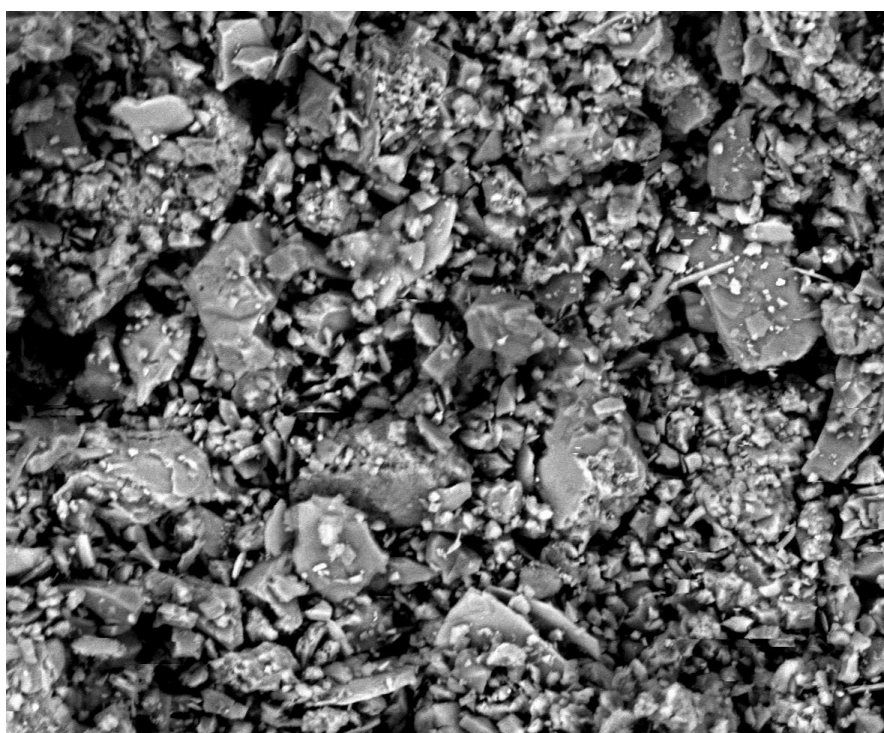


Katsemetoodika koostamine lisandfilleri osakaalu määramiseks asfaltsegudes

AS Teede Tehnokeskus

2010-14



20 μm
|—|

EHT = 20.00 kV

WD = 8.5 mm

Signal A = CZ BSD

Photo No. = 3254



MAANTEEAMET

Tallinn 2010

Uurimistöö koostamisel osalesid:

Marek Truu, Silver Siht (AS Teede Tehnokeskus)

Uurimistöö valmimisele aitasid kaasa:

Mare Kalkun (AS Eesti Geoloogiakeskus)

Margus Voolma (TTÜ Geoloogiainstituut)

Gert Toime (AS Nordecon Infra)

Sven Pihel (AS Lemminkäinen Eesti)

Enno Needrit (Teele REV-2)

KATSEMETOODIKA KOOSTAMINE LISANDFILLERI OSAKAALU MÄÄRAMISEKS ASFALTSEGUEDES

Vastutav teostaja: Marek Truu

Projektijuht

Tallinn, 2010

SISUKORD

SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	5
UURIMISTÖÖ IDEOLOOGIA	5
LÄHTEMATERJALIDE KATSETAMINE	5
Täitematerjali fraktsioonid	5
Sõelmete peenosise ja filleri segu.....	6
Terastikuline koostis õhujoas	7
Terastikuline koostis areomeetrikatsel.....	8
Karbonaatsete ühendite sisaldus.....	9
SEGUDE PROJEKTEERIMINE JA KATSETAMINE.....	9
Terastikuline koostis areomeetrikatsel.....	11
Vaatlused elektronmikroskoobiga (SEM).....	12
Karbonaatsete ühendite sisaldus.....	14
Karbonaatsete ühendite sisalduse miinimumnõude arvutamine	14
KATSEMETOODIKA	16
Areomeetri katse PANK 2103	17
Karbonaatsete ühendite katse	17
CaCO ₃ sisalduse nõuetekohasuse kontrollimine	17
JÄRELDUSED JA SOOVITUSED	18
KOKKUVÕTE.....	19
KASUTATUD KIRJANDUS	20
LISAD.....	21

SISSEJUHATUS

Käesolev uurimistöö on koostatud Maanteeameti (edaspidi Tellija) tellimusel. Uurimistöö viis läbi AS Teede Tehnokeskus.

Uurimistöö eesmärk on selgitada, kuidas muutuvad täitematerjali peenfraktsioonide ja filleri omadused asfaldisegude tootmise ja ekstraheerimise tagajärjel ja teha kindlaks, kas filleri osakaalu asfaltsegus on võimalik hinnata teatud tingimustel kaudselt, pärast ekstraheerimist. Seoste olemasolul töötada välja katsetoodika lisandfilleris osakaalu määramiseks asfaltsegudes.

Uurimistöö vajaduse tingis asjaolu, et aastatel 2008-2009 oli mitmetel objektidel probleeme tardkivimkillustikust asfaldikihtide tihendamisega, mille üheks põhjuseks võib olla kogemuslikult asjaolu, et asfaltsegudesse ei lisata piisaval hulgal kvaliteetset, spetsiaalselt asfaldisegude jaoks toodetavat kindla terakoostise ja skeletipoorsusega lubjakivipulber e. fillerit, vaid kasutatakse tootmise käigus tekkivat tardkivimtolmu.

Teehoiutööde kvaliteedinõuetes on sätestatud lisandfilleri minimaalse sisalduse nõue. Praktikas puudub täna meetodika, millega hinnata lisandfillerifilleri hulka ja osakaalu segus.

UURIMISTÖÖ IDEOLOOGIA

Uurimistöö käigus tuginetakse teadmisele, et spetsiaalselt asfaltsegude jaoks toodetav filler on lubjakiviprodukt, st. karbonaatne kivim ning kindla terakoostisega. Võttes eelduseks, et asfaldisegus ei ole teisi, filleri peensusmooduliga võrreldavaid karbonaatseid osakesi, uuritakse töös võimalust määrata lisandfilleri osakaal peenosise peensusu ja karbonaatsete osakeste osakaalu kaudu.

LÄHTEMATERJALIDE KATSETAMINE

Täitematerjali fraktsioonid

Käesolevas uurimistöös vaadeldi filleriga toimuvat tootmisprotsessis laboratoorselt, kolme erineva asfaldisegu – AC12, AC16 ja SMA12 baasil. Uurimistöö jaoks valiti lähtematerjalid selliselt, et iga asfaldisegu skelett koosneks erinevast lähtekivimist. Skeleti moodustamiseks kasutati järgmisi lähtematerjale:

- SMA12 – Polveniitty karjääri tardkivimkillustik fr 0/2, 2/4*, 4/8, 8/12, 12/16
- AC 12 – Nordstone karjääri tardkivimkillustik fr 0/5, 5/8, 8/11, 11/16*
- AC16 – Inkoo karjääri tardkivimkillustik fr 0/4, 3/6, 6/12, 12/18

** lisafraktsioon, ei kasutatud segu koostamisel*

Kõikidel killustikufraktsioonidel määrati laboris terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi asfaltsegude projekteerimiseks ja koostamiseks ning sõelmete fraktsioonidest eraldati piisav kogus peenosist (<0,063 mm) edasiseks katsetamiseks. Katsetulemused on esitatud lisas 1.

Sõelmete peenosise ja filleri segu

Katsetulemuste võrdlusbaasi saamiseks segati esmalt sõelmete peenosise ja lisandfilleri vahekorras 50/50. Seejärel tehti sõelmete peenosise (PO), lisandfilleri (F) ning sõelmete peenosise ja lisandfilleri segule (PO+F) sõelanalüüs õhujoas EVS-EN 933-10:2009 järgi. Vaatluse all olid järgmised materjalid:

- Vão karjääri filler (proov 1772)
- Polveniitty sõelmete (1752) peenosise fr 0/0,063 mm
- Nordstone sõelmete (1755) peenosise fr 0/0,063 mm
- Inkoo sõelmete (1591) peenosise fr 0/0,063 mm
- 50% Polveniitty sõelmete (1752) peenosise fr 0/0,063 mm + 50% Vão filler
- 50% Nordstone sõelmete (1755) peenosise fr 0/0,063 mm + 50% Vão filler
- 50% Inkoo sõelmete (1591) peenosise fr 0/0,063 mm + 50% Vão filler

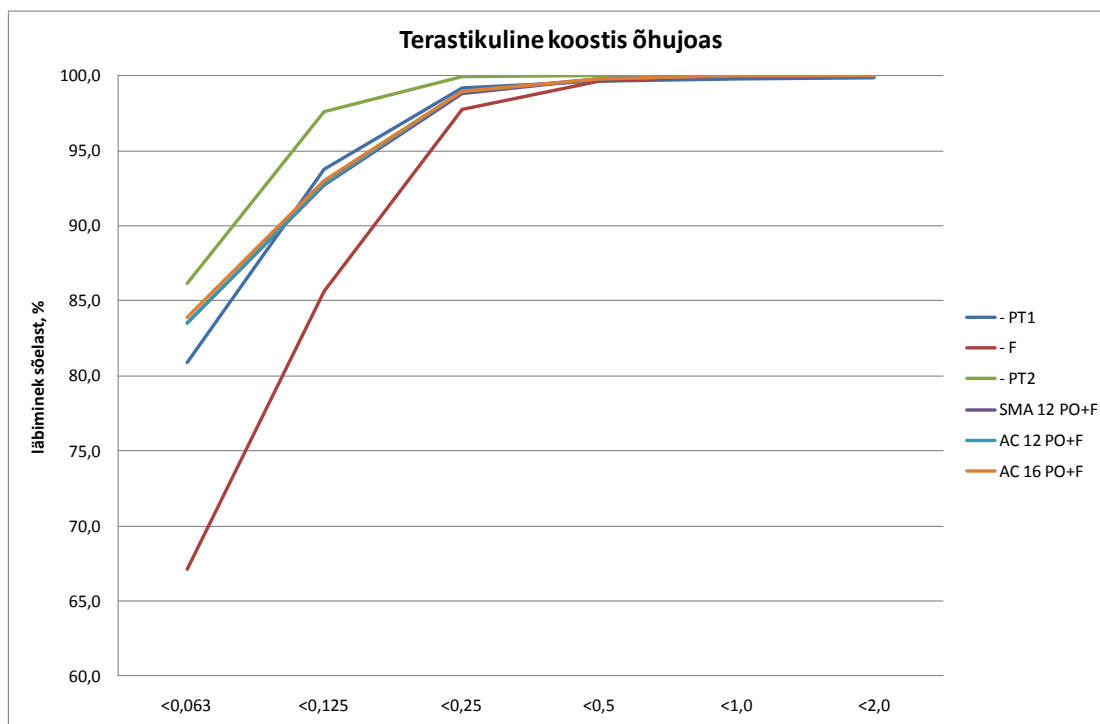
Lisaks katsetati võrdluse saamiseks ka kahe erineva asfaltbetoonitehase filtrites kinni püütud ja tootmises kasutatavast punkritolmust:

- AB tehase punkritolm (70% lubjakivi ja 30% tardkivi) (PT1)
- AB tehase punkritolm (tardkivi) (PT2)

Nimetatud lähtematerjalidel määrati kolme paralleelkatsega:

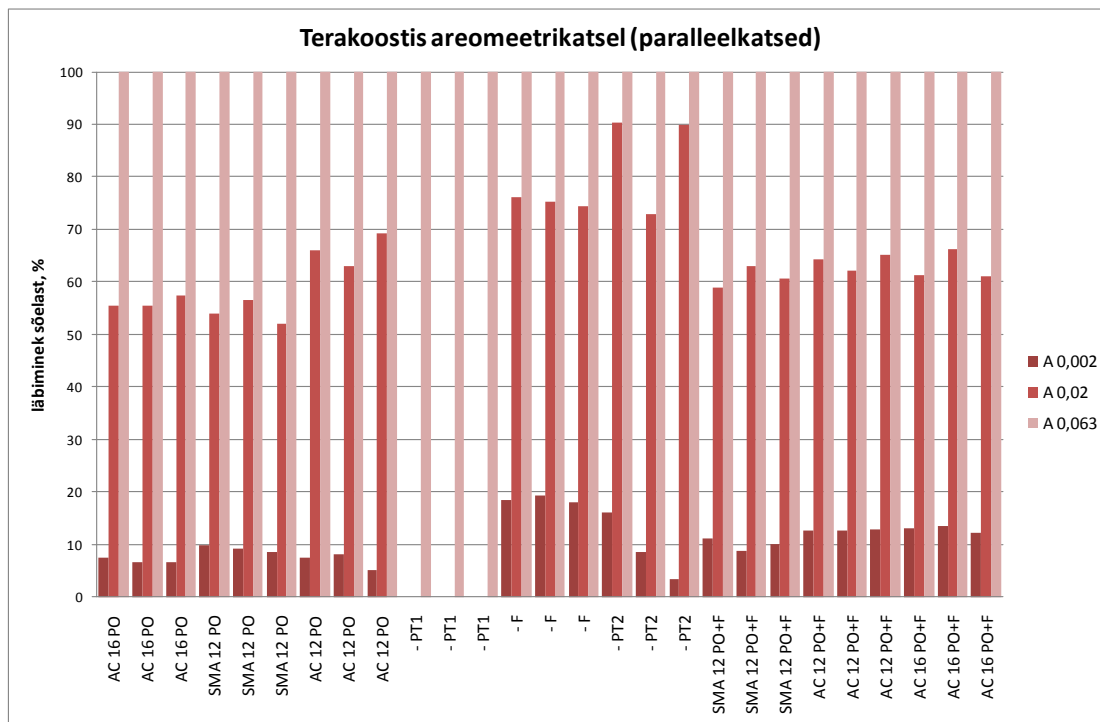
- terastikuline koostis sõelanalüüsiga õhujoas EVS-EN 933-10:2009 järgi (katsetulemused esitatud Lisas 1, tabelis 4)
- savisisaldus areomeetri katsel PANK 2103 järgi (katsetamise fr on 0/0,063 mm, katsetulemused esitatud aruande lisas 1, tabelis 5)
- karbonaatsete ühendite sisaldus lagundamise meetodil

Terastikuline koostis õhujoas



Ülaltoodud graafikust nähtub paralleelkatsete tulemuste hea võrreldavus, st. kasutatud materjalide ühtlus. Seejuures annavad erinevate baastäitematerjalide sõelmete peenosiste ja fillerite segud ühtlase tulemuse. Samas on näha, et võrreldes spetsiaalselt ettevalmistatud täitematerjali peenosisega, on lisandfiller mõnevõrra jämedam. Edasised katsed on teostatud üksnes fraktsioonile < 0,063 mm.

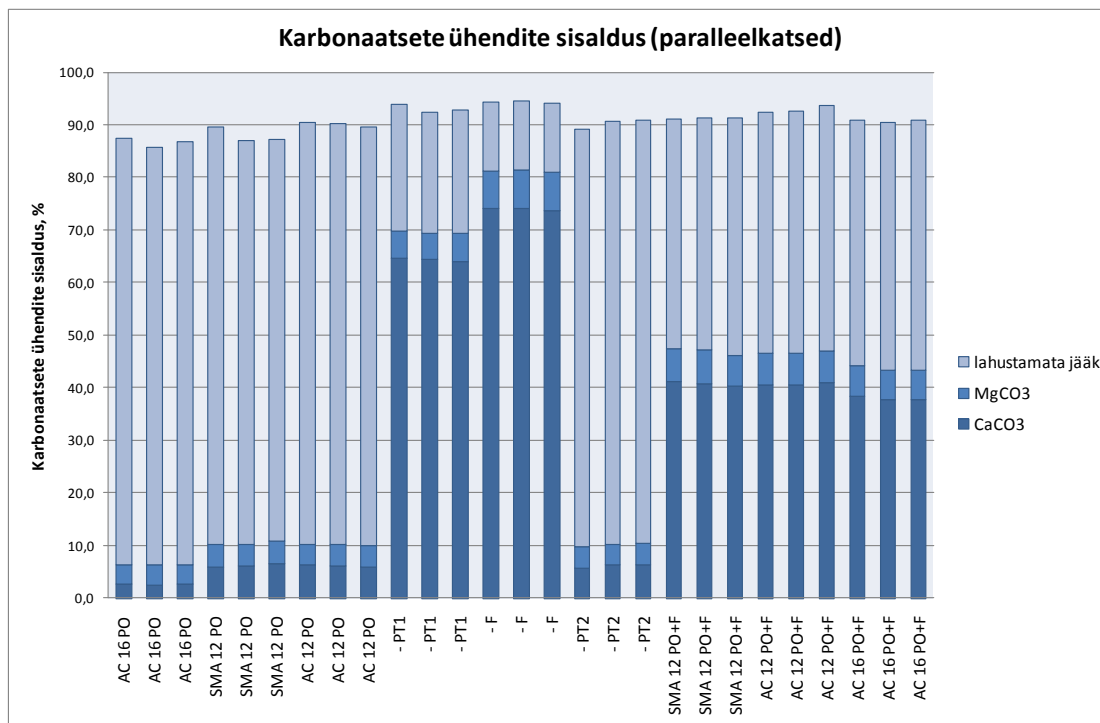
Terastikuline koostis areomeetrikatsel



Lähtematerjalidele tehtud areomeetrikatsed (fr 0,063mm) näitavad peenosiste ja filleri osas paralleelkatsed fr 0,002 mm osakaaluks vastavalt 5-10% ja 17-19%, mis korreleerub hästi peenosise ja filleri segus saadud 12-13% osakaaluga. Fr 0,02 mm osakaalud varieeruvad peenosiste juures SMA12 ja AC16 segude puhul 52-57% ning AC12 segu puhul 63-69% ning filleri juures 74-76%, mis korreleerub ligikaudu peenosise ja filleri segu saadud tulemustele vahemikus 59-66 (AC12 üllatuslikult kõrgemaid tulemusi arvestamata).

Asfaltbetoonitehastes kasutatavate punkritolmude osas ei andnud aga pae ja graniitkillustiku tolmu (PT1) areomeetrikatsel üldse tulemust, st osakeste suurus jääb vahemikku 0,02-0,063mm, ega oma seetõttu eraldivõetuna eeldatavalt filleriga võrreldavat peenosust. Tardkivitolmu (PT2) seevastu näitas paralleelkatses arvestatavat ebaühtlust, kus fr 0,002 mm osakaal jäi vahemikku 3-16% (olles sellega keskmisena võrreldav kasutatud peenosistega (PO) ning fr 0,02 osakaal 72-90 (olles keskmisena mõnevõrra suuremgi lisandfilleri vastavast näitajast).

Karbonaatsete ühendite sisaldus



Kuna katsetes kasutatud peenosised on tardkivimilised, on ootuspärane, lubjakivifilleri lisamine on karbonaatsete ühendite katse väga hästi selgitatav. Nii vaadeldud peenosistel kui tardkivimilisel punkritolmul PT2 on karbonaatsete ühendite sisaldus valdavalt 10% juures (erandiks AC16 – ca 7%). Seevastu filleril on karbonaatsete ühendite sisaldus ca 80% ja segupunkritolmul PT1 70%. Peenosise ja lisandfilleri segudel (PO+F) on karbonaatsete osakeste sisaldus ca 47%, AC16 puhul 45%.

SEGUDE PROJEKTEERIMINE JA KATSETAMINE

Uurimistöö käigus projekteeriti kolm erinevat asfaltsegu – üks SMA segu ja kaks AC-tüüpi segu, AC12 ja AC16. Segude projekteerimisel lähtuti põhimõttest, et lisandfilleri osakaal on ca 50% peenosise massist. Projekteeritud segude andmed on esitatud lisas 1.

Kõik kuivsegud segati mineraalmaterjalide seguna laboratoorse segistiga. Segudel määrati terastikuline koostis ja eraldati peenosid edasisteks katseteks. Alloleval joonisel on näha projekteeritud ja segatud kuivsegud pärast segamist.

AC 12

AC16

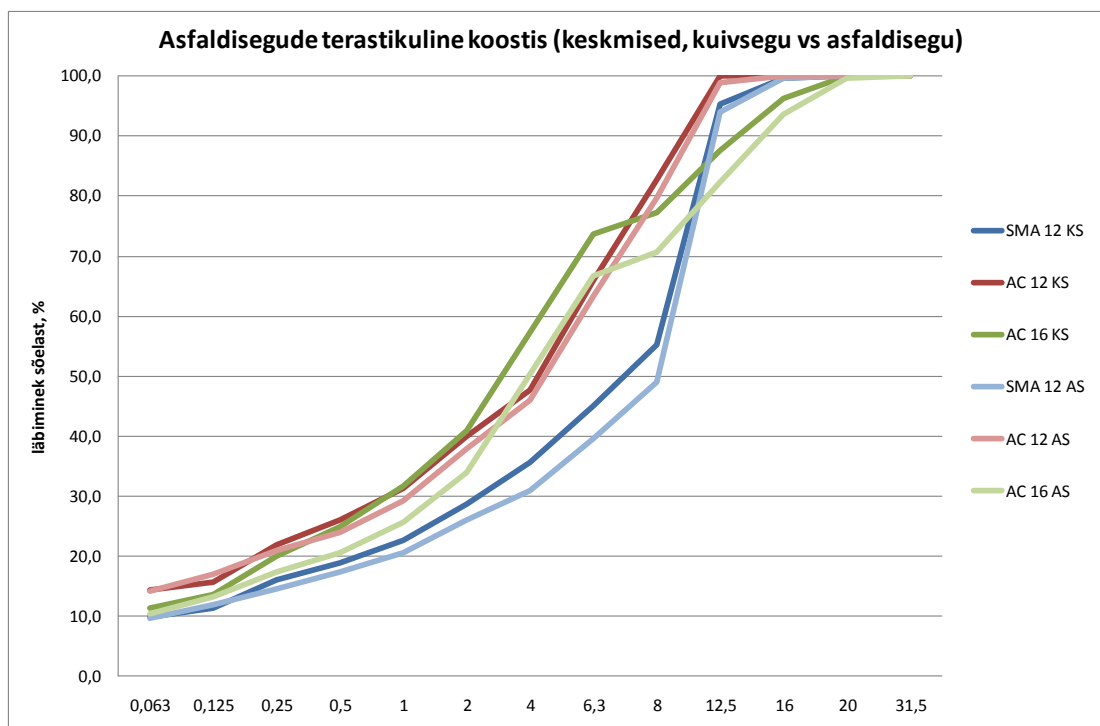
SMA12



Kõik asfaltsegud segati samuti laboratoorse segistiga, kusjuures esmalt valmistati mineraalmaterjalide segu nagu kuivsegude puhul, millele lisati bituumen ja segati koos ühtlase tulemuse saamiseni. Pärast segamist segud ekstraheeriti, määrati terastikuline koostis ja sideainesisaldus ning eraldati peenosid edasiste katsete läbiviimiseks. Allolevatel piltidel on toodud kuivsegu (vasakul) ja asfaltsegu (paremal).

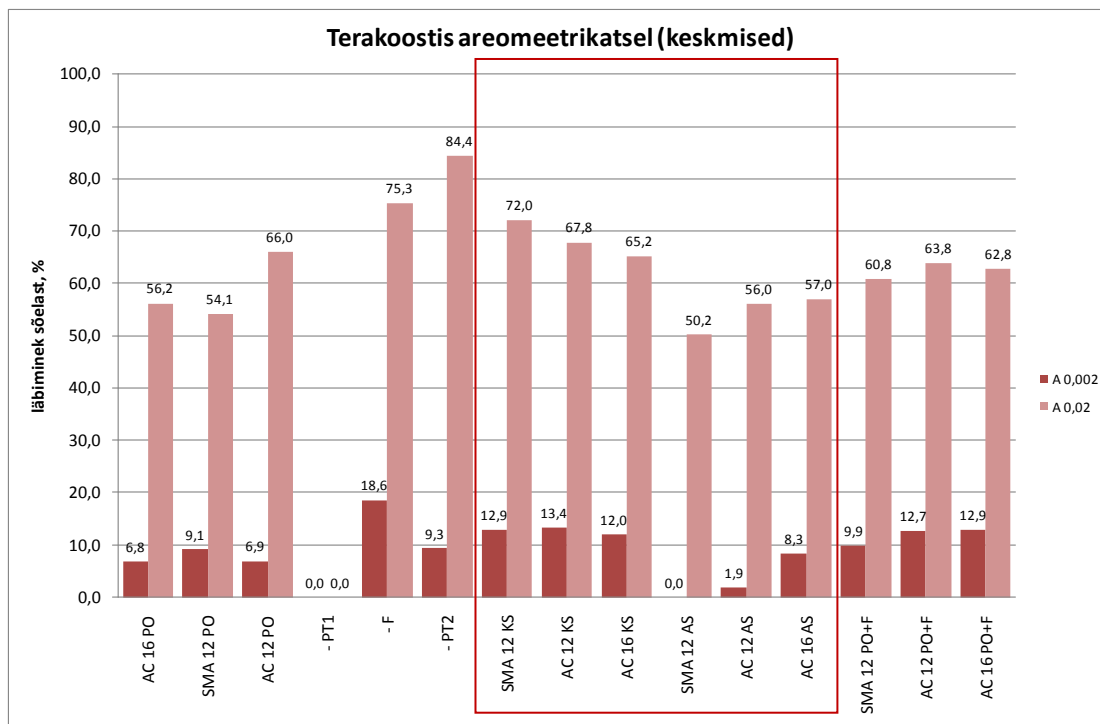


Nii kuiv- kui asfaltsegudes määrati terastikuline koostis ja peenosise sisaldus vt. allolev joonis.



Edasised katsed teostati iga segu peenosisega (fr 0,063 mm). Iga valmissegu peenosisel määrati terastikuline koostis areomeetri katsel ning karbonaatsete ühendite sisaldus lagundamise meetodil kolme paralleelkatsega.

Terastikuline koostis areomeetrikatsel



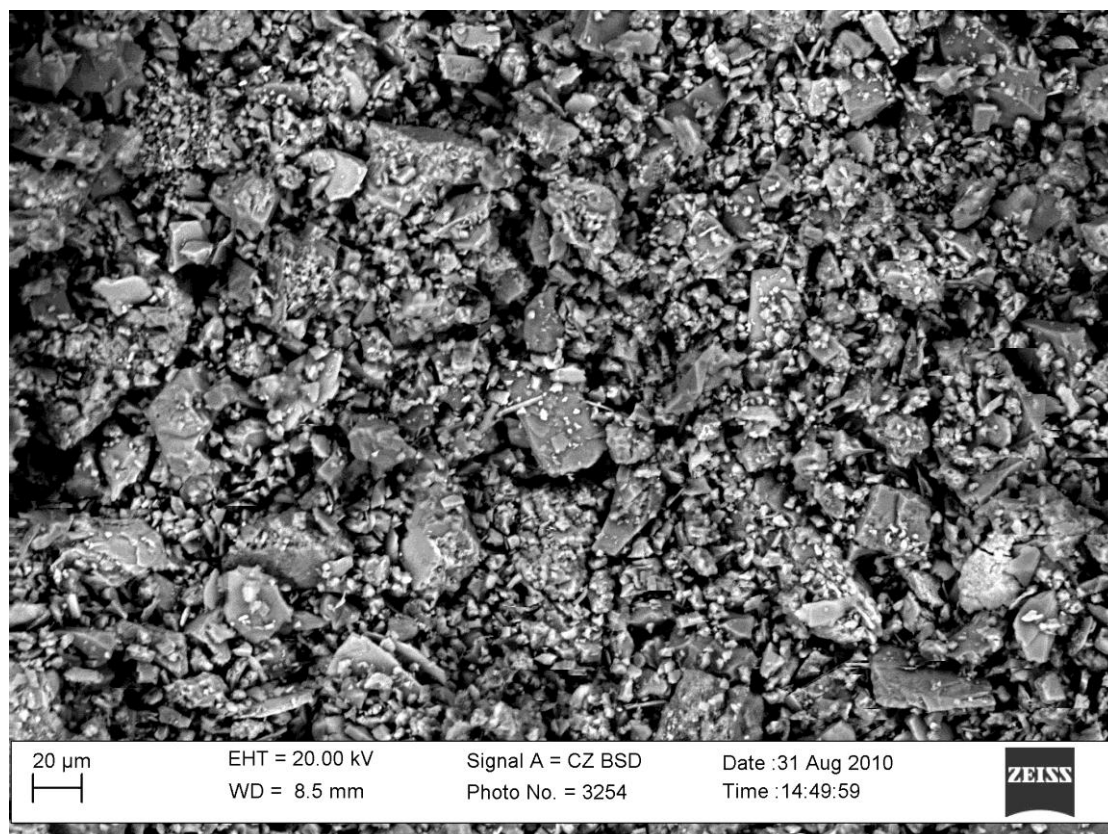
Ülaltoodud joonise, areomeetrikatsete paralleelkatsetest nähtub, et nii kuivsegude kui asfaldisegude ebaühtlus on mõnevõrra suurem kui ainult peenosise ja lisandfilleri segudel. Samas leiab suurem muudatus aset kuiv- ja asfaldisegude omavahelisel võrdlemisel. Kui kuivsegude puhul jääb fr 0,002 mm osakaal peenosises vahemikku 9-17%, siis asfaldisegudes on vastavafraktsiooni osakaal enam kui pooltel katsetel 0% ning ülejäänud katsetel kuni 10%. Fraktsiooni 0,02 mm puhul on vastavad näitajad 61-80% (kuivsegud) ning 47-59% (asfaldisegud).

Eeldades, et ekstraheerimise käigus püütakse kinni kogu mineraalmaterjal, võib eeltoodust võib järeldada, et laboratoorselt segatud bituumensegus muutuvad fr 0,002 ja 0,02 mm osakesed, mistõttu ei anna areomeetrikatse üheselt mõistetavaid tulemusi.

Samas näitavad tehtud katsed, et fr 0,02 mm osakaal asfaldisegus ei olnud ühelgi juhul alla 45%, samas ei ole teada, mille arvelt toimub peenosise sisalduse vähenemine asfaldisegus kuivsegudega võrreldes. See vajab täpsemalt uurimist ühe segu baasil, st. kuidas käitub areomeetrikatsel asfaltsegu, mille peenosis koosneb puhtast lisandfillerist, ja kuidas segu, mille peenosise moodustab kivimitolm (tardkivitolm, lubjakivitolm, erinevad punkritolmud). Eeldatavalt on võimalik nii saada selgeks, kuidas muutub erinevate peenmaterjalide osakaal segus ning tuua välja peenosise väiksema fraktsioonide (fr 0,02) piirväärtused, millest väiksema osakaalu korral on tõestatud filleri puudumine segus (kuigi, ei kinnita veel selle olemasolu).

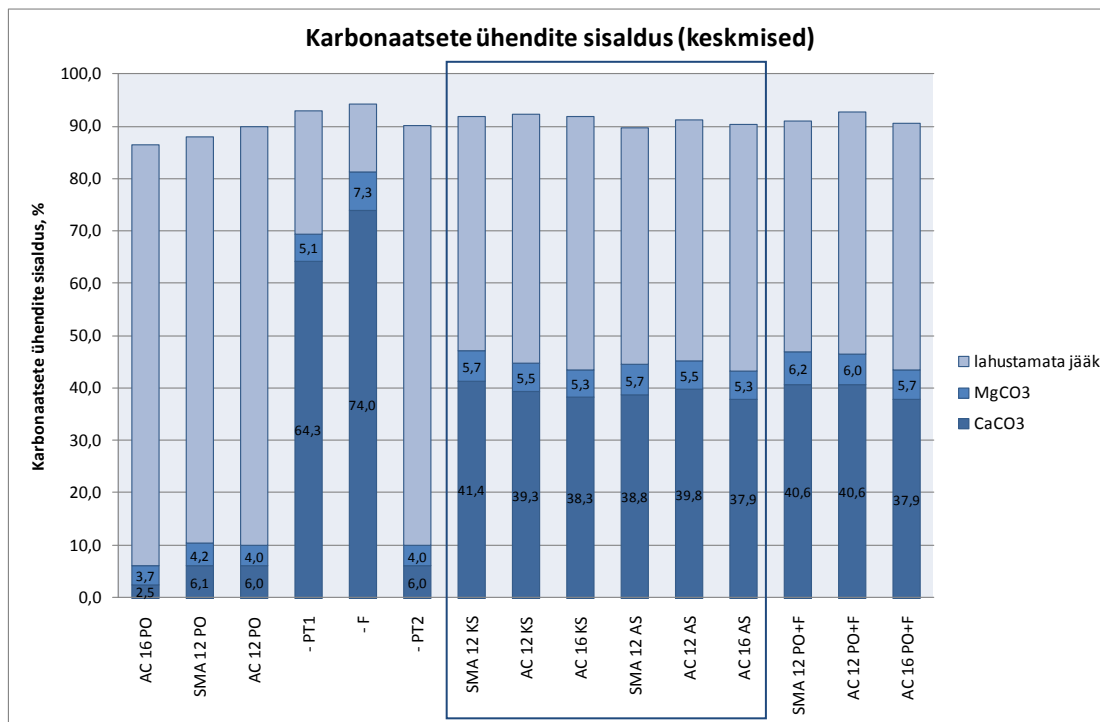
Vaatlused elektronmikroskoobiga (SEM)

Areomeetrikatsetest nähtub, et kõige peenem fraktsioon ($< 0,002\text{mm}$) eksisteerib küll nii filleris kui tardkivimi peenosises kuid mitte kõigis asfaldiproovides. Seejuures puudub vastav fraktsioon kõigis SMA 12 proovides ning kahes AC12 proovist (kolmest). Seetõttu otsustati teha täiendavad vaatlused skaneeriva elektronmikroskoobiga - madalvaakumi SEM Zeiss EVO MA15 koos Inca EDS analüsaatoriga.



Ülaltoodud pildil on näha AC 12 segu ekstraheeritud peenosisest tehtud suurendus elektronmikroskoobi all. Visuaalselt on näha ka väiksemate, eeldatavalt alla 0,002 mm terade olemasolu kuid nende suhteliselt heledam värvus viitab osakeste suhteliselt suuremale erimassile. Elektronmikroskoobiga vaadeldud proovide pildid on esitatud aruande lisa 4.

Karbonaatsete ühendite sisaldus



Samas annab ootuspäraselt ühtlase tulemuse karbonaatsete ühendite määramise katse. Katsed näitavad, et karbonaatsete ühendite sisaldus (KÜS) paralleelproovide vahel erineb minimaalselt ning praktiliselt ei muutu protsessis, jäädes vahemikku 43-48%.

Karbonaatsete ühendite sisalduse miinimumnõude arvutamine

Allolevas tabelis on toodud katsetatud peenosiste keskmine KÜS „KOKKU KÜS e. CO₃“ ning paralleelkatsete standardhälve „STDEV KOKKU CO₃“. Tardkivimi peenosise ja lisandfilleri keskmiste väärtuste alusel on arvutatud teoreetiline KÜS segus, milles on 50% fillerit ning „TEOR KÜS“ ning leitud selle erinevus peenosiste keskmise suhtes. Võimalik viga „Erinevus suhteline (teor'st)“ on leitud sellise erinevuse ja paralleelkatsete standardhälbe summa suhtena TEOR KÜS väärtusesse. Tabelist on näha, et uuringus teostatud 9x3=27 katse maksimaalseks veaks on sellisel juhul 3,6%

Materjal karb üh	CaCO ₃	MgCO ₃	lahustam ata jääk	KOKKU	KOKKU KÜS e. CO ₃	STDEV KOKKU CO ₃	TEOR KÜS e. CO ₃	Erinevus abs, %- ühikut	Erinevus suhteline (teor'st)
SMA 12 PO	6,1	4,2	77,6	88,0	10,4	0,4	10,4	-	-
AC 12 PO	6,0	4,0	79,9	90,0	10,1	0,1	10,1	-	-
AC 16 PO	2,5	3,7	80,4	86,6	6,2	0,0	6,2	-	-
SMA 12 PO+F	40,6	6,2	44,3	91,1	46,9	0,6	45,8	1,1	3,6%
AC 12 PO+F	40,6	6,0	46,3	92,9	46,6	0,3	45,7	0,9	2,6%
AC 16 PO+F	37,9	5,7	47,2	90,7	43,5	0,5	43,7	0,2	1,4%
SMA 12 KS	41,4	5,7	44,7	91,9	47,2	0,2	45,8	1,4	3,5%
AC 12 KS	39,3	5,5	47,5	92,2	44,8	0,2	45,7	0,9	2,4%
AC 16 KS	38,3	5,3	48,2	91,8	43,6	1,2	43,7	0,1	3,0%
SMA 12 AS	38,8	5,7	45,3	89,8	44,5	0,2	45,8	1,3	3,3%
AC 12 AS	39,8	5,5	46,0	91,3	45,3	0,2	45,7	0,4	1,2%
AC 16 AS	37,9	5,3	47,3	90,5	43,2	0,4	43,7	0,5	2,2%
- F	74,0	7,3	13,1	94,3	81,2	0,2	81,2	-	-
- PT1	64,3	5,1	23,6	93,0	69,4	0,2	-	-	-
- PT2	6,0	4,0	80,2	90,2	10,0	0,4	-	-	-

Arvestades tehtud katsete mahtu võiks arvestada maksimaalse veaga ca 5%. Alltoodud tabelis on tehtud näitlik arvutus asfaltsegu peenosise minimaalsele KÜS-väärtusele olukorras kus on võimalik usaldusväärselt hinnata kasutatava filleri KÜS (nt. deklareeritava minimaalse väärtusena) muu täitematerjali KÜS (nt. deklareeritava minimaalse väärtusena). Tabelis on võetud filleri KÜS 80%.

Muu tm KÜS**	Asfaldi KÜS***
0%	38,0%
1%	38,5%
2%	39,0%
3%	39,4%
4%	39,9%
5%	40,4%
6%	40,9%
7%	41,3%
8%	41,8%
9%	42,3%
10%	42,8%
11%	43,2%
12%	43,7%
13%	44,2%
14%	44,7%
15%	45,1%

* Kasutatava kivimaterjali KÜS (dekl min)

** Kasutatava filleri KÜS (dekl min)

*** Asfaldisegu täitematerjali peenosise min KÜS

Seega võib öelda, et asfaltsegu peenosise karbonaatsete ühendite sisalduse kaudu on võimalik tuvastada lisandfilleri ebapiisav sisaldus teatud tingimustel:

- eeldusel, et lisandfilleri KÜS > 80%, juhul kui asfaltsegu peenosise KÜS < 38%
- alternatiivina, juhul kui muu täitematerjali peenosise KÜS on teada ning eeldusel, et filleri KÜS > 80%, juhul kui asfaltsegu peenosise KÜS on väiksem tabelis toodud väärtusest.

Samas tuleb arvestada, et asfaltsegu peenosise katsetamisel ei ole võimalik tuvastada KÜS päritolu, mistõttu on ülaltoodud põhimõtetele vastava mittenõuetekohase filleri sisalduse määramise meetoodika juurutamiseks hädavajalik kehtestada asjakohased nõuded filleri ja asfaltsegu kasutatava muu täitematerjali peenosise KÜS-väärtuste deklareerimiseks ning deklareeritud väärtuste kontrolli põhimõtted. Vältimaks liiga suure minimaalse väärtuse deklareerimist on otstarbekas piirata deklareeritava vahemiku maksimaalne ulatus.

Lisandfilleri kvaliteeti reguleerib käesoleval hetkel Eesti standard EVS-EN 9001-1:2009. Nimetatud standard kehtestab karbonaatsete ühendite osas nõude üksnes CaCO_3 sisaldusele, mis peab olema > 70%. Seega saab ülaltoodu põhjal teha järgmise järelduse: juhul kui karbonaatanalüüsiga tuvastatud CaCO_3 sisaldus segus on < 33% võib olla kindel, et segusse ei ole lisatud lisandfillerit vähemalt 50% ulatuses asfaldisegu peenosise massist.

KATSEMETOODIKA

Käesolevas uurimistöös kasutati peenosise omaduste määramisel kahte olemasolevat meetoodikat – areomeetri katset (PANK 2103) peenosise peenosuse määramiseks ning karbonaatsete ühendite määramise katset (Eesti Geoloogiakeskus). Uurimistöös ei selgunud asjaolusid, mis kinnitaksid kasutatud katsete muutmise vajadust filleri osakaalu selgitamise eesmärgil. Käesolevas töös teostatud katsete kasutamiseks edaspidiste tööde võrdlusbaasina on otstarbekas kasutada katsemetoodikaid edaspidi samal kujul.

Areomeetri katse PANK 2103

Areomeetri katse on ette nähtud pinnaste savi-, saue ja moreeniosakeste terakoostise (peensuse) määramiseks. Terakoostise määramine toimub areomeetri abil, pinnaseosakeste settimise kiiruse järgi pinnasesuspensioonis. Katsemeetod baseerub ASTM standardil: 1989 Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.08 Soil and Rock, Building Stones; Geotextiles, D 422 - 63 Standard Method for Particle-Size Analysis of Soils. PANK 2103 meetodit kasutati uurimistöös kohandatuna, kus peensõelana on kasutatud standardset 0,063 mm sõela.

Karbonaatsete ühendite katse

Karbonaatsete ühendite katse on ettenähtud mineraalmaterjalide karbonaatsete ühendite osakaalu määramiseks materjalis. Katses kasutatakse karbonaatsete ühendite määramisel proovi 1:4 soolhappes lagundamise meetodit, kus CaO mõõtmine viiakse läbi tiitrimisega triloon-B'ga ja MgO mõõtmine aatom-absorptsioon-spektromeetril atsetüleen-õhk leegis. Lahustamatu jääk selgitatakse kaalanalüüsiga. Katsemetoodika baseerub Loode-Venemaa Geoloogiavalitsuse Kesklaboratooriumi (VSEGEI) karbonaatsete kivimite lühendatud analüüsi juhendil 1968 modifitseerituna Soome vastavate standardite põhjal, kasutades tiitrimisel triloon-B'd.

CaCO₃ sisalduse nõuetekohasuse kontrollimine

Uurimistöö teostaja teeb ettepaneku sätestada nõude „lisandfilleri osakaal valmissegus peab olema vähemalt 50% valmissegu peenosise massist“ kontrollimine töövõtulepingutes alljärgnev:

Tellijal on õigus kontrollida lisandfilleri piisavust valmissegus karbonaatanalüüsiga (nt Geoloogiakeskuse STT 4 või analoogne). Asfaldiproov võetakse segust analoogiliselt asfaltsegu täitematerjali terastikulise koostise määramiseks sõelanalüüsiga (EVS-EN 933-1) võetavate proovidega. Proovil määratakse terastikuline koostis ja sideaine ning peenosise sisaldus. Saadud peenosisele määratakse karbonaatsete ühendite sisaldus (CaCO₃ ja MgCO₃) karbonaatanalüüsiga (Eesti Geoloogiakeskuse standard STT 4 või analoogne).

Karbonaatanalüüsil saadud CaCO₃ sisaldus valmissegu peenosises (< 0,063mm) peab olema >33%.

JÄRELDUSED JA SOOVITUSED

- Areomeetrikatsete käigus selgus, et peenosise terakoostis on erinev kuivsegudel ja asfaltsegudel. Katsete käigus ei selgunud aga kas selline muutus võis olla tingitud pigem filleri või tardkivimi peenosise omaduste muutumisest. Seetõttu ei ole võimalik käesoleva uurimistöö baasil selgelt hinnata areomeetrikatsete väärtust lisandfilleri osakaalu hindamisel. Areomeetrikatsete kasutuse sobivuse hindamiseks filleri osakaalu tuvastamisel soovitame läbi viia katsed eraldi bituumeni-fillerisegu ja tardkivitolmu - filleri segu ekstraheerimise produktile ning anda hinnang pärast selliste segude areomeetrikatseid ja vaatlust elektronmikroskoobi all.
- Karbonaatsete ühendite katse võimaldab selgitada karbonaatsete osakeste piirmäära, millest väiksema määra korral on tõendatud, et asfaltsegu kasutatud filleri kogus <50%. Arvestades fillerile esitatud nõudeid (CaCO_3 sisaldus peab olema vähemalt 70%), saab uurimistöö põhjal välja tuua järgmist: juhul kui karbonaatanalüüsiga tuvastatud CaCO_3 sisaldus segus on <33% võib olla kindel, et segusse ei ole lisatud lisandfillerit vähemalt 50% ulatuses asfaldisegu peenosise massist.
- Juhul kui on teada asfaltsegu kasutatava filleri ja muu täitematerjali peenosise tegelik karbonaatsete ühendite sisaldus, võib ülalnimetatud piirmäär (st. CaCO_3 vähim sisaldus) ka suurem. Seetõttu on soovitav filleri puhul täpsustada ja muude täitematerjali peenosisele kehtestada nõuded kasutatavate täitematerjalide karbonaatsete ühendite sisalduse määramiseks asjakohase vahemikuna, st. piirates deklareeritava vahemiku laius.
- Käesoleva töö tegija hinnangul imiteerib laboratoorne asfaldi tootmine piisava täpsusega tegelikku, reaalses asfalditehasest olevat protsessi. Siiski on soovitav kontrollida laboratoorselt saadut tegelike asfalditehasest pärit segudega.
- Ülaltoodule tuginedes on soovitav läbi viia täiendav uuring, mis täpsustaks kuidas muutuvad erinevate lähtematerjalide peenosised (eraldi kasutatuna) asfaltsegu ning tuua välja seosed lisandfilleri ning erinevate peenosiste ja (punkri)tolmude omaduste muutumise kohta. Uuring peaks muuhulgas (st. lisaks tardkivimi peenosisele) hõlmama ka erinevate karbonaatsete

peenosiste hindamist. Uuring peaks sisaldama asfalditehases toodetud segu karbonaatsete ühendite sisalduse määramist ning samadel tingimustel (samas vahekorras komponendid) laboratoorselt segatud segu võrdlust.

- Töö käigus selgus, et paljudel juhtudel on ACsurf segude tootmisel ääretult problemaatiline tagada lisandfilleri minimaalselt 50% osakaalu valmis segu peenosise massist. Tootjate kinnitusel seda eelkõige väikese tolmusisaldusega algmaterjali (tardkivisõelmed) piiratud saadavuse tõttu turul. Samas ei ole teostatud põhjanevaid uuringuid, mis selgitaksid lubjakivifilleri märkimisväärseid eeliseid tardkivimi tolmu ees. Samas on oht, et filleril asemel lisatakse segudesse muid peenosiseid, sh. põlevkivituhka, klinkritolmu ja paekillustikutolmu, mille omadused ei pruugi olla sobivad asfaldisegudes kasutamiseks suure savi- vm. osiste sisalduse tõttu. Seetõttu tuleks läbi viia uuringud, mis selgitaksid laboratoorselt, kas ja kuidas mõjutavad erinevate peenosiste kasutamine asfaldisegu omadusi, stabiilsus, voolavus, deformatsioonikindlus jms.

KOKKUVÕTE

Teostatud uuringud näitavad, et testitud katsemetoodikad annavad teatud tingimustes usaldusväärseid tulemusi. Kolme erineva tardkivimi peenosistega tehtud katsed võimaldavad väita, et karbonaatanalüüsiga on võimalik selgitada karbonaatsete osakeste piirmäära, millest väiksema määra korral on tõendatud, et asfaltsegu kasutatud filleril kogus on väiksem kui 50%. Arvestades fillerile esitatud nõudeid (CaCO_3 sisaldus peab olema vähemalt 70%), saab uurimistöö põhjal välja tuua, et **juhul kui karbonaatanalüüsiga tuvastatud CaCO_3 sisaldus segus on <33% võib olla kindel, et segusse ei ole lisatud lisandfillerit vähemalt 50% ulatuses asfaldisegu peenosise massist.** Uurimistöös on toodud ka soovitus nõude sellise sõnastamiseks.

Samas ei võimalda senised uuringud siiski välja tuua üheseid seoseid filleril sisalduse ja katsetulemuste vahel kuna puudub usaldusväärne meetodika eristamiseks filleril osiseid muudest karbonaatsetest osistest. Selleks on soovitatav läbi viia eraldi uuringud. Uuringust ei selgunud, et usaldusväärsema tulemuse huvides oleks otstarbekas kasutatud katsemetoodikaid modifitseerida, mistõttu on soovitatav võrdluse huvides teostada järgnevad katsed samade meetoditega.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Katsemetoodika PANK 2103
2. Eesti Geoloogiakeskuse standard STT 4. Karbonaatanalüüs - katsemetoodika karbonaatsete ühendite määramiseks lagundamise meetodil.
3. Eesti Standard EVS 901-1:2009

LISAD

Lisa 1. Katseprotokoll nr 2002/10

Lisa 2. Analüüsi koondtabel

Lisa 3. Joonised:

- Asfaldisegude terastikuline koostis (keskmised, kuivsegud vs asfaldisegud)
- Terakoostis õhujoas (keskmised)
- Terakoostis õhujoas (paralleelkatsed)
- Terakoostis areomeetrikatsel (keskmised)
- Terakoostis areomeetrikatsel (paralleelkatsed)
- Karbonaatsete ühendite sisaldus (keskmised)
- Karbonaatsete ühendite sisaldus (paralleelkatsed)

Lisa 4. Elektronmikroskoobi (SEM) ülesvõtted

- Proov 1755 (AC 12 PO) 2 tk
- Proov 1772 (Filler) 2 tk
- Proov 2273 (AC 12 AS) 2 tk
- Proov 2010 (PT2) 2 tk

Tellija:	TEEDE TEHNOKESKUS AS JÄRELVALVE OSAKOND	
Töö ülesanne:	“Uurimistöö lisandfilleri osakaalu määramiseks asfaltsegudes”	proovide katsetamine
Proovide kirjeldus, katsetamine ja tulemused:	On esitatud järgnevates tabelites:	LK
	- Tabel nr 1. Algmaterjalide algandmed	2
	- Tabel nr 2. Laboratoorsete segude algandmed	2
	- Tabel nr 3. Killustike terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.	3
	- Tabel nr 4. Filleri ja tolmu terastikuline koostis (sõelanalüüs õhujoas) EVS-EN 933-10:2009 järgi.	3
	- Tabel nr 5. Savisisaldus areomeetri katsel PANK 2103 järgi (katsetamise fr on 0/0,063 mm)	4
	- Tabel nr 6. Karbonaatsete ühendite sisalduse määramine (Meetod: Lagundamine - proovi keetmine 1:4 soolhappes. Mõõtmise: CaO – tiitrimine; MgO – AAS-leek; Lah.jääk – kaalanalüüs)	5
	- Tabel nr 7. Kuivsegu SMA 12 (Polveniitty killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.	6
	- Tabel nr 8. Kuivsegu AC 12 (Nordstone killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.	7
	- Tabel nr 9. Kuivsegu AC 16 (Inkoo killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.	8
	- Tabel nr 10. Asfaltsegude lahustuva sideaine sisaldus EVS-EN 12697-1:2006 järgi.	9
	- Tabel nr 11. Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.	9
	- Tabel nr 12. Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.	10
	- Tabel nr 13. Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.	11
	- Tabel nr 14. Asfaltsegu SMA 12 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenosisest).	12
	- Tabel nr 15. Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenosisest).	13
	- Tabel nr 16. Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenosisest).	14

Tabel nr 1. Algmaterjalide algandmed

Labori Reg nr	Materjal	Võtmise kuupäev
1772	Väo karjääri filler	10.06.2010
1773	Naftabituumen Nynas 70/100	16.06.2010
1752	Polveniitty karjääri sõelmed fr 0/2 mm	29.05.2009
1753	Polveniitty karjääri killustik fr 2/4 mm	29.05.2009
1754	Polveniitty karjääri killustik fr 4/8 mm	29.05.2009
1755	Polveniitty karjääri killustik fr 8/12 mm	29.05.2009
1756	Polveniitty karjääri killustik fr 12/16 mm	29.05.2009
2010	AB tehase punkritolm (Nordstone graniit)	17.06.2010
1755	Nordstone karjääri sõelmed fr 0/5 mm	17.06.2010
1756	Nordstone karjääri killustik fr 5/8 mm	17.06.2010
1757	Nordstone karjääri killustik fr 8/11 mm	17.06.2010
1758	Nordstone karjääri killustik fr 11/16	17.06.2010
1771	AB tehase punkritolm (70% pae ja 30% Inkoo graniit)	10.06.2010
1591	Inkoo karjääri sõelmed fr 0/4 mm	9.06.2010
1592	Inkoo karjääri killustik fr 3/6 mm	9.06.2010
1593	Inkoo karjääri killustik fr 6/12 mm	9.06.2010
1594	Inkoo karjääri killustik fr 12/18 mm	9.06.2010

Tabel nr 2. Laboratoorseste segude algandmed

Labori Reg nr	Segu	Segamise kuupäev
2260	Kuivsegu SMA 12 (Polveniitty killustik) – retsept nr 10/10	14.07.2010
2261	Kuivsegu AC 12 (Nordstone killustik) – retsept nr 11/10	14.07.2010
2262	Kuivsegu AC 16 (Inkoo killustik) – retsept nr 12/10	14.07.2010
2272	Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik) – retsept nr 10/10	15.07.2010
2273	Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik) – retsept nr 11/10	15.07.2010
2274	Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik) – retsept nr 12/10	15.07.2010
2320	50% Polveniitty sõelmede (1752) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	19.07.2010
2321	50% Nordstone sõelmede (1755) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	19.07.2010
2322	50% Inkoo sõelmede (1591) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	19.07.2010

Tabel nr 3. Killustike terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.

Reg nr	Karjäär	Fr (mm)	Läbib sõela ava (mm) massi %-des											
			0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20
1591	Inkoo	0/4	10,8	14	23	33	46	66	94	99	100	-	-	-
1592		3/6	1,7	2	2	2	3	4	25	93	100	-	-	-
1593		6/12	1,1	1	2	2	2	2	3	14	29	92	100	-
1594		12/18	1,0	1	1	1	1	1	1	2	2	20	73	100
1755	Nordstone	0/5	15,9	20	26	36	49	71	91	100	-	-	-	-
1756		5/8	1,8	2	2	2	3	3	4	50	91	100	-	-
1757		8/11	1,0	1	1	1	1	1	1	3	16	98	100	-
1758		11/16	1,1	1	1	1	1	1	1	1	2	28	93	100
1752	Polveniitty	0/2	15,4	21	29	39	54	76	99	100	-	-	-	-
1753		2/4	2,0	2	3	3	4	7	51	97	100	-	-	-
1754		4/8	1,5	2	2	2	2	2	7	57	95	100	-	-
1755		8/12	0,9	1	1	1	1	1	1	3	11	95	100	-
1756		12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	24	91	100

Tabel nr 4. Filleri ja tolmu terastikuline koostis (sõelanalüüs õhujoas)* EVS-EN 933-10:2009 järgi.

Reg nr	Katse nr	Materjal	Läbib sõela ava (mm) massi %-des					
			0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0
1772	1	Väo karjääri filler	66,6	85,4	97,8	99,6	100	-
	2		67,2	85,6	97,6	99,6	100	-
	3		67,6	85,8	97,8	99,8	100	-
1771	1	AB tehase punkritolm (70% pae ja 30% Inkoo graniit)	81,0	93,8	99,0	99,4	99,4	99,6
	2		81,0	94,0	99,2	99,8	100	-
	3		80,6	93,6	99,4	99,8	100	-
2010	1	AB tehase punkritolm (Nordstone graniit)	85,6	97,6	99,8	100	-	-
	2		86,2	97,6	100	-	-	-
	3		86,8	97,6	100	-	-	-
2320	1	50% Polveniitty sõelmete (1752) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	83,6	92,6	98,8	99,8	100	-
	2		83,4	92,8	98,8	99,8	100	-
	3		83,6	92,8	98,8	99,8	100	-
2321	1	50% Nordstone sõelmete (1755) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	83,4	92,8	99,0	99,8	100	-
	2		83,6	92,8	98,8	99,8	100	-
	3		83,6	92,8	99,0	99,8	100	-
2322	1	50% Inkoo sõelmete (1591) tolmu fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	84,2	93,2	99,0	99,8	100	-
	2		84,0	93,0	99,0	99,8	100	-
	3		83,4	92,8	99,0	99,8	100	-

* - Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteerimata katse.

Tabel nr 5. Savisisaldus areomeetri katsel *PANK 2103 järgi.

Reg nr	Katse nr	Materjal	Kivimaterjali osakaal proovis massi %-des	
			<0,002 mm	<0,02 mm
1772	1	Väo karjääri filler	12,2	50,7
	2		13,0	50,6
	3		12,2	50,3
1771	1	AB tehase punkritolm (70% pae ja 30% Inkoo graniit)	0,0	0,0
	2		0,0	0,0
	3		0,0	0,0
2010	1	AB tehase punkritolm (Nordstone graniit)	13,8	77,3
	2		7,3	62,8
	3		2,9	78,1
2320	1	50% Polveniitty sõelmete (1752) tolme fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	9,3	49,2
	2		7,2	52,5
	3		8,3	50,6
2321	1	50% Nordstone sõelmete (1755) tolme fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	10,5	53,7
	2		10,6	51,9
	3		10,7	54,4
2322	1	50% Inkoo sõelmete (1591) tolme fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	10,9	51,5
	2		11,4	55,6
	3		10,2	50,9
1752	1	Polveniitty sõelmed fr 0/2 mm	1,5	8,3
	2		1,4	8,7
	3		1,3	8,0
1755	1	Nordstone sõelmed fr 0/5 mm	1,2	10,5
	2		1,3	10,0
	3		0,8	11,0
1591	1	Inkoo sõelmed fr 0/4 mm	0,8	6,0
	2		0,7	6,0
	3		0,7	6,2
2260	1	Kuivsegu SMA 12 (Polveniitty killustik)	1,1	5,7
	2		0,9	7,2
	3		1,9	8,8
2261	1	Kuivsegu AC 12 (Nordstone killustik)	2,0	10,4
	2		2,1	10,1
	3		1,7	8,9
2262	1	Kuivsegu AC 16 (Inkoo killustik)	1,2	7,1
	2		1,3	7,6
	3		1,6	7,7
2272	1	**Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik)	0,0	4,5
	2		0,0	4,7
	3		0,0	5,5
2273	1	**Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik)	0,0	7,8
	2		0,0	8,0
	3		0,8	8,1
2274	1	**Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik)	1,0	5,7
	2		0,8	6,0
	3		0,8	6,2

* - Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteerimata katse.

** - asfaltsegust eraldati enne katsetamist sideaine

Tabel nr 6. Karbonaatsete ühendite sisalduse määramine*** (Meetod: Lagundamine - proovi keetmine 1:4 soolhappes. Mõõtmise: CaO – tiitrimine; MgO – AAS-leek; Lah.jääk – kaalanalüüs)

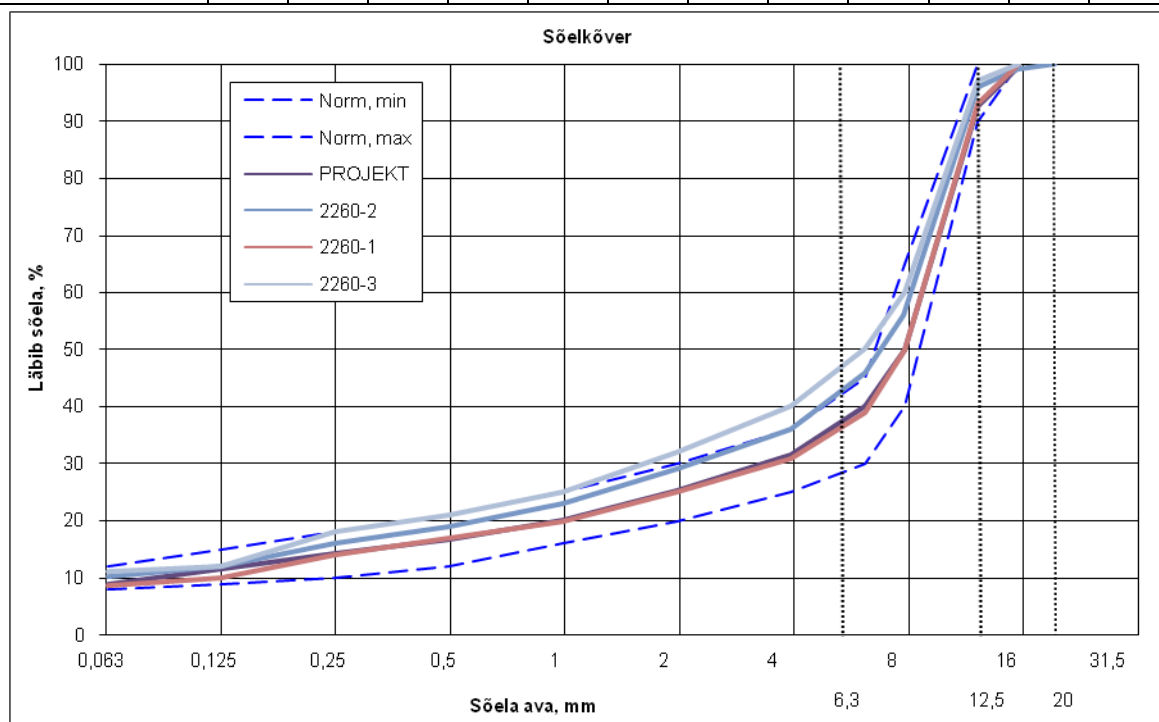
Reg nr	Katse nr	Materjal	CaO %	MgO %	Lahustu-matu jääk %
1772	1	Väo karjääri filler	41,64	3,42	13,07
	2		41,64	3,48	13,06
	3		41,41	3,51	13,12
1771	1	AB tehase punkritolm (70% pae ja 30% Inkoo graniit)	36,25	2,46	24,13
	2		36,19	2,36	22,92
	3		35,96	2,49	23,60
2010	1	AB tehase punkritolm (Nordstone graniit)	3,19	1,87	79,50
	2		3,48	1,86	80,62
	3		3,48	1,96	80,56
2320	1	50% Polveniitty sõelmeta (1752) tolmi fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	23,08	2,96	43,70
	2		22,86	3,09	44,05
	3		22,56	2,86	45,12
2321	1	50% Nordstone sõelmeta (1755) tolmi fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	22,74	2,84	46,02
	2		22,74	2,88	46,04
	3		22,97	2,86	46,76
2322	1	50% Inkoo sõelmeta (1591) tolmi fr 0/0,063 mm + 50% Väo filler	21,58	2,73	46,82
	2		21,11	2,68	47,18
	3		21,11	2,76	47,46
1752	1	Polveniitty sõelmeta (fr 0/2 mm) tolmi fr 0/0,063 mm	3,31	1,99	79,50
	2		3,39	1,98	76,90
	3		3,60	2,12	76,40
1755	1	Nordstone sõelmeta (fr 0/5 mm) tolmi fr 0/0,063 mm	3,48	1,92	80,14
	2		3,40	1,94	80,14
	3		3,31	1,95	79,52
1591	1	Inkoo sõelmeta (fr 0/4 mm) tolmi fr 0/0,063 mm	1,39	1,75	81,20
	2		1,33	1,81	79,48
	3		1,42	1,78	80,45
2260	1	Kuivsegu SMA 12 (Polveniitty killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	23,43	2,74	44,50
	2		23,20	2,79	45,50
	3		23,20	2,71	44,15
2261	1	Kuivsegu AC 12 (Nordstone killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	22,16	2,58	47,44
	2		21,92	2,64	47,56
	3		22,16	2,62	47,44
2262	1	Kuivsegu AC 16 (Inkoo killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	21,06	2,50	48,75
	2		21,23	2,54	48,74
	3		22,27	2,52	47,22
2272	1	**Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	21,67	2,74	45,64
	2		21,75	2,71	44,68
	3		21,92	2,74	45,58
2273	1	**Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	22,39	2,64	45,88
	2		22,27	2,62	46,51
	3		22,39	2,65	45,50
2274	1	**Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik) tolmi fr 0/0,063 mm	21,11	2,53	48,10
	2		21,69	2,46	46,25
	3		21,11	2,56	47,48

** - asfaltsegu eraldati enne katsetamist sideaine

*** - karbonaatsete ühendite sisaldus määrati Eesti Geoloogiakeskuse laboris

Tabel nr 7. Kuivsegu SMA 12 (Polveniitty killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.

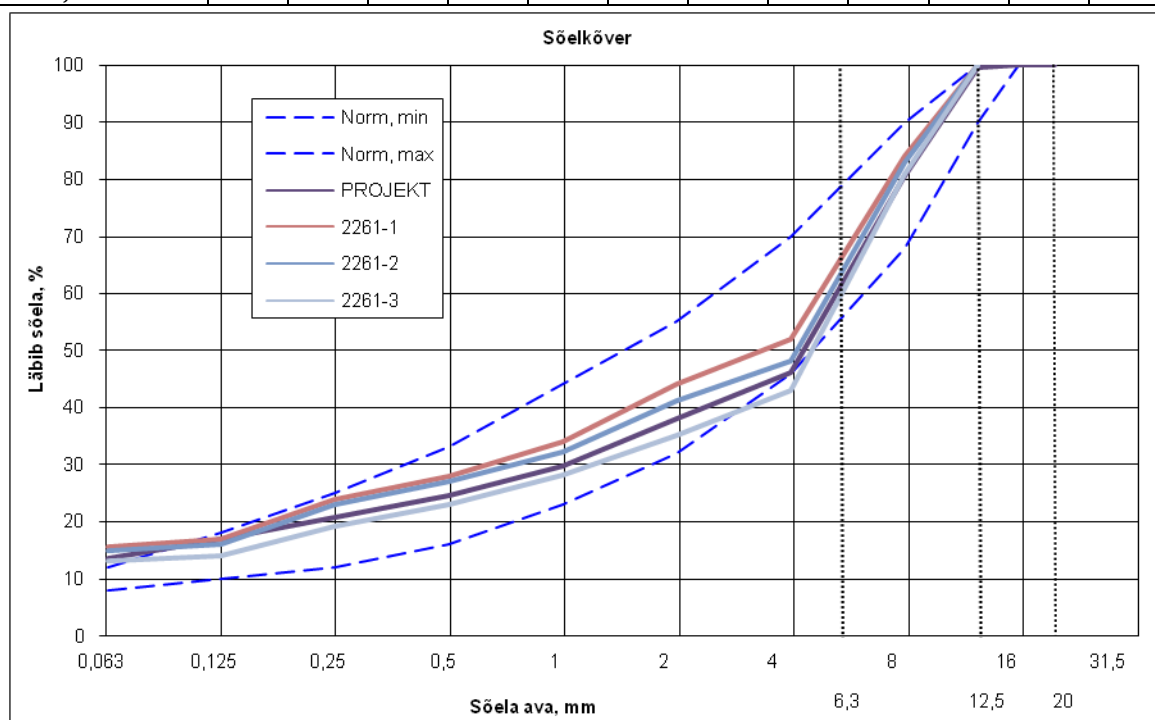
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
2260-1	8,7	10	14	17	20	25	31	39	50	93	100	
2260-2	10,2	12	16	19	23	29	36	46	56	96	99	100
2260-3	11,0	12	18	21	25	32	40	50	60	97	100	
PROJEKT	8,8	11	14	17	20	25	31	40	50	93	100	
Norm, min	8,0	9	10	12	16	20	25	30	40	90	100	
Norm, max	12,0	15	18	21	25	30	36	45	65	100		



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 8. Kuivsegu AC 12 (Nordstone killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.

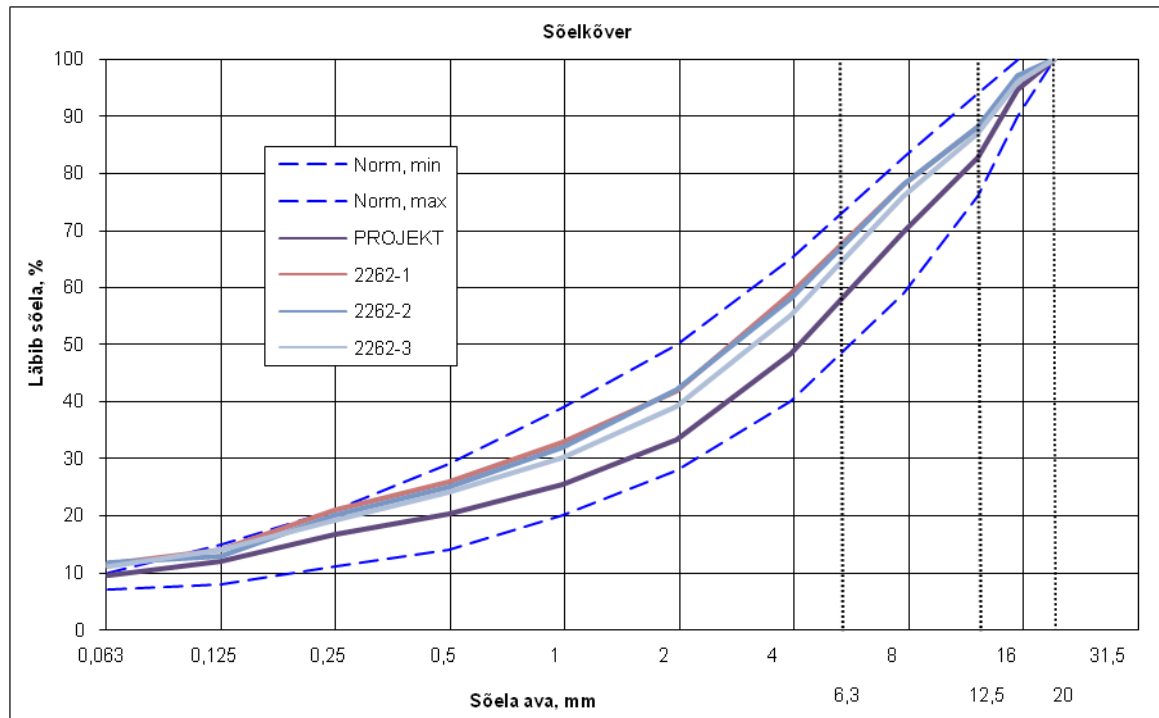
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
2261-1	15,6	17	24	28	34	44	52	84	100			
2261-2	14,8	16	23	27	32	41	48	83	100			
2261-3	13,0	14	19	23	28	35	43	81	100			
PROJEKT	13,6	17	21	25	30	38	46	80	100	100	100	
Norm, min	8,0	10	12	16	23	32	46	68	90	100		
Norm, max	12,0	18	25	33	44	55	70	90	100			



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 9. Kuivsegu AC 16 (Inkoo killustik) terastikuline koostis EVS-EN 933-1:2007 järgi.

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
Sõela läbind, % kivimaterjali massist												
2262-1	11,6	14	21	26	33	42	59	78	88	96	100	
2262-2	11,8	13	20	25	32	42	58	78	88	97	100	
2262-3	11	14	19	24	30	39	55	76	87	96	100	
PROJEKT	9,6	12	17	20	26	33	48	70	83	95	100	
Norm, min	7,0	8	11	14	20	28	40	59	76	90	100	
Norm, max	10,0	15	21	29	39	50	65	83	94	100		



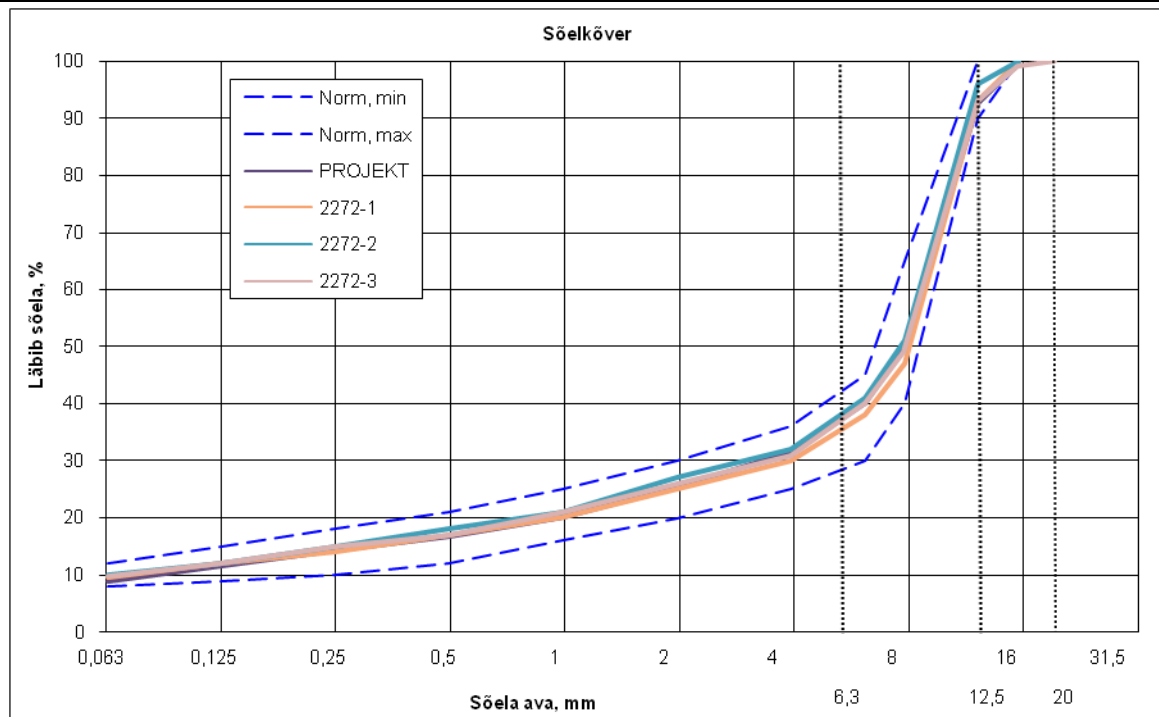
Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 10. Asfaltsegude lahustuva sideaine sisaldus EVS-EN 12697-1:2006 järgi.

Reg nr	Katse nr	Materjal	Katsetamise tulemus
2272	1	Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik)	5,7 %
	2		6,1 %
	3		5,9 %
2273	1	Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik)	6,1 %
	2		6,0 %
	3		6,2 %
2274	1	Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik)	5,6 %
	2		5,5 %
	3		5,5 %

Tabel nr 11. Asfaltsegu SMA 12 70/100 (Polveniitty killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+AI:2007 järgi.

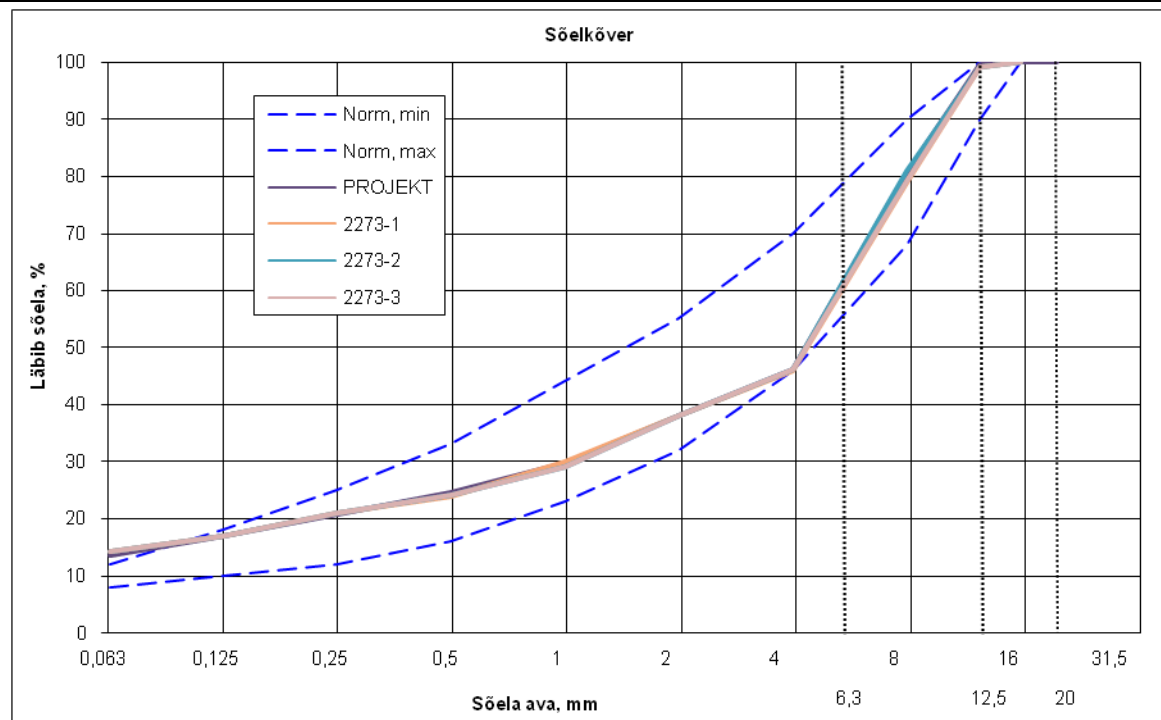
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
2272-1	9,5	12	14	17	20	25	30	38	47	93	100	
2272-2	10,0	12	15	18	21	27	32	41	51	96	100	
2272-3	9,8	12	15	17	21	26	31	40	49	93	99	100
PROJEKT	8,8	11	14	17	20	25	31	40	50	93	100	
Norm, min	8,0	9	10	12	16	20	25	30	40	90	100	
Norm, max	12,0	15	18	21	25	30	36	45	65	100		



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 12. Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 (Nordstone killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.

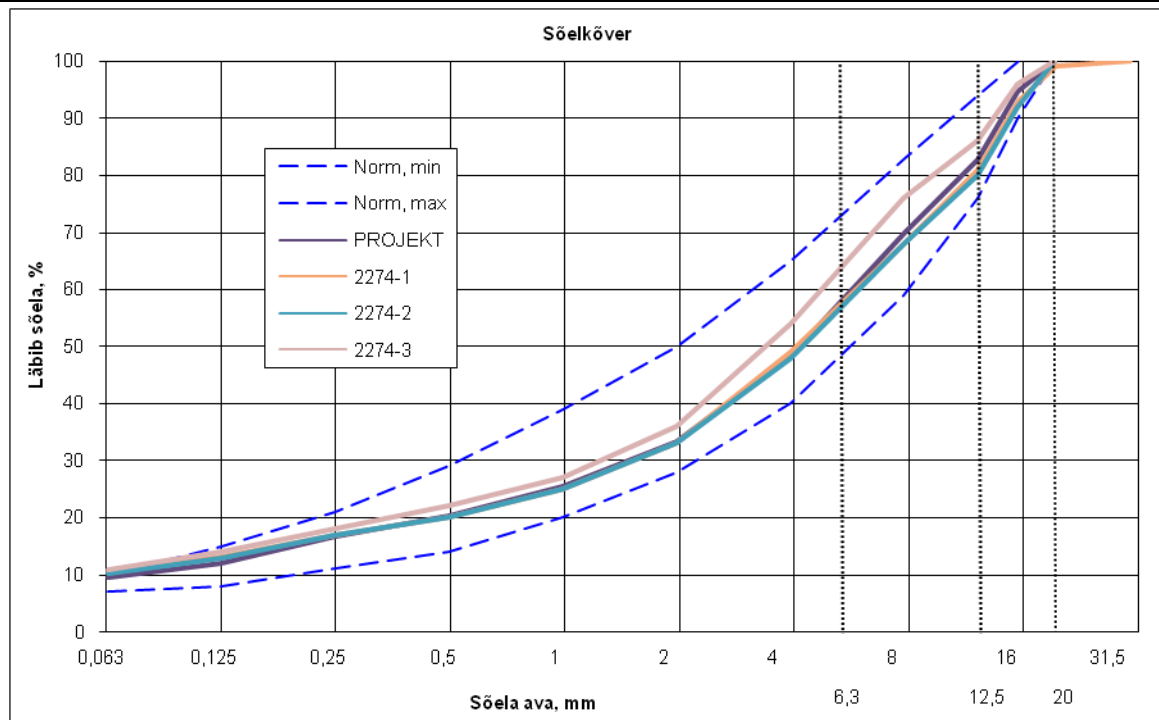
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
Sõela läbind, % kivimaterjali massist												
2273-1	14,3	17	21	24	30	38	46	79	99	100		
2273-2	14,2	17	21	24	29	38	46	81	99	100		
2273-3	14,2	17	21	24	29	38	46	79	99	100		
PROJEKT	13,6	17	21	25	30	38	46	80	100	100	100	
Norm, min	8,0	10	12	16	23	32	46	68	90	100		
Norm, max	12,0	18	25	33	44	55	70	90	100			



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 13. Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 (Inkoo killustik) terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
Sõela läbind, % kivimaterjali massist												
2274-1	10,4	13	17	20	25	33	49	68	81	93	99	100
2274-2	10,2	13	17	20	25	33	48	68	80	92	100	
2274-3	10,8	14	18	22	27	36	54	76	86	96	100	
PROJEKT	9,6	12	17	20	26	33	48	70	83	95	100	
Norm, min	7,0	8	11	14	20	28	40	59	76	90	100	
Norm, max	10,0	15	21	29	39	50	65	83	94	100		



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 14. Asfaltsegu SMA 12 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenisest).

Asfaltsegu SMA 12 70/100 retsept terastikulise koostise järgi SEGURETSEPT nr 10/10													
Täitematerjalid													
Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A _N	f	MB _F	C	FI	F	Huu- mus	
1	0/2	GR	Polvenniitty karjäär										
2	2/4	GR	Polvenniitty karjäär										
3	4/8	GR	Polvenniitty karjäär										
4	8/12	GR	Polvenniitty karjäär										
5	12/16	GR	Polvenniitty karjäär										
6	filler	PAE	Talter Vão										
Sideaine					Projekteeritud segu koostis.								
7	Mark	70/100			Materjal		Materjali osakaal %				Materjali vajadus kg/t		
	Tootja	Nynas			Nr	fr	Täitematerjal		Segu				
	Dekl nr												
	Penetratsioon				1	0/2	23,5		22,0		220,4		
	Viskoossus				2	2/4			0,0		0,0		
	Nake 24h				3	4/8	15		14,1		140,7		
					4	8/12	50		46,9		469,0		
Lisan- did	Mark	Tootja / dekl.nr.		%	5	12/16	5		4,7		46,9		
	Viatop			0,4	6	filler	6,5		6,1		61,0		
					7	B		6,2		62,0			
Terastikuline koostis													
Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20
1	0/2	15,4	21	29	39	54	76	99	100	100	100	100	100
2	2/4	2,0	2	3	3	4	7	51	97	100	100	100	100
3	4/8	1,5	2	2	2	2	2	7	57	95	100	100	100
4	8/12	0,9	1	1	1	1	1	1	3	11	95	100	100
5	12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	91	100
6	filler	68,0	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Projekt		8,8	11	14	17	20	25	31	40	50	93	100	
Norm	min	8,0	9	10	12	16	20	25	30	40	90	100	
	max	12,0	15	18	21	25	30	36	45	65	100		
Projekteeritud segu omadused													
Mahu- mass	Eri- mass	VMA %	V %	VFB %	V10G %	WTS mm	PRD %	D %	ITSR %	Abr _A ml	S kN	F mm	
Nõue EVS 901	-	2-5	DV	NR	DV	DV	DV	0,6	≥90	36	-	-	

%

0,063 0,125 0,25 0,5 1 2 4 6,3 8 10 12,5 16 20 31,5

Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 15. Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenosisest).

Asfaltsegu AC 12 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi

SEGURETSEPT nr 11/10

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A _N	f	MB _F	C	FI	F	Huu- mus
1	0/5	GR	Norstone karjäär									
2	5/8	GR	Norstone karjäär									
3	8/11	GR	Norstone karjäär									
4	11/16	GR	Norstone karjäär									
5												
6	filler	PAE	Talter Vão									

Sideaine

7	Mark	70/100		Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t
	Tootja	Nynas		Nr	fr	Täitematerjal	Segu	
	Dekl nr							
	Penetratsioon			1	0/5	38	35,7	357,2
	Viskoossus			2	5/8	32	30,1	300,8
	Nake 24h			3	8/11	20	18,8	188,0
			4	11/16		0,0	0,0	

Lisan-
did

	Mark	Tootja / dekl.nr.	%	5	0		0,0	0,0
				6	filler	10	9,4	94,0
				7	B		6,0	60,0

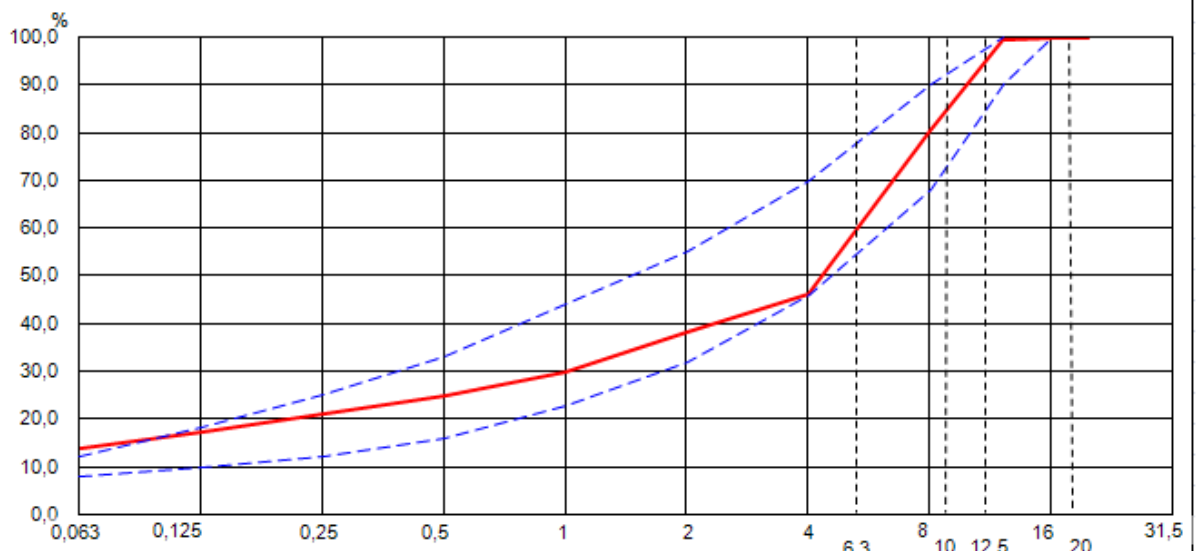
Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	
1	0/5	15,9	20	26	36	49	71	91	100	100	100	100	100
2	5/8	1,8	2	2	2	3	3	4	91	100	100	100	100
3	8/11	1,0	1	1	1	1	1	1	16	98	100	100	100
4	11/16	1,1	1	1	1	1	1	1	2	28	93	100	100
5	0												
6	filler	68,0	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Projekt		13,6	17	21	25	30	38	46	80	100	100	100	
Norm	min	8,0	10	12	16	23	32	46	68	90	100		
	max	12,0	18	25	33	44	55	70	90	100			

Projekteeritud segu omadused

Mahu- mass	Eri- mass	VMA %	V %	VFB %	V10G %	WTS mm	PRD %	D %	ITSR %	Abr _A ml	S kN	F mm		
Nõue EVS 901	>14	1,5-4,5	DV	DV	DV	DV	DV	-	≥90	DV	*>7,5	*2-5		

%



Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

Tabel nr 16. Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi (lisatava filleri osakaal on 50% peenosisest).

Asfaltsegu AC 16 surf 70/100 retsept terastikulise koostise järgi SEGURETSEPT nr 12/10													
Täitematerjalid													
Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A _N	f	MB _F	C	FI	F	Huu- mus	
1	0/4	GR	Inkoo karjäär										
2	3/6	GR	Inkoo karjäär										
3	6/12	GR	Inkoo karjäär										
4	12/18	GR	Inkoo karjäär										
5													
6	filler	PAE	Talter Vão										
Sideaine					Projekteeritud segu koostis.								
7	Mark	70/100			Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t				
	Tootja	Nynas			Nr	fr	Täitematerjal	Segu					
	Dekl nr												
	Penetratsioon				1	0/4	38	35,9	359,1				
	Viskoossus				2	3/6	20	18,9	189,0				
	Nake 24h				3	6/12	15	14,2	141,8				
					4	12/18	20	18,9	189,0				
Lisan- did	Mark	Tootja / dekl.nr.	%	5	0		0,0	0,0					
				6	filler	7	6,6	66,2					
				7	B		5,5	55,0					
Terastikuline koostis													
Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	0/4	10,8	14	23	33	46	66	94	100	100	100	100	100
2	3/6	1,7	2	2	2	3	4	25	100	100	100	100	100
3	6/12	1,1	1	2	2	2	2	3	29	92	100	100	100
4	12/18	1,0	1	1	1	1	1	1	2	20	73	100	100
5	0												
6	filler	68,0	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Projekt		9,6	12	17	20	26	33	48	70	83	95	100	
Norm	min	7,0	8	11	14	20	28	40	59	76	90	100	
	max	10,0	15	21	29	39	50	65	83	94	100		
Projekteeritud segu omadused													
Mahu- mass	Eri- mass	VMA %	V %	VFB %	V10G %	WTS mm	PRD %	D %	ITSR %	Abr _A ml	S kN	F mm	
Nõue EVS 901	>12	1,5-4,5	DV	DV	DV	DV	DV	-	≥90	DV	*>7,5	*2-5	

%

0,063 0,125 0,25 0,5 1 2 4 6,3 8 10 12,5 16 20 31,5

Märkus: Segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) on võetud standardist EVS 901-3:2009 „Teeehitus. Osa 3: Asfaltsegud.“

LISA 2. Analüüsi koondtabel

2		4		x		x		x		6		7		8		9		6		7		x	
Proovi kood	Reg nr	Materjal	Karjäär	Täpsustus	PO	Segu	TK	TK (aerom) fr 0/063 mm	TK (õhu)	Karbon sisaldus	<0,002	<0,02	<0,063										
1591-1	1591	killustik	Inkoo	0/4	PO	AC 16	OK	OK	EI	OK	0,8	6,0	10,8										
1591-2	1591	killustik	Inkoo	0/4	PO	AC 16	EI	OK	EI	OK	0,7	6,0	10,8										
1591-3	1591	killustik	Inkoo	0/4	PO	AC 16	EI	OK	EI	OK	0,7	6,2	10,8										
1592-1	1592	killustik	Inkoo	3/6	3/6	AC 16	OK	EI	EI	EI	-	-	1,7										
1593-1	1593	killustik	Inkoo	6/12	6/12	AC 16	OK	EI	EI	EI	-	-	1,1										
1594-1	1594	killustik	Inkoo	12/16	12/16	AC 16	OK	EI	EI	EI	-	-	1,0										
1752-1	1752	killustik	Polveniitty	0/2	PO	SMA 12	OK	OK	EI	OK	1,5	8,3	15,4										
1752-2	1752	killustik	Polveniitty	0/2	PO	SMA 12	EI	OK	EI	OK	1,4	8,7	15,4										
1752-3	1752	killustik	Polveniitty	0/2	PO	SMA 12	EI	OK	EI	OK	1,3	8,0	15,4										
1753-1	1753	killustik	Polveniitty	2/4	PO	SMA 12	OK	EI	EI	EI	-	-	2,0										
1754-1	1754	killustik	Polveniitty	4/8	PO	SMA 12	OK	EI	EI	EI	-	-	1,5										
1755-1	1755	killustik	Nordstone	0/5	PO	AC 12	OK	OK	EI	OK	1,2	10,5	15,9										
1755-2	1755	killustik	Nordstone	0/5	PO	AC 12	EI	OK	EI	OK	1,3	10,0	15,9										
1755-3	1755	killustik	Nordstone	0/5	PO	AC 12	EI	OK	EI	OK	0,8	11,0	15,9										
1755-4	1755	killustik	Polveniitty	8/12	8/12	SMA 12	OK	EI	EI	EI	-	-	0,9										
1756-1	1756	killustik	Polveniitty	12/16	12/16	SMA 12	OK	EI	EI	EI	-	-	1,8										
1756-2	1756	killustik	Polveniitty	12/16	12/16	SMA 12	OK	EI	EI	EI	-	-	0,8										
1757-1	1757	killustik	Nordstone	8/11	8/11	AC 12	OK	EI	EI	EI	-	-	1,0										
1758-1	1758	killustik	Nordstone	11/16	11/16	AC 12	OK	EI	EI	EI	-	-	1,1										
1771-1	1771	tolm	-	PT1	PT1	-	EI	OK	OK	OK	0,0	0,0	81,0										
1771-2	1771	tolm	-	PT1	PT1	-	EI	OK	OK	OK	0,0	0,0	81,0										
1771-3	1771	tolm	-	PT1	PT1	-	EI	OK	OK	OK	0,0	0,0	80,6										
1772-1	1772	filler	Väo	filler	F	-	EI	OK	OK	OK	12,2	50,7	66,6										
1772-2	1772	filler	Väo	filler	F	-	EI	OK	OK	OK	13,0	50,6	67,2										
1772-3	1772	filler	Väo	filler	F	-	EI	OK	OK	OK	12,2	50,3	67,6										
2010-1	2010	tolm	-	PT2	PT2	-	EI	OK	OK	OK	13,8	77,3	85,6										
2010-2	2010	tolm	-	PT2	PT2	-	EI	OK	OK	OK	7,3	62,8	86,2										
2010-3	2010	tolm	-	PT2	PT2	-	EI	OK	OK	OK	2,9	78,1	86,8										
2260-1	2260	SMA 12	-	kuivsegu	KS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	1,1	5,7	8,7										
2260-2	2260	SMA 12	-	kuivsegu	KS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	0,9	7,2	10,2										
2260-3	2260	SMA 12	-	kuivsegu	KS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	1,9	8,8	11,0										
2261-1	2261	AC 12	-	kuivsegu	KS	AC 12	OK	OK	EI	OK	2,0	10,4	15,6										
2261-2	2261	AC 12	-	kuivsegu	KS	AC 12	OK	OK	EI	OK	2,1	10,1	14,8										
2261-3	2261	AC 12	-	kuivsegu	KS	AC 12	OK	OK	EI	OK	1,7	8,9	13,0										
2262-1	2262	AC 16	-	kuivsegu	KS	AC 16	OK	OK	EI	OK	1,2	7,1	11,6										
2262-2	2262	AC 16	-	kuivsegu	KS	AC 16	OK	OK	EI	OK	1,3	7,6	11,8										
2262-3	2262	AC 16	-	kuivsegu	KS	AC 16	OK	OK	EI	OK	1,6	7,7	11,0										
2272-1	2272	SMA 12	-	asf segu	AS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	0,0	4,5	9,5										
2272-2	2272	SMA 12	-	asf segu	AS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	0,0	4,7	10,0										
2272-3	2272	SMA 12	-	asf segu	AS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	0,0	5,5	9,8										
2273-1	2273	AC 12	-	asf segu	AS	AC 12	OK	OK	EI	OK	0,0	7,8	14,3										
2273-2	2273	AC 12	-	asf segu	AS	AC 12	OK	OK	EI	OK	0,0	8,0	14,2										
2273-3	2273	AC 12	-	asf segu	AS	AC 12	OK	OK	EI	OK	0,8	8,1	14,2										
2274-1	2274	AC 16	-	asf segu	AS	AC 16	OK	OK	EI	OK	1,0	5,7	10,4										
2274-2	2274	AC 16	-	asf segu	AS	AC 16	OK	OK	EI	OK	0,8	6,0	10,2										
2274-3	2274	AC 16	-	asf segu	AS	AC 16	OK	OK	EI	OK	0,8	6,2	10,8										
2320-1	2320	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	SMA 12	EI	OK	OK	OK	9,3	49,2	83,6										
2320-2	2320	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	SMA 12	EI	OK	OK	OK	7,2	52,5	83,4										
2320-3	2320	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	SMA 12	EI	OK	OK	OK	8,3	50,6	83,6										
2321-1	2321	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 12	EI	OK	OK	OK	10,5	53,7	83,4										
2321-2	2321	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 12	EI	OK	OK	OK	10,6	51,9	83,6										
2321-3	2321	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 12	EI	OK	OK	OK	10,7	54,4	83,6										
2322-1	2322	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 16	EI	OK	OK	OK	10,9	51,5	84,2										
2322-2	2322	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 16	EI	OK	OK	OK	11,4	55,6	84,0										
2322-3	2322	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 16	EI	OK	OK	OK	10,2	50,9	83,4										
1591-K	1591	killustik	Inkoo	0/4	PO	AC 16	OK	OK	EI	OK	0,7	6,1	10,8										
1752-K	1752	killustik	Polveniitty	0/2	PO	SMA 12	OK	OK	EI	OK	1,4	8,3	15,4										
1755-K	1755	killustik	Nordstone	0/5	PO	AC 12	OK	OK	EI	OK	1,1	10,5	12,2										
1771-K	1771	tolm	-	PT1	PT1	-	EI	OK	OK	OK	0,0	0,0	80,9										
1772-K	1772	filler	Väo	filler	F	-	EI	OK	OK	OK	12,5	50,5	67,1										
2010-K	2010	tolm	-	PT2	PT2	-	EI	OK	OK	OK	8,0	72,7	86,2										
2260-K	2260	SMA 12	-	kuivsegu	KS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	1,3	7,2	10,0										
2261-K	2261	AC 12	-	kuivsegu	KS	AC 12	OK	OK	EI	OK	1,9	9,8	14,5										
2262-K	2262	AC 16	-	kuivsegu	KS	AC 16	OK	OK	EI	OK	1,4	7,5	11,5										
2272-K	2272	SMA 12	-	asf segu	AS	SMA 12	OK	OK	EI	OK	0,0	4,9	9,8										
2273-K	2273	AC 12	-	asf segu	AS	AC 12	OK	OK	EI	OK	0,3	8,0	14,2										
2274-K	2274	AC 16	-	asf segu	AS	AC 16	OK	OK	EI	OK	0,9	6,0	10,5										
2320-K	2320	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	SMA 12	EI	OK	OK	OK	8,3	50,8	83,5										
2321-K	2321	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 12	EI	OK	OK	OK	10,6	53,3	83,5										
2322-K	2322	tolm/filler	-	PO+filler	PO+F	AC 16	EI	OK	OK	OK	10,8	52,7	83,9										

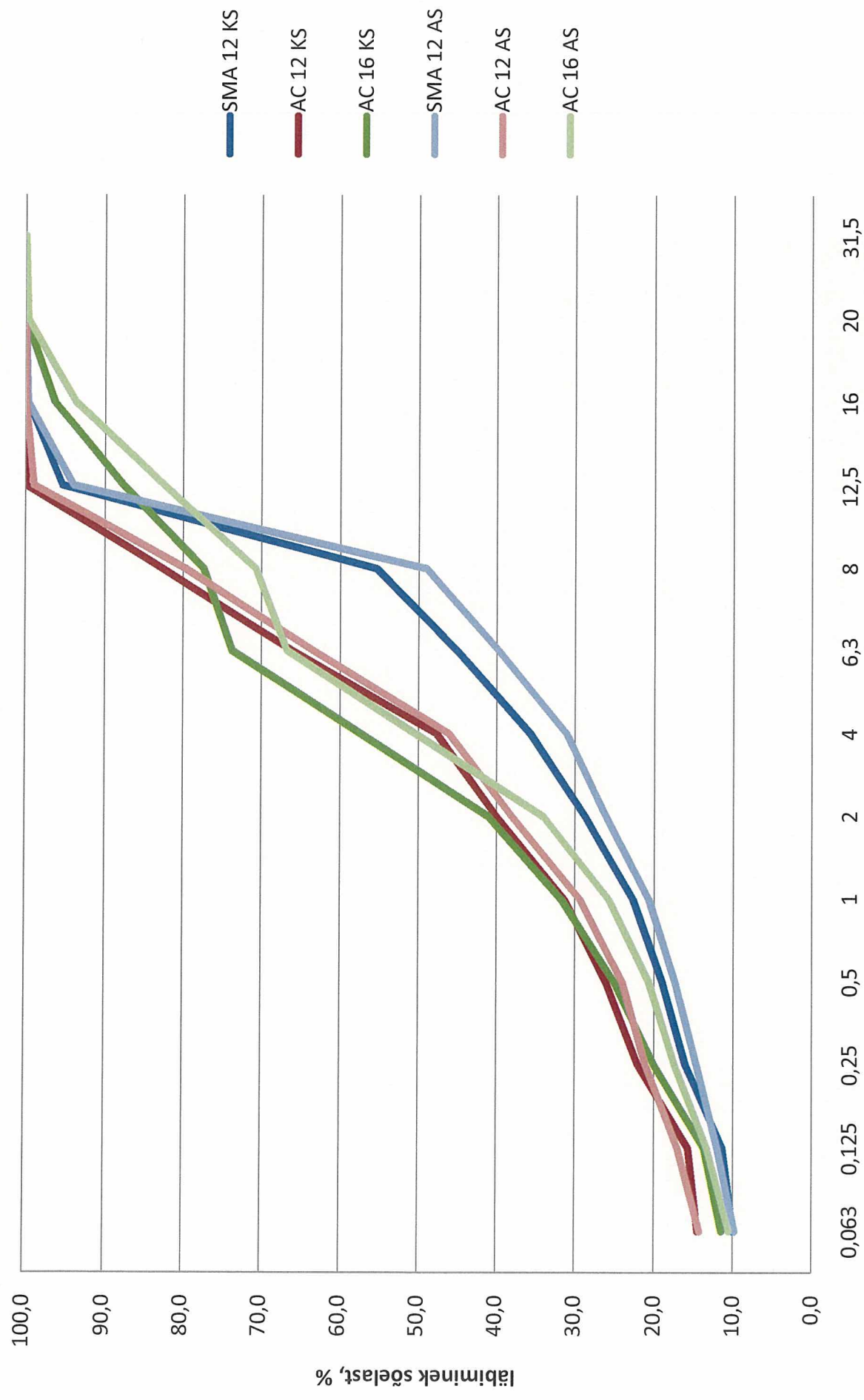
LISA 2. Analüüsi koondtabel

Terakoostis areomeetriga				Terastikuline koostis õhujoas							Terastikuline koostis (kuiv või märgsõelumine?)									
x	x	x	x		8	9	10	11	12	13		14	15	16	17	18	19	20	21	
Materjal areomeeter	A 0,002	A 0,02	A 0,063	Materjal terakoostis õhujoas	<0,063	<0,125	<0,25	<0,5	<1,0	<2,0	Materjal terakoostis	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	
AC 16 PO	7,41	55,6	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 sõelme	10,8	14	23	33	46	66	94	99	
AC 16 PO	6,48	55,6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	10,8	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO	6,48	57,4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	10,8	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 3/6	1,7	2	2	2	3	4	25	93	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 6/12	1,1	1	2	2	2	2	3	14	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 12/16	1	1	1	1	1	1	1	2	
SMA 12 PO	9,74	53,9	100	-	-	-	-	-	-	-	MA 12 sõelme	15,4	21	29	39	54	76	99	100	
SMA 12 PO	9,09	56,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	-	-	-	-	-	-	-	
SMA 12 PO	8,44	51,9	100	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 PO	2	2	3	3	4	7	51	97	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 PO	1,5	2	2	2	2	2	7	57	
AC 12 PO	7,55	66	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 sõelme	15,9	20	26	36	49	71	91	100	
AC 12 PO	8,18	62,9	100	-	-	-	-	-	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	
AC 12 PO	5,03	69,2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	15,9	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 8/12	0,9	1	1	1	1	1	1	3	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 12/16	1,8	2	2	2	3	3	4	50	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 8/11	1	1	1	1	1	1	1	3	
-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 11/16	1,1	1	1	1	1	1	1	1	
- PT1	0	0	100	- PT1	81	93,8	99	99,4	99,4	99,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT1	0	0	100	- PT1	81	94	99,2	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT1	0	0	100	- PT1	80,6	93,6	99,4	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- F	18,3	76,1	100	- F	66,6	85,4	97,8	99,6	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- F	19,3	75,3	100	- F	67,2	85,6	97,6	99,6	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- F	18	74,4	100	- F	67,6	85,8	97,8	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT2	16,1	90,3	100	- PT2	85,6	97,6	99,8	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT2	8,47	72,9	100	- PT2	86,2	97,6	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT2	3,34	90	100	- PT2	86,8	97,6	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SMA 12 KS	12,6	65,5	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 KS	8,7	10	14	17	20	25	31	39	
SMA 12 KS	8,82	70,6	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 KS	10,2	12	16	19	23	29	36	46	
SMA 12 KS	17,3	80	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 KS	11	12	18	21	25	32	40	50	
AC 12 KS	12,8	66,7	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 KS	15,6	17	24	28	34	44	52	69	
AC 12 KS	14,2	68,2	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 KS	14,8	16	23	27	32	41	48	66	
AC 12 KS	13,1	68,5	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 KS	13	14	19	23	28	35	43	63	
AC 16 KS	10,3	61,2	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 KS	11,6	14	21	26	33	42	59	75	
AC 16 KS	11	64,4	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 KS	11,8	13	20	25	32	42	58	74	
AC 16 KS	14,5	70	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 KS	11	14	19	24	30	39	55	72	
SMA 12 AS	0	47,4	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 AS	9,5	12	14	17	20	25	30	38	
SMA 12 AS	0	47	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 AS	10	12	15	18	21	27	32	41	
SMA 12 AS	0	56,1	100	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 AS	9,8	12	15	17	21	26	31	40	
AC 12 AS	0	54,5	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 AS	14,3	17	21	24	30	38	46	63	
AC 12 AS	0	56,3	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 AS	14,2	17	21	24	29	38	46	65	
AC 12 AS	5,63	57	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 AS	14,2	17	21	24	29	38	46	62	
AC 16 AS	9,62	54,8	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 AS	10,4	13	17	20	25	33	49	64	
AC 16 AS	7,84	58,8	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 AS	10,2	13	17	20	25	33	48	64	
AC 16 AS	7,41	57,4	100	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 AS	10,8	14	18	22	27	36	54	72	
SMA 12 PO+F	11,1	58,9	100	SMA 12 PO+F	83,6	92,6	98,8	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SMA 12 PO+F	8,63	62,9	100	SMA 12 PO+F	83,4	92,8	98,8	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SMA 12 PO+F	9,93	60,5	100	SMA 12 PO+F	83,6	92,8	98,8	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 12 PO+F	12,6	64,4	100	AC 12 PO+F	83,4	92,8	99	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 12 PO+F	12,7	62,1	100	AC 12 PO+F	83,6	92,8	98,8	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 12 PO+F	12,8	65,1	100	AC 12 PO+F	83,6	92,8	99	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO+F	12,9	61,2	100	AC 16 PO+F	84,2	93,2	99	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO+F	13,6	66,2	100	AC 16 PO+F	84	93	99	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO+F	12,2	61	100	AC 16 PO+F	83,4	92,8	99	99,8	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO	6,8	56,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 sõelme	10,8	14,0	23,0	33,0	46,0	66,0	94,0	99,0	
SMA 12 PO	9,1	54,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	MA 12 sõelme	15,4	21,0	29,0	39,0	54,0	76,0	99,0	100,0	
AC 12 PO	6,9	66,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 sõelme	12,2	10,5	13,5	18,5	25,0	36,0	46,0	51,5	
- PT1	0,0	0,0	100,0	- PT1	80,9	93,8	99,2	99,7	99,8	99,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- F	18,6	75,3	100,0	- F	67,1	85,6	97,7	99,7	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
- PT2	9,3	84,4	100,0	- PT2	86,2	97,6	99,9	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SMA 12 KS	12,9	72,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 KS	10,0	11,3	16,0	19,0	22,7	28,7	35,7	45,0	
AC 12 KS	13,4	67,8	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 KS	14,5	15,7	22,0	26,0	31,3	40,0	47,7	66,0	
AC 16 KS	12,0	65,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 KS	11,5	13,7	20,0	25,0	31,7	41,0	57,3	73,7	
SMA 12 AS	0,0	50,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	SMA 12 AS	9,8	12,0	14,7	17,3	20,7	26,0	31,0	39,7	
AC 12 AS	1,9	56,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 12 AS	14,2	17,0	21,0	24,0	29,3	38,0	46,0	63,3	
AC 16 AS	8,3	57,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	AC 16 AS	10,5	13,3	17,3	20,7	25,7	34,0	50,3	66,7	
SMA 12 PO+F	9,9	60,8	100,0	SMA 12 PO+F	83,5	92,7	98,8	99,8	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 12 PO+F	12,7	63,8	100,0	AC 12 PO+F	83,5	92,8	98,9	99,8	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AC 16 PO+F	12,9	62,8	100,0	AC 16 PO+F	83,9	93,0	99,0	99,8	100,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

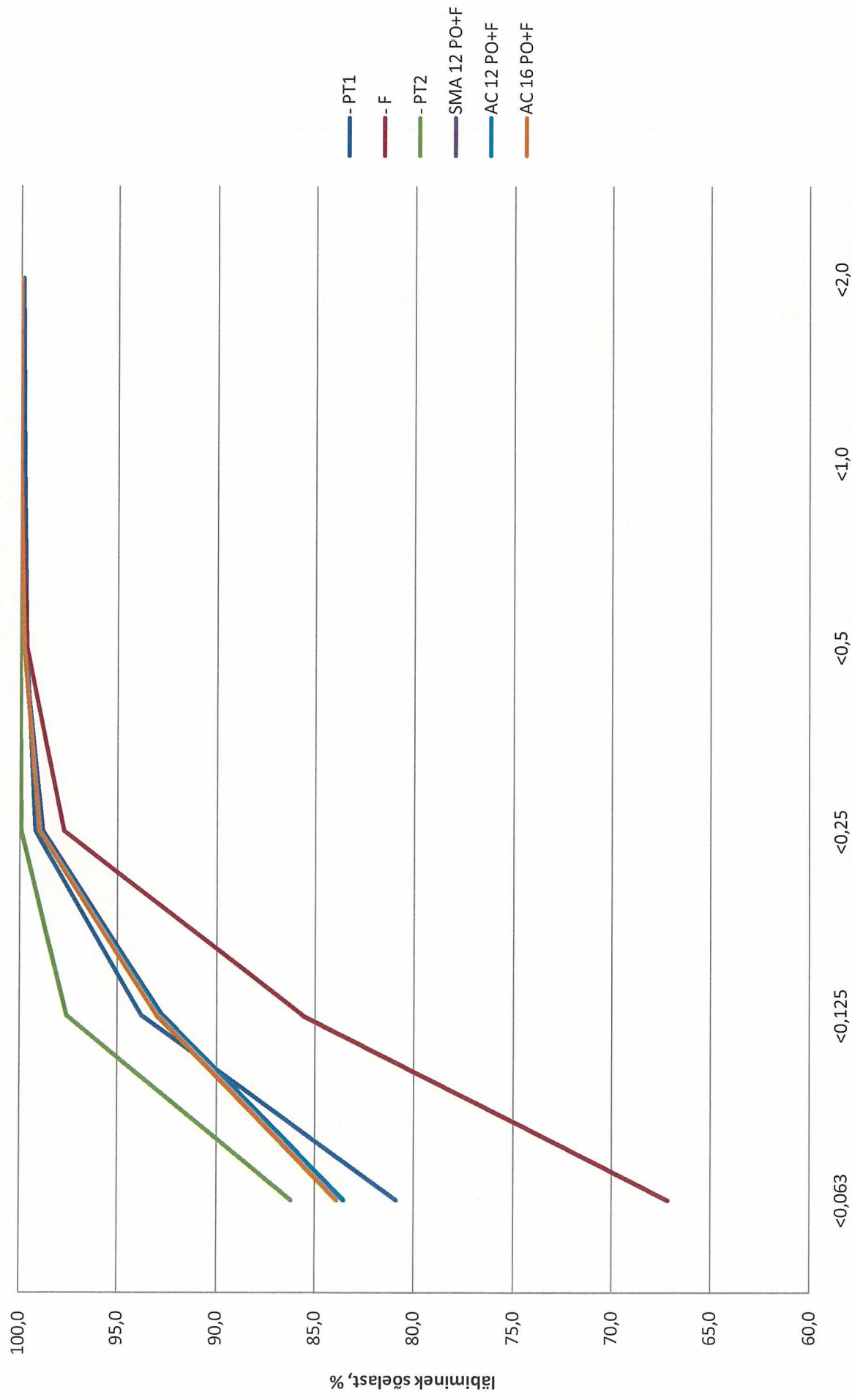
LISA 2. Analüüsi koondtabel

					Karbonaatsete ühendite sisaldus											
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34				
8	12,5	16	20	31,5	Bit sisaldus	CaO	MgO	lahustam ata jäägi	Materjal karb üh	CaCO ₃	MgCO ₃	lahustam ata jääk	KOKKU	CO3 kokk	STDEV	
100	100	100	100	100	-	1,39	1,75	81,2	AC 16 PO	2,5	3,7	81,2	87,3	6,2		
-	-	-	-	-	-	1,33	1,81	79,48	AC 16 PO	2,4	3,8	79,5	85,6	6,2		
-	-	-	-	-	-	1,42	1,78	80,45	AC 16 PO	2,5	3,7	80,5	86,7	6,2		
100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
29	92	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	20	73	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
100	100	100	100	100	-	3,31	1,99	79,5	SMA 12 PO	5,9	4,2	79,5	89,6	10,1		
-	-	-	-	-	-	3,39	1,98	76,9	SMA 12 PO	6,0	4,1	76,9	87,1	10,1		
-	-	-	-	-	-	3,6	2,12	76,4	SMA 12 PO	6,4	4,4	76,4	87,2	10,8		
100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
95	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
100	100	100	100	100	-	3,48	1,92	80,14	AC 12 PO	6,2	4,0	80,1	90,3	10,2		
-	-	-	-	-	-	3,4	1,94	80,14	AC 12 PO	6,1	4,1	80,1	90,2	10,2		
-	-	-	-	-	-	3,31	1,95	79,52	AC 12 PO	5,9	4,1	79,5	89,5	10,0		
11	95	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
91	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	24	91	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	98	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	28	93	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	36,25	2,46	24,13	- PT1	64,5	5,1	24,1	93,8	69,6		
-	-	-	-	-	-	36,19	2,36	22,92	- PT1	64,4	4,9	22,9	92,3	69,3		
-	-	-	-	-	-	35,96	2,49	23,6	- PT1	64,0	5,2	23,6	92,8	69,2		
-	-	-	-	-	-	41,64	3,42	13,07	- F	74,1	7,1	13,1	94,3	81,2		
-	-	-	-	-	-	41,64	3,48	13,06	- F	74,1	7,3	13,1	94,5	81,4		
-	-	-	-	-	-	41,41	3,51	13,12	- F	73,7	7,3	13,1	94,2	81,0		
-	-	-	-	-	-	3,19	1,87	79,5	- PT2	5,7	3,9	79,5	89,1	9,6		
-	-	-	-	-	-	3,48	1,86	80,62	- PT2	6,2	3,9	80,6	90,7	10,1		
-	-	-	-	-	-	3,48	1,96	80,56	- PT2	6,2	4,1	80,6	90,9	10,3		
50	93	100	100	100	-	23,43	2,74	44,5	SMA 12 KS	41,7	5,7	44,5	91,9	47,4		
56	96	99	100	100	-	23,2	2,79	45,5	SMA 12 KS	41,3	5,8	45,5	92,6	47,1		
60	97	100	100	100	-	23,2	2,71	44,15	SMA 12 KS	41,3	5,7	44,2	91,1	47,0		
84	100	100	100	100	-	22,16	2,58	47,44	AC 12 KS	39,4	5,4	47,4	92,3	44,8		
83	100	100	100	100	-	21,92	2,64	47,56	AC 12 KS	39,0	5,5	47,6	92,1	44,5		
81	100	100	100	100	-	22,16	2,62	47,44	AC 12 KS	39,4	5,5	47,4	92,4	44,9		
78	88	96	100	100	-	21,06	2,5	48,75	AC 16 KS	37,5	5,2	48,8	91,5	42,7		
78	88	97	100	100	-	21,23	2,54	48,74	AC 16 KS	37,8	5,3	48,7	91,8	43,1		
76	87	96	100	100	-	22,27	2,52	47,22	AC 16 KS	39,6	5,3	47,2	92,1	44,9		
47	93	100	100	100	5,7	21,67	2,74	45,64	SMA 12 AS	38,6	5,7	45,6	89,9	44,3		
51	96	100	100	100	6,1	21,75	2,71	44,68	SMA 12 AS	38,7	5,7	44,7	89,1	44,4		
49	93	99	100	100	5,9	21,92	2,74	45,58	SMA 12 AS	39,0	5,7	45,6	90,3	44,7		
79	99	100	100	100	6,1	22,39	2,64	45,88	AC 12 AS	39,9	5,5	45,9	91,3	45,4		
81	99	100	100	100	6	22,27	2,62	46,51	AC 12 AS	39,6	5,5	46,5	91,6	45,1		
79	99	100	100	100	6,2	22,39	2,65	45,5	AC 12 AS	39,9	5,5	45,5	90,9	45,4		
68	81	93	99	100	5,6	21,11	2,53	48,1	AC 16 AS	37,6	5,3	48,1	91,0	42,9		
68	80	92	100	100	5,5	21,69	2,46	46,25	AC 16 AS	38,6	5,1	46,3	90,0	43,7		
76	86	96	100	100	5,5	21,11	2,56	47,48	AC 16 AS	37,6	5,4	47,5	90,4	43,0		
-	-	-	-	-	-	23,08	2,96	43,7	SMA 12 PO+F	41,1	6,2	43,7	91,0	47,3		
-	-	-	-	-	-	22,86	3,09	44,05	SMA 12 PO+F	40,7	6,5	44,1	91,2	47,2		
-	-	-	-	-	-	22,56	2,86	45,12	SMA 12 PO+F	40,2	6,0	45,1	91,3	46,2		
-	-	-	-	-	-	22,74	2,84	46,02	AC 12 PO+F	40,5	5,9	46,0	92,4	46,4		
-	-	-	-	-	-	22,74	2,88	46,04	AC 12 PO+F	40,5	6,0	46,0	92,5	46,5		
-	-	-	-	-	-	22,97	2,86	46,76	AC 12 PO+F	40,9	6,0	46,8	93,6	46,9		
-	-	-	-	-	-	21,58	2,73	46,82	AC 16 PO+F	38,4	5,7	46,8	90,9	44,1		
-	-	-	-	-	-	21,11	2,68	47,18	AC 16 PO+F	37,6	5,6	47,2	90,4	43,2		
-	-	-	-	-	-	21,11	2,76	47,46	AC 16 PO+F	37,6	5,8	47,5	90,8	43,4		
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	1,4	1,8	80,4	AC 16 PO	2,5	3,7	80,4	86,6	6,2	0,0	
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	3,4	2,0	77,6	SMA 12 PO	6,1	4,2	77,6	88,0	10,3	0,4	
55,5	97,5	100,0	100,0	100,0	-	3,4	1,9	79,9	AC 12 PO	6,1	4,1	79,9	90,0	10,1	0,1	
-	-	-	-	-	-	36,1	2,4	23,6	- PT1	64,3	5,1	23,6	93,0	69,4	0,2	
-	-	-	-	-	-	41,6	3,5	13,1	- F	74,0	7,2	13,1	94,3	81,2	0,2	
-	-	-	-	-	-	3,4	1,9	80,2	- PT2	6,0	4,0	80,2	90,2	10,0	0,4	
55,3	95,3	99,7	100,0	100,0	-	23,3	2,7	44,7	SMA 12 KS	41,4	5,7	44,7	91,9	47,2	0,2	
82,7	100,0	100,0	100,0	100,0	-	22,1	2,6	47,5	AC 12 KS	39,3	5,5	47,5	92,2	44,7	0,2	
77,3	87,7	96,3	100,0	100,0	-	21,5	2,5	48,2	AC 16 KS	38,3	5,3	48,2	91,8	43,6	1,2	
49,0	94,0	99,7	100,0	100,0	5,9	21,8	2,7	45,3	SMA 12 AS	38,8	5,7	45,3	89,8	44,5	0,2	
79,7	99,0	100,0	100,0	100,0	6,1	22,4	2,6	46,0	AC 12 AS	39,8	5,5	46,0	91,3	45,3	0,2	
70,7	82,3	93,7	99,7	100,0	5,5	21,3	2,5	47,3	AC 16 AS	37,9	5,3	47,3	90,5	43,2	0,4	
-	-	-	-	-	-	22,8	3,0	44,3	SMA 12 PO+F	40,7	6,2	44,3	91,1	46,9	0,6	
-	-	-	-	-	-	22,8	2,9	46,3	AC 12 PO+F	40,6	6,0	46,3	92,9	46,6	0,3	
-	-	-	-	-	-	21,3	2,7	47,2	AC 16 PO+F	37,9	5,7	47,2	90,7	43,6	0,5	

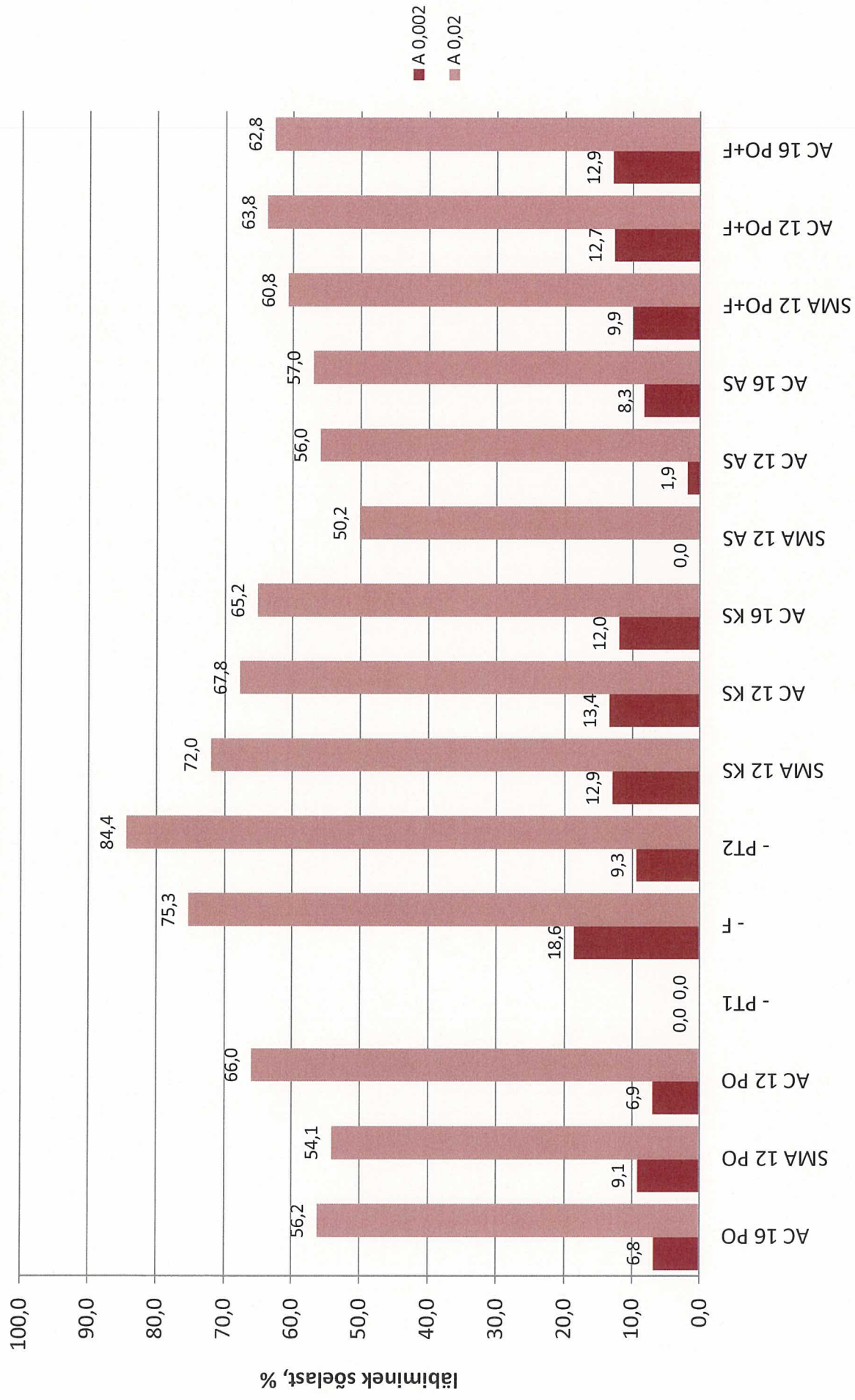
LISA 3. Asfaldisegude terastikuline koostis (keskmised, kuivsegu vs asfaldisegu)



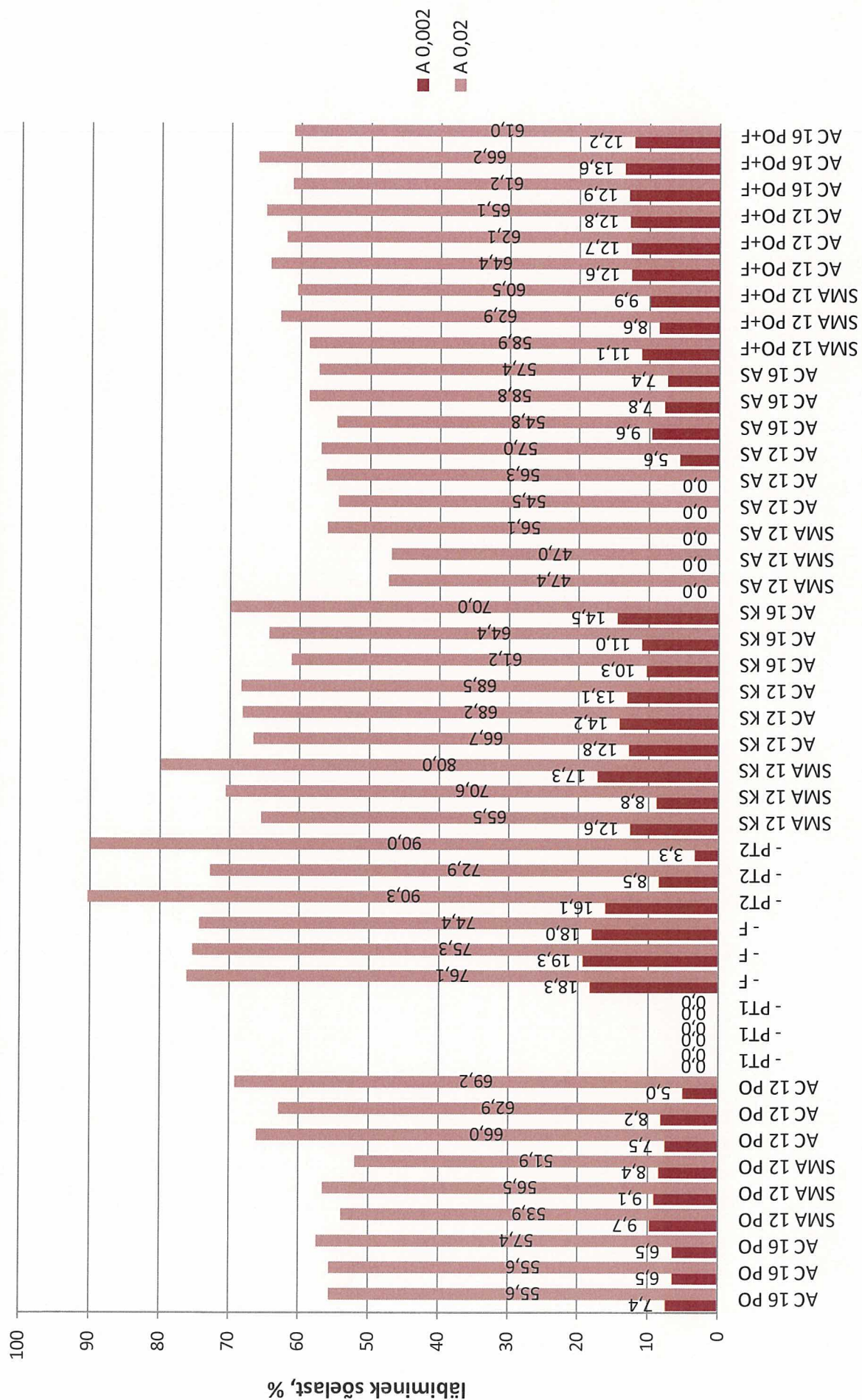
LISA 3. Terastikuline koostis õhujoas (keskmised)



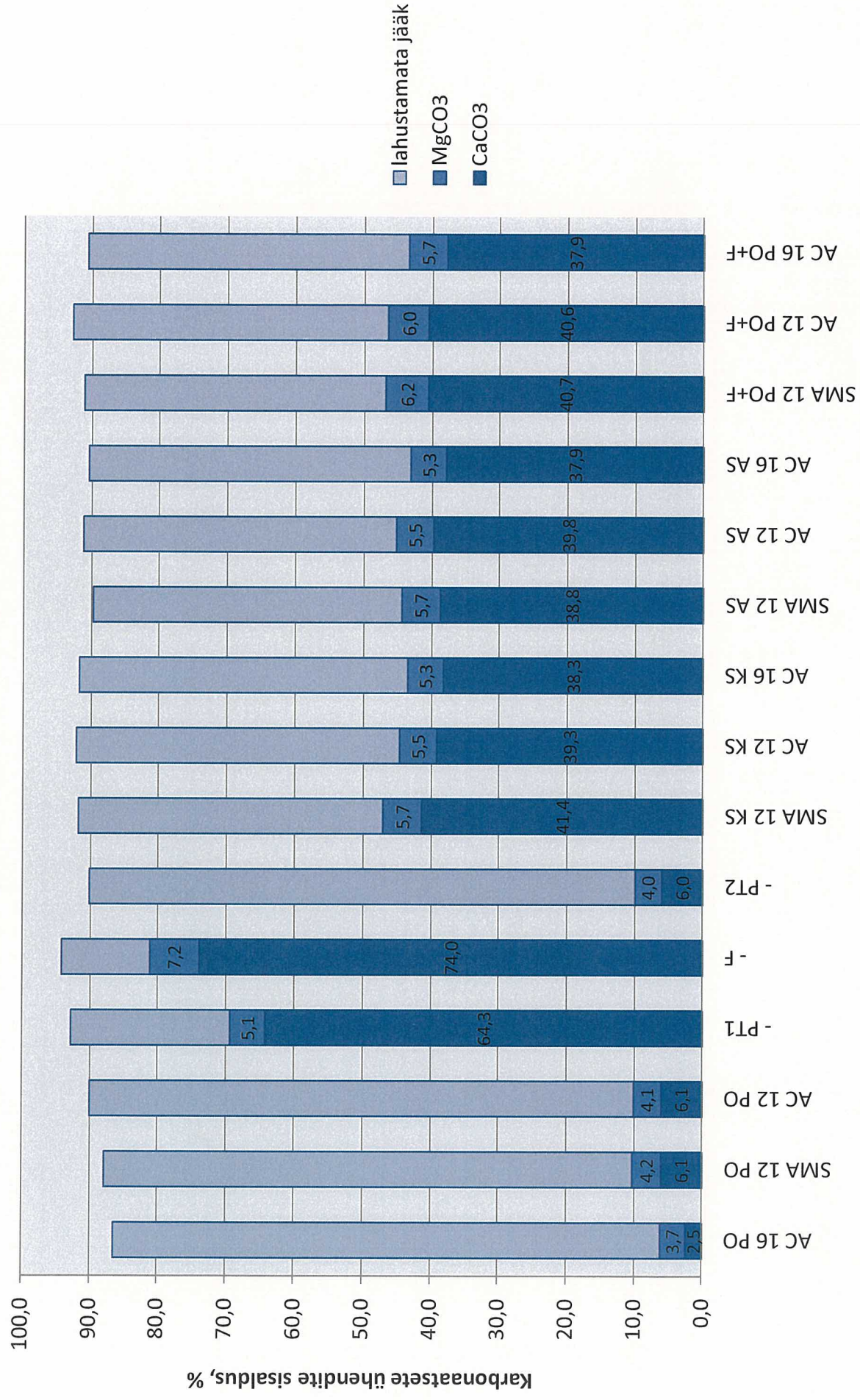
LISA 3. Terakoostis areomeetrikatsel (keskmised)



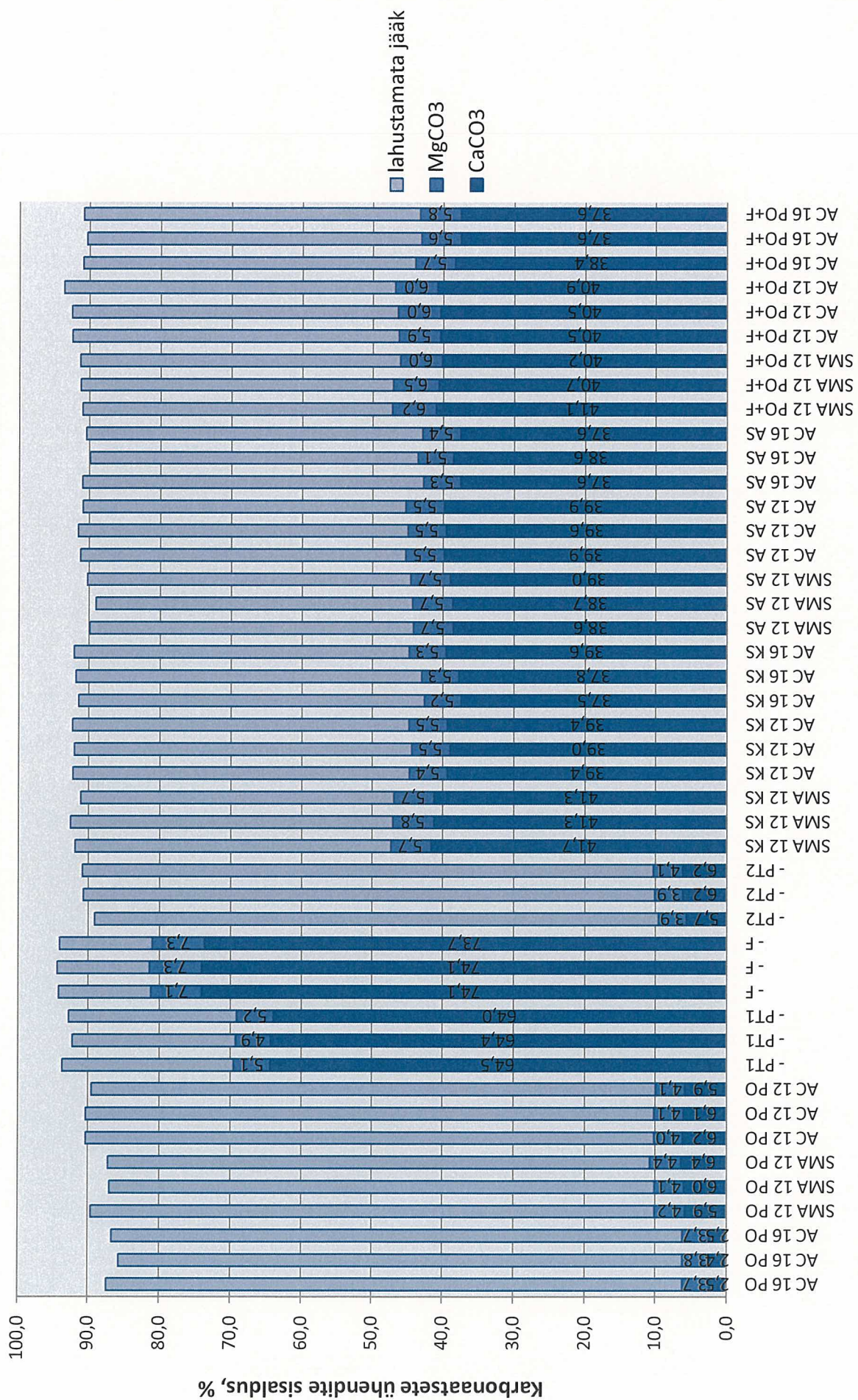
LISA 3. Terakoostis areomeetrikatsel (paralleelkatsed)

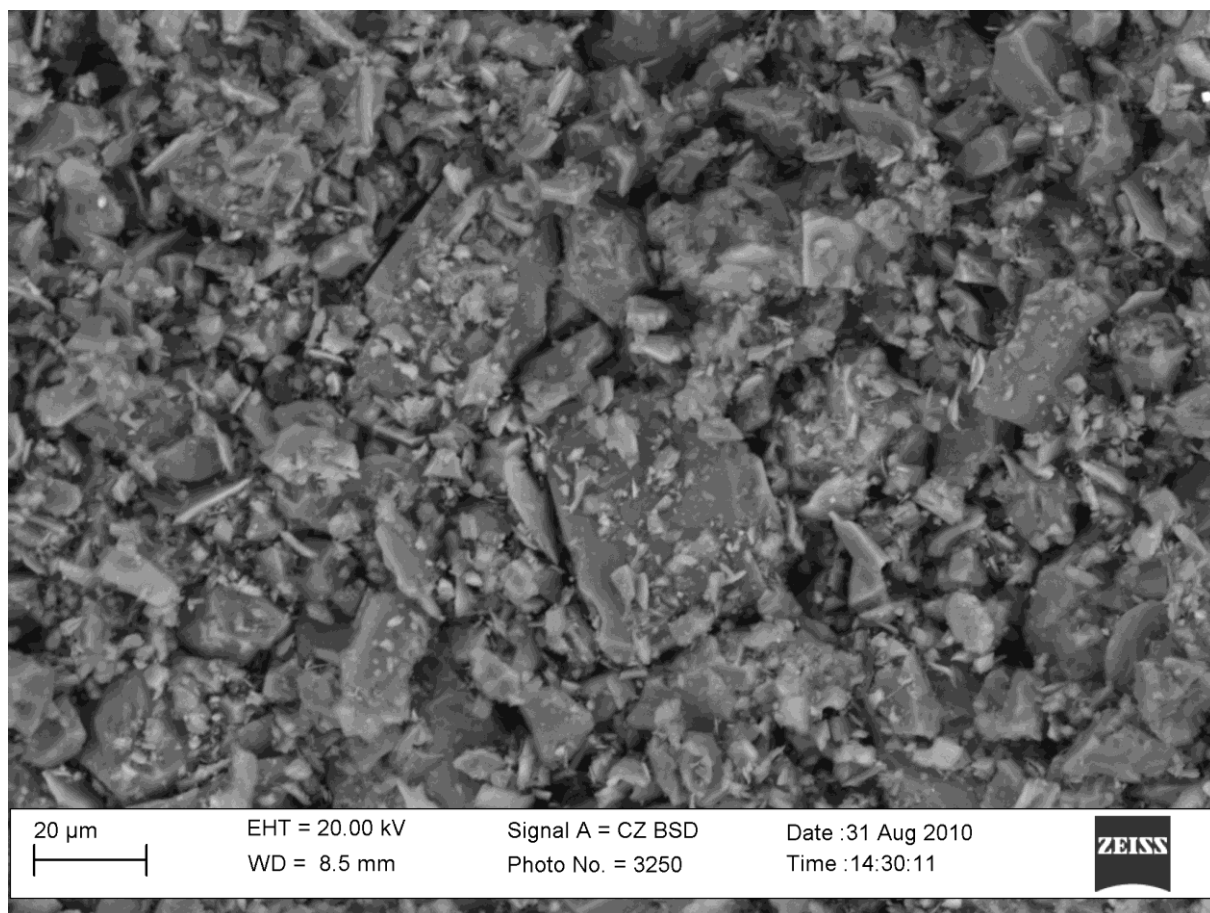


LISA 3. Karbonaatsete ühendite sisaldus (keskmised)

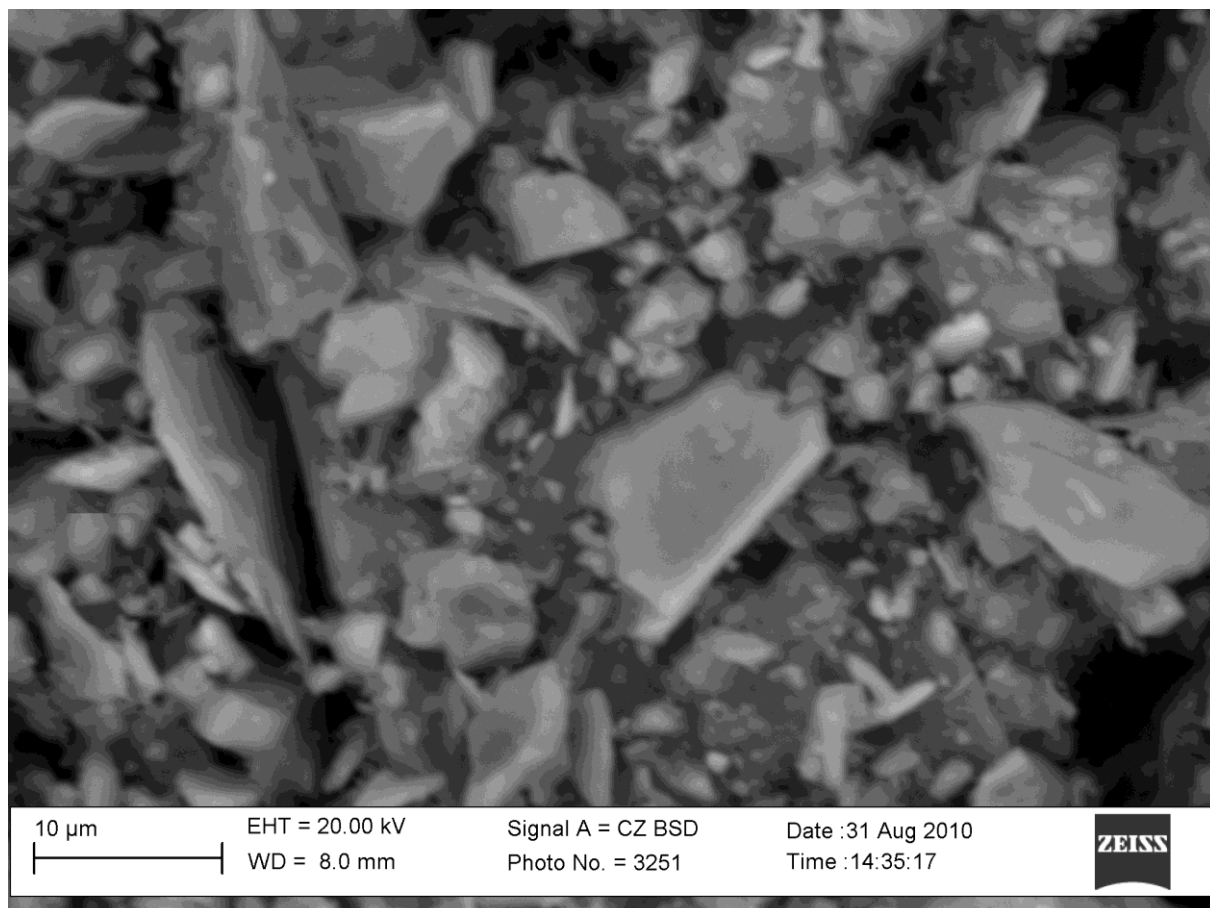


LISA 3. Karbonaatsete ühendite sisaldus (paralleelkatsed)

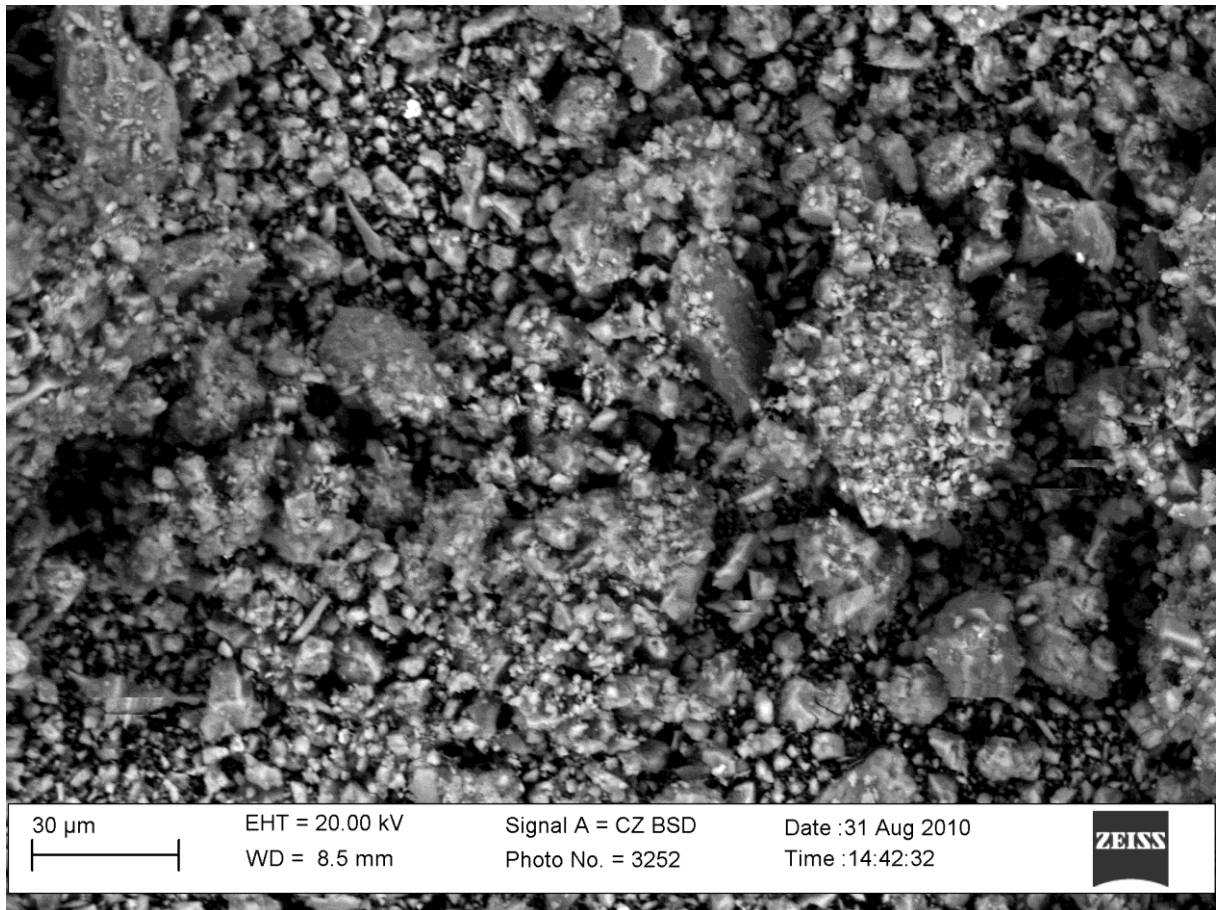




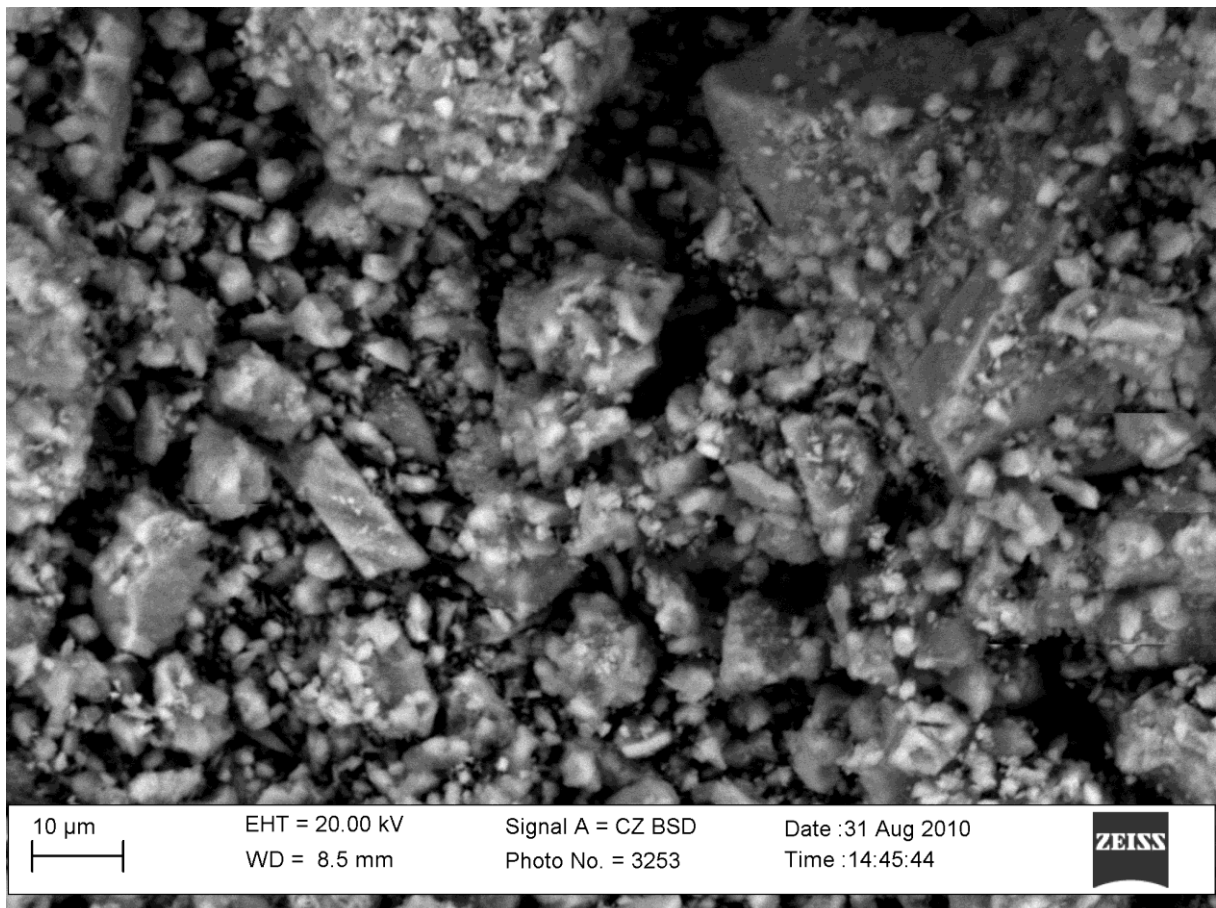
Proov 1755 (AC 12 PO)



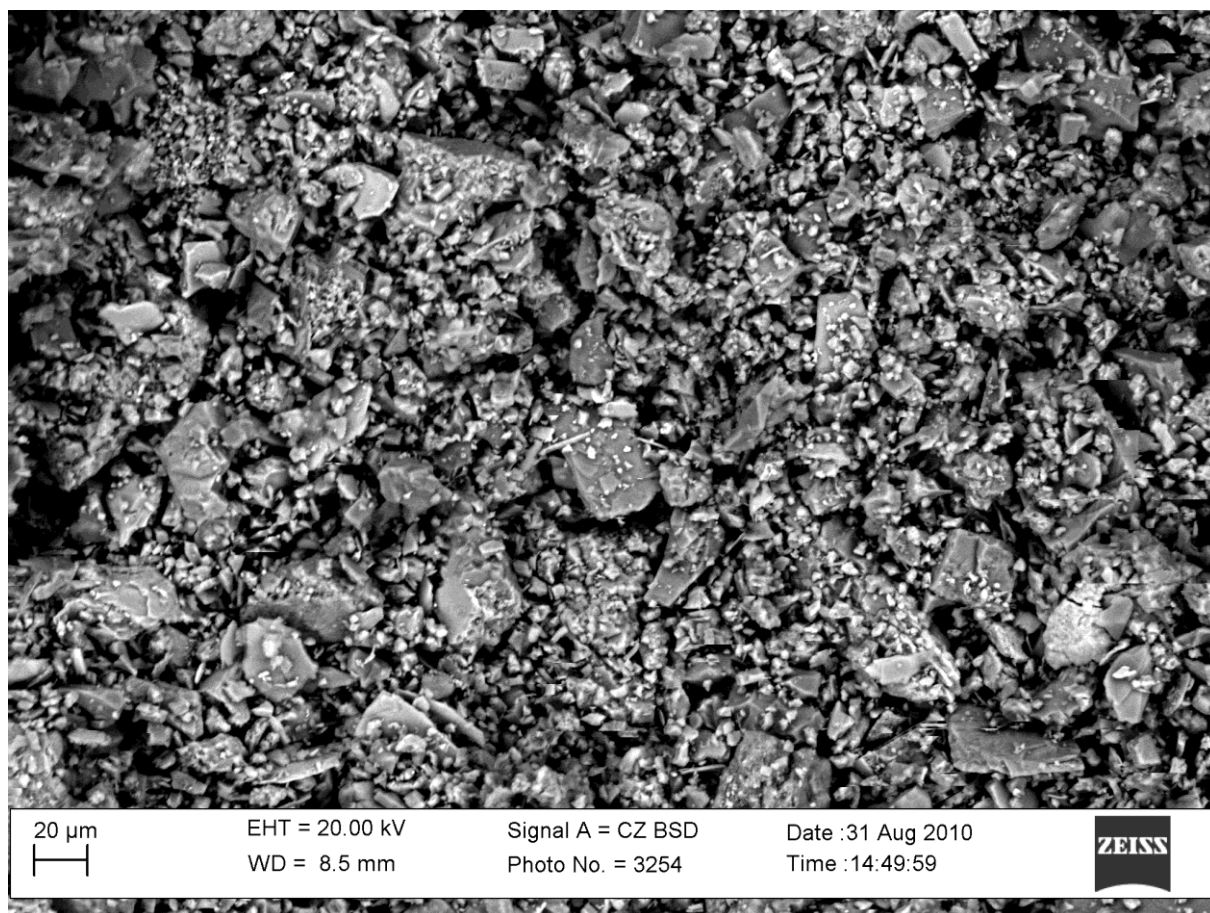
Proov 1755 (AC 12 PO)



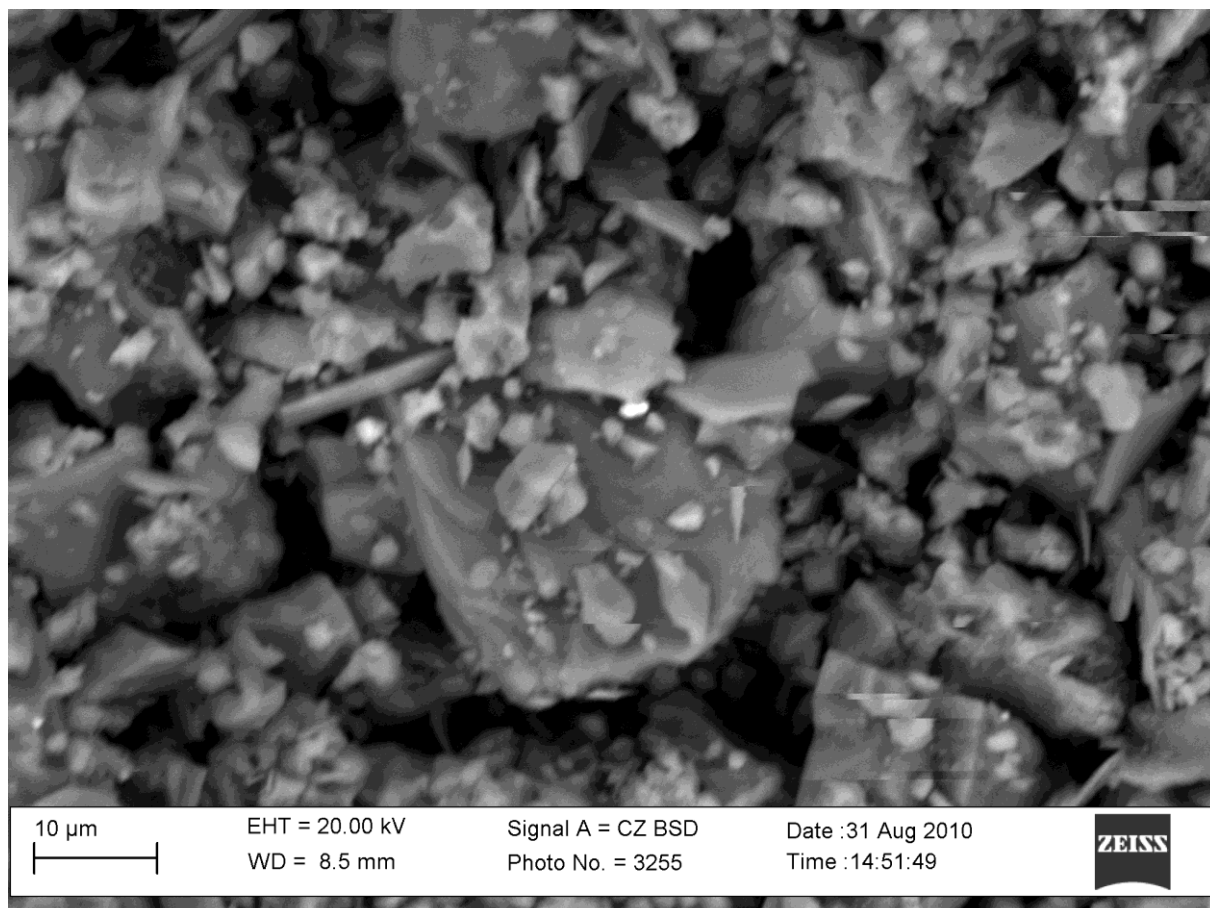
Proov 1772 (Filler)



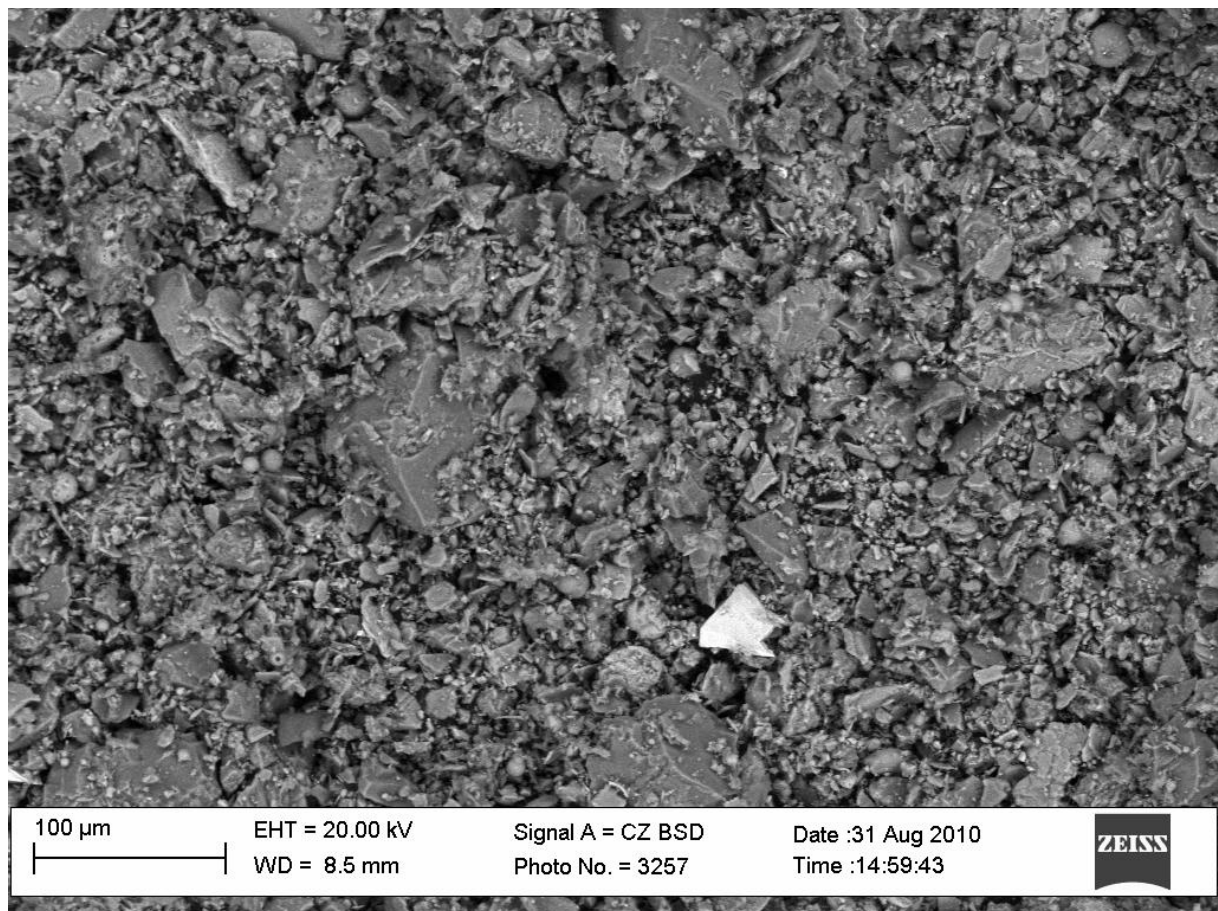
Proov 1772 (Filler)



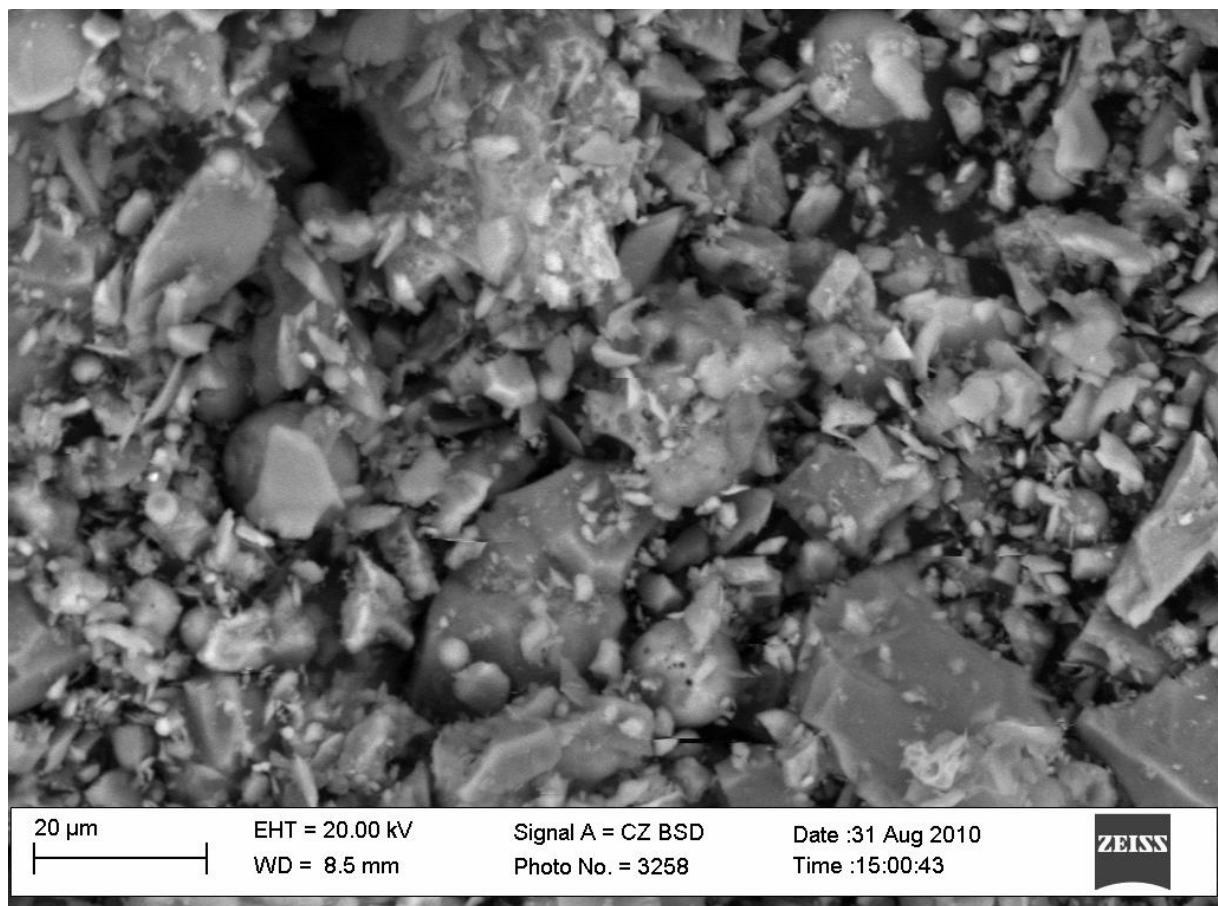
Proov 2273 (AC 12 AS)



Proov 2273 (AC 12 AS)



Proov 2010 (PT2)



Proov 2010 (PT2)