

2⁽³⁴⁾

JUUNI
2003

Teeleht

MAANTEEAMETI

VÄLJAANNE



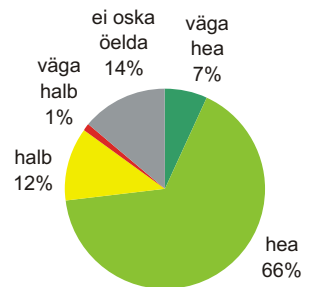
Andrus Aavik kaitses doktorikraadi

PROBLEEMID?
PROBLEEMID?
PROBLEEMID?
PROBLEEMID?
PROBLEEMID?

$$E_{eq} = 0,25 \pi FS (1 - \mu^2)/d_0$$

Hinnangud maanteede talvistele sõiduoludele

Tallinn – Narva, Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa maantee



Jüri Seppar maanteedest

POOLT

VÕI

VASTU?

SISUKORD

- 1 Hinnangud talihooldetasemele Eesti riigimaanteedel
 - 3 Balti Maanteeliidu korriline koosolek Palangas
 - 3 Balti Maanteeliidu ja Põhjamaade Maanteeliidu peasekretärid Kuressaares
 - 4 Probleemid? Ants Vaimel
 - 8 Tehnikadoktor Andrus Aavik
 - 13 Esimene ISPA projektileping
 - 14 Kuhu liigud, meie linn? Urve Sellenberg
 - 16 In memoriam
 - 17 "Postitee eile, täna, homme"
 - 18 PMS Leedus. Jaan Ingermaa
 - 20 Belgia õppereis. Tõnu Asandi
 - 22 Bussidele talverehvid – poolt või vastu? Sirje Lilleorg
 - 25 Mida tehakse Venemaa teedel? Intervjuust Igor Sljunjajeviga
 - 26 Maanteejuttu Jüri Seppariga
 - 29 Teised meist
 - 30 Liiklussagedus riigimaanteedel. Tõnu Asandi
 - 31 Betoonotekodade projektide võistlus
 - 31 Ajalooline koht Nõmmel teada
 - 32 Summary
- Tagasisekaanel: Fääri saartel tunneleid vaatamas**

Pildil all kõik Eesti teedevalitsuste juhatajad, vasakult istuvad: Eugen Õis, Aleksander Kollo, Jüri Seppar, seisavad: Kuno Männik, Enn Raadik, Tõnis Pleksepp. Foto: E. Vahter



ÜLEVAADE REFORMIALASTEST ARTIKLITEST TEELEHES

Et maanteehoiureformi esimest etappi loetakse lõpuleviiduks, on huvitav järele vaadata, kas Teeleht on nii sisuliselt kui ka formaalselt reformile kaasa aidanud. Reform käivitus mäletatavasti viis aastat tagasi.

Maanteehoiureformi käsitlevad artiklid Teelehes

Teelehe number	Ilmumisaasta	Artikli autor	Artikli pealkiri	
1 (33)	2003	Rain Hallimäe	Riigimaanteed hoolde riigihangetest ja hooldelepingutest aastatel 2000–2002	
4 (32)	2002	Koit Tsefels	Maanteehoiu haldusreform jõuab lõpule 2003. aasta 1. aprillil	
4 (32)	2002	Kuno Männik	Esimene regionaalne teedevalitsus tegutseb	
4 (32)	2002	Ingemar Skogö	Maanteed haldusreform Rootsis	
31/32	2002	Pekka Pakkala	Inglismaa (maanteed haldussüsteem)	
3 (31)	2002	Reportaaž	Seminar maanteehoiu ümberkorraldamisest	
3 (31)	2002	Ahto Venner	Maanteehoiureform on liikunud edasi	
3 (31)	2002	Ahto Venner	100 päeva osatühingu Valga Teed asutamisel	
3 (31)	2002	Ajakiri "Tie ja Liikenne" (Soome)	Üldkasutatavate teede 124 miljoni euro suurune hooldetellimus on lahenduse leidnud (Soome)	
2 (30)	2002	W. Martin de Jong	Uue avaliku halduse Põhjamaa mudeli täiuse viimine	
2 (30)	2002	Koit Tsefels	Maanteehoiu organisatsiooni reformist	
Teelehe lisa	2001	Tee-ehitus- ja Liiklusinseneride Riiklik Ühendus (Saksa LV)	Teedevalitsuste reorienteerimine põhjus, eesmärgid, raamtingimused	
4 (28)	2001	Reportaaž	OÜ Rapla Teed heiskas oma lipu	
3 (27)	2001	Reportaaž	PIARC'i seminar Tallinnas	
2 (26)	2001	Intervjuu	Kuidas on läinud Põlvas?	
1 (25)	2001	Ülle Karjane	Transpordisektori reorganiseerimine Balti riikides – kokkuvõtte Riia seminarist	
4 (24)	2000	Eero Karjaluoto	Teede Äriettevõtte lähtepositsioonidel	
3 (23)	2000	"Tie ja Liikenne"	Maanteehoiu erastamisest Soomes	
2 (22)	2000	Jan Ölander	Talvine teede korrashoid – Rootsi tee	
1 (21)	2000	Intervjuu	Põlva Teedevalitsus erastatud?	
2/3	(18/19)	1999	Markku Teppo	Teedeorganisatsioonid globaalsete muudatuste valguses
2 (14)	1998	Riho Sõrmus	Maanteehoiureform on käivitatud	
1 (13)	1998	AS TP Invest uurimistöõ refereering	Veel kord maanteehoiuorganisatsiooni ümberkorraldamisest	
4 (12)	1997	Allan Allik, Kuno Männik, Enn Raadik, Heino Ristmäe, Hillar Varik, Jüri Riimaa	Maanteehoiu ümberkorraldamisest	
1 (9)	1997	Aldur Aasa, Lembit Hark, Jüri Riimaa	Uued suunad Ungari maanteehoiuorganisatsioonis	

HINNANGUD TALIHOOLODETASEMELE EESTI RIIGIMAANTEEDEL

Ajavahemikul 1. novembrist 2002 kuni 15. aprillini 2003 korraldas Maanteeamet küsitluse, mille eesmärgiks oli saada autojuhtidelt tagasisidet 2002./2003. aasta talve sõiduolude kohta riigimaanteedel. Allpool refereerib Teeleht Emori koostatud aruannet.

Uuringu põhieesmärgiks oli hinnata talviseid sõiduolusid riigimaanteedel. Uuringu tulemusel selgus küsitlusele vastanud sõidukijuhtide...

- arvamus erineva taseme riigimaanteedel talvistest sõiduoludest
- hinnangud sõiduolude kohta käiva info jagamise kohta ja selle kasutamine
- kiiruse valik ja talverehvide kasutamine
- hinnang maanteel liikuvate jalakäijate nähtavusele

Uuringu küsimustik moodustas osa sõidukijuhtidele koostatud infovoldikust, milles jagati teavet talvise maanteehooldde kohta. Infovoldikud olid kättesaadavad peamiselt bensiinijaamades üle Eesti. Küsitlus viidi läbi anketeerimise meetodil, st. vastaja täitis iseseisvalt ankeedi ja saatis selle posti teel Maanteeametisse.

Kokku laekus Maanteeametisse 417 korrektselt täidetud ankeeti. Maanteeamet edastas täidetud ankeedid Emorile analüüsimiseks ja aruande koostamiseks.

Uuringu tulemuste tõlgendamisel tuleb arvestada küsitluseks valitud meetodi eripäradega. Et vastajate jaotust ei ole võimalik võrrelda sõidukijuhtide tegeliku jaotusega, siis antud uuringu põhjal ei saa teha oletusi teiste, küsitlusele mittevastanud sõidukijuhtide arvamuste kohta ja tulemusi ei tohiks tõlgendada kui kõigi Eesti sõidukijuhtide arvamust talviste teeolude kohta. Küll aga kaardistab antud uuring peamised positiivsed ja negatiivsed aspektid riigimaanteedel talvistest sõiduoludes.

Küsitlusele vastanute hulgas olid ülekaalus sõidukijuhid, kellel on pikaajalisi sõidukogemusi ning kes kasutavad oma sõitudeks eri tasemega riigimaanteid. Seega võib eeldada, et nende sõidukijuhtide arvamus sõiduolude kohta riiklikel maanteedel ja käitumine talvistel teedel peegeldavad keskmisest enam teadlikumate juhtide hinnanguid.

Küsitlusele vastanud hindasid möödunud talve sõiduolusid riigimaanteedel rahuldavaks, kuid hinnangutes oli suhteliselt suuri erinevusi. Põhimaanteedel talviseid sõiduolusid hinnati üldiselt heaks, kuid väiksematel teedel pigem

halvaks. Kriitilisemad talviste sõiduolude suhtes nii suurtel kui väiksematel teedel olid autojuhid, kelle aastane läbisõit on üle 20 000 km ning kellel on juhistaazi alla 10 aasta. Sõiduolusid hinnati keskmisest paremaks Lõuna- ja Lääne-Eesti teedel. Sõiduolusid talvistel teedel aitaks parandada lumetõrje operatiivsus ja väiksematel teedel oleks abi ka õigeaegsest libedusetõrjest.

Enamik vastanutest arvestab infot maanteede olukorra kohta ning peab selle jagamise operatiivsust heaks. Peamine infoallikas on enamiku autojuhtide jaoks raadio liiklussaated, lisaks otsitakse teavet ka Internetist ja ajalehtedest ning televisioonist. Veoauto- ja bussijuhtidele on oluliseks operatiivse info allikaks sõbrad-tuttavad-kolleegid.

Lubatud sõidukiirust järgib alati ainult ligikaudu pool autojuhtidest, teised sõidavad sellest tavaliselt kiiremini kuni 10 km/h või valivad kiiruse vastavalt sõiduoludele. Sõidukiirust jälgivad suurema tõenäosusega veoauto- ja bussijuhid ning väiksemate linnade ja maapiirkondade sõidukijuhid. Kui arvestada küsitletute arvamust talviste sõiduolude kohta ning kiiruse valikut, siis võib oletada, et paljud autojuhid, kes sõidavad peamiselt põhimaanteedel või teistel suurematel riigimaanteedel, ei arvesta sõidukiiruse valikul oluliselt maanteede sõiduolusid.

Peaaegu kõik uuringus osalenud sõidukijuhid kasutasid talverehve; sõiduautode ja väikebussidega sõitjad kasutavad suurema tõenäosusega naastrehve või naelkumme, veoauto- ja bussijuhid lamellrehve või spetsiaalseid naelteta kumme talveperioodiks.

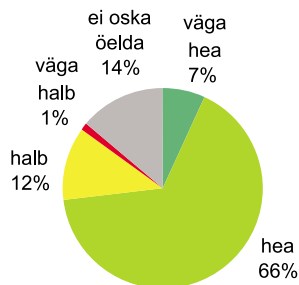
Ligi kahe kolmandiku sõidukijuhtide arvates on jalakäijate nähtavus viimaste aastate jooksul muutunud paremaks tänu helkurite, taskulampide jmt. kasutamisele. Kuid samas peab nentima, et paljude juhtide arvates ei ole see veel piisav maapiirkondades ning Virumaal.

Rahulolu tee hooldetasemega on sõltuvuses nii maantee tehno seisundist, maakondlikust teehooldetasemest kui ka liiklusohutusnõuete järgimisest juhi enda poolt talveteel. Edaspidi võiks vastanute arvates riigimaanteede hoolde korraldamisel pöörata tähelepanu kahele asjale – vaja oleks parandada lumetõrje operatiivsust kõigi tasemetel maanteedel ja liivatada-soolatada väiksemaid riigimaanteid. Liiklusohutuse suurendamisele talvistel teedel aitaks kaasa ka ajutiste liikluse märkide paigaldamine ja et kõik jalakäijad ning jalgratturid kasutaksid pimedal maanteel helkureid või taskulampe.

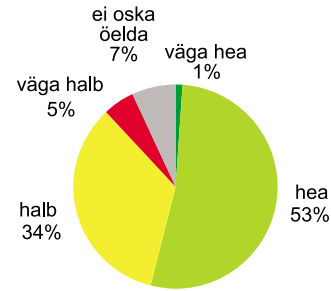
Refereeris ENNO VAHTER

Hinnangud maanteede talvistele sõiduoludele

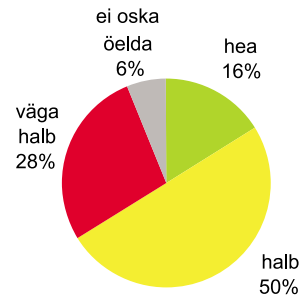
Tallinn – Narva, Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa maantee



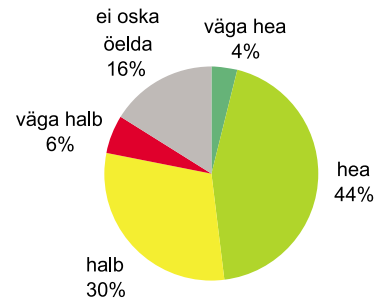
Teised suuremad maanteed



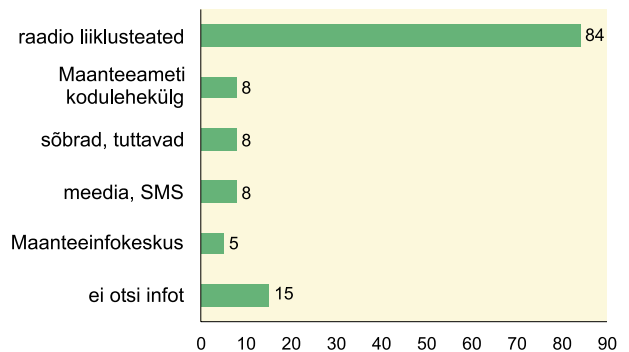
Ülejäänud, väiksemad maanteed



Hinnang sõiduolude info jagamise kohta



Infoallikad teede talviste sõiduolude kohta, %



BALTI MAANTEELIIDU KORRALINE KEVADINE KOOSOLEK PALANGAS (LEEDU) 7. – 9. MAI 2003

Balti Maanteeliidu Nõukogu korralisest kevadisest koosolekust Palangas Leedus 7. – 9. mail 2003 võtsid seekord osa kõik nõukogu liikmed.

Pildil vasakult, seisavad: Janis Klismets (Läti Maanteeameti peadirektori asetäitja), Andris Veiss (Läti MA peadirektori aparadiiülem), Jüri Riimaa (Eesti MA nõunik), Aleksander Kaldas (Eesti MA nõunik), Petras Tekorius (Leedu MA peadirektori asetäitja), Algirdas Radauskas (Leedu MA välissuhete osakonna juhataja), Koit Tsefels (Eesti MA peadirektori asetäitja), Algimantas Janušauskas (Leedu MA peadirektori asetäitja);



istuvad vasakult: Talis Straume (Läti Transpordiministeeriumi Teede- ja Transpordivalitsuse direktor), Riho Sõrmus (Eesti MA peadirektor), Virgaudas Puodžiukas (Leedu MA peadirektor), Olafs Kronlaks (Läti MA Nõukogu esimees).

Balti Maanteeliidu ja Põhjamaade Maanteeliidu peasekretärid



kohtuvad ühise tööplaani alusel regulaarselt **kaks korda aastas**, et arutada nende poolt koordineeritava liitudevahelise koostöölepingu üksikasju ja ette valmistada küsimusi, mis vajavad käsitlemist ja/või otsustamist kord aastas peetaval liitude juhataste koosolekul.

Sekretäride kohtumine käib külakorda ja peeti sel kevadel **11.–13. mail Eestis Saaremaal**. Toimusid kaks istungit (Kuressaares) ning tehniline ekskursioon tutvumiseks Saaremaa maanteevõrgu ja loodusega.

Märkus: Balti Maanteeliidul ei ole põhikirja järgi peasekretäri staatus, kuid on volitatud isikud, kes tegutsevad peasekretäri õigustes.

Esimeselt istungilt on pildile jäänud kõik Põhjamaade Maanteeliidu esindajad.

Tekst ja foto: Aleksander Kaldas

PROBLEEMID?

PROBLEEMID?

PROBLEEMID?



Ants Vaimel
tehnikakandidaat,
teedeinsener

Katendite külmakindluse all mõistetakse külmakerke jäämist väiksemaks lubatavast. Külmakerge on paratamatus, mida me konstruktiivsete abinõudega võime küll vähendada, kuid olematuks seda siiski teha ei saa. Külmakerge on negatiivne nähtus, mille tulemuseks on katte ebatasasused nii külmakerke kujunemisel kui ka “tagasivajumisel”, pinnase kobestumine ja pinnase sorteerimine. Pinnase kobestumise tõttu on meie kliimas ületihendamine mõttetu tegevus, sest sellest loodetud efekt kaob juba mõne talvega. Mis puutub pinnase sorteerimisse, siis seda teadsid talumehed juba ammu: kui põllupinnalt kivid ära korjata, siis mõne aasta pärast on nad jälle olemas, sest külm kergitab neid sügavamalt pinnale.

Et külmakerge jääks lubatavast väiksemaks, tuleb külmakerke suurus määrata arvutustega. Siis saab valida vastavad lahendused. Meie teeme seda kooskõlas “Elastsete katendite projekteerimise juhendi” (BCH 46-83) (edaspidi **Juhend**) järgi, mille kohaselt külmakerke suurus

$$y = f(B, H, Z_1),$$

kus:

B on pinnase omadusi arvestav näitaja

H – pinnasevee sügavus

Z_1 – katendi paksus konstantse kliimateguri $\alpha = 75$ ja pinnase arvutusliku külmumissügavuse $Z = 125$ cm juures.

Niikaua kui külmakerke suurust on selliselt arvutatud, on esitatud ka küsimust, mis on “arvutuslik” külmumissügavus, sest tegelikud külmumissügavused võivad olla märksa suuremad. Vastusena on pakutud: olgu tegelik külmumissügavus kuitahes suur, ometigi külmakerke kujunemisest võtvat osa ainult külmunud pinnase ülemine osa, mille paksus ongi Eestis 125 cm. See seletus pole olnud kõikidele selle ala spetsialistidele vastuvõetav.

Ka **Juhendi** koostamisel esitati korduvalt seda küsimust ja soovides karmistada katendite külmakindluse nõuet, soovitati arvutuslikuks külmakerkeks võtta 150 cm. Et see soovitus oli rohkem intuiitivset laadi ja puudusid seda kinnitavad normatiivsed/kirjanduslikud allikad, siis jääd 125 cm juurde.

Nüüd on aga see intuiitivset laadi soovitus leidnud kinnitust Vene uues elastsete katendite arvutamise juhendis МОДН 2-2001, mille järgi Eestis peakski $Z = 150$ cm.

Allpool esitame võrdlevad 125/150 arvutustulemused. Võrdlemise aluseks oli püsikatend paksusega 90 cm, mis lasub külmakerke mõttes halval pinnasel – tolmsel saviilval.

- Sellise katendi puhul saadi
- **Juhendi** järgi, kui $H = Z = 125$ cm, on külmakerke suurusks 3,9 cm
 - **Juhendi** järgi, kui $H = Z = 150$ cm, on külmakerke suurusks 4,5 cm
 - **МОДН 2-2001** järgi 6,4 cm.
- Märkigem, et lubatava külmakerke suuruseks nii **Juhendi** kui ka **МОДН 2-2001** järgi on 4 cm.

Kas nendes arvudes 3,9/4,5/6,4 ei sisaldugi üks probleeme?

Koormus määrab mis tahes insenerikonstruktsiooni dimensioonid, sh. katendi oma. Koormus on peamine.

Et tegelikult esineda võivad koormused on mitmekesised, siis insenerikonstruktsioonide tugevusarvutused toimuvad normkoormuse järgi, mis tegelikult esineda võivast pole väiksem või on – tagavara kasuks – sellest alati suurem.

Juhendis on riigimaanteede katendite jaoks normkoormuseks veok, mille maksimaalselt koormatud teljele langeb 100 kN või 110 kN. Viimase all on millegipärast mõeldud bussi ja seda normkoormust rakendatakse siis, kui busside osatähtsus on suurem kui 5% veoauto + auto-trolli-bussi liiklussagedusest. Peale teljekoormuse on normeeritud veel erisurve teekatte pinnale ja selleks on nii 100 kui ka 110 kN puhul 0,6 MPa. Märkigem, et erisurve võrdub rehvirõhuga.

Eks N Liidu ajal vastasid tegelikud teljekoormused ja erisurved enam-vähem neile normidele. Nende normkoormuste järgi arvutasime katendeid siis ja inertsist arvutame veel praegugi, kuigi tegelik olukord on suuresti erinev. Meie teedel on lubatud liigelda veokitel, mille teljekoormus on 115 kN, ja neid ka tegelikult liigub ja mitte vähe. ARK'i tehnikaosakonna hinnangul on neid kindlasti > 5% veoauto/busside üldarvust. Nende arvu muutus on kindlalt suurenemise suunas. Erisurved = rehvirõhud küündivad aga kuni 0,9, spetsiaalveokitel isegi 1,0, enamikul juhul aga on 0,8 MPa.

Järelikult meie katenditel liiguvad raskemad veokid kui me seda arvutuslikult oleme ette näinud.

ARK'is on üpris täpsed andmed kogu meie autopargi kohta, kuid saada vastust, kui palju meil on veokeid, mille maksimaalne teljekoormus on 11,5 t, polnud käesoleva artikli kirjutamise ajal võimalik.

Politsei kaalub meie teedel veokeid, selgitamaks "ülekaalulisi", et siis trahviprotokolle kirjutada. Kogu see töö peaks aga toimuma meetodika järgi, mis võimaldaks saada teavet katenditele mõjuvast koormusest. See peaks olema veokite kaalumise eesmärk.

Oleks igati loogiline, et normkoormused viiakse kooskõlla tegelikkuses esinevaga. Sellest oli juttu ka maantee projekteerimise normide eelnõu arutelul, kuid sinna jäi siiski peamisteks 100 kN ja 0,6 MPa märkusega, et võivat arvutada ka teiste koormuste järgi. Selline normide esitlusviis pole korrektne, sest eirab tegelikkuses esinevat, jättes lahtiseks, kes siis projekteerimisel määrab, mille järgi katendit arvutada.

Katendi mittesidusates kihtides on liikuvast koormusest tekkivad nihke- ja tõmbepinged asfaltbetoonis proportsionaalsed rehvirõhuga. Seega võib nii nihke- kui ka tõmbe-

pinge neis kihtides olla ca 33% suurem, kui me arvutustes oleme ette näinud. Selle tulemusena on loodud soodne olukord:

- mittesidusates kihtides pikiroopa tekkimiseks, mis kopeeritakse asfaltbetoonis; asfaltbetooni pikiroobas ei teki (kui tekib) mitte ainult nihkepingetest mittesidusates kihtides, vaid ka kuumade ilmadega lihtsalt suure rehvirõhu tõttu ja veokitest, mille enimkoormatud telgedel on üksikrattad
- tõmbepingete tekkimiseks asfaltbetoonis; liikuva koormuse tõmbepingu asfaltbetoonis tekib asfaltbetooni allpinna, sealsamas, kus temperatuuripraad tekkisid talvel 2002/2003 (üks soodustab teist!); üksikrattaste puhul on tõmbepinged asfaltbetoonis 15% võrra suuremad.

Nimetatud deformatsioonid ei tarvitse tingimata tekkida või tekkinuna jäävad vähemärgatavateks või kantakse need muude põhjuste, näiteks naastrehvide kulutava toime arvele. Või olenevalt pinnasest, selle arvutuslikust niiskusest ja koormussagedusest ei osutu need pinged olulisteks, vaid määravaks osutub hoopis suhe E_{uld}/E_{vaj} . Seda probleemi selgitab **Juhendi** tabel 12.2. Kuid, nagu öeldud, eelsoodumus on olemas.

Mis puutub selle 15% arvestamisse, siis see võimalus oli ja on praegugi, kuid projekteerimispraktikas seda ei kasutata. **Juhendi** koostamisel tehti ettepanek selle kohustuslikuks rakendamiseks, kuid oponendid, nende hulgas ka MA esindaja, ei nõustunud sellega.

Katendi kõiki, ka siin nimetamata olukordi mõjutab ratta ja katte kontaktpinna suurus, mis on 115 kN ja suurema rehvirõhu tõttu midagi muud kui 100 kN/0,6 MPa puhul. Ilmselt ei avaldu mõju soodsamas suunas.

Nihkepingete arvutamise. Kuidas nihkepingeid arvutada, see on olnud koolkondade vaheliste vaidluste objektiks. Kuni **МОДН 2-2001** kehtestamiseni oli "peal" koolkond, kes arvas, et liivakihi nihkepingete arvutamisel tuleb kasutada liiva E-moodulit, kuid nüüd, pärast aastakümneid, on "peal" need, kelle järgi tuleb nihkepingete arvutamisel võtta E_{uld} liivakihi peal. Viimasel juhul saadakse nihkepinged väiksematena.

Siin on tegemist "kord Vestmann peal ja Piibelegt all..." sündroomi vene variandiga. Kahjuks aga katendite tugevusõpetuses.

Tuleb tunnistada, et katendite projekteerimine kehtivate normkoormuste järgi ei taga püsikatendite töökindlust 0,9...0,95. Arvutused (need pole keerulised ja vastav meetodika on olemas) näitavad, et olukord, mille on tinginud normkoormuste mittevastavus tegelikule koormusolukorrale, võib vähendada töökindlust 0,6-ni (so. siirdekateendite tasemeni!).

Selgituseks olgu öeldud, et katte (katendi) seisund muutub (halveneb) kasutusaja jooksul. Ka korrektne hooldus ja õigeaegsed remondid ei taga katte seisundi püsimist sellisena, nagu see oli ehitusjärgsel. Kuid toimunud sõidetavuse halvenemine peab jääma ka kasutusaja lõpuks teatavatesse vastuvõetavatesse piiridesse. Neid piire iseloomustab töökindluse tegur K_{tk} . Näiteks $K_{tk} = 0,95$ tähendab, et kasutusaja lõpus võib esineda katte pinna defekte (mitmesuguseid

Tabel 1

Sõiduki liik	Tüübi tähis	Telgede arv	Siirdetegur	
			eelnõu	kehtiv
Veoauto	W	1+1	0,02	0,1
	VK	1+1	0,1	0,75
	VR	1+1	0,8	0,8
	2-teljeliste keskm.	–	0,12	–
	VR	1+2		0,85
Sadul- ja autorong	SR või AR	3	0,85	
		4	1,1	
		5	2,05	
		=>6	4,8	
	SR ja AR keskm.		2,0	1,5
Buss	BK	1+1	0,05	0,7
	BR	1+1	0,75	1,8
	BVR	1+1	4,9	–
	BR	1+2	1,7	–
	BL	1+1+1	1,7	1,7
	BH	1+1+1+1	2,5	–
Trollid	TR	1+1	2,1	2,1
	TL	1+1+1	1,95	1,95

väiksemaid jäävdeformatsioone, sh. ebatasasust, pragunemist, remonditud auke jmt.) kuni 5% sõidutee pinnast.

Juhendi järgi on töökindluse teguri maksimaalväärtuseks 0,95. Viimase aja erialakirjanduses on tehtud vihjeid, et see peaks olema 0,98 (kõrgeklassilistel teedel). **Tasuks kaaluda?**

Katendi tugevusarvutuse koormussageduse määramisel sõiduaautosid ei arvestata. Kõik sõiduautodest raskemad veokid taandatakse, kasutades vastavaid siirdetegureid (need on toodud tabelis 1), normkoormusele 100 kN.

Ülaltoodud tabelis “Siirdeteguri eelnõu” tähendab taotlust maantee projekteerimismõnede kinnitamiseks Eesti Vabariigi standardina. See asjaolu sunnib teatavale ettevaatusele, sest standard on dokument, mis oma aluste poolest peab olema kindel. Projektis toodud siirdetegurite väärtused aga tekitavad mõningaid kahtlusi, näiteks:

- väga raske bussi (BVR) siirdetegur 4,9 (?); isegi seda on raske ette kujutada, et mõni üksik buss on sellisel määral ülekoormatud, aga et lausa kõik, see pole küll võimalik
- 2-teljeliste täiskoormatud trollide (teljekoormused TTK'st) kaalutud keskmine siirdetegur on 1,3; selline ülekoormamine, mis annaks projektis toodud siirdeteguri 2,1, pole võimalik
- nende veokite, millel on kaks või enam tagatelge, siirdetegurid pole täpsed, sest kaalumispunktis pole määratav rehvirõhk; viimast on aga vaja naaberrataste mõju arvestamiseks.

Need näited ei tekita ka teiste siirdetegurite suhtes usaldust.

Projekti siirdetegurid on määratud Adavere kaalumispunkti andmete läbitöötamise tulemusena. Näiliselt õige lähenemine, kuid:

- **kas on õige ühe tee ühe kaalumispunkti andmeist tule-tada siirdetegureid kogu teedevõrgu jaoks?**
- on arusaamatu, miks ei kasutatud andmetöötluse statistilisi meetodeid; nende rakendamine oleks andnud vähemalt ühe kaalumispunkti (tee) kohta suurema usaldusväärsusega tulemusi
- kas on õige tegelike kaalumisandmete töötlemisel kasutada “mittetegelikku” dünaamikategurit 1,3; korrektne oluks ka selle kontrollimine või isegi uuesti määramine
- isegi siirdetegurite arvutamise autorile jäi ebaselgeks, missuguseid konstante rakendati siirdetegurite arvutamisel ja kuidas mõjutas tegeliku kiiruse erinevus kalibreerimisel kasutatud mõõtmistulemusi (Sõidukite koormussageduste siirdetegurite määramine. Lõpparuanne. TTÜ Teedeinstituut. Tln, 2001, lk 35).

Siirdetegurite puhul tekib ka muid mõtteid, sest nende:

- seos liiklusloendusandmetega on vaid kaudne
- praktiline kasutamine on tülikas suure arvu tõttu, kuigi võrreldes kehtivatega, on nende arvu vähendatud; näiteks Soomes on veokid grupeeritud selliselt, et siirdetegureid on kolm; Saksamaal ja Šveitsis on siirdetegureid ainult üks, kusjuures viimastes kujutavad siirdetegurid veokite (kaalutud) keskmisi, mida rakendatakse otse liiklusloenduse (veokite täiskoormatud) andmete suhtes.

Tabel 2

Q_{10}	E_{10}	ΔQ_{10} %	ΔE_{10} %	Q_{11}	E_{11}	ΔQ_{11} %	ΔE_{11} %	$Q_{11,5}$	$E_{11,5}$	K	$\Delta Q_{11,5}$	$\Delta E_{11,5}$
225	220			148	229			122	233	1,05595		
		11,1	1,4			10,8	1,7				10,6	2,1
250	223			164	233			135	238	1,0646		
		100	9,4			100	9,9				100,7	9,7
500	244			329	256			271	261	1,07157		
		50	4,9			49,8	5,8				49,8	5,3
750	256			493	269			406	275	1,07564		
		33,3	3,1			33,3	3,7				33,3	3,6
10 ³	264			657	279			541	285	1,07852		

Arvan, et see kaalutud keskmiste meetod väärrib tähelepanu.

Väide: siirdetegurite määramine, ükskõik kuidas me seda ei teeks, ei anna kõiki asjaolusid arvestavat (täpset) tulemust. See on aga valdkond, kus viga mõjutab lõpptulemust vähe (vt. tabel 2 ülal).

Q_x – koormussagedus

E_x – katendi vajalik elastsusmoodul

Δ – vastavate ridade juurdekasv

x – normkoormus tonnides.

Teguri K tähendus ja kasutamine: $E_{11,5} \approx K \times E_{10}$

$$Q_{11} = (10/11)^{4,4} \times Q_{10}$$

$$Q_{11,5} = (10/11,5)^{4,4} \times Q_{10}$$

Sellest tabelist nähtub, et näiteks suurendades koormussagedust (eksides koormussageduse määramisel) 100%, väljendub see eksimus vajalikus E-moodulis ainult 10 protsendiliselt. Või üldistavalt: eksides koormussageduse määramisel Y%, muutub vajalik E-moodul ainult $0,1 \times Y\%$. See kehtib kõikide normkoormuste puhul.

Quod erat demonstrandum!

Millisele normkoormusele katendit arvutada? Vastus peaks (?) olema ühene. Kui me lubame teedel sõita veokeid, mille maksimaalselt koormatud telg on 11,5 t, siis tuleks elementaarse loogika järgi lugeda see ka normkoormuseks.

Millegipärast on see põhjustanud vastuväiteid, mis on järgmised:

- kui me oleme määranud kindlaks tegelikud (?) siirdetegurid tegelike veokite taandamiseks 10-tonnisteks, siis saame 10-tonnise normkoormussageduse, mis sisaldab igasuguseid, nii alakoormatud, täiskoormatud, ülekoormatud kui ka 11,5-t teljekoormusega veokeid; seejuures viidatakse sellele, et 10-tonnise normkoormuse puhul võime isegi 12-tonnist teljekoormust taandada 10-tonnisteks. Võime küll, kui neid > 10-seid on vähe (mitte üle 5%). Kui neid on aga > 5%, siis olenevalt sellest, millest on jutt, tuleb kasutada vajaliku E-mooduli määramiseks iga juhtumi jaoks oma valemit. Valemid on 6-, 7-, 10-, 11-tonnise normkoormuse jaoks;

- et 11,5-tonnise normkoormuse jaoks valemit pole, siis arvatakse, et võiksimegi normkoormuseks võtta 11 t ja teha kõigi tegelike veokite (sh. ka 11,5-tonniste) taandamine 11-tonnisteks; selline lähenemine pole midagi muud kui küündimatus vajalik valem tuletada. Valem on siiski tuletatud ja see on kaudselt kirjeldatud tabelis 2 teguri K kaudu.

Siirdetegurid vajavad täpsustamist, seepärast ei peaks neid olema projekteerimismõõdetes, vaid mõnes madalama astme dokumendis, mida vajadusel oleks võimalik korrigeerida.

Liiklusloendusest ja -prognoosist. Mis tahes projektis peavad olema ka liiklusloenduse andmed (koormussageduse määramiseks), mis on tehtud ainult selle projektiga käsitletava lõigu kohta ja selle projekti tarbeks. Ka siis, kui sellel lõigul asetseb "ametlik" liiklusloenduse punkt.

Loendusandmed, mis on tehtud konkreetse objekti jaoks, on edaspidiseks kasutamiseks raskesti leitavad. Ja tavaliselt neid ei leitagi. Seepärast tuleks iga projekti koosseisus olevad loendusandmed kanda registrisse analoogiliselt "ametlike" loendusandmetega. See eeldaks muidugi konkreetset objektile loendusandmete esitamist ka "ametlike" loenduspunktide vormi kohaselt. Võiks kaaluda ka omaette registri loomist. Selline ettepanek on MA'le kolleeg E. Karu kaudu ka tehtud.

TTÜ Teedeinstituudi poolt on prognoositud põhi- ja tugimaanteede liiklussagedused kuni 2035. aastani. Tubli töö, kuid tulemuste käsitlemine võinuks olla üldistatum ja lihtsam. Näiteks Saksa vastavas juhendis on kogu Saksamaa kohta ainult kaks raskeliikluse (kõik, mis pole sõiduautod) juurdekasvu iseloomustavat arvu: riiklikel autoteedel (*Bundesautobahnen*) – aastane juurdekasv 0,03 ja kõigil teistel teedel 0,01.

Märkimist vääriks ka asjaolu, et Saksamaal on prognoosiperioodi pikkuseks 10 aastat (meil püsikatendite puhul 15 aastat). 10 aastat on tõepoolest piisavalt pikk aeg, et hinnata, mis seisundis on kate (katend) ja otsustada edasiste remontide või tugevdamise küsimus.

Kui on probleemid, siis peaksid olema ka lahendused. Ma loodan, et need leitakse. ■

TEHNIKADOKTOR ANDRUS AAVIK

28. märtsil 2003 kaitses Maanteeameti tehnikapoliitika osakonna juhataja Andrus Aavik Tallinna Tehnikaülikoolis doktoriväitekirja teemal "Teekatendite tugevuse hindamise meetodilised alused Eesti teekatendite hoiu süsteemis (EPMS)".



Andrus Aavik on sündinud 22. jaanuaril 1960 Kuresaares, kus omandas keskhariduse. Lõpetanud 1983 cum laude Tallinna Polütehnilise Instituudi (Tallinna Tehnikaülikool) ehitusinseneri diplomiga autoteede erialal, omandanud samas 1991 tehnikamagistri ning 2003 tehnikateaduste doktori kraadi. Andrus Aavik on töötanud varem Tallinna Polütehnilise Instituudi teede ja liikluse laboris inseneri ja noorenteadurina, Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskonna autoteede kateedri assistendina,

Maanteeameti uurimissektori juhatajana, Maanteeameti Tehnokeskuse arendusdirektori ja direktori asetäitjana, oli AS Teede Tehnokeskus juhatuse lüge ning on Maanteeameti tehnapoliitika osakonna juhataja.

Aastail 1999 – 2003 läbis TTÜ's doktoriõppe, on täiendanud ennast aastail 1994 – 95 Minnesota Transpordiametis USA's teede korrashoiu ja tee-ehitusmaterjalide alal, 1995 teinud läbi teedealase täiendusõppe USA Rahvuslikus Teedeinstituudis.

Pildil: Andrus Aavik (vas. kolmas) koos abikaasa ja kaitsmiskomisjoni liikmetega pärast edukat kaitsmist. Foto: E. Vahter

Alljärgnevalt kokkuvõte Andrus Aaviku doktoritööst.

TEEKATENDITE TUGEVUSE HINDAMISE METOODILISED ALUSED EESTI TEEKATENDITE HOIU SÜSTEEMIS (EPMS)

Teekatend on üks tähtsamaid tee elemente, millele pidevalt mõjuvad dünaamilised ja staatilised koormused ning keskkond põhjustavad alus- ja muldepinnase ning konstruktiivsete kihtide tugevusomaduste muutusi. Kõige kriitilisemaks perioodiks teekonstruktsioonile on kevad, sest suurenev niiskusesisaldus sulamisperioodil mõjutab suuresti pinnase ja teiste sidumata materjalide mehaanilisi ja füüsikalisi omadusi. Seda tuleb arvestada kui ühte peamist tegurit katendite faktilise tugevuse hindamisel ja ka dimensioneerimisel.

Dünaamilist koormusseadet (edaspidi *FWD* – *Falling Weight Deflectometer*) kasutatakse Eestis teekonstruktsiooni tugevuse süstemaatiliseks määramiseks 1996. aastast alates. Eestis on kasutusel Taani firma seade Dynatest FWD 8000, mis simuleerib 50-kN liikuva ratta koormust teatud kõrguselt teatud kaaluga koormuse langemisega 300 mm läbimõõduga koormusplaadile. Koormuse all tekkivaid katendi deformatsioone mõõdetakse 7 anduriga, millest üks on paigutatud koormusplaadi keskpunkti ja ülejäänud viimases vastavalt 300, 600, 750, 900, 1200 ja 1500 mm kaugusele.

Katendi üldise elastsusmooduli arvutamiseks *FWD*'ga mõõdetud katendi läbipainde järgi kasutatakse Eesti teekatendite hoiu süsteemis (EPMS) valemit, mis tuletati ajal, kui Eestis puudus praktiliselt igasugune kogemus *FWD*-mõõtmistulemuste interpreteerimiseks. Selle tulemusena esinevad küllaltki suured erinevused mõõdetud läbipainde ja Eesti elastsete teekatendite dimensioneerimise meetodika 2001-52 (edaspidi 2001-52) alusel arvatud katendi üldise elastsusmooduli väärtustes. EPMS'is on katendi üldise E-mooduli kriteeriumid määratud vastavalt 2001-52 juhendile, mistõttu ka *FWD*-mõõtmistulemuste alusel arvatud katendi üldise E-mooduli väärtused peavad olema võrreldavad 2001-52-ga.

Katendi üldine E-moodul tuleb määrata ajal, kui katend on kõige nõrgem, st. tavaliselt kevadel pärast sulamist. Et niisugune olukord esineb kevadel ainult 2-3 nädala jooksul, siis tuleks ka *FWD*-mõõtmised korraldada ainult sel perioodil, et katendi üldise E-mooduli arvutatavad väärtused oleksid võrreldavad 2001-52 meetodika alusel määratutega. Samas on kõigi *FWD*-mõõtmiste ajastamine kahele kolmele nädalale

kevadel suurte mõõtmismahtude tõttu praktiliselt võimatu. Selleks et tagada EPMS'ile vajalik *FWD*-mõõtmiste hulk, on vaja teostada mõõtmisi varakevadest hilissügiseni ja vastavaid parandustegureid kasutades taandada suvel mõõdetud katendi üldise E-mooduli väärtus kevadisele väärtusele.

Siit tuleneb ka peamine eesmärk: leida seos *FWD*'ga mõõdetud läbipainde ja 2001-52 alusel arvatud katendi üldise elastsusmooduli väärtuste vahel, tuletades *FWD*-mõõtmistulemuste alusel valemi katendi üldise elastsusmooduli arvutamiseks Eesti teekatendite hoiu süsteemis (EPMS).

Selleks valiti 1999. aastal 32 ja 2001. aastal täiendavalt 19 kontrollpunkti *FWD*-mõõtmiste teostamiseks olemasoleval katendikonstruktsioonil. Mõõtmispunktid on valitud Tallinna lähiumbrusse, et vältida pikki tühisõite, sest mõõtmisi tehakse varakevadest (kohe pärast katendikonstruktsiooni sulamist) kuni hilissügiseni 1–2 korda kuus. Mõõtmispunktid valiti nii, et oleks esindatud kõik Eesti põhilised asfaltkatete tüübid (asfaltbetoon, asfaltbetoon koos bituumenstabiliseeritud alusega, mustkate) ja ka erinev mulde kõrgus (0...>1m), et saada statistiliseks töötamiseks vajalik hulk andmeid. 51 *FWD*-mõõtmiste kontrollpunkti on ka optimaalne arv, et teostada mõõtmised kõigis punktides kahe tööpäeva jooksul.

Põhivalem, mida kasutatakse maailmas katendi üldise E-mooduli arvutamiseks mõõdetud vajumite alusel, on esitatav kujul:

$$E_{eq} = 0,25 \pi FS (1 - \mu^2)/d_0, \quad (1)$$

kus: E_{eq} on katendi üldine E-moodul koormusplaadi keskel (MPa)

F – kontaktsurve koormusplaadi all (kPa) – mõõdab *FWD*

S – koormusplaadi diameeter (mm)

μ – Poissoni tegur

d_0 – vajum koormusplaadi keskel (μm) – mõõdab *FWD*.

Dynatest *FWD* 8000 koormusplaadi raadius $S = 300$ mm ja vastavalt 2001-52 meetodikale katendi üldise E-mooduli arvutamisel Poissoni tegur $\mu = 0,3$.

Lisaks sõltub katendi üldine elastsusmoodul veel täiendavatest teguritest, mida võrrand (1) arvesse ei võta. Need tegurid on *FWD*'ga mõõtmiste aeg (kuu), bituumen-sideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur, teekonstruktsiooni kõrgus maapinnast, sademete hulk mingi *FWD*-mõõtmisele eelneva kindla perioodi jooksul.

Leidsin, et katendi üldise E-mooduli arvutamiseks, mis haaraks kõiki katendi üldist E-moodulit mõjutavaid tegureid korraga, sobib majanduses kasutatav Cobbi–Douglase võrrand, mis võimaldab leida seose suure hulga muutujate vahel:

$$y = a_0 \times x_1^{a_1} \times x_2^{a_2} \times \dots \times x_n^{a_n} \quad (2)$$

kus: y on arvutatav suurus

a_0, \dots, a_n – konstandid

x_1, \dots, x_n – muutujad, mis mõjutavad arvutatavat suurust.

Asendades valemis (2) esinevad üldised muutujad meile teada olevate võimalike teguritega, mis mõjutavad katendi üldise elastsusmooduli väärtust, saame valemi (2) katendi üldise E-mooduli (mille väärtus on võrreldav 2001-52 metoodika alusel arvatutuga) arvutamiseks esitada kujul:

$$E_{eq2001-52} = C \times E_{eq}^c \times T^t \times R^r \times M_i \times H_j, \quad (3)$$

kus: E_{eq} on katendi üldine E-moodul koormusplaadi all, MPa (arvutatud valemiga (1))

T – bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise ajal, °C

R – 30 päeva summaarne sademete hulk enne FWD'ga mõõtmist, mm

C, e, t, r – empiirilisel leitud konstandid

M_i – tegur, mis arvestab konkreetset kuud, millal toimus FWD'ga mõõtmine ($i = 4, \dots, 10$, aprill – oktoober)

H_j – tegur, mis võtab arvesse mulde kõrguse FWD-mõõtmispunkti ($j = <0,5 \text{ m}; 0,5 \dots 1 \text{ m}; > 1 \text{ m}$).

Võrrand (3) sisaldab kvantitatiivseid (katendi üldine E-moodul koormusplaadi all arvutatud valemiga (1), bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise ajal, 30 päeva summaarne sademete hulk enne FWD'ga mõõtmist) ja kvalitatiivseid (FWD-mõõtmisaeg, mulde kõrgus FWD'ga mõõtmise kohal) katendi üldise E-mooduli mõjutajate tegurite mõju suuruse saab määrata mitme muutuja regressiooni kasutades, kuid see ei sobi kvalitatiivsete tegurite mõju leidmiseks.

Võrrandis (3) empiiriliste konstantidena C, e, t, r ja tegurite M_i ja H_j väljendatud kõigi erinevate (nii kvantitatiivsete kui ka kvalitatiivsete) faktorite väärtuste leidmiseks ühekorraga sobib Microsoft Exceli Linest-funktsioon, mille kasutamiseks tuleb võrrand (3) teisendada logaritmilisele (st. lineaarsele) kujule. Logaritmilisel kujul võrrand võimaldab arvesse võtta kvalitatiivsete faktorite esinemist/mitteesinemist konkreetsetes FWD-ga mõõtmise punktis mõõtmishetkel (kui faktor esineb, siis $x = 10$ ja $\log 10 = 1$; kui faktor ei esine, siis $x = 1$ ja $\log 1 = 0$).

Tabelis 1 esinevate algandmete lühendite selgitus:

Lühendid	Algandmete lühendite selgitus
ETM	E – katendi üldine E-moodul koormusplaadi all, MPa (arvutatud valemiga (1)); T – bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise ajal, °C; M – kuu, millal FWD'ga mõõtmine tehti (4, ..., 10, aprill – oktoober).
ETMR	E, T, M – sama mis ülaltoodud; R – 30 päeva summaarne sademete hulk enne FWD'ga mõõtmist, mm.
ETMH	E, T, M – sama mis ülaltoodud; H – mulde kõrgus FWD-mõõtmise paigas (< 0,5 m; 0,5...1 m; > 1 m).
ETMRH	E, T, M, R, H – sama mis ülaltoodud.

Võrrandi (3) logaritmiline teisendus:

$$\log E_{2000-52} = \log C + e \log E_{eq} + t \log T + r \log R + m_i \log x_i + h_j \log x_j, \quad (3a)$$

kus: $x_i = 10$ konkreetsele kuule ($i = 4, \dots, 10$, aprill –

oktoober), millal teostati FWD-mõõtmine, kõigile teistele analüüsis kasutatud kuudele $x_i = 1$

$x_j = 10$ konkreetsele mulde kõrgusele FWD-mõõtmise

kohas (kas < 0,5 m; 0,5...1 m; > 1 m) ja kõigile

teistele analüüsis kasutatud mulde kõrgustele $x_j = 1$

$E_{2001-52}$ – katendi üldine E-moodul, arvutatud 2001-52 metoodika alusel konkreetset FWD'ga mõõtmise kohal, MPa

E_{eq} – katendi üldine E-moodul koormusplaadi all konkreetset FWD'ga mõõtmise kohal, MPa (arvutatud valemiga (1))

T – bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise ajal mõõtmiskohal, °C

R – 30 päeva summaarne sademete hulk enne FWD'ga mõõtmist mõõtmiskohal, mm

$\log C, e, t, r, m_i, h_j$ – empiirilised konstandid, mille väärtused määratakse Microsoft Exceli Linest-funktsiooniga.

Linesti sisendandmetena kasutatakse algandmete logaritmilisi väärtusi.

Tegurid M_i, H_j ja konstandi C võrrandis (3) saab arvutada Linest-funktsiooniga määratud konstantide $m_i, h_j, \log C$ väärtustest:

$$M_i = 10^{m_i} \quad (4)$$

$$H_j = 10^{h_j} \quad (5)$$

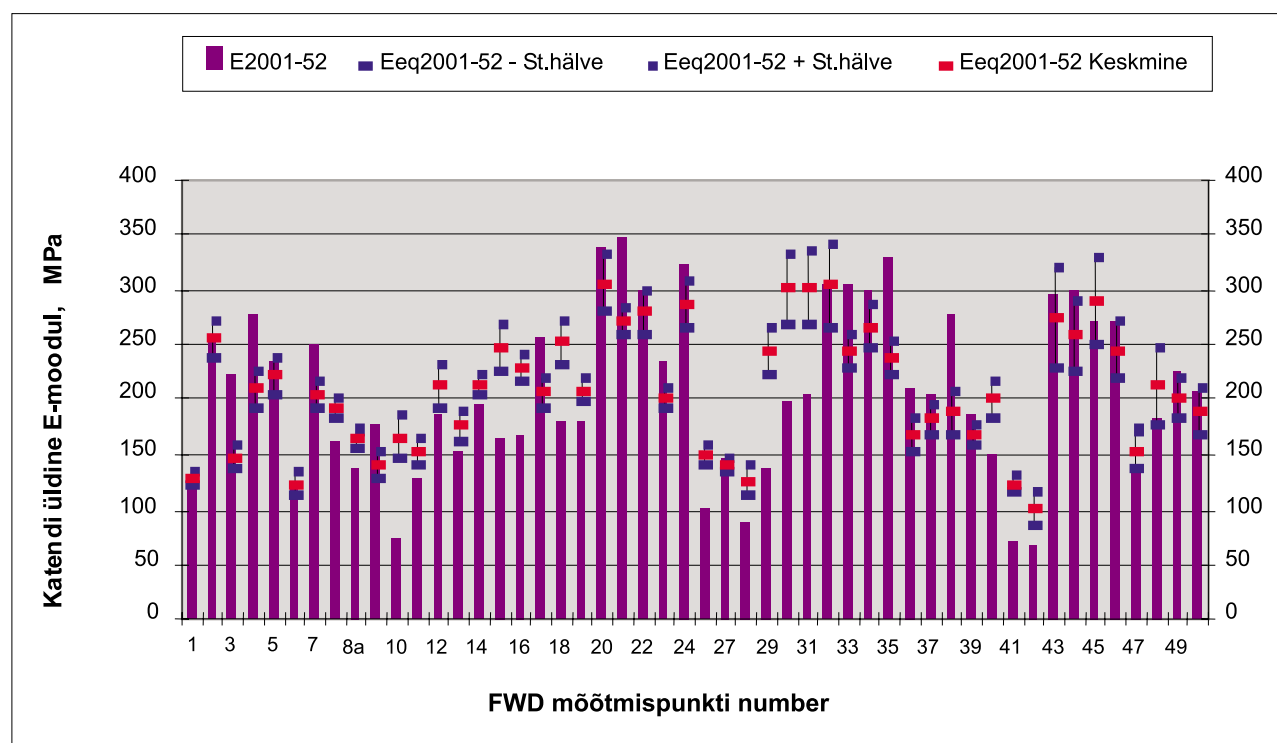
$$C = 10^{\log C} \quad (6)$$

Tehes arvutused võrrandiga (3a) erineva hulga lähteandmetega (vt. arvestatud lähteandmete selgitusi allpool), saame neile vastavad konstantide e, t, r, C ja tegurite M_i, H_j väärtused (tabel 1) katendi üldise E-mooduli arvutamiseks võrrandiga (3).

Tabel 1. Konstantide e, t, r, C ja tegurite M_i , H_j väärtused kasutamiseks võrrandis (3) katendi üldise E-mooduli arvutamiseks, mis on võrreldav 2001-52 meetodika alusel arvatutuga

		Algandmete lühendid, mida on kasutatud konstantide ja tegurite määramisel			
		EIM	EIMR	EIMH	EIMRH
Empiirilised konstandid	e	0,793	0,798	0,746	0,751
	t	0,098	0,099	0,086	0,087
	r	0,000	0,029	0,000	0,028
	C	2,039	1,791	2,442	2,150
M_i tegur, mis arvestab konkreetset kuud, millal FWD'ga mõõtmise tehti	M_4 – aprill	1,000	1,000	1,000	1,000
	M_5 – mai	0,911	0,926	0,921	0,935
	M_6 – juuni	0,830	0,845	0,850	0,865
	M_7 – juuli	0,816	0,798	0,836	0,818
	M_8 – august	0,831	0,816	0,846	0,831
	M_9 – september	0,825	0,819	0,838	0,831
M_{10} – oktoober	0,817	0,811	0,829	0,823	
H_j tegur, mis arvestab mulde kõrgust FWD'ga mõõtmise punktis	$H_{<0,5}$ – <0,5m	1,000	1,000	1,000	1,000
	$H_{0,5-1}$ – 0,5...1m	1,000	1,000	1,008	1,010
	$H_{>1}$ – >1m	1,000	1,000	1,217	1,219
R²		0,574	0,576	0,629	0,631

Joonis 1. Valemiga (3) arvatud ($E_{eq2001-52}$) ja 2001-52 meetodika alusel arvatud ($E_{2001-52}$) katendi üldiste E-moodulite võrdlus



Arvesse võetud katendi üldist E-moodulit mõjutavate tegurite arvul on otsene mõju determinatsioonikordaja R^2 väärtusele (tabel 1) – mida rohkem tegureid arvesse võetakse, seda parem on ka korrelatsioon (R^2 vahemikus 0,57...0,63). R^2 iseloomustab korrelatsiooni valemiga (3) arvutatud ja 2001-52 meetoodika alusel arvutatud katendi üldise E-mooduli väärtuste vahel FWD-mõõtmiste kontrollpunktid. R^2 väärtuse muutuse põhjal saame otsustada, et mulde kõrguse arvesse võtmine omab suurt mõju R^2 väärtuse tõstmisele (0,574-lt 0,629-le). Samas mõjutab sademete hulga arvestamine R^2 väärtust vähe (0,574-lt 0,576-le).

Peaaegu alati esineb erinevus FWD-mõõtmistulemuste alusel arvutatud ja 2001-52 meetoodika alusel arvutatud katendi üldiste E-moodulite väärtuste vahel (joonis 1) ja 100% ühilduvust ei ole võimalik kunagi saavutada, sest 2001-52 meetoodika põhineb täielikult materjalide teoreetilistel tugevusomadustel ja FWD'ga mõõtmise tulemuste alusel arvutatud katendi üldine E-moodul põhineb tegelikul katendi mõõtmishetke olukorral. Selle tõestuseks on ka mõningates FWD-mõõtmispunktides (näiteks 10, 15, 18, 29, 30, 31, 35 ja 38, joonis 1) esinevate katendi üldiste E-moodulite arvutatud väärtuste erinevuse põhjuste järgnev analüüs:

- FWD-mõõtmispunktis 10 võib 2001-52 meetoodika alusel arvutatud katendi üldise E-mooduli väiksem väärtus olla tingitud 95 cm paksuse mullakihi olemasolust 50 cm sügavusel katte pinnast. Ilmselt on mullakihi tegelik E-moodul suurem, kui on võetud arvestustes 2001-52 meetoodika alusel.
- FWD-mõõtmispunktides 18 ja 31 on mulde all turbakiht vastavalt paksusega 40 ja 50 cm, ja mõõtmispunktis 29 mullakiht paksusega 15 cm, mille E-moodul 2001-52 meetoodika alusel arvutades on arvatavasti võetud väiksem, kui ta tegelikult looduses on, mis tingib ka 2001-52 alusel arvutatud mooduli väiksema väärtuse.
- FWD-mõõtmispunktis 35 võib 2001-52 meetoodika järgi arvutatud katendi üldine E-mooduli suurem väärtus olla tingitud 17 cm paksusest asfaldikihist, mis võeti arvestustes arvesse ühe kompakse kihina. Tegelikuses koosneb see ilmselt kuni kolmest eraldi kihist, mis väljendub ka FWD-mõõtmistulemuste alusel arvutatud katendi üldise E-mooduli väiksemas väärtuses. Samuti paikneb mulde all 10 cm paksune turbakiht, mille E-moodul on võib-olla arvestustes võetud suurem, kui ta tegelikult on.
- FWD'ga mõõtmise kontrollpunktides 15, 30 ja 38 ilmnenud katendite üldiste E-moodulite erinevuste põhjust ei õnnestu otseselt määrata. Põhjus võib olla 2001-52 meetoodika poolt määratud ja tegelikult esinevate kihtide E-moodulite väärtuste erinevuses.

Eeltoodu tõestab veel kord, et dünaamilise koormus-seadme (FWD) kasutamine on hetkel ainuõige võimalus olemasolevate katendite tegeliku kandevõime hindamiseks.

Kokkuvõte

Peamine eesmärk – koostada meetoodilised alused katendi üldise elastsusmooduli arvutamiseks FWD-mõõtmistulemuste alusel Eesti teekatendite hoiu süsteemis (EPMS) – on saavutatud järgmiste tulemustega:

1. Cobbi–Douglase võrrandi alusel on tuletatud katendi kvalitatiivsete näitajate kvantitatiivse hindamise meetod, mille alusel on tuletatud võrrand (3). Viimane võimaldab arvutada katendi tegelikku seisukorda arvestava üldise elastsusmooduli Eesti teekatete hoiu süsteemis (EPMS) ja sellega objektiivselt hinnata teedevõrgu seisukorda. Cobbi–Douglase võrrandil põhinevat meetoodikat on võimalik kasutada praktiliselt piiramatul hulgal erinevate faktorite mõju arvestamiseks katendi üldisele E-moodulile.
2. Matemaatilis-statistiliste arvutustega on leitud katendi üldise E-mooduli väärtuse parandustegurid järgmistele kvalitatiivsetele mõjufaktoritele (tabel 1):
 - FWD'ga mõõtmiste tegemise kuu (M_i)
 - FWD-mõõtmispunkti mulde kõrgus (H_i)
 On leitud katendi üldise E-mooduli järgmiste kvantitatiivsete mõjufaktorite empiiriliste konstantide väärtused:
 - katendi üldine E-moodul koormusplaadi all FWD'ga mõõtmise ajal arvutatud valemiga (1) (e)
 - bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise hetkel mõõtmispunktis (t)
 - FWD'ga mõõtmisele eelneva 30 päeva summaarne sademete hulk FWD'ga mõõtmise punktis (r).

Arvestades olemasolevat Maanteeregistri andmebaasi, mida kasutab EPMS ja kus puuduvad andmed sademete hulga ning mulde kõrguse kohta, saab praegu kasutada katendi üldise E-mooduli arvutamiseks vaid tabelis 1 olevat kõige ligikaudsemat seost (minimaalselt vajalikud lähteandmed: ETM ehk vastavalt: E – katendi üldine E-moodul koormusplaadi all, MPa (arvutatud valemiga (1)); T – bituumensideainega töödeldud kihi keskmine temperatuur FWD'ga mõõtmise ajal, °C; M – kuu, millal FWD'ga mõõtmine tehti (4,...,10, aprill – oktoober). Soovitav on lisada Maanteeregistri andmebaasi andmed mulde kõrguse kohta. Sademete hulk on küll oluline tegur, kuid vastavate andmete saamine konkreetse mõõtmiskoha jaoks ja nende EPMS'is arvestamine on tülikas. Seega on lihtsam piirduda tabeli 1 kolmanda seosega (lähteandmed ETMH), mis lisaks minimaalselt vajalikele lähteandmetele (ETM) sisaldaks ka mulde kõrguse andmeid (H) ja milles ei arvestataks sademete hulka (R). Samas suureneks sellega tunduvalt determinatsioonikordaja väärtus (0,574-lt 0,629-le) ja FWD mõõtmistulemuste alusel arvutatud katendi üldise E-mooduli väärtused oleksid võrreldavamad 2001-52 meetoodika alusel arvutatud katendi üldise E-mooduli väärtustega.

ANDRUS AAVIK
tehnikateaduste doktor, Maanteeameti
tehnopoliitika osakonna juhataja

25. märtsil 2003

allkirjastati Maanteeametis projekteerimis- uurimisleping Tallinna – Narva maantee Vao – Maardu lõigu rekonstrueerimiseks. Leping sõlmiti Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ning Taani firma COWI A/S vahel, kelle koostööpartneriks on EA RENG AS. Lepingu maksumus on 457 625 eurot, millest 75% kaetakse EL ISPA abiprogrammi rahast.

Lõpliku projektlahenduse eesmärgiks on ohutu ja sujuva liikluse tagamine antud lõigul. Selleks on ette nähtud Vao kui ka Maardu liiklussõlme lahendamine eritasandiliste ristmikuna. Vajalikud ettevalmistavad uurimistööd algasid 1. aprillil s.a.

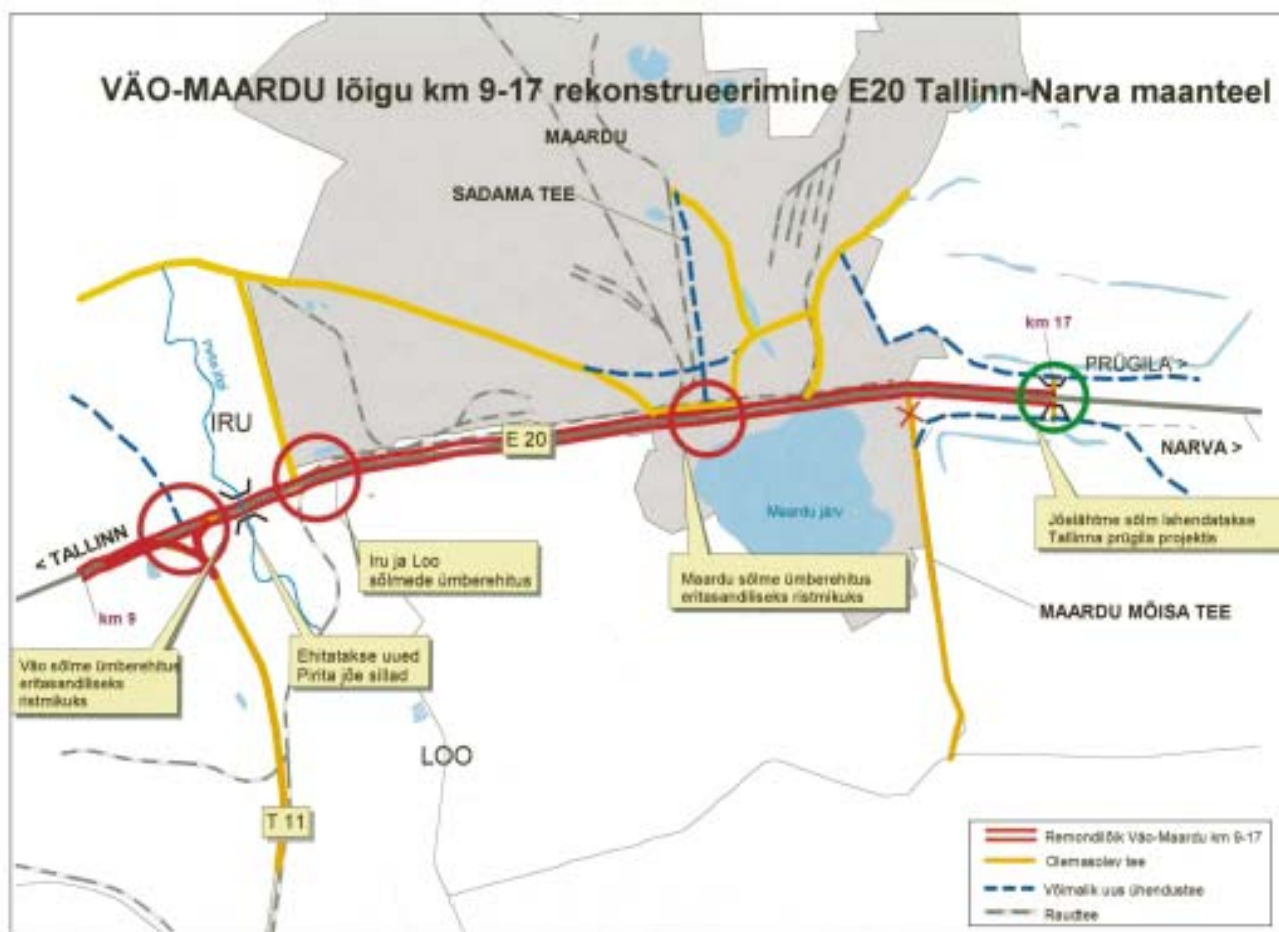
Käesoleva projekti kestus on üks aasta ja projekti elluviimise eest vastutab Maanteeamet. Rekonstrueerimistöödega on plaanis alustada 2005. a.

Pildil paremal on Tõnis Laks Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumist, vasakul Ejner Cristensen, Chief Project Manager, COWI A/S. Nemad olid lepingu alla kirjutanud osapooled.

Foto: E. Vahter



ALLKIRJASTATI ESIMENE ISPA PROJEKTILEPING





KUHU LIIGUD, MEIE LINN?

Pärast Portlandi konverentsi

Raul Rom ja Urve Sellenberg Maanteeametist võtsid maikuus osa rahvusvahelisest konverentsist "Health, Equity & Environment" Portlandis, Oregoni osariigis USA's, kus oli 250 osalejat 19 riigist. Reisimuljete lainel kirjutas Urve Sellenberg Teelehe lugejatele järgmise artikli, mille juurde on lisatud mõned Raul Romi tehtud fotod Portlandist. Fotosid avaldame autori kommentaaridega ka veel mõnes järgmises Teelehe numbris.

Jalgsi ja jalgrattaga liikumist soosiv keskkond tähendab palju enam kui lihtsalt kõnniteed ja seda ka Ameerika Ühendriikides, mis meie teadvuses on pigem autoliiklust jumaldav maa.

Selleks et muuta liikluskeskkonda turvalisemaks, on vaja midagi rohkemat kui ainult teoreetilisi teadmisi. Neid teadmisi peab oskama ja tahtma rakendada ka tegelikkuses. Mis kasu on hädaldamisest siin ja praegu, et kuskil mujal on parem – näiteks et välismaal on liikluskultuur hea, aga meil halb. Mis takistab meil muutmast ohutumaks keskkonda, milles liikleme? Miks ikka veel ei paista tunneli lõpust valgust? Ainuüksi eeskujulikust käitumisest ei piisa, ka ei aita, kui süüdistada teisi liiklejaid või kiruda ilma selle eest, et Eestimaal on liiklusega halvad lood. Viimane aeg on väljuda ajukärbikute mõttemaailmast ja muuta liikluskeskkond selliseks, et see tagaks liikleja turvalisuse. Enamik riike Euroopas ja euroopalik linn

Portland Ameerikas on tõestanud, et on täiesti võimalik luua sellist liikluskeskkonda, mis oleks vastuvõetav igähele – jalakäijatele, jalgratturitele, sõidukijuhtidele.

Liikluseeskiri sätestab mõiste liikleja, kuid ei defineeri mõistet liikluskeskkond. Sellest mõistest arusaamine on kinni inimeste kõrvade vahel. Tavaliikleja ei saa iseseisvalt hakata keskkonda muutma – selleks on olemas vastavad ametkonnad ja inimesed ametikohtadel, kelle teha ning kelle nõuda on see, et liiklus oleks turvaline ja ohutu.

Liikluses osalevad ju ka lapsed, puuetega inimesed, vanurid – neil kõigil on oma isepära. Kas suudetakse liiklemise ohtust näha ka nende tasandilt?

Kõige kindlam viis jalakäijat surma saata on suunata ta sebrale, mis viib üle kolme ja enama sõiduraja, selle asemel et projekteerida juba alguses ülekäik, kus on tagatud jalakäija maksimaalne turvalisus ja alles siis sõiduki liikumise

võimalus. Miks ei osata näha ega suudeta kasutada arenenud riikide kogemusi, vaid lastakse vanas vaimus edasi? (Aga nii tuleb ju ehitada odavam, ja võib ju loota eeskujulikule käitumisele, nõudes oimukohti sügades liikluskultuuri tõstmist.)

Kõige lihtsam on viia laps kooli või lasteaeda autoga ja, kui saaks, siis kohe autoga treppi – ei, veel parem, otse uksest sisse. Selle asemel et tagada lasteasutuste läheduses nähtavus ning ohutus just last ja tema kui liikleja eripära arvestades. Kas tõesti on nii raske kükitada lapse kõrvale ja vaadata tema silmade läbi liiklust, mida ta näeb ja mida mitte. Õueala märk ei taga mitte mingisugust ohutust, enamasti pole see märk nähtavgi ning enamik juhte ei hooli sellest, et jalakäijatel on lubatud kasutada kogu õueala territooriumi. Selleks et juht peaks piirkiirusest kinni, on võimalik, ja arenenud riikides väga laialdaselt kasutatavad mitmesugused liikluse rahustamise võtted (ohutussaared, sõidutee kitsendid, erinevad takistused, mis nõuavad ümberpõiget ega võimalda kiiresti sõita jne.). On rakendatud ka põhimõtet, mille kohaselt sõidutee ja kõnnitee eraldamine ei ole otstarbekas. See on vajalik selleks, et mitte jätta autojuhile muljet, nagu oleks sõidutee loodud vaid sõidukite jaoks.

Kõige parem viis jalgratturi elu ohtu seada on lubada tal sõita sõiduteel autode vahel kaskadööri mängides, selle asemel et anda talle sõiduteest meeter-poolteist ja eraldada see laia pideva joonega.

Kõige parem, kui meil ratastoolis inimesi ei oleks, aga ometi on nad olemas ja tahavad tunda end täisväärtuslike liiklejatena. Miks terved inimese ei suuda neid aidata? Kuidas saab ratastooliga minna bussi, trolli või trammi peale? Kas uusi busse ostes arvestatakse sellega? Millal saavad vaegnägijad osaleda liikluses turvaliselt? Ilmselt siis, kui nad nägijaks saavad. Kas nägija oskab või tahab arvestada sellega, et vaegnägija silmadeks on tema kõrvad ja jalatallad?

Paljuskki ei ole küsimus rahas, vaid liikluse planeerimise eest vastutavate inimeste poolt seatud prioriteetides, hoiakutes, nägemustes.

Kas me tahame vastust küsimusele: “Kuhu liigud, Eesti linn? Kas kümne aasta pärast ei seisa me äkki äratundmise ees, et eilseid, tänaseid ja homseid vigu tuleb lõpuks ikkagi hakata parandama?”



Piltidel ülalt alla:

* Ristmikel on sõiduteeosa laiust vähendatud, ristmikud reeglina foorjuhtimisega

* Sõidutee tasapinnani allalastud äärekivid võimaldavad takistuseta liikumist kõigile – ratastoolis, lapsevankriga, ostukäruga, lennukohvriga jt. vahenditega liikujatele

* Jalgratta- ja jalgteedel on sõidutee ületuskohad allalastud äärekividega

Fotod ja kommentaar:

Raul Rom



URVE SELLENBERG



Varakevadel üllatasid tee-ehitajaid põikpraod vastrenoveeritud katetes. Maanteeameti tellimisel asus neid uurima AS Teede Tehnokeskus. Loodetavasti saame järgmises lehenumbris uurimistulemusi oma lugejaile tutvustada.

Pildil: puurmasin Tallinna – Tartu maanteel.

Foto: Tarvi Saarse

IN MEMORIAM

Teemeister Paul Lott

10. veebruar 1912 – 8. aprill 2003

Lahkunud on Paul Lott, elupõline maanteelane, kauaaegne teemeister Kose-Ristilt, kes teenis Eesti maanteid 48 aastat.

Noore mehena, septembris 1944, läks Paul Lott vanemteemeistri ametisse tollase Tallinna Teede-

valitsuse Kose-Risti teepiirkonda. 1976. aasta detsembrist töötas samas meistrina ja septembrist 1987 jätkas tööd Kose teemeistripiirkonna teetöölisena kuni juuli lõpuni 1992, mil jäi pensionile.