliselt ehitatavaks lõiguks või
2. tehakse valik olemasoleva tee geoloogia alusel materjalide ja pinnaste ning nende paksuste järgi ja siis dimensioneeritakse need valitud lõigud keskmiste paksuste või nõrgema koha järgi.

Loomulikult ja igal juhul peab olema projekteeritav teelõik jagatud enne dimensioneerimise algust ennustusliku koormussageduse ja niiskuspakkondade järgi alalõikudeks. Arvestades käesoleva aja taastusremondi projektide mahtu ja aega nende valmimiseks, oleks ilma arvutiprogrammita sellise mahuka töö tegemine mõeldamatu.

Tahaks loota, et kunagi uue juhendiga ning programiga leiab lahenduse taastusremondi projekteerimisel vajalike geoloogiliste puurimiste ja laboratoorsete tööde maht, sest käesoleval ajal on see küllaltki töömahukas ja aeganõudev.

Lõpetuseks mõned tähelepanekud Venemaal hiljuti ilmunud uuest elastsete katendite arvutamise juhendist ODN-2001 ja MODN 2-2001.

See uus juhend baseerub sisuliselt vanal metoodikal, kuid täiendavate empiiriliste koefitsientide kasutuselevõetuga on see kohandatud katendi töötamise määramiseks teed läbinud standardtelgede summaarse arvu alusel. Niisugust kohandamist võis ajendada ka see, et paljudes riikides, eriti USA-s, on kasutusel just selline metoodika. Samas aga on selle uue juhendi kohaselt veeretatud rohkem vastutust tellijale, kes peab projekteerijale ette andma katendi vajaliku ea ja sellele vastava nõutud töökindlusteguri.

Nii et tellija võib tellida oma tarkusest või olenevalt rahakoti raskusest kas nõrgema või tugevama katendi.

Meie juhendi kohaselt kasutatakse katendi dimensioneerimisel ööpäevast ennustuslikku koormussagedust katendi projekteeritud töötamise lõpus. Vahet pole ja lõpptulemust see üldjuhul ei muuda, kui ei muudeta muid arvutusparameetreid.

Üks olulistest empiirilistest arvutusparameetritest – tugevustegur ja sellega seotud töökindlustegur – on uues vene juhendis põhilises osas jäetud endiseks, kuid on täiendatud

seada rida ühe võrra ülespoole (kõrgema klassi ja suure koormussagedusega teede tarbeks) ja mitme astme võrra allapoole, mis, arvestades riigi mastaape, on igati õigustatud.

Nagu ikka uute juhendite korral võib leida nendest midagi head ja ka midagi, mis pole kõige õnnestunud. Alustades paremaga, tuleb kohe mainida, et uues vene juhendis on nüüd täpsemini lahti kirjutatud arvutusliku niiskuse määramine parandusteguri D osas.

Kui jätta kõrvale tee geograafilise asukoha ja konstruktiivsete iseärasustega seotud parandustegurid (need on meie juhendis 2001-52 olemas), saadakse arvutuslik suhteline niiskus järgnevalt:

$$W_{arv} = W \times (1 + t \times v) - \Delta,$$

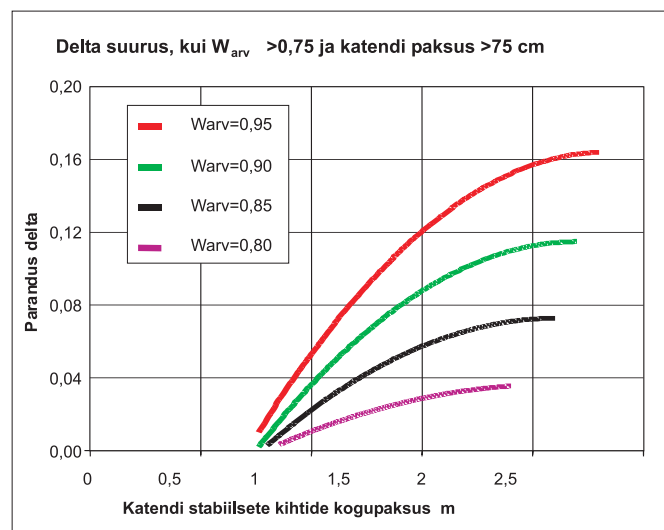
kus: W on pinnase suhteline niiskus
voolupiirist (tabelandmed);

t – normhälbe tegur;

v – variatsioonitegur;

Δ – parandustegur delta, kui stabiilsete kihtide kogupaksus on >75 cm.

Parandusteguri delta leidmine oli juhendis VSN 46-83 vaga umbmääraselt esitatud ja seetõttu ei ole ka meie juhendis 2001-52 see korrektselt toodud. Tegelikult leitakse see matemaatiliselt ja graafiliselt näeb see välja nii:



Kokkuvõtteks veel niipalju, et paksemate katendite korral väheneb arvutuslik suhteline niiskus, mis omakorda suurendab tabelandmetest (L1.T5) saadavaid pinnaste empiirilisi tugevusomadusi E , ϕ ja C , vältimaks üledimensioneerimist.

Vahemärkusena veel see, et Venemaa uutes katendite arvutuse juhendites on pinnaste tugevusomaduste tabelandmed (meil samad L1.T5) jäetud muutmata, mis on ka minu arvates õige tegu.

Mingil teadmata asjaolul aga uutes vene juhendites toodud näidetes parandust delta arvestatud ei ole. Ehk on see ainult "näpukas". Õnneks on see puudus aga kõrvaldatud meie projekteerijate käsutuses olevas arvutiprogrammis *KRAADE*.

ELMUR KARU
teedeinsener

RIIGIMAANTEEDEL 2002. AASTAL EHITATUD KATETE PÕIKPRAGUDEGA TEELÕIKUDE GEOLOOGILISED UURINGUD

AS Teede Tehnokeskus uurimistöo refereering

Talv 2002/2003 tekitas Eesti teekatetele mitmesuguseid kahjustusi. Neist kõige sagedamini tuli ette katte põikpragused, mida esineb peaaegu kõigil uutel ja vanadel remondiobjektidel. Maanteeamet tellis Teede Tehnokeskuse Aktsiaseltsilt uuringu, et selgitada defektide, eeskätt arvukate põikpragude tekkepõhjusi, leida võimalusi pragude tekke vähendamiseks ning hinnata nende rakendamise põhjendatust.

Uuringu tegijad (tööd koordineeris Allar Kauge Teede Tehnokeskuse AS-st) kinnitavad, et iseenesest ei ole põikpraod midagi uut, see ei ole Eesti eripära, vaid sama näeme oma lähinaabrite juures nii põhjas kui lõunas.

Viimase talve eripäraks oli see, et praod ilmusid eelmisel aastal renoveeritud ja ehitatud katetele ning lisaks ka sinna, kus pole aastaid või aastakümneid põikpraguseid olnud. Samas leidis teelõike, kus polnud kas ühtegi pragu või oli neid ühes kohas mitu. Talve iseloomulikuks jooneks olid ka pikaaegsed väga madala temperatuuriga külmad ilmad, mis tähendab, et viimaseid talvi iseloomustanud järjestikuseid külmumis-sulamistsükke ei olnud. Ühtaegu ilmus põikpragused lisaks muudele defektidele tavalisest rohkem.

Nii Soomes kui teistes põhjamaades, Kanadas ja USA põhjaosariikides on põikpragude teket uuritud aastakümneid ning väidetakse, et tõde nende tekkepõhjuste kohta veel ei teata. Soomes on suuremat pragude teket täheldatud külmal talvedel pärast kuiva suve. Osa teadlasi on järeldanud, et selle põhjuseks on järjest paksemad kattedehid, teised leiavad, et viga on liiga sitkes bituumenis.

Et õppida teiste vigadest ja jätta ise jalgratas leiutamata,

siis arvestati uuringus nii lähinaabrite Soome, Norra, Läti ja Leedu kui ka Kanada ning USA vastavasisuliste uuringute tulemusi-tõdemusi.

Kõnealuse uuringu eesmärgiks oli leida seoseid, mis võisid põhjustada nii ulatuslikku põikpragude teket. Kas peitub viga külmaohtlikes alustes, bituumenis, erakordselt kuivas suves ja pikalt kestnud talvekülmas, rohkes raskeliikluses külmal ajal või mõnes muus asjaolus?

Analüüside tulemuste interpreteerimisele kaasati nii Tehnikaülikooli kui Maanteeameti spetsialiste. Uuringu valmimisele aitasid kaasa Maano Koppel, Väino Soonike, Endel Nurm, Ülo Raudla, Tarvi Saarse, Aina Toom, Jaan Treufeldt, Oliver Äkke ja Janek Hendrikson.

Uurimistöo raames võeti küll vaatluse alla 2002. aastal renoveeritud lõigud, kuid see ei tähenda, et ainult neil lõikudel tekkisid põikpraod: need ilmusid viimasel talvel ka nendel teedel, kus enne seda praguseid ei olnud tekkinud. Samas on niisuguseid 2002. aastal ja enne seda remonditud teelõike, kus pole ühtegi pragu.

Maanteeamet koos AS Teede Tehnokeskusega määratlesid uuritava alana kolm tähtsamat põhimaanteed: Tallinn – Narva km 109,4 – 157,0, Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa km 90,6 – 169,5 ja Tallinn – Pärnu – Ikla km 136,7 – 192,2. Kokku puuriti 17 kohas. Geoloogilis-laboratoorse uuringutega tehti kindlaks mulde ja teetarindis lasuvate kihtide omadused ning seisund puurimise hetkel, määrati vajalikud füüsikalise-keemilised näitajad. Analüüsil võrreldi omavahel projekteerimisaegseid ja uuringute ning välivaatluste käigus saadud andmeid.

Võetud pinnastele määrati terakoostis ja nimetus, niiskusisaldus, filtratsioon ja savistele materjalidele ka plastsus. Katteproovidel tehti kindlaks niiskus, neist osal kloriidideisaldus ja terakoostis.

Tellijalt (Maanteeamet) saadi objektide tehnoetsifikatsioonid, teostusjoonised, materjalide vastavusdeklaratsioonid (-sertifikaadid) ja ettevõtja ning sõltumatus laboris tehtud katsete protokollid. Võimaluse korral (põikprao olemasolul) tehti puurauk kohta, kus objekti projekteerimise käigus oli varem geoloogilisi puurimisi tehtud. Sellisel juhul oli võimalik kasutada ka vanu andmeid ning võrrelda andmete usaldusväärsust.

Kasutati ka teilmajaamade infot, läbi vaadati ISPA-objektidel enne tööde algust videolindile võetud materjalid.

Puurimised tehti märtsis-aprillis 2003 AS Teede Tehnoeskuse puurimisseadmega. Pärnu Teedevalitsuse andmeil tekkisid põikpraod veebruari lõpus, puuriti aga märtsi teisel nädalal. Tallinna – Tartu maanteel ilmusid põikpraod pärast pikaajalise külmaperioodi taandumist, puuriti 6. ja 7. märtsil. Tallinna – Narva maanteel puuriti 19. ja 20. märtsil.

Tallinna – Narva maanteel 2002. aastal ehitatud lõikude eripäraks oli see, et ühel osal kasutati tsemendiga stabiliseeritud kihi ehitamise ajal ümbersõite, mille tulemusena sai alus kivistuda ning "kuivada" enne asfaldipanekut. Ülejäänud osadel toimus liiklus ka ehitamise ajal ning seal kippus stabiliseeritud alus lagunema. Kõige tihedamalt on pragusid alates Kohtla-Järve ristmikust kuni Kukruseni. Samas ei saa aga kinnitada, et kõike seda põhjustas liigne niiskus stabiliseeritud aluses. Puurimise käigus leiti km 151 – 153 ka pikipragusid, mis on külmakergete iseloomulikuks näitajaks. Lõigul km 113 – 116, kus on kasutatud geotekstiili, leidus vaid kaks pragu. Uurimistöö raames võetud proovid kohast, mis enne remonti oli väga purunenud, näitasid, et geokanga peal olevad materjalid olid kuivad (niiskust 2,9 %) ja puhtad. Prao kohast võetud proovil oli kangapealses killustikukihis väga palju ja märga (niiskus 9,2 %) peenmaterjali (põhjus võis olla näiteks fraktsioneerunud koormapõhja materjal), mis võiski põhjustada prao. Lõigul km 109 – 110 olevad praod on vana kate pragude peegeldused läbi stabiliseeritud kihi.

Tallinna – Tartu – Võru – Luhamaa maanteel alustati puurimisi pragudeta kohtadest. Mäost algaval lõigul leiti nii kattekihtides kui ka stabiliseeritud aluses jääd, mis sulades võib põhjustada kandevõime kaotust. Killustikmastiksasfaldiga (KMA) kattes leiti kohti, kus puurimisel hakkas kate all olev vesi mullitades kate pinnale tulema. Kui arvestada, et märjal kattel liikuv ratas püüab vett kattes "pumbata", siis poorsed kohad on just need, kust vesi võib sinna jõuda. Puurimiskoha km 90,918 ümbruses ei ole KMA-kattel kahjustusi näha, ent puurimised näitasid, et kõik kihid kuni kompleksstabiliseerimiskihini (KS-32) olid jääd täis, mis võis saada võimalikuks kas sellest, et vesi tungis KMA-kihist läbi (vastavad põhjalikud uurimistööd Soomes tõendavad seda) või et KMA-kate paigaldati hilissügisel (lume sulamisveed libedustõrje käigus) ja vesi jäi pidama tihedal KS-32-kihil. 17. märtsil tehtud kontrollkäigul Tartu maanteel leiti kahest puuraukust seisvat vett. Et teistes puuraukudes vett ei olnud (ka seal, kus kattekihtides jääd leidus), siis võis viga peituda halvast peenramaterjalis) – vesi ei saanud ära voolata.

Tallinna – Pärnu – Ikla maanteel esimesena uuritud lõi-

gul km 134,8 – 142,08 täheldati, et pragusid ei olnud kohtades, kus vana kate oli freesitud ja stabiliseeritud bituume-niga (BS-32) ning peale oli ehitatud poorse asfaltbetooni kihid PAB 16 ja pideva terakoostisega tihedast asfaltbetoonist kihid TAB 12 I. Tasandufreesimisega kohtades (vana kate peale rajati uued kihid PAB 16 ja TAB 12 I) tekkisid põikpraod seal, kus videol olid näha suuremad praod vanas kattes. Teisel puurimislõigul km 142,08 – 144,06 oli 1998. a. tehtud taastusremonti, mille käigus tuhkalus purustati, vana kate stabiliseeriti BS-32 ning sellele rajati kiht TAB 12 I. Suvel 2002 kaeti see veel kord 5 cm paksuse TAB 12 I kihiga. Uurimine näitas, et tuhkalus ei olnud kogu ulatuses purustatud (nii paksuses kui laiuses) ning pragu oli alguse saanud allkihtidest. Lõiku km 152 – 176 iseloomustab see, et nii praod kohast kui ka eemalt võetud purustatud tuhkaluse ja stabiliseeritud aluse proovid olid liigniisked (5...7%). Tolmne materjaliosa (freesipuru tolmu) oli imanud seda alumistest kihtidest. Kiht BS-32 näis mitmes kohas olevat kui killustik peene lisandiga. Kaks juhuslikku ekstraheerimist näitasid umbes protsendisuurust sideainesisaldust, mida võib käsitada kui niiskust imava tolmu osaga killustikku.

Et näha puurimisel saadud peeni osiseid sisaldava proovi käitumist, valmistati laboris sellest materjalist proovikehad, mille niiskus tõsteti 8...10 protsendini (nagu see oli puurimise ajal), tihendati ja külmutati temperatuuril -20 °C. 100-mm läbimõõduga proovikehi purustavaks survejõuks oli 23...25 kN, mis on iseloomulik nõrgale betoonile. Katse näitas vee kui sideaine omadusi negatiivsel temperatuuril ja seda, et jäänud pinnasekiht käitub nagu jäik betoonplaat. Kui uurida taolise "plaadi" käitumist olukorras, kus vanas kattes on praod ning uued kihid on sellele peale ehitatud, saaks infot ka võimalike lõikepingete olemasolust tarindis (piltlikult oleks see autoratta liikumisel ühelt plaadilt teisele tekkiv lõikepinge). See oleks üks võimalikke seletusi, mis vajab ülekontrollimist. Purustamisel saadud alusematerjali tolmusisaldus ületab kümnekordselt alusele lubatud tolmusisalduse.

Uuriti ka kasutatud bituumeni omadusi. Kasutatud on peamiselt Mažeikiai tehase bituumenit, Narva maanteel ka AS Nybit bituumenit. Kasutatud bituumenite kohta leiduvad andmed on küllaltki kasinad. Siiski oli Nybiti bituumeni B90 murdumistäpp -17 °C (2001. a.) ja Mažeikiai bituumenil B70/100 -20 °C (2002. a.). Need näidud on kõvade külmade korral ohumärgiks. Soomes tehtud uuringute põhjal põikpragude tekke tõenäosus suureneb, kui temperatuur langeb rohkem kui 7 °C allapoole bituumeni murdumistäppi Fraassi järgi. Pidades silmas möödunud talve külmarekordeid ning katete ehitamisel kasutatud bituumeni murdumistäppe (Mažeikiai bituumenil B70/100 on see -20...-26 °C, Nybiti bituumenil B70/100 aga -16...-20 °C), võib ka see olla üheks teguriks põikpragude tekkimisel. Siiski ei olnud võimalik täie kindlusega öelda, mil määral bituumeni omadused võisid mõjutada põikpragude teket. Tulevikus peaks laboris uurima bituumeni ja asfaldisegude käitumist temperatuuri järsul alanemisel.

Missugune oli teekatte temperatuur viimasel talvel? Teeilmajaamade andmebaasist on välja võetud andmed kõige külmema aja ning selle teelõigu kohta, kus kate pinna temperatuur lühikese aja jooksul muutus 20...25 kraadi võrra. Need muutused toimusid 7. ja 8. jaanuari ning 11. ja 12. jaanuari vahel.

7. ja 11. jaanuaril on enamikus kohtades ületatud see piir,

Temperatuurid katte pinnal jaanuaris 2003, °C

Teilmajaam	01.01	03.01	05.01	07.01	08.01	09.01	11.01	12.01	13.01
Kanama	-17,2	-21,8	-26,6	-30,5	-0,9	-14,5	-34,0	-0,6	-13
Märjamaa	-14,7	-20,6	-27,8	-30,3	-1,7	-11,8	-30,0	-0,6	- 9,4
Võiste	-13,9	-22,4	-29,2	-29,3	-0,5	- 9,6	-29,3	0,9	- 9,5
Ikla	-13,7	-20,8	-32,1	-30,5	-0,4	- 8,6	-32,8	0,7	- 8,0
Mäo	-18,6	-21,6	-25,3	-31,0	-1,0	-15,6	-33,1	0,8	-10,9
Adavere	-20,0	-22,6	-26,8	-31,6	-1,0	-14,8	-31,7	0,9	-13,0
Laeva	-22,0	-21,7	-31,1	-33,4	-0,4	-14,3	-36,0	1,1	- 8,9
Viitna	-24,3	-21,3	-26,7	-30,3	-1,0	-19,3	-30,5	0,4	-12,0
Purtse	-24,2	-20,1	-22,5	-31,0	-1,0	-21,0	-29,4	1,2	-11,0
Tabasalu	-16,4	-17,9	-20,4	-25,6	-1,9	-19,0	-27,6	0,7	- 8,8

mida Soomes peetakse külmapragude tekke põhjuseks (bituumeni murdumistäpist 7 kraadi madalam temperatuur). Puurimisel selgus, et külmumissügavus katte pinnast ulatus kuni 2 meetrini. See tähendab, et mitte ainult bituumen, vaid kogu teetarind oli äärmuslikes tingimustes.

Veeläbilaskvuse (kloriidide jõudmine alumistesse kihtidesse) kontrollimisel leidis kinnitust see, et pragude kohal kogub endasse soolavett peent materjali sisaldav tarindikiht (stabiliseeritud alus, liiv), mis sisaldas kloriide kuni 2815 mg/kg. Materjali kuivades jäävad kloriidid alles ning imavad niiskust. Juhul kui pragusid ei remondita, on neis kohtades oodata defektide suurenemist. Võrdluseks tehti mõõtmise **praota** TAB-kihis, kus kloriide oli 400 mg/kg, PAB-kihis 300 mg/kg, BS-32 100 mg/kg ja purustatud tuhkaluses 200 mg/kg.

Uurimaks, **kas KMA-kate laseb vett läbi**, eraldati laboris proovist eri kihid ning määrati nende kloriidisisaldus. Soomes, kus seda aspekti on põhjalikult uuritud, on leitud, et sama poorsuse juures on KMA-kattel rohkem avatud poore kui TAB-kihil ning vesi koos kloriididega tungib läbi katte alumistesse kihtidesse. Sealt ka soovitus rajada vahetult KMA-kattekihi alla TAB-kiht. Meie analüüsi tulemused kahes kohas näitavad seda, et PAB- ja MUK-kihis (mustkiilustik) on kloriide. Kahjuks jääb saamata vastus küsimusele, kas KMA-kiht on antud kohtades vett läbi lasknud, sest pärast analüüside tellimist ilmes dokumentidest tõsiasi, et KMA-kiht on laotatud PAB-kihile hilissügisel, mil esimesed kloriidide puistamisega olid tehtud. MUK-i ja KS-32 pinnal oli kontsentratsioon kõige suurem, mis näitab, et kloriidid on pestud järjest allapoole ning jäänud lõpuks pidama peenmaterjali sisaldavas kihis.

Kokkuvõtvalt nenditakse uuringuaruandes, et põikpraod esinevad ulatuslikult kõikides külmade talvedega maades. Põhjamaade praktika kinnitab ka, et konstruktsioonide projekteerimisel ei ole põhjendatud minna absoluutset pragude kindlust tagavatele tehnilistele lahendustele, sest selliste meetmete rakendamine võib osutuda ülearu kulukaks. Iga üksikprao tekkele on võimalik leida oma selgitus, kuid mingit üldisemat seost ehk korrelatsiooni pole leitud. Konsulteriti ka Soome ja Leedu maanteeameti esindajatega ning ka nemad ei ole leidnud üheseid seoseid. Kindel aga on see, et praod on olemas ja neid tekib ka tulevikus. Uuritud objektidel oli pragude sagedus 0,4 pragu/km, mis on teiste riikide andmetega samas suurusjärgus. Katseandmete põhjal võib väita, et harukordselt suur külmumissügavus, kuiv suvi ja

madal põhjaveetase ning kiire temperatuurimuutus (vähem kui 12 tunni jooksul temperatuuri tõus -30 °C kuni 0 °C) soodustasid põikpragude ulatuslikku teket. Pragude ilmumise päevakajalisusest ja vastuste otsimise kiireloomulisusest tulenevalt ei saa kõnealust uuringut pidada põhjalikuks uuringuks, vaid eelkõige tekkinud olukorra kaardistamiseks ja üldise hinnangu andmiseks. Tee kui keeruka liitartendi käitumist ja sealhulgas pragude teket mõjutavad väga paljud tegurid omavahelises kombinatsioonis, näiteks aluse/pinnase niiskus, bituumeni jäikus, liiklustingimused, tarindi ülesehitus ja homogeensus, töö tehnoloogia, veerežiim jpm. Kõik need pandi möödunud talvel aga eraldi proovile. Põhjamaabrid näiteks ei paranda kõiki põikpragusid, vaid ainult suuremaid. Suur liiklussagedus ning naelkummid lõhuvad katet niivõrd, et sellest tekkivate vigade pärast tuleb hakata katet varem remontima kui põikpragudest põhjustatud defektid seda nõuaksid. Leedus seevastu püütakse parandada kõik praod, et vesi sealt sisse tungides ei tõstaks praoservi üles ega lõhuks katet. **Projekteerimisel** tuleb ka edaspidi lähtuda ratsionaalse tarindivaliku põhimõttest, mis tagab tee elutsükli vältel kulutuste poolest optimaalse lahenduse.

Uuringu autorid **soovitavad** külmakerkelistes kohtades kaaluda kihivahetusi ulatuslikumalt või rajada killustikukihte, mille alla laotatakse **geotekstiilkangas või geovõrk**. Ei ole mõtet meie tagasihoidliku liiklussagedusega teedel (põhimaanteedel 3000...5000 autot/ööpäevas) kasutada kalleid konstruktsioone, vaid **parandada** tekkivad **praod** kohe **poli-meerbituumeniga** (hind praegu 30...45 krooni/jm). Eri lahenduste kasutamiseks tuleks eelnevalt teha katselõike. Päril mitmel juhul on külmaohtlikes kohtades olukorda tunduvalt parandanud **piki- ja põikdreenide** rajamine (ca 400 krooni/jm, kus on ette nähtud aluse stabiliseerimine). Katte alla pandava metallvõrgu kasutamine tõstab ruutmeetri hinda ca 100 krooni ning *Hatelit*-võrk 65 krooni. Viimane võib nõuda taanduskihiki tegemist. Enam tähelepanu tuleb pöörata **äravoolukraavide puhastamisele**. Soovitav on kasutada vähem sitkeid bituumeneid (penetratsiooniga 100...130). Ühtaegu tuleks **pragudeprobleemi uurimist jätkata ja arendada**. Et Eestis puuduvad mitmed katseseadmed, siis peaks kindlasti uurima katete veeläbilaskvust ning sideaine käitumist madaal temperatuuril ja temperatuuri kiirel muutumisel. Uurida tuleks niiskuse mõju BS-32-le ja purustatud tuhkalusele seoses peenosiste sisaldusest tuleneva külmaohtlikkusega.

Refereeris E. Vahter

HENDRIK
PUHKIM
Maanteeameti
peaspetsialist

KESKKONNAKAITSE

Mida kujutab endast keskkonnakaitse teehoiul? Et seda paremini mõista, tuleb alustada veidi kaugemalt. Rääkida võib looduskaitse-eelsest perioodist, kus looduse hoidmiseks asuti üksikuid samme (tegevus polnud võib-olla isegi teadlik). Maailma vanimaks kaitsealaks peetakse Białowieża kaitseala Poola ja Valgevene piiril. See tarva poolest tuntud ala on olnud kaitse all juba 14. sajandist alates. Eestis võib lugeda oluliseks daatumiks aastat 1297, kui Taani kuningas Erik IV Menved keelas metsaraide kolmel saarel Tallinna lähedal.

Klassikaline looduskaitse sündis 19. sajandil, mil akadeemiliste ringkondade eestvõttel teadvustati Euroopas leiduvate erakordsete loodusobjektide ja loodusemälestiste ning Ameerikas säilinud ürgsete alade esteetiline, eetilise, hariduslik ja usundiline tähtsus kaasaegsele kultuurile. Eestis sai looduskaitse alguse samal perioodil, eeskätt baltisaksa kultuuriringkondade loodusteadusliku tegevuse õhutusel.

Inimkond hakkas ökoloogiliste probleemide tõsidust tajuma 1960. aastatel. Märge, et piiramatul tootmisel ja tarbimisel on keskkonnale negatiivsed tagajärjed, sest vajaminevaid ressursse ning energiat pole maakeral kaugeltki piiramatul. Tänapäeva keskkonnakaitsetes on oluliseks märksõnaks *jätksuutlikkus*, mille all peetakse eelkõige silmas (loodus-)ressursside kasutamist nende isetaastumisvõime piirides. Teine võtmesõna on *ökoloogiline jalajälg*, mis kujutab endast inimeste poolt nende vajaduste rahuldamiseks – ressurside tootmiseks, jäätmete ladustamiseks, heitmete kahjutustamiseks jne. – kasutatavat territooriumi ja selle summaarset survet keskkonnale. Teadlaste poolt tehtud arvutused näitavad, et inimkonna tegelik *ökoloogiline jalajälg* ületab tänapäeval *jätksuutlikkusele* vastava näitaja juba umbes kolmandiku võrra. Vaatamata Eesti madalale asustustihedusele, on meilgi see indeks negatiivne. Miks nii? Ökoloogiline defitsiit on valdavalt tekkinud suure CO₂ emissiooni tõttu. Maakera keskmine fossiilkütuste põletamisel vabanev CO₂ emissioon ületab keskkonnamõju enam kui 2 korda, olles 4 tonni aastas inimese kohta. Eestis on see näitaja üle 11 tonni inimese kohta! CO₂ emiteerimisel Eestis on kõrgel “esirinnas” energeetikatööstus, tüki tühja maa pärast järgneb teise trans-

pordisektor (15%). Maanteetranspordil on suur mõju keskkonnale ja inimese tervisele, sest erinevaid heitgaase emiteeritakse suurtes kogustes ja paljudest allikatest. Transpordi osakaal õhusaastes on järgmine: CO – 80%, NO_x – 70%, süsivesinikud – 55%.

Minnes konkreetsemaks, jõuame teehoiu juurde. Hea on tõdeda, et Teeseaduse juba esimeses paragrahvis, mis puudutab dokumendi rakendust, viidatakse muuhulgas ka keskkonnakaitse vajadusele. Paljud on kindlasti kuulnud sõnapaari *keskkonnamõjude hindamine* (KMH). Mida see tähendab? See on arendaja poolt kavandatava tegevuse ja selle reaalsete alternatiivide poolt keskkonnale avaldatava mõju süstemaatiline, taasesitatav ja interdistsiplinaarne hindamine. KMH alusepanijaks peetakse USA-s 1969. aastal vastu võetud rahvusliku keskkonnapoliitika seadust (*National Environmental Policy Act*). Euroopa Liidus jõustus selleala-ne direktiiv (85/337/EEC) 1985. aastal. Eestis hakati tegema *ökoloogilist ekspertiisi* 1980. aastate teisel poolel. *Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanõuditeerimise seaduseni* jõuti aastal 2001. Antud seadus järgib üsna täpselt Euroopa Liidus kehtivaid vastavasisulisi direktiive. Seega pole KMH traditsioonid eriti pikaajalised ei meil ega mujal maailmas.

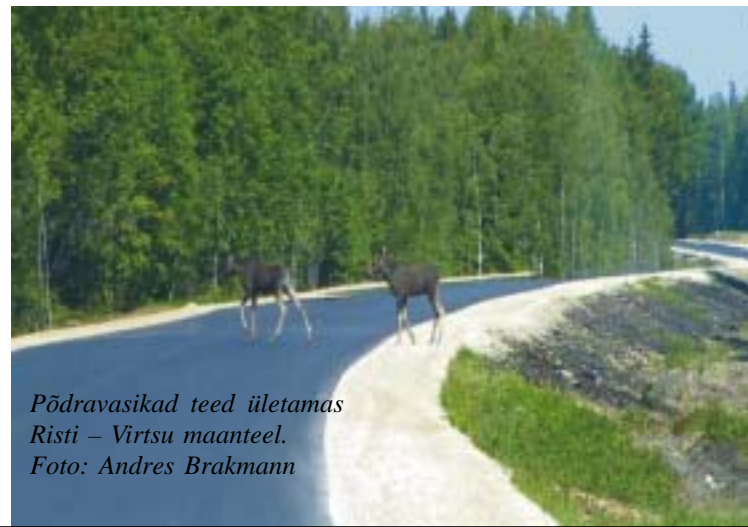
Olulise tööke keskkonnakorraldusega tegelemiseks teehoiul on andnud teeprojekte finantseerivate rahvusvaheliste struktuuride (Maailmapank, ISPA, NIB) keskkonnavalased protseduurid ning nende korrektset täitmist jälgitakse sealt poolt üsnagi rangelt. Kui keskkonnamõjude analüüs pole piisav või ettevõtja esitatud keskkonnategevuskava osutub puudulikuks, võib doonor kõige mustema stsenaariumi kohaselt koguni loobuda antud projekti rahastamisest.

Keskkonnavalased tingimused jagunevadki enamasti kahte ossa. Esiteks, projekteerimise faasis keskkonnamõjude hindamine ja vajadusel hindamistulemuste rakendamine. Mis on põhilised mõjud? (Eespool nimetatud CO₂ ja NO_x probleemide leevendamine jääb esialgu väljapoole Maanteeameti võimalusi, see tuleb paika panna kõrgemal riiklikul tasemel.)

Mõõtmised on näidanud, et müra ületab lubatud norme meie põhimaanteedel üsna mitmes kohas. Enamasti on tege-

Tähelepanelikul vaatamisel on näha loomajälgi, mis sisenavad nii jäätunud truupi kui suunduvad teekatte poole. Pilt on tehtud Tallinna – Narva maantee Läsna jõe binokkeltruubi juures.

Foto: Lauri Klein



Põdravasikad teed ületamas Risti – Virtsu maanteel.

Foto: Andres Brakmann

MAANTEEHOIUL

mist kõrgema liiklusintensiivsusega ning suurema raskeveokite osakaaluga. Kuidas liigne müra mõjub inimesele? Et müral on ärritav toime, siis inimese pingeseisund ja ärrituvus suurenevad. Näiteks kes pidevalt töötab valju müraareostuse tingimustes (üle 70 dB), sellel võivad tekkida kuulmiskahjustused, südame- ja vereringehäired, sisesekretsiooninäärmete, hingamiseldite ja närvisüsteemi kahjustused. Lahendusi mürataseme leevendamiseks ei tule kaugelt otsida – nii põhjamaades kui ka läänepoolses Euroopas on laialt levinud mürakaitserajatiste kasutamine maanteede läheduses. Võrdluseks olgu lisatud, et *normaalse töörežiimi* korral ulatub kõrtsi müratase kuni 95 dB-ni.

Eestimaa üks suuremaid loodusväärtusi on bioloogiline mitmekesisus. Elustik on siin suhteliselt liigirikas, meil on paljude Euroopas ohustatud liikide (karu, hunt, ilves, hallhane, kimalased) tugevaid ja taastumisjõulisi asurkondi. Eesti maastikud on mitmekesised, taastumisvõimelised ja nende struktuur on suhteliselt hea. Eesti on ühinenud bioloogilise mitmekesisuse, Berni, Ramsari, Washingtoni ja Helsingi konventsiooniga. Metsloomadel, nagu ka inimestel on enamasti omad kindlad liikumisteed ja -rajad, nende omavaheline ristumine võib kaasa tuua konflikte. Metsloomade rändealad läbivad maanteed moodustavad barjääri, mida väiksematel loomadega peaaegu võimatu ületada. Tuginedes olemasolevatele andmetele, toimuvad Eesti teedel sõidukite kokkupõrked loomadest peamiselt suurulukitega (põdra ja metskitsega). Kuid maanteedel avaneva pildi põhjal võib oletada, et väikeulukeid hukkab vähemalt sama palju, kui mitte rohkemgi. Mida ette võtta? Jällegi tuleb tõdeda, et mujal maailmas on neid probleeme uuritud aastakümneid ja ka reaalseid rakendusi on ellu viidud. N-ö. *jalgratas on juba leiutatud, nüüd tuleb meil sellega sõitma õppida.*

Autoliikluse tulemusena akumulereerub teeäärsesse pinnasesse põhiliselt raskmetalle ja polütsükliilisi aromaateid süsi-vesikuid (PAH), mis kuuluvad ohtlikemate saasteainete hulka. Kui PAH-ühendid lagunevad keskkonnas suhteliselt lühikesel ajajooksul, siis raskmetalliühendid võivad jääda keskkonda pikemaks ajaks. Nad võivad veega muldadest välja

uhtuda ja kanduda veekogudesse ning põhjavette, samuti akumulereeruda toiduahelates. Eriti ohustatud on veeökosüsteemid, kus raskmetallid kogunevad põhjasettesse, saastates kogu süsteemi pika aja vältel. Raskmetallide hulgas on olulisemad plii (Pb), kaadmium (Cd) ja tsink (Zn) ja just need akumulereeruvad sagedamini teeäärsetel aladel. 2002. aastal läbi viidud pinnaseuuring näitas selgelt, et teeäärse pinnase saastatus raskmetallidega on lubatud normide piires ning teeäred ei kujuta olulist ohtu keskkonnale.

Lisaks neile on olulised keskkonnaaspektid veel veekogude kaitse, kultuuriline keskkond, visuaalne mõju, sotsiaalmajanduslikud mõjud jne.

Teine keskkonnaalane tingimus on ehitustööde aegsed nõuded. Hea meel on selle üle, et Eesti suuremad tee-ehitusettevõtted on keskkonnakaitse tähtsust endale teadvustanud ja juurutanud enda tegevuses ISO keskkonnastandardid, tõenäoliselt osaliselt oma (piiritaguse) emafirma survele. Standardi omamine tähendab seda, et ettevõtte on teadlik oma tegevusest, toodetest või teenustest täielikult või osaliselt tulenevast igasugusest, ebasoodsast või soodsast muutusest keskkonnas. Sertifikaadi saamisega pole eesmärk kaugeltki täidetud, vastupidi – kõik alles algab, süsteemi tuleb hakata ettevõttes rakendama. Siin tekitavad raskusi enamasti vähesed kogemused, aga küll need aja möödudes tulevad. Kõige tähtsam on see, et algus on tehtud. Ehitusaegsed mõjud on seotud eelkõige ajutiste asfaltbetoonitehastega, neil peavad olema vastavad keskkonnalaad, vältida tuleb lekkeid, elamute või veekogude liigset lähedust, müra, tolmu jne. Ettevõtja peab korrektselt ladustama õlid ja kütused, korraldama vajadusel ohtlike jäätmete äraveo sobivasse kohta.

Mida toob tulevik? Eesti riik on Maanteeameti pannud vastutama selle eest, mis toimub maanteedel ning nende mõjusfääris. Keskkonnakaitse puhul on oluline süsteemne lähenemine. Siia alla kuulub kindlasti vastav koolitus, erinevate nõuete ja juhendite väljatöötamine, vajalike andmete kogumine ja analüüs. Inimene on *laenanud* looduselt väga palju ning selle kompenseerimine peaks olema auküsimus. ■

Tolmu- ja müraaaste mõjub elanikele häirivalt.

Foto: Hendrik Puhkim



Selline pilt avanes Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa maanteel Uhti – Saverna lõigul 2003. aasta taastusremondi ajal.

Foto: Hendrik Puhkim