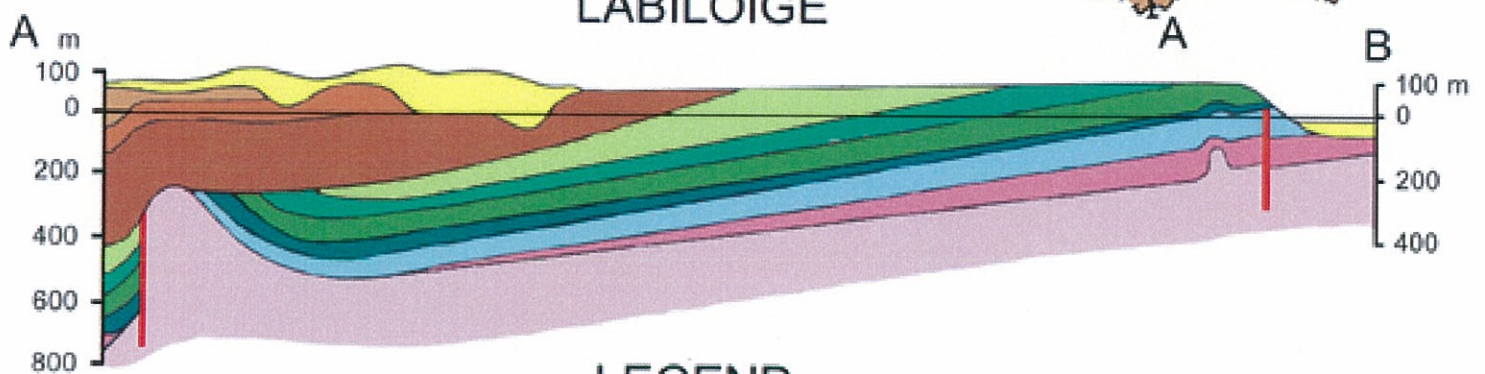
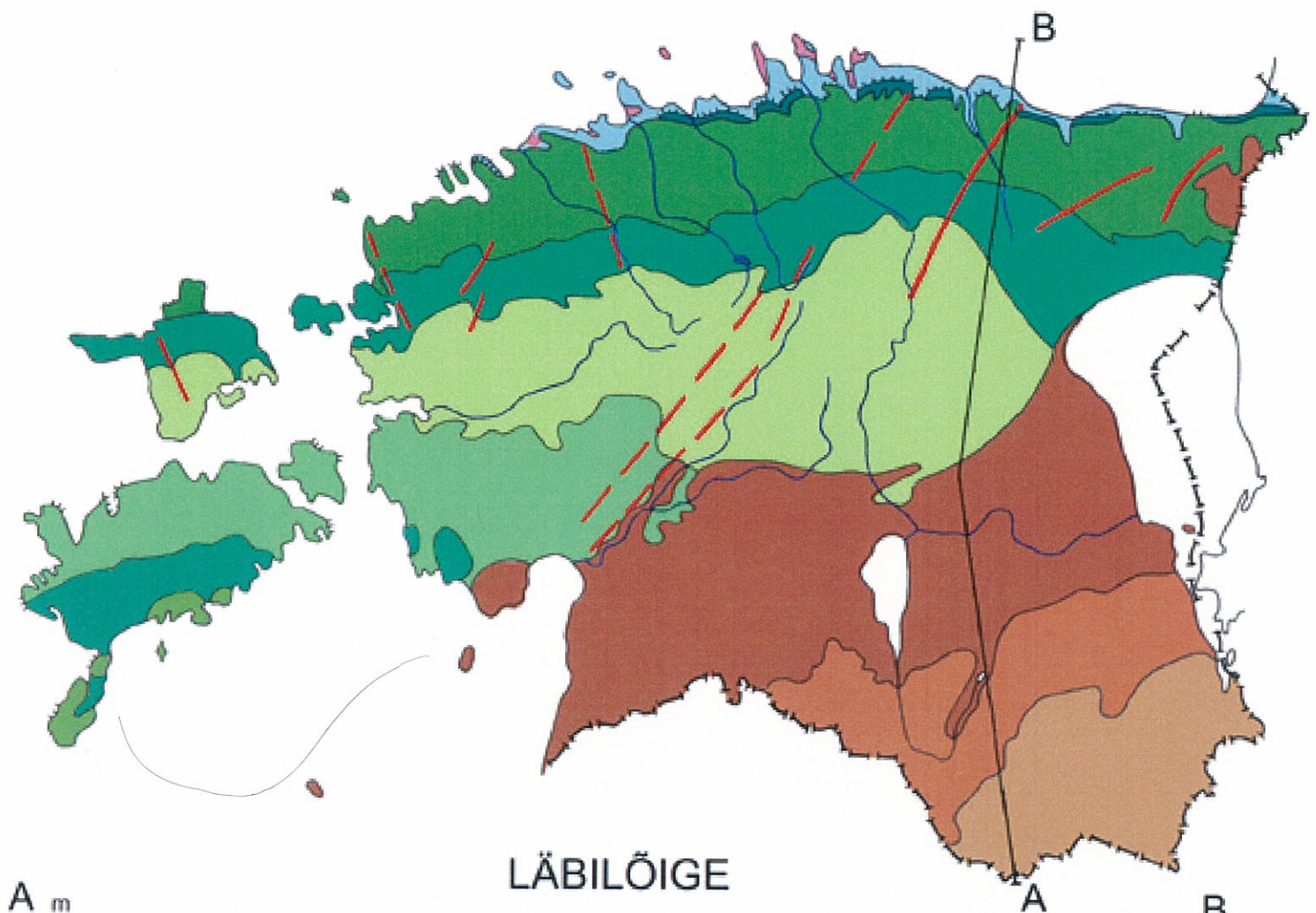


LISA 1. Eesti aluspõhja stratigraafiline liigitus

EESTI GEOLOOGILINE KAART



LEGEND

EELKAMBRIUM

Proterosoikum

Vend

KAMBRIUM

Alam-Kambrium

ORDOVIITSIUM

Alam-Ordoviitsium

Kesk-Ordoviitsium

Ülem-Ordoviitsium

SILUR

Llandovery

Wenlock

Ludlow

Pridoli

murrangud

DEVON

Kesk-Devon, Eifel

Kesk-Devon, Givet

Ülem-Devon, Frasn

KVATERNAAR

Kvaternaar

lääbilõikejoon

Kaart on koostatud suures osas Elmar Kala poolt Eesti Geoloogiakeskuses 1995. aastal koostatud kaardi põhjal.

EDIACARA LADESTU

LADESTU	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD	
		Loode-Eesti	Ida-Eesti
EDIACARA	Kotlini	Kroodi kihtkond (V_2kr)	Kotlini-Voronka kihistud (V_2kt-vr)
			Gdovi kihistu (V_2gd)

KAMBRIUMI LADESTU

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)		
			Lääne-Eesti	Põhja-Eesti	Kagu-Eesti
KAMBRIUM	FURONG		Ülgase-Kallavere ($Ca_3ül-O_1kl$)		
					Petseri (Ca_3pt)
	KESEK-KAMBRIUM	Paneriai			Paala (Ca_1pa)
		Deimena	Ruhnu (Ca_1rh)		
		Kybartai			
	ALAM-KAMBRIUM	Rausvé			
		Vērgale	Irbeni (Ca_1ir)		Vaki (Ca_1vk)
		Ljuboml'	Soela (Ca_1sl)		
		Dominopol	Tiskre (Ca_1ts)		
			Lukati (Ca_1lk)		
			Sõru (Ca_1sr)		
		Lontova	Voosi (Ca_1vs)	Lontova (Ca_1ln)	
		Rovno			

ORDOVIITSIUMI LADESTU

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHIISTUD)			
			Põhja-Eesti	Kesk-Eesti	Lõuna-Eesti	
ORDOVIITSIUM	ÜLEM-ORDOVIITSIUM	Porkuni			Salduse (O ₃ st)	
			Ärina (O ₃ är)		Kuldiga (O ₃ kl)	
		Pirgu	Adila (O ₃ ad)	Halliku (O ₃ hl)	Jonstorpi-	
			Moe (O ₃ mo)		Jelgava (O ₃ jn-jl)	
		Vormsi	Tudulinna (O ₃ td)		Fjäckä (O ₃ fj)	
			Kõrgessaare (O ₃ ks)			
		Nabala	Saunja (O ₃ sn)			
			Paekna (O ₃ pk)	Mõntu (O ₃ mt)		
		Rakvere	Rägavere (O ₃ rg)		Variku (O ₃ vr)	Mosseni (O ₃ ms)
		Oandu	Vasalemma (O ₃ vs)	Hirmuse (O ₃ hr)		
		Keila				
		Kahula 2 (O ₃ kh ₂)			Adze- Blidene (O ₃ ad-bl)	
	Haljala	Kahula 1 (O ₃ kh ₁)				
		Tatruse-Vasavere (O ₃ tt-khv)				
	Kukruse	Pihla (O ₃ ph)	Viivikonna (O ₃ vv)	Dreimäri (O ₃ dm)		
	KESEK-ORDOVIITSIUM	Uhaku	Kõrgekalda (O ₃ kr)			
		Lasnamäe	Väo (O ₃ va)		Stirna-Taurupe (O ₃ st-tr)	
		Aseri	Toila-Kandle (O ₁₋₂ tl-kr)	Kandle (O ₃ kr)	Rokiškise (O ₃ rk)	Baldone-Segerstadi (O ₃ bl-sg)
		Kunda		Sillaoru-Loobu (O ₃ sl-lb)		Zebre-Šakyma (O ₁₋₂ zb-sk)
		Volhovi				
				Toila (O ₁₋₂ tl)		
		ALAM-ORDOVIITSIUM	Billingeni			
	Hunnebergi		Türisalu-Leetse (O ₁ tr-lt)			
	Varangu					
	Pakerordi					
	Ülgase-Kallavere (Ca ₃ ül-ka)					

SILURI LADESTU

LADESTULADESTIK		LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)					
			Kesk ja Lääne Eesti	Saaremaa, Tõstamaa, Kihnu, Ruhnu		Lõuna Eesti ja Sõrve poolsaar		
SILUR	PŘIDOLÍ	Ohessaare				Ohessaare ($S_4, oš$)		
		Kaugatuma				Kaugatuma Lõo kihid (S_4, kgl)		
	LUDLOW	Kuressaare				Kuressaare (S_4, kr)		
		Paadla	Kihnu (S_4, kh)		S_4, prd H-U	Torgu (S_4, tr)		
			S_4, psd S					
	WENLOCK	Rootsiküla	Sakla (S_4, sk)		Rootsiküla (S_4, rh)			
		Jaagarahu				Sõrve (S_4, sr)		
			Muhu (S_4, mh)	(S_4, jg)	S_4, rk	Jamajõe (S_4, jmj)		
	Taani	Riia-Jaari ($S_4, rg-jrj$)						
	LLANDOVERY	Adavere	Velise (S_4, vl)					
			Rumba (S_4, rm)					
		Raikküla	S_4, hl	ε_1, rk_1	$S_4, nrj\tilde{o}$ -M			(S_4, sr I-S)
			S_4, hl	ε_1, rk_1	$S_4, nrj\tilde{a}$ -V	S_4, hl	$S_4, nrj\tilde{a}$ -V	(S_4, sr I-K)
		Juuri	Tamsalu (S_4, tm)				Õlne ($S_4, õn$)	
	Varbola (S_4, vr)							

S_4, prd H-U	Paadla kihistu Himmiste-Uduvere kihid
S_4, psd S	Paadla kihistu Sauvere kihid
S_4, jg	Jaagarahu kihistu
S_4, rk	Riksa kihistu
S_4, hl	Hiliste kihistu
S_4, rk_1	Ülem Raikküla alamkihistu
S_4, rk_1	Alam Raikküla alamkihistu
$S_4, nrj\tilde{o}-M$	Nurmeküla kihistu Jõgava-Mihkli kihid
$S_4, nrj\tilde{a}-V$	Nurmeküla kihistu Järva-Jaari-Vändra kihid
S_4, sr I-S	Saarde kihistu Ikla-Staatsle kihistikud
S_4, sr H-K	Saarde kihistu Heinaste-Kolka kihistikud

DEVONI LADESTU

LADESTU	LADESTIK	LADE	KAARDISTATAVAD KIVIMKEHAD (KIHISTUD)
DEVON	ÜLEM-DEVON	Daugava	Daugava ($D_3 dg$)
		Dubniki	Dubniki ($D_3 db$)
		Pļaviņase	Pļaviņase ($D_3 pf$)
	KESK-DEVON	Amata	Amata ($D_2 am$)
		Gauja	Gauja ($D_2 gf$)
		Burtnieki	Burtnieki ($D_2 br$)
		Arukūla	Arukūla ($D_2 ar$)
		Narva	Kernavē kihistik ($D_2 nrK$)
			Vadja-Leivu kihistikud ($D_2 nrV-L$)
		Pārnu	Pārnu ($D_2 pr$)
	ALAM-DEVON	Rēzekne	Lemsi-Rēzekne ($D_1 lm-rz$)
		Ķemeri	Tilžē-Ķemeri ($D_1 tz-km$)
		Tilžē	

LISA 2. Küsimustik kasutajatele ja küsimustiku vastuste analüüs (KASUTAJAD)

LISA 2 Küsimustik paekillustike kasutamise probleemidest teede alustes (KASUTAJATELE)

Austatud paekillustiku kasutaja,

Paekillustikku (peamiselt lubjakivi ja dolokivi) on kasutatud teede alustes aastakümneid (peamiselt fraksioneeritud kujul). Arvatakse, et paljudel juhtudel on katend järgi andnud just aluste osas – st. aluse materjal on purunenud ja tühimike arvelt on toimunud järeltihenemine. Ühes hiljutises uuringus on välja toodud, et paekillustik laguneb 1%-lises NaCl lahuses külmutamisel kordades kiiremini kui destilleeritud vees. Samuti on tehtud määranguid, mis kinnitavad soola olemasolu paekillustikust alustes. Need argumendid on toonud päevakorda küsimuse paekillustiku kasutamise sobivuse kohta teede alustes.

Käesoleva küsimustiku eesmärk on selgitada välja paekillustiku kasutajate hinnangud peamistest paekillustiku kasutamist pärssivatest probleemidest ning teoreetilisi võimalusi paekillustiku maksimaalse kasutatavuse saavutamiseks. Küsimustik on osa uuringust, mille eesmärk on selgitada paekillustiku optimaalsete kasutuspiiride täpsustamiseks vajalike uuringute kogum.

Küsimustik on koostatud Maanteeameti tellimisel. Küsimustiku tulemusi arvestatakse edasiste uuringute kavandamisel, eesmärgiga täpsustada kohalike materjalide kasutamise võimalusi ja jätkusuutlikkust teedehituses. Käesolev küsimustik on suunatud teedehitamisega vahetult seotud ettevõtetele ja organisatsioonidele: tööde tellijad, töövõtjad, järelevalve teostajad, laboratooriumid.

Juhul kui peate küll teemat oluliseks kuid **ei soovi** küsimustikule vastata, oleme tänulikud kui esitate oma nägemuse paekivi tootmise/kasutamisega seotud olulistest probleemidest, võimalusel koos ettepanekutega. Palun andke teada kui eelistate vastata intervjuu vormis.

Sõltuvalt küsimusest palume anda hinnang skaalal „ 1 2 3 4 5 “, kus 1 – „JAH“, 2 – „PIGEM JAH“, 3 – „NEUTRAALNE“, 4 – „PIGEM EI“ ja 5 – „EI“. Muud teemakohased mõtted palume kirjutada vabas vormis sinna kus ruumi on. Küsimustik on koostatud väljatrükkimiseks kuid on edukalt täidetav ka elektrooniliselt, nt. eristuva värvi või funktsioonidega „track changes“ või „lisa kommentaar“.

Oma vastused palume saata Marek Truu'le **kuni 14. august 2010**: e-post: marek.truu@teed.ee / faks: 677 1523 / AS Teede Tehnokeskus, Väike-Männiku 26, 11216 Tallinn ning küsimuste korral mob: 506 8809 / tel: 679 1360

Ette tänades,

Töögrupp: Marek Truu, Ott Talvik, Julia Gulevitš

Küsimustik paekillustike kasutamise probleemidest teede alustes

1. Kas teie ettevõttes toodetakse paekillustikku?
2. Kas teie ettevõtte kasutab aluste ehitamisel paekillustikku?
3. Kas Teie arvates esineb probleeme paekillustiku kasutamisel teede alustes?

JAH	EI
JAH	EI
JAH	EI

Kommentaar:

.....

Järgmistel küsimustel tehke palun ring ümber Teie arvates sobivaimale vastusenumbrile 1 (JAH) - 5 (EI)

4. Mis on Teie arvates aluste lagunemise peamised põhjused?

- a. Aluses kasutatavate materjalide omadused

Alusematerjali nõrkus, purunemiskindlus	1 (JAH)	2	3	4	5 (EI)
Alusematerjali vähene kulumiskindlus	1	2	3	4	5
Alusematerjali ebasobiv terakoostis, suur peenosiste sisaldus	1	2	3	4	5
Alusematerjali ebapiisav külmaskindlus	1	2	3	4	5
Alusematerjali ebapiisav külmaskindlus soolamärjas keskkonnas	1	2	3	4	5
Muud omadused:	1	2	3	4	5
Muud omadused:	1	2	3	4	5

Kommentaar:

.....

- b. Aluse kihi puudulik drenivus (mitteoptimaalne niiskusrežiim, üleniiskumine, veega küllastumine, materjalide drenivuse puudumine)

Üleniiskumine kevadel mulde külmunud servade tõttu	1 (JAH)	2	3	4	5 (EI)
Üleniiskumine aluse servade mittedreeniva materjali tõttu	1	2	3	4	5
Üleniiskumine alusematerjali enda ebapiisava filtratsiooni tõttu	1	2	3	4	5
Üleniiskumine aluse all oleva materjali mittedreenivuse tõttu	1	2	3	4	5
Üleniiskumine muul põhjusel:	1	2	3	4	5

Kommentaar:

.....

c. Ebakvaliteetne ehitus, projektivead

	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Aluse kihi materjali ebapiisav paksus	1 2 3 4 5
Aluse aluskihi ebapiisav põikkalle, ebatasasus	1 2 3 4 5
Aluse materjali purunemine, peenenemine ehitamisel	1 2 3 4 5
Aluse materjali segunemine aluse all oleva (nõrga) kihiga	1 2 3 4 5
Muud vead:	1 2 3 4 5
Muud vead:	1 2 3 4 5

Kommentaar:

.....

d. Muud tegurid

	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Tellijate ebapädevus	1 2 3 4 5
Tootjate ebapädevus	1 2 3 4 5
Projekteerijate ebapädevus	1 2 3 4 5
Järelevalve ebapädevus	1 2 3 4 5
Töövõtjate ebapädevus	1 2 3 4 5
Aluste projekteerimist, katendi valikut käsitlevate normdokumentatsiooni puudulikkus	1 2 3 4 5
Aluste ehitamist käsitlevate normatiivide (juhendmaterjalide) puudulikkus	1 2 3 4 5
Muud tegurid:	1 2 3 4 5
Muud tegurid:	1 2 3 4 5

Kommentaar:

.....

5. Milliseid peamisi abinõusid näete aluste vastupidavuse tagamiseks?

	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Nõuete täpsustamine	

Optimaalse terakoostisega mineraalmaterjalisegude kasutamine	1 2 3 4 5
Ehitise pikema garantiiaja nõudmine	1 2 3 4 5
Sanktsioonid nõuete eiramisel	1 2 3 4 5
Uuringute algatamist, mis aitaks paremini mõista paekillustikuga seotud protsesse tootmisel, ladustamisel transpordil, ehitamisel ja eksploatatsioonis	1 2 3 4 5
Tardkivikillustiku kasutamine suure liikluskoormusega teelõikudel	1 2 3 4 5
Muu:	1 2 3 4 5

Kommentaar:

.....

6. Mida tuleks Teie arvates aluste vastupidavuse tagamiseks eelkõige uurida?

Aluste vastupidavust mõjutavate baaskivimi omadused (füüsikalised, keemilised, mehaanilised, struktuursed)	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Aluste vastupidavust mõjutavate tootmisetappide (kaevandamine, purustamine...) ja ehitusetappide (paigaldamine, tihendamine ...) tehnoloogiate mõju	1 2 3 4 5
Eksploatatsioonitingimuste (liikluskoormus, aluste/materjalide niiskussisalduse muutumine, kloriidid) mõju selgitamine konstruktsioonile	1 2 3 4 5
Paeprodukti vääristamise võimalused (tugevusomaduste ja ilmastikukindluse suurendamine, nt impregneerimine)	1 2 3 4 5
Muu:	1 2 3 4 5

Kommentaar:

.....

7. Muud kommentaarid, märkused ettepanekud?

.....

.....

.....

.....

TÄNAME!

LISA. Küsimustiku vastused (KASUTAJAD)

	MIN	KESKM	MEDIAN	MAX	ÜKSIKVASTUSED							
1. Kas teie ettevõtte toodetakse paekillustikku?			EI			EI	EI	EI	EI	EI	EI	JAH
2. Kas teie ettevõtte kasutab aluste ehitamisel paekillustikku?			JAH		JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH
3. Kas Teie arvates esineb probleeme paekillustiku kasutamisel teede alustes?			JAH		JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH

Kommentaar:

Telje praost sisseläänud soolavesi põhjustas telje sisselangemise (5cm sügavused, 20cm laiad lohud)

Probleeme esineb opt koostisega segude puhul

1 = (JAH) ... 5 = (EI)

4. Mis on Teie arvates aluste lagunemise peamised põhjused?

a. Aluses kasutatavate materjalide omadused

Alusematerjali nõrkus, purunemiskindlus	1	1,8	1,5	3	1	1	3	1	1	2	2	3
Alusematerjali vähenenud kulumiskindlus	1	2,9	3	5	3	4	2	5	1	2		3
Alusematerjali ebasobiv terakoostis, suur peenosiste sisaldus	2	3,5	3	5	3	3	3	5	2	4	3	5
Alusematerjali ebapiisav külmakindlus	1	1,9	1,5	3	3	1	1	1	2	3	1	3
Alusematerjali ebapiisav külmakindlus soolamärjas keskkonnas	1	1,7	1	5	2	1	1	1	1	1		5

Kommentaar:

Opt. terakoostisega segude puhul probleemiks peenosise sisaldus

Probleemiks on purunemiskindluse ebapiisavus

b. Aluse kihi puudulik drenivus (mitteoptimaalne niiskusežiim, üleniiskumine, veega küllastumine, materjalide drenivuse puudumine)

Üleniiskumine kevadel mulde külmunud servade tõttu	1	2,3	2	5	1	2	3	1	2	3	1	5
Üleniiskumine aluse servade mittedreeniva materjali tõttu	1	2,1	2	5	1	2	2	1	1	2	3	5
Üleniiskumine alusematerjali enda ebapiisava filtratsiooni tõttu	3	3,9	4	5	3,5	3	4	5	4	4	3	5
Üleniiskumine aluse all oleva materjali mittedreenivuse tõttu	1	2,4	2	4	3	3	4	1	2	2	2	2

Kommentaar:

Fraktsioneeritud killustikust aluste puhul ei ole materjali filtratsioon määrav

c. Ebakvaliteetne ehitus, projektivead

Aluse kihi materjali ebapiisav paksus	1	2,0	1,5	4	2	4	3	1	1	3	1	1
Aluse aluskihi ebapiisav pöikalle, ebatasasus	1	3,6	4	5	2	5	4	5	4	1	4	4
Aluse materjali purunemine, peenenemine ehitamisel	1	1,8	1,5	3	1	1	2	1	1	2	3	3
Aluse materjali segunemine aluse all oleva (nõrga) kihiga	1	2,0	2	4	1	3	4	1	1	2		2

Kommentaar:

Kõrvalmaanteedel pole võimalik rahaliste vahendite puudumise tõttu ehtada soovitud aluse paksusi

Aluse materjali purunemine sageli ehitusel, seda peamiselt liikluse all ehitamise tõttu

d. Muud tegurid

Tellijate ebapädevus	1	3,3	4	4	4	3	4		1	4		4
Tootjate ebapädevus	2	3,2	3	4	4	4	3		2	3		3
Projekteerijate ebapädevus	2	2,8	3	4	2,5	3	3		2	2	3	4
Järelevalve ebapädevus	1	2,8	3	4	2,5	4	3		1	3	2	4
Töövõtjate ebapädevus	1	2,7	3	4	3	4	3		1	2	2	4
Aluste projekteerimist, katendi valikut käsitlevate normdokumentatsiooni puudulikkus	1	3,0	3	5	5	3	3		1	2	3	4
Aluste ehitamist käsitlevate normatiivide (juhendmaterjalide) puudulikkus	2	2,9	3	4	4	3	3		2	2	2	4

Kommentaar:

Suurendada projekteerija ja järelevalve vastutust garantiiaja lõpuni

5. Milliseid peamisi abinõusid näete aluste vastupidavuse tagamiseks?

Nõuete täpsustamine	1	2,1	1,5	5	3	3	2	1	1	1	1	5
Optimaalse terakoostisega mineraalmaterjalide kasutamine	1	2,1	2	5	2	2	2	1	1	2	2	5
Ehitise pikema garantiiaja nõudmine	1	2,1	1	5	1	1	2	1	1	1	5	5
Sanktsioonid nõuete eiramisel	1	2,2	2	5	1,5	2	2	1	1	3	2	5
Uuringute algatamine, mis aitaks paremini mõista paekillustikuga seotud protsesse tootmisel, ladustamisel, transpordil, ehitamisel ja eksploatatsioonis	1	1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tardkivikillustiku kasutamine suure liikluskõrusega teelõikudel	1	1,8	1	5	1	2	1	1	1	1	2	5

Kommentaar:

Ehitise pikema garantiiaeg on mõistlik ehitus-projekteerimise formaadi korral

Tardkivikillustiku kasutamise asemel tasuks rohkem tähelepanu pöörata kohalike materjalide väärastamise võimalustele, nt stabiliseerimine

6. Mida tuleks Teie arvates aluste vastupidavuse tagamiseks eelkõige uurida?

Aluste vastupidavust mõjutavate baaskivimide omadused (füüsikalised, keemilised, mehaanilised, struktuurid)	1	2,3	2	4	2	2	2	1	3	1	4	3
Aluste vastupidavust mõjutavate tootmisetappide (kaevandamine, purustamine...) ja ehitusetappide (paigaldamine, tihendamine ...) tehnoloogiate mõju	1	2,0	2	3	3	2	1	1	2	2	3	2
Eksploataatsiooniingimuste (liikluskõruse, aluste/materjalide niiskussisalduse muutumine, kloriidid) mõju selgitamine konstruktsioonile	1	1,1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Paepruudide väärastamise võimalused (tugevusomaduste ja ilmastikukindluse suurendamine, nt impregneerimine)	1	2,1	2	5	3	2	1	5	1	2	2	1

Kommentaar:

Uurida paekivi käitumist stabiliseeritud alustes, nt kompleksstabiliseerimise puhul

Rohkem tuleks uurida geosünteeside toimimist fikseeritud tingimustes, et oleks võimalik teha ka pädevaid järeldusi ühe või teise lahenduse sobivuse suhtes

7. Muud kommentaarid, märkused ettepanekud?

Arvestades, et paekivi näol on tegu kohaliku maavaraga, tuleks igakülselt uurida selle erinevaid kasutusvõimalusi ja -viise ning uusi tehnoloogiaid

Lahendamist vajab projektide kontrollimise võimaluse üle, seda eriti tugevusarvutuste osas - tellijatel puudub sageli oskus hinnata, kas projekteerija pakutud katendiarvutus on pädev.

LISA 3. Küsimustik kasutajatele ja küsimustiku vastuste analüüs (TOOTJAD)

LISA 3 Küsimustik paekillustike kasutamise probleemidest teede alustes (TOOTJATELE)

Austatud paekillustiku tootja,

Paekillustikku (peamiselt lubjakivi ja dolokivi) on kasutatud teede alustes aastakümneid (peamiselt fraksioneeritud kujul). Arvatakse, et paljudel juhtudel on katend järgi andnud just aluste osas – st. aluse materjal on purunenud ja tühimike arvelt on toimunud järeltihenemine. Ühes hiljutises uuringus on välja toodud, et lubjakivikillustik laguneb 1%-lises NaCl lahuses külmutamisel kordades kiiremini kui destilleeritud vees. Samuti on tehtud määranguid, mis kinnitavad soola olemasolu paekillustikust alustes. Need argumendid on toonud päevakorda küsimuse paekillustiku kasutamise sobivuse kohta teede alustes.

Käesoleva küsimustiku eesmärk on selgitada välja paekillustikutootjate hinnangud peamistest paekillustiku kasutamist pärssivatest probleemidest ning teoreetilisi võimalusi paekillustiku kvaliteedi parendamiseks. Küsimustik on osa uuringust, mille eesmärk on selgitada paekillustiku optimaalsete kasutuspiiride täpsustamiseks vajalike uuringute kogum.

Küsimustik on koostatud Maanteeameti tellimusel. Küsimustiku tulemusi arvestatakse edasiste uuringute kavandamisel, eesmärgiga täpsustada kohalike materjalide kasutamise võimalusi ja jätkusuutlikkust teedehituses. Käesolev küsimustik on suunatud paekillustiku tootmisettevõtetele, kusjuures suurt tähelepanu on pööratud paekillustike omadust parendamist võimaldavate meetmete hindamisele.

Juhul kui peate küll teemat oluliseks kuid **ei soovi** küsimustikule vastata, oleme tänulikud kui esitate oma nägemuse paekivi tootmise/kasutamisega seotud olulistest probleemidest, võimalusel koos ettepanekutega. Palun andke teada kui eelistate vastata intervjuu vormis.

Sõltuvalt küsimusest palume anda hinnang skaalal „(JAH) 1 2 3 4 5 (EI)“, kus 1 – „JAH“, 2 – „PIGEM JAH“, 3 – „NEUTRAALNE“, 4 – „PIGEM EI“ ja 5 – „EI“. Muud teemakohased mõtted palume kirjutada vabas vormis sinna kus ruumi on. Küsimustik on koostatud väljatrükkimiseks kuid on edukalt täidetav ka elektrooniliselt, nt. eristuva värvi või funktsioonidega „track changes“ või „lisa kommentaar“.

Oma vastused palume saata Marek Truu'le **kuni 27.08.2010**: e-post: marek.truu@teed.ee / faks: 677 1523 / AS Teede Tehnokeskus, Väike-Männiku 26, 11216 Tallinn ning küsimuste korral mob: 506 8809 / tel: 679 1360

Ette tänades,

Töögrupp: Marek Truu, Ott Talvik, Julia Gulevitš

Küsimustik paekillustike kasutamise probleemidest teede alustes

1. Kas teie ettevõttes toodetakse paekillustikku ?

JAH EI

2. Kas Teie arvates esineb probleeme paekillustiku kasutamisel teede alustes?

JAH EI

Järgmistel küsimustel tehke palun ring ümber Teie arvates sobivaimale vastusenumbrile 1 (JAH) - 5 (EI)

3. Palun andke oma hinnang järgmistele väidetele oma paekivi tootmise kogemusest lähtuvalt

Pae (toorme) kvaliteet varieerub väga laialt	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Paekillustik kvaliteet varieerub väga laialt	1 2 3 4 5
Teie poolt toodetavad paekillustikud on sobivad kasutamiseks ka suure liiklusega maanteed alustes (Teie arvates)	1 2 3 4 5
Eesti teede normid ja alusdokumendid piiravad liigselt paekivi kasutamist. Kui jah, siis märkiga palun, millised:	1 2 3 4 5
Vajalik on uuringute algatamine, mis aitaks paremini mõista paekillustikuga seotud protsesse tootmisel, ladustamisel transpordil, ehitamisel ja eksploatatsioonis	1 2 3 4 5

Kommentaar:

.....

.....

4. Mida tuleks Teie arvates aluste vastupidavuse tagamiseks eelkõige uurida?

Aluste vastupidavust mõjutavate baaskivimi omadused (füüsikalised, keemilised, mehaanilised, struktuursed)	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Aluste vastupidavust mõjutavate tootmisetappide (kobestamine, purustamine...) ja ehituse (transport, paigaldamine, tihendamine ...) tehnoloogiate mõju	1 2 3 4 5
Ekspluatatsioonitingimuste (liikluskoormus, aluste/materjalide niiskussisalduse muutumine, kloriidid) mõju selgitamine konstruktsioonile	1 2 3 4 5
Lubjakiviprodukti vääristamise võimalused (tugevusomaduste ja ilmastikukindluse suurendamine, nt impregneerimine)	1 2 3 4 5

Muu:	1 2 3 4 5
.....	
Muu:	1 2 3 4 5
.....	

Kommentaari:

.....

.....

Millistes karjäärides toimub praegu killustiku tootmine Teie ettevõttes?

Karjääri nimetus	Vald, Maakond	Kaevandav materjal (lubjakivi, dolokivi, muu) ja fraktsioonid	Kasutatav kobestamistehnoloogia (lõhkamine, hüdrovasar, ekskavaatoriga, muu)	Killustiku tootmisel kasutatav purustustehnoloogia* (L, K, R, LK, RK, M)	Killustiku tootmiskaht aastas, tuh tonni

* L - ainult lõugpurusti, K - ainult koonuspurusti, R - ainult rootorpurusti, LK - lõugpurusti + koonuspurusti, RK - rootorpurusti + koonuspurusti, M - muud

5. Palun kirjeldage oma tootmiskeemi, mida kasutate kõige rohkem paekivitoodete tootmisel

.....

.....

.....

6. Palun hinnake tootmistehnoloogia mõju saadavakillustiku kvaliteedile

Saadava killustiku kvaliteeti sõltub oluliselt valitud tootmistehnoloogiast	1 2 3 4 5 (JAH) (EI)
Teie poolt toodetava killustiku kvaliteeti oleks teoreetiliselt võimalik parendada tänasest erinevat tootmistehnoloogiat kasutades	1 2 3 4 5
Teie ettevõtte kaalub killustiku omaduste parenemist soodustava tehnoloogia kasutuselevõttu	1 2 3 4 5

7. Palume Teil välja tuua Teie karjääri(de)s toodetavate killustike tänased omadused ning anda oma subjektiivne hinnang omadustele kui kasutaksite mõnd teist kobestamistehnoloogiat.

Karjääri nimetus			
Näitaja	Katsemeetod	Omadused tänase tehnoloogiaga (vahemik)	Omadused parendatud tootmistehnoloogiaga (vahemik)
Tootmistehnoloogia lühikirjeldus (muutuse sisu)			
Tihedus	EVS-EN 1097-6		
Veeimavus	EVS-EN 1097-6		
Los Angeles	EVS-EN 1097-2		
Külmakindlus	EVS-EN 1367-1		
Külmakindlus 1%-lises NaCl lahuses	EVS-EN 1367-1		

Karjääri nimetus			
Näitaja	Katsemeetod	Omadused tänase tehnoloogiaga (vahemik)	Omadused parendatud tootmistehnoloogiaga (vahemik)
Tootmistehnoloogia lühikirjeldus (muutuse sisu)			
Tihedus	EVS-EN 1097-6		
Veeimavus	EVS-EN 1097-6		
Los Angeles	EVS-EN 1097-2		
Külmakindlus	EVS-EN 1367-1		
Külmakindlus 1%-lises NaCl lahuses	EVS-EN 1367-1		

Kommentaari:

.....

8. Muud kommentaarid, märkused ettepanekud?

.....

.....

.....

.....

TÄNAME!

LISA. Küsimustiku vastused (TOOTJAD)

	MIN	KESKM	MEDIAN	MAX	ÜKSIKVASTUSED		
1. Kas teie ettevõttes toodetakse paekillustikku ?			JAH		JAH	JAH	JAH
2. Kas Teie arvates esineb probleeme paekillustiku kasutamisel teede alustes?			JAH		JAH	JAH	JAH
3. Palun andke oma hinnang järgmistele väidetele oma paekivi tootmise kogemusest lähtuvalt							
Pae (toorme) kvaliteet varieerub väga laialt	1	1,7	1,0	3	1	1	3
Paekillustik kvaliteet varieerub väga laialt	2	2,3	2,0	3	3	2	2
Teie poolt toodetavad paekillustikud on sobivad kasutamiseks ka suure liiklusega maanteed alustes (Teie arvates)	1	1,0	1,0	1	1	1	1
Eesti teede normid ja alusdokumendid piiravad liigselt paekivi kasutamist.	1	2,3	3,0	3	3	1	3
Vajalik on uuringute algatamine, mis aitaks paremini mõista paekillustikuga seotud protsesse tootmisel, ladustamisel transpordil, ehitamisel ja eksploatatsioonis	1	1,7	1,0	3	3	1	1
4. Mida tuleks Teie arvates aluste vastupidavuse tagamiseks eelkõige uurida?							
Aluste vastupidavust mõjutavate baaskivimi omadused (füüsikalised, keemilised, mehaanilised, struktuursed)	2	2,3	2,0	3	3	2	2
Aluste vastupidavust mõjutavate tootmisetappide (kobestamine, purustamine...) ja ehituse (transport, paigaldamine, tihendamine ...) tehnoloogiate mõju	1	2,3	2,0	4	4	2	1
Ekspluatatsioonitingimuste (liikluskoormus, aluste/materjalide niiskussisalduse muutumine, kloriidid) mõju selgitamine konstruktsioonile	1	1,3	1,0	2	2	1	1
Lubjakiviprodukti vääristamise võimalused (tugevusomaduste ja ilmastikukindluse suurendamine, nt impregneerimine)	3	3,7	4,0	4	4	3	4
5. Palun hinnake tootmistehnoloogia mõju saadavakillustiku kvaliteedile							
Saadava killustiku kvaliteeti sõltub oluliselt valitud tootmistehnoloogiast	1	2,3	2,0	4	2	1	4
Teie poolt toodetava killustiku kvaliteeti oleks teoreetiliselt võimalik parendada tänasest erinevat tootmistehnoloogiat kasutades	2	3,0	2,0	5	2	2	5
Teie ettevõtte kaalub killustiku omaduste parenemist soodustava tehnoloogia kasutuselevõttu	2	3,0	2,0	5	2	2	5

LISA 4. Peterburi välisekspertidega kohtumiste teemad ja kokkuvõte (Peterburi)

Поиск оптимального использования минеральных материалов для дорожных конструкций

Переговоры со специалистами, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 21-23 сентября, 2010

Приложение

Технический Центр Дорог Эстонии (Technical Center of Estonian Roads Ltd) совместно с Таллиннским Техническим Университетом (Tallinn Technical University) и Администрацией Эстонских Дорог (Estonian Road Administration) работают над проектом «Поиск оптимального использования минеральных материалов для дорожных конструкций». В рамках которого, особое внимание уделяется дорожным основаниям - слою между дорожным покрытием и дренажным слоем. Мы полагаем, что у нас с Вами есть общие проблемы при использовании известняков и доломитов для оснований дорог, т.к. мы вместе расположены в области распространения северного климата, мы используем соли и другие химические реагенты в зимнее время и имеем проблемы с водонасыщением слоёв оснований дорожных покрытий весной. В течение длительного времени мы использовали одни и те же нормативы для проектирования и устройства дорожных покрытий, а также их оснований. Наша идея заключается в обмене практическим и исследовательским опытом, накопленным за прошедшие 20 лет.

Темы:

- профессиональная оценка свойств материалов и возможности их применения при различных условиях (погодных и технических), основанные на опыте работы с данными типами материалов;
- методы диагностики дорожных одежд и оснований дорог;
- эксплуатационные условия материалов (воздействие химических реагентов и разных типов нагрузок на материалы дорожных покрытий и дренажных слоёв дорожных конструкций);
- используемые и внедряемые технологии при разработке нерудных месторождений и производстве продукции (щебня из осадочных, магматических и метаморфических пород);
- изменение технологий производства материалов используемых для дренажных слоёв дорожных оснований, с целью предупреждение образование микротрещин;
- методы проектирования и использования «узких» фракций (16/32, 32/64) или «широких» фракций смесей (0/32, 0/63);
- созданные и внедряемые базы данных (по объекту исследований);
- типовые и новейшие методы тестирования материалов (до и после применения в дорожных конструкциях);
- оценка эксплуатационных показателей материалов и слоёв после транспортного потока и его имитации, имитации солевых сред;
- выполненные, текущие и планируемые исследования, в том числе необходимые и уже внедренные исследования;
- стандарты, нормативы, регулирующие использование разных типов щебня для дорожного строительства (на территории Российской Федерации и Европейского Союза);
- другие вопросы.

Представлены:

- **Мг. Марек Труу** (Руководитель по проектам, Технический Центр Дорог Эстонии (*Project Manager, Technical Center of Estonian Roads Ltd*)) marek.truu@teed.ee +372 506 8809
- **Мг. Олег Долгов** (Главный эксперт Геологий, Технический Центр Дорог Эстонии (Геолог, Технический Центр Дорог Эстонии (*Geologist, Technical Center of Estonian Roads Ltd*)) oleg.dolgov@teed.ee +372 5303 4637
- **Мг. Март Сепп** (Главный эксперт отдела надзора, Администрация Эстонских Дорог (*Chief Expert of Supervision Dept, Estonian Road Administration*)) mart.sepp@mmt.ee +372 503 0802
- **Ms. Юлия Гулевич** (Таллиннский Технический Университет, Горный Институт (Tallinn University of Technology, Mining Institute)) julia@warren.ee +372 5664 9936

Марек Труу

Руководитель по проектам

Технический Центр Дорог Эстонии

marek.truu@teed.ee

моб: (+372) 506 8809 / тел: (+372) 679 1360

Peterburi 2010 välisekspertidega kohtumiste kokkuvõte

Peterburi Mäeinstituut 21.09.2010 kell 14:00

Töötlemise osakond

Aspirant Aleksander Valerjevitš Alikin, rahvusvaheliste suhete osakond

- Peterburis ja Peterburi lähiumbruses (Leningradi oblast) lubjakivi ebapiisavate kvaliteedinäitajate tõttu praktiliselt ei kasutata, kuna lähialadel on saadaval graniit. Lubjakivi peamiseks kasutusalaadeks on tsemendi- ja betoonitööstus. Vähesel määral kasutatakse lubjakivi kohalike teede ehituseks, peamiselt oblasti lõunapiirkondades ja lõunapoolsetes naaberblastites.
- Turul valitseb nõudlus jämetäitematerjalide järele, ning järele jääb suurtes kogustes suure peenosise sisaldusega ja ebasobiva terakujuga graniidisõelmeid. Nende kasutamiseks puudub täna tehnoloogia. Aspirandi poolt on doktoritöö raames teostamisel uuring uute kivimipurustustehnoloogiate kohta (inertspurusti, tsentrifugaalpurusti), mis aitavad Karjala graniidisõelmeid kuubistada ehk saavutada võimalikult kuubikujulise terakuju. Tinglikult võiks nimetada seda graniidiliiva tootmiseks.
- Leningradi oblastis kasutatavad kivipurustustehnoloogiad ei erine üldjuhul Eestis kasutatavatest. Sõelmete kuubistamine peaks põhimõtteliselt olema võimalik ka lubjakivi puhul.
- Põhjalikke uuringuid, mis võrdleksid lubjakivide ja tardkivimite füüsikalise-mehaanilise ja käitumisomadusi, ei ole teostatud.
- Tootmisprotsesside modelleerimiseks on maailmas kasutusel laboratoorsed purustusseadmed, optimaalse purustusmeetmete valikuks ja tootmiseseadistuse projekteerimiseks. Purustitootja kontakt – firma Mehanobr Tehnika: Director Leonid Abramovich Vaizberg (Secretary (812) 331-02-50) <http://www.mtspb.com/>.

Kaevandamise osakond

Dekaan, professor Sergei Igorovits Fomin (dean of the Faculty of drilling and blasting operations), Professor Oleg Ivanovitš Kazanin (Dean of the Faculty of Mining)

- Kivimite peamiseks kvaliteedikriteeriumiks loetakse GOSTi katsemeetodi kohast tugevuse määramist Protodjakonovi meetodil. GOSTi ja EVS-EN omavahel võrreldud ei ole.
- Arutati üldiselt lubjakivi uuringute ja kasutusega seotud küsimusi.
- Ollakse huvitatud tehnoloogia arendamiseks kivimitest killustiku tootmiseks.

Committee for City Improvement and Roads in St. Petersburg (KBDH)

22.09.2010 kell 9:00

Anton Viktorovitš Suhanov (KBDH, head of road and bridge management, СПб ГУ "Центр комплексного благоустройства"), **Roman Vladimirovitš Terekhov** (KBDH, leading specialist for repair of roads and road facilities of road and bridge Management), **Alevtina Fedorovna Masjuk** (Начальник дорожно-строительной испытательной лаборатории ЦКБ КБДХ Правительства Санкт-Петербурга), **Tatyana Sergejevna Hudjakova** (LLC EC Dorservis (OOO), Начальник лаборатории органических вяжущих, **Tamara Stepanovna Shirokova** (JSC "ABZ-1", Tsentr Kompleksovo Blagoustroistvo, Direktsija Transportnovo Stroitelstvo), **Irina Valentinovna Gratchova** (LLC EC Dorservis (OOO), Генеральный директор), **Aleksandr Lvovich Dmitrijev** (Начальник лаборатории бетонов, LLC EC Dorservis (OOO)), **Aleksei Konstantinovich Popovich** (Начальник лаборатории, LLC EC Dorservis (OOO)), CJSC Institut StroiProjekt, ZAO Lenpromtransprojekt

- Peterburis remonditakse pigem teekatteid mitte aluseid
- Liikluskoormust teedel on kuni 145 000 autot/ööpäevas, suure liiklussagedusega teedel kasutatakse kattes diabaasi ja gabrot, dioriiti. Katteks sobiva killustiku tugevus >1200.
- Graniiti ja porfüüri kasutatakse teede aluste ehitamisel kuid ka väiksema liiklussagedusega teedel katete ehituseks. Viimasel juhul kasutatakse bituumenis pindaktiivseid lisandeid. Nakke määramiseks kasutatakse keetmise meetodit (rullpudelit ei kasutata)
- Peterburi piirkonnas lubjakivikillustiku teealusteks ei kasutata (juba ca 35-40 aastat), kuna lubjakivi on nõrk materjal. Teede alustes on nõutava tugevus >400 ning külmakindlus >75 tsükli. Peterburis ei kasutata paekillustikku juba 35-40 aastat, üksikud eksperimendid näitavad kehvast tulemust. Varem kasutati kõnniteedel. Kohaliku lubjakivi mark 300-400-500 (kunagi oli saada ka 800-1200), seda on mitmel pool kasutatud kuid reeglina on järel vaid pude materjal ja tolmu. Lubjakivi kasutatakse teede ehitamiseks rohkem Venemaa lõunapoolsetes piirkondades.
- Peamised probleemid Peterburi piirkonna teedel on seoses kulumisega, deformatsioonikindlus pole väga suur probleem. Soodustab suure massiga naastude kasutamine (5g), kavas on vähendada naastude massi Soome eeskujul 1,2 g-ni.
- Kasutatakse peamiselt tihedaid asfaldisegusid (Margid A, B, V, G, D), suure liiklusega teedel kasutusel segu A1 M1. A1-tüüpi segus on killustiku osakaal 50-60% suurema liikluse korral ülekate iga 3 aasta tagant, kapitaalremont iga 12 aasta tagant. Killustikurikaste segude (ŠEMA) e. SMA-tüüpi segude väljatöötamisega tegeletakse.
- Bituumeni kvaliteet kõikuv, saada pole head (Uhtaa) bituumenit, on vaid kõrge parafiinisaldusega Kiriši bituumen. Kasutusel margid 60/90 ja 90/130 (II kliimatsoon). Kui praod kevadel, on põhjus muldes/alustes aga kui sügisel, siis bituumenis.
- Aluste ehitamisel peamiselt kasutusel kitsad killustikufraktsioonid aga ka kasutatakse ka muldbetoon (tehases toodetav madalamargiline betoon, survetugevus ca 60 MPa,

kasutatava liiva peensusmoodul <2 , kõrge vesitsementtegur (ca 1:1), paigaldatakse greideritega) ning juurutamisel on pideva terakoostisega (optimaalsetest) segudest aluste ehitamine. Viimase filtratsioon (fr 0-5mm, Sojuzdornii) peab olema 1 m/ööp.

- Ühes projektis kasutati muldbetoonis suure peensusmooduliga (>2) liiva. Tugevuse saavutamiseks lisati ettenähtust enam tsementi (5-8%) ja tulemuseks olid praod kattes (140 pragu/km). Praod freesiti lahti, puhastati, valati mastiksit täis, freesijälg töödeldi emulsiooniga, peale kangas, seejärel täideti freesijälg asfaltbetooniga, peale asetati 2m laiune Hatelit asfaldivõrk ning rajati ülekate. Järgmine kevad olid praod väljas.
- Riiklike normidena GOST asemel ODN (ametkondlikud teede normid) ja GESN (riiklikud üksushinded ehitustöödele) aga kasutusel ka SNiP, GOST ja Rosdornii normid.
- Fillerina kasutusel aktiveeritud lubjakivifiller. Ebasoodne on kõrge Al_2O_3 sisaldus peenosises suure pundumise tõttu veekeskkonnas, määrates produkti ilmastikukindluse.
- Aluste kandevõime tõstmiseks on uuritud ja uuritakse erinevaid võimalusi. Mitmesuguste lisandite, modifikaatorite, polümeerlisandite, nanolisandite kasutamine muldbetoonis. Vahtbetooni kasutamine. Positiivseid märke on näidanud pinnaste töötlemine sõelmete ja lisanditega. Katetes kasutamiseks uuritakse rehvipuru ja pindaktiivsete lisandite kasutamise võimalusi. Lisaks asfaldbetooni korduvkasutamine koos tsement, bituumen, emulsioon (kompleksstabiliseerimine).
- Uuritakse uude sideainete kasutamise võimalusi bituumeni asemel ning polümeeride ja nakkeparandajate kasutamist. Halvad kogemused rehvipuru kasutamisega katetes.
- Seoses võimalike lubjakiviuuringutega tehti mitmeid ettepanekuid: killustiku keemilise koostise jälgivus (Al_2O_3 ja teiste oksiidide sisaldus lubjakivides), tasuvusarvutused graniitide ja lubjakivide kasutamise vahel, lubjakivikillustiku tugevuse näitajad saab ilmselt parandada lisades mineraalsed ja orgaanilised, arvestades kvaliteetsete ehitusmaterjalide nappust (eriti piirkonniti), on nõrkade materjalide kasutusvõimaluste uuring väga perspektiivne, materjali puuduse juures tuleks lähtuda eelkõige regionaalsest huvist (poliitikast), st kasutada maksimaalselt kohalikku materjali.

Arhitektuuri Instituut, Autoteede Kateeder (St. Petersburg University of Architecture and Construction (Automobile and Road Institute) (Karpov Boris Nikolaevich). Karpov Boris is the Chairman of Road Board (SPB). 22.09.2010 kell 14:00

Kateedri juhataja, professor Boris Nikolajevitš Karpov

Kafedra-ad@rambler.ru

- Peterburis kasutatakse alustes ainult graniitkillustikku, lubjakivikillustiku kasutamise näide on Pihkva oblasti kuna raskused kvaliteetse killustiku saamisega.
- Peterburi lähiste lubjakivimaardlate tugevusnäitajad: Gattšino – 300, Jelizavetinskoe – 600.
- Probleemid on bituumeniga, saadaoleva bituumeni murdumistäpp liiga kõrge (GOST standardi järgi -12°) kuid arvestades kliimatilisi tingimusi, oleks uuringute järgi vaja -18° . Uuritakse ja otsitakse lahendusi polümeeride kasutamisest ja bituumeni töötlustest. Peršin

M.I. – bituumeni vahustamine ja elektromagnetväljaga aktiveerimine. Lääne-Siberi (nt. Kirisi) kergetel naftadel parafiinirikkad bituumenid, kõrge murdumistäpp külmaga rabe, st. pragudealdis.

- Katendite projekteerimine ОДН 218.046-01 „Elastsete katendite projekteerimine“ („Проектирование нежестких дорожных одежд“) järgi, kasutatakse tarkvara „Robur“ (kontakt – Otchinnikov).
- Viimastel aastatel on tegeletud erinevate uuringutega: bituumenid ja mastiksid teekatetes ja alustes, mineraalsete ja orgaaniliste lisandite väljatöötamine betoonile ja kattele (nakkeparandajad ja tugevuse parandajad), töötanud välja bituumeni vahustamise tehnoloogia (elektromagnetiline aktiveerimine), tegeles bituumenkärgedega kärgbetooni (fragmenteeritud betooni) arendamisel teede alusteks ja kateteks, lubjakivikillustike immutamine bituumeni ja teiste impregneerivate vedelikega (tavalise rõhuga ja vaakumis).
- Soovitati tähelepanu pöörata vanade uuringu andmetele, minevikus oli tihe koostöö Eesti teadlastega ja spetsialistiga. Lubjakivi killustiku töötlus selle tugevusomaduse parenemiseks. Kunstmarmori valmistamine – suure temperatuuri ja rõhu all. Lubjakivi killustiku tsementeerimine, selles ka betoonmonoliidi tükeldamine ja maapinnale paigaldamine. Sõelmete põletamine. Hetkel kateedris üks aspirant uurib, kuidas lubjakivikillustiku omadusi parandada keemilisel meetodil.
- On huvitatud rahvusvahelisest koostööst ja uuringutest koos akadeemilise personali ja tudengitega. Ootab koostööettepanekut.
- B.N.Karpov on koostanud „Effektivnye konstrukcii dlja rajonov Severa i Sibiri“.

Petersburg State Transport (Railway) University (PGUPS), 23.09.2010 kell 9:00

Prof. Andrei Vladimirovitš Benin (Head of Scientific & Research Department), Prof. Tatjana Mihhailovna Petrova (head of Building Materials & Technologies Department), Alexei Pavlovich Lakin Head of the Centre "Strength" PGUPS, Aleksei Konstantinovich Lizunov (Head of department of International Affairs) (UMS PGUPS)

- Lubjakivi Peterburi piirkonnas ei kasutata, küll aga nt. Turkmenistanis
- Raudtee ja ka teekatete uuringutes kasutatakse maaradarit (GPR), lähiajal tulemas uus radar
- Betooni uuringutes, nt. poorsuse määramisel ja pinnaaluste defektide avastamiseks kasutatakse nii maaradarit kui infrapunadetektorit (viimane väga lihtsalt interpreteeritav)
- Füüsikalise-mehaaniliste omaduste määramise laborit kasutatakse peamiselt õppeprotsessis aga ka tellimustöödeks. Katsetatakse tugevust, külmakindlust kuluvust, kandevõimet, survetugevust
- Uuringuid lubjakivi ja tardkivi omaduste kohta tehtud ei ole, va. betoonis. Samuti on uuritud betooni sideaine lisandeid (sildade ja tunnelite jaoks).
- Omavad mehaaniliste katsete laborit ning keskust „tugevus“.

- näidati üles huvi koostöö süvendamise ja kogemuste vahetamise vastu järgmistel teemadel: lubjakillustiku kasutamine betoonis, teederajatiste (sillad, tunnelid, viaduktid) projekteerimine, maaradariuuringud.
- Omavad Venemaa üht suurimat raudteemuuseumi

Peterburi Mäeinstituut 23.09.2010 kell 9:00

Füüsikalise-mehhaaniline labor

Mihhail Dmirjevtš Iljinov, Dmitrii Nikolaevitš Petrov

- ◆ Graniiti tugevusomaduste arutlemine: tähtis erinevus, kas graniit on Na või K päevakivi oma;
- ◆ Graniitkivi külmakindluse määramine soolveelahuses, vana uuring (lubati otsida ja ära saata).

Mäemassiivi ohutu tootmise ja lõhkamise kateeder

Gennadii Petovitš Paramonov

- ◆ Säästlikud lõhkamistingimused: lõhkeaine pehmemate dünaamiliste omadustega, laengu detonatsiooni kiirus on vaikselt (3500 m/s), dünaamiline pinge, jaotatud laeng, laengupuuraukude arvu suurendamine;
- ◆ Lubjakivimassiivi lõhkamise eripära: laengu paigutamine vastavalt geoloogilisele ehitusele, lubjakividel ei teki pragusid nii palju, nagu tardkivimidel.
- ◆ Pakuti suurendada lõhketöödest saadud lubjakivi tüki suurus 200 mm-st – 400 mm-ni.
- ◆ Soovitus: teha võrdlusuuring, kuidas lõhketööd mõjuvad lubjakivikillustiku kvaliteedile. Võrrelda lubjakivid tehtud lõhkamismeetodil ja mehhaaniliselt. Soovitati koguda informatsiooni lõhkamismeetmetest ja tingimustest: laengu kiirus, laengute arv ja sügavus, kas arvestatakse geoloogiliste tingimustega, mis on saadav tükisuurus, mis on purustamisvõimsus.

**LISA 5. Välisekspertidega kohtumiste teemad ja slaidid,
nõude alustes kasutatavatele materjalidele, kontrollisagedused,
projekteerimispraktika (Rootsi)**

INFRA
Gunilla Franzén

Visit from Estonia

Date: 2010-08-16

Time: 12:00 until

Location: VTI, Linköping, room: GLAN

Aim with visit

The visit is a part of the study "finding optimum use of local mineral materials in road construction" carried out by Technical Center of Estonian Road together with Tallinn Technical University and Estonian Road Administration. The aim of this overview study is to work out long-term research program for investigations of local material (mainly limestone and dolomite but also gravel).

Participants

Mr Marek Truu (TECER, Project Manager)
Mr Janek Hendrikson (TECER, Head of Road Laboratory)
Mr Taavi Tõnts (Estonian Road Administration, Research Coordinator)
Mr Ott Talvik (Tallinn Technical University, Head of Road Laboratory)
Prof. Sigurdur Erlingsson (VTI, Research in many areas e.g. HVS, modelling)
Dr. Gunilla Franzen (VTI, Head of Department of Infrastructure)
Dr. Fredrik Hellman (VTI, Researcher unbound material/rock)
Mr. Håkan Arvidsson (VTI, Responsible for testing of unbounded material)

Agenda

12.00 *Lunch*

13.00 *Introduction*

Short introduction about VTI	Gunilla
Short introduction about TECER	Marek
Short introduction about possibilities with HVS	Sigurdur
Short introduction to the Road Laboratory	Håkan

14.00 *Visit to the HVS and Road Laboratory*

15.00 *Coffe*

15.30 *Discussion*

Based on the list of topics from TECER (see next page)

18.30 Informel dinner at a restaurant in Linköping

List of Topics

- base course materials (aggregates) used in Sweden, material strength and stability characteristics, physical and chemical properties
- (unbound) base course layer performance and properties testing, requirements, problems
- material improvement needs, methods (eg. In Estonia covering limestone with bitumen)
- material production technology, stability of production, requirements, technology vs material properties
- pavement incl. (unbound/bound) base course design methods, narrow fraction crushed aggregate (16/32, 32/64) vs dense type unbound mixes (0/32, 0/63), typical structures -
- material and layer performance under traffic and changing climate conditions: traffic simulation (HVS), salty environment simulation, freeze thaw-cycles etc -
- limestone vs hard rock, use, limitations, properties, regulations, requirements
- exchange of know-how - research and studies made on topic, availability, accessibility, list/database
- future research, research need, common research
- research facilities – material and structures properties evaluation possibilities: laboratory possibilities, full-scale tests (HVS – theory and practice, experience, need)

Vägverket

Swedish Design Practice



2010-10-11 Vägverket 1

Vägverket

New design and building standards

- New structure – i.e. reformulation of the old design code
- Planning and design described in two publications aimed at the consultants.
- Demands and advice are separated into two different publications
- Materials and works descriptions in a number of publications, the base is a common description for the entire building industry. The SRA have it's own appendixes



2

Vägverket

3 modes of pavement design

- DK 1 Simple and fairly quick process
- DK 2 Main system
- DK 3 Sophisticated system



2010-10-11 Vägverket 3

Vägverket

DK 1

- Low volume roads (< 500 000 ESAL)
- Table method for new construction
- Swedish variation of Structural Number for rehabilitation
- Simple and fairly quick process



2010-10-11 Vägverket 4

Vägverket

DK 2

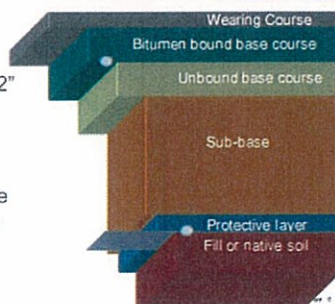
- Based on multi-layered linear elastic analysis
- PMS Objekt
- New construction
- Rehabilitation, strenghtening
- The SRA provides the analysis software for free
- Design objectives: Fatigue and Frost Heave

2010-10-11 Vägverket 5

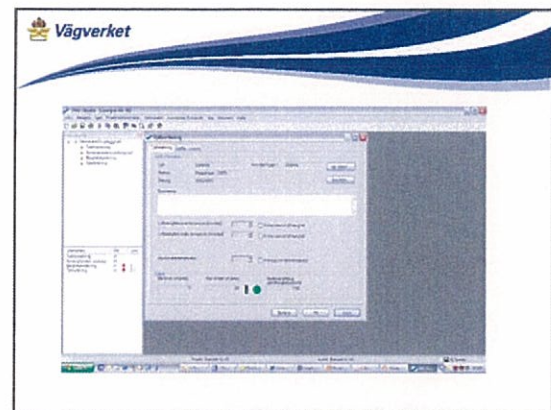
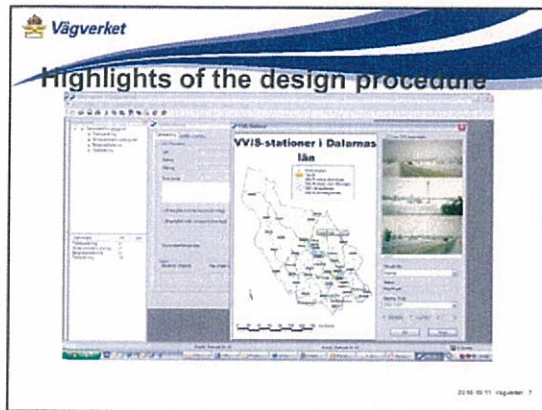
Vägverket

Materials

- Defined for "DK2"
- We supply a database with properties
- The criterias are based on these properties



6



Vägverket

DK3

- Sort of "anything goes"
- ME-Design Guide
- MnPave
- VägFem
- New models

22:02 05/11 Vägverket 9

Vägverket						
AMA 07 (VVTBT 09)						
	Covered roads			Gravel Roads		
	Base Course	Sub-base	Frost protection	Wearing course	Base Course	Sub-base
Percentage of crushed or broken particles	C50/30	Ja		CNR/50	CNR/50	
Resistance to wear	M _{DE} 20/25	M _{DE} 20/25		M _{DE} 30 rad 7-30	M _{DE} 30	M _{DE} 30
Resistance to fragmentation	LA ₈₀					
Fines quality	>35	>30		10-50	Rad 10-50	Rad 10-50
Maximum density	Ja					
Petrographic (mica)	<30, ej trafik<50			< 40 %		
organic matter	< 2%	< 2%	< 2%	< 2%	< 2%	< 2%
Grading	Kurva G ₀ 0/31,5 0/45	Kurva ej SS-EN	0,063 < 9 %	Kurva G _A 0/16	Kurva G _C 0/31,5	Kurva G _C 0/45

1 Kåre Hørmann VV (Stev)

Vägverket						
Grading						
AMA 07 (VVTBT 09)						
	Covered roads			Gravel Roads		
	Base Course	Subbase	Frost protection	Wearing course	Base Course	Subbase
Grading	0/31,5 (0/45)	—		0/16	0/31,5	0/45
Typ	G ₀	—		G _A	G _C	G _C
Fines content min	≥ 2%			≥ 8%	≥ 4%	≥ 4%
Fines content max	≤ 7%	≤ 7%	≤ 9 %	≤ 15%	≤ 12%	≤ 12%
Over-size	85 – 99 %			85–99 %	85–99 %	80–99 %
Testing CE-label	2 på 10 000 m ²		1 på 45 000 m ²	1 på 10 000 m ²	1 på 10 000 m ²	1 på 45 000 m ²
Testing Not CE-label	4 på 10 000 m ²	1 på 15 000 m ²	1 på 15 000 m ²	2 på 10 000 m ²	2 på 10 000 m ²	1 på 15 000 m ²

2 Kåre Hørmann VV (Stev)

Vägverket						
Kontroll færdig væg 1 prov per						
Grønt = deklarerat material Rødt = material i væglinjen						
AMA 07 (VVTBT 07)						
	Covered roads			Gravel Roads		
	Base Course	Subbase	Frost protection	Wearing course	Base Course	Subbase
Percentage of crushed or broken particles	30 000 m ² 10 000 m ²	— 45 000 m ²	—	30 000 m ² 10 000 m ²	30 000 m ² 10 000 m ²	—
Resistance to wear	30 000 m ² 10 000 m ²	— 45 000 m ²	—	30 000 m ² 10 000 m ²	30 000 m ² 10 000 m ²	45 000 m ² 15 000 m ²
Resistance to fragmentation	40 000 m ² 20 000 m ²	—	—	—	—	—
Fines quality	misstanke 20 000 m ²	— 45 000 m ²	—	30 000 m ² 10 000 m ²	—	—
Maximum density	—	—	—	—	—	—
Petrographic (mica)	misstanke 20 000 m ²	—	—	misstanke 20 000 m ²	—	—
organic matter	misstanke objekt	— 45 000 m ²	misstanke objekt	misstanke objekt	misstanke objekt	misstanke objekt

3 Kåre Hørmann VV (Stev)

Vägverket

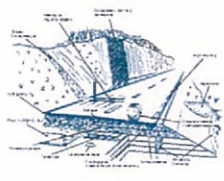
Drainable base in Sweden

Unbound layers

Swedish practice

Klas Hermelin
Swedish Road Administration

- Construction with base- course and sub-base course
- Construction with rock fill
- Drained 0,3 m below formation level



2010-10-11 Swedish Road Administration 1

Vägverket

Drainable base in Sweden

Unbound layers

Background

- Good rock quality in Sweden
- Thin bituminous layers 20-200 mm (1-8 inches)
- Frost heave and thawing condition
- Usually aggregates available at the construction site

Consequences

Material have to be **not** sensible to

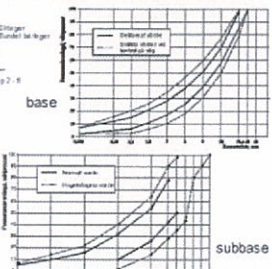
- frost heave (low fine content ($< 9\%$))
- high water content, (low fine content ($< 7\%$), mica and clay)
- high stress levels (good aggregate quality)

2010-10-11 Swedish Road Administration 2

Vägverket

Construction with base-course and sub-base

Min 500 mm
Base 80 mm (3 inch)
– Crushed rock 0/32 mm
Sub-base >420 mm (17 inch)
– Crushed rock 0/125
Frost protection layer
0-1000 mm (0-40 inch)
– Sand or rock
– $< 9\%$ $< 0,063$ mm

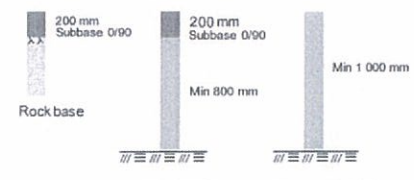


2010-10-11 Swedish Road Administration 3

Vägverket

Construction with rock fill

+ 80 mm unbound base-course on top



2010-10-11 Swedish Road Administration 4

Vägverket

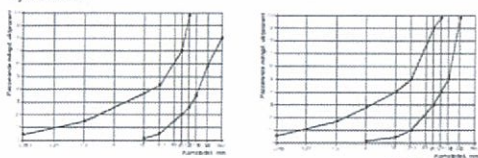
Construction with rock fill

Sorted rock fill

0/1000 mm
Requirements on rock quality
Largest stone size not more than half layer thickness

Crushed rock fill

0/300 mm
Requirements on rock quality



2010-10-11 Swedish Road Administration 5

Vägverket

European Standard

- Product standard
 - specifies the properties of aggregates
 - Factory production control (quality system)
- Method standard
 - Methods to describe properties

The products properties declared by the producer before put the product on the market

2010-10-11 Swedish Road Administration 6

Vägverket

Swedish requirements
EN-13242 Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction

AMA 07	Covered roads		Frost protection	Gravel Roads		
	Base Course	Subbase		Wearing course	Base Course	Subbase
Percentage of crushed or broken particles	C50/00	Yes		CNR/50	CNR/50	
Resistance to wear	M _W 20: no construction traffic M _W 25	M _W 25: no construction traffic M _W 25		M _W 30 edine 14-30	M _W 30	M _W 30
Resistance to fragmentation	L _{Am}					
Fines quality	>35	>30		10-50	edine 10-50	edine 10-50
Maximum density	Yes					
Petrographic (mm)	<30, no construction traffic <50			< 40 %		
organic matter	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Grading	Grading Q ₀ /Q _{0.15}	Grading not SS-EN	0.063 ± 5 %	Grading Q ₀ /Q _{0.15}	Grading Q ₀ /Q _{0.15}	Grading Q ₀ /Q _{0.15}

2010-10-11 Swedish Road Administration 11

Vägverket

European Standard EN-13242
Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction

Properties

- Geometrical requirements
 - Aggregates sizes
 - Grading
 - Shape of aggregate
 - Percentage of crushed or broken particles and of totally rounded particles in coarse aggregates
 - Fines content
 - Fines quality
- Physical requirements
 - Resistance to fragmentation
 - Resistance to wear
 - Particle density
 - Water absorption
- Chemical requirements
- Durability requirements

2010-10-11 Swedish Road Administration 8

Vägverket

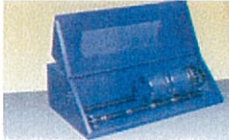
Physical requirements

Property:
Resistance to fragmentation

Method :
Los Angeles coefficient



Resistance to wear
micro-Deval coefficient



2010-10-11 Swedish Road Administration 8