

TeeLeht

KEVAD 2019 / NR 95

PERSOON:

**SVEN
SILLAMÄE**
tahab teada,
miks

PRÄÄNIK PIITSA ASEMEL:

**asfalteerimis-
tööde boonus-
süsteem**

MIS JUHTUS 2018. AASTAL

liikluses?

2 + 1 objekt

jätis ehitus-
poed tühjaks

MAANTEEMETI UUED
ÜLESANDED

**ÕHUS JA
VEES**

**Priit
Sauk:**

hakkame lähtuma
vajadusest,
mitte võimalusest

KUTSEVÕISTLUSTE TAASSÜND

Millega Maanteeamet tegeleb? See ei kõla just teab mis keerulise küsimusena, kuid kahtlustan, et inimesi, kes oskavad sellele õige vastuse anda, on Eestis sadakond, kui sedagi. Selguse saamiseks pöördusime Maanteeameti peadirektori asetäitja Meelis Telliskivi ja ühistranspordi osakonna juhataja Kirke Williamsoni poole.

Haldusreformi tulemusel näeme nüüd Maanteeameti töövilju ka siis, kui vaatame kaldalt merele või heidame pilgu taevasse, sest ühistranspordiosakond tegeleb lisaks bussiihendusele ka suursaarte laeva- ja lennuühendustega. Tähelepanu on pälvinud 1. juulil 2018 toimunud üleminek üleriiklikule tasuta ühistranspordile. Ka selle juurutamine jäi Maanteeameti ühistranspordiosakonna õlule. Kodulehe andmetel pole uusi ametnikke tööle võetud ja selles osakonnas on endiselt tööl vaid juhataja, kaks eksperti, kolm peaspetsialisti ja üks analüütik. On selle taga avaliku sektori range keeld inimesi juurde värvata?

Tõsi, uuendustega kaasnes ühistranspordi järelevalvet tegevate töötajate ületulemine maavalitsustest Maanteeametisse ja sellekohase talituse moodustamine. Nagu mupo Tallinnas, kirjeldab Williamson nende tööd. Kuid kas kõigi seniste tööülesannete kõrval on Ruhnu katkise laevamootori ja lennuhanke CO₂-heittega tulnud hakkama saada senisel koosseisul? Hunt Kriimsilm oma üheksa ametiga, võib sellisel juhul öelda ametnike kohta, kes on pidanud väga kiiresti saama asjatundjateks ka praamide ja lennukite tehniliste nüansside alal.

Kuid mitte kõik uuendused ei tulene välissurve. Peadirektor Priit Sauk tutvustab



Kreet STUBENDER-LÕUGAS
Teelehe peatoimetaja

Maanteeameti suurt sisereformi, mille ettevalmistused on veel täies hoos ja mis jõustub 1. mail 2019. Laias laastus tekib valdkonnapõhise jaotuse asemel planeeriv ja täidesaatev üksus. Seni eraldi toimunud hoolde- ja ehitusvaldkond liituvad ühtseks teehoiuteenistuseks ning ettevaatava pilguga hakkab tööle uus strateegilise planeerimise teenistus. Praeguse seisuga on lahtisi otsi veel omajagu, kuid kindlasti kajastame struktuurimuudatusega seonduvat ka edaspidi.

Selge on see, et Maanteeamet poliitilistest tuultest puutumata ei jää.

Eks näis, milliseid muutusi uus valitsuskoalitsioon teedealale kaasa toob, aga selge on see, et Maanteeamet poliitilistest tuultest puutumata ei jää. Kõigist neist teemadest räägime lähemalt juba Teelehe järgmistes numbrites.

Toimetus
OÜ Koop

Peatoimetaja
Kreet Stubender-Lõugas
kreet@koop.ee

Keeletoimetus
Helika Mäekivi,
OÜ Keelehelin

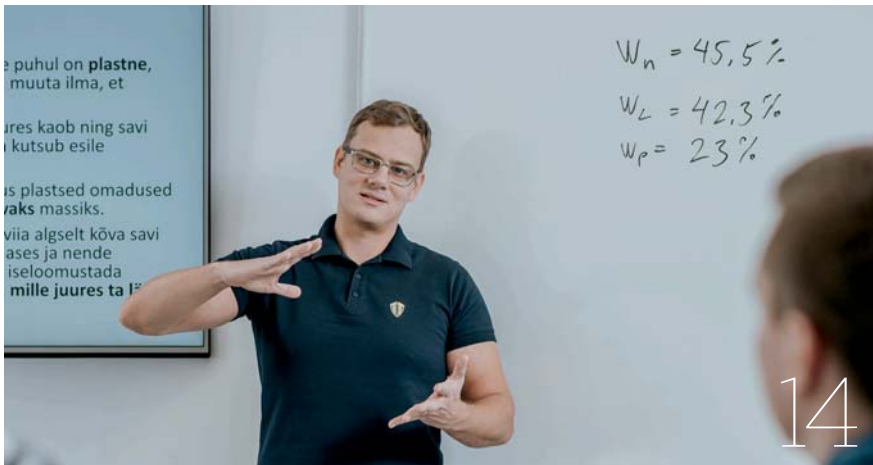
Kujundus, makett
Deko Disain OÜ

Trükk
OÜ Rebellis

Trükiarv
1200

Kaanefoto
Silver Raidla

Väljaandja
Maanteeamet
Avalike suhete osakond
Teelise 4, 10916 Tallinn
E-post: press@mnt.ee
Veeb: mnt.ee
facebook.com/mnt.ee



14



23



36



48

Selles numbris

- | | | | | | |
|----|--|----|---|----|--|
| 4 | TARTUMAA 2 + 1 OBJEKT JÄTTIS KOHALIKUD EHTUSPOED TÜHJAKS
Kreet Stubender-Lõugas | 23 | ASFALTEERIMISTÖÖDE BOONUSSÜSTEEM – KULU VÕI INVESTEERING?
Marek Truu, Romet Raun | 40 | MIDA TEHA, ET MOOTORRATTUR EI JÄÄKS MÄRKAMATA?
Evelin Kütt |
| 7 | RAUNO LEPPIK: PROBLEEMIDE LAHENDAMINE HOIAB MÖTTE TERAVANA | 26 | MEHAANIKU MÄLESTUSI KUTSEVÕISTLUSTEST
Raimo Unt | 42 | VALMIS EESTI ESIMENE KIIRUSPIIRANGUTE MÄÄRAMISE METOODIKA
Tanel Saarmann |
| 8 | PRIIT SAUK: HAKKAME LÄHTUMA VAJADUSEST, MITTE VÕIMALUSEST
Ursula Nõu | 30 | MAANTEEDE VALITSUSE KATSE KAITSTA TEID: MUDELTALUVANKRI LUGU
Annika Kupits | 44 | MIS JUHTUS? KOKKUVÕTE 2018. AASTA LIIKLUS-ÕNNETUSTEST
Helena Ruthe, Villu Vane |
| 10 | KAS ASFALDIST KATTEKIHTIDE PAKSUSE MÕOTMISEKS PEAB KATESSE AUKE PUURIMA?
Marek Truu, Veiko Tikas, Romet Raun | 33 | MILLINE NÄEB EHTUSINFO MUDEL VÄLJA VIRTUAAL-REALSUSES?
Martti Kiisa, Egert-Ronald Parts, Karin Lellep | 48 | ON ÕNNETUSI, MIS JÄÄVAD PAINAMA
Villu Vane |
| 14 | SVEN SILLAMÄE TÕI TEEDEVALDKONDA UUDISHIMU
Kreet Stubender-Lõugas | 36 | BUSSIDELT LENNUKITELE JA LAEVADELE
Katre Pilvinski | 49 | LÕPUTÖÖ: KANDEVÕIME. MIDA ME MÕÖDAME?
Riho Eichfuss |
| 18 | KAS 52TONNINE VEOK LAGUNDAB TEEDE ROHKEM KUI 40TONNINE?
Mattias Olep | 38 | REAALAJAS INFO PRAAMIDELT AITAB PEAGI VÄHENDADA MÖTTETUT KIHUTAMIST
Hans Lõugas | 52 | LÕPUTÖÖ: SILLAHALDUS, MIS OLEKS KA SISULT STRATEEGILINE
Janar Paimre |
| | | | | 54 | SILLAD LIIGUVAD EHK SOOJUSPAISUMINE PÄRISSELUS
Aigar Vaigu |

Tartumaa 2 + 1 objekt jättis kohalikud ehituspoed tühjaks

Üle kümne katendikonstruktsiooni sirgel teel, purunematu armatuur, defitsiitne montaažilint ja väsimatud koprad – Nordecon ASi projektijuht Laas Õun jagab värskaid muljeid oma esimesest 2 + 1 möödasõidulade objektist põhimaantee nr 2 Valmaotsa-Kärevere lõigul.

Millised olid teie jaoks raskeimad ülesanded lõigu ehitamisel?

Minu ja kindlasti ka meie meeskonna jaoks oli kõige raskem üldse sellist 2 + 1 ristlõikega tüüpi teed ehitada, sest varem oleme teinud uusrajatise, remonti ja rekonstrueerimist tavapärastele 1 + 1 või 2 + 2 ristlõikega teedele. Seepärast küsisime üsna palju nõu eelnevalt valminud lõikude ehitajatelt ja planeerisime oma töö saadud teabe järgi. Kogu protsessi pidime muidugi mugandama enda lõigu eripärade järgi – näiteks ei vahetatud välja kogu konstruktsiooni ja tee laiendus tuli n-ö siduda olemasoleva külge.

Tagantjärele mõeldes oli just nende eripärade arvestamine päris keeruline. Nõu polnud kelleltki küsida, sest

lahendus oli esmakordne. Kõige enam meenub olemasoleva tee konstruktsioonis olnud terasarmatuurile uue samasuguse kinnitamine. Katse ja eksituse meetodil sai proovitud nelja moodust, enne kui leiti kõige tõhusam ja sobivam.

Kindlasti jääb väga kauaks meelde ka see, et lõigu projektimeeskonda kuulusid sisuliselt ainult kolm inimest. Seetõttu venisid tööpäevad küllalt pikaks, sest objekt oli märkimisväärse mahuga ja korraga tuli planeerida mitut eri tüüpi tööd. See eeldas ühelt isikult väga suurt panust, aga usun, et paljud kolleegid on viimasel ajal samas olukorras viibinud.

Mis paneb seesuguse objekti puhul meeskonnal silma särama?

Silma paneb üldjuhul särava töö või etapi plaanijärgne või isegi ennetähtaegne elluviimine, pärast mida on alati põhjust

tähistamiseks. Nii tehti ka seekord – kui freesimistööd lõpetati ööpäevaringse töökorralduse tõttu kahe nädala asemel ühega, lubati endale täisväärtuslik puhkusenädalavahetus.

Veel väärrib mainimist, et kogu põhitee muldkeha materjal toodi karjäärast kohale ja paigaldati kolme kuu jooksul. Tegime tööd nii, et liiklust suurel määral ei häirinud ja ühtegi pausi vedudel ei tekkinud. See sai võimalikuks tänu ettevalmistustöödele, millega tagati piisav tööfront.

Mäletan meeste nägusid, kui viimane terasarmatuurvõrgu tahvel paigaldatud sai. Seda ilmet võib kirjeldada sõnaga „kergendus“.

Milliseid põnevamaid insener-tehnilisi lahendusi kasutasite?

Suurema osa lahendustest andis meile ette juba lõigu projekteerija – kokku oli tee peal 11 erinevat katendikonstruktsiooni. See oli juba ise üks paras pätkel, mida pureda. Katend ei vahetunud kindlates kohtades, vaid suhteliselt juhuslikult, ja oli ka juhtumeid, kus sama ristlõike ühel pool oli üks konstruktsioon ja teisel pool teine. Mainin igaks juhuks ära, et tegemist on täiesti sirge teelõiguga.



Kreet STUBENDER-LÕUGAS,
Teelehte peatoimetaja

Fotod: Nordecon



Peaaegu valmis teelõik 14. oktoobril 2018.



Lisarajale muldkeha ehitamine.



Geotekstiil ja geovõrk.



Ettevalmistustööd truubi paigaldamiseks.



Truubi paigaldamine.



Laas Õun

Uue katte korralikuks paigaldamiseks tuli olemasoleva katte serv 7,2 kilomeetri ulatuses sirgeks saada. See oli ka huvitav ülesanne, sest vana tee sees olev armatuur ei allunud tavapärase teedeehituses kasutatavate masinate survele ja jäi täiesti terveks ka pärast freesimist. Pärast katseid seda käsitööna painutada ja lõikuda jõudsime järeldusele, et nii me seda asja tähtjaks valmis ei saa. Leidsime lahenduse – kasutasime raske asfaldirulli lõiketera.

Samamoodi oli uudne insener-tehniline lahendus uue samalaadse terasarmatuuri kinnitamine asfaltkattele, sest kasutatud sai üldehituses levinud tooteid nagu kergbetoonikruvid ja montaažilint, millest mingil hetkel tekkis lähedalasuvates ehituspoodides defitsiit.

Kohalikud insenerid (maaomanikud) pakkusid meile samuti palju tööd uute ja põnevate lahenduste väljatöötamiseks, sest projekteeritud kerg- ja kogujateed, müratõkkeseinad, auto- ja jalgvärvavad ning metalltorurestid on valmiskujul täiesti teistsugused kui digitaalselt või paberil ega lange kunagi kokku inimeste arusaamaga.

Kuna asfaltkatte kogupaksus ületas kohati 50 cm, tuli leida ka lahendus keskpiirdepostide rammimiseks kattesse, sest tavapärane ramm ei saanud selle tööga hakkama. Lõpuks kasutasime suure võimsusega puuri, mis valmistas enne postide rammimist kattesse augud ette ja hõlbustas sel viisil kogu protsessi.

Mis pakkus ehitusprotsessis üllatusi?

Üllatusteks tuleb lugeda asju, mida me ei osanud planeerimistööde käigus ette näha. Üheks esimeseks ja suuremaks üllatuseks oli täitematerjalide mahu suurenemine pea poole võrra. Sellega ei olnud me arvestanud ja see põhjustas ajagraafikus nihkeid, sest esialgu pidi teelõik talvepuhkusele minema peaaegu täieliku tulevase asfaltkattega, kuid asfalteerimine nihkus uude aastasse. Juhuse tahtel oli see tegelikult aga hea, sest paigaldatud materjalid saavutasid läbi talve seistes oma täieliku tiheduse ja vajumisi ei tohiks nendel lõikudel enam tekkida.

Imestama panid ka erinevate ametkondade omavahelised suhted, mille tõttu ositi pärsitakse üksteise tegevust, kuigi eesmärk peaks olema ju kõigil üks ja sama. Kuid nendest üllatustest on hiljem tarbijale pigem kasu, sest ehitusprotsessi käigus avastatud ja kõrvaldatud puudused parandavad lõpptoote kvaliteeti.

Valmaotsa-Kärevere lõigu 2 + 1 möödasõidu- alade ehitus

Asukoht: põhimaantee nr 2 (Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa) 160,7.-168,1. kilomeetril
Tööde algus: 18. juuli 2017
Tööde lõpp: 30. november 2018
Projekti maksumus: 8 087 640 €
Projekteerija: Skepast&Puhkim OÜ
Omanikujärelevalve: Toomtsentrum OÜ
Ehitaja: Nordecon AS

Liiklusohutuse suurendamiseks ehitati 2 + 1 sõidurajaga möödasõidualad ja tagasipöörete lahendused, et tagada juurdepääs keskpiirdega eraldatud aladele.

Projekti osad:

- 2 + 1 sõidurajaga möödasõidualade ja lõiguti 1 + 1 sõidurajaga keskpiirdega teelõikude ehitamine;
- laupkokkupõrgete vältimiseks vastassuunalisi sõidusuundi eraldava pörkepiirde paigaldamine; ristmike ümberehitamine;
- dubleerivate mahasõitude likvideerimine;
- teekatte ja liikluskorraldusvahendite uuendamine;
- bussipeatuste nihutamine ja sidumine ristmikuga, jalgteede ehitamine bussipeatuste juurde;
- müratõkkeseinte, kogujateede ja hooldusteede ehitamine;
- ulukitarade paigaldamine;
- veeviimarete ehitus ja kraavide kaevamine.



Asfalteerimine.



Keskpiirde puur.



Õhuliinide demonteerimine.



Armatuur.

KOMMENTAAR



Rao JÜRISSON,

Maanteeameti lõuna regiooni ehitusosakonna projektijuht

Tellijana jäin Valmaotsa-Kärevere 2 + 1 lõigu ehitusega üldjoontes rahule. Muret tekitas mõni projektiviga: väljakaeve- ja tagasitäitemaht ei vastanud pakkumis-aegsele mahule, samuti tekkis suur hulk ettenägematuid töid, mis tuli ära teha ja mille eest oli vaja ka tasuda. Projekti koostamisel oli nõukogudeaegseid maaparandussüsteeme ebapiisavalt uuritud ja selle tagajärjel tuli nende asukohad ehituse käigus leida ja teepiirkonnas korrastada.

Siiski sai töövõtja lisandunud töömahuga hästi hakkama ja kuni juulikuuni kulgesid tööd edukalt. Siis tuli tagasilöökk asfaldi täitematerjalide tarnega, mille tagajärjel nihkus tööde lõpp sügisperioodile.

Tunnustust väärrib kogu töövõtja meeskond, kes suutis hoolimata esilekerkinud raskustest tööd lõpetada ja tee-ehituse eesmärgid täita.

Millised olid peamised õppetunnid? Millise reha otsa te edaspidi enam ei astu?

Kõike peab kontrollima, esmajoones kohti, mis on seotud ehitusprotsessi pidurdavate teguritega, nagu maaomanikega sõlmitud kokkulepped, projekti geoloogia ja topograafia kokkulangevus olemasolevaga ning küsitud kooskõlastuste paikapidavus. Ehitustööde planeerimisel peab rajama katselõike ja materjalitarne puhul peab arvestama ka ilmastikuga: liiga soe ja kuiv ilm on sama halb kui liiga märg või külm ilm.

Tähistasime järgmisel lõigul (Pikknurme-Puurmani 2 + 1 ehitus) juba kogu ehituseks lubatud maa-alad, et vältida elanike meelerahu rikkumist. Hanke ajal pöörasime erilist tähelepanu esitatud dokumentatsioonile. Samuti oleme oma partneritega ette valmistanud tootmist vajavad täitematerjalid ja kogu välisriikidest tarnitav materjal on juba enamikus meie ladudes olemas.

Kuidas edenes koostöö tellija ja omanikujärelevalvega?

Ennist kirjeldasin olukordi, kus kellelki polnud nõu küsida ja me pidime toimivad lahendused välja mõtlema. Suurem osa mõtteid olid kolme osalise omavahelise koostöö tulemus, mis saavutati erakorralistel või progressikoosolekutel. Meile töövõtjana jäi lihtsalt füüsilise katsetaja roll.

Info jagamise kiirus ja maht olid sellel ehitusobjektil samuti erakordselt muljetavaldavad. Kriitilisemate küsimuste korral ületas osaliste vahel päevas tehtavatele telefonikõnedele kulunud aeg teinekord rohkem kui paari tundi.

Milliseid kurioosumeid tuli ette?

Leidsime ehituse käigus päris mitu töökorras mürsku, sest läheduses paikneb üks kunagine lahingupaik. Metsloomadega tuli ka palju maid jagada. Kuna tee on üsna suure liiklusesagedusega, siis valmistas üllatuse see, et kobras ei karda oma veetamme rajada otse teetruupi ja maanteekraavi. Pidime kahjuks mitmel korral need kooskõlastamata rajatised lõhkuma.



Rauno Leppik:

probleemide lahendamine

hoiab mõtte teravana

Teelehe uues rubriigis tutvustame teedevaldkonna tublisid noori. Otsa teeb lahti

Rauno Leppik Tallinna Tehnikakõrgkooli teedeehituse eriala lõpukursuselt.

Kust oled pärit ja kuidas sattusid teedeehitust õppima?

Olen pärit Viimsist. Teedeehitusega olen seotud ammu, kuna mu isal on väike selle valdkonna ettevõtte, mille tegevust olen kõrvalt näinud juba noorest peale. Ise hakkasin koolivaheaegadel teedeehituses tööle käima juba 2007. aastast. Gümnaasiumi lõpetades oli mul kindel plaan tulla pärast ajateenistust teedeehitust õppima. Nüüd, neljanda kursuse lõpusirgel, võin väita, et tegin väga õige valiku.

Milline on su lemmikobjekt Eestis ja välismaal?

Kui mõelda objektidele, millega olen ise seotud, siis on raske mõnda esile tõsta, sest mitu neist on päris meelde jäävad. Ehk võiks nimetada Kiisa-Kohila maantee jalgratta- ja jalgte ehitust 2017. aastal. See

oli esimene objekt, kus kogu meie ettevõtte töö toimus minu juhtimisel. Seega oli see minu jaoks suur vastutus ja õppimiskoht.

Kui mõelda üldiselt mõnele lemmikobjektile, siis Eestis on selleks minu jaoks Topi ristmiku raudteeviadukti ehitus, kus 48 tunniga tehti ära väga suur töö. Selle valmimise videot võib jäädagi vaatama.

Välismaa objektidest on minu lemmik Taani ja Rootsi vaheline Sundi sild ja tunnel. See on väga suurejooneline projekt, mida ma küll veel oma silmaga näinud ei ole, aga tahaks seda kindlasti lähitulevikus teha.

Mis oli su lemmikaine ülikoolis?

Ma nimetaksin kahte õppeainet: tehniline mehaanika ja staatika, mis nõudis tehnilist taipu ja loogikat, ning pinnasemehaanika, mis huvitab mind seepärast, et teedeehituses on väga palju geotehnilisi võimalusi, mida veel ei kasutata.

Missugune oli suurim õppetund, mida praktika andis?

Tee kõik kohe nii, nagu ette nähtud. Ära poolita tööd juppideks ega jäta pärastiseks, sest siis on aega alati veel vähem.

Kus sa nüüd töötad ja millised on kõige huvitavamad tööülesanded?

Ma töötan väikeettevõttes Amifax. Kõige huvitavam on lahendada objektil probleeme, mis on tekkinud projektivea või muu ettenägematu asjaolu tõttu. Selliste raskuste ületamine nõuab head inseneritaiptu ja hoiab mõtte teravana.

Mida tahad teedealal ära teha?

Ma tahaks, et teedeehituses kasutataks rohkem materjale, mida praegu peetakse enamasti jääkideks, näiteks põlevkivituhka ja paesõelmeid. Viimaseid küll juba pestakse läbi ja kasutatakse paeliiva tootmiseks, aga seda ei tohi veel teedel kasutada. Põlevkivituhaga võiks rohkem teid stabiliseerida ja seda uurin ma ka oma lõputöös.

Miks peaks üks gümnaasist tahtma õppida teedeehitust?

Teedeehitus on väga vaheldusrikas ja rutiinivaba töö, sest iga objekt on omamoodi uus. Samuti saab palju aega veeta vabas õhus. Ei saa ka mainimata jätta, et palk on teedeehituses hea ja alati on võimalik oma töö vilju käegakatsutaval viisil näha.

Mis on sinu hobid?

Suurimaks hobiks on enduuro. Lisaks olen Kaitseliidu tegevliige.

Priit Sauk:

hakkame lähtuma vajadusest, mitte võimalusest

Viimane aasta on Maanteeametil möödunud muutuste ettevalmistamise tuules, sest 1. mail 2019 hakkab asutuses kehtima täiesti uus struktuur. Räägime peadirektor Priit Saukiga viimaste aastate suurima muutuse tagamaadest ja eesmärkidest.

Miks võeti ametis ette nii suur struktuurimuutus?

Maanteeameti roll on viimastel aastatel väga palju muutunud. See on üks põhjus, miks hakkasime umbes poolteist aastat tagasi Maanteeameti juhtkonnaga üle vaatama, millega me praegu tegeleme ja mis ülesanded on lisandumas. Töö käigus jõudsime arusaamiseni, et olemasolev juhtimisstruktuur ei toeta meie põhi-protsessi toimimist sellises võtmes, nagu meie seda näeme. Tegime kindlaks ja koondasime kokku sarnased tegevusvaldkonnad ning mõtlesime, millised neist ning mis teenistused ja osakonnad üldse võiksid Maanteeametis tulevikus olla.

2018. aasta jaanuaris kutsuti kokku eraldi töögrupp, kes hakkas muudatusi ette valmistama. Olime optimistlikud ja tahtsime uue juhtimiskorralduseni jõuda juba eelmise aasta juunikuus. Aga saime alles septembri teises pooles muudetud oma kõige olulisema alusdokumendi ehk põhimääruse, mis andis ka meie struktuurimuudatustele seadusliku jõu. Põhimääruse rakendus-sättega otsustati, et uue struktuuri saame jõustada alles 1. mail 2019.

Mis muutub struktuurireformi käigus?

Kõige olulisem muudatus on see, et meie

seni eraldi toimunud hoolde- ja ehitusvaldkond liituvad ühtseks terviklikuks teehoiuvaldkonnaks. Samuti on üha tähtsamal kohal liikuvuse kavandamine. Maanteeameti alla on koondunud ka ühistranspordiga seotud vastutusala – bussiliikluse korraldamine pärast maavalitsuste kadumist ning lennu- ja laevaliikluse ühendus suursaartega.

Millised on teie enda konkreetsed ootused muutuste suhtes?

Sellest ajast saadik, kui ma Maanteeametis alustasin, on mul olnud väga raske mõista, kuidas saab teedevõrgu kavandamine ja elluviimine olla ühes kohas. Olen kogu aeg



Ursula NÕU,
Maanteeameti avalike suhete osakonna peaspetsialist

Väljavõte Maanteeameti põhimäärusest

1. mail 2019 jõustub uus Maanteeameti põhimäärus, mis sätestab laienenud põhiülesanded ja uue struktuuri.

§ 7. Ameti põhiülesanded

Ameti põhiülesanded on:

- 1) tingimuste loomine ohutuks, säästlikuks ja toimivaks liiklemiseks riigiteedel ning inimeste ja sõidukite liikuvuse kavandamine;
- 2) riigiteede planeerimine ja korrashoid;
- 3) liiklusohutuse parandamine ja liikluskasvatuse korraldamine;
- 4) liiklusvahendite keskkonnakahjulikkuse vähendamine;
- 5) liikluse ja ühistranspordi korraldamine;
- 6) järelevalve ja väärtemenetluse läbiviimine ameti tegevusvaldkonda reguleerivatest õigusaktidest tulenevate nõuete täitmise üle ja riikliku sunni kohaldamine;
- 7) õigusaktidest tulenevate andmekogude pidamine;
- 8) osalemine oma tegevusvaldkonnaga seotud poliitikate, strateegiate, arengukavade ja õigusaktide väljatöötamisel ning rahvusvaheliste projektide ettevalmistamisel ja läbiviimisel;
- 9) riigi poliitika ja arengukavade elluviimine ameti tegevusvaldkonna piires;
- 10) riigi esindamine rahvusvahelises suhtluses ameti tegevusvaldkonna piires;
- 11) Eesti teede ajalugu, teede tehnika ja tehnoloogia ning liikluse arengut kajastava materjali kogumine, teaduslik uurimine, säilitamine, korrastamine ja avalikkusele tutvustamine teaduslikel, hariduslikel ja kultuurilistel eesmärkidel.

§ 12. Struktuuriüksused

Ameti struktuuriüksusteks on teenistused, tugiosakonnad ja Eesti Maanteemuuseum.

§ 14. Ameti struktuuriüksuste põhiülesanded

- (1) Strateegilise planeerimise teenistuse põhiülesanded on:
 - 1) andmete kogumine ja analüüs liiklejate vajaduste väljaselgitamiseks ning kliendirahulolu hindamine;
 - 2) ohutu, säästliku ning toimiva liikuvuse ja sellega seonduvate avalike teenuste optimaalne kavandamine liikumisvajaduste rahuldamiseks koostöös klientide ja huvigruppidega;
 - 3) riigiteede ehitamise planeerimine ning projekteerimistingimuste ja ehituslubade menetlemine;
 - 4) transpordivaldkonnaga seotud poliitikate, strateegiate ja arengukavade väljatöötamisel osalemine ja eelnõude koostamine;
 - 5) taristuga seotud õiguste andmine huvitatud osapooltele ja taristuga seotud varade haldamine;
 - 6) teeregistri pidamine.
- (2) Teehoiuteenistuse põhiülesanded on:
 - 1) riigiteede projekteerimine, ehitamine, omanikujärelevalve korraldamine ning korrashoiu tagamine;
 - 2) riigiteede ehitamiseks vajalike maade omandamine;
 - 3) taristuga seotud kasutusõiguste andmine;
 - 4) sujuva liikluskorralduse ja liiklusvoo tagamine riigiteedel ning liiklusolude teabe edastamine;
 - 5) kriisireguleerimise korraldamine ja elutähtsa teenuse toimivuse tagamine riigiteedel.
- (3) Liiklusteenistuse põhiülesanded on:
 - 1) liikluskasvatuse ja ennetustegevuse koordineerimine;
 - 2) sõidukite ja inimeste liiklusesse lubamine ja sellega seotud teenuste osutamine;
 - 3) ühistranspordi korraldamine;
 - 4) liiklusregistri ja ühistranspordiregistri pidamine;
 - 5) liiklusohutuse meetmete rakendamise korraldamine.

olnud arvamusel, et need peavad eraldi olema, muidu hakkab täitmine juhtima kavandamist: teeme küll, aga siis, kui on vahendeid. Me peaksime planeerimise juures aga enam lähtuma vajadusest, mitte võimalusest. See on kindlasti minu jaoks üks kõige olulisem muutus.

Ka hoolde ja ehituse omavahelises tööjaotuses on praegu liiga palju killustatust. Pidevalt on õhus küsimus, kes vastutab. Sama küsimust esitatakse liikluskorralduses, mis on seni olnud eraldi struktuuriüksus hooldevaldkonna all. Minu arvates on mõistlik teha taas nii, et ehituse projektijuhid ja hoolde-mehed vastutavad ka liikluskorralduse eest meie teedel.

Kas võib öelda, et regioonide tähtsus hakkab taas kasvama? Maanteeameti oli kunagi regionaalne juhtimine, aga siis muudeti see tsentraalseks. Kas nüüd

astume taas sammu tagasi regionaalse poole?

Ma päris ei ütles, et naaseme regionaalse juhtimise juurde, aga kindlasti tahame kuulda rohkem regioonide häält. Ootame nii oma maja inimeste kui ka kohalike omavalitsuste ja huvirühmade esindajate mõtteid ja ettepanekuid. See kontakt kippus meil ära kaduma. Kindlasti ei lähe me tagasi regionaalse ainuotsustamise juurde, mille puhul regioonid valivad ise objekte või määravad tööde järjekorra. Tsentraalset vaadet peab säilitama, et kogu Eesti teedevõrku ühtlaselt arendada.

Mis roll on tulevikus regioonijuhtidel?

Strateegilise planeerimise teenistuse ja teehoiuteenistuse regioonijuhid on ühest küljest keskuse esindajad regioonides ja teisest küljest kohalike klientide või huvirühmade esindajad keskuses. Regiooni esindaja ülesanne on pigem suhelda majast väljaspool, et selgitada ja põhjendada Maanteeameti otsuseid ning saada infot, mida tuua Maanteeametisse. Teehoiuvaldkonnas säilib objektide elluviimisel otsene juhtimisfunktsioon. Aga strateegilise planeerimise juhil on regioonis ilma portfelliga ministri roll ehk temal otseselt meeskonda ei ole.

Mida tähendab struktuurimuutus Maanteeameti partnerite jaoks?

Ennekõike peaks paranema kontakt omavalitsustega ja erinevate sihtrühmade esindajatega. Praegu on Maanteeameti kui teomaniku esindaja hooldevaldkonna juht ning kõik sõltub meeste enda aktiivsusest, kogemusest ja töökoormusest – mõni suhtleb rohkem, mõni vähem. Tunneme, et saaksime seda paremini teha ja uue struktuuriga pürgimegi sinna poole. Ennekõike peaksid partnerid tundma, et meil on nende jaoks aega ja me tahame neid kuulata, eeskätt kavandamisküsimustes. Täitmisvaldkonnas on meil head suhted praegugi ja need enamjaolt ei muutu.

Kas muutustel on ülemineku aeg või lülitatakse päevapealt ümber?

Üks mu kunagine kolleeg on öelnud, et isegi riikide ja vägede juhtimine võetakse hetkega üle. Ammugi ei ole Maanteeametis vaja valdkonna juhtimise muutmiseks väga pikalt oodata, vaid üritame ikkagi alates 1. maist võimalikult operatiivselt uuele juhtimiskorraldusele üle minna. Kuna partnereid, omavalitsusüksuseid ja ametkondi, kellega on vaja suhelda, on kümneid või isegi sadu, siis igaühe juurde me

tõenäoliselt esimesel päeval ei jõua. Aga vähemalt teame, kuidas edasi liikuda. Algas on kindlasti kõikidel juhtidel oma uutes ülesannetes väga aktiivne ja pingeline, sest tuleb ennast tõestada ning näidata end nii majas kui ka sellest väljaspool.

Muutus leiab aset ehitusaasta kõige kiirema perioodi alguses. Kas see võib ka kuidagi 2019. aasta ehitushooaega mõjutada?

Õnneks on Maanteeameti plaanid pikemaajalised. Seda näitab ka asjaolu, et selle ehitushooaja hangetest pool viidi ellu juba eelmisel aastal. Loomulikult ei tohi muudatuste tuules selle aasta ülesandeid ära unustada, aga olen kindel, et meil on piisavalt tublid inimesed ja igapäevategevus ei kannata.

Kuidas inimesed on muutused vastu võtnud? Kas on tunda ka ebakindlust ja segadust?

Kindlasti on, sest ei ole ju üllatav, et inimesed on harjunud stabiilsusega ja muudatused ei ole tihtipeale väga teretulnud. Õnneks on paljud organisatsioonid mõistnud, et praegune maailma muutumise kiirus ei ole sama mis viis või kümme aastat tagasi. Ja üha enam inimesi saab aru, et Maanteeamet on nagu Tallinna linn, mis ei saa kunagi valmis. Seega on normaalne, et oleme pidevas arengus. See muidugi ei tähenda, et kõik oleksid sellele avatud. Teame, et võime teatud ametikohtadel kaotusi kanda ning et meie valdkonna töötajate arv tööturul on väga limiteeritud. Loodan siiralt, et see kaotusprotsent ei ole väga suur, aga oleme valmis otsima uut potentsiaali ka väljastpoolt.

Kui kaua muutused aega võtavad? Millal astub Maanteeamet juba täielikult uues rütmis?

Sellest, kui läksime üle regionaalselt juhtimiselt tsentraalsele, ei ole ju väga kaua möödas. Usun, et iga järgmine muutus on kiirem kui eelmine ja nii on see ka nüüd. Millegipärast arvan, et järgmised ülesanded ootavad meid ees rutem, kui oskame arvata. Endiselt on ministeeriumi lauasahelis mõte võimalikust transpordiametist ja tõenäoliselt hakatakse seda veel sellel kevadel arutama. Siis selgub, kas uus valitsus läheb transpordiameti mõttega kiiremini või aeglasemalt edasi. Sellest sõltuvad kõik meie järgmised sammud. Ka praegune muudatus on juba üks samm sellel teel.

Kas asfaldist kattekihtide paksuse mõõtmiseks peab kattesesse auke puurima?

Kui rakendada katte paksuse mõõtmiseks õigel viisil mittepurustavaid meetodeid, on need täpsed ja kulutõhusad ning nende kasutamist tuleks soodustada, leiab aastaid kattekihtide mõõtmise võimalusi otsinud ja katsetanud Marek Truu meeskond.

Teid rajatakse kihiti alt üles. Mida kõrgemal paikneb kiht, seda rangemaks muutuvad üldjuhul kihile esitatavad nõuded ja seda suurem on selle maksumus. Iga kihi paksus mõjutab aga otseselt tarindi tugevust ja tööiga, mistõttu tehakse teekatendi konstrueerimisel ja dimensioneerimisel tarindikihtide paksuse optimeerimiseks täpsed katendiarvutused. Mida kõrgemal üks

Fotod: Teede Tehnokeskus

**Marek TRUU,**

Teede Tehnokeskus ASi arenduse ja uuringute osakonna juhataja

**Veiko TIKAS,**

Teede Tehnokeskus ASi arenduse ja uuringute osakonna peaspetsialist

**Romet RAUN,**

Teede Tehnokeskus ASi arenduse ja uuringute osakonna spetsialist

kiht paikneb, seda olulisem on saavutada kihi ettenähtud paksus. Seetõttu on selle mõõtmine teedeehituse vastuvõtu-toimingutes tähtsal kohal. Asfaldist kattekihtide paksus selgitatakse välja traditsiooniliselt puurimisega saadud proovikehade joonlauaga mõõtmise teel.

Traditsiooniline lähenemine

Riigiteedel on katte ülakihtide vastuvõtmisel ette nähtud puurimine igal sõidurajal 500 m sammuga ja kokku tehakse iga kilomeetri katte kohta 12 puurauku. Selline meetod on aeganõudev, kulukas ja häirib liiklust. Sageli lisanduvad tee hilisemal kasutamisel kulud, mida põhjustavad puuraukude tekitatud nõrgad kohad kattes (eriti ülakihis) ja täiteplommide lagunemine. Seega on 12 puurauku tee seisukorra ning kulude ja kahjude mõttes liiga palju, kuid katte paksuses objektiivselt veendumiseks kaduvvähe. Saadud täpsed mõõtmistulemused on oma juhuslikkuse tõttu võrreldavad näiteks ruletiga. Lisaks on kordusmõõtmine raskendatud.

Ettenähtust väiksema paksuse tuvastamisel on suurkehadel põhinev meetod aluseks töövõtjale mahaarvamiste tegemiseks. Mahaarvatava summa suurus võib erineda sõltuvalt sellest, kust täpselt alustati 500 m sammuga proovivõttu. Lisaks on kattekihtide paksuse mõõtmine sageli mitme poole ülesanne: töövõtja puurib, järelevalve transpordib ja akrediteeritud labor mõõdab. Tulemus on seega eri poolte tegevusest mõjutatud ja kontroll mõõtmistegevuse üle tervikuna puudub – labor mõõdab seda, mis laborisse tuuakse. Kuna proove ei säilitata, ei ole võimalik hiljem vea ilmnemisel selle algallikat välja selgitada, st vastutus hajub.

Miks ei ole kattekihtide paksus ühtlane?

Võiks arvata, et laoturiga paigaldatud kattekihtide paksus on ühtlane ja kiht sile nagu vabrikust tulnud lauaplaat. Kuid tegelikult pole see nii. Kuigi tööde tellijad kahtlustavad töövõtjat sageli ebaaususes, näitab meie kogemus pigem vastupidist – enamasti soovivad töövõtjad saada head lõpptulemust, mida iseloomustavad tasasus ja võimaluse korral ka põikkalded.

Üksiku kattekihi paksus sõltub nii selle aluskihist kui ka kattekihile endale eksploatatsiooni ajal kohe tekkivast ebataasusest. Aluspinnal – näiteks liikluse all olnud killustik-, stabiliseeritud alusel või freesitud (tasandus)kihil – on pea alati mingisuguseid puudusi (muhud, lohud ja erinevad kalded). Samuti võib see aluspind olla ebapiisava kandevõimega. Aluskihi ebataasus võib tekkida ka töödeagekse liikluse tagajärjel. Lisaks tekivad juba valminud kattele liikluse tõttu kiiresti mõnemillimeetrise amplituudiga pikivaod ehk nn algroobas, mis suurendab samuti kattekihi paksuse ebaühtlust.

Üldjuhul saab iga järgneva kihiga olukorda parandada. Selleks tuleb pealekantava kihi paksust varieerida. Kui aluskihi muhud on

näiteks 5–8 mm, peaks töövõtja mahaarvamise vältimiseks paigaldama u 10 mm paksema kihi ja kandma sellele mineva kulu (40 mm kattekihi paksus tähendab +25% materjalikulu). See on majanduslikult ilmselgelt ebamõistlik, mistõttu võetakse mõõtmise loteriilist iseloomu arvestades paratamatult kaalutletud riskid.

Ootused uuele lahendusele

Eelkõige tuleb mõõtmismeetodi valikul pidada silmas mõõtmise eesmärki saada usaldusväärset teavet kattekihi või -kihtide tegeliku paksuse kohta. Seepärast võiks uus meetod olla

- mittepurustav,
- täpne (võrreldav laboratoorse ehk suurkehade mõõtmisel põhineva meetodiga),
- palju sagedasem (soovitavalt pidev),
- kontrollitav (mõõtja vastutus),
- majanduslikult soodne.

Maaradarist ei pruugi piisata

Teede Tehnokeskus on mõõtnud katte paksust puurimise teel aastakümneid, kuid selle traditsioonilise meetodi puuduste tõttu on pidevalt otsitud ka uusi lahendusi puurimise vähendamiseks. Aastal 2000 hankisime esimese, Soomes spetsiaalselt maanteede mõõtmiseks komplekteeritud USA päritolu maaradari (ingl *Groud Penetrating Radar*, GPR, mõnel pool tuntud ka kreekapärase nimetusega *georadar*), mis võimaldas muu hulgas mõõta tarindikihtide paksust. Peamiselt kasutati seda geoloogiliste uuringute jaoks, kuid aeg-ajalt telliti mõõtmisi ka selleks, et teha uute kattekihtide vastuvõtmisel kvaliteedi-kontrolli.

Maaradar on kattekihtide paksuse mõõtmiseks väga tõhus, sest see töötab pidevmeetodil. Tinglikult võiks öelda, et see võimaldab katta tee virtuaalsete puuraukudega kogu katte ulatuses kasvõi iga 10 cm tagant nii piki- kui ka põikisuunas. Praktikas piirduakse siiski tavaliselt 1–2 mõõtejoonega sõiduraja kohta.

Maaradari miinus oli see, et sellega oli võimalik sageli määrata vaid kogu katte, mitte aga üksikkihtide paksust. Uuemate mõõteseadmete ja -antennide kasutuselevõtuga kihtide eristumine küll paranes, kuid on jäänud ikkagi 0 ja 100% vahele. Lisaks vajab maaradar kindlate olude (nt mõõdetavate kihtide segu muutumatus) jaoks kalibreerimist, et saavutada vähemalt katte vastuvõtumõõtmisel eeldatav täpsus. Kalibreerimine võib aga mõnikord võtta mitu korda rohkem aega kui mõõtmine ise.



Ühe kilomeetri katte kohta tuleb võtta 12 puurkeha.



Pulss-induktsioonmeetodil töötava seadmega mõõtmine on kiire.

Ajapikku sai üha selgemaks, et kihi paksuse mõõtmine maadariga võib olla küll piisavalt täpne, kuid kuna sellega ei ole võimalik mõõta alati üksikute kattekihtide paksust, ei sobi see meetod eraldiseisvana vastuvõtumõõtmiseks.

Maadarari tugev külg tuleb esile toetava meetodina punktmõõtmismeetodite järelkontrollis. Sellega on võimalik kontrollida nii puuraukudepõhiste tulemuste realistlikkust kui ka puuraukude vahele jäävate lõikude (500 m) kihtide kulgemist ning leida võimalikud probleemsed kohad. Täpse kihipaksuse saamiseks tuleb need kohad aga üle kontrollida tavapärase puurimise teel.



Peegeldi kahe kihi vahel.

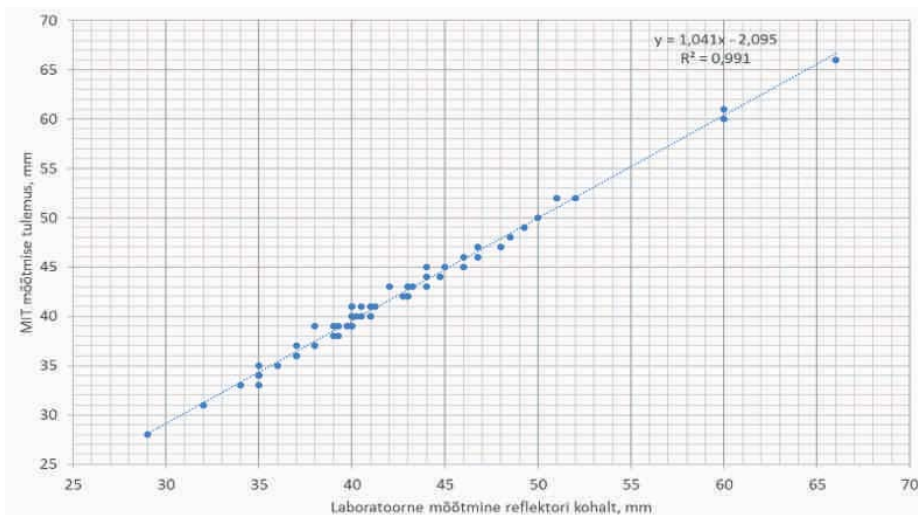
Pulss-induktsioonmeetod

Mõned aastad tagasi hakkasime aktiivsemalt otsima muid maailmas kasutatavaid mittepurustavaid meetodeid katte paksuse määramiseks. Eri meetodite plusse ja miinuseid analüüsid langes valik pulss-induktsioonmeetodil töötava seadme kasuks. Sama tehnoloogiat kasutatakse ka näiteks metalliotsijates. Selle meetodi eripära ja piirang on see, et enne mõõdetava kattekihi laotamist tuleb aluskihile vahetult laoturi ette paigaldada teatud omadustega peegeldi ehk reflektor. Mõõtmise käigus tuvastatakse peegeldi täpne asukoht ja skannitakse seda pulss-induktsioonmõõtmiseadmega. Mõõtmine on kiire. Nüüdseks oleme seda meetodit kasutanud kolm aastat.

Nagu iga mõõtmise puhul, sõltub ka siin tulemuse täpsus lisaks kasutatavatele seadmetele ka mõõtjast. Kui kõik tehakse õigesti, jääb üksikkihi mõõtmistäpsus valdavalt ± 1 mm piirsesse, mis on samaväärne traditsioonilise mõõtmismeetodi täpsusega. Paksemate kihtide puhul on mõõtmistäpsus valdavalt $\pm 2\%$ kandis. Sobivate peegeldite kasutamisel saab mõõta sellise täpsusega kuni 35 cm paksusi kihte.

Mõningate iseärasustega tuleb siiski arvestada. Näiteks võib juhtuda, et laoturi ees olev asfaldiveok korjab manööverdamise käigus peegeldi üles või see paisatakse veokikastist pudeneva materjali löögist õhku, asetudes seejärel materjalitüki peale. Seetõttu tasub jälgida reflektorite paikajäämist kuni laoturi alla jõudmiseni. Probleemsed juhtumid tasub ehituspäevikusse üles märkida ja neid mõõtmistellimuses kajastada. Sel juhul saab need mõõtmisaruaudesse kirja panna ja vajaduse korral on neid võimalik hiljem puurimise teel kontrollida. Praktikas on sellised juhtumid siiski haruldased.

Veel tuleb pulss-induktsioonmeetodi puhul arvestada, et sügava tekstuuriga aluspinna korral (nt sügav saehambuline freesijalg) võib see anda kuni 1 mm väiksema kihipaksuse. Peegeldi on küll hea soojusjuht ja ka peegeldi alla jääv asfalt kuumeneb kiiresti, kuid asfaldiosakestel ei pruugi olla võimalik sellisel määral ümber paigutada, et tühikute jäämist täielikult vältida. Sarnane efekt võib leida aset siis, kui peegeldid paigaldatakse asfaldivõrgu peale. Meetodit ei saa kasutada terasvõrguga armeeritud asfaldil, betoonkattel ega raudbetoonist rajatistel. Probleeme võib tekkida ka rauamaagi jääke sisaldavast killustikust katetega. Näiteks üks kord, kui kahtlase



Joonis. Pulss-induktsioonmeetodi korrelatsioon nn puuraugumeetodiga.

mõõtmistulemuse järel katet puuriti, selgus, et väär tulemuse põhjus oli kattes olnud nael. See oli tõeline kokkusaatus – päeva nael!

Miks me siis ikka veel puurime?

Kuigi pulss-induktsioonmeetod korvab traditsioonilise meetodi puudujäägid, kaasneb iga uue asjaga ikka nii tellijate kui ka töövõtjate teatav skeptitsism.

Tellijad on näiteks kardavad, et töövõtjad võivad peegeldite asukohti ette teades hakata katte paksusega „lainetama“, nii et kihi paksus vastab nõuetele ainult peegelditega kaetud kohtades. See on siiski väga teoreetiline võimalus. Praktikaks keskendutakse paigaldusel siiski katte tasasusele ning võimaluse korral kalletele ja aluskihi ebatasasuse väljasilumisele. Teisalt välistab sellise lainetamise kümme korda tihedam mõõtmiste samm (50 m) kui traditsioonilise meetodi korral.

Samuti on kahtlustatud, et kui peegeldid paigaldab töövõtja ise, saab ta need lohkudesse paigaldada ja sellega katte

paksust näiliselt suurendada. Tegelikult tuleb peegeldid juhendi kohaselt paigaldada u 0,5 m² suurusele asfaldilapile, mistõttu lohku otsimine ja leidmine on praktikas üsna küsitav tegevus.

Kolmas küsimus on olnud see, kuidas tagada mõõtmise usaldusväärsus. Siin on ainus variant kasutada usaldusväärset mõõtjat.

Kes katab kulud?

Töövõtjate jaoks on uue meetodiga seotud kaalutlused eelkõige majanduslikud. Kuigi üksikmõõtmine on mitu korda soodsam kui traditsiooniline meetod, tuleb teha kulutusi peegelditele, nende paigaldusele ja mõõtmisele. Traditsioonilise meetodi korral kannab töövõtja ainult puurimise kulu ja vajaduse korral garantiiajal plommide lagunemisest tingitud kulud, aga tellija kanda jäävad puurimise dokumenteerimine, puurkehade korje, mõõtmine (labor) ja plommide lagunemisest tingitud tööd garantiiaja järel (hooldeleping). Nii on selge, et töövõtjal on majanduslikult ebamõistlik

kallimat mõõtmist (üksikmõõtmine on siiski kordades odavam) enda peale võtta.

Teine oluline põhjus on katte paksuse puurimise katsetulemuste vaidlustamise võimalus. Harilikult ei võeta kordusproovi algsega täpselt samast kohast, mistõttu saadakse erinev katsetulemus. See võimalus võib muuta n-ö puurimisruleti ahvatlevamaks kui meetod, mille puhul on kõige hapumate kohtade tabamine kümme korda suurem, korduskontrollimine lihtsam ja vaidlustamine seetõttu keerulisem.

Seega tuleb eelkõige mõelda, kuidas töövõtjaid motiveerida. Paar võimalust on esitatud allpool:

- kasutada mittepurustava meetodi tulemusi statistiliselt töödelduna – üksikprofiilide asemel kasutada 500 m keskmisi tulemusi;
- muuta mahaarvamise valemite kasutatavaid koefitsiente mittepurustava meetodi kasutamise kasuks;
- võtta kasutusele kihi keskmise paksuse suurenemist arvestav nn boonuse komponent. Mittepurustava meetodi suur mõõtemaht võimaldab anda adekvaatse hinnangu keskmise kihipaksuse kohta (meetod sobib üldjuhul ka tasanduskihtide keskmise paksuse leidmiseks).

Kuna oleme kattekihtide mõõtmise võimalusi otsinud ja katsetanud pikka aega, näeme, et mittepurustavad meetodid on katte paksuse mõõtmisel täpsed ja kulutõhusad ning neid tuleks soodustada. Kokkuvõttes vähenevad mittepurustava meetodi kasutuselevõtuga ühiskonna kulud, paraneb kontroll ja suureneb kindlustunne tulemuste usaldusväärsuse suhtes, kuna mõõtmistulemused on kontrollitavad ja mõõtjal lasub selge vastutus. Samuti ei ole vaja kattesse auke teha.

Tabel. Katte paksuse mõõtmise meetodite võrdlus

Omadus	Puurkehad	Maaradar	Pulss-induktsioon
Täpsus	täpne	sõltub kalibreerimise mahust, võib olla täpne	ühe kihi puurimisega sama täpsus
Teostatavus	alati	selgub mõõtmise käigus	armatuurita tarindi korral alati
Mõõtmise tihedus (standard)	12 mõõtmist km-l	pidev, > 10 000 mõõtmist km-l	120 mõõtmist km-l
Ajakulu	puurimise tõttu aeglane	mõõtmine kiire, analüüs võib osutada ajamahukaks	kiire üksikmõõtmine, vajab peegeldite paigaldamist
Kalibreerimine	ei vaja	vajab, aeganõudev	kiire, ei vaja kalibreerimist puurkehadega
Liikluse häirimine	jah	peaaegu ei	mõningane
Kontrollitavus	piiratud	piiratud	lihtne kontrollida
Kulud	kulukas (k.a varjatud kulud)	sõltub teostatavusest	puurimisemeetodiga võrreldavad või soodsamad

Fotod: Silver Raidla ja erakogu



Kreet STUBENDER-LÕUGAS,
Teelehe peatoimetaja

Sven Sillamäe

tõi teedevaldkonda uudishimu

Vaatamata noorele eale on Sven Sillamäe (32) jätnud tugeva jälje Eesti teedevaldkonda nii õppejõu kui ka teadus- ja arendustöö projektijuhina. Mida muud olekski oodata mehest, kes tudengipõlves eelistas sõpradega väljaskäimisele õppida tehnilist mehhaanikat ja kelle silm läheb külmakerkearvutusest rääkides hetkega särama.

Kuidas sa üldse teedealale jõudsid?

Tegin kooli ajal rattasporti ja sõitsin palju oma kodukoha Suure-Jaani ümberkaudsetel maanteedel. Mäletan end rattasadulas juurdlemas selle üle, miks ma ei mahu teele sõitma. Miks on teeääred nii kitsad? Miks ei võiks neid laiemaks teha? Miks on teed halvas seisukorras? Miks kivi lendab? Kuidas seda saaks paremaks teha? Äkki saaksin mina seda paremaks teha?

Sain teada, et on olemas selline eriala nagu teedeehitus ja 12. klassi poole peal teadsin,

et tahan just seda õppima minna. Varuplaan oli asuda õppima Tallinna Tehnikaülikooli (tollane TTÜ) tootearendust ja tootmiskorraldust metallitöö kallakuga. Kui riigieksamid oleksid täiesti ebaõnnestunud, oleksin proovinud õppida keevitajaks.

Kuidas sa Tallinna Tehnikakõrgkooli sattusid?

Minu matemaatikaeksam ei läinud kõige paremini, mistõttu ei saanud ma TTÜ teedeehituse erialale sisse. Kindlasti ei

olnud matemaatika mul koolis kõige nõrgem lüli, aga mõni ülesanne võttis natuke rohkem aega ja lahendus ei olnud korrektne. Olin aga igaks juhuks viinud paberid ka Tallinna Tehnikakõrgkooli (TTK) ja sinna sain sisse.

Ehkki oleksin saanud minna TTÜsse õppima ka tootearendust ja tootmiskorraldust, kuhu osutusin vastuvõetuks, näis teedeehitus perspektiivikam ja mu huvi selle vastu oli suurem. Seega mõtlesin, et lähen üheks aastaks TTKsse teedeehitust õppima, teen siis matemaatika riigieksami uuesti (osalesin isegi ettevalmistaval kursusel), kandideerin järgmisel aastal uuesti TTÜsse ja lähen sinna üle.

Aga mulle hakkas TTKs meeldima. Meelepärased olid õppejõud, keskkond, kõik, mida räägiti, võimalused, mida pakuti. Juba esimesel kursusel pöördus õppetooli juhataja Jaan Kollist aktiivsemate tudengite poole ja pakkus huvitavaid referaaditeemasid. Ta soovitas minna sama teemaga kuni kooli lõpuni ja jätkata sellega ka magistriõppes.

Minu puhul nii läkski. Pärast esimest aastat ei tahtnud ma enam kuhugi üle minna.

Õppejõududega tekkis hea kontakt. Peale Jaan Kollisti kiidan ka Mati Toomet. Mõlemad inspireerisid mind väga. Nad olid oma ala professionaalid, keda iseloomustas inimlik suhtumine ja tahe oma üliõpilasi arendada.

Milline õpilane sa olid?

Ma olen hästi õppimishimuline ja tahan kogu aeg midagi uut teada saada. Tänapäeval ei ole üldse haruldane see, et (põhi- ja keskkooli)õpilastele ei meeldi koolis käia, õpiaeg tundub ebameeldiv ning mõne aine ja teema kohta küsitakse, miks seda vaja on. Mina aga nautisin keskkooli. Ma ei ole kunagi olnud läbinisti viieline, aga mulle on väga meeldinud koolis käia ja uusi teadmisi hankida.

Ülikoolis sai vahepeal ikka kursavendadega õlut ka joodud, aga selle asemel et igal õhtul välja minna, meeldis mulle näiteks tehnilist mehhaanikat õppida, et saada aru, kuidas asi toimib.

Kuidas siis juhtus, et sinust sai hoopis pedagoog ja põllu asemel sattusid laborisse?

Kui ma õppisin viimasel kursusel, kutsus Jaan Kollist mind TTKsse rajatiste õppetooli tööle. Majanduslangus oli just alanud ja ettevõttes, kus ma tol hetkel õpingute kõrvalt töötasin, ei läinud väga hästi. Ebakindlus oli suur, sest ma ei teadnud, mis must edasi saab. Samal ajal oli mul kindel soov magistriõppesse edasi minna, aga tee-ehitusobjektidel töötades oli edasiõppimine keerukas. Nii ma siis otsustasingi tulla magistrantuuri ajaks TTKsse tööle. Kuid õppimise vältel avanes palju uusi edasiarenemise võimalusi ja nii ma olen sinna pikemaks jäänud.

Ma naudin tudengitega suhtlemist. Nii loengu ettevalmistamine kui ka andmine nõuab palju, aga teisalt annab see sisemise rahulolutunde. Olen aastate jooksul kogunud suurel hulgal teadmisi, palju enda jaoks avastanud ja nüüd saan seda ka teistega jagada. Loodan, et see aitab tudengitel hakata teedeinseneri elukutset hindama. Loomulikult pean ka ennast pidevalt edasi arendama.

Mulle on hästi tähtis küsimus „miks“. Mind näiteks ei rahulda see, kui ma lihtsalt näen mingit materjali, vaid ma tahan teada, miks ta siin on. Miks ta käitub niimoodi? Miks on nõud sedasi kirjas? Ka loengutes püstitame tudengitega miks-küsimusi: näiteks miks on killustikul mingid omadused, kuidas neid kontrollida, kuidas materjal pikema aja jooksul toimib jne. Tähtsad on omavahelised seosed ja mõistmine, miks midagi on nõutud või miks midagi tehakse või ei tehta.

Mis aineid sa tudengitele annad?

Alustasin tee-ehituse ajaloo, transpordiehituse põhialuste, teedehoolduse ja teekatendite arvutamisega. Praegu on mul geosünteedid, teedehooldus ja korrashoid, pinnasemehhaanika ja teekonstruktsioonid – seega kõik, mis jääb asfalt- või betoonpinnast allapoole kuni olemasoleva maapinnani ja sealt veel sügavamale. Mul on aja jooksul valminud loengukomplekt, mille abil võtta kokku kogu teekatendite olelusring: alustame materjalide omadustest ja käitumisest ning lõpetame tee lagunemise põhjuste ja nende kõrvaldamisega.

Kui palju sa õppejõuna praktilise tööga kokku puutud?

Mõni aasta tagasi tundsin, et ma ei tea enam hästi, mis turul ja reaalses elus toimub ning mis on ehitajate tegelikud probleemid, mida võiksin ka loengus käsitleda või arvesse

võtta uurimistöodes. Kui lihtsalt lugeda kirjandust, kipub kontakt maailmaga kaduma. Üks pool on see, et ma räägin tudengile, mida ta peab tegema, kuid teine pool on see, kuidas seda praktikas teha ja millised probleemid sellega kaasnevad. Just see teine pool hakkas varju jääma.

Just siis, kui tekkis tahtmine end rohkem täiendada, kutsus üks tuttav mind enda ettevõttesse tööle. Nii stažeerisin seal TTKs töötamisega paralleelselt kaks aastat. Olen talle selle võimaluse eest väga tänulik. See on ääretult vajalik, et õppejõud käib vahepeal täiesti ära või rabab kahel rindel. Mul oleks olnud võimalus töötada seal ka pikemalt, kuid kahte asja on raske korralikult ja pühendunult teha, mistõttu pidin otsustama, kas jätkan ainult eraettevõtluses või koolis. Valisin viimase.

Mis on sinu jaoks õppejõuna töötamisel kõige raskem?

Meediast kuuleme pidevalt õpetajate töötasude poleemikast, aga ka õppejõudude olukord ei ole sugugi parem. See on tundlik teema. Kui peaksin olema ainult õppejõud, tegema üksnes pedagoogitööd, ei oleks mul praeguse elukalliduse juures võimalik seda ametit pidada. Olen saanud jääda kooli tänu erinevatele projektidele ja uurimistöodele, mis on toonud lisateenistust.

Kellega koos oled uurimistöid teinud?

Meil on olnud Maanteeametiga väga hea koostöö. Igal aastal on sealt tulnud mõni teema, millega oleme saanud tegeleda.

Käimas on koostöö Eesti Energiaga, et uurida jääkmaterjalide kasutust. Uurime põlevkivi aherainest valmistatud killustikku ja põlevkivituhka. Viimase kohta on praegu valmimas kolm väga põnevat lõputööd, mida juhendan.

KOMMENTAAR



Karli KONTSON,
Sveni endine üliõpilane

Minu esimene kokkupuude Sveniga oli ligi kümme aastat tagasi Tallinna Tehnikakõrgkoolis, kus me õppisime teedeehitust ja olime ühed esimesed, keda Sven hakkas õpetama. Juba esimestel loengutel eristus Sven teistest õppejõududest – ta suhtles avatult, võttis tudengeid võrdväärse vestluspartnerina ja õpetas õigel momendil küsima üht inseneride tähtsaimat küsimust – „miks?“. Ühest küljest võiks arvata, et need omadused on põhjendatavad noore lektori kogenematusena, kuid õnneks on selgunud, et Sven lähtub õppe- ja teadustöös samadest põhimõtetest ka

praegu. Just seepärast on Svenist saanud otseki teedeehituse infoliini, kelle poole endised tudengid ja praegused teedeinsenerid oma töös ette tulevate probleemidega tihti pöörduvad. Ja Sven võtab alati telefoni vastu.

Kuna olen nüüd ka tööalaselt Sveniga väga palju kokku puutunud, võin nimetada ka tema teisi olulisi isikuomadusi, mis teevad temast valdkonna professionaali – ta on aus, kohusetundlik, pragmaatiline, punktuaalne, uudishimulik. Ta on ideaalne insener, kes meie õnneks tegeleb teedeehitusega.



Sven tutvustab 3. kursuse tudengitele tasapinnalist nihkeaparaati, millega mõõdetakse pinnaste nihketugevust ning määratakse sisehõordenurka ja nidusust.



Sven tihendab koos tudengitega TTK teekonstruktsioonide laboris katse jaoks põlvkiviaherainet.

Hea koostöö on olnud ka Riigimetsa Majandamise Keskusega. Hiljuti lõpetasin näiteks Maaeluministeeriumi jaoks maaparandussüsteemide teede projekteerimise normide revideerimise ja korrigeerimise. Koostööpartnereid on olnud teisiigi.

Eesti Teadusinfosüsteemi andmetel oled osalenud 32 teadus- ja arendusprojekti, neist vastutava täitjana 25s. Milline tehtud töödest on olnud kõige põnevam?

Üks huvitavamatest on olnud

filtratsioonimooduli töö Maanteeametile. Sain tohutult palju uut infot selle kohta, kuidas vesi liigub, mis toimub külmudes, miks on näiteks vaja materjali filtreerumist, kuidas teekatendid ja tee muldkehad käituvad seoses veega jne.

Teine väga põnev töö käsitles bituumen-sideainete omadusi. Tegime tihedat koostööd maailma mitme juhtiva teadlasega selles valdkonnas. Järele mõeldes on tegelikult kõik projektid olnud väga põnevad ning igapäevast olen leidnud midagi uut ja kasulikku.

Milline on koormus, kui teha korraga nii õppejõutööd kui ka uuringuid?

Koormus vaheldub. Kohati on väga pingeline, kohati jälle rahulikum. Igal aastal on olnud perioode, kus tuleb peaaegu vahetpidamata tööd teha (andmeid koguda, analüüsida, kirjutada, juhendada jne), kuid sellele on alati järgnenud rahulikum aeg, mil saab jõudu koguda. On siiski tõsi, et viimased aastad on olnud päris kiired ja pingelised ning puhkeajaga on olnud vähem, kui sooviks. Õppejõud puhkavad tavaliselt suvel, kuid kuna see on teedeehituse kõrgaeg, siis tihti on mul just siis uuringutega palju tegemist.

Kas sellise tempoga läbi ei põle?

Õnneks ei ole seda siimaani juhtunud. Kui olen tunnetanud, et hakkab sinna poole kiskuma, olen alati sabast kinni saanud, võtnud nädala vabaks või maganud hommikud pikaks. Nii olen kenasti taastunud. Puhata eelistan pigem talvel, sest siis on nii õppetöös kui ka teedeehituses rahulikum.

Millised sinu töö kõige eredamad hetked?

Ühest aastatetagusest ahaaelamusest oli mul just hiljuti tudengitega juttu. Eesti katendiarvutuse meetodikat kiputakse palju kritiseerima. Olen nõus, et selles vallas on puudujääke, millega tuleks tegeleda, kuid ma ei pea olukorda lootusetuks.

Ma ei saanud katendiarvutuse meetodikas kasutatavatest külmarkerarvutusest pikka aega aru. Seal on mingisugused konstandid, mis tekitasid minus küsimust, mis need on, kust need tulevad ja kuidas me ikkagi teame, kas see arvutus vastab tegelikkusele.

Eelnevalt mainitud filtratsioonimooduli uuringu käigus tellisime Soomest külmarkerkatseid. Soomlaste külmarkerarvutus on üles ehitatud aastatepikkusele mõõtmis- ja jälgimistöole. Tänu sellele nad teavad, et

KOMMENTAAR



Prof Martti KIISA,
Sveni töökaaslane

Sven Sillamäed võib iseloomustada kui ülimalt sihikindlat kolleegi, kes suudab oma ideedega ka teisi

innustada ja olla suurepärase eeskuju. Tema uurimismetoodika on alati üles ehitatud väga süsteemselt – kvaliteetse lõpptulemuse saavutamiseks käiakse läbi kõik vajalikud sammud. Tänu laialdastele teadmistele on tal loominguilise isikuna mitu meetodit lõppeesmärgi saavutamiseks ja ta ei karda vajaduse korral töö käigus ka korrigeerimise teha. Sveni tugevaks küljeks tuleb kahtlemata lugeda seda, et ta ei piirdu ainult teoreetilise lähenemisega, vaid suudab selle väga oskuslikult siduda eksperimentaalse tööga. Väga hea

näide sellest on teedelabori katsestendi väljaarendamine, kus on võimalik laboratoorselt uurida erinevaid teekonstruktsioonide lahendusi tegelikke olukordi imiteerivates tingimustes. Just õnnestunud katsed võimaldavad tal püstitada julgeid hüpoteese ja neid tõestada või vajaduse korral ka ümber lükata. Kui sellele kõigele lisada veel ka Sveni suurepärase insenerivaist, siis on mõistetav, et ta julgeb ette võtta ebastandardseid probleemülesandeid ja suudab need ka edukalt lahendada.

kui nad teevad arvutuse, siis toimub teel ka päriselt selline külmakerge, nagu arvutus näitab. Näiteks võetakse katseandmetest näitajad, pannakse need arvutusse ja saadakse tulemus, et külmakerge on 10 cm ja teekattesse tulevad praod. Ja see lähebki päriselt nii. Võrdlesin seepeale Soome külmakerkearvutust Eesti omaga. Mõlemal on oma taustsüsteemid, nii et ma kasutasin Soome mudeli puhul andmeid, mida sinna oli vaja, ja Eesti mudelis neid, mis meil oli. Korrelatsioon tuli üks ühele! Sellel tulemusel oli tõesti vau-efekt. Sain tõdeda, et hakkasin neid arvutusi mõistma.

Mida huvitavat on värske mad projektid pakkunud?

Kõige viimane avastus pärineb Eesti Energiale tehtavast tööst, kus uurisime põlevkivi aherainest valmistatud killustikku. Selle tugevus- ja kestvusomadused on palju nõrgemad kui näiteks Tallinna ümbruse lubjakivikillustikul. Aherainekillustikku kasutati 1990ndate lõpus Ida-Virumaal Tallinna–Narva raudtee rekonstrueerimiseks päris ulatuslikult. See pandi otse ballastikihi alla, kuid liivaga segatult. Kui vaadata rahvusvahelisi raudtee-ehitusnorme, ei kvalifitseeruks selline materjal vahetult ballastialuseks kihiks, kuna kasutatud killustik ei ole sobivate omadustega (eriti selle orgaanikasisaldus ja külmakindlus, aga ka muud näitajad).

See raudteelõik on olnud Eestis kõige raskemini koormatud: selle kaudu on toimunud kogu idasuunaline transiit. Projekti käigus võtsime ballastikihi alt proovid ja määrasime selle omadused. Nägime, et materjal on suurepäraselt seisukorras, kuigi selle külma- ja purunemiskindlus pole piisav ning põletuskadu (ehk orgaanikasisaldus) on liiga suur. Materjal, mis justkui ei tohiks seal olla ega peaks saama nii hästi vastu

pidada, on ometi suurepäraselt seisukorras.

Arvatavasti on siin määravaks teguriks liivaga segamine: liiv on pehmenanud pingekontsentratsiooni suuremate kivide vahel, taganud vajaliku veejuhtivuse ja tänu sellele on see komposiitmaterjal nii hästi säilinud. Saime teadmise, et saaksime ka Rail Balticu muldkeha ehitamisel aherainest valmistatud killustikku ära kasutada. Ja me mitte ainult ei looda, et see peab vastu, vaid me teame seda. Rail Balticu puhul läheks see sügavamatesse kihtidesse, kus ta oleks veel soodsamates tingimustes kui otse ballastikihi all. Tänu sellele saaks oluliselt vähendada Rail Baltica ehitamisega kaasnevat ökoloogilist jalajälge, sest väga suur osa materjalist oleks sel juhul taaskasutatud.

Kes on su eeskujud?

Minu eeskujuks on rohkem akadeemiline ja peamiselt piiritagune seltskond, näiteks Soomest Tampere Tehnikaülikoolist prof Pauli Kolisoja, Aalto ülikoolist prof Leena Korkiala-Tanttu, USAst Illinoisi ülikoolist prof Erol Tutumluer, Inglismaalt Nottinghami ülikoolist prof Andrew Dawson jt. Eestis jälgin Peeter Talviste tegemisi, kuna mul on suur huvi geotehnika vastu, ja teedevaldkonnast võiks eraldi mainida Marek Koitu.

Mis sind rõõmustab?

Isiklikus elus rõõmustan kaasavaliku ja kahe imelise lapse üle. Pere on mulle ääretult tähtis, kuigi teinekord kipub töö võimust võtma. Mu n-õ probleem on selles, et mulle väga meeldib valitud eriala, olen karjäärivalikuga ja asjade käiguga rahul. Mind rõõmustavad uued avastused, kogutud ja jagatud teadmised, mitmel teemal tekkinud diskussioonid ja see, et endised tudengid tervitavad ka pärast diplomi kättesaamist. Rõõmu teeb ka

usaldus ehk see, kui küsitakse arvamust, seisukohta, arvutust jne.

Millest unistad?

Progressist ja sellest, et arendustöö ei jääks seisma, vaid ikka jätkuks. Teedest rääkides on eesmärk järjest turvalisem liikluskeskikond, mis koosneb mitmest komponendist, muu hulgas teekatendi püsivusest ja pikaajalisusest. See omakorda mõjutab veel liiklejate rahulolu, teehoiu ökonomikat ja ökoloogilist jalajälge.



Materjal, mis justkui ei tohiks seal olla, on ometi suurepäraselt seisukorras.

Kui tuua üks konkreetne näide, siis mind huvitavad väga mittepurustavad katsed, kus me ei pea midagi lahti võtma ega lammutama, vaid tuletame kaudsel meetodil, mis seisukorras tee on ja mida peaksime tegema, et selle kasutamisega võimalikult mõistlikul viisil pikendada. Oleme seda teemat koos Maanteeametiga juba vaadelnud kandevõimemõõtmiste ja maaradari kasutamise, aga ka bituumeniuuringu raames. Nagu tavaliselt, tulevad tehtud uuringutest uued teadmised ja ideed järgmistele võimalustele jaoks.

Võtame näiteks bituumeni ja selle reoloogiliste omaduste mõõtja reomeetri (ingl *dynamic shear rheometer*, DSR). Me võime võtta tee pealt väikse sideaineproovi, tuua selle laborisse ja teha DSRiga läbi katsetsükli. Nii saame teada, mis seisukorras bituumen on. Asfaltkattel ei pruugi veel silmaga nähtavalt mitte midagi viga olla, aga kui näeme proovis ohumärke, saame kasutada õigel ajal ennetavaid meetmeid, peatamaks teekatte lagunemist, mis põhjustab murenemist ja löökauke. See on järjest ajakohasem teema, mis hõlmab bituumeni omaduste muutumist, naastrehvide kasutamise vähenemist ning asfaltkatete suuremat deformatsiooni- ja kulumiskindlust. Selle tulemusel võiks teekatte vananemise peatamiseks kasutada näiteks hästi lahjat bituumenemulsiooni koos rejuvenaatoriga, mis seob mikropraod, parandab kahjustatud mastiksi struktuuri ja elavdab kattes olevat bituumenit.

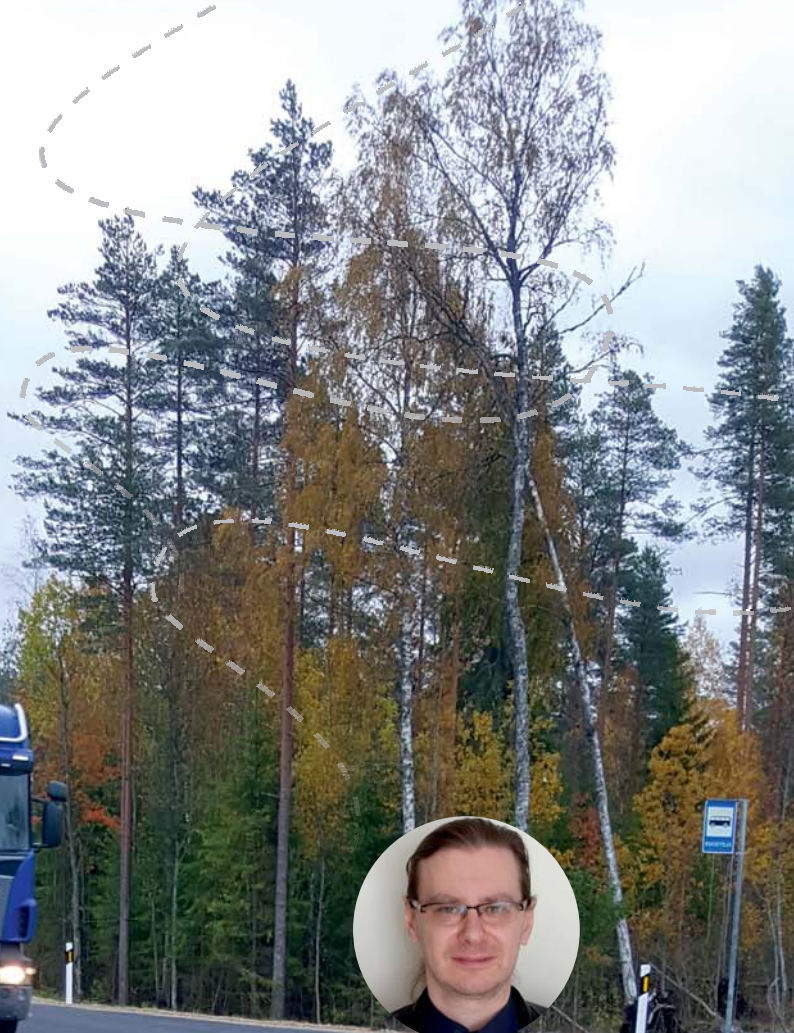
Kui meil on parem ja täpsem info tee ja ka kõikide ehitiste seisukorra kohta ning me teame, mis põhjustab lagunemist ja kuidas seda ennetada, saab hoida kokku väga-väga suuri rahasummasid. Sotsiaal-majandusliku poole pealt on veelgi olulisemal kohal mõju liiklejate rahulolule ja liiklusohutusele. Niisuguse suuna teadlik ja sihipärane pikaajaline arendamine on mu unistus.

KOMMENTAAR



Jüri TAMM,
Sveni endine ülemus

Mõni aeg pärast Sveni tööleasumist ViaConis saatsime ta pea kuuks ajaks Saksamaale ennast täiendama ja sealsetes projektides kaasa lööma. Tagasiside kolleegidelt oli ühemõtteline: kui meil oleks rohkem selliseid insenere, kelle pühendumus, detailidesse süüvimine, janu ammutada rohkem teavet on nii suur, oleks kogu taristu areng Euroopas mitu korda kiirem. Aastatega on sellest aktiivsest noorest insenerist kasvanud vaieldamatult Eesti turu üks parimaid eksperte.



Mattias OLEP,
Tallinna Tehnikakõrgkooli teadur,
Geolep OÜ geotehnika konsultant

Kas 52tonnine veok **lagundab** **teed rohkem** kui 40tonnine?

Kuidas mõjutab teekatendit 40-, 52- ja 60tonnise raskeveok? Vastust teab Tallinna Tehnikakõrgkooli teadur Mattias Olep, kelle juhtimisel rajati Ida-Virumaale anduritega mõõtepunktid, toodi kohale eri parameetritega etalonveokid ja korraldati nendega poolsada ülesõitu.

2018. aasta kevadel alustati Maanteeameti tellimisel Tallinna Tehnikakõrgkoolis teadustööga „Raskeveokite mõju teekatendile“. Meeskonda kuulusid lisaks autorile Sven Sillamäe, Kaarel Grünberg ning abiks olid prof Pauli Kolisoja ja Martti Kiisa. Uuringu käigus ehitati Ida-Virumaale kaks uut ja täiendati ühte vana paljude anduritega teelõiku, kus saab mõõta teekatendi osade vajumist ja venimist ülesõitvate veokite mõjul.



Pikiroopad.



Teeserva vajumine.



Surveandurite paigaldamine

Teadustöö peamine eesmärk oli mõõta eri tüüpi veokite ja erineva täismassi mõju teekatendile, täpsemalt öeldes püsiva deformatsiooni teket, avaldumist ja arengut katendis. Eraldi huvi pakkus juba aastaid lubatud olnud 40tonnise, praegu arutamise all oleva 52tonnise ja naabermaades juba lubatud, kuid Eestis veel eriveose alla käiva 60tonnise veoki mõju võrdlus.

Ühest küljest lagundaks lisakoormus (52 ja 60 tonni) Eesti teid, mis tekitaks roobaste ja löökaukude tõttu teekasutajates ebamugavust ja tooks riigile majanduslikku kahju. Teisest küljest tooksid suuremad kaubakogused maksudena riigile kasu ja elavdaksid majandust, samuti oleks see keskkonناسäästlikum, kuna kütust kasutatakse ühe ühiku transportimiseks vähem. Naabermaades Soomes ja Rootsis on lubatud isegi üle 60tonnised lisatelgede ja paarisrattastega autorongid¹.

Uuringus mõõdeti, kas lisateljed ja paarisrattad kompenseerivad veoki kaalu suurenemist.

Raskeveoki mõju teekatendile

Täismassi suurendamine mõjutab enim madalaklassilisi teid, mis on Eestis enamasti pinnatud ülekattega. Pinnatud kruusateede liiga väike kandevõime lagundab kattedekihti, mille parandamine on kulukas. Tee püsivust mõjutavad ka katendikihtide ebahühtlus, halvasti toimiv dreanaaz ja mõne kihi materjali sobimatu terakoostis, milles eriti kevadisel ajal tekib teed koormates plastne deformatsioon.

Tüüpilised vigastused on võrkpragunemine ja roopad.

Raskeveokite põhjustatud kõige nähtavamad defektid on pikiroopad ja kitsastel teedel tihti servadeformatsioon. Sellised defektid mõjutavad sõidumugavust ja -turvalisust ning suurendavad nii liiklejate kui ka tee omanike kulutusi. Roopas seisev vesi võib põhjustada vesiliugu ja tekitada tee põiklõikes eri haardeteguriga tsoone. Vajunud teeäär soodustab veokite ümberpaikumist, mistõttu vajab see parandamist.

Valitud katselõik ja katseveokid

Teadustöök valiti teelõik, mis esindaks suurt hulka Eesti madalama klassi teid, kus toimub näiteks metsavedu ja kus teemulle pole ehitatud parimatest materjalidest. Katselõik Iisaku-Tudulinna-Avinurme

tugimaanteel nr 35 asub Ida-Virumaal Peipsi järvest põhja pool. 2018. aasta suvel rajati teel nr 35 ehitustööde käigus kaks eri tugevusega pinnasel asetsevat mõõtejaama, millel on 15 andurit. Peale selle täiendati läheduses olnud Simuna-Vaiatu lõigu mõõtepunkti.

Nii rohkete ja erinevate anduritega teede katsepunkte pole varem Eestis ehitatud. Lähim eeskuju on Soome, kus sarnased jaamad on välja töötatud aastate jooksul etappide kaupa. Kõik kolm mõõtepunkti on töökorras, võimaldavad teha mõõtmisi ja nende eeskujul saab ehitada uusi jaamu ka mujale Eestisse.

Katselõikudel võrreldi järgnevate veokite mõju:

1) 40tonnise viieteljelise (2 + 3) liigendsõiduk, mis koosneb kaheteljelisest

¹ Uuringud selle kohta, kuidas uus koormus on naabermaade teedele mõjunud, ei olnud käesoleva uurimistöö ajaks veel valminud. Samas on iga riigi geoloogia unikaalne ja otse ei saakski tulemusi Eestisse üle kanda.



Surveandurite paigaldamine.

40tonnise etalonveoki möödumine mõõtepunktiist.

mootorsõidukist ja kolmeteljelisest poolhaagisest, mis on varustatud üksikrehvidega;
 2) 44tonnise kuuetteljelise (3 + 3) liigendsõiduk, mis koosneb kolmeteljelisest mootorsõidukist ja kolmeteljelisest poolhaagisest, mis on varustatud üksikrehvidega;
 3) 52tonnise (praegu eriluba vajav) seitsmeteljelise autorongi (3 + 4, pikkus 18,75 m), mille kõik teljed, välja arvatud veduki pööratavate ratastega teljed, on varustatud paarisratastega;
 4) 60tonnise (praegu eriluba vajav) seitsmeteljelise autorongi (3 + 4, pikkus 18,75 m), mille kõik teljed, välja arvatud veduki pööratavate ratastega teljed, on varustatud paarisratastega.

Lisaks massi- ja teljeerinevusele jagunesid loetletud etalonkaaluga veokid üksikratastega veokiteks (40 ja 44 tonni) ja peale esimese pöörava ratta paarisratastega veokiteks (52 ja 60 tonni). Kolmes mõõtepunktis tehti kokku 48 etalonveokite ülesõitu, mille käigus mõõdeti eraldi iga anduri registreeritud ülesõite kokku 1344. Andurite mõõte-

sagedus oli 1500 korda sekundis. Mõõtelõikude rajamise kõrval oli mahukaim töö tuletada miljonitest mõõteandmetest selged ja kompaktsed tulemused.

Kas üksik- või paarisrattad?

Katsetest selgus, et katendi lagunemist vähendab koormuse jagamine laiemale pindalale. Kui suurendada veokirataste kontaktpindala teega, nii et surve ruut-sendimeetrile kokkuvõttes ei tugevne, ei tekita see teele märkimisväärset kahju. Kontaktpindala suurendamiseks saab panna raskematele veokitele lisateljed ja paarisrattad.

Seega sõltub veoki täismassi mõju teekatendile kõige enam rehvide arvust ja laiusest. Näiteks võib 40tonnise kitsaste üksikratastega veok tekitada asfaldis ja muldes suuremat pinget kui raskemad, aga paarisratastega veokid. Mida pikemad on telgede vahed ja laiemad on rehvid, seda vähem koormust avaldub teekatendile.

Paarisrataste alternatiivina on viimase 30 aasta jooksul edasi arendatud laiemaid

üksikrehve. Kui seni oli rehvide suurim laius 455 mm, siis praeguseks on turul ka 495 mm laiused rehvid, mille toetus-pindala on võrdne paarisrataste omaga. Uuringu tulemused näitasid, et uued laiemad üksikrattad on peaaegu sama mõjuga kui paarisrattad. Kitsad, alla 490 mm laiusega rattad on aga kuni 2,5 korda kahjulikumad kui paarisrattad.

Rahuldavas seisukorras ja kuival teekattel ei teki väikeste vahedega sõitvatest 40–60tonnistest veokitest mõõdetavat jäävat deformatsiooni ehk roobast. Kui 52tonnise veokil on seitse telge ja paarisrattad või üle 490 mm laiad üksikrehvid, võib selliseid veokeid lubada teedele ilma eriloata.

Liigniisketes piirkondades tuleks siiski ette näha kevadised ja sügised koormuspiirangud. Soome halva kogemuse² põhjal ei tohiks lubada sel ajal suurendada maksimaalset teljele lubatavat koormust. Laiema pildi saamiseks peaks katsepunktide võrgustikku laiendama üle kogu Eesti.

² Soomes lubati ka teljekoormuse mõõdukast suurenemist, kuid selle mõju teedele on negatiivne.

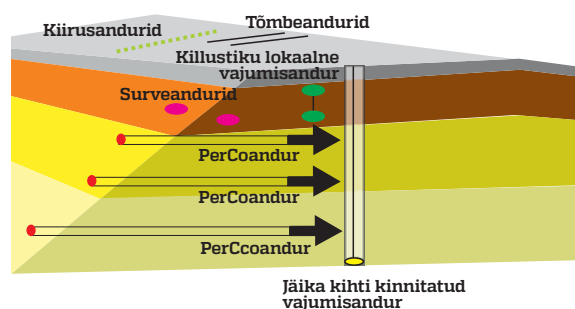
ANDURID

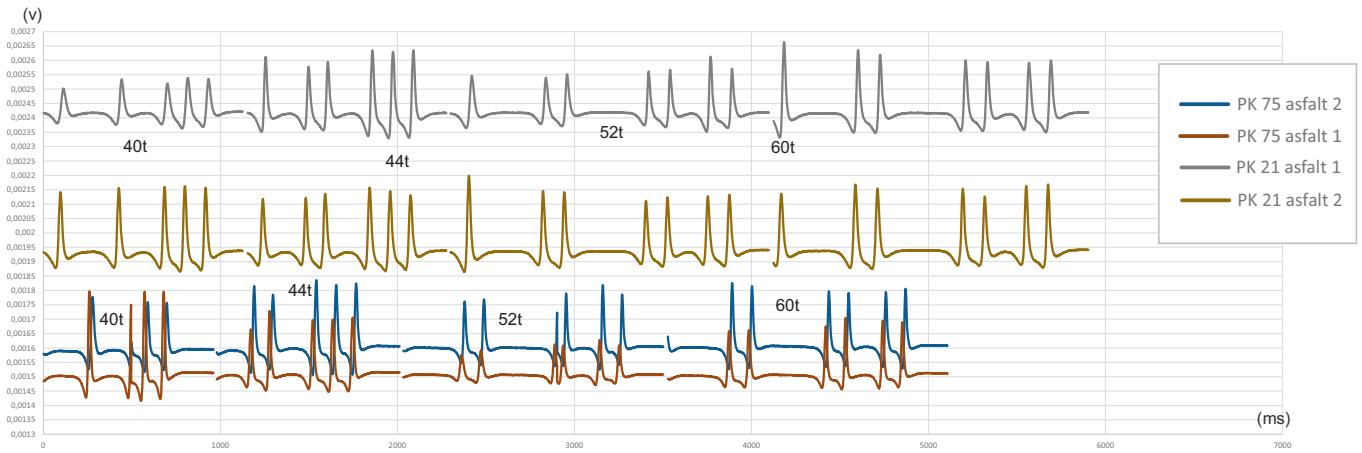
Mõõtejaama 15 andurit paigaldati nende otstarbe järgi eri sügavusele:

- PerCo andurid mõõdavad materjali niiskusesisalduse muutusi ning need paigaldati asfaltkattest 110, 80 ja 50 cm sügavusele välimise sõidujälje alla;
- surve- ehk pingeandurid mõõdavad veoki ülesõidust tekkinud survet kihis. Ülemised kaks andurit paigaldati killustikaluse alla ja alumised kaks sellest 20 cm sügavamale ratta jälje alla;
- killustikaluse deformatsiooniandurid

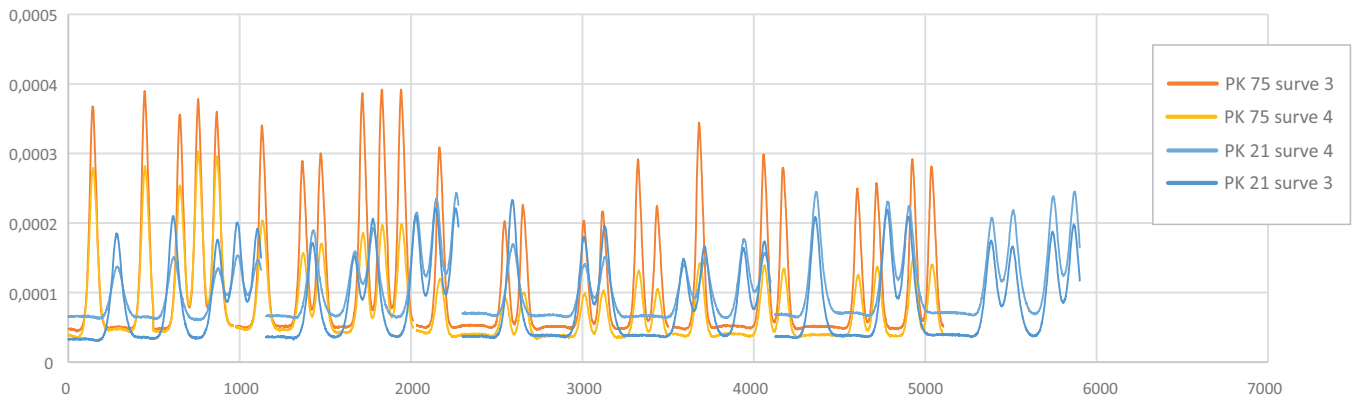
- ehk vajumisandurid mõõdavad kihi kokkuvajumist ning need paigaldati ratta jälje alla ja sellest 15 cm peenra poole;
- vajumisandurid teekatte pinnal mõõdavad kogu mulde vajumist. Iisaku-poolne andur oli 8,5 m metallvarda otsas ja toetus kaljupinnasele. Tudulinna-poolne andur oli 2,5 m metallvarda otsas ja toetus tugevamale vahekihile;
- asfaltkatte tõmbeandurid mõõdavad asfaldi venimist. Kaks andurit

paigaldati risti sõidusuunaga, nii et üks andur jäi ratta jälje alla, teine sellest 15 cm kaugusele. Veel kaks andurit paigaldati piki teed sama põhimõtte alusel.





Joonis. Asfaldi venimine veokirataste ülesõidul ehk jõud, mis mõjub tee pealispinnal. Asfaldi venitatakse kõige rohkem üksikratastega 44tonnise veoki ja 60tonnise paarisratastega veoki puhul.

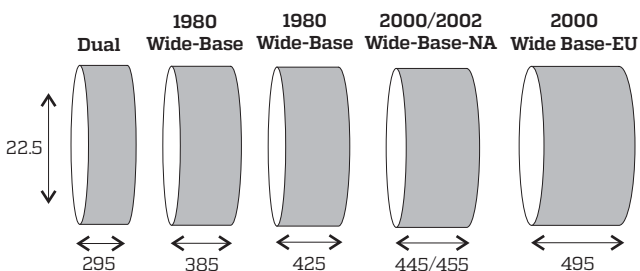
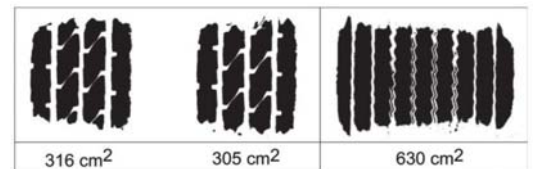


Joonis. Veokirataste raskusest tingitud surve tugevus killustiku kihi all ehk jõud, mis mõjub u 30 cm sügavusel tee pealispinnast. Üksikratastel on vaatamata veoki kergemale kogumassile ikkagi suurem mõju kui raskema veoki paarisratastel, mis on parema koormusjaotusega.

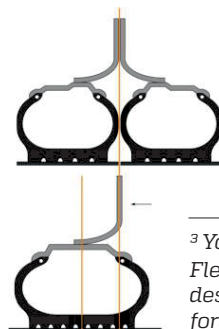
REHVID

Põhja-Ameerika rehvitootjad hakkasid 1980ndatel otsima alternatiive kulukatele paarisratastele. Selle tulemusel töötati välja esimese põlvkonna üksikrehvid, mis olid küll ostuhinna poolest odavamad, kuid riigile kallimad, kuna lagundasid teid kiiremini. Pärast mitut uurimistööd sattusid rehvitootjad surve alla töötada välja rehvi, mis oleks paarisrattast soodsam, kuid ei lagundaks teed. 35 aastaga on sellele eesmärgile päris lähedale jõutud.

Uute üksikrehvide (495/45 R22.5) eelis on kütuse kokkuhoid, pikem kasutusiga, väiksem rõhk, parem koormuse jaotus kontaktpinnal, suurem koormustaluvus ning parem sõidumugavus ja juhitavus. Varasema generatsiooni (445/50R22.5, 455/55R22.5 ning eriti 385/65R22.5 ja 425/65R22.5) rehvide puudusteks oli väike kontaktpindala, tugev kontaktsurve, suur rõhk (790–890 kPa) ja teekatte kahjustamise risk.



Joonis. Paarisrattas ja uute üksikrehvide ajalooline areng 1980–2002³.



Joonis. Veoki toetuspind paarisratta ja uute üksikrehvide (Michelin, 445 mm, ja Goodyear, 495 mm) puhul koos rattajäljega. Alumisel joonisel on näha 125 mm telje muutust sõiduraja serva poole uute üksikrehvide puhul.

³ Yoo, Jun, L. Al-Qadi, I, Elseifi, Mostafa ja Janajreh, I. (2006). Flexible pavement responses to different loading amplitudes considering layer interface condition and lateral shear forces. International Journal of Pavement Engineering.

Politsei taotleb korduvalt massipiirangut rikkunud raskeveokijuhtidele aresti

Elmise aasta suvel jõustunud seadusemuudatus näeb ette, et kui raskeveok ei vasta lubatud mõõtmetele, massile või teljekoormusele ja ohustab sellega liiklust, võib selle juhile määrata kuni 800eurose trahvi või äärmuslikumal juhul ka kuni 30päevase aresti.

„Veokijuhtidel on olnud piisavalt aega, et end seadusemuudatusega kurssi viia ja selgeks teha, et ülekaalus ohtlik raskeveok võib tähendada neile kohest vabadusekaotust,“ märkis Tartu politseijaoskonna vaneminspektor Taivo Rosi. Ta selgitas, et karmim mõjutustegevus on vajalik, kuna hulk veokijuhte ei võta nõudeid piisava tõsidusega.

Mullu avastas politsei raskeveokite kontrollil 1222 sõidukit, mille mõõtmed, mass ja teljekoormus ei vastanud nõuetele. Rikkumistest 575 fikseeriti Lõuna, 418 Põhja, 148 Lääne ning 81 Ida prefektuuri teeninduspiirkonnas.

Viimaste kuude jooksul on politsei võtnud karmimaid meetmeid. Tartumaal on aresti taotlemiseks kohtu ette toodud mitu

sohvit, kes juhtisid massipiirangut ületanud liiklusohutlikku raskeveokit. Raskeveokijuhid viidi sõidukite kontrollimise järel otsejoones arestimajja, kus nad jäid ootama kohtuistungit ja neile mõistetavat karistust. Ühele 47aastasele veokijuhile, kes on nii Tartu- kui ka Jõgevamaal korduvalt rikkumiselt tabatud, määras kohus kahes erinevas kohtulahendis kokku 17 päeva aresti. Teise patustanud sohvi arestipäevad asendati ühiskondlikult kasuliku tööga, nii et talle anti veel viimane võimalus oma liikluskäitumist parandada.

„Tihti võib survet rikkumiseks avaldada ka tööandja, kuid nendel juhtudel olid veokijuhid selgelt vastutavad rikkumise eest. Kui olukord seda nõuab ja võimaldab, saab politsei siiski vastutusele võtta ka vedusid korraldavaid ettevõtteid,“ rääkis Taivo Rosi.

Ülekaalu kõrge hind

Suurim oht Eesti teedele on ülekaalus veokid, mida on umbes 11% kõikidest veokitest. Neist osa täismass küündib kuni 90 tonnini⁴.

40tonnistel veokitel on juba suur mõju katendi konstruktsioonile. Ameerika Riigimaanteede ja Transpordiametnike Ühenduse (American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO) neljanda astme reegli kohaselt ei kasva teekatendi kahjustused lineaarselt koormuse kasvades üksnes astmes 4, vaid paar 90tonnist veokit suudavad teha teele sama palju kahju kui sajad normaalkaalus veokid.

Uurimus näitas, et veoki suurem mass ei tekita teele märkimisväärset kahju, kui surve ruutsendimeetrile kokkuvõttes ei suurene. 90tonnine veok peaks seega olema umbes 10teljeline paarisratastega eriveose loaga veok. Ükski uurimuses kasutatud sõidukist ei olnud nende omadustega.

Praegu lähtuvad nii tee tellija, projekteerija kui ka ehitaja eeldusest, et ülekaalulisi veokeid on mõni protsent. Kui nende hulk küündib tegelikkuses 11%ni, nagu enne öeldud, siis on Eesti teed siiani suurepäraselt vastu pidanud.



Taivo Rosi.

⁴ Sõidukite massi ja teljekoormuse seire Eesti sildadel (Tallinna Tehnikakõrgkool ja Viacon Eesti AS, 2018).

Asfalteerimistöõde boonussüsteem - kulu või investering?



Romet RAUN,
Teede Tehnokeskus ASi arenduse ja uuringute osakonna spetsialist



Marek TRUU,
Teede Tehnokeskus ASi arenduse ja uuringute osakonna juhataja

2018. aastal alustas Maanteeamet esimest katseprojekti asfalteerimistöõde boonussüsteemi rakendamiseks kolmel objektil. Boonustest on saanud kirgiküttev teema, mis on muu hulgas tekitanud erinevaid kõhklusid kuni selleni, kas need on üldse õiguslikult lubatud. Marek Truu ja Romet Raun Teede Tehnokeskusest vastavad korduma kippuma küsimustele.

Millest sõltub töökvaliteet?

Võib öelda, et Eesti teedehitajad suhtuvad töökvaliteeti väga tõsiselt. Kuid ainult madalaimal hinnal põhinevas konkurentsisis suudetakse pakkuda üksnes sellist kvaliteeti, mis täidab miinimumnõuded. Parem kvaliteet eeldab tavaliselt ka kõrgemat hinda. Kuidas siis saavutada olukord, et töötajate suurem pingutus ja parem tulemus saaksid õiglaselt hinnatud ja tasutud?

Töökvaliteet sõltub paljude komponentide koosmõjust. Kõige olulisemad neist on teadmised ja oskused ning seejärel seadmed ja materjalid. Mida kvaliteetsemad on need komponendid, seda parem tulemus on võimalik saavutada.

Mis on boonussüsteem?

Riigiteedel on praegused kvaliteedinõuded üsna karmid ja nende täitmine tõsine töö. Kogu protsessi kohta nõudeid kehtestada ja selle üle järelevalvet teha ei ole aga jõukohane ega mõistlik. Kõige paremini suudab protsesse kontrollida ja mõjutada

töö tegija ise. Talle tuleks anda võimalus teha oma tööd paremini ja kvaliteetsemate vahenditega. Sellele aitab kaasa motivatsiooni- ehk vastuvõtusüsteem, millega täpsustatakse töökvaliteedi hindamise viis ning antava hinnangu soodne või ebasoodne mõju töövõtja tuludele.

Boonussüsteemi all mõistame motivatsioonisüsteemi komponenti, millega väärtustatakse töövõtjaid, kes täidavad tehnilised nõuded tavapärasest kõrgemal tasemel. Sel juhul tekib tal õigus lisatasule ehk boonusele.

Mille poolest erineb boonussüsteem tavapärasest motivatsioonisüsteemist?

Tavapärase motivatsioonisüsteemi korral lepitakse tellija ja töövõtja vahel kokku, milliste kvaliteedipuuduste korral

jäetakse töö üldse vastu võtmata ning millistel juhtudel võib töö küll vastu võtta, aga teatud mahaarvamistega. Nii Eestis kui ka mujal maailmas on see ehituses levinud motiveerimisviis. Boonussüsteemi rakendamiseks aga lisatakse motivatsioonisüsteemi olukorrad, mil töövõtjal on kokkuleppel tellijaga võimalik saada paremini tehtud töö eest lisatasu. Seda nimetatakse maailmas ka *bonus-malus* (lad 'hea-halb') süsteemiks.

Kas boonussüsteemi on rakendatud Eestis ka varem?

Jah, tinglikult võib nii öelda küll. Aastaid tagasi oli mõnda aega kasutusel

Boonussüsteem motiveerib töövõtjat kasutama tänapäevast mootmis- ja ehitustehnikat.

Fotod: Teede Tehnokeskus



Katte temperatuuri ühtluse täpne mõõtmine TGS seadmega.

preemiasüsteem, kus töövõtjale maksti preemiat juhul, kui mahaarvamisi oli teatud määra vähem. Kui mahaarvamisi oli rohkem, siis preemiat ei makstud.

Mille poolest erineb praegune boonussüsteem sellest varasemast?

Ideoloogiliselt on need täiesti erinevad. Preemiasüsteem motiveeris mõnevõrra vähendama nõuetele mittevastava toodangu osakaalu. Boonussüsteemi eesmärk on motiveerida töövõtjaid saavutama nõuetest tuntavalt paremat kvaliteeti pideva parendustöö abil, mis on kvaliteedisüsteemide peamine põhimõte. Boonussüsteem on töövõtjale vabatahtlik ja selle siht on edendada innovatsiooni.

Kuna kvaliteedi parendamine on paratamatult seotud lisakuludega, annab see töövõtjale võimaluse otsustada, kas ja milliseid meetmeid pakutava boonuse eest rakendada. Ta saab erinevate meetmete mõju katsetada ja leida sel viisil optimaalsed lahendused. Teisalt tähendab see, et tellija ei tohiks seada nõudeid, mis piiravad innovatsiooni, kuna sama või parema tulemuse võib saavutada väga erineval viisil ja mõnikord soodsamaltki, mistõttu boonussüsteemi rakendamiseks võib koguhind hoopis langeda.

Mille eest boonust makstakse?

Eestis juurutatava süsteemi eeskujuks on analoogsed süsteemid Soomes, kus alustati katseprojekte mõni aasta tagasi, ja

Rootsis, kus on juba pikaajalised kogemused. Mõlemas riigis on boonussüsteemi aluseks asfaltkatte paigaldustemperatuuri ühtluse mõõtmine. Eestis alustati boonussüsteemi proovimisega katseobjektidel 2018. aastal. Ka meil on üheks mõõdetavaks näitajaks asfaltkatte paigaldustemperatuuri ühtlus, mille puhul tugineti Soome süsteemile. Teine näitaja, mida mõõdame ja mille eest boonust maksame, on tasasus. Mõlema näitaja puhul sõltub tulemus enamasti töövõtja igapäevastest valikutest.

Katte paigaldustemperatuuri mõõdab termokaamera, mis registreerib iga näidu aja ja täpse asukoha. See võimaldab mõõtmistulemust hiljem konkreetse kohaga siduda ning tuvastada katte servaalad, seisakud, häiringud (nt mõõtmisvälja sattuvad inimesed, teerullid, rooba vars vms) ning arvutada korrektselt välja riskialad, mille alusel arvutatakse välja boonus. Boonus määratakse siis, kui riskiala on 5% või väiksem.

Tasasuse eest makstakse boonust rahvusvahelise tasasusindeksi (IRI) 4 alusel. Arvutusvalem sarnaneb mahaarvamiste valemiga, ainult ümberpööratud kujul, kus boonust arvestatakse IRI4 piirväärtusest 0,6 m/km madalama (parema) tulemuse alusel piirväärtuse ja tegeliku tulemuse erinevuse järgi.

Tasasust on Eestis mõõdetud aastaid. Millal tuli mängu paigaldustemperatuuri mõõtmine termokaameraga?

Oleme meeskonnas kaua aega otsinud erinevaid võimalusi innovatsiooni soodustamiseks teedehituses. Mõõtsime aastaid jäävpoorsust maaradariga pidevmeetodil ja nägime, kui selgelt joonistuvad välja temperatuuriprobleemid.

Asfaltkatte paigaldustemperatuuri mõõtmist termokaameraga alustati Eestis aastal 2014, kui Eesti Asfaldiliidu ja Maanteeameti koostöös toodi Eestisse katseobjektile kaheks päevaks Rootsi boonussüsteemi aastakümneid arendanud ja praegugi haldav meeskond koos oma mõõtmistehnikaga. Lisaks korraldati seminar ja uuring, kus tehti võrdluseks ka jäävpoorsuse pidevmõõtmised. Leiti, et tegemist on väga tõhusa meetodiga. Termokaamerasüsteem annab ülevaate peaaegu 100% ulatuses katte pindalast, samuti laoturi seisakutest. Erinevalt paljudest traditsioonilistest mõõtmistest võimaldab see tehnoloogia tuvastada ja kõrvaldada probleemseid kohad kohe töö käigus.

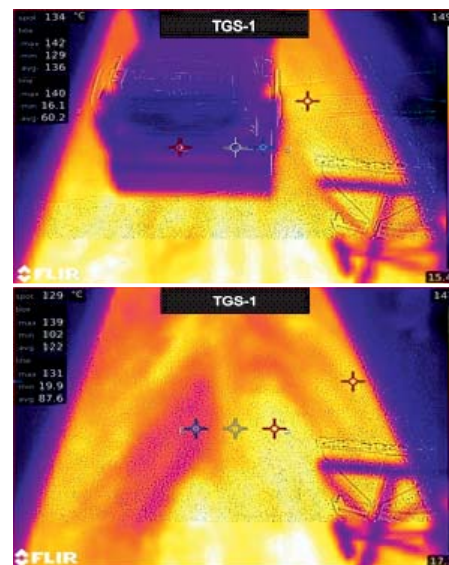
Meetodi puuduseks on asjaolu, et mõõtmisi ei ole võimalik kahtluse korral uuesti teha ega tagantjärele kontrollida. See seab mõõtmisseadmetele ka rangemad nõuded.

Juba enne eelmainitud uuringut hakkasime oma meeskonnas arutama boonussüsteemi ideed ja võimalust lahendada termokaamera abil tõhusalt asfaldi kvaliteediga seotud probleeme. Sel hetkel ei olnud turul teisi lahendusi. Seepärast alustasime koostöös erinevate partneritega nüüdisaegse termokaameralahenduse loomist. Praeguseks oleme seda süsteemi arendanud ja kasutanud kolm aastat. Nagu öeldud, oleme katsetanud ka Rootsi termokaamerasüsteemi, eelmisel aastal proovisime Saksa oma ja lisaks oleme jälginud ka Soome süsteemi. Kõigil neil on omad plussid ja miinused – lõppkokkuvõttes määrab süsteemi tugevuse mõõtmiste tegija, kellel on tulemuste usaldusväärse tagamiseks süsteemi üle kontroll.

Millised olid termokaamerasüsteemi nõuded katseprojektides?

Termokaamerasüsteem pidi suutma teha rohkeid toiminguid, koguma arvukalt andmeid ja vastama mitmesuguste nõuetele:

- pidev ja katkestusteta mõõtmine,
- põhirajad kuni viie meetri laiuselt,
- temperatuurinfo,
- termopiltide salvestamine,
- asukoht (koordinaat ja teeaadress),
- ajatempel,
- intervall pikisuunas 1,0 m,
- intervall ristsuunas 0,1 m,
- mõõtmine 2–5 m laoturi tagaservast,
- võimalus jälgida reaajas,
- laoturi kiiruse näit,
- temperatuuri mõõtmise täpsus $\pm 2\%$.



Termopildil on näha nii häiringute tekitajad (teerull) kui ka jahedamad kohad (riskialad).



Võrdlusmõõtmised Teede Tehnokeskuse TGSi ja Vögele RoadScani seadmetega.

Kas boonussüsteem suurendab ehituse maksumust?

Ei pruugi. Näiteks asfaldi veokauguse piiramine on väga jäik, kuid kõigest üks abinõu ühtlase kattetemperatuuri saavutamiseks. Konkreetse töövõtja jaoks võib samaväärse või parema lõpptulemuse saavutamiseks olla märksa soodsam kasutada näiteks asfaldisegu söötjat või termoisoleeritud ehk soojustatud veokaste, selmet asfalditehas objektile lähemal püsti panna. Samuti väheneb märgatavalt vajadus kasutada asfaltierimisprotsessi jälgimiseks kvalifitseeritud järelevalvet – katte paigaldustemperatuuri mõõdab ja dokumenteerib põhjalikult, kontrollitult ja suuresti automaatselt pädev mõõtja.

Uus tehnoloogia loob nii ehitamisel kui ka tööde kvaliteedi kontrollimisel uusi võimalusi. Tellija peaks seadma eesmärgiks tõhusate kvaliteedikontrollimeetmete arendamise ja rakendamise, siis saab töövõtja keskenduda konkreetsetele ehitustehnoloogilistele aspektidele. Ajakohaste kontrollimeetoditega paraneb ka tehtud töö nõuetekohasuse tõendamise kvaliteet. Kasutades vastuvõtukatsetes kulukamat, kuid nüüdisaegsemat meetodit, säästetakse teekatet ja saadakse samas tihedamate või täpsemate ja usaldusväärsemate mõõtmiste tõttu suurem kindlus ehitustöö lõppkvaliteedi suhtes.

Kas boonuste maksmine on kooskõlas riigihangete seadusega?

Eesti riigihangete seadus, nagu ka Rootsi ja Soome oma, lähtub Euroopa Liidu õigusaktidest. Nende üldine põhimõte ja eesmärk on tagada hangete majanduslik soodsus. Ehitusel ongi valdavaks kriteeriumiks madalaim hind, kuid hanketingimustes pole keelatud esitada tingimusi hinna korrigeerimiseks. Oluline on, et hinna korrigeerimise põhimõtted on

üheselt arusaadavad ning tagatud on selle aluseks olevate näitajate hindamise objektiivsus ja usaldusväärsus. Mõõtmine peab olema kompetentne ja sõltumatu.

Millised on boonussüsteemi ohud?

Üks oht seisneb selles, et boonust hakatakse võtma kui kulu, mida saab vajaduse korral kärpida. Sisuliselt on tegemist siiski investeeringuga innovatsiooni ja katete paremasse kvaliteeti. Kärpimisel võib kaduda töövõtjate huvi kasutada kallimaid lahendusi, boonusevõimalusest loobutakse ning soovitud efekt jääb saamata.

Kas boonussüsteemil on tulevikku ja kui on, siis milliseks võiks see kujuneda?

Kindlasti on tulevikku. Lisaks eelnimetatud põhimõtetele tuleks motivatsioonisüsteemi kujundada selliselt, et mahaarvamiste ja boonuste summa oleks suures pildis, st kõikide objektide kogumi mõttes tasakaalus. Sellisel juhul ei mõjuta need kokkuvõttes tellija eelarvet, küll aga iga üksiku objekti finantsarvutusi. Sellise tasakaalu saavutamiseks tuleb mõelda, millised vastuvõtunõuded sobiksid kasutamiseks boonussüsteemis ehk millised on need objektiivselt mõdetavad kriteeriumid, mille alusel saab motiveerida saavutama tavapärasest paremat kvaliteeti. Süsteem on elujõuline, kuna soodustab mõttelaadi muutust ja kinnistumist – põhimõtet, et lisakvaliteeti panustamine ei ole töövõtjale ainult kulu, vaid ka tulu ja tunnustus. Tänu sellele on nii töövõtjal kui ka tellijal sama kvaliteedieesmärk, mis loob lisaväärtust, millest omakorda võidab kogu ühiskond.

Mida näitas Maanteeameti tellitud uuring katseprojektide kohta?

Andmete analüüsiga alustati detsembris ja töö alles käib, kuid üht-teist saab siiski juba öelda. Vaatamata sellele, et katseprojekti objekte oli vaid kolm, saime boonussüsteemi kasust üsna hea ülevaate. Objektid olid alustingimuste poolest väga erinevad: üht ehitati suvel ja kahte hilissügisestest jahedates ja tuulistes oludes, üks asus asulas ja teine maanteel. Ka töövõtja rakendatud meetmed lahkesid märgatavalt – esimesel objektil kasutati asfaldisegu söötjat, teisel mitte ja kolmandal kasutati nii söötjat kui ka termokaste. Kuigi need pole ainsad mõjutegurid, oli ootuspärane, et esimesele ja kolmandale objektile määrati boonus, teisele mitte.

Boonuste arvutuspõhimõtete kohta on tegemisel mitu muudatusettepanekut – näiteks ei arvesta praegune süsteem laoturi seisakute mõju, samuti ei ole boonuse suurus korrelatsioonis saavutatava tulemusega – boonus on peaaegu sama nii 5% kui ka 0% riskiala juures. Need osad tuleb veel läbi mõelda.

Mida öelda lõpetuseks?

Boonussüsteemi katseprojektid kinnitasid, et boonuse maksmine on kvaliteetsema tulemusega korrelatsioonis ja kuna töövõtjad tulid sellega hästi kaasa, võib öelda, et õnnestumine oli 100%. Kvaliteetsema lõpptulemuse saamiseks rakendati nii termokaste kui ka asfaldisegu söötjat ning täpsed mõõtmised termokaameraga kinnitasid nende meetmete positiivset mõju. Töövõtjad said parema kvaliteedi eest boonust. Kui rakendatav boonussüsteem on ka tuleviku ehituslepingutes piisavalt motiveeriv, suurendab see pidevat innovatsiooni ja panustamist kvaliteeti ning teed kestavad kauem.



Mehaaniku mälestusi

kutsevõistlustest

Teetöölised võistlemas.
Fotod: Eesti Maanteemuuseum

Viieteistaastase vaheaja järel selgitatakse tänavu jälle välja Eesti parim hooldeautojuht. Kutsevõistluste värvikat ajalugu, põnevaid võistlusalasid ja legendaarseid osalejaid meenutab Raimo Unt.

Kui ma 1974. aastal Rapla TREVi masinate ja mehhanismide kolonni juhtima asusin, olid esimesed hõvlijuhtide kutsevõistlused aasta varem Jõgeva TREVis juba toimunud. Rapla TREVi esindajat seal 13 majandi 16 võistleja seas ei olnud. Kutsevõistluse korraldamine käis külakorda ja 1974. aastal tegi seda Tartu TREV Trepimäel – sinna oli Rapla TREV võistleja juba ilma minuta välja valitud. Kokku tuli võistlusele 14 majandit 16 võistlejaga. Rapla hõvlijuht jäi viimasele kohale.

Otsustasime, et asi tuleb tõsiselt käsile võtta ja trenni teha. Võtsime üksipulgi lahti kõik juhendis nimetatud võistlusalad: teehõvli tehniline seisukord, teoreetilised teadmised, juhtimisoskus, praktilise töö kvaliteet ja kiirus. Tegime õppepäevi, kus teedevalitsuse insenerid tutvustasid kruusatee profileerimise nõudeid, millele järgnes praktiline töö teel. Mehaanikud valisid välja hõvli, mida võiks teiste arvelt üles turgutada. Varustajad panid vajalike osade saamiseks mängu kõik oma sidemed.

1975. aastal Viljandis saime 14 majandi 15 võistleja seas 7. koha. Aasta hiljem oli Rapla esindaja **Toomas Tivas** Paide TREVi korraldatud võistlusel juba

auhinnalisel kolmandal kohal. Kauaoodatud võidu tõi Tivas Rapla TREVile 1984. aastal Uulus peetud võistlusel.

Kõlavad, kuid sisukad sõnad

Kõikides kutsevõistluse juhendites on eesmärgina nimetatud töövõtete täiustamist, eesrindlike töökogemuste levitamist ja teoreetiliste teadmiste täienemist, mis tunduvad formaalsuse täitmisena ja justkui kellegi kõrgema veenmisena, et asi on vajalik. Kui aga vaadata tegelikkust, siis realiseerusidki kõik need suurte sõnadena näivad eesmärgid. Võistlusteks ettevalmistamisel korraldasime õppusi, kus meistrid ja insenerid pidasid ettekandeid teede-ehituse teooriast, õpetades teisi ja õppides sel viisil ka ise.

Kutsevõistlus erines teistest suure kära ja tühjade sõnade saatel pealesurutud üritustest. Siin oli tunda tsunftivaimu. Kuna võistlused olid kahepäevased, toimusid õhtul elavad arutelud. Hõvlijuhtidel oli põhiteemaks masina korrashoid ja remont, esindajatel organisatsioonilised ja materjalide saamise küsimused. Võiks ju arvata, et meeste seltskonnas võib arutelu kergesti kontrolli alt väljuda, aga seda ei juhtunud kunagi. Ühelt poolt tingis selle võistluse



Raimo UNT,
mehaanikainsener, osaleja ja
organiseerija

korraldus, mis nägi ette järgmisel hommikul kas praktilise töö või vigursõidu. Mehed muutis uskumatult tõsiseks teadmine, et nad esindavad isiklikult oma majandit ja koju jõudes ootab ees kolleegide küsitlus.

Väikese tähtsusega polnud ka soliidset auhinnad. Rahaline auhind võitjale oli 150 rubla, mis oli umbes 75 kilo liha hind (kilo viinerit maksis toona 2,50, kilo juustu 2,80, kilo doktorivorsti 2,80 rubla). Teine ja kolmas koht said vastavalt 100 ja 75 rubla. Lisandusid veel nn rahvademokraatia maades (Saksa DV, Tšehhoslovakkia, Poola jt) toodetud käsitööriistad kuni Turisti jalgrattani. Kuid kõige suurem stiimul, mis pani lisaks meestele ka teedevalitsuse tõsiselt asjaga tegelema, oli see, et võitjamaajand sai lisaks eraldatud fondile¹ auhinnaks keskmise hõvli ja teise koha omanik kerge hõvli. Kolmandale kohale tulnud hõvlijuhil oli õigus saada oma majandis esimesena uus teehõvel.

¹ Fondi all on mõeldud üksustele eraldatud hõvleid. Kuna jaotatud arv (fond) oli vajadusest palju väiksem, siis oli ühe lisamasina saamine väga suur kordaminek.



Kaks suurt: Elmar Nurken ja Aadu Lass.



Ülesande selgitamine teemeistritele.

Võistlejate rivis kehalt pisim, aga hingelt suur Elmar Nurken.



Höövliid on jõudnud õnnelikult võistluspaika.



Oma masinad

Tõsine peavalu oli höövlite kohaletoometamine võistluspaika. Ise tulles ähvardas kindel tee äärde jäämine, aga teedevalitsuse ainsa treileri äraandmine mitmeks päevaks oli ka keeruline. Ehkki hiljem käidi Corbexi höövliga omal käigul ilma treilerit kasutamata Riias Balti maanteelaste konverentsi näitusel, meenub selle kõrval juhtum, kus tollaegsel uhiuuel Brjanski höövlil vajus raam pärast 15 km sõitu raudteejaamast põhihõlma pöörderingi kohalt pooleks. Raam oli tehases kiiruga kokku punktitud, aga keevitada polnud jõutud.

Oma masinatel võistlemine andis korraldajatele võimaluse lisada programmi ka masinate tehnilise ülevaatause. Peamiselt kontrolliti pidurite olemasolu, sest tavaliselt need tollaegsetel höövlitel puudusid ja kasutati nn sahkpidurit ehk hõlm langetati maha. 1975. aastal Viljandis oleks võinud asi masinat kontrollinud TREVi peamehaanikule **Lembit Kulgverile** traagiliselt lõppeda, kui äkkpidurdusel lahti olev höövlil üks tal üle pea vihises ja mütsi kaasa viis.

Talendid

Kiiresti selgus tõsi, et peale jõu ja oskuste peab kõrgtasemel konkureerimiseks olema sünniga kaasa antud anne selle töö tegemiseks. Eriti tuntav oli see höövlijuhtide juures, kus andega mees justkui

kasvas höövliga kokku ja tunnetas oma kehaga, kas kõik nurgad ja kalded on paigas. Muidugi oli tähtis ka võistlusnärv. Üks selliste omadustega höövlijuht oli **Elmar Nurken** (Paide TREV), kes muudkui võitis ja võitis. Raamatus „Järvamaa teede lugu“ iseloomustavad teemeistrid teda nii: „Tõsine ja tubli mees, seltsimehelik ja abivalmis, ilma virisemata läheb alati kõige raskemale objektile, töö teeb korraliku.“

Võitu ei sepi setud muidugi üksinda. Tähtis oli ka tehniline toetus ja eeskätt peamehaanik. Paide TREVi peamehaanik oli **Ants Trug**, kes oli läbi teinud lukksepa ja autojuhi töömehete kuni peamehaanikuni välja. Nagu Raplas, nii püüti ilmselt ka teistes teedevalitsustes ära arvata, mis nõksudega Paide mehed püüavad teisi üle lüüa. Näiteks olid nad vigursõidu kõige raskema elemendi – paku veeretamise – tarbeks leiutanud kavala peeglite süsteemi, mis näitas paku asukohta põhihõlma ees. Hiljem, kui võistlushöövli pani välja korraldaja majand ise, see eelis kadus. Raplas jõudsimine höövlijuht Toomas Tivasega pavidelatele päris kandadele, aga midagi jäi ikka puudu, nii et Tivas oli Nurkeni järel igavene teine.

Mehi on osalenud palju, aga aegade jooksul kordusid teatud nimed esikolmikus. Lisaks eespool nimetatud Nurkenile ja Tivasele olid edukad **Ants Raudoja** (Tartu TREV), **Heldur Hoff** Pärnust, **Andrus Saarsalu**

Järvamaalt, **Urmas Hüsson** Põlvast, **Hannes Sarapuu** Tartust, **Karl Lellep**, **Riho Lätte** (mõlemad TREV-3) ja **Arvi Kaljurand** (Harju TREV).

Gorki autotehase ajastu autojuhtide „Nurken“ oli **Endel Jets** (Haapsalu TREV), kes võitis kutsevõistluse neli korda. 1994. aastal Türi toimunud autojuhtide kutsevõistluse võitja oli tollane Harju Teedevalitsuse esindaja ja praegune OÜ Üle peamehaanik **Ardi Rebane**. Selle saavutuse eest sai ta preemiareisi Taani, mis pidi algama oma viimsele meresõidule läinud Estonial, kuid kuna buss ei mahtunud peale, pääses mees fataalsest lõpust.

Teetöölised ja meistrid

1977. aastal liitusid kutsevõistlusega teetöölised. Tartu TREV korraldas esimese võistluse Kukulinnas ja võitjaks tuli **Udo Inno** Kohtla-Järve TREVist. Teetöölised võistlesid heki pügamises, teenõlvade planeerimises koos kupitsa ehitusega, remondiobjektide tähistamises ja teoreetiliste teadmiste viktoriinis. Tõeline liider ja uute töövõtete juurutaja oli **Laas-Toivo Rannala** Saaremaalt. Tema hekipügamine vanaisa mõõgaga tuleb seda näinud inimeste kohtumisel kohe jutuks.

1981. aastal Väandras korraldatud võistlusel osalesid esimest korda meistrid. Nende kutsevõistluse programmis oli trassi taastamine koos loodimisega, töö organiseerimise ülesande lahendamine,



Diana LORENTS.

Maanteeameti avalike suhete osakonna juhataja

2018. aasta veebruaris korraldas maailma maanteede liit (World Road Association, PIARC) Gdańskis talihooldele pühendatud konverentsi. Kui ma nägin kirglikke autojuhte oma oskusi konverentsi kutsevõistlusel demonstreerimas – boksi tagurdamas ja püüdes vahelt läbi kihutamas –, jäin mõtlema, et miks me Eestis niisugust võistlust ei korralda. See hoog, rõõm ja võistluspinge, mis valdas nii pealtvaatajaid kui ka võistlejaid, oli väga sütitav. Esimesena katsetasin ideed kohe Gdanskis Raido Randmaa ja Andres Piibelehe peal. Vastuseks kahtles üks, kas ma veiniga pole üle pingutanud, teine aga leidis, et teeme ära.

Jõudsime Eestisse ja kui olin mõtet jaganud vanade olijatega, kelle eesotsas oli Rainer Kuldmaa, siis selgus, et kutsevõistlus on üks ammuunustatud, uhke ja lugupidamist vääriv traditsioon. Nii mõnigi Maanteeameti mees mäletas, kuidas ta oli poisikesena või juba ülikooliajal sahaga tenniseballi tagaajanud või seda ajamist kõrvalt näinud. Mitte ükski neist ei leidnud, et selline võistlus oleks tarbetu. Kui jagasime ideed hooldeettevõtete esindajatega, ei kostnud mitte karm ja põhimõtteline ei, vaid vastus, et hakkaksime aga pihta, küll nemad kaasa tulevad, kui on, kuhu tulla. Julgustavad olid ka Peep Õuna ja Tiit Ploomi kohesed ettepanekud nii võistlusauto kui ka -paiga leidmise kohta.

Saime kokku Rain Hallimäe, Raimond Kattago ja Uno Päriskuga, kes olid meie teada varem nende võistlustega kokku puutunud. Sain teada, et kõige tähtsam ja täpsem peab olema kutsevõistluse juhend, kus on võimalikult üheselt mõistetavalt kirjeldatud, milles ja kuidas mõõtu võetakse. Korraldusmeeskonda, kuhu juba kuulusid Hannes Vaidla ja Eva Äkke, lisandus Raimo Unt, kellel on väga suur võistluste korraldamise kogemus. Juhend valmis tema eestvedamisel ja korraldustegevus on praegu sealmaal, et 25. aprilliks on Särevere võistluspaik kutseala esindajate vastuvõtuks valmis. Loodan väga, et võistlus on motivatsiooniks osalejatele, eeskujuks noortele ja toredaks ülevaateks ettevõtjatele ning ka Maanteeameti hooldemeeskonnale sellest, mida ja kuidas hooldeautojuhid oskavad ja võivad teha.

remondiobjekti tähistamise skeemi koostamine, liiklusalase perfokaardi lahendamine, erialase testi lahendamine ja orienteerumisrännak (!). Meistrite kutseala oli ainus, kus programmisis oli ka sportlik pool. Võistlejate eesotsas kordusid sellised nimed nagu **Neeme Mikenberg** (Rakvere TREV), **Väino Hallikmägi** (TREV-2) ja **Karl Kleemann** (TREV-3).

Harjutustest

Kutsevõistlustel esitab omad tingimused ilm. Meenub 1993. aastal Ida-Viru Teedevalitsuse korraldatud võistlus Remnikul, kus tõelise paduvihma tõttu tuli hõõvlijuhtide praktilise töö juhendit käigult muuta. Teelõigu profileerimise asemel andsime ette tee kalde, mille hõõvlijuht pidi silma järgi profileerima. Moodustasime tehnoloogilise rongi, kus kõige ees oli hõõvel, järgnes buss võistlejatega ja kohtunike auto. Võistlus andis väga huvitava kogemuse selle kohta, kui erinev võib olla nii kogunud hõõvlijuhtide inimlik tunnetus hõõvli seadistusel. Parima ja viimase tulemuse vahe oli mitmekordne!

Hõõvlijuhtide takistusrada on aastate jooksul läbi teinud kardinaalse muutuse. Nn Vene hõõvlijuhtide aegu oli kõige atraktiivsem osa kaarkoridori läbimine edasi- ja tagasikäigul. Armu ei antud ei endale ega masinale. Nii juhtus 1990. aastal Lääne Teedevalitsuse korraldatud võistlusel, et kõrge käiguga kaarkoridori läbimisel kõrvetati korraldaja kõikide nelja hõõvli sidurid läbi. Võistlus tuli peatada, kuni Harju Teedevalitsusest saadi asendusmasin. Nüüdisaegsete liigendraamiga hõõvlijuhtide takistusrajal asendus kaarkoridor rööbasteelega – hõõvli esimesed rattad ja tandem pidid liikuma nihutatult erinevatel rööbastel.

Hõõvlijuhtide võistlusel on läbi käinud üle saja erineva inimese ja kõik nad on saanud kaasa mõtlemisainet igapäevaseks tööks. Seda, et ka parimad vajavad õppimist, näitas selgelt 2001. aasta võistlus, kus korraldaja Pärnu TREV oli välja pannud Corboxi hõõvli täiskomplektis lisaseadmetega, pööratava-kallutatava buldooseri ja muidugi vallilaotaja hõõvli taga. Neid kasutasid 17 Eesti parima hõõvlijuhi seast ainult viis võistlejat, võttes muidugi ülekaalukalt kõik poodiumikohad.

Korraldus

TRETI peol olid peakorraldajateks peainsener **Aadu Lass** ja **Aleksander Kaldas**, keda toetas peamehhaniku Lembit Kulgveri osakond. Teetöölise peakohtunik oli **Urve Liira**. Muidugi toimus kõik koostöös korraldava teedevalitsusega. 1995. aastal, kui muutuste mõllus jäid kutsevõistlusele alles vaid hõõvli- ja autojuhid, andis Kaldas kutsevõistluse organiseerimise mulle üle, sõnades: „Vea edasi!“ Aadu Lass andis mulle peakohtuniku kausta punased kaaned, öeldes samamoodi: „Aja asja edasi.“ Aadu jäi ise kuni lõpuni organiseerijate juurde ning oli toeks ja abiks. Ta ei surunud kunagi oma kogemust peale, aga seljatagune oli tema kohalolu tõttu väga kindel. Eriti meeldis talle viktoriin, mida ta ka juhtis ja läbi viis.

Uued tuuled

Osavõtjate tagasiside põhjal ning organisatsiooni, tehnika ja tehnoloogia muutumise tõttu muudeti paindlikult ka võistlusjuhendit. Pikema plaani pani paika peadirektori 20. mai 1997. aasta käskkiri nr 51, mille lisas nr 3 öeldakse: „Teehõõvlijuhtide ja autojuhtide kutsevõistlus toimub vaheldumisi üle aasta.“ Meistrite kutseala võistlus viidi suvemängude kavva. Teetöölise erialal toimusid kõige suuremad muutused mehhaniseerimise poole, mistõttu käsitsi nõlvaplaneerimist ja hekipügamist tuli väga harva ette. Nendele jäi viimaseks Paide TREV-i 1994. aastal Tüiril korraldatud kutsevõistlus.

Autojuhtide võistlus toimus kuni 1998. aasta Keila võistluseni Gorki autotehase bensiinimootoriga autodel Gaz-51 ja Gaz-52-04. Osaleda võisid kõik teedevalitsustes töötavad autojuhid olenemata spetsialiseerumisest. Näiteks mitmekordne võitja **Endel Jets** (Lääne

Teedevalitsus) sõitis igapäevaselt sõiduautoga. Alates 1998. aastast hakkasid võistlema hooldeautojuhid ja autoks oli soomlaste Sisu koos lumetõrjelisaseadmetega. Esimeseks võitjaks tuli **Sulev Jersman** (Harju Teedevalitsus). Nii võistlusrada kui ka tehniline osa muutusid täielikult. Viimase, 2004. aastal Kandikülas korraldatud autojuhtide kutsevõistluse võitja oli **Andrus Tehver** (Pärnu Teedevalitsus).

Jälleenägemiseni!

Kutsevõistluse mõju on praeguseni tunda igas elusfääris, kuna tollased noored meistrid, näiteks **Tarmo Mõttus, Urmas Konsap, Indrek Tepp, Üllar Seeman, Urmas Rikberg, Heiki Pormeister, Aivo Salum jt** on nüüdses teedemajanduses tegusad inimesed. Teadmiste kindla vundamenti said nad just kutsevõistluseks valmistudes. Selle väite aluseks on tõsiasi, et peale hõõvlijuhi väljaõpetamise oli minu vastutada ka meistri ettevalmistus ja ma nägin, kui tõsine töö see oli.

Minule kui mehaanikule on kõige südamelähedasemad muidugi teedeala vapimasin tehhoõvel ja sellel töötavad mehed. Pean väga õnnestunuks 1973. aastal Jõgeva TREVI korraldatud võistluse kutseala – hõõvlijuhid – valikut. Praeguseks ajaks on hõõvel aga oma talvise hooldetöö loovutanud autopõhistele sahk-puisturitele, seetõttu on võistluse uueks alguseks valitud hooldeautojuhi kutseala täielikult õigustatud. Võtame asja konstruktiivselt ja teeme ühe mõnusa arendava ürituse.

Head vana asja uut algust meile kõigile!

Kuidas selgub riigiteede parim hooldeautojuht?

Riigiteede hooldeautojuhtide kutsevõistlus toimub 25. aprillil 2019 Järvamaa Kutsehariduskeskuse Särevere õppekohas. Hooldeautojuhid panevad oma teadmised ja oskused proovile kahel võistlusosal: [liiklustestis](#) ja [täpsussõidus](#).

Kirjalik [liiklustest](#) käsitleb näiteks liiklusohutust, liiklusreegleid, psühholoogiat, masinate tehnoseisundit. [Täpsussõit](#) koosneb viiest harjutusest („Boks ja sein“, „Autobussipeatus“, „Ring“, „Ohutussaar“ ja „Peatus“), mis tuleb läbida järjestikku. Takistused sarnanevad igapäevatoös ettetulevates olukordades esinevate raskustega.

Osaleda võivad kõik riigimaanteede korrashoiulepingu partnerid (17 lepingut) ja Järvamaa Kutsehariduskeskuse võistlejad. Igast lepingupiirkonnast saab võistelda üks hooldeautojuht.

Võistlusautoks annavad korraldajad Scania N331 koos lume- ja libedusetõrje lisavarustusega. Auto on kolmeteljeline, 7250 mm pikk, 2550 mm lai ning varustatud AM 4,0 m esisaha ja külgsahaga. Kastis on 7,0 m³ soolapuistur Schmidt Stratos B70-42.

Parimaks hooldeautojuhiks valitakse võistleja, kes saavutab liiklustestist ja täpsussõidust koosneval individuaalsel võistlusel parima tulemuse. Kolme parimat autasustatakse rahalise preemiaga: I koha eest antakse 1500 eurot, II koha eest 1000 eurot ja III koha eest 500 eurot.



KOMMENTAAR



Tarmo MÕTTUS.

Maanteeameti peadirektori asetäitja hoolde alal

See on küll vahva, et vanad head ideed ellu äratatakse. Ma mäletan kunagisi võistlusi väga hästi. Valga Teedevalitsuse teemeistrina oli minu ülesanne mehed välja valida ja siis käisime Valga Teedevalitsuse Jaanikese krossiraja ühel platsil harjutamas. Mitu meest harjutas, parim sai võistlusele. Autojuhid olid entusiasmis täis, säde oli silmis ja põnevust jagus.

Ka teemeistritel oli oma kutsevõistlus, kus ma ka ise osalesin. Alustasin üliõpilasena, viimastel kordadel osalesin juba teemeistrina. Tuli orienteeruda ja nivelleerida, jooksime ringi, nivelliir õlal. Meeles on see kohapealne võistluskirg ja tahtmine eelmise aasta tulemust lüüa. Ma ei ole hirmus võiduhimuline, aga tunne, et oled parema tulemusega hakkama saanud, teeb lihtsalt head meelt.

Kui aga nüüd tänasesse päeva tagasi tulla, siis minu arvates on oluline, et ühe ameti mehed saavad kogemuste jagamiseks, mõõdu võtmiseks ja ka lihtsalt suhtlemiseks kokku. See parandab kokkuvõttes töö kvaliteeti ning suurendab töötajate motivatsiooni ja enesehinnangut. See võistlus on arendamise, oskuste täiendamise ja kokkusaamise koht. Ettevõtte saavad tagasi särasilmsed ja energilised hooldeautojuhid, selles ma ei kahtle. Liiklejad näevad paremat tulemust teedel, sest kõik need ülesanded, mida tuleb võistluseks harjutada, on needsamad, mida tuleb teha iga päev. Mida paremini oskad, seda parem on lõpptulemus meie maanteedel.

Mõtlen praegu, et kui mulle pakutaks võimalust võistlema minna, siis oleks see ikka parajalt ahvatlev. Aga ma peaks enne harjutamiseks hooldeauto ostma või rentima, selle ära kindlustama ja siis kuskil salaja harjutama, kuidas neli seadet korraga töös hoida. Hooldeauto juhi amet pole lihtsate killast, see vajab kindlat kätt ja rahulikku meelt.

Kohtumiseni Säreveres!



Annika KUPITS,
Eesti Maanteemuuseumi
teadur-kuraator

Maanteede Valitsuse katse kaitsta teid: **mudel- taluvankri lugu**

1930ndatel hakkas autostumine hoogu koguma ja Euroopas valmisid noolsirged kiirteed. Ometi asus Teedeministeeriumi Maanteede Valitsus (MV) 1935. aastal välja töötama hoopis mudel-taluvankrit tüüp A¹, mis sobiks hästi Eesti oludesse ja - mis peamine - lõhuks võimalikult vähe maanteid.

1930ndate aastate algust dikteeris majanduslangus, millest toibuti aegamööda ja mis pidurdas rahuaja ühiskonna arengut ka teedevaldkonnas. Siiski suurenes autotranspordi osakaal, mille kiiluvees hakkas muutuma kogu taristu. Euroopas ehitati noolsirgeid kiirteid, kaupu veeti suures koguses rongide ja veoautode abil, üha rohkematel inimestel oli võimalik liikuda ja liigelda. Ka Eesti Vabariik oli astumas autostunud

lääneriikide ridadesse. Auto ei olnud enam pelgalt luksusese: suuremates keskustes vurasid ringi eraautod, taksod, liiniauto-bussid ja veoautod.

Ent hobuveok oli visa taanduma. Selle kõrgaeg ulatus 1920ndatesse, mil linna-lähitransport ja suur osa talutöödest korraldati just veovankrite abiga. Ka 1930ndail tuli nii inimeste kui ka kõikvõimalike kaupade transportimisel

hobuveokitega arvestada, sest need oli teelude suhtes märksa leplikumad kui autod. Eriti just maapiirkondades ei tahtnud teede kvaliteet autode vajadustele järele jõuda. Vahendeid teede haldamiseks riigil aga nappis.

1935. aasta hobusõidukite statistika Eesti maapiirkondade kohta on muljetavaldav: 151 000 raudtelgedega ühehobuse-töövankrit, 45 000 puutelgedega töövankrit ja 6000 kahehobusega raudtelgedega vankrit. See teeb kokku hinnanguliselt üle 200 000 töövankri. Lisaks oli kasutusel 32 000 sõiduvankrit ja samas suurusjärgus regesid ja saane. Koos kaitseväge kasutuses olevate sõidu- ja veovahenditega võis hobuvankrite üldarv seega ulatuda poole miljonini. Hobuste

¹ Toonastes dokumentides kasutatud nimetus.

arvuks hinnati 200 000. Võrdluseks võib öelda, et jalgrattaid oli samal ajal kasutuses umbes 150 000, autosid aga vaid 2000 ringis.

Teed säästev taluvanker

1928. aastal rakendumata jäänud sundmäärus veovankrite rehvilaiuse reguleerimiseks, mis aitaks teid stabiilsemas korras hoida, oli läbi kukkunud. Majanduslikult rasketes oludes ei olnud riigil palju valikuvõimalusi. Nii algatas MV 1935. aastal koostöös põllupidajate ja kaitsevägega mudel-taluvankri projekti. Selle abil loodeti põllumehi mõjutada eelistama vabatahtlikult uut veovankritüüpi, mis pidi lisaks oma põhieesmärgile – teede säästmisele – olema kergem ja sobima enamiku talutööde jaoks. Seega asus MV tegelema teede tervishoiuga rohujuure tasandil, sest valdav osa tollastest maanteedest olid katteta pinnasteed, mis muutusid kevadel ja sügisel lõpuks ka hobuveokitele läbimatuks.

Kõigepealt kaasati põllumeeste seltsid ja omakorda nende utsitamiseks ka maavalitsused. Lisaks hakati uue kavatsuse kohta teavet levitama ajalehtede kaudu. Artiklitele tulnud vastukaja järgi tundub, et veovankrite ökonoomsemaks muutmine läks paljudele korda. Ometi oldi algatuse suhtes valdavalt skeptilised, sest peljati ressursi raiskamist „jalgratta leiutamisele“ ajal, mil autode pakutavad võimalused pidid kõike muutma. Tallinna Põllumeeste Seltsi eestkõneleja R. Tiitso viitas ka kesistele oludele, mis muudatus- te tõhusust paratamatult pärsivad: „Et uue vankri tüübi elluviimine väga raske ülesanne on, näitab see asjaolu, et vana puutelgedega vanker nii suure visadusega veel püsib (umbes 30% ulatuses). Igatahes ei ole see ei tsivilisatsiooni ega kõrge põllumajanduse kultuuri tunnus, vaid kõige esmalt vaesuse tunnus.“

Ilmselt oli jõuline uuendus ja selle eestvedamine vaatamata skepsisele ja projekti kritiseerimisele siiski väga oodatud ja tervitatud. MVsse laekus pärast esimesi uudisnupuke si mitmelt poolt arupärimisi täpsema kavandi kohta, millega meistrid/vankritarvitajad näitasid valmisolekut ja huvi uut vankrit valmistama ja katsetama hakata.

Tüübi A väljatöötamine

Hiljem teehöövliite loojana teedelukku läinud MV inseneri Arnold Volbergi ülesandeks sai maavalitsustelt laekunud piirkondlike tüüpiliste taluvankrite jooniste põhjal (või vähemasti neid arvesse võttes) projekteerida mudel-taluvankri tüüp A. Mudeli peamine uuendus oli suurem rehvilaius, aga



Kummidega vedruvanker, Eesti põllumehele kättesaamatu luksus. Taamal tavaline veovanker.
Foto: Eesti Maanteemuuseum



Sopi talu vankri katsetamine asfaltteel (Paldiski maantee) 1000 kg koormaga 1936. aastal.
Foto: Rahvusarhiiv

muudetud oli ka vankri määrimissüsteemi, mõõte ja kaldenurka.

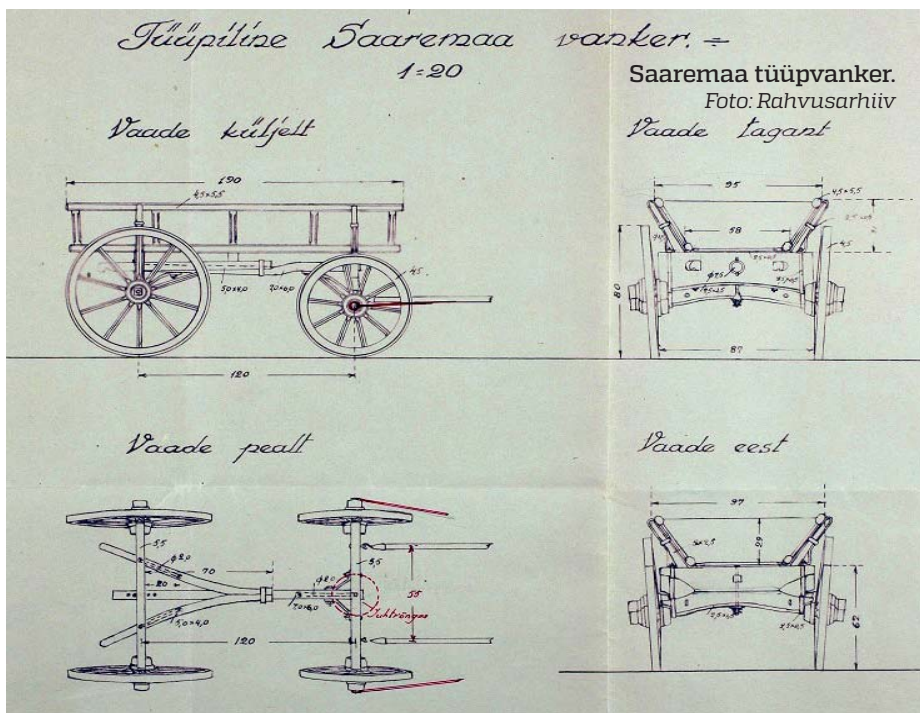
Esimene tüüpvankri joonis saadeti maavalitsustesse ja põllumeeste seltsidesse tutvumiseks 1936. aasta jaanuari lõpus. Maavalitsustest tuli küll soosivat vastukaja, aga ka kriitikat. Näiteks tundus laiem rehvilaius vaevalt teostatav ja muretseti uue määrdesüsteemi kasutusmugavuse pärast. Veel peeti miinuseks seda, et tüübi A vankri asside valmistamisega ei tuleks külasepp toime. Seega tekitanuks uue vankri hooldus lisamuresid kaugema kandi meestele.

Esialgset tagasisidet eriti arvesse ei võetud ja esimesed katsesõidud uue vankrimudeli tehti juba 1936. aasta lõpus. Võrdluses enamlevinud taluvankritega saavutas mudel-taluvanker soodsad tulemused. 500kilogrammise koormaga olid tüübi A

näitajad külavaheteel ehk roobasteel taluvankrist siiski mõnevõrra kesisemad. See puudus tuli välja ka hiljem tavakasutajate tagasisidest: tüüp A jääb hätta juba sissesõidetud roobasteega teel, muidu aga on senisest jõudsam.

Pikaajaline katsetamine

Esimesed katsesõidud edukalt seljataga, otsustati mudelvankrit proovida juba laiemas ringis. Edasisteks katseteks sobivate eraisikute väljaselgitamine toimus põllumeeste seltside kaudu, kus teati soovitada neid, kes tarvitaks vankrit tööks ja oskaks teha tähelepanekuid. Vankri kasutajaga sõlmiti kolmeks aastaks leping. Selle aja vältel tuli kasutajal anda kaks korda aastas tagasisidet vankri puuduste ja tugevate külgede kohta. Samuti oli tal kohustus vankrit korras hoida ja jagada selle kohta erapooletut ja tõlevastavat teavet asjasthuvitatuile. Eraldi oli mainitud, et muutuste tegemine



Tüüpiline Saaremaa vanker. =

1-20

Saaremaa tüüpvanker.

Foto: Rahvusarhiiv

Vaade küljelt

Vaade tagant

Vaade pealt

Vaade eest



Mudel-taluvanker Tallinna põllumajandusnäitusel 1936. aastal.

Foto: Eesti Maanteemuuseum

vankri konstruktsioonis on lubatud vaid MV nõusolekul. Katseks vajaliku standardkoorma materjali, mille varal mudelvankrit kasutaja isikliku vankriga võrrelda, andis MV.

Uue vankri suhteliselt väike erinevus seni kasutusel olevaist vankreist pani võimalikke tarvitajaid kahtlema projekti põhjendatuses. Väljavalitud talunikud ei olnud alati nõus väidetavalt soodsail tingimusil ehk 80 krooni eest pakutava tüüpvankri ostmisega. Siiski saadi vajaminev katsetajate hulk kokku ning

mudel-taluvankreid toodeti nende tarbeks kokku 55 tükki.

Talunike tagasiside

1939. aasta kevadel saadeti üldküsimustikud 38 katseisikule. Vastustes paluti ära märkida mudel-taluvankri juures ilmnunud puudused ja võimaluse korral ettepanekud nende kõrvaldamiseks, eeldusel et muutuste tagajärjel vankri hind ei suurene.

Tähelepanekuid oli seinast sein. Üldiselt oldi uue taluvankriga pigem rahul, kuigi

uudne määrimissüsteem tekitas paljudel raskusi. Üks peamisi probleeme – kõrge hind – oli tingitud suurest käsi- ja eritöö mahust. Kui vankri metallkonstruktsioonide tootmisel oleks jõutud masstootamiseni, oleks ehk ses osas midagi muutunud. See olu aga mõeldav alles pärast katsetuste ja parenduste faasi läbimist.

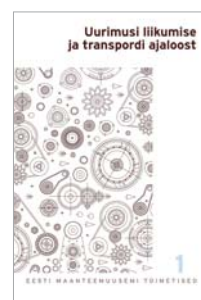
Kokkuvõttes saab öelda, et katsete tulemused olid tüüpi A jaoks soodsad. Ent ilmnemise, et mudelvanker ei saanud kuidagi asendada kõiki teisi kasutusel olevaid taluvankritüüpe, vaid sobis peaaesjalikult sõiduks maanteel, kus ta kahjustas liigikaaslastega võrreldes tööpoolest märgatavalt vähem teepinda.

Tüüp B jäi tulemata

Säilinud materjalidest selgub, et tüüp A oli pikema projekti algaas. Tõeliselt tõhusa vankri väljatöötamine oleks jätkunud tüüpi B ehitamise ja katsetamisega. Ajaliselt oleks selline katseage kokku kestnud vähemalt 1945. aastani ja ka rahutingimustes ei pruukinuks olla üheselt selge, kas mudel-taluvankriga jäändamine iial end päriselt õigustanuks. Puhkenud sõjakeerises aga jäi MV teede korrashoiu algatus lihtsalt soiku: projekti kavandatud lõpptähtajal okupatsioonioludes 1942. aastal ei olnud hobuvankri parendamine enam kõige tähtsam.

Seda, mis katsevankritest sai, võib aimata: oli ju valdav osa katseisikutest edumeelsed suurtalupidajad. Võib eeldada, et kallid uued vankrid hajusid uute elanike ajal mööda ilma ja kolhoose laiali ning ilmselt teenisid reavankritena oma aja lõpuni, tekitades teadmatutes uuskasutajates ilmselt kimbatust oma uuendusliku määrdesüsteemiga.

Mis aga jääb mudel-taluvankri loost kõluma, on üllatav fakt, et kiiresti areneva Eesti kuldajal viibisime veel hobuajastus. Nüüd, 80 aastat hiljem, on mudel-taluvanker ehk katse säästa hobuvankri lõhutud teid juba ammu unustatud minevik.



Põhjalikum artikkel mudel-taluvankrist ja mitu muud huvitavat uurimust on Eesti Maanteemuuseumi uues kogumikus *Toimetised 1/10*.



Martti KIISA.
Tallinna Tehnikakõrgkooli professor



Egert-Ronald PARTS.
Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor



Karin LELLEP.
Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor

Milline näeb ehitusinfo mudel välja **virtuaal- reaalsuses?**

Tallinna Tehnikakõrgkooli uurimisrühm katsetas ehitusinfo mudelite (*building information model*, BIM) kuvamist virtuaalreaalsuse (VR) seadmetega.

Üldehituses pole VR-peakomplekt enam mingi isevärki imevigur ja esimesi katsetusi tehakse ka juba teedealal. Uuringu autorid annavad nõu, mida VRi riist- ja tarkvara soetamisel silmas pidada.

2018. aastal tegi Tallinna Tehnika-
kõrgkool Riigi Kinnisvara ASI
tellimusel rakendusuuringu
„Ehitusinfo mudelite visualiseerimine
virtuaalreaalsuses“. Uuringu peaesmärk oli
hinnata VR-prillide ja visualiseerimis-
tarkvara toimivust ehitusinfo mudelite
vaatlemisel VR-keskkonnas.

Töö käigus võrreldi erinevate toodete
toimivust ning tehti kindlaks puudused,
eelised ja omavahelised erinevused.
Lõpptulemusena pakuti lahendusi, mis
lihtsustavad ja kiirendavad mudelite
visualiseerimist. Töös keskenduti
virtuaalreaalsuse peakomplektidele ning
arhitektuuri-, projekteerimis- ja
ehitusvaldkonna (*architecture, engineering
and construction*, AEC) tarbeks arendatud
visualiseerimistarkvarale, mida katsetati
erineva keerukuse ja mahuga ehitusinfo
mudelite peal. Uuringu tellija spetsiifika
tõttu olid tähelepanu keskmes hooned, kuid
tulemused on edukalt rakendatavad kõikide
ehitiste (sh sillad) korral.

VRi riist- ja tarkvara

Uuringus valiti katsetatavateks seadmeteks HTC Vive, Oculus Rift ja Acer Windows Mixed Reality peakomplekt. Neist kaks esimest on senise kasutuskogemuse ja ülevaadete põhjal osutunud ehitussektoris sobivaimateks. Acer oli ainus kättesaadav peakomplekt Windows Mixed Reality seeriast. Projekteerimistarkvarana vaadeldi meie piirkonnas ulatuslikult kasutatavaid parameetrilisi modelleerimisprogramme Autodesk Revit 2018, Graphisoft ARCHICAD 21 ja Trimble SketchUp Pro 2018. Viimane valiti eelkõige põhjusel, et seda toetab peaaegu iga visualiseerimistarkvara.

Projekteerimistarkvaras koostatud mudeli vaatlemiseks VR-prillidega on vaja kasutada eraldi visualiseerimistarkvara, mis töötleb mudeli VR-keskkonna visualiseeringu jaoks sobivaks. Seejuures võib sõltuvalt mudeli ülekandmise meetodist (kasutatud tarkvarast, vormingust jne) esineda suuri pinna-tekstuuri, värvitooni ja harvem ka geomeetriliste parameetrite muutusi. Visualiseerimistarkvara programmide arv on suhteliselt suur ja uuringus vaadeldi põhjalikumalt neist viit: IrisVR Prospect

2.1.1, VRcollab 0.9.2, Enscape 2.2.3, Autodesk Revit Live 2.1.781, Fuzor 2018 4.0.

Mudelite üleviimine

Ehitusinfo mudeli vaatlemisel virtuaalreaalsuses tuleb alati arvestada selle mahuga, s.o peamiselt selle polügoonide¹ arvuga, ja tekstuuride kasutamisel nende kvaliteediga. Mida rohkem on mudelis polügoone, seda nõudlikum on visualiseering riistvara suhtes. Tarkvara katsetamiseks valiti uuringu tarbeks neli hoonemudelit, mille maht jäi vahemikku 17...1780 MB. Kolmnurkseid polügoone oli mudelitel 432 000 ... 34 000 000 ja elemente 496 ... 290 660. Mudelite viimiseks modelleerimistarkvarast visualiseerimistarkvarasse on mitu viisi, millest paljud osutusid katsetamise käigus problemaatiliseks. Näiteks võib mudeli üleviimise käigus elemente kaotsi minna või muudavad need oma asukohta ja seetõttu ei ole lõpptulemus praktikas kasutatav. Samuti võib sageli muutuda värvus ja pinnatekstuur. Uuringu käigus prooviti kõiki tehniliselt võimalikke meetodeid, kuid ainult osa neist andis vähemalt rahuldava lõpptulemuse. Meetodid, mida autorid soovitasid

kasutada, on esitatud koos illustratsioonidega uuringu aruandes.

Tulemused

Kõikide uuringus katsetatud visualiseerimistarkvara programmide puhul esines probleeme nii piiratud funktsionaalsuse, visualiseerimise kvaliteedi kui ka kasutusmugavusega. Suurim sisuline probleem oli seotud .ifc vormingus mudelitega, kuna sageli esines elementide kadumist, nihkumist või muutumist.

VR-tarkvara valimisel tuleb otsustada, mis on selle kasutamise eesmärk, kellele see on mõeldud ja milline on kasutatav projekteerimistarkvara. Tarkvara, mis visualiseerib keskkonda väga hea kvaliteediga ja on samal ajal ka suure funktsionaalsusega, on Fuzor. Kui mudeli kasutajat huvitab ainult võimalikult realistliku kasutuskogemuse saamine, tuleks eelistada Enscape'i või Fuzorit. Kui esmatähtis on visualiseerimistarkvara funktsionaalsus, võib soovitada Fuzorit või IrisVRi. VRcollab on kõikide näitajate poolest tugev keskmik, millel on tehnilistest probleemidest vabanemisel

¹3D mudelite visualiseerimiseks VR-keskkonnas kasutatakse polügoone. Polügoonid on tasapinnalised kujundid, mida kujutatakse ruumis paiknevate punktide ja nende vaheliste sirgjoontega. Tavaliselt kasutatakse modelleerimisel polügoonidena kolmnurksid või nelinurksid. Algo, 2018.



Reviti näidismaja sisevaade (Enscape).



Inimese fotorealistlik kuvamine (VRcollab).

Virtuaalreaalsus

Virtuaalreaalsus (VR) on arvuti abil loodud digitaalne keskkond, milles kasutaja tajub intuiitiivselt keskkonna proportsioone. Kohalolekutunde tõelisus virtuaalruumis oleneb VR-seadme kvaliteedist, tehnoloogiast ja tehismaailma detailsusest. Kõige realistlikuma tehismaailma puhul puudub kasutajal piiritunnetus ning pärismaailma lõpu ja virtuaalreaalsuse alguse tajumine on raske, kui mitte võimatu. Üheks kõige

levinumaks virtuaalreaalsust pakkuvaks tooteks on VR-peakomplekt.

Ehitusinfo modelleerimine ja juhtimine on olnud juba aastaid üks põhilisemaid ehitusvaldkonna arengusuundasid. Ehitusinfo mudel ehk BIM on tark mudel ehitisest. See koosneb elementidest, milles on olemas teave ehitise, ehituse ja korrashoiu kohta. BIMi kasutamine annab võimaluse osaleda ehitise elukaars kõikidel pooltel – arhitektil,

konstruktoril, tehnosüsteemide projekteerijal, arendajal, ehitajal, omanikul, kasutajal ja haldajal. Kõik nad saavad lisada ühte mudelisse enda jaoks vajaliku teabe ja kontrollida olemasolevaid andmeid. Virtuaalreaalsuses visualiseeringu tegemiseks on mitu tarkvaraprogrammi. Sõltuvalt modellerimistarkvara ja selle failivormingu iseärasustest tuleb visualiseeringuks kasutada erinevaid meetodeid.

Tabel. Koondhinnang uuringus vaadeldud visualiseerimistarkvara programmidele

Visualiseerimis-tarkvara	Funktsionaalsus	Visualiseering	Kasutusmugavus
IrisVR	●	●	●
Vrcollab	●	●	●
Enscape	●	●	●
Revit Live	●	●	●
Fuzor	●	●	●

● Suurepärase
● Hea
● Rahuldav



HTC Vive'i prillid.

palju potentsiaali. Revit Live eriliselt silma ei torka, kuid see on Reviti projekteerimis-tarkvara kasutajatele tasuta. Kõikide uuringus vaadeldud mudelite visualiseerimisega said hakkama vaid IrisVR ja Enscape. On oluline märkida, et mitte ükski vaadeldud visualiseerimistarkvara ei ole tervikuna nii halb, et selle kasutamist peaks vältima.

VR-prillidest olid HTC Vive ja Oculus Rift nii kvaliteedilt kui ka kasutusmugavuselt võrreldavad. HTC Vive'i eeliseks võib lugeda kasutaja asukoha väga täpset määramist, ent Oculus Rift oli parem juhtpultide kasutusmugavuse poolest. Aceri peakomplekti koostekvaliteet ja kasutusmugavus jääb eespool mainitutele mõnevõrra alla, kuid eelisteks on portatiivsus ja lihtne seadistamine. Praegusel ajal saadaval olevatest prillidest võib soovitada HTC Vive Pro, millel on paari aasta

vanuste mudelitega võrreldes parem funktsionaalsus ja kvaliteet. Võimalusel tuleks eelistada juhtmevaba ühendust, kuna see on mugavam ja kasutamisel ohutum.

Soovitused ja tähelepanekud

- Mida mahukamaks ja detailsemaks muutub mudel, seda nõudlikum on see arvuti riistvara suhtes. Ka need arvutid, mis vastavad tarkvaratootjate soovitatud nõuetele, jäävad kõige mahukamate mudelite korral hätta. Sellises olukorras võib soovitada näiteks eemaldada mudelist need elemendid või kihid, mida visualiseerimise jaoks ei vajata.
- Mudeli hea vaatluskogemus sõltub riistvara jõudlusest, mudeli polügoonide ja tekstuuride arvust, peaseadme positsioneerimise viisist ning visualiseerimistarkvara võimekusest.

Suurepärase vaatluskogemuse saamiseks on suurim soovituslik polügoonide arv BIM-tarkvaras 1–2 miljonit ja visualiseerimistarkvaras 3–4 miljonit.

- Mudelite vaatlemisel tuleb eriliselt tähelepanu pöörata võimalikule enesetunde halvenemisele. Inimesed taluvad VR-keskkonnas olemist erinevalt, kuid peamisteks sümptomiteks on iiveldustunne ja koordinatsioonihäired.
- Kõik vaadeldud VR-tarkvara programmid toetasid sellise failivormingu salvestamist, mille hilisemaks avamiseks ei ole vaja tasulist tarkvara.
- Visualiseerimistarkvara kvaliteet tervikuna on selline, mis lubab VR-keskkonnas viibides teha vastuolude kontrolli ja pidada mitme kasutajaga koosolekuid.



Uuringu lõpparuanne on aadressil <https://bit.ly/2tHoT92>.



Markeerimine (IrisVR).



Tehnosüsteemide kuvamine (Fuzor).

Võimalused ehitajale

Mudelprojekteerimine pakub uusi ja paremaid võimalusi alternatiivsete projektlahenduste võrdlemiseks ja omavaheliseks koordineerimiseks. Olgu siinkohal esitatud tähtsamad VRi kasutamise aspektid ehitusvaldkonnas:

- modelleerimine aitab vältida vigu, mis võivad välja tulla alles ehitamise käigus või lõpus. Virtuaalkeskkonnas avastatud probleemide ennetav lahendamine on palju odavam ja vähem ajamahukas;

- virtuaalreaalsus annab võimaluse näha ja mõista projekti kõikidel pooltel ühtmoodi. Keskkonna sügavuse ja ruumilise tunnetamisel tekib ehitises suhteliselt tõetruu ettekujutus ning tänu õigele mastaabile ka realistlik ruumitunnetus. Eriti tähtis on see neile, kes ei ole ehitusspetsialistid;
- see, et üht mudelit saavad vaadelda mitu kasutajat, võimaldab kõikidel pooltel korraga tulemust analüüsida. Virtuaalreaalsuse peakomplekti

olemasolul ei pea koosolekutel osalejad viibima samas ruumis. Üksteisega on mudelis võimalik suhelda näiteks hääle abil, sinna saab jätta video- või audio-sõnumeid, markeerida probleemseid kohti või kirjutada kommentaare; erinevad simulatsioonid (näiteks päikese liikumise hindamine ja selle tagajärgede tunnetamine) tunduvad kasutajale realistlikud ja vahetud, kuna paiknetakse nii-öelda mudelis sees;

ehitajal on võimalik keeruliste sõlmede ja konstruktsioonidega eelnevalt põhjalikult tutvuda, saades niimoodi väga hea ettekujutuse lõpptulemusest.

Kärdla lennujaam. Seni viis Transaviabaltika inimesi Kuressaarde ja Kärdlasse 19 kohalise lennukiga.

Foto: Eero Vabamägi Postimees / Scanpix

Bussidelt lennukitele ja laevadele

Eelmisel aastal said Maanteeametis alguse suured muutused ühistranspordi ümberkorraldamisel: bussiühenduse korraldamisele lisandus laeva- ja lennuühenduse temaatika, et luua sujuv üleriigiline ühistranspordikorraldus.

Eelmise aasta jaanuarist võttis Maanteeamet üle nii maakondliku kui ka maakondadevahelise ühistranspordi korraldamise busside, laevade ja lennukitega. „Riigi mastaabi mõttes on see üllas ja hea idee, et üks asutus koordineerib kogu ühistransporti,“ märgib Maanteeameti peadirektori asetäitja Meelis Telliskivi. „Lisaks on sellisest koostoimest väga palju kasu reisija jaoks,“ nendib ta.

Teisest küljest on uued vastutusalaad toonud kaasa omajagu uusi ülesandeid, eelkõige lennunduses. „Lennuhangete puhul tundsin, et meil endil jääb erialateadmistest vajaka, kuna see valdkond on tehniliste eeskirjadega väga täpselt määratletud,“ tõdeb juht. „Õnneks on Lennuamet olnud lahkelt nõus oma teadmisi jagama. Oleme praegu hakkama saanud,“ ütleb Telliskivi.

Lisaks tehnilistele teadmistele ja oskustele tuleb palju tegeleda teavitus- ja selgitustööga, miks üks või teine otsus on tehtud. Kohalikud omavalitsused tahavad võimalikult paljudesse kohtadesse tihedamat lennuühendust, kuid siin tuleb jõuda kompromissini. „Maanteeamet on

küll lepingupartner, kuid kindlasti mitte poliitikakujundaja. Üldotsused võtavad vastu ikkagi Vabariigi Valitsus ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium (MKM). Kui otsus on tehtud, peab Maanteeamet leidma konkreetse liini jaoks parima lahenduse,“ selgitab peadirektori asetäitja.

Samuti tuleb tegelik vajadus määrata nõudluse järgi. „Isegi kui huvi on olemas, pole mõtet pooltühjasid lennukeid või praame edasi-tagasi liigutada, sest riigi rahakotti tuleb heaperemehelikult kasutada,“ märgib Telliskivi.

Katsumused saarte lennunduses

Kui varem teenindas Hiiu maad ja Saaremaad üks lennuk, siis Saare ja Hiiu valla tungival surve otsustati, et suursaari hakkab teenindama kaks lennukit. Hanke pakkumiste tähtaeg lõppes 1. veebruaril ja hetkel käib pakkumiste analüüs. Teenuse osutamine uue lepingu järgi peab algama tänavu 1. mail.

Kõik ei sujunud paraku tõrgeteta – esialgne hange tuli tühistada. Algselt sooviti lähtuda Euroopa Liidu nõudest, et kõik liikurvahendid nii maas, vees kui ka

Alates 1. juulist 2018 kehtib nulleurone pilet 11 maakonna bussiliinidel.

Foto: Margus Ansu / Eesti Meedia / Scanpix

Katre PILVINSKI, Teelehe kaasautor

õhus peaksid vähendama süsihappegaasi heidet. Telliskivi selgitusel said nad hanke algteabe Lennuametilt ja selle kohaselt pidid kõikide lennukitel CO₂-heite väärtused infopankades olemas olema. Kui aga hange oli juba välja kuulutatud ja vedajad hakkasid huvi tundma, milliseid dokumente peab esitama, selgus, et esialgne info oli ekslik ja kõikide lennukite mootoritüüpide (turbopropeller-mootori) kohta ei ole tõendatud CO₂-andmeid võimalik saada.

Pakkumist tuleb hinnata võrdsete parameetrite alusel ja osade mootoritootjate info puudumine seda ei võimaldanud. Vältimaks hanke vaidlustamist, otsustati CO₂-nõue hanketingimustest välja jätta. „See oligi põhjus, miks me korraldasime uue hanke,“ nendib juht.

Katkenud laevaliiklus

Mullu suvel oli tõrkeid ka merel, kui Ruhnu laevaliiklus katkes päevadeks. Kuigi Maanteeamet leidis varsti liinile asenduslaeva, ei saanud põhilaev mõnda aega sõita, sest üks laeva kahest mootorist läks õlitus- ja jahutusprobleemide tõttu katki. Ekspertiisi käigus tuvastati, et põhjuseks võis olla vedajapoolne ebaõige hooldus ja eksploatatsioon. Uue mootori soetamise kompenseeris küll vedaja kindlustus, kuid Ruhnu elanikud eeldasid, et Maanteeametil kui riigi esindajal on selles kaudne süü. „Seetõttu suunati teravik meie poole ning me pidime teemaga tegelema ja selle eest vastutama,“ tõdeb Telliskivi.

Kuid igal medalil on kaks külge. „Asenduslaevaga said kõik ruhnlased oma ehitusmaterjale vedada ja seda olid nad juba ammu oodanud. Mõni turismifirma oli võib-olla natuke murelik, kuna neil katkes aeglase laeva tõttu turistide voog. Kuid kohalikele ettevõtjatele, kes tahtsid ehitada, kukkus see sülle nagu lotovõit,“ räägib Maanteeameti liiklusvaldkonna juht.

Nõudlik reisija

Maanteeameti ühistranspordi osakonna juhataja Kirke Williamson tunneb üleriigilise ühisveonduse korraldamise kõõgipoolt kõige paremini. Lennu- ja laeväühenduse lisandumisega on ühistranspordi osakonna töö täielikult muutunud. „Meil oli maakondliku bussivõrgustiku korraldamise kogemus, aga nüüd on Maanteeameti õlgadel kogu see vastutus, mis varem oli maavalitsustel,“ selgitab ta.

Williamson nõustub, et Eesti inimene on väga nõudlik ja aktiivne oma seisukohti jagama. „Saame kirju selle kohta, et asjad võiksid paremini olla, kuid ka selle kohta, et kõik on väga hästi,“ sedastab ta. Eesti inimene tahab, et buss läheks akna alt mööda, isegi kui ta ühissõidukit ei kasuta, sest võib-olla mingil hetkel see vajadus tekib. Sellist ühistranspordisüsteemi, kus kogu riik on rahul, pole siiski mitte kusagil maailmas. „Praegu peame eelkõige jälgima, et inimesed saaksid hommikul tööle ja õhtul koju ning lapsed mugavamalt liikuma,“ selgitab Williamson.

Uutest valdkondadest hoolimata on Williamsoni sõnul olnud kõige keerulisem just tasuta bussiliiklusele üleminek. Et saaks teha koostööd kohalike omavalitsustega, otsustati luua ühistranspordikeskused, mille liige on ka Maanteeamet. „Meie roll on ennekõike nõuandev – ulatame abikäe ja aitame probleeme lahendada,“ märgib Williamson.

Terviklik ühistranspordisüsteem

Maanteeamet teeb ühistranspordikeskuste haldusjärelevalvet veendumaks, et riigi eraldatud sihtotstarbelist toetust maakondlike liinide korraldamiseks kasutatakse targalt. Samuti tehakse sõiduõiguse järelevalvet. „Meie ülesanne on kontrollida inimeste sõiduõigust maakonna liinibussides ja ka rongides. Tegutseme samamoodi nagu Tallinna Munitsipaalpolitsei Amet,“ selgitab osakonnajuhataja.

Amet teeb tööd selleks, et üleminek ühest ühissõidukist teise oleks sujuv ja kogu ühistranspordisüsteem toimiks terviklikult. „Praegu pole veel kõik ideaalne, kuid

me liigume samm-sammult. Üks eelmise aasta suurimaid ülesandeid oli järelevalvetegemine veendumaks, et kõik lepingud oleksid korrektselt täidetud, et bussid järgiksid sõiduplaane ega sõidaks neist ette ja et ühistransporditaristu oleks selline, nagu ta olema peab,“ kirjeldab Williamson.

Veel on Maanteeamet loonud ühistranspordikeskustele võimaluse näha piletimüügiandmeid visualiseeritult. Tänu sellele saab kiiresti reageerida igasugustele muutustele ning teha targemaid otsuseid, et inimestel oleks mugavam liikuda.

Taristu puhul on tulnud kontrollida, kas maakondades on bussipeatused ettenähtud viisil märgistatud. „Oleme ära teinud suure töö. Näiteks ei pruugi bussipeatuses olla tähist – on lihtsalt üks suur kuusk või kivi ja kõik teavad, et buss peatub selle juures. Sellistele probleemidele oleme tähelepanu juhtinud rohkem, kui seda tehti maavalitsuste ajal,“ lausub Williamson.

Koostöös MKMi innovatsioonitiimiga plaanib Maanteeamet välja mõelda nõudepõhise ühistranspordi rahastamise mudeli ja selle korraldamise viisid. Amet on korraldanud ka ühtsele piletimüügisüsteemile ülemineku – on jäänud veel vaid paar maakonda, kes kasutavad teistsugust süsteemi kui ülejäänud Eesti. „Rohelise kaardi süsteem kehtib enamikus maakondades ja selle ühe kaardiga saab sõitu valideerida pea igas maakonnabussis,“ märgib osakonna juhataja.

Hea ilm toob bussid täis

Vaatamata suurele töökoormusele ja mõningatele kitsaskohtadele on üleriigiline tasuta bussiliinivõrk osutunud ülipopulaarseks. Kui saabus ilus suvi, said bussid reisijate pahameeleks ootamatult täis, sest kõik tahtsid randa minna. „Ühistranspordikeskused panid väljuma lisabussid, aga mõnikord ei olnud see võimalik ja inimesed jäid teenindamata. See läks halvasti,“ möönab Williamson.

Ettevalmistusi järgmiseks suveks on keeruline teha, sest pole teada, millist ilma vanajumal annab. „Suvine ühissõidukite kasutustihedus olenebki väga suuresti ilmast. Kui see on hea, tuleb lisabusse juurde panna, kui mitte, siis piisab täiesti olemasolevast liinivõrgust. Liinimahu prognoosimine, eelarvestamine ja õigeaegne reageerimine on ühistranspordikeskuste ülesanne,“ lausub ta.

Williamson tunnustab, et uus ajajärk on kaasa toonud ka mõne humoorika vahejuhtumi. Pärts sektsioonkappe pole hakatud linnaliinibussiga vedama, aga näiteks suppi veetakse pottidega küll.



Meelis Telliskivi



Kirke Williamson

Suurimad õppetunnid

„Uuest korraldusest on ühistranspordi osakond kõige enam õppinud seda, et kui tahad, et midagi oleks tehtud, tee see ise ära. Samuti on olulisel kohal suhtlus teiste ametkondade ja ühistranspordikeskustega, et kõik oleksid ühel lainel. Ka avalikkuse huvi on hästi suur ja oodatakse igasugust statistikat,“ ütleb Kirke Williamson.

Meelis Telliskivi lisab, et kogu üleminekuaja jooksul õppis Maanteeamet seda, et tehnilised teadmised pole alati kõige tähtsamad. Suured asjad koosnevad pisiasjadest ja nende teadasaamiseks on vaja väga palju lisainfot.

Maanteeamet on tegutsenud nüüdseks üle aasta nii teedel, merel, õhus kui ka raudteel. Tulevikku vaadates ei välista Telliskivi ühise transpordiameti teket. Meie naabrite juures on analoogsed ametid juba kokku liidetud. Suur ühendamet on Telliskivi sõnul arutluse teema, aga mõistlikes mastaapides võib see ühist sünergia suurendada. „Sellised otsused tuleb teha aga ratsionaalsete ja teaduslike analüüside alusel. Kindlasti ei tohiks see olla lihtsalt kellegi arvamus või tahe. Liitmise eesmärk peab olema efektiivsus, olgu selleks suurem koostoime, rahaline sääst või mõni muu võit. Mulle iseenesest tundub, et ideel on jumet, aga see on juba poliitikakujundajate ülesanne,“ lausub Telliskivi.

Hans LÕUGAS,
Teelehe
kaasautor

Reaalajas info praamidelt aitab peagi vähendada mõttetut kihutamist

Foto: Teet Malsroos /
Õhtuleht / Scanpix



Kristjan Duubas

Rahvusvahelise projekti tulemusena näevad saartele sõitvad inimesed peagi infotabloodelt, kui praamiliikluses on mingeid muudatusi. Järgmiseks saaks edastama hakata isegi teavet selle kohta, kui pikk on praamijärjekord.

„Praamiliinid Muhusse ja Hiiumaale on oma olemuselt maantee teenuse pikendused,“ ütleb Maanteeameti infotehnoloogia osakonna tootejuht Kristjan Duubas. Kui vaadata mereühendust Eesti suurimate saartega selle pilguga, on arusaadav, miks Maanteeametis tehakse tööd, et praamiinfo parimal moel ka maanteeliiklejatele kasulikuks teha.

Mis on RTF?

Duubase sõnul on Maanteeameti üks eesmärk pakkuda liiklejatele senisest paremat ja turvalisemat teekasutuskogemust. Seepärast liitus amet kaaks aastat tagasi suure rahvusvahelise projektiga Real-time Ferries (reaalajas praamid, RTF), mille eesmärk on luua Läänemere suuremate praamiliinide reaalajaline liiklusinfo edastamise teenus. Projektil on 22 partnerit, kes on pärit peale Eesti ja teiste Balti riikide veel Soomest, Rootsist, Poolast ja Saksamaalt. „Nägime vajadust ja head võimalust ühendada RTFi käigus tekkiv praamiliikluse reaalajaline teave sõidukijuhtidele mõeldud nutikate liiklus- ja reisi-

planeerimislahendustega,“ räägib Duubas. „Soovime teavitada sõidukijuhte praamide väljumisaegadest, ootejärjekorrast, teeoludest ja muudest ohtudest. Lisaks saame teenuse käigus andmeid lisavedude tellimiseks.“

Kuidas praamiteave liiklejateni jõuab?

2019. aasta novembriks on kavas paigaldada kaks muutuvteabega infotablood. Esimene neist tuleks Ääsmäe–Haapsalu–Rohuküla teele pärast Ristit, teine Risti–Virtsu–Kuressaare maantee esimesele kilomeetrile. „Asukohad on valitud selliselt, et sõidukijuhil oleks võimalik muuta oma sõidukiirust või teekonda praamide väljumise või hilinemise järgi,“ selgitab Duubas. Tabloodele kuvatakse vaid selle praami väljumisajad, kuhu liiklejatel on võimalik jõuda kiiruspiiranguid rikkumata.

Lisaks luuakse RTFi projektiga reaalajas uuenev praamide väljumiste, saabumiste ja eriolukordade teabeallikas. Seda hakatakse jagama kõikidele soovijatele avaandmetena rakendusliidese kaudu,

mille teenuseid kasutab ka Maanteeameti ise.

Kristjan Duubase sõnul uuendatakse RTFi projekti käigus ka kaks teelmajaama: üks Hiiumaal Partsis ja teine Muhus.

„Hakkame sealt saama ka teekatte seisundi kohta käivat infot, mis aitab talihoolet tõhustada. Nii uued kui ka olemasolevad teelmajaamad liidetakse liiklusjuhtimise tarkvaraga, mis seadistatakse edastama teavet praamide väljumise, teeolude ja jääteede kohta. Kõik see toimub automaatselt ilma suurema inimsekkumiseta,“ räägib Duubas. Peale selle ollakse tema sõnul valmis kasutama ka Tallinna–Pärnu–Ikla maanteel Kanamal asuvat suurt infotablood. Seal saaks praamide üleveo ootamatu katkestuse korral kuvada selle kohta infot liiklejate jaoks juba piisavalt varakult.

Milliseid andmeid on veel plaanis edastama hakata?

Maanteeameti liikluskorralduse arendustalituse projektijuht Siim Jaksi ja liiklusjuhtimiskeskuse liiklusjuhtanalüütik Hanno Ploompuu sõnul otsustatakse veel, milliste andmete põhjal liikleja sadamasse jõudmise aeg välja arvutatakse ja tabloodele kuvatakse. „Meie peamine ülesanne on kuvada teave õigel

ajal, et sellest oleks reaalne kasu sõidukijuhtidele ja väheneks mõttetu kihutamine,” ütleb Jaksi. „Keeruline on ka leida püsivat ja töökindlat automaatlahendust, mis kasutaks olemasolevaid või mõistliku kuluga uusi andmeallikaid,” lisab ta. Mida paremad andmeallikad, seda täpsem info liiklejani jõuab. Seepärast on plaanis rajada 2020. aastal Virtsu sadamasse praamijärjekorra tuvastussüsteem. „Valisime Virtsu, sest seal on kõige pikemad järjekorrad,” selgitab Duubas. „Kui katseprojekti tulemused on

head, saame laiendada ka Rohuküla, Heltermaa ja Kuivastu sadamatesse neile riigiteedele, mis lõppevad sadamaga.“

Duubase sõnul hakatakse maanteel paikneva sensorlahendusega tuvastama praamijärjekorra pikkust ja selle tekke algust. „Seda kõike saame teha keskse liiklusjuhtimistarkvara abil, kus on olemas ummiku tuvastamise algoritmid ja automaateavitused. Järjekorra tekkimisel teavitatakse sellest ja seejärel valmistatakse ette lisapraam. Tarkvaras olev

ennustuslik mudel annab tekkivast järjekorrast veelgi täpsema teabe,” kirjeldab Duubas loodavat infosüsteemi.

Jaksi, Ploompuu ja Duubas ütlevad, et Maanteeameti jaoks on tegu keskmiselt keeruka projektiga. „See on põnev tehniline ülesanne, mida lahendab Maanteeameti projektimeeskond, kuhu kuulub spetsialiste nii hoolde-, liikluskorraldus-, ühistranspordi kui ka IT-osakonnast,” kinnitab Duubas. Selline meeskonnatöö annab hea kogemuse kõigile osalejatele.

Praegused reaalaajas navigeerimise süsteemid ei tööta, kui osa teekonnast läbitakse parvlaevadel



Eha MERIRAND.

Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Mereakadeemia doktorant-noorenteadur

Projekti Real-time Ferries (RTF) eesmärk on luua intermodaalne reaalaajas liikluse jälgimise süsteem, millesse on kaasatud ka parvlaevad.

Reaalaajas teave on oluline nii reisi planeerimisel kui ka juba reisil olles ning seda kasutatakse enamikus transpordisüsteemides, näiteks rongides, liinibussides, trollides ja autodes. Ent parvlaevade reaalaajas liikumine on sellest süsteemist siiani välja jäänud. Selle peamine põhjus on senine traditsioon: inimesed on harjunud vaatama parvlaevade graafikut ja planeerivad selle järgi oma reisiaega.

See meetod ei toimi aga reisijate puhul, kes ei kasuta parvlaevu regulaarselt, ega ka turistide jaoks, kes pole süsteemiga üldse tuttavad. Nendele on reisi planeerimine raskendatud.

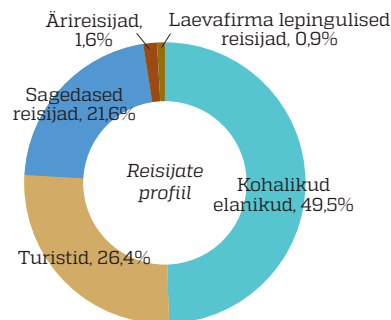
Esimene kombineeritud vedude reaalaajas liikluse jälgimise süsteem loodi projektiga Interface plus, millesse olid kaasatud ka parvlaevad. See abistab jalgsi reisijaid, kes liiguvad Rostockist (Saksamaa) Gedserisse (Taani). Projekti käigus loodi tehniline lahendus, mida nimetatakse praamide reaalaajaliseks infosüsteemiks (*Ferry Real-time Information System, FRIS*). Seda

süsteemi oleks võimalik seadistada ka teistele liinidele, kuid seni ei ole seda veel tehtud.

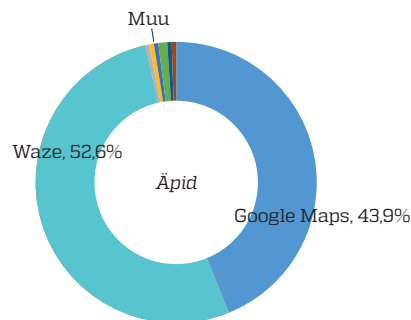
Reaalaajas reisi teabe kogumise kogemused on siiski juba olemas. Näiteks Euroopa reisiinfovõrgustik EU-Spirit on internetipõhine Euroopa riikide (Saksamaa, Taani, Prantsusmaa, Poola, Luksemburg, Rootsi) reisiinfo edastamise teenus, mille kaudu arvutatakse välja riikidevaheline marsruut ja leitakse sobivad liiklusvahendid. 2000ndatest aastatest levinud laevade automaatne tuvastussüsteem (*Automatic Identification System, AIS*) võimaldab määrata laevade täpse asukoha. Ka e-navigeerimise tööriistad loovad ja parandavad pidevalt laevade saabumisaegu ning vahetavad omavahel teavet. Sadamate infosüsteemid ja riiklikud andmebaasid koguvad infot muudatuste ja reisi ärajäämise kohta.

Seni on seda teavet aga kasutatud eraldi seisvana, näiteks ühisveonduses, navigeerimisel, sadamates ja logistikaettevõtetes. Kui välja arvata Interface plus, siis on reaalaajalise laevainfo platvormid lõpptarbija jaoks puudulikud. Praegu edastatakse teavet kas andmeid käsitsi sisestades või muude suhtlusmeetodite, näiteks SMSide abil. Reaalaajas automaatinavigeerimise süsteemid ei tööta, kui osa teekonnast läbitakse parvlaevadel.

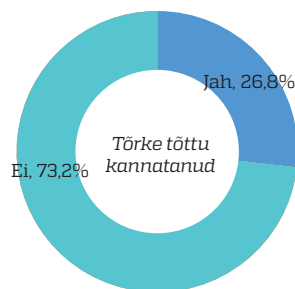
RTFi projekti peamine eesmärk ongi ühildada seni eraldi toimunud navigeerimissüsteemid, ühistransport, logistikaettevõtted ja sadamad Läänemere piirkonnas. Tänu juba olemasolevatele reaalaajas infoedastusmeetoditele on projekti raames loodava süsteemi elluviimine lihtsam.



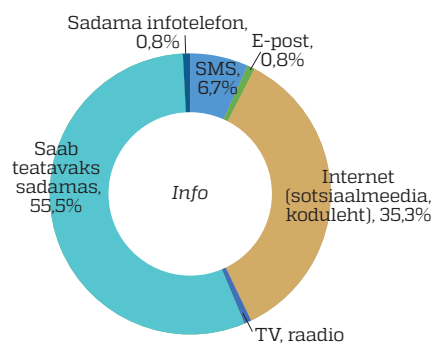
Enamik praamiliiklejatest on kohalikud elanikud.



44% reisijatest navigeeris mõne äpi järgi, neist populaarseim oli Waze.



Iga neljas inimene on praamiliikluse tõrke tõttu kannatanud.



Praamiliikluse tõrkest saadakse teada alles sadamas.

Mida teha, et mootorrattur



Evelin KÜTT,
Maanteeameti ennetusosakonna
peaspetsialist

Eesti pika talve tõttu on mootorrattaga sõitmine hooajaline tegevus. Kevade hakul rikastub meie liikluspilt nende kiirete kaherattalistega ja mitu kuud üksi teid valitsenud autojuhid peavad jälle tähelepanelikumaks muutuma.

Maanteeameti statistika järgi on üks peamisi mootoratastega juhtuvate liiklusõnnetuste liike külgkokkupõrked sõidukiga. Selle põhjuseks on sageli see, et autojuht ei märka mootorratturit või ei oska temaga arvestada. Ka Eestis on seetõttu viimaste aastate kampaaniates räägitud kaherattaliste märkamisest. Seekord heidame pilgu kampaaniatele ingliskeelsetes riikides, kus mootorrattaga liiklemine on samuti enamjaolt hooajaline tegevus.

„Mõtle korra. Mõtle kaks. Mõtle mootorrattale.“



„Kui sa oleksid jõudnud mind tunda õppida.“



Ühendkuningriigis on sõiduki-juhtidele kaherattalisi meelde tuletatud juba 1970. aastate keskpaigast. Kampaanias „Mõtle korra. Mõtle kaks. Mõtle mootorrattale.“ (ingl „Think Once. Think Twice. Think Bike.“) näidatakse alustuseks traagilist liiklusõnnetust, kus autojuht ei märka mootorratturit ja sõidab talle ette. Kampaania kõneisik on armastatud jalgpallur Jimmy Hill, kes teatab diktorlikult järjekordsest mõttetust õnnetusest, mis oleks võinud olla juhtumata, kui sõidukijuht oleks tähelepanelikumalt liiklust jälginud. Reklaamis rõhutatakse, et autojuht küll vaatas mõlemale poole, kuid ei veendunud manöövri ohutuses.

Kolm aastakümnet hiljem ei ole ohutuskampaaniate fookus Ühendkuningriigis muutunud: autojuhtidele tuletatakse meelde sama asja, muutunud on vaid viis, kuidas seda tehakse. Kui 1970ndatel kasutati tuntud kõneisikuid, kes üritasid emotsionaalselt žestikuleerides või diktorlikult kõneledes oma sõnumit edasi anda, siis 2010. aasta kampaanias tuuakse mootorratturid autojuhtidele emotsionaalselt lähemale tempoka Stephan Altmani laulu „If you got to know me“ („Kui sa oleksid jõudnud mind tunda õppida“) saatel. Reklaamis, kus mootorratturid on varustatud eredalt valgustatud reklaamtuledega, pannakse juhtidele südamele, et järgmine kord liikluses olles peaksime proovima märgata nii Dave'i, Nicki ja Helenit kui ka Tomi, Grace'i, Banksyt ja teisi.

Liikluses ei saa me vastutada teiste eest, küll aga oma tegevuse eest. Autojuhtidel on kohustus olla enne liikumahakkamist ohutuses kindel, mootorratturitel on ülesanne end kaasliiklejatele nähtavaks teha.



ei jääks märkamata?

„Teine pilguheit.“



„Kulutatud.“



„Mootorratturid, teie võimuses on ohtu vähendada.“



Ameerika Ühendriikides on kampaaniaga „Teine pilguheit“ (ingl „A Second Look“) käsitletud laia teemaderingi, millele autojuhid peaksid mootorratturitega arvestamiseks mõtlema. Video alguses näidatakse kõrvalise tegevusega hõivatud lõbusat ja noort autojuhti ning enesekindlat mootorratturit. Tähelepanematuses keerab autojuht mootorratturile ette ja sel hetkel aeg peatub. Rattur selgitab algajale juhile, et teistel liiklejatel on keeruline mootorratta kiirust hinnata ja seetõttu tuleb heita pilk teele kaks korda. Ka pikivahe hoidmine on juba tehnilisel põhjusel ülioluline: kuna mootorratta pidurituli on väike, on seda ka keerulisem märgata. Mootorratturid üritavad end teistele liiklejatele nähtavaks teha, kuid ka autojuhil on kohustus enne möödasoitu mitu korda veenduda, et tal kedagi selja taga ei oleks. Klipi lõpus tõdeb rattur, et ka väike kõks võib olla mootorratturi jaoks surmavate tagajärgedega.

Viimaks võtavad teema kokku spetsialistid, kes tõdevad, et vigade vältimiseks tuleb anda endast parim.

Kui Ameerika Ühendriikide klipis kandis mootorrattur ägedat nahkvesti, mis jättis tema käevarred paljaks, siis britid juhivad tähelepanu turvalisele sõiduvastusele. Aktsioonis „Kulutatud“ (ingl „Distressed“, mis siin kontekstis tähendab protsessi, millega muudetakse asi kulunuks) proovivad poekülastajad erinevaid teksasid. Üht teksajakki prooviv klient uurib, mis see maksab. Teenindaja uurib vastu, mida klient arvab, kui palju see maksab, ja lisab vastust ootamata: „Selle hind on kolm murtud ribi, vigastatud kops ja kolm ööd masinate all.“ Sarnased vestlused jätkuvad teiste klientidega. Video lõpus küsib teenindaja, kas noored arvavad, et sellised riided on väärt oma hinda. Viimasena visatakse õhku mõte, et turvavarustuseta sõitmine võib minna maksma rohkem, kui sa arvad ...

Mootorratturite seas on teada rusikareegel, et alates u 50 km/h tähendab iga lisanduv poolteist kilomeetrit üht millimeetrit nahka. Kui kärmelt arvutada, siis ligikaudu 100kilomeetrise tunnikirusega ilma turvavarustuseta sõites tõmbab mootorrattur kukkudes maha 3 cm nahka, rasvkudet jne.

Soojas Austraalias, kus mootorratturid liiklevad aasta ringi ja kaasliiklejatele pole neid vaja meelde tuletada, rõhutakse samuti mootorratturi vastutusele. Kampaanias „Mootorratturid, teie võimuses on ohtu vähendada“ (ingl „Motorcyclists, it's up to you to reduce the risks“) selgitatakse, et ei ole tähtis, kelle süül õnnetus juhtub, sest mootorratturil on 38 korda suurem tõenäosus saada surma või vigastada. Radade vahel sõitmine, järsk kiirendamine, turvavarustuseta kandmatajätmine – kõik see suurendab õnnetusse sattumise ohtu. Igaühel on võimalik seda oma valikutega vähendada.

Mootorratturite seas on tuntud ütlus: „Ära sõida kiiremini, kui sinu kaitseingel lennata suudab.“ Turvaline liikluskeskond saab alguse üksteise märkamisest ja kõigi liiklejate koostööst. Oma panuse peavad andma ka mootorratturid.





Valmis Eesti esimene kiirusepiirangute määramise metoodika

Tanel SAARMANN,
Teelehe kaasautor

Eestis on asulasiseste kiirusepiirangute määramine kohalike omavalitsuste pärusmaa.

Äsja valmis Eestis metoodika, mille järgi tänavale määratavat piirkiirust analüüsima hakata. Kas see tuleks muuta kohustuslikuks?

Maa- ja ehitusministeeriumi tellimisel tegi inseneribüroo Stratum eesotsas Taltechi transpordiplaneerimise professor Dago Antoviga põhjaliku uuringu, millest sündis Eesti jaoks uudne piirkiiruse määramise metoodika. Antov ütleb, et seni on Eesti omavalitsused tegutsenud paljuski emotsioonide ajel ja otsuseid on tehtud n-ö igaks juhuks. Kui

näiteks mingil teelõigul juhtub tõsine õnnetus, tõmmatakse piirkiirus alla ja vahel jääbki see igaveseks nii.

„Tallinnal ei ole täit ülevaadet kohtadest, kus piirkiirus on viidud näiteks 30 kilomeetrini tunnis. Kohati puuduvad ka teadmised, miks üks või teine kiiruse langetamise otsus on tehtud,“ kommen-



Dago Antov

teerib Antov. See kõik tähendab aga, et liikleja ei pruugi aru saada, miks tal mingi kiirusega sõita tuleb. Just see ongi aruande üks kesksemad ideid – kiirusepiirangul peab olema selge põhjus, sest muidu seda eiratakse.

Millega tuli siis välja Antovi töörihm, kuhu kuulusid veel Harri Rõuk, Margus Nigol, Tarmo Sulger ja Imre Antso? Esmalt uuriti välisriikide tavasid Helsingi



Kadaka puiestee.



Tabel. Baaskiiruse määramine

Tänavaliik	Peamine liiklusvoog	Kesk- ja südalinn	Elamuala	Äärelinn	Tööstus-/ äriala	Asustusea/hõreasustus
Põhitänav	linnaosade vaheline või linna läbiv	40	45	50	55	65
Jaotustänav	linnaosasisene	40	45	50	50	50
Veotänav	linnaosa- või asumisisene, veoliiklus	40	40	45	50	50
Kõrvaltänav	asumisisene	30	35	35	40	45
Kvartali sisetänav	kvartali- või mikrorajoonisisene	20	25	30	30	40

Allikas: uuring „Kiiruspiirangute analüüs Tallinnas lähtuvalt tänavate funktsioonist“, 2018.

linnas, Rootsis, Suurbritannias, Kanadas ja Iirimaa. Seejärel otsustati võtta kahelt viimaselt snitti.

Esimene oluline näitaja: baaskiirus

Eri riikides kasutatakse piirkiruse määramiseks erinevaid meetodeid. Stratumi aruande tegijatele meeldis Iirimaa loogika: kui on konkreetse funktsiooniga tänav konkreetset kohas, siis on sel kindel baaskiirus. Seejärel aga peab arvestama üksiktegureid, mida on päris palju ja mis suurendavad või vähendavad seda baaskiirust. Olulisemad tegurid on näiteks jalakäijate liiklemine, jalgrattateede olemasolu ja paigutus ning ühissõidukite peatuste loogika.

Nagu tabelist näha, määratakse baaskiirus selle järgi, kus tee asub ja milline on sealne põhiliiklusvoog. Viimane on selles arvestuses olulisem.

Vastvalminud meetodika kohaselt tekib 25 varianti, millest igaühele on määratud baaskiiruse piirväärtus. Alusparameetrid on valitud puhul ühest küljest teiste riikide kogemuste põhjal, kuid teisalt on neid kohandatud, et need vastaks ka Eesti linnatänavate standardile (EVS 843:2016). Aruande koostajate arvates on tõenäoline, et kui meetodikat hakatakse praktikas kasutama, võib tekkida vajadus baasväärtusi korrigeerida.

Nii võib piirkiruse baasväärtus olla näiteks elamualal paikneval, kuid peamiselt linnaosasisesel tänaval 40 või

50 km/h, kuid hõreasustusega piirkonnas asuval ja peamiselt linna läbiva liiklusvooga tänaval 60 või 70 km/h.

Ülaltoodud tabelis on nii peamise liiklusvoo kui ka tänav paiknemise keskkonda kirjeldatud pigem üldistatult. Kui meetodikat päriselus kasutada, tuleb arvestada, et mõni olukord ei pruugi kirjeldusele vastata. Näiteks tuleks kesk- või südalinna kriteeriumit kasutada vajaduse korral ka mõnes suuremas linnaosakeskuses. Elamuala ja hõreasustuse eristamisel ei ole uues meetodikas teadlikult rakendatud ühtki kvantitatiivset parameetrit, sest need võivad paikkonniti oluliselt erineda. „Ka linna ääreala ei ole üheselt defineeritav,“ on analüüsis kirjas. Seetõttu nõuab käesoleva meetodika rakendamine teatavat loominguilist ja paindlikkust, tõenäoliselt isegi katsetusi erinevate variantidega.

Teine oluline näitaja: tegelikud olud

Baaskiirusest ainuüksi ei piisa – tänav või selle pikema lõigu kohta ei saa teha otsuseid ilma kohapealsete oludega tutvumata. Alles siis, kui tegelikud tingimused on selged, saab määrata soovitatava piirkiruse. Antovi rühma aruandes pakuti välja seitse olulist parameetrit, mida peaks arvesse võtma: tänav ristlõige, ühistranspordi lahendus, kergliikluse lahendus, parkimine ja peatumine, ristumised, maakasutuse aktiivsus ning kiiruskäitumine.

Kadaka tee näide

Stratumi aruande muudab eriti huvitavaks see, et välja töötatud meetodikat katsetati tegelikes oludes enam kui kümnel tänavalõigul Tallinnas. Võtame uuringust mõne konkreetse näite, et selgitada, kuidas hakkab baaskiirus eri parameetrite puhul muutuma.

Vaatleme esmalt Kadaka puiestee lõiku Pärnu maanteest Tähetorni tänavani, mida läbib tipptunnil 600 autot ja kus on piirkirrus 40 kilomeetrit tunnis. Arvestades tänav liiki ja eriti peamist liiklusvoogu, võiks sealne baaskiirus olla vana hea 50 km/h. Kohapeal selgus aga, et ühes suunas läheb vaid üks sõidurada, mistõttu peaks kiirust langetama. Veel olulisem on asjaolu, et ühissõidukite peatused on valdavalt sõidurajal. Ülekäikude lahendust uurides selgus lisaks, et seal on kasutusel reguleerimata ja saarteta 1 + 1 variandid. Seegi tõi kiirust allapoole. Jalgrattaga liigeldakse sel lõigul enamjaolt kõnniteel, mis avaldab taas kiiruspiirangule mõju. Kuna ristumiskohtadel on peamiselt annateed-märgid, mitte foorid ega eritasandilised ristumiskohad, muudab see seisu veel kehvemaks. Hoonete keskmine kaugus sõidutee servast on sel lõigul 12 meetrit, mille mõju on jällegi negatiivne. Kõike seda arvesse võttes ei saa enam rääkida kiirusest 50 km/h. Korrigeerimine andis täpseks tulemuseks 44 km/h, mis tuleb ümardada lähima kümneni ehk 40 km/h peale. Niisiis kinnitab meetodika, et praegune piirkirrus on seal õige.



Huvitav Ahtri tänav

Huvitav näide on aga Ahtri tänav, kus praegune lubatud kiirus on 50 km/h, kuid analüüsi autorid said baaskiiruseks hoopis 40 km/h. Tänav plussiks on mitu sõidurada ja eraldi kergliiklustee, kuid suured miinused on nii ülekäikude lahendus, hoonete kaugus sõidutee servast (keskmiselt 7 meetrit) kui ka tegelik keskmine kiirus, milleks oli koguni vaid 35 km/h. Nii näitas meetod kokkuvõttes kiirusepiirangut 37 km/h, ümardatult 40 km/h.

Jah, uuringus mõõdeti ka sellist nähtust nagu tegelik keskmine kiirus lõigul. Tehti nii mõõtmisi kohapeal kui ka kasutati Waze'i andmeid. Viimased olid eriti suureks abiks, sest seal saab keskmise tulemuse just lõikude kaupa, samal ajal kui paikmõõtmine tähendab kiirust vaid selles konkreetses kohas.

„Kui võtta maha tipptundide ja öise aja andmed, siis on Waze väga hästi kasutatav. Selgus, et enamik juhtidest püüab oma kiiruskäitumist sättida vastavalt tänavalaadile. Üldiselt on meil mõistlikud juhid,“ märgib Antov.

Märkidega ei pea mängima

Dago Antov toob esile analüüsi ühe väga olulise aspekti. Nimelt on uue meetodikaga hästi näha, mis mõjutab ühel või teisel tänaval piirkiirust. Võtame näiteks ülekäiguradade süsteemi. Kui selle tõttu peaks kiirusepiirangut lõigul alandama, siis võiks mõelda sellele, kas ei peaks hoopis ülekäiguradadega midagi ette võtma.

„Ei ole vaja kohe tormata kiirust vähendada, vaid vaatama peab põhjusi, mis sunnivad seda tegema. Võib-olla on neid lihtne kõrvaldada ja piirangut ei olegi vaja,“ ütleb Antov. „Ohutussaar või valgusfoor on vahel otstarbekam,“ lisab ta.

Dago Antov nendib, et Tallinna tänavavõrgustik ei muutu just palju. Ometi on seal tänavaid, mille lahendus ja funktsionaalsus on konfliktis. Näiteks eelmainitud Kadaka puistee on oma olemuselt magistraal, kuid kui seal liigelda, siis on näha kitsaid sõiduradasid ja kõnniteid. Piirkiirus 40 km/h on seal põhjendatud, sest mängu tulevad ka lapsed ja bussid.

Huvitav näide on Antovil ka Majaka tänavakohta. Lubatud sõidukiirus on 50 km/h, kuid Waze'i abil mõõdetud tegelik keskmine sõidukiirus on seal vaid umbes 30 km/h. „See näitab, et märgid ei ole alati kõige tähtsamad. Kui tänav on aeglane, siis aeglasena ta toimibki, olenemata märkidest.“

Tabel.

Tegelik kiirus km/h Tallinna tänavatel

Tänav	Suund A	Suund B
Ahtri	32,6	32,2
Narva mnt	26,3	22,5
Peterburi tee	45,7	46,7
Raua	27,5	-
Sõle	41,6	35,9
Tehnika	44,3	42,3
Majaka	24,8	26,7
Soo	35,4	-
Linnu tee	33,1	36,7
Ehitajate tee	35,8	39,6
Tööstuse	40	42,6
Kadaka pst	41,4	44,4
Pärnu mnt	44,3	45,4
Pirita tee	48,5	54,7
Paldiski mnt	47,2	50,5

Allikas: uuring „Kiirusepiirangute analüüs Tallinnas lähtuvalt tänavate funktsioonist“, 2018.

Analüüsi koostajad rõhutavad ka seda, et ühel ühtlasel lõigul, mis jääb suurte ristmikute vahele, peaks kiirusepiirang ideaalis olema sama. Erandiks võib olla tee ääres paiknev kooli, kuid ühe kooli asumine kahekilomeetrise lõigul ei tohiks olla põhjus, miks alandada kiirust kogu lõigul.

Metoodika nõrgad kohad

Antov ütleb julgelt välja, et meetodikal on ka kitsaskohad. Nimelt on arvesse võetud vaid selliseid väärtusi, mida on kerge ja mõistlik hankida. Näiteks jäeti meetodikast välja majade ja korterite arv tänav ääres. Oluline on ka teada, kas maja ees on piirdeaed või võib laps väga ootamatult teele tormata.

„Metoodikat ei tasu võtta absoluutse tööna. See on lihtsalt üks näitaja, millest lähtuda, kuid alati tuleb kohalikud tingimused ka ise üle vaadata. Kõiki olukordi ei ole meil võimalik ette näha,“ ütleb Antov.

Kuid kas kiiruse piiramise üle otsustamine tuleks üldse omavalitsustelt ära võtta? Antov seda ei arva. Omavalitsustes peavadki tema sõnul olema selle valdkonna kõige targemad inimesed. „Alguses mõtlesime, et muudamegi meetodika kasutuselevõtmise kohustuslikuks, aga tegelikult nii ei saa. Neis otsustes on palju kohalikku eripära.“

Sellegipoolest on omavalitsustel nüüd võimalus hakata meetodikat linnatänavatel kasutama. Dago Antov rõhutab veel kord, et kiirusepiiranguid ei tohi kehtestada emotsioonide ajel. Meetodika rakendamisel saab teha selle tulemustest lähtuvaid kalkuleeritud otsuseid.

Mis juhtus?



Helena RUTHE,
Maanteeameti liiklusohutuse osakonna peaspetsialist



Villu VANE,
Maanteeameti liiklusekspert

Nagu ennustati, järgneski erakordsele 2017. aastale tagasilööök. Lõppenud aastal juhtus 1464 inimkannatanuga liiklusõnnetust, milles hukkus 67 ja vigastada sai 1824.

Viiimase viie aasta jooksul ei ole inimkannatanuga liiklusõnnetuste ega neis vigastatute arv eriti muutunud. Keskmiselt juhtus lõppenud aastal päevas neli õnnetust, mis vigastas viit inimest. Päevi, mil keegi liikluses kannatada ei saanud, oli ainult 16.

Liikluskindlustusjuhtumite arv siiski vähenes 2016. ja 2017. aastaga võrreldes vastavalt 6 ja 7%.

2017. aastat iseloomustas Eesti ajaloo väikseim liiklusõnnetustes hukkunute arv – 48. Aga juba 2018. aasta alguses

Kokkuvõte 2018. aasta liiklus- õnnetustest

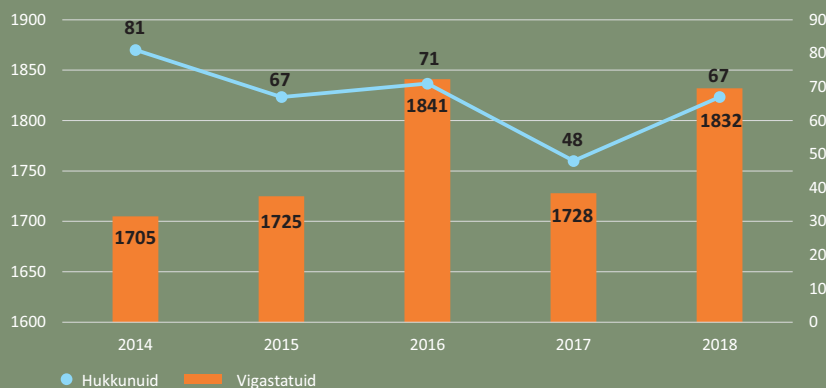


Foto: Sille Annuk / Eesti Meedia / Scarpix

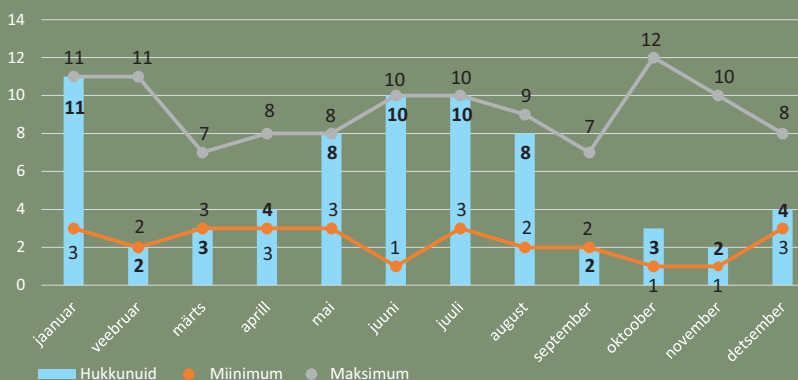
olime seisukohal, et olukorra paranemisest on siiski vara rääkida – nii lühiajalise muutuse järel oleks selline järelendus ennatlik. Kahjuks nii läkski ja 2018. aastal kasvas hukkunute arv taas varasemaga sarnasele tasemele. Kui vaadata aastate 2015–2017 keskmist (62), siis hukkus 2018. aastal viis inimest rohkem.

Jaanuar ja suvekuud (maist augustini) olid tavalisest traagilisemad: 82% hukkunutest sai surma just nendel kuudel. Vigastatutega liiklusõnnetuste arv hakkab suve lähenedes kasvama ja saavutab haripunkti kesksuvel. Hukkunutega liiklusõnnetuste puhul seda suundumust üldjuhul täheldada ei saa, kuid 2018. aasta oli erand – suvekuudel kasvas ka surmasaanute arv.

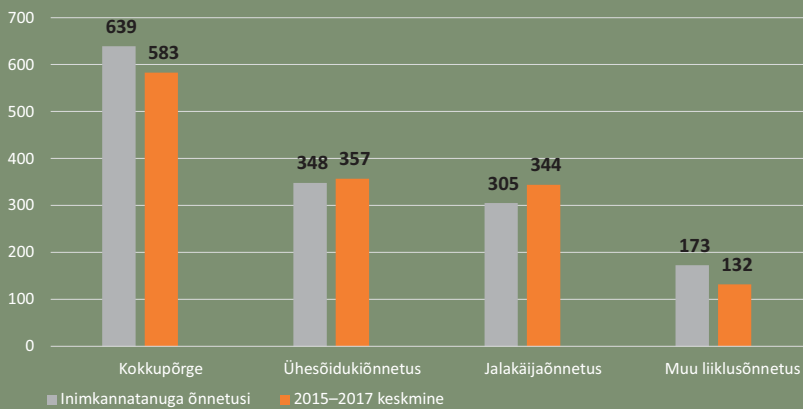
2016. ja 2017. aastal mootorrattureid Eesti liikluses ei hukkunud, kuid 2018. aasta kahjuks nii hästi ei läinud ja saadud vigastustesse suri neist kuus. Võib eeldada, et erakordselt soojal suvel liigeldi mootorrattastega rohkem ja see suurendas nendega seotud liiklusrisiki. Ka jalgratturi osalusel juhtunud õnnetuste arv kasvas tõenäoliselt soojade ilmade tõttu ja 2018. aastal oli see 238, st kolmandik rohkem kui 2015.–2017. aasta keskmine (178).



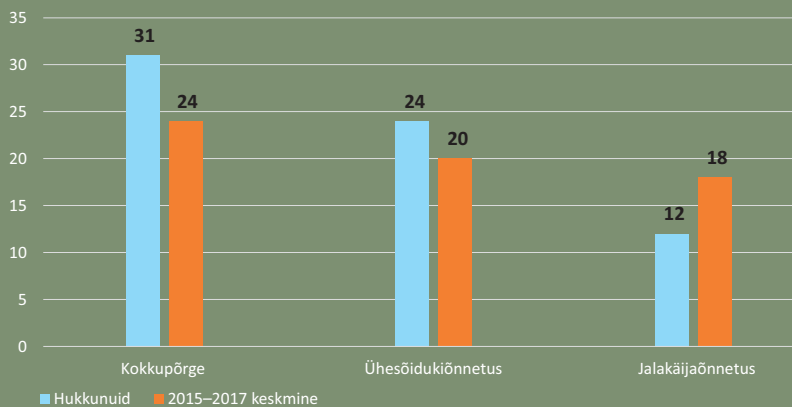
Joonis. Liiklusõnnetustes hukkunute ja vigastatute arv 2014–2018.



Joonis. Hukkunute arv kuus 2018. aastal ning vähim ja suurim hukkunute arv aastail 2013–2017.



Joonis. Liiklusõnnetused liigiti 2018. aastal ja võrdlus 2015.–2017. aasta keskmisega.



Joonis. Hukkunute arv liiklusõnnetuse liigi alusel 2018. aastal ja võrdlus 2015.–2017. aasta keskmisega.



11. mail 2018 toimus liiklusõnnetus Rakvere-Tapa maanteel. Sõiduauto BMW sõitis tagant otsa Fordile, mille juht ja kaks kaasreisijat toimetati haiglasse. Kõik kolm meest jäid imekombel ellu.

2018. aastal juhtus 64 surmaga lõppenud liiklusõnnetust, milles hukkus kokku 67 inimest.

Mootorsõidukite kokkupõrked

Valdava osa kokkupõrgete põhjuseks oli ühe sõiduki kaldumine vastassuunavööndisse. Selliseid õnnetusi oli 14 ja neis hukkus 16 inimest. Üheksa õnnetust juhtus valguses ja viis pimedas, neli leidis aset talvel kehvades teeoludes, kolmel juhul ei olnud turvavöö kinnitatud ja kahel juhul olid autorehvid halvas seisukorras.

Ühte õnnetusse sattus eriveos, mille juht oli 21aastane välisriigi kodanik. Kaks juhti olid tarvitanud narkootilist ainet, üks juht oli alkoholijoobes ja ühel oli väljahingatavas õhus lubatust suurem alkoholisaldus.

Viies ristmikul toimunud kokkupõrkes hukkus viis inimest. Kõik need õnnetused juhtusid valguses ja juhid olid kained. Kahes õnnetuses sõideti kõrvalteelt peateel liikujale ette: ühes sõitis esmase juhiloa omanik ette peateel liikunud juhile, teises põrkasid kokku kõrvalteelt välja sõitnud sõiduauto ning peateel liikunud ja alarmsõidul olnud kiirabiauto, mis liikus 50 km/h piirangualas kiirusega u 105 km/h. Kiirabiauto juhil oli alarm sõidu staaži kaks kuud. Ühes õnnetuses sõitis 81aastane mees ristmiku vahetus läheduses tagasipöoret tehases ette mööduvale sõidukile.

Kaks õnnetust oli seotud tagant otsa sõiduga. Neist ühe puhul sõitis buss, mida juhtis 71aastane mees, tagant otsa vasakpöörde võimalust oodanud sõiduki taga peatunud veokile. Õnnetus juhtus

talvel halbades teeoludes, valguses ajal, selles hukkus bussijuht ja vigastada sai 11 inimest. Teises õnnetuses põrkas vastassuunas liikunud sõidukiga kokku vasakpöoret oodanud sõiduk, millele sõideti tagant otsa.

Kolme kokkupõrkesse sattus ühe osalejana mootorrattur. Kahes maanteel toimunud õnnetusest esimeses sõitis esmase juhtimisõigusega 19aastane noormees sõiduautoga ette peateel liikunud mootorratturile. Teisel juhul põrkasid kokku vasakpöoret teinud sõiduauto, mida juhtis 71aastane mees, ja otse liikunud mootorrattur, kes tõenäoliselt ületas lubatud sõidukiirust.

Tallinnas juhtus õnnetus, kus mootorrattur sõitis külje pealt vastu trammi. Mootorrattur oli narkojoobes, tema kiirus



Foto: Meelis Meilbaum /
Virumaa Teataja / Scarpix

oli lubatust tunduvalt suurem, tal ei olnud juhtimisõigust ja teda oli liiklusrikkumiste eest ligikaudu 50 korda juba karistatud.

Väljasõidud teelt

Autodega sõideti maanteelt välja 14 korda ja hukkus 14 inimest. Kümnel juhul oli põhiline riskitegur liiga suur kiirus. Seitsmes õnnetuses ületasid juhid lubatud sõidukiirust ja neist viis olid ka joobes. Kolmes õnnetuses oli sõiduki kiirus teeolude kohta liiga suur ja kaks juhti olid joobes. Nendest kümnest kiiruse tõttu juhtunud õnnetusest seitsmes oli hukkunutel turvavöö kinnitamata. Ühes õnnetuses sõitis 46aastane mees suurel kiirusel tõenäoliselt suitsiidi eesmärgil vastu tee lähedal asuva hoone seina.

Ühe juhtumi puhul oli tegu ilmselt kolme teguri koosmõjuga: juht oli väsinud, tal oli

selle auto juhtimise kogemust vähe ja tema emotsionaalne seisund segas juhtimist. Õnnetus juhtus valge ajal ja selles hukkus turvavööga kinnitamata kaassõitja. Kahel juhul hajus tõenäoliselt juhi tähelepanu, sest õnnetused juhtusid valgel ajal. Üks väljasõit oli tingitud juhti tabanud ootamatust terviserikkest.

Teelt väljasõidu tõttu hukkus kolm mootorratturit. Kõik õnnetused juhtusid valgel ajal asulavälisel teel. Ühes oli mootorrattur joobes ja ületas suure tõenäosusega lubatud sõidukiirust. Teisel juhul kaotas mootorrattas juhitavuse ja kukkus, kusjuures selle juht ei kandnud nõuetekohast motokiivrit. Kolmanda õnnetuse puhul võis kiirus olla kurvi läbimiseks liiga suur.

Liiklusõnnetused jalakäijatega

2018. aastal hukkus 12 jalakäijat. Asulavälisel teel juhtus nendega kuus liiklusõnnetust, neist viis pimedal ajal. Ühe õnnetuse põhjus oli ilmselt enesetapp, sest jalakäija astus vahetult läheneva veoauto ette. Kolmel juhul olid jalakäijad tugevas joobes (veres alkoholi üle 2 mg/g) ega kandnud helkurit, sealjuures kaks neist olid liigelnud ka varem joobnuna, nii et neid oli toimetatud teelt koju või kainenema. Ainus asulavälisel teel valge ajal juhtunud õnnetuse põhjuseks oli see, et bussile kiirustanud jalakäija oli ettevaatamatu.

Teised kuus liiklusõnnetust juhtusid asulas valgel ajal, sh neljal juhul ületas jalakäija teed. Üks neist oli 81aastane ja ületas Tallinnas teed vales kohas. Teine jalakäija, kellele sõitis otsa joobes juht, oli 59aastane, liikumispuudega ja liikus kvartalisisesel sõiduteel, kuna lõigul puudus kõnnitee. Õnnetus juhtus 30 km/h alas ja juht ületas suure tõenäosusega lubatud sõidukiirust, lisaks põgenes ta sündmuskohalt.

Kaks õnnetust juhtus reguleerimata ülekäigurajal teed ületanud jalakäijatega. Ühel juhul hukkus 14aastane laps, kelle tähelepanu võis olla pööratud telefonile, teisel juhul 20aastane naisterahvas, kellel olid kõrvaklapid peas. Mõlemad õnnetused olid tingitud sellest, et sõiduki juht eiras jalakäijale tee andmise kohustust ja samal ajal oli ka jalakäija tähelepanematu.

Tallinnas jäid kaks eakat naist (93 ja 85 aastat vanad) tagurdava sõiduki alla. Esimesele tagurdas õuealal otsa prügi-veok, mis liikus piki majaesist kitsast teed prügimaja poole, teisele aga parkimiskohalt liikuma hakanud sõiduauto. Mõlemal sõidukil oli olemas tagurduskaamera.

Jalgratturid

2018. aastal hukkus neli jalgratturit, neist kaks Tallinnas. Ühel juhul sõitis raskes joobes mees (veres alkoholi üle 3 mg/g) elektrimootoriga jalgrattaga vastu tänavavalgustusposti ja liiklusmärki. Teine õnnetus juhtus 14aastase noormehega, keda tabas terviserike: ta kaldus teega paralleelselt kulgevalt kergliiklusteel sõiduteele ja põrkas kokku mööduva veokiga. Noormees kandis jalgrattakiivrit.

Teised kaks õnnetust juhtusid maanteel eakate ratturitega. 76aastasele naisjalgratturile sõitis sõiduautoga otsa tõenäoliselt väsimusest magama jäänud mees, kes ei mäleta õnnetust ja sõitis pärast otsasõitu ilma peatumata edasi koju. Teine õnnetus juhtus 74aastase mehega, kes sõitis ette tagant lähenenud sõiduautole.

Liiklusõnnetused raudteeülesõidukohtadel

Mõlemad raudteeülesõidukohtadel juhtunud liiklusõnnetused toimusid valgel ajal ja sõiduki juht oli autos üksinda. Ühel juhul sõitis tugimaanteel asuvas fooriga raudteeülesõidukohas reisirongile ette väsinud juht, kes oli hommikul tulnud Soomest, käinud päeval Viljandis ja oli tagasiteel Soome. Teine õnnetus juhtus kohalikul teel hoiatusmärgiga tähistatud ülesõidukohal, kus juht sõitis ette ilma vaguniteta liikunud vedurile.

Maastikusõidukitega juhtunud õnnetused

2018. aastal juhtus üks liiklusõnnetus lumesaaniga ja üks ATVga. Mõlemal juhul oli juht joobes (alkoholisaldus veres üle 2,5 mg/g), kiivrita ja sõitis suurel kiirusel. Õnnetused juhtusid pimedal ajal kitsal kohalikul teel. ATV kaldus vastassuunavööndisse ja põrkas kokku vastu liikunud veoautoga.

Juhtumid, mida ei registreeritud liiklusõnnetusena

2018. aastal võeti menetlusse kolm juhtumit, mida ei liigitatud hiljem liiklusõnnetuseks. Ühel juhul oli tegi 28aastane mees enesetapu, sõites pankrannikult sõiduautoga merre. Teisel juhul tabas sõiduautot juhtinud 69aastast meest terviserike. Tema kõrvalistuja suutis juhtida auto teelt välja ja peatada, ent juht suri enne kiirabi saabumist. Kolmanda juhtumi puhul tabas alkoholijoobes 46aastast meest varem diagnoositud haigusega seotud terviserike ja ta ei olnud võimeline sõidukit juhtima. Tema kõrval istunud, samuti alkoholi tarvitanud 28aastane naine väljus sõidu ajal autost ja suri saadud vigastustesse.



On õnnetusi, mis jäävad *painama*

Me pole liiklusõnnetuste põhjusi mitte kunagi nii hästi teadnud kui praegu. Selle taga on liiklusõnnetuste uurimise komisjoni (LÕUK) tegevus. LÕUKi esimees vaatab tagasi 2018. aasta traagilistele sündmustele ja hetkedele, mis jäävad painama.

Miks saavad inimesed liikluses hukka? On see tähelepanematus või ettevaatamatus? Kõige õigem sõna on ilmselt hooletus: see on lühike, kuid hõlmab kõike. Liikluses tähendab hooletus elu ja surma küsimust.

Autojuhi ülesanne on juhtida auto ettenähtud ajaks ohutult punktist A punkti B. Kõik meie, kes me ei ole elukutselt autojuhid, kuid kasutame autot igapäeva-elus, töötame tegelikult kahel kohal – lisaks põhitööle oleme ka autojuhid. Auto juhtimine eeldab keskendumist, valmisolekut muutustele õigel ajal reageerida, järgida reegleid ja mitte seada kedagi ohtu.

Tegelikult käib sama ka jalakäija kohta. Ta peab hoidma silmad lahti, täitma reegleid ja olema valmis reageerima, eriti tiheda liiklusega teel või tänaval. Eriti oluline on see siis, kui jalakäija tee ristub autode omaga. Hooletus või ettevaatamatus võib valusalt kätte maksta.

Mõlemad eeldasid ja eksisid

Ikka ja jälle meenub mulle üks eelmise aasta õnnetus, mille tagajärjel saadeti jalakäija viimsele teele. T-kujulisel ristmikul lähenesid teineteisele piki peateed kulgeval kõnniteel liikunud jalakäija ja kõrvalteel peateele lähenev auto. Enne väljasõitu peateele oli

ülekäigurada, kus nad kohtusid. Jalakäija seisatas korraks ja autogi aeglustas kiirust. Ilmselt arvas jalakäija siis, et juht annab talle teed, nagu ta peabki seda ülekäigurajale lähenedes tegema. Juht aga arvas tõenäoliselt, et jalakäija lubab ta läbi ja jääb seisma, nagu jalakäijad vahel tõepoolest teevad. Oma eelduste põhjal jätkasid mõlemad seejärel liikumist. Paraku mõlemad eksisid.

Jalakäija puhul ei saa jätta märkimata ka kõrvalist tegevust – tal olid klapid peas ja ta kuulas muusikat. Me ei tea, kui suur roll see olukorra hindamisel ja otsuse vastuvõtmisel mängis, kuid ehk oleks ta kõrvaklappideta hoolikam olnud.

Üleliigne liigutus ja pikale veninud pilk

Vahel võib ka mõni juhtimisvõtte osutada kõrvaliseks tegevuseks, kui sellele keskendutakse liiga kaua. Üks õnnetus juhtuski eelmisel aastal just sellepärast. Juht vaatas liiga pingsalt tahavaatepeeglisse ja hakkas teelt paremale poole välja kalduma. Kui ta pööras pilgu teele tagasi ja sai aru, et ta on teelt välja sõitmas, rabis ta järsult rooli vasakule, mille tagajärjel paiskus auto üle katuse. Seega võib ka tavapärane autojuhtimine osutada kõrvaliseks tegevuseks!



Villu VANE, Maanteeameti liiklusekspert

Liiklusõnnetuse põhjus võib olla ka navigeerimisseadme kasutamine sõiduki juhtimise ajal – mitte pelgalt pilguheit seadmele, vaid selle sõrmitsemine. Näpuga seadmel järke ajades kaldus üks naaberrüügi juht vastassuunavööndisse ja pörkas kokku vastu liikunud sõiduautoga. Õnneks selles õnnetuses hukkunuid ei olnud, kuid viga sai rohkem inimesi, kui ühte tavalisse pereautosse mahub.

See kuratlik telefon

Levinud tähelepanu hajutaja on kahtlemata telefon. Telefoni sõrmitsedes või sotsiaalmeedias sõnumeid lugedes ja saates on nii mõnigi jalakäija ülekäigurajal autole ette jalutanud. Õnneks on sel põhjusel hukkunud vaid üksikud jalakäijad, kuid ninapidi telefonis olek on tänavapildis suhteliselt tavaline.

Kui jalakäija seab nii ohtu vaid enda elu ja tervise, siis autojuhi puhul on asi hullem. Pärast õnnetust on peaaegu võimatu teada saada, kas juht kasutas telefoni, eriti kui ta oli autos üksinda ja küsida ei ole enam kelleltki. Meil ei ole ju õigust telefoni kõneväljavõtteid jms uurida. Seda ei tee iga kord paraku ka politsei. Kuid tõenäoliselt juhtub igal aastal paar surmaga lõppenud õnnetust, mille üheks riskiteguriks on mobiiltelefoni kasutamine.

Kuidas on see võimalik?

On õnnetusi, mis jäävad mõtteis painama. Näiteks eelmisel aastal tagurdati surnuks kaks jalakäijat ja viimasel kolmel aastal on igal aastal surnud üks vanainimene tagurdava prügiauto rataste all. Ometi on autodel tagurduskaamera, pooltel juhtudel ka töömees lisaks kaasas. Miks see juhtub? Kas mugavuse või vastutustundetuse pärast? Või halva planeeringu, st mõttetult pika tagurdusmaa tõttu?

Kahjuks on ka selliseid õnnetusi, mille põhjus jääbki teadmata. Kas see võis olla kõrvaline tegevus? Oli see mobiiltelefon? Vestlus Facebookis? Taskuräti järele küünitamine? Millegi otsimine kindla laekast? See jääb painama ...

„Teekonstruktsiooni kandevõime ja selle mõõtmine seadmega Dynatest LWD“

LÕPUTÖÖ

Katse Kosel uue 2 + 2 teelõigu alguses, kus Riho Eichfuss võrdles Dynatest LWDd ja plaatkoormuskatseseadet.



Riho EICHFUSS, Tallinna Tehnikaülikooli viistlane

Kandevõime. Mida me mõõdame?

Kandevõime mõõtmistulemused sõltuvad seadme pingerežiimist, leiab TalTechi värske magister. Killustikalusel mõõdetud tulemused näitasid pea eranditult, et kui pinge suureneb, kasvab ka kandevõime.

Teede projekteerimisel ja ehituskvaliteedi jälgimisel on keskne koht konstruktsiooni kandevõimel, mida iseloomustatakse elastsusmooduliga. Seni on olnud arvutuslikku ja mõõdetavat kandevõimet omavahel keeruline ühildada, sest tulemused ei ole võrreldavad. Selle põhjused peituvad nii projekteerimisprotsessis kui ka kandevõime mõõtmise tehnoloogias ja nõuetes.

Teede projekteerimisel arvatatakse välja konstruktsiooni eeldatav kandevõime, kuid projektis esitatud nõudeid on raske kontrollida. Esiteks lähtutakse projekteerimismetoodikas Vene normidest, mille arvutusallused vajaksid uuendamist. Teiseks on määrusega „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ ette nähtud elastsusmooduli mõõtmine Inspector-tüüpi seadmega, kuid asjaomased näitajad on pigem kogemuslikud ega põhine arvutustel. 2017. aastal tehti killustikalusel plaatkoormuskatseid, kus teises koormamistsükli jõuti nõuetele vastava elastsusmoodulini (E_{v2}) 46%l juhtudest. Teise ja esimese koormamistsükli vaheline suhe E_{v2} / E_{v1} , mis näitab tihendus kvaliteeti, saavutati ainult 17%l juhtudest ja see sunnib kahtlema sätestatud nõuete objektiivsuses.

Elastsusmooduli mõõtmiseks on erinevaid seadmeid. Seni on Eestis kasutatud neist

peamiselt kolme: dünaamilise koormuse mõjul tekkivat vajumit mõõtvaid seadmeid (deflektomeetrid) Inspector ja FWD (ingl *Falling Weight Deflectometer*) ning pikemaajalise (staatilise) koormusmõjuga plaatkoormuskatseseadet. Praegu on Eestis ka kaks Taani koolkonna kaasaskantavat kergest deflektomeetrit Dynatest 3032 LWD (ingl *Light Weight Deflectometer*), millele lisandub lähiajal kolmas.

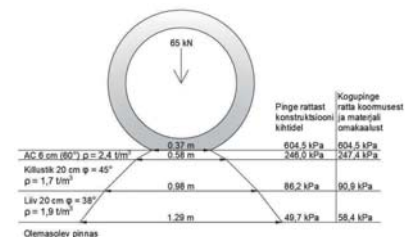
Pinged tee konstruktsioonis

Liikuvad sõidukid koormavad teekonstruktsiooni ja tekitavad selles pingeid ja deformatsioone. Kui vahetult ratta all on survepinge kõige suurem, siis sügavamal see hajub ja tekib niinimetatud survekoonus. Laias laastus võib öelda, et klassikalises konstruktsioonis avaldab normtelje paariratas (65 kN koos dünaamikategoriga 1,3) killustikalusele pinget vahemikus 100–300 kPa, liivale (dreenkiht/mulle) 50–200 kPa ja aluspinnasele 30–100 kPa. Seepärast soovitatakse nii Taani kui ka Inglise juhistes lähtuda kandevõime mõõtmisel just sellest pingerežiimist, mis mingile kihile töörežiimis mõjub (killustikalusel 200–300, aluse all oleval muldekihil 100–200 ja aluspinnasel 10–100 kPa).

Kandevõime mõõtmine

Deformatsioonimoodul (E-moodul) iseloomustab teekonstruktsiooni

tugevusomadusi ehk kandevõimet. Deformatsioonimooduli mõõtmine tähendab deformatsioonimõõtmiste teekonstruktsiooni kontrollitud koormamisel. Lihtsustatult on tegu konstruktsioonile rakendatud pinge ja deformatsiooni suhtega. Praeguste teadmiste põhjal sõltub mõõdetav kandevõime peamiselt pinnase niiskusest ja pingerežiimist. Näiteks savine pinnas on kuivalt väga hea kandevõimega, ent märjalt muutub see plastseks ja kaotab suurema osa kandevõimest. Teisalt on liiva puhul kindlasti kõik märganud, et suvel rannas veepiiril kõndides jalg liiva sisse ei vaju, kuid kuiva liiva sisse küll.



Joonis. Lihtsustatud survekoonus normratta koormusest.

Pingerežiimi mõju kandevõimele on olnud maailmas paljude uuringute teema, kuid Eestis tehti seda esimest korda. Lõputöös vaadeldi peamiselt vertikaalpinge mõju deformatsioonimoodulile, kuid ilmneb, et väga oluline on ka üldine keskkonna avaldatav surve pinnasele. Seda kasutatakse tihti teedehituses ka ära ja tuntakse ehitajate seas läbi ülemise kihi mõõtmise-na. Viimast trikki kasutatakse siis, kui nõudeid ei suudeta vahetult kihi peal täita. Kui tavaliselt ei õnnestu plaatkoormuskatsega kandevõimet mõõtes liival palju üle $E_{v2} = 100$ MPa saada, siis ühel Tallinna objektidel mõõdeti killustikalusel $E_{v2} = 231$ MPa ja killustikukihti kaevatud august liivakihi pinnalt $E_{v2} = 227$ MPa.

Lõputöö teemani jõudmine

Juba 2017. aasta kevadel küsis Ain Kendra ühe loengu lõpus, kas kellelgi on huvi kandevõime mõõtmise ja Dynatest LWDga seonduvate teemade vastu. T-Konsult OÜle kuuluv Dynatest LWD oli Eestis uus asi. Esimene tutvus seadmega sai tehtud Mäepealse 3 laboris liivaga täidetud stendis, kus tegime võrdlusmõõtmisi ka Inspectoriga.

Lõputöö teema kujunes välja siiski alles pool aastat hiljem, kui Ülemistel Lennujaama tee killustikaluse

vastuvõtmise ajal sooritati Inspectoriga kontrollmõõtmisi ja me saime katsekohtade kõrvale märgitud tulemusi uue seadme tundmaõppimiseks ära kasutada. Kuna Dynatest LWD mitu parameetrit on varieeritavad, hakkasime otsima kombinatsiooni, mis annaks Inspectoriga sarnase tulemuse. Alustasime 300 mm tallaga ja miinimumkoormusega ja saime plaadialuse pingega 91 kPa tulemuseks 84 MPa kandevõime. Kui tõstsime samm-sammult pinget – suurendasime langevat raskust 10 kg-lt 20

kg-ni ja kahandasime koormustalda 300 mm-lt 100 mm-ni –, nägime, et ka elastsusmoodul kasvab. Maksimaalse koormuse juures saime pinge 1310 kPa juures tulemuseks juba 209 MPa ja see tulemus ühtis üsna täpselt Inspectori (u 1400 kPa talla all) tulemusega kogu killustikaluse ulatuses. Pärast seda võrdluskatset sai selgeks, et uurida tuleb mõõtmistulemuse sõltuvust pingerežiimist. Et seadet aktsepteeriks ka ametkonnad, tuli teha hulk võrdluskatseid seni Eestis kasutatud kandevõime mõõtmise seadmetega.



TTK teedelaborisse rajatud poolelioliev katsekonstruktsioon.

Tabel. TTK katsete tulemused killustikul eri seadmetega.

	Geo- tekstiiliga	Ilma tekstiilita
4/32 killustikalus		
Plaatkoormuskatse $E_{v,2}$	161	244
Dynatest LWD (500 kPa)	118	163
Inspector	168	199
32/64 kiilutud 4/32		
LWD 500 kPa	133	226
Inspector	192	290

Laborikatsed

Uuringuks vajalikud katsed algasid 2018. aasta algul Tallinna Tehnikakõrgkooli (TTK) teedelaboris. Ehitasime stendi täitematerjalile Männiku karjääri liivast 20 cm paksuse konstruktsioonikihi, mille omakorda katsime pooles mahus geotekstiiliga ja kahe erineva killustikuga, nii et tekkis ridakillustikust 4/32 fraktsiooniga konstruktsioon ja 32/64 fraktsioonist 4/32ga kiilutud konstruktsioon. Seega saime neli erinevat sektorit.

Igas piirkonnas mõõdeti elastsusmoodulit nii Inspectoriga kui ka Dynatestiga ning ridakillustikust kihil lisaks plaatkoormuskatse seadmega. Võrdlused näitasid, et eri seadmete mõõtmistulemused erinevad kuni 1,5 korda (tuleb arvestada, et Dynatesti mõõtmised tehti 500 kPa juures), kuid lisaks tuli välja, et eristava geotekstiili kasutamine konstruktsioonis põhjustab mõõdetava kandevõime märgatavat vähenemist ja et kiilutud fraktsioneeritud killustikul on selgelt suurem kandevõime kui ridakillustikul.

Et mõista pingerežiimi mõju mõõdetavale kandevõimele, sooritati eri konstruktsioonidel mõõtmised erineva pinge juures. Iga kord oli tulemuseks pinge suurenemisega kaasnev mõõdetava kandevõime kasv. Eriti



Dynatest 3013 LWD koos lisavarustusega.

hästi tuli sõltuvus pingerežiimist välja 32/64 fraktsiooniga killustikul, mis oli kiilutud 4/32 killustikuga. Pingerežiimi mõju kandevõimele uuriti ka liival ja selgus, et seal on sõltuvus väike. Liiva puhul oli raske hinnata, kas kandevõime suurenemine oli seotud materjali järeltihenemisega või pinge tõusuga.

Soovitused katsete uuendamiseks

Killustikul mõõdetud tulemused näitasid pinge kasvades suuremat kandevõimet. Seega on tulemuste võrreldavuse tagamiseks oluline kokku leppida mõõterežiim – kas välisriikide kogemuste baasil või siinsete katsete alusel –, mis peaks olema lähedane reaalse konstruktsiooni omale. Liival mõõtes on autori hinnangul osutunud heaks kombinatsiooniks 300 mm diameetriga tald ja 20 kg raskus. Nii on võimalik saavutada talla all kuni 160 kPa pinge. See pinge võib jääda napiks killustikul, kus peaks kasutama 150 mm talda. 10 kg suurune raskus annab siinkohal soovitusliku pinget 200–300 kPa, kuid eeldades, et teiste seadmetega mõõtes on mõõtmistulemused samad, võib olla vajalik ka suurema koormuse kasutamine (Inspectoriga sarnase režiimi saame 100 mm talla ja 20 kg raskusega). Selle väljaselgitamiseks on vaja täpsemaid uuringuid.

Laborivälised võrdluskatsed Dynatest LWDga

Võrdluskatsetes osales neli seadet:

KUAB FWD, Dynatest FWD, Inspector ja plaatkoormuskatse seade, mida kõiki võrreldi Dynatest LWDga. FWDga tehti võrdlus seotud katetel ja keskmine korrelatsioon oli $R^2 = 0,7\%$. FWD koormab teed pea viis korda suurema jõuga ja suudab seepärast mõjutada sügavamaid kihte kui LWD. Seega mõjutavad sügavamal asuvad materjalid FWD tulemust rohkem. Dynatest LWD võrdlus Inspectoriga viis järeldusele, et samas pingerežiimis mõõtes on tulemused pea üks ühele võrreldavad, kuid võrreldavas režiimis tihendatakse materjal vahetult talla all mitmekordselt üle ja saadud tulemus ei iseloomusta ülejäänud konstruktsiooni reaalselt kandevõimet.

Kõige rohkem võrdlusi tehti plaatkoormuskatsega ($R^2 = 0,62\%$, koos lõputöö kaitsmisele järgnenud võrdluskatsetega) ja nende tõlgendamine oli keerulisim. Ilmselt tuleb põhjust otsida esmalt asjaolust, et pinnas ja materjalid käituvad dünaamilise ja staatilise koormuse mõju suhtes veidi erinevalt. Lisaks oli võrreldud plaatkoormuskatsete kvaliteet kõikuv ja palju mõõtmisi sooritati läbi pealmise kihi, mis muutis võrdlemise veelgi raskemaks. Plaatkoormuskatse ressursimahukuse tõttu – vaja oli vasturaskust ja katse kestis 20–30 minutit – leidsime, et plaatkoormuskatse asemel on mõistlik kasutada kandevõime kontrolliks Dynatest LWDd (üks katse ligikaudu 2 minutit). Kui mõõdame sama aja sees rohkem punkte, saame veenduda ka konstruktsiooni homogeensuses.

Seadmed ja meetodid kandevõime mõõtmiseks

Praegu kasutatakse Eestis kandevõime mõõtmiseks peamiselt kolme seadet: Inspector, FWD ja plaatkoormuskatse seade. Inspector on oma lihtsuse ja hinna tõttu kõige laiemalt levinud. Seda kasutatakse ehituses alus- ja madalamate kihtide kandevõime hindamiseks ning tihedusteguri määramiseks. Viimastel aastatel on hakatud enam kasutama ka plaatkoormuskatset, et võrrelda projektis määratud kandevõimet tegelikuga. FWD peamine kasutusala on kandevõime mõõtmine valmiskonstruktsioonidel.

Tööpõhimõtte järgi võib kandevõime mõõtmise seadmed jagada staatilisteks ja dünaamilisteks. Mõlemal juhul koormatakse pinnast või konstruktsioonikihti kindlaksmääratud pingerežiimis ja määratakse koormamise tulemusel tekkinud vertikaalsuunalised deformatsioonid. Pinge ja deformatsiooni suhe kirjeldab elastsusmoodulit.

Staatilised seadmed koormavad pinnast võrdlemisi pikalt ja eeldavad vasturaskust.

Plaatkoormuskatse võimaldab peale staatilise kandevõime mõõtmise hinnata ka materjali tihenduse kvaliteeti. Kuid kuna see on ajakulukas ja vajab vasturaskust, on see oma populaarsust kaotamas ja üha rohkem võetakse kasutussele dünaamilisi seadmeid. Nende tööpõhimõte põhineb konstruktsiooni koormamisel kukkuvat raskuse tekitatud dünaamilise löögiga. Selline meetod on võrreldes plaatkoormuskatsega palju kiirem.

Dünaamilised deflektomeetrid võib jagada rasketeks järelveetavateks (FWD, HWD (ingl *Heavy Weight Deflectometer*)) ja kergeteks kaasaskantavateks (LWD). Teede Tehnokeskuses kasutatakse Dynatest FWDD ja lennuväljadel toimetab Dynatest ise HWDga. Lisaks mõõdavad soomlased meie teedel KUAB FWDga.

Kergseadmed võib jagada kolmeks Soome, Saksa ja Taani koolkonna järgi. Soome koolkonda kuuluvat Loadmani ja selle alusel konstrueeritud Inspectorit on seni kasutatud kandevõime mõõtmiseks, kuid Loadmani konstruktori sõnul oli seade

siiski mõeldud tihendus kvaliteedi hindamiseks. Loadmani sobivus selleks tuleneb viimase pingerežiimist (väiksema tallaga: u 1400 kPa), mis on palju suurem kui tegelik koormus teekatte pinnal.

Taani ja Saksa koolkonna seadmed erinevad peamiselt selle poolest, et kui Saksa seadmetel (näiteks Zorn ja HMP) on fikseeritud pingerežiim (100 kPa), siis Taani seadmetel (Dynatest, Prima) saab seda ulatuslikult muuta. Saksa seadmeid on ka Eestis katsetatud, kuid otsest seost FWD tulemustega ei leitud. Kui valida iga kihi mõõtmiseks just selles kihis esinev pingerežiim, on lootust, et kunagi saame ehitusprotsessi mõõtes kontrollida projekteerija eeldatud kandevõime saavutamist. Muidugi tähendab see, et materjalide elastsusmoodulite väärtused on samuti mõõdetud, mitte ainult juhisega paika pandud.

Tallinna uue tüüpkatendite juhise järgi on Dynatest LWDd aktsepteeritud teekonstruktsiooni kandevõime mõõteseadmena võrdselt plaatkoormuskatsega.

JUHENDAJA KOMMENTAAR



Ain KENDRA

Tallinna Tehnikaülikooli ehituse ja arhitektuuri instituudi lektor

Olen katenditega põhjalikumalt tegeleenud viimased 12 aastat ja näen tõsist probleemi katendiarvutuse ja kandevõime mõõtmise tulemuste mittevastavuses. Kuna protsessis on palju tegureid ja tegu on heterogeense keskkonnaga, mille modelleerimine on väga komplitseeritud, siis ei olegi täpset vastavust võimalik saavutada. See aga ei tähenda, et arvutuste ja mõõtmiste kooskõla poole ei tulekski püüelda.

Dynatest LWD valiti uuringusse sellepärast, et selle seadmega oli

võimalik mõõta nii konstruktsiooni kandevõimet kui ka materjalide elastsusmooduleid. Eichfussi töö on esimene pikemast seeriast, mille eesmärk on täpsustada katendi dimensioneerimise aluste ehk materjalide omadusi ja seoseid, mis omakorda on eelduseks, et saaksime seni kasutatava 1983. aasta juhistel põhineva katendiarvutuse süsteemi asendada nüüdisaegsemaga. Paljuski oli magistr töö koostamise ajal tegemist maailma avastamisega, sest mujal riikides erinevate seadmetega tehtud mõõtmisi ei ole piisavalt täpselt ja üheselt dokumenteeritud. 2017. aastal tehtud võib lugeda seadme tundmaõppimiseks: talvel TTK stendis ja TTÜ laboris tehti andis kinnituse ja suunad edasistele uuringutele. 2018. veebruarist töötab Riho T-Konsult OÜ insenerina. Ehitushooajal tehtud mõõtmised moodustasid aluse järgmistele uuringutele ja Tallinna tüüpkatendite uuendamisele.

Töö sunnib kahtlema paljudes senistes käibetõdedes - materjalide

arvutusparameetreid tuleb senisest rohkem diferentseerida ja need omadused sõltuvad ka niiskusest (varasemate juhiste järgi on sõltuvus ainult pinnasel, mitte materjalidel). Riho varasem töökogemus muldkehade ja sidumata kihtide ehitamisel on kahtlemata tulnud kasuks, sest võrreldes plaatkoormuskatsega, mida riigiteedel soovitakse teha vaid neljas punktis kilomeetri kohta, annab kergseadmega mõõtmine palju rohkem infot, mis võimaldab ehitajal probleemseid kohad enne kihi vastuvõtmist korda teha. Koos juhendame ka järgmisi magistreid ning seeläbi jõuavad sügavamad teadmised ja oskused ka uute spetsialistideni.

Praeguseks on Dynatest LWD kasutus fikseeritud ka Tallinna tüüpkatendite juhises paralleelselt plaatkoormuskatsega. Seega võime eeldada töökoormuse suurt kasvu. Tahaks loota, et praktilised kogemused ja järgnevad magistr tööde loovad aluse järgmiseks astmeks nii projekteerimises, kvaliteedikontrollis kui ka teadusmaastikul.

LÕPUTÖÖ

➤ „Eesti sillaehituse strateegiliste eesmärkide arendamine”

Sillahaldus, mis oleks ka sisult strateegiline



Janar PAIMRE,
Tallinna Tehnikaülikooli vilistlane

TalTechi inseneriteaduskonnas kaitstud magistritöös võeti vaatluse alla Maanteeameti senine sillahaldusstrateegia. Janar Paimre pakkus välja Eesti oludesse sobivaimad toimivusnäitajad, mille abil oleks strateegiliste otsuste tegemine võimalikult praktiliselt põhjendatud ja matemaatiliselt tõestatud, nii et inimliku eksimuse tõenäosus väheneks miinimumini.

Tõhus transpordivõrk on ühiskonnas majanduslikult, sotsiaalselt ja keskkonna seisukohalt väga oluline. Euroopa on oma transpordisüsteemist sõltuvam kui kunagi varem, sest sellega saab järjepidevalt toetada jõukat majandust ja tagada oma kodanikele rahuldav elukvaliteet. Suur osa teedevõrgust, sealhulgas sildadest, jõuab oma kasutusaja lõpuni.

Ühest küljest kasvab liiklusmaht pidevalt, keskkonnaõigus muutub rangemaks ja kliima soojenemise tõttu kasvab äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise tõenäosus (nt suured üleujutused). Teisest küljest on paljude Euroopa riikide teedagentuurid (tee omanikud või haldajad) viimastel aastatel eelarvepuudujäägis, mille tagajärjel on maanteetaristu hooldamise, renoveerimise ja rekonstrueerimise rahastamine märgatavalt vähenenud.

Seepärast on ülimalt oluline parandada Euroopa taristu kontrollimist, hindamist ja hooldamist ning pingutada selle nimel, et üha rangemate nõuete täitmiseks töötataks välja paremad meetodid piiratud ressurside kasutamiseks. Selle taustal on olemasolevate sillahaldussüsteemide väljaarendamine ja täiendamine hädavajalik.

Strateegilise varahalduse tähtsus

On endastmõistetav, et olemasolevaid

varasid tuleb hallata parimal võimalikul viisil. Selleks peavad suured organisatsioonid jälgima oma juhtimisprotsesse. Need saab paigutada üldiselt kolmele tasandile: strateegilisele, taktikalisele ja operatiivsele¹. Kolme tasandi paremaks ühendamiseks tuleb aga alustada kõige kõrgemast – strateegilisest. Strateegiate koostamisele ongi valminud magistritöös keskendunud.

Esitan oma magistritöös strateegilise tasandi kavandamise kohta mitu küsimust ja vastan neile siin lühidalt.

- Miks me midagi üldse teeme? Kas seepärast, et kindlaks perioodiks eraldatud vahendid lihtsalt ära kasutada?

Üldiselt saab vastata viimasele küsimusele jah. Mingil määral ongi see õige, aga kindlasti peaks raha kasutamisele eelnema palju põhjalikum eeltöö, kui on praeguses planeerimisprotsessis kombeks. Kõik pikaajalised ja suured otsused tuleb teha strateegilisel tasandil, et alumistele tasanditele jääks võimalikult konkreetset juhised edasiste tööde planeerimiseks.

- Kuhu me jõuda soovime?

Me tahame pakkuda kõikidele liiklejatele võimalikult mugavat ja kvaliteetset liiklemist kogu Eestis, olenemata tee asukohast ja liikluskagedusest.

- Kuhu me tegelikult liigume?

Iga edasimineku vajab ressursse. Tulevikus puutume üha enam kokku nende piiratudusega, sest meie rahvastik ja tööjõuline elanikkond väheneb. Abiks on väga põhjaliku strateegia koostamine, et osata ressursse paremini planeerida ja kasutada. Samuti tuleks põhjalikult üle vaadata senised pikaajalised strateegiad ja neid täiustada, et hoida oma varal (sildadel) paremini silm peal ja juhtida ressursse tõhusamalt.

Toimivusnäitajad Eesti oludes

Eesti väiksuse tõttu on väga oluline keskenduda sellele, et saavutada pikaajalise strateegia abil minimaalsete vahenditega maksimaalne tulemus. Me ei saa endale lubada valede subjektiivsete otsuste tegemist, kuna raha selleks puudub.

Et eesmärgini jõuda, on vaja hinnata mingist kindlast vaatenurgast toimivusnäitajaid. Allpool esitatud kokkuvõtlikus tabelis on esitatud tähtsuse järjekorras Eesti oludesse sobivad tulemuslikkuse eesmärgid ja nende toimivusnäitajad.

Sillatööde maht ja rahastamine tuleb planeerida aasta ringi kogu transpordi arengukava ajaks, eelistatavalt vähemalt kümneks aastaks. Eesti sildade kõige kulutõhusam lahendus võiks olla tulevikus selline, kus sildadel lastakse maksimaalselt halveneda, kuid samal ajal tagatakse minimaalne nõutav töövoime järgmise kümne aasta jooksul, ehkki see ei pruugi tingimata hoida silda visuaalselt heas seisukorras.

Kuna Eesti teedevõrk on üks tihedamaid Euroopas, aga rahvaarv väike, siis on

¹ Vt strateegilise, taktikalise ja operatiivse tasandi kohta lähemalt artiklist „Sildade haldamine ja kvaliteedikontroll omavahel kooskõlla“, TeeLeht nr 93.

Tabel. Tulemusliikkuse eesmärgid, nende hindamise vaatenurk ja toimivusnäitajad

Eesmärgid	Vaatenurk	Toimivusnäitajad (olemasolevad andmed)
Liiklejatele ohutu ja kindel võrgustik	<u>Usaldusväärsus</u> Vastavalt piirseisundile peab rajatise usaldusväärsus indeks β olema projekteeritud eluea jooksul suurem kui 1,5 (kasutuspiirseisund) või 3,8 (kandepiirseisund); Euroopa standard EN 1990:2002	<ul style="list-style-type: none"> Seisundiindeks (SI 0...100%), mida ei ole võimalik otseselt ümber teisendada Hukunute ja kannatanutega liiklusõnnetuste arv (iga-aastane vähenemine)
Jätksuutliku võrgustiku tagamine	<u>Kättesaadavus</u>	<ul style="list-style-type: none"> Silla kasutatavus (protsent koguaajast) Seisakud (remont- ja hooldustööde protsent koguaajast)
Kulude minimeerimine (omaniku kulud)	<u>Majandusliikkus</u>	<ul style="list-style-type: none"> Omaniku kulud (ühikordsed ja püsivad) Esialgne maksumus ja kasutustsükli kulud (€) Suvine/talvine hooldus ja selle nõutav tase (1-4)
Silla kasutajate ja kohalike kogukondade negatiivse mõju minimeerimine	<u>Sotsiaalne külg</u>	<ul style="list-style-type: none"> Võrgu tähtsus Kasutajate hilinemise aeg ja selle maksumus (€)

ebamõistlik püüda hoida kogu teedevõrku maksimaalselt heal tasemel. Väga väikese liiklussagedusega teedel asuvate sildade seisukorda tuleb küll pidevalt kontrollida, aga raha tuleks nende remondiks eraldada ainult põhjalike analüüside järel.

Põhjendamatu kulutuste tegemine seab ohtu strateegiliselt oluliste teede ja sildade rahastamise võimekuse. Seega tuleb kindlasti kaaluda ühe variandina mõne olematu liiklussagedusega teelõigu või silla lõplikku sulgemist, kui selle remont, rekonstrueerimine või hooldamine on põhjendamatu kulukas.

Kuidas Eestis sildasid hinnatakse?

Maanteeamet ja suurematest omavalitsustest Tallinn kasutavad nende omanduses olevate sildade ja viaduktide haldamiseks Ameerika Riigimaanteeade ja Transpordiametnike Ühenduse (American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, <https://www.transportation.org/>) metoodikat, mis sobib sildade võrgutasandi analüüsiks. Metoodika põhjal tehakse rajatiste visuaalset ülevaatus ja andmeanalüüsi.

Ülevaatus

Sildade ülevaatus toimub tavaliselt aprillist oktoobrini, kui ilmastikuolud on selleks sobivad ja kõrgvesi on taandunud.

Ülevaatus käigus:

- teatakse sillagabariitide kontrollmõõtmised (vajaduse korral);
- hinnatakse elementide kahjustuste ulatust ja seisunditasemed;
- fotografeeritakse sillaelemente (külj- ja pealtvaated ning kahjustused).

Ülevaatusel hinnatakse sildu elementide kaupa (talad, sambad, käsipuud jne). Igale sillaelemendile antakse hinne selle seisunditaseme järgi neljapalliskaalal, kus 1 näitab elemendi korrasolekut ja 4 halvimat seisukorda.

Andmeanalüüs

Ülevaatusandmeid analüüsiti kuni aastani 2013 tarkvaraga Pontis, mis koosnes sildade registrimoodulitest ja sillavõrgu analüüsimoodulitest. Alates 2015. aastast tehakse samu analüüse Exceli programmis. Registrimoodulis on salvestatud sildade üldandmed (gabariidid, ehitusaasta, liiklusandmed, silla asukoht, liiklussagedus jne) ja ülevaatuselt kogutud andmed (defektide kirjeldused, maht, fotod jne).

Analüüsimoodulis sisestatakse lähteandmed (sildadele esitatavad nõuded, kahjustusmudelid, eelarve, ühikuhinnad) ja koostatakse remondinimekirjad.

Standarditega ette nähtud andmetoiminguks on ilmne kitsaskoht ebapiisava või subjektiivse teabe töötlemine (nt kriitilised kahjustused, mis mõjutavad kogu silla toimivust). Selle asemel tuleb kehtestada objektiivne hinnang, mis tugineb suure osas olemasolevate järelevalve- ja kontrollimeetodite kättesaadavusele, hõlbustamisele ja uudsele lahendamisele. Järelevalve ja kontrolli tulemusel saadud teavet võib kasutada kolmel põhilisel viisil:

- uute andmepõhiste (või teabepõhiste) toimivusnäitajate väljavõtmine, mis on eriti oluline järelevalvesüsteemidest saadud teabe puhul. Teisisõnu tähendab see seisunditasemete uuendamist;
- toimivusnäitajate otsene mõõtmine, kui see on teostatav (nt andurite kasutamine pragunemise jälgimiseks);
- arvutusmudelite (konstruktsiooni käitumine) ajakohastamine ja kalibreerimine, et kajastada sillasteemi tegelikku olekut. Seejärel on võimalik usaldusväärset näitajat ümber arvutada.

JUHENDAJA KOMMENTAAR



Sander SEIN,

Tallinna Tehnikaülikooli ehituse ja arhitektuuri instituudi lektor

Janarile sai pakutud selline keeruline teema, kuna ta näitas end õpingute ajal väga heast küljest. Tema ülesandeks sai

uurida toimivusnäitajate kaudu põhjalikumalt eesmärke ainult ingliskeelsete allikate põhjal. Kirjutamise käigus selgus, et lõpliku lahenduse pakkumiseks magistritöö mahust siiski ei piisa ja põhjapanevate näitajate väljatöötamiseks on vaja edasisi uurimusi.

Peaaegu autori head oskust kombineerida mahukaid allikaid – infot on saadud Euroopa teaduse ja tehnika alase koostöövõrgu (ingl *European Cooperation in Science and Technology*) tegevuskava TU1406 aruannetest, Ühendkuningriigi

sildade haldamise üldpõhimõtetest ja Maanteeameti eesmärkidest.

Lõppkokkuvõttes tuleb töö tugevaks küljeks lugeda seda, et lahti on mõtestatud ja esialgselt läbi analüüsitud teema, mis on kõikidele planeerimise, projekteerimise ja ehitusega tegelevatele isikutele juba tuttav. Seda tasub kindlasti nii Maanteeametis kui ka teiste rajatise- ja miks ka mitte ehitiseomanike seas edasi uurida, sest praegu on suur osa projekteerimise ja ehituse käigus saadud infost veel kasutamata ja selgete eesmärkidega sidumata.

Sillad liiguvad

ehk soojuspaisumine päriselus

Mis on ühist kraadiklaasil ja maanteesillal? Kuidas sillad liiguvad ja miks on porgandirongil suvel pikem teekond? Reaalteaduste populariseerija ja noorte teadusvõistluse „Rakett69“ saatejuht, füüsik Aigar Vaigu kirjutab seekord soojuspaisumisest.

Suured asjad meie elus ja ümbruses näivad paigal seisvat. Majad ei liigu, teed ja sillad püsivad samuti oma kohal. See on tõesti nii, kui heita nende asjadele vaid kiire pilk, sest siis ei mäleta täpselt, kuidas eelmine kord oli. Aga aatomid ja molekulid ju ometi liiguvad. Mida kõrgem on temperatuur, seda intensiivsem on see liikumine ja seda suurema ruumi mingi aine molekulid enda alla võtavad. Järelikult vajavad ka neist ainetest tehtud kehad vahel rohkem ruumi. Seega, kui silla üks ots on paigal ja ilm

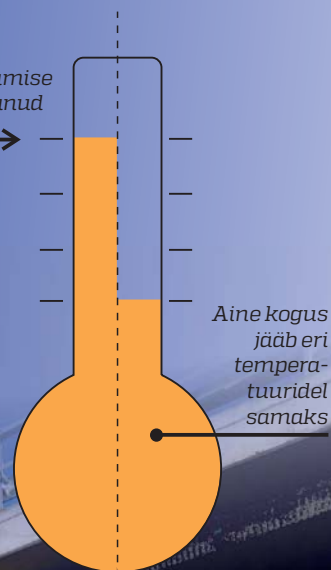
läheb soojemaks, läheb sild pikemaks, mis omakorda tähendab, et silla teine ots peab liikuma.

Sellist soojuspaisumist on osavalt ära kasutatud. Köögiakna termomeeter näiteks annab aimu, kas väljas on külm või soe. Vedeliktermomeetris on vedeliku soojuspaisumisest tingitud tasememuutus ja väline õhutemperatuur üksüheses vastavuses – mida soojem on õhk, seda suurem on termomeetris oleva vedeliku ruumala.



Aigar VAIGU, MSc
Füüsik, teaduse populariseerija,
„Rakett69“ saatejuht

Vedeliku ruumala on soojuspaisumise tõttu muutunud



Joonis.

Vedeliktermomeetris on värvitud alkohol. Värvitud etanool on kasutuses seepärast, et see ei tahku ka siis, kui väljas on külma alla nulli.

Puurmani sild.

Kui temperatuuri kõikumisest tingitud kehade mõõtmete muutust arvesse ei võeta, tuleb loodus meile ise meelde, mida oleks olnud mõistlik teha. Selleks hetkeks võib aga kahju olla juba vältimatu.

Soojuspaisumisega toimetulemiseks on kolm võimalust.

1. Vältida temperatuuri kõikumist. Selleks on vaja kehad soojuslikult isoleerida. Väga väikeste ja ka veidi suuremate seadmete või struktuuride puhul on see täiesti võimalik ja praktikas kasutatav. Termiline isoleerimine seab kasutatavusele selged piirangud ja eeldab hulgaliselt lisaseadmeid, mis tagaksid aktiivselt temperatuuri püsimise.

2. Piirata kehade soojuspaisumisest põhjustatud liikumist. Selleks on kaks põhimõtteliselt erinevat meetodit. Esiteks võib valida sellised materjalid, mille soojuspaisumine on vaevumärkamatav. Ent nende materjalide hulk on väga piiratud ja need ei pruugi sobida muude omaduste poolest. Teiseks võib avaldada vastusurvet, et kehad ei saaks oma pikkust temperatuuri mõjul muuta. Aga tahked ained on peaaegu kokkusurumatud. Seega on juba väikese temperatuurimuutuse puhul vaja rakendada väga suurt jõudu. See omakorda tekitab soovimatuid sisepingeid materjalides ja nõuab massiivseid ehitisi, mis võimaldaks neid suuri jõude rakendada.

3. Lasta ehitatud struktuuridel liikuda nii, kuidas soojuspaisumine seda dikteerib. Seda on lihtne öelda, kuid sageli päris keerukas praktikas saavutada. Mida suuremad on ehitised, seda raskem on sellist liikumist lubada.

Sillad niisiis liiguvad

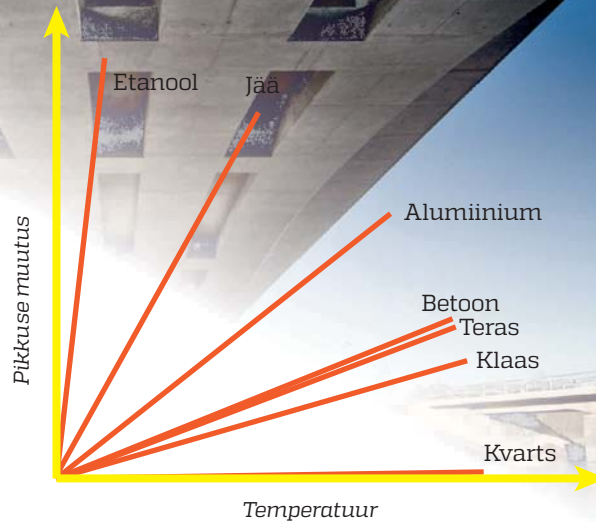
Eksperimentaalselt on kindlaks tehtud, et kui materjali soojuspaisumine ei sõltu temperatuurist ja keha pikenemine või lühenemine on võrreldes keha algpikkusega tühine, siis on keha soojuspaisumine võrdeline alg- ja lõpptemperatuuri vahel.

$$\Delta L \sim \Delta T$$

Soojuspaisumine on võrdeline ka keha algpikkusega ehk mida pikem on keha, seda suurem on ka keha soojuspaisumine.

$$\Delta L \sim L_0$$

Tartu-Tapa raudteeliin on suvel ligi 50 m pikem kui talvel.



Joonis. Erinevate materjalide suhteline pikkuse muutus temperatuuri tõusul.

Neid kahte seost kombineerides saame soojuspaisumise jaoks koostada alljärgneva seose.

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Kordaja α iseloomustab materjali. Mida suurem on α , seda ägedam on ka soojuspaisumine. Iga materjali jaoks tuleb see soojuspaisumistegur huvipakkuva temperatuurivahemiku jaoks katseliselt määrata.

Soojuspaisumistegurid erinevad väga suurtes piirides. Skaala ühes otsas on keraamilised materjalid, kvartsklaas ja teemant, mille mõõtmed muutuvad temperatuuri tõstmisel väga vähe. Skaala teise otsa jäävad mitmesugused polümeerid ja vedelikud.

On siililegi selge, et mida pikem on ehitis, seda suurem on ka soojuspaisumisest tulenev pikkusemuutus. Näiteks Tartu ja Tapa vaheline 112 km pikkune raudteeliin on suvel ligi 50 m pikem kui talvel. Rööpaid keegi juurde panemas ei käi, vaid need saavad paisuda rööbaste vahekohtadesse, kus selle tarbeks ongi jätud paisumisvahed.

Maanteesildade konstruktsiooniosade peamine ehitusmaterjal on raudbetoon, mis koosneb terasvarrastest ja betoonist. Nagu ka graafikult näha, on terase ja betooni soojuspaisumistegurid peaaegu ühesugused. Terase koostise muutmi-

sega on võimalik seda olukorda lähendada ideaalile, mille korral on mõlema materjali soojuspaisumistegurid võrdsed.

Silla puhul tuleb arvestada asjaoluga, et keset jõge ei saa paisumisvahesid kuskile õhku rippuma jätta. Seega peavad need paiknema silla otstes või tugede kohal.

Proovisime internetist leitava info põhjal hinnata Tallinna–Tartu maanteel oleva Puurmanni silla pikkuserinevust talvel ja suvel. Kahjuks oli see ülesanne palju keerulisem, kui esmapilgul tundus, sest üksmeel silla pikkuse üle puudus. Tellija ehk Maanteeamet on oma kodulehel öelnud, et silla pikkus on 67 meetrit, aga sillaehitaja Merko materjalidest selgub, et nemad tegid 23 meetrit pikema silla – nende andmetel on sild 90 meetrit pikk. Ei jäänud üle muud kui sild ise ära mõõta. Selgus, et sillateki pikkus on siiski 67 meetrit. Seega on Puurmanni sild arvutuste põhjal suvel ligi 3,5 cm pikem kui talvel.

Järgmisel korral uurime, kuidas on sildade liikumine praktikas tagatud. Saame teada, missugused on paisumisvahed ja mille peal sillad ikkagi liiguvad.

Veel üks pähekkel

Nii raudteede kui ka sildade paisumisvahed on selgesti nähtavad. Kuid kus on asfaldist teekatte paisumisvahed?

SIIM

1988–2009

PALUN JÄRGI **PIIRKIIRUST.**

VÕTA AEGA,
MITTE ELU



MAANTEEAMET



POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMET