Erineva purustatud/ümardunud astmega killustike mõju segude deformatsioonikindlusele

UURIMISTÖÖ ARUANNE

AS Teede Tehnokeskus

2011-16

MAANTEEAMET **Tallinn 2011**

Uurimistöö koostamisel osalesid:

Marek Truu (AS Teede Tehnokeskus)

Silver Siht (AS Teede Tehnokeskus)

Uurimistöö valmimisele aitasid kaasa:

Taivo Möll (AS Teede Tehnokeskus)

Janek Hendrikson (AS Teede Tehnokeskus)

AS TEEDE TEHNOKESKUS

ERINEVA PURUSTATUD/ÜMARDUNUD ASTMEGA KILLUSTIKE MÕJU SEGUDE DEFORMATSIOONIKINDLUSELE

UURIMISTÖÖ ARUANNE

Vastutav teostaja: Marek Truu

Projektijuht

Tallinn, 2011

SISUKORD

SISUKORD 4

SISSEJUHATUS 5

UURIMISTÖÖ IDEOLOOGIA 6

LÄHTEMATERJALID 7

SEGUDE PROJEKTEERIMINE, SEGAMINE JA KATSETAMINE 11

Baaskatsetulemused 13

Tugevusomadused 19

TÄITEMATERJALI PURUSTUSASTME MÕJUST SEGUDE OMADUSTELE KIRJANDUSE PÕHJAL 25

JÄRELDUSED JA SOOVITUSED 29

KOKKUVÕTE 32

KASUTATUD KIRJANDUS 33

LISA KATSEPROTOKOLLID 35

SISSEJUHATUS

Tulenevalt Lõuna- ja Lääne-Eesti geoloogilisest eripärast, kus paas asub väga sügaval moreensete setete all, on nendes piirkondades paekivikillustiku veokaugused teedeehituses pikad. Märgatavalt lihtsamini on kättesaadavad kruus- ja kruusliivmaterjalid, mille kivimaterjalist valmistatakse purustamise teel ka killustikku - kruuskillustikku. Kuna lõpptoote, st. asfaltsegu maksumus sõltub suurel määral nii materjalide veokaugusest kui ka purustamise määrast, on oluline teada, kuidas mõjutab kruuskillustiku purustusaste sellest toodetava segu omadusi.

Kruuskillustik on tugevusomadustelt (purunemiskindlus LA ja kulumiskindlus A_n järgi) võrreldav või isegi parem paekivikillustikust, samas on tihtipeale tõsiseid probleeme terade purustusastmega. Kui AL ST 1-02 järgi võis sõltuvalt seguliigist olla kruuskillustikus maksimaalselt 15-85% loodusliku pinnaga e. täielikult ümardunud teri, siis EVS 901-1:2009 kohaselt peab kruuskillustikul olema kategooria vähemalt $C_{50/30}$, st. purustatud teri vähemalt 50% ja täielikult ümardunud teri maksimaalselt 30%. Viimatitoodut on reaalselt võimalik ka suuremates mahtudes toota. Samas ei ole siiski teada, kui suuri erinevusi deformatsioonidele võivad kaasa tuua kohati madalamad nõuded terade purustusastme suhtes.

Käesoleva uurimistöö eesmärk on vastavate katsete ja nende hilisema analüüsiga selgitada, kas erineva purustusastmega teradel on asfaltsegu deformatsioonile erinev mõju ja kui on, siis milline. Uurimistöös tuuakse välja seosed erinevate purustusastmetega terade osakaalu ning seotud kihtide deformatsioonide vahel.

Käesolev uurimistöö on koostatud Maanteeameti tellimusel. Uurimistöö viis läbi AS Teede Tehnokeskus.

UURIMISTÖÖ IDEOLOOGIA

Metoodika baseerub eeldusel, et ümaramad terad on vähem deformatsioonikindlad kui purustatud terad. Eeldatakse, et töö käigus õnnestub varieerida MUK ja AC segudes piisavalt täpselt erineva purustusastmega kivimaterjali, kusjuures ülejäänud komponendid jäävad praktiliselt konstantseks (ka LA).

Käesolevas töös on võetud vaatluse alla MUK 12/32, AC 16 base ja AC 32 base segude omaduste muutumine erineva purustusastmega killustike kasutamise korral.

Erinevate purustusastmega kivimaterjali mõju deformatsioonikindlusele selgitatakse rattaroopa katsega (deformatsioonikindlus katse EVS-EN 12697-22) tuues välja jäljesügavuse absoluutne juurdekasv (RD_{AIR}), suhteline juurdekasv (PRD_{AIR}) ja jäljesügavuse juurdekasvu kiirus (WTS_{AIR}). AC tüüpi segude puhul määratakse ka Marshalli stabiilsuse ja voolavuse näitajad: stabiilsus S, voolavus F ja jäikus (stabiilsuse ja voolavuse suhe).

Arvestades võimalusega, et AC ja MUK segud ei pruugi deformatsioonikindluse katsel lõpuni vastu pidada (eriti väiksema purustusastmega täitematerjalist segude korral), viiakse katsed läbi tavapärasest jäigema, B50/70 bituumeniga ning deformatsioonikindluse katsel kasutatakse tavapärasest madalamat, 40°C temperatuuri.

LÄHTEMATERJALID

Käesolevas uurimistöös kasutatakse AC ja MUK segude täitematerjalidena Ambose karjääri paekillustikku ja sõelmeid ning Kalda karjääri sõelutud kruusa, kruuskillustikku ja liiva. Erinevate purustatuse ja ümardumuse astmega segude koostamiseks kasutati algmaterjalina nelja fraktsiooni (16/32, 12/16, 8/16, 4/16) viie erineva purustusastmega kruusa-killustikku (vt. tabel 1 ja Joonis 5).

Tabel 1. Viis erinevat purustatud/ümardunud terade sisaldusega täitematerjali

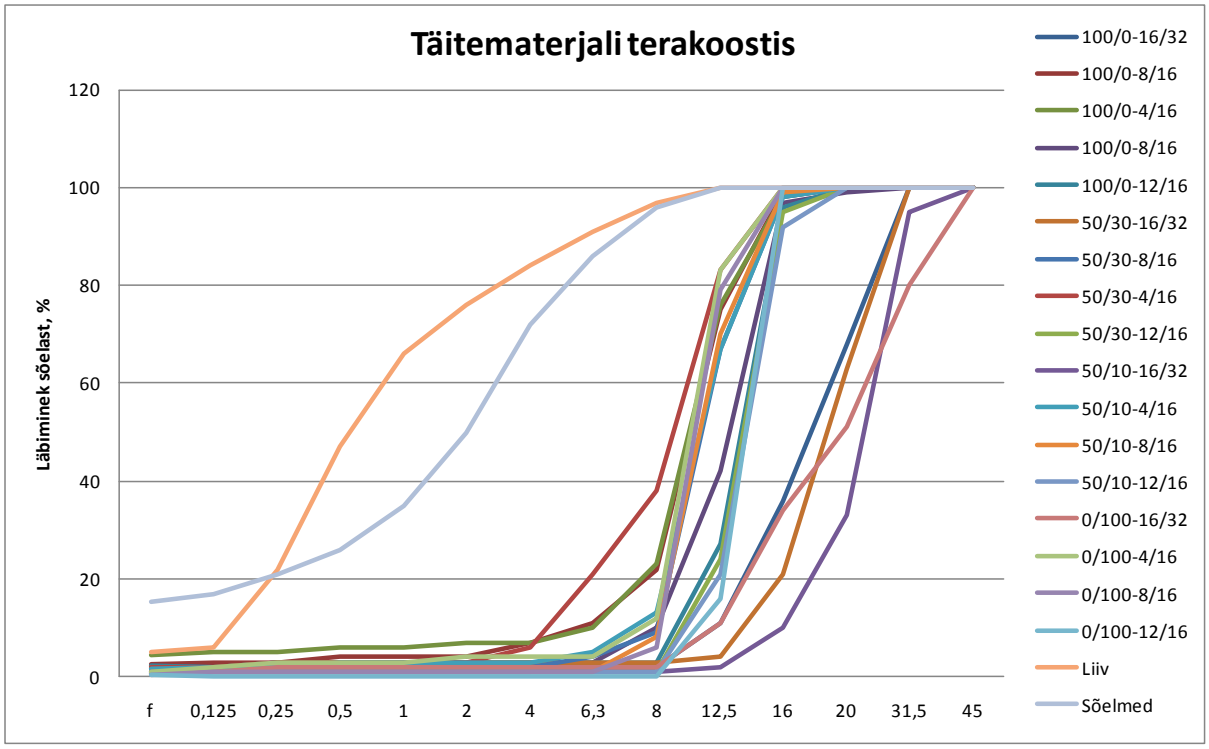
Materjali nimetus (tähis)	Purustatud/ümardunud terade sisaldus
Kruuskillustik/sõelutud kruus (C0/100)	$C_{0/100}$**
Kruuskillustik (C50/10)	$C_{50/10}$
Kruuskillustik (C50/30)	$C_{50/30}$
Kruuskillustik (C70/30)	$C_{70/30}$
Paekillustik (C100/0)	$C_{100/0}$

Kõigile kasutatavatele täitematerjalidele (liiv, sõelmed ja jäätäitematerjal) määrati terastikuline koostis (EVS-EN 933-1, Joonis 4). Jäätäitematerjalile määrati purunemiskindlus LA (EVS-EN 1097-2, fraktsioonile 10/14 mm), kulumiskindlus A_n Nordic katsel (EVS-EN 1097-9, fraktsioonile 11,2/16 mm), plaatsustegur FI (EVS-EN 933-3) (Joonis 6) ja purustatud terade osakaal (EVS-EN 933-5, Joonis 5) ning veeimavus WA_{24} (ES-EN 1097-6, Joonis 7). Filleril määrati terastikuline koostis õhujoas (EVS-EN 933-10).

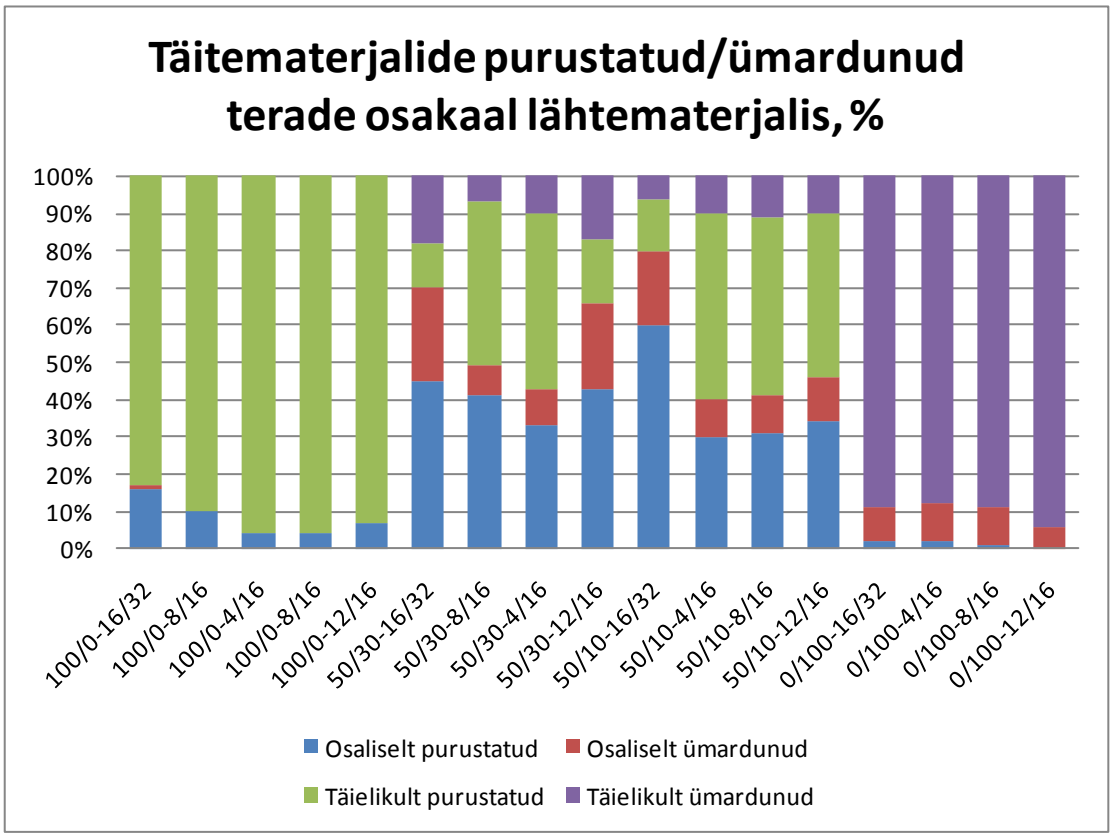
Joonis 1. Sõelutud kruus C0/100 fraktsioon 16/32

Joonis 2. Purustatud kruus C50/30 fraktsioon 16/32

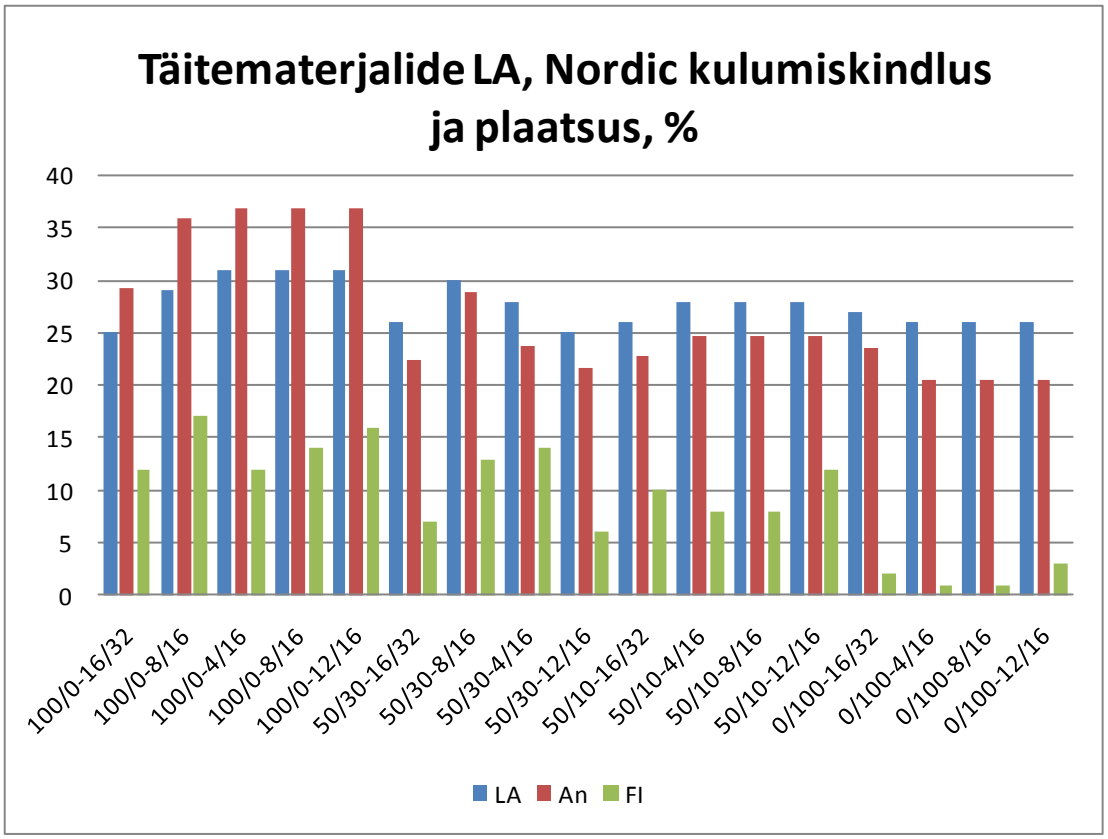
Joonis 3. Paekillustik C100/0 fraktsioon 16/32



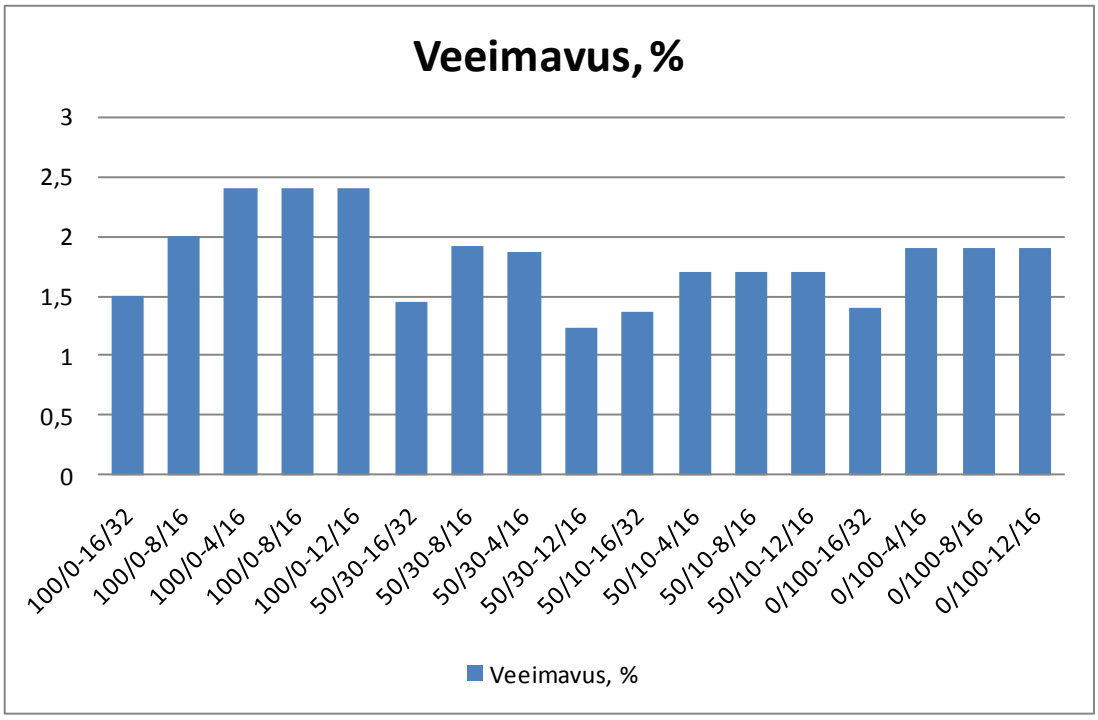
Joonis 4. Täitematerjali terastikuline koostis



Joonis 5. Jäätäitematerjali purustatud/ümardunud terade osakaal



Joonis 6, Jäätäitematerjalide purunemiskindlus, kulumiskindlus ja plaatsus



Joonis 7. Jäätäitematerjali veeimavus WA_{24}

Sideainena kasutatakse bituumensegudes sitket naftabituumenit B50/70 (vt. tabel 2).

Tabel 2. Sideaine peamised omadused katsete põhjal

Katse nimetus	Standard	Tulemus	Ühik
Penetratsioon	EVS-EN 1426	61	x 0,1 mm
Pehmenemistäpp	EVS-EN 1427	49,0	°C

SEGUDE PROJEKTEERIMINE, SEGAMINE JA KATSETAMINE

Uurimistöös on projekteeritud iga seguliigi (MUK, AC 16 base ja AC 32 base) kohta 5 erinevat, erineva purustusastmega jämetäitematerjalil põhinevat segu. Algmaterjalide terastikulise koostise andmete põhjal parendati täitematerjale käsitsi, et saavutada võimalikult ühtlane ja purustusklassil piiri lähedane lähtematerjal kõigi segude jaoks.

Bituumenmakadam MUK 12/32 - 50/70 segu projekteeriti vastavalt AL-ST 02 nõuetele, liiva sisaldusega alla 7% ja doseeritava bituumeni sisaldusega 2,7%. MUK seguretseptid on esitatud lisas (tabelid 40 kuni 44).

AC 32 base 50/70 ja AC 16 base 50/70 segud projekteeriti vastavalt EVS 901-3 nõuetele. AC 32base 50/70 seguretseptid on esitatud lisas (tabelid 30 kuni 34) ja AC 16base 50/70 seguretseptid lisas (tabelid 35 kuni 39). Segudele esitatavad nõuded on toodud alljärgnevates tabelites.

Tabel 3. EVS 901-3 nõuded AC 32 base segule

Segu omadus	Ühik	Tähis	Nõue
Sideaine sisaldus	%	B_{min}	3,2
Poorsus	%	V_{max}	12,0
		V_{min}	6,0
Pooride täidetus bituumeniga	%	VFB_{max}	DV
		VFB_{min}	DV
Skeletipoorsus	%	VMA_{min}	14

Tabel 4. EVS 901-3 nõuded AC 16 base segule

Segu omadus	Ühik	Tähis	Nõue
Sideaine sisaldus	%	B_{min}	3,6
Poorsus	%	V_{max}	12,0
		V_{min}	5,0
Pooride täidetus bituumeniga	%	VFB_{max}	DV
		VFB_{min}	DV
Skeletipoorsus	%	VMA_{min}	14

Segude segamisel on homogeense lõpptulemuse saavutamiseks kasutatud laboratoorset asfaltbetoonisegistit, mille segamisvõime korraga on üle 30 kg. Kõik laboratoorsed segud katsetati ühe paralleelkatsega iga segu omaduse kohta:

- Terastikuline koostis ja sideaine sisaldus EVS-EN 12697-1 ja -2 järgi (MUK, AC 32 base, AC 16 base)
- Näiv erimass EVS-EN 12697-5 järgi (MUK, AC 32 base, AC 16 base)
- Mahumass EVS-EN 12697-6[1] meetod D järgi (MUK), meetod B järgi (AC 16 base ja AC 32 base)
- Marshalli katse EVS-EN 12697-34[2] järgi (AC 32 base, AC 16 base)
- Deformatsioonikindlus (rattaroopa katse) EVS-EN 12697-22 järgi (MUK, AC 32 base, AC 16 base)

Koostatud segud tähistati alljärgneva tabeli kohaselt.

Tabel 5. Uurimistöös kasutatud segude tähistus

	MUK 12/32	AC 16 base	AC 32 base
$C_{0/100}$	MUK-0	P16-0	P32-0
$C_{50/30}$ ja $C_{50/10}$ (keskmine)	MUK-50	P16-50	P32-50
$C_{70/30}$	MUK-70	P16-70	P32-70
$C_{100/0}$	MUK-100	P16-100	P32-100

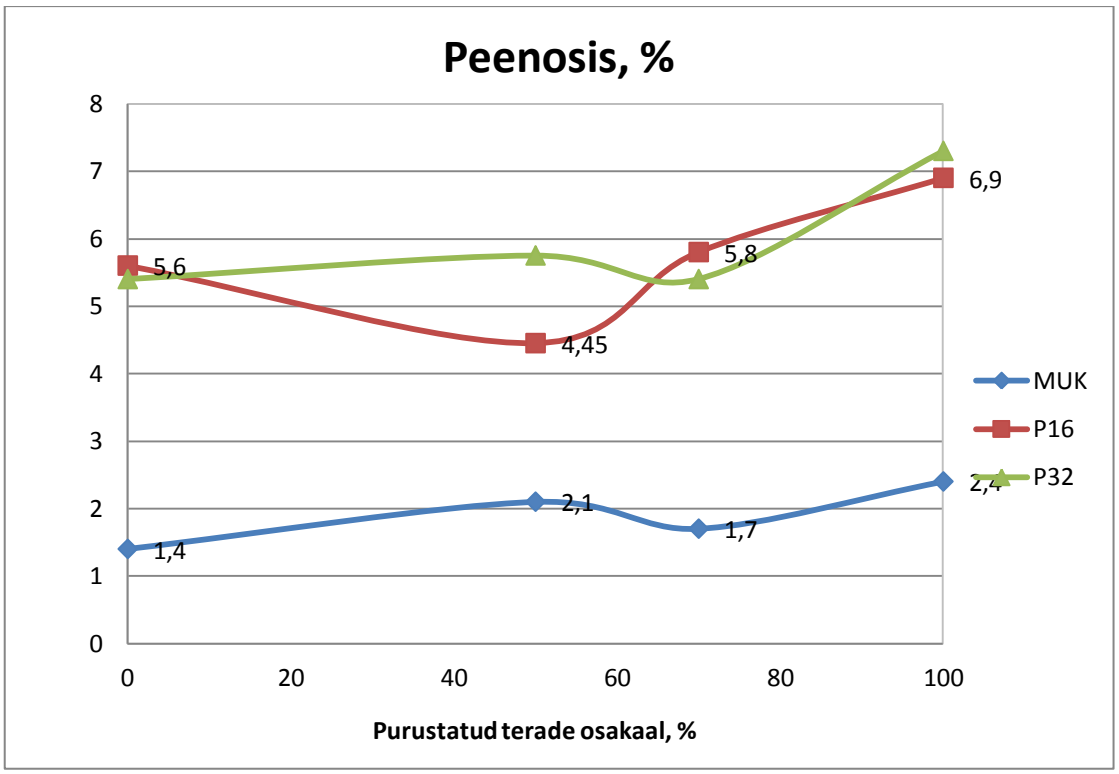
[1] Laboratoorsed proovikehad diameetriga 150 mm valmistatakse güraatortihendajaga EVS-EN 12697-31 järgi (50 pööret)
[2] Laboratoorsed proovikehad diameetriga 100 mm valmistatakse Marshalli tambiga EVS-EN 12697-30 järgi (2 x 50 lööki)

Baaskatsetulemused

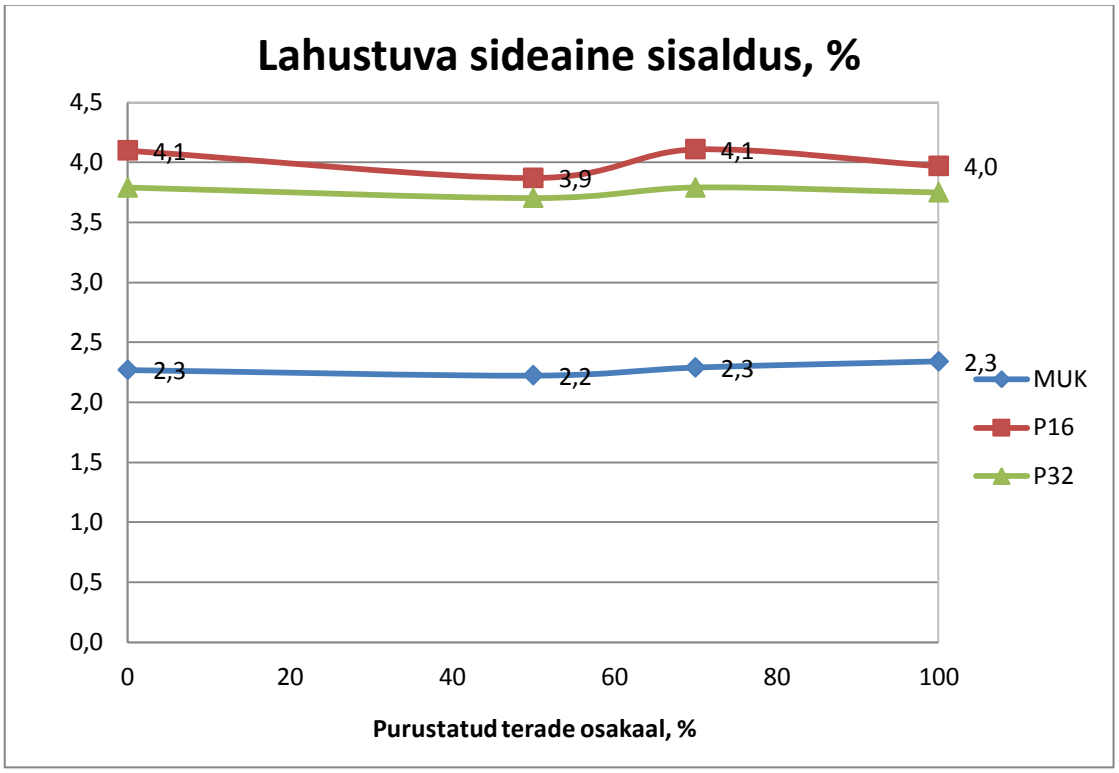
Asfaltsegude katsetulemused näitavad, et peenosise osakaal on mõnevõrra suurem suurema purustusastmega täitematerjalist segude puhul (Joonis 10). Lahustuva sideaine sisalduse (Joonis 11) ühtluse põhjal sama segu piires võib öelda, et segamine on õnnestunud hästi. Jäävpoorsus (Joonis 14) on ühtlane MUK segu puhul kuid AC 32 base ja AC 16 base segude juures on näha, et mida ümaram on tera, seda paremini see tiheneb ning saavutab väiksema skeletipoorsuse (Joonis 15) ja jäävpoorsuse, mille tulemusena suureneb vastavalt bituumeniga täidetud pooride maht (Joonis 16). Piltidelt (Joonis 17 ja Joonis 18) on samuti visuaalselt näha, et AC 32 base C0/100 segu proovikeha on tihedam ja suuremad urbsed kohad jäävad proovi servadesse. Seevastu C100/0 segu proovikeha urbsed kohad paiknevad üle proovi. Kõikide MUK segude segamisel ja ka katsetulemustest nähtub, et antud segu ei suuda siduda kogu doseeritud bituumenit (2,7%) ning reaalne seotud lahustuva sideaine sisaldus jääb 2,2-2,3% piirimaile.

Joonis 8. Vasakul tihedam, täielikult ümaratest teradest AC 32 base segu ja paremal poorsem $C_{50/10}$ segu

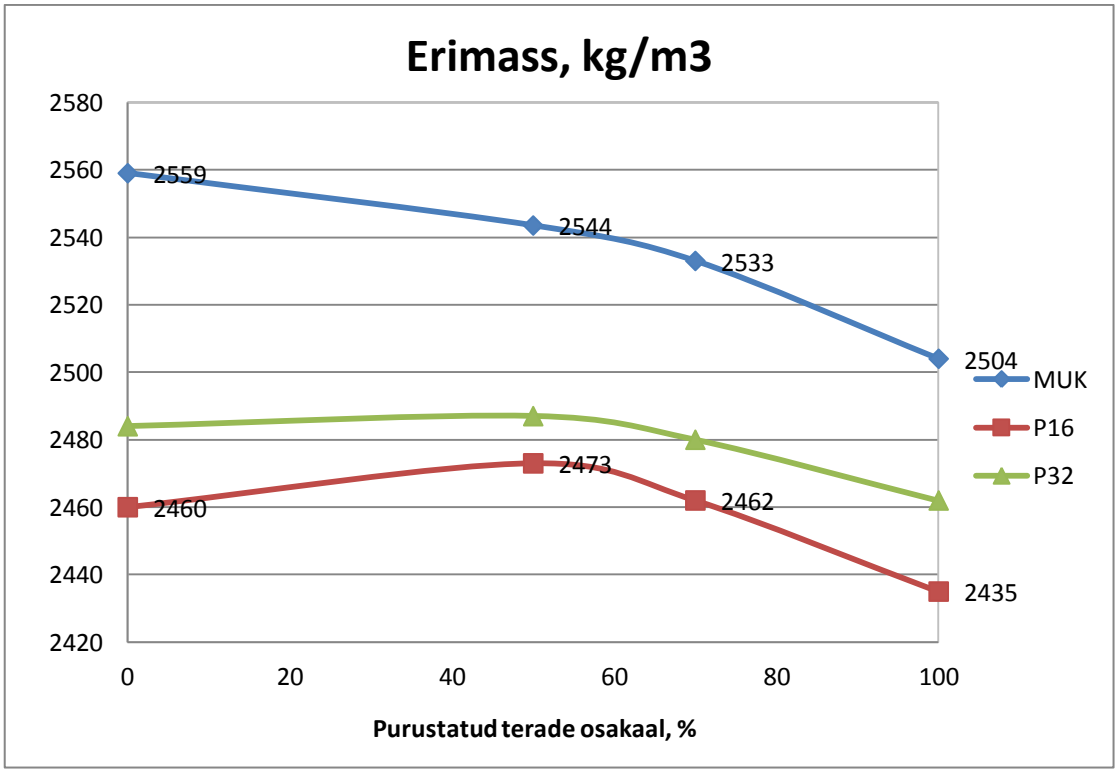
Joonis 9. MUK 12/32 segust proovikehad $C_{0/100}$



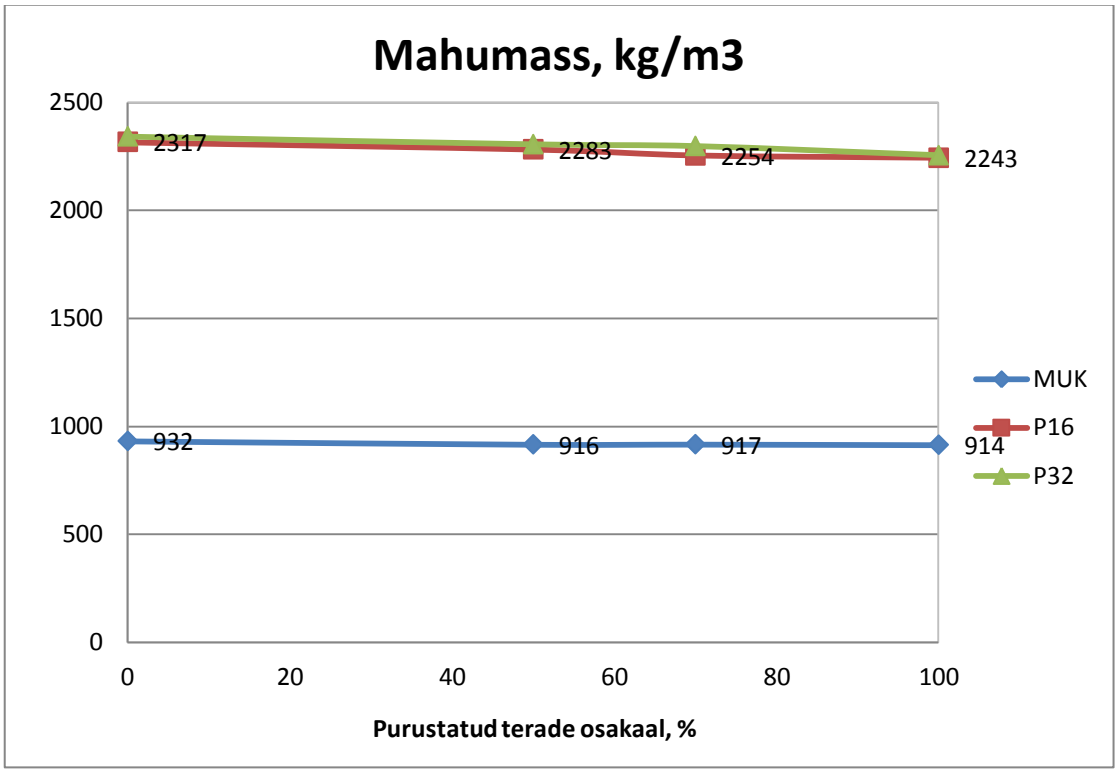
Joonis 10. Peenosis vs purustatud terade osakaal



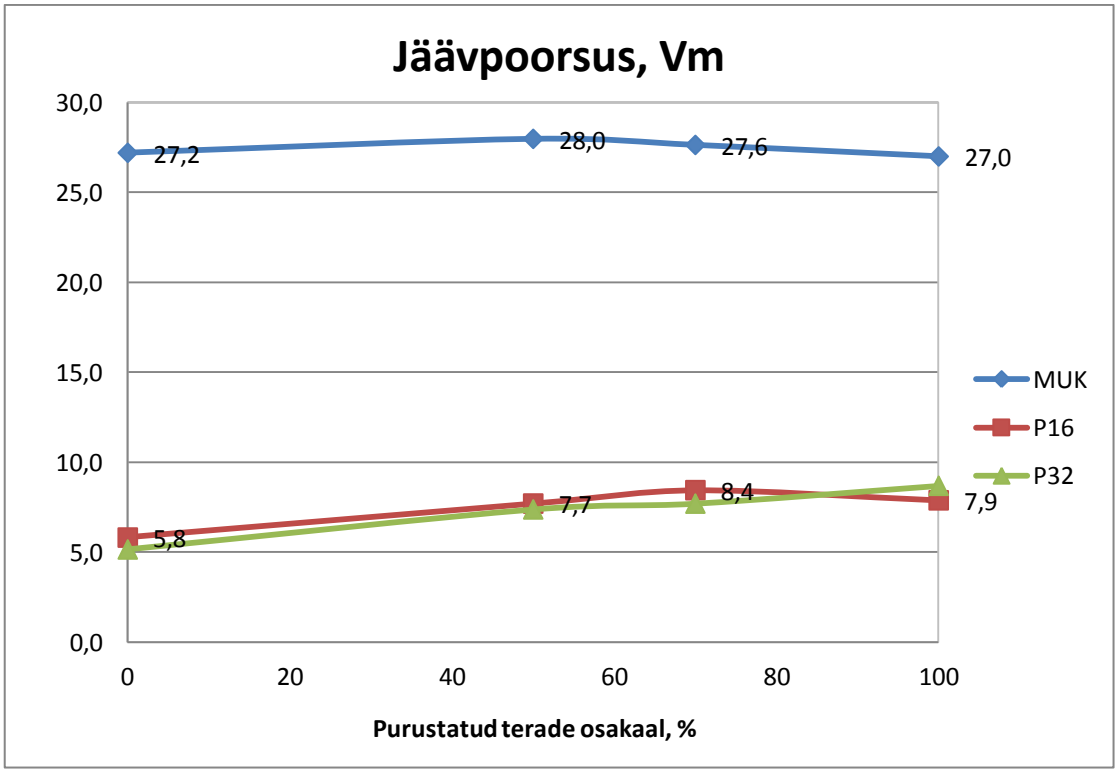
Joonis 11. Lahustuva sideaine sisaldus vs purustatud terade osakaal



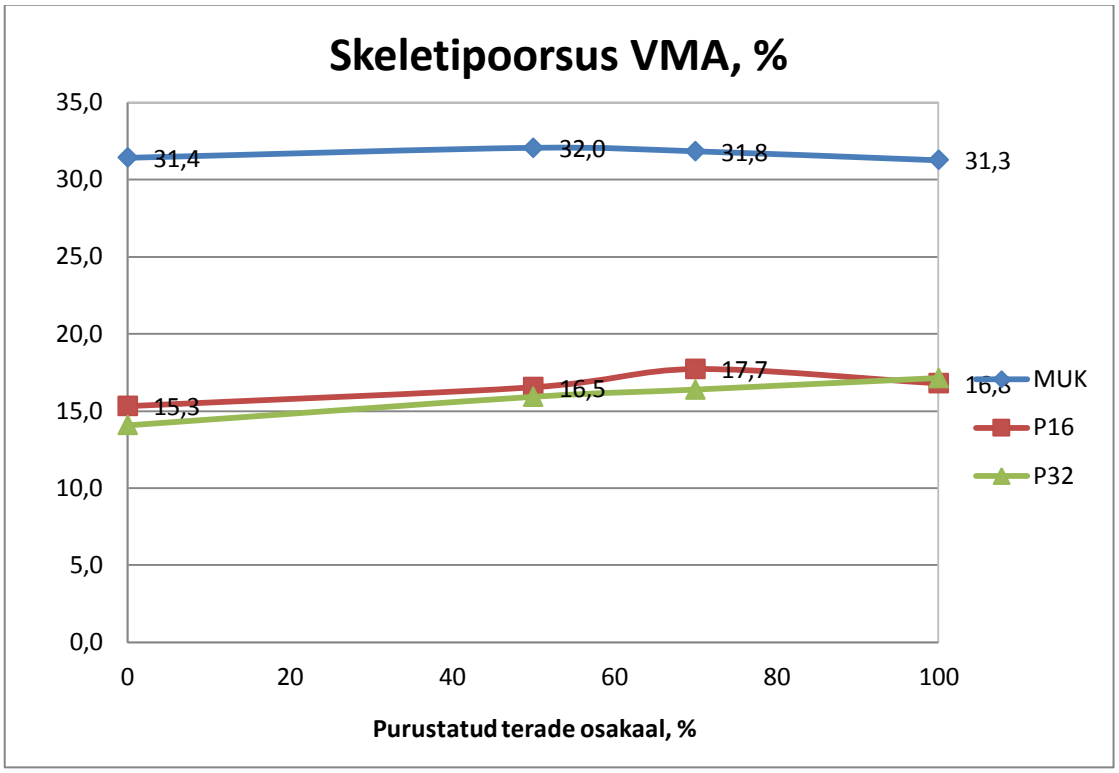
Joonis 12. Erimass vs purustatud terade osakaal



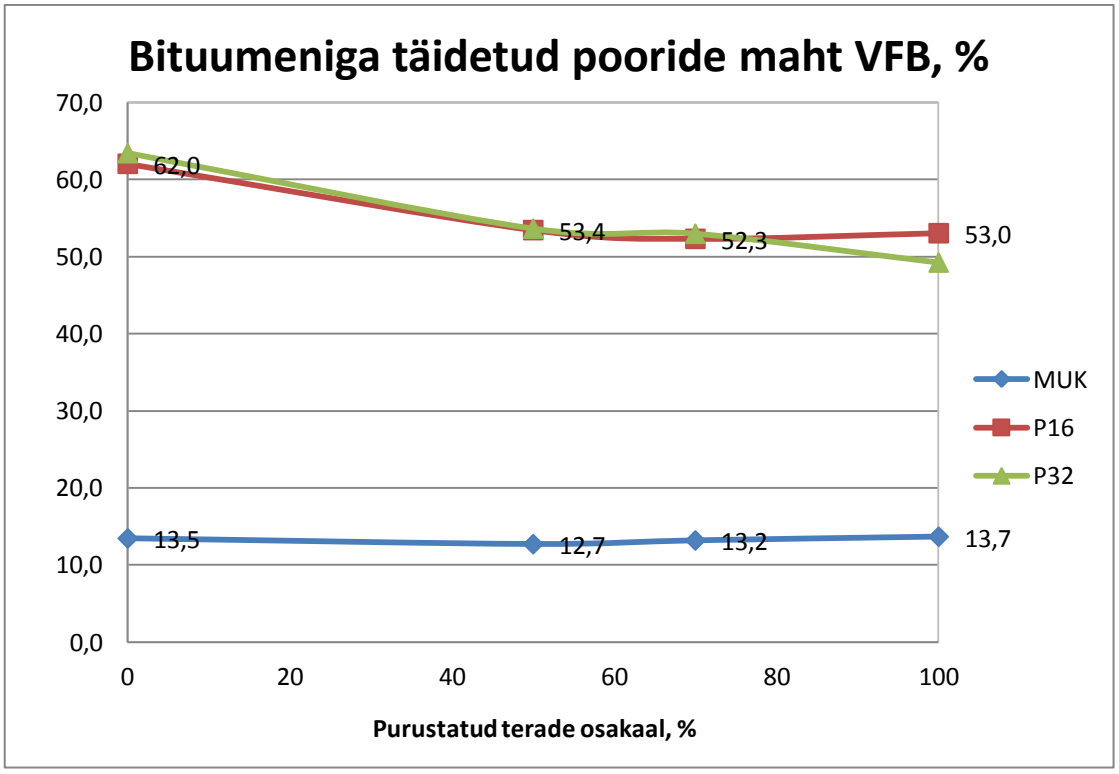
Joonis 13. Mahumass vs purustatud terade osakaal



Joonis 14. Jäävpoorsus vs purustatud terade osakaal



Joonis 15. Skeletipoorsus vs purustatud terade osakaal



Joonis 16. Bituumeniga täidetud pooride maht vs purustatud terade osakaal

Joonis 17. AC 32 base C100/0 proovikeha ristlõige

Joonis 18. AC 32 base C0/100 proovikeha ristlõige

Joonis 19. MUK 12/32 C100/0 proovikeha ristlõige

Joonis 20. MUK 12/32 C0/100 proovikeha ristlõige

Tugevusomadused

Marshalli stabiilsuse ja voolavuse näitajad määrati AC 32 base[3] ja AC 16 base segudele. Kuivõrd katsed viidi läbi ühe paralleelkatsega, on arusaadav, et 4 erineva purustusastmega teradega segude vahel ei teki selget ühesuunalist seost. Siiski võib katsetulemustes täheldada segude stabiilsuse vähenemist kui täitematerjali purustatud terade osakaal väheneb. Erandlikuna hakkavad aga silma täielikult ümaratest teradest koostatud segud, mille juures stabiilsusnäitaja on mõlema segu puhul suurem kui osaliselt purustatud täitematerjaliga segude puhul.

Ka voolavuse osas ei käitu käsitletud segud ootuspäraselt. Nimelt suureneb voolavus purustusastme vähenedes ainult AC 32 base segu puhul. Samas paistavad vähima, st. parima voolavuse näitaja poolest silma taas täielikult ümardunud teradest koosnevad segud.

Üldistavalt võib tehtud katsete põhjal öelda, et suurema purustusastmega täitematerjali kasutamine ei too selgelt kaasa kasvavat deformatsioonikindlust. Tõenäolised tegurid on ümaramate teradega segude parem tihenemine (väiksem jäävpoorsus) ning koormuse parem jagunemine survel, mida omakorda võib mõjutada selliste segude täitematerjali väiksem plaatsustegur FI ja suurem tugevus (väiksem LA ja A_n) aga ka sitkest bituumenist tulenev suur bituumeni mõju.

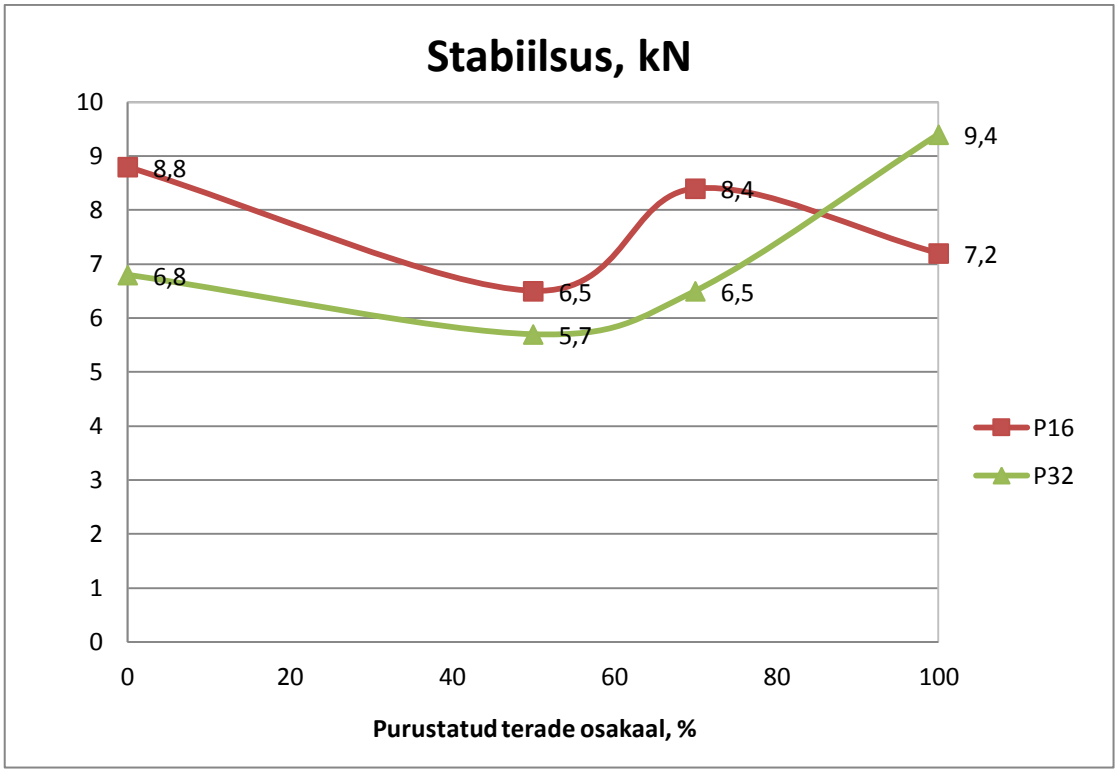
Deformatsioonikindluse katsed näitavad MUK segu puhul jäljesügavuse peaaegu lineaarset suurenemist 6,4'lt 18,0 mm'ni (e. ca 3 korda) ning suhtelise jäljesügavuse PRD_{AIR} suurenemist 8,0'lt 22,5 %'ni purustatud terade osakaalu vähenedes 100->0%.

Seevastu AC segude puhul muutub jäljesügavus täitematerjalide purustusastme vähenemisel vähem (36->53%) ning sedagi üksnes kuni 50%-se purustusastmeni. Täielikult ümardunud täitematerjaliteradega asfaltsegu jäljesügavus on taas väiksem.

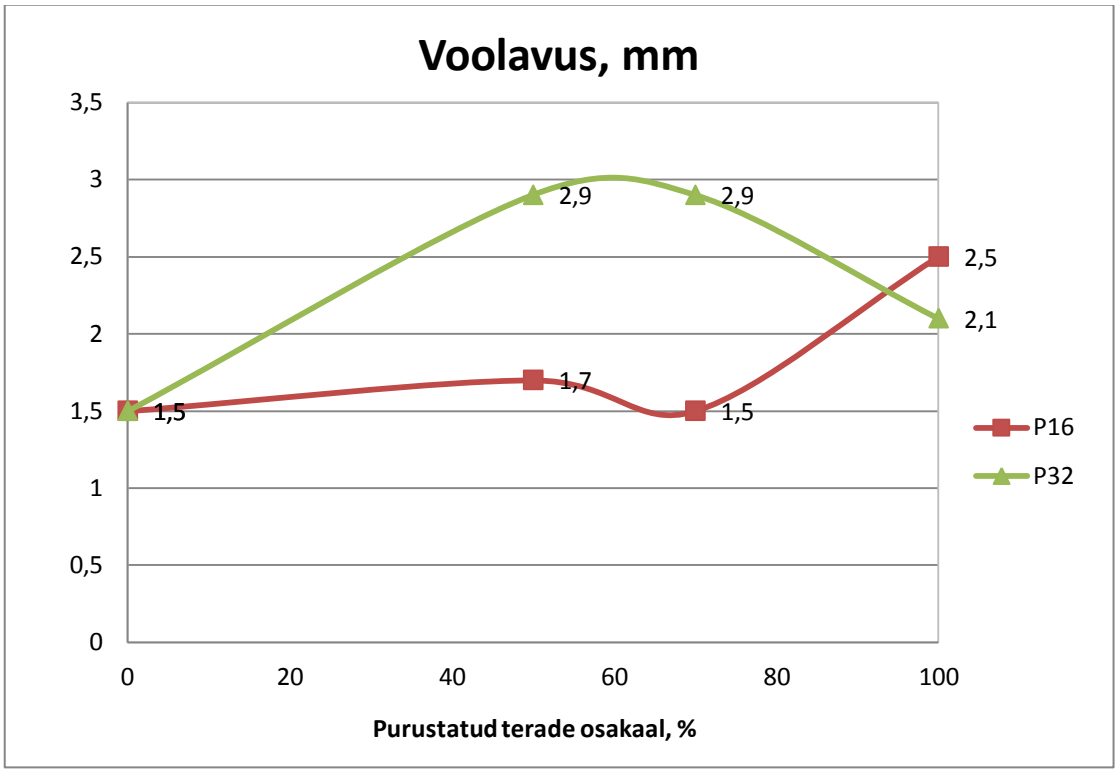
Ilmselgelt on teostatud katsete arv (üks paralleelkatse iga segu kohta) ebapiisav usaldusväärsete andmete saamiseks ja selgete tendentside väljalugemiseks, kuid ka siin võib ainult ümaratest teradest koosneva segu suhteliselt heade tulemuste põhjuseks olla ühelt poolt suhteliselt jäik bituumen ja teisalt ümarama täitematerjaliga koostatud segu suurem tihedus, terade väiksem plaatsustegur ja suurem tugevus

[3] AC 32 base segude uuringutes kasutati mittestandardikohast Marshalli katset kuna segus kasutatu täitematerjali, mille teremõõt on suurem kui 22,4 mm

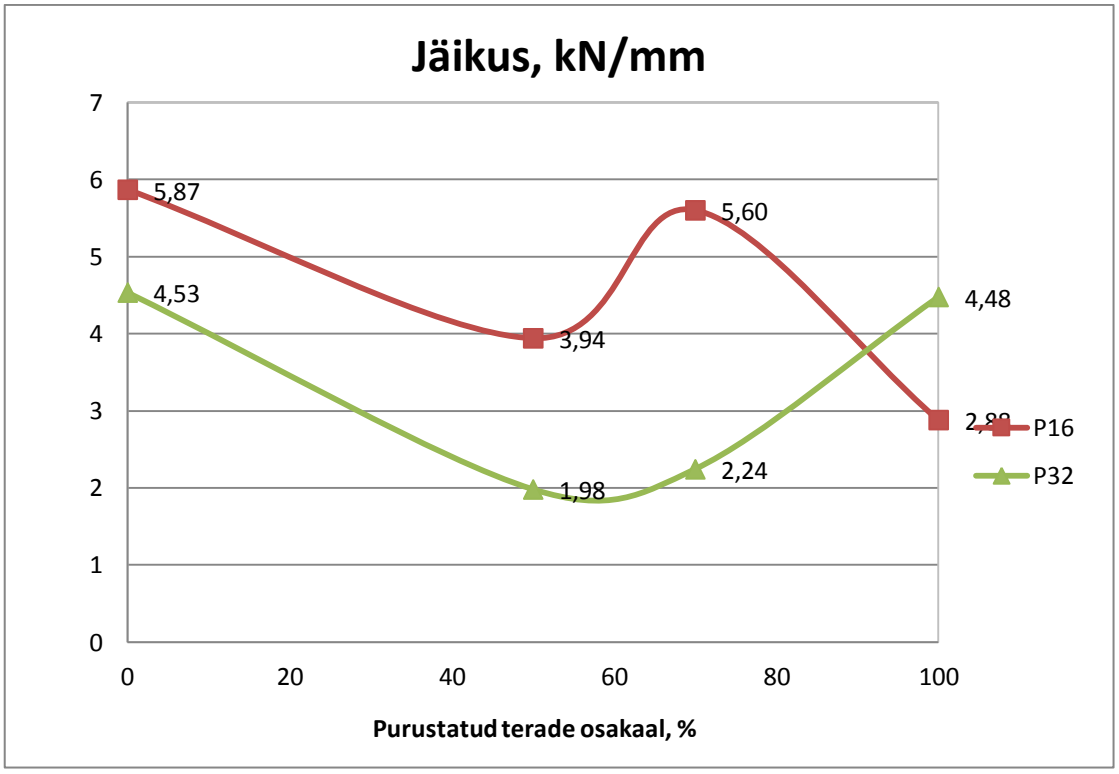
(väiksem LA ja A_n). Proovikehasid lähemalt visuaalselt uurides selgubki, et ümarad terad purunevad proovis vähem kui murdservalised terad. Üheks põhjuseks võib siin olla ka mikropragude puudumine või vähesus ümarate terade juures võrreldes mehaaniliselt tugevalt mõjutatud teradega (lõhkamine ja/või purustamine).



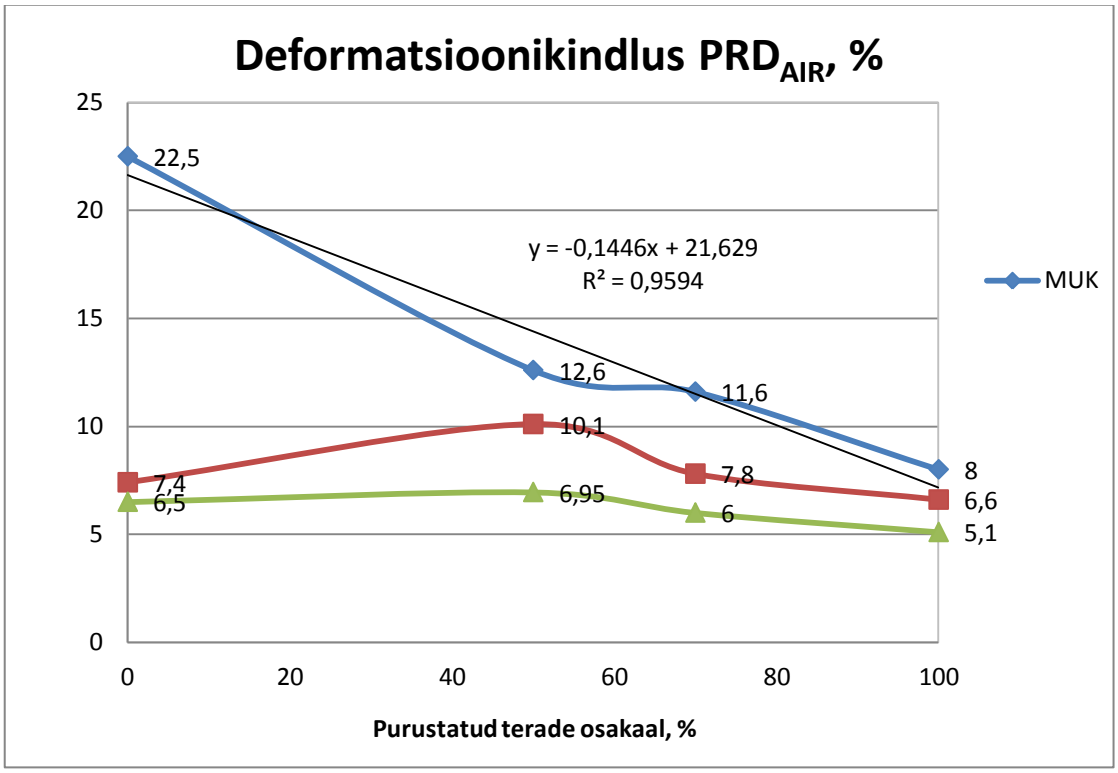
Joonis 21. Stabiilsus vs purustatud terade osakaal



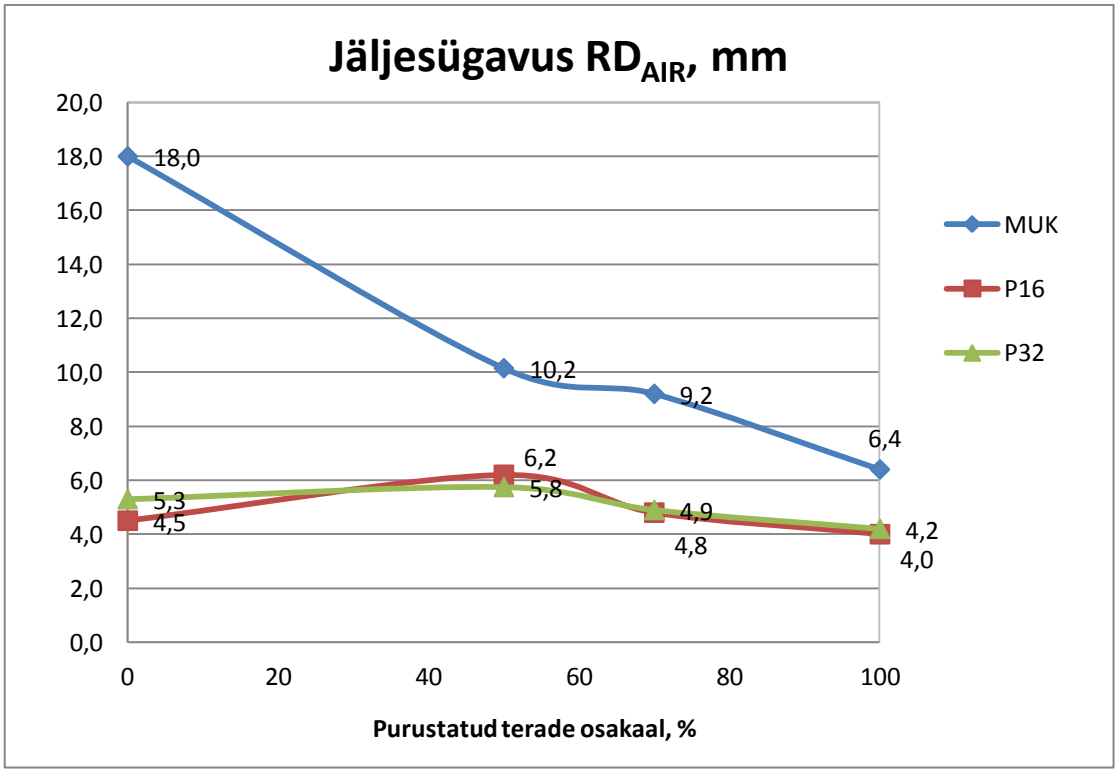
Joonis 22. Voolavus vs purustatud terade osakaal



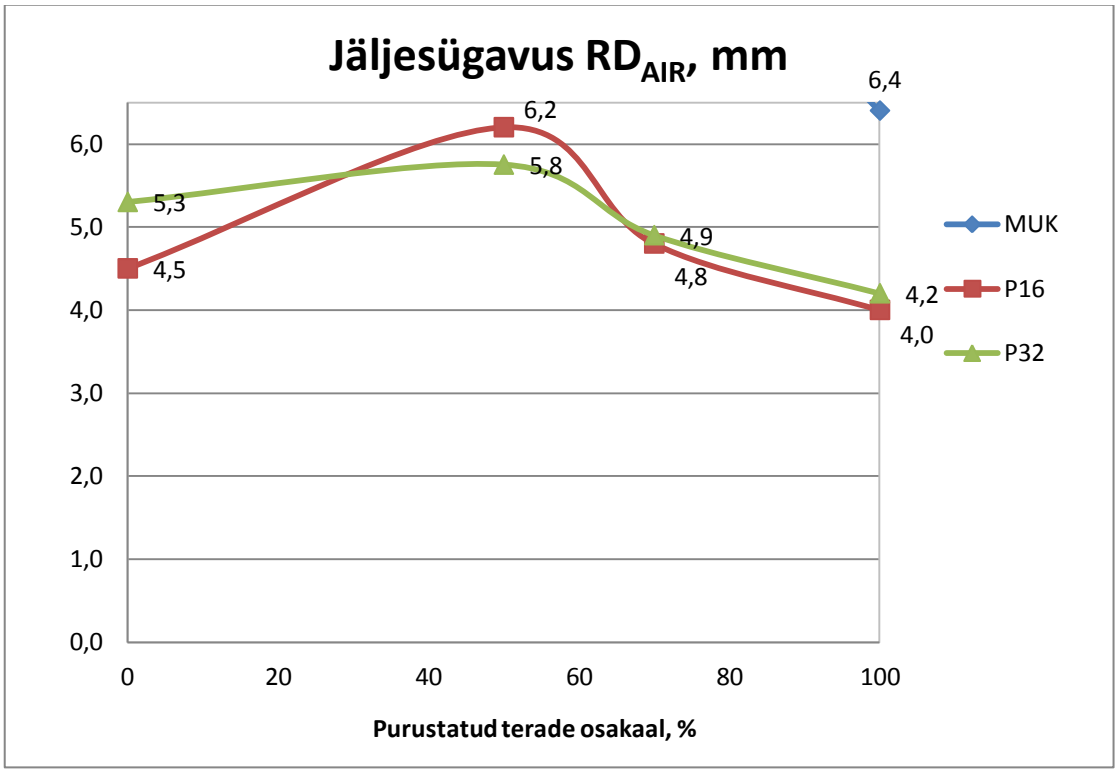
Joonis 23. Jäikus vs purustatud terade osakaal



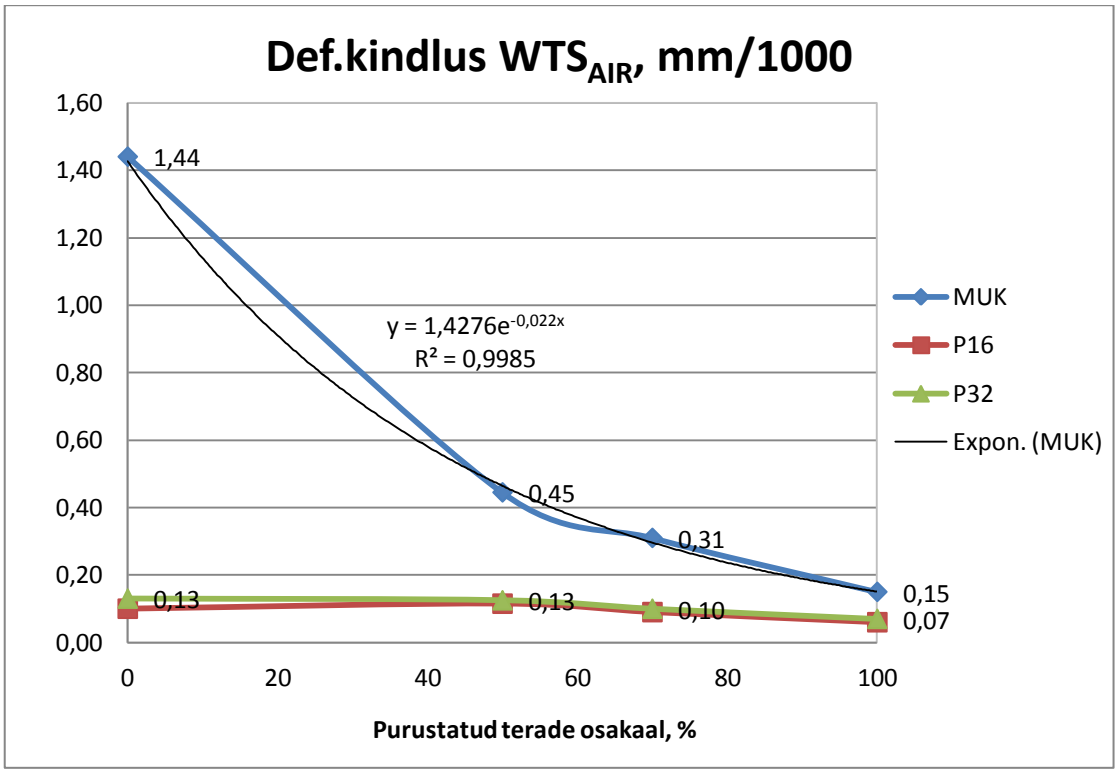
Joonis 24. Deformatsioonikindlus vs purustatud terade osakaal



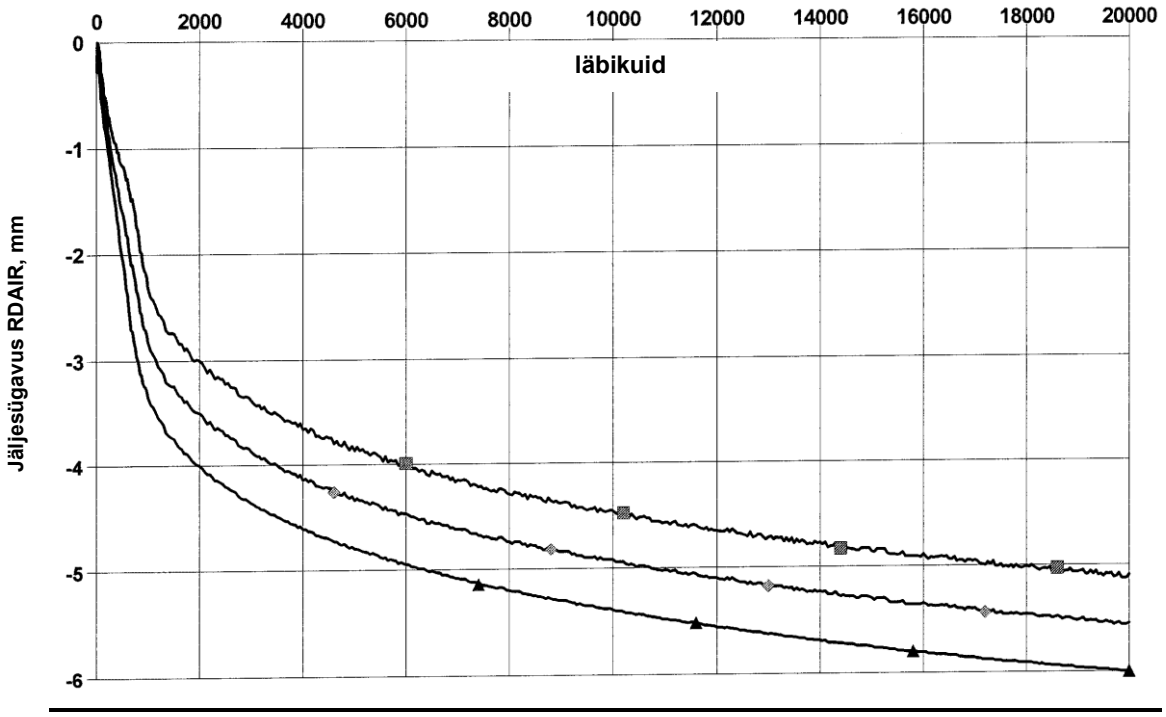
Joonis 25. Deformatsioonikindlus vs purustatud terade osakaal



Joonis 26. Deformatsioonikindlus vs purustatud terade osakaal (ainult AC segud)



Joonis 27. Deformatsioonikindlus - jäljesügavuse kasvu kiirus vs purustatud terade osakaal



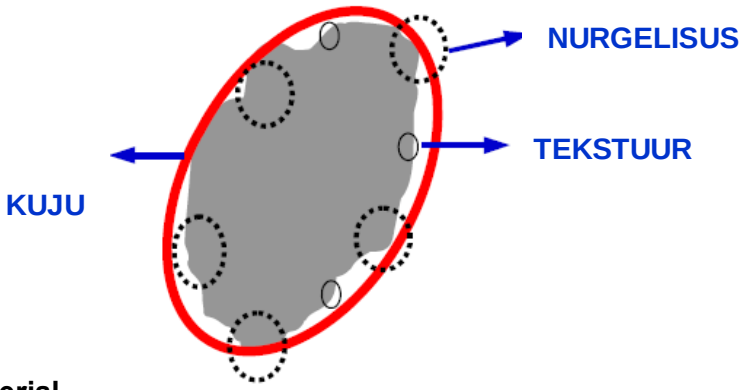
Joonis 28. Deformatsioonikindluse katse näidisgraafik

Joonis 29. AC 32 base C100/0 deformatsioonikindluse katse proovikeha ristlõige pärast katset

Joonis 30. AC 32 base C0/100 deformatsioonikindluse katse proovikeha ristlõige pärast katset

TÄITEMATERJALI PURUSTUSASTME MÕJUST SEGUDE OMADUSTELE KIRJANDUSE PÕHJAL

Teiste riikide uuringutes on terakuju mõju asfaltsegude omadustele käsitletud väga erinevaid aspekte arvestades, kuid terade purustusastme erineva käsitluse tõttu (texture index, shape index, particle index, face count jms) on nende võrdlus käesolevas uuringus teostatud katsetega komplitseeritud. Üldiselt saab need uuringud oma fookuse järgi jagada kahte gruppi. Esimesed neist keskenduvad suuresti metoodilistele aspektidele terade purustatuse hindamiseks, uurides erinevaid võimalusi terade purustusastme määramiseks ja lihtsustamiseks. Teised aga võrdlevad peaasjalikult purustatud ja loodusliku materjali erinevat mõju asfaltsegude omadustele. Täitematerjali kuju iseloomustatakse 3 omadusega: kuju (*shape*), nurgelisus (*angularity*), tekstuur (*texture*) (vt. joonis). (Masad, Al-Rousan, Button, Little, & Tutumluer, 2005)



Jämetäitematerjal

Herrin and Goetz uurisid täitematerjali tera kuju mõju kuumade asfaltsegude (HMA – hot mix asphalt) tugevusomadustele kolmetelgse surve katsega ning tõdesid, et purustatud terade osakaalu suurendamine suurendas asfaltsegu tugevust ühefraktsiooniliste segude puhul kuid tihedate segude puhul oli vastav mõju väike. (Herrin & Goetz, 1954)

Wedding and Gaynor uurisid erineva purustusastmega terade mõju asfaltsegude stabiilsusele ning tõdesid, et purustatud täitematerjali korral (purustatud kruus ja purustatud peentäitematerjal) oli asfaltsegu stabiilsus ca 45% suurem kui loodusliku kruusa ja liiva kasutamisel. (Wedding & R.D.Gaynor, 1961)

Field uuris purustatud täitematerjalide osakaalu mõju asfaltsegu stabiilsusele. Uuringus selgus, et asfaltsegu Marshall'i stabiilsus kasvas vähe, kui purustatud terade osakaalu tõsteti 0%-lt 35%-ni. Suurendades purustatud terade osakaalu 35-lt protsendilt 100%-ni, kasvas aga ka Marshalli stabiilsus peaaegu lineaarselt, olles purustatud terade 100-protsendilise osakaalu juures keskmiselt 55% suurem kui 35-protsendilise osakaalu juures. Uuringus selgus, et purustatud terade osakaal segus ei avaldanud mõju segu jäävpoorsusele ega skeletipoorsusele. (Field, 1958)

Campen ja Smith uurisid asfaltsegude stabiilsuse muutust erinevate purustatud terade osakaalude juures Hubbard-Field ja Bearing-Index katsetega. Need katsed näitasid purustatud teradega asfaltsegude stabiilsuse 30 kuni 190% kasvu võrreldes looduslike, ümardunud teradega asfaltsegudega. (Campen & Smith, 1948)

Gaudette ja Welke uurisid oma töös jämetäitematerjali terade purustusastme, st. purustatud pindade osakaalu mõju asfaltsegu omadustele. Nende uuringu kohaselt kasvas Marshall'i stabiilsus 17 protsenti kui purustatud terade osakaalu asfaltsegus suurendati 0-lt 50-ni, seda sõltumata purustatud pindade osakaalust. Purustatud terade osakaalu edasisel suurendamisel jätkas asfaltsegu stabiilsus kasvamist üksnes juhul kui täitematerjalide teradel oli purustatud pindu 3 või enam. (Gaudette & Welke, 1977)

Griffhh ja Kallas uurisid erineva purustusastmega täitematerjali mõju asfaltsegu poorsusnäitajatele. Uuringus jõuti järeldusele, et looduslikust kruusast asfaltsegud vajavad üldjuhul vähem sideainet kui purustatud täitematerjalist asfaltsegud. Sellist tulemust sama sõelkõvera juures selgitati looduslike kruusade väiksema skeletipoorsusega võrreldes purustatud täitematerjalide segude skeletipoorsusega. (Grifilth & Kallas, 1957)

Maupin viis läbi laboratoorsed katsed, selgitamaks tera kuju mõju asfaltsegu väsimuskindlusele. Uuringus kasutati kolme erinevat täitematerjali – looduslikku kruusa, paekivikillustikku ja kiltkivikillustikku. Väsimuskatsed viidi läbi CSM-meetodil (Constant Strain Mode). Selgus, et asfaltsegu väsimuskindlus oli kõige suurem looduslikust kruusast asfaltsegude korral. (Maupin, 1970)

Peentäitematerjal

Lottman ja Goetz (*8*) leidsid oma uuringus, et purustatud kruusast peentäitematerjali kasutamine parendab tihedate asfaltsegude tugevusomadusi. (Lottman & Goetz, 1956)

Shklarsky ja Livneh (*9*) viisid läbi ulatuslikud uuringud, selgitamaks erinevate jäme- ja peentäitematerjalide kasutamisel nende mõju asfaltsegude omadustele. Uuringutes kombineeriti looduslikku ja purustatud kruusa loodusliku liiva ja purustatud peentäitematerjaliga ning määrati Marshall'i stabiilsus ja voolavus, sisehõõrdenurk, kohesioon (kolmetelgsel survel), jäljesügavus rattaroopa katsel ja veeläbilaskvus. Uuringu tulemusel järeldati: loodusliku liiva asendamine purustatud peentäitematerjaliga suurendas asfaltsegu stabiilsust, deformatsioonikindlust, veekindlust. Seevastu kruusast jämetäitematerjali vahetamine purustatud kruusa vastu sellist mõju ei avaldanud. (Shklarsky & Livneh, 1964)

Moore ja Welke (*10*) viisid läbi 110 Marshall'i asfaltsegu katsetused erinevate liivadega üle Michigani osariigi, hoides seejuures muud komponendid (sideaine, jämetäitematerjal ja peenosis) muutumatuna. Uuringud näitasid, et asfaltsegu stabiilsust mõjutasid nii terade nurgelisus kui terastikuline koostis. Terastikulise koostise osas oli asfaltsegu seda stabiilsem, mida lähemal oli sõelkõver Fuelleri kõverale maksimaalse tiheduse juures. Madalamat stabiilsust näitasid asfaltsegud, milles oli kasutatud suhteliselt ühesuuruste teradega looduslikke liivasid. Kõrgeim stabiilsus oli segudel, milles kasutati tehisliiva.(Moore & Welke, 1979)

Foster jõudis erinevate katselõikude uurimisel järeldusele, et tihedate asfaltsegude võime vastu võtta liikluse poolt tekitatavaid jõude sõltub väga suures osas peentäitematerjalide omadustest. (Foster, 1970)

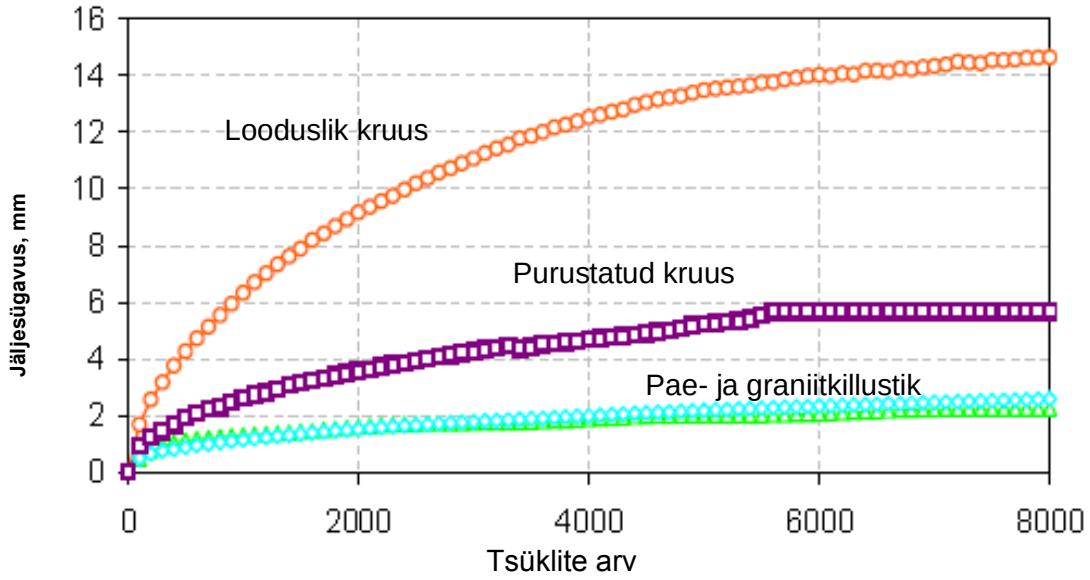
Kandhal, Khatri ja Motter uurisid erinevate jäme- ja peentäitematerjalide kuju- ja tekstuuri määramise võimalusi, selgitasid erinevate meetodite omavahelisi seoseid ja jõudsid muuhulgas järeldusele, et ümarate terade lapikus mõjutab märkimisväärselt osakese indeksi väärtust (Particle Index, ATSM D3398), olles väiksem (ebasoodsam) just lapikute terade puhul (Prithvi S Kandhal, 1992)

Masad uuris erinevate kujuomadustega täitematerjalidega asfaltsegude deformatsioonikindlust Asphalt Pavement Analyzer'iga (APA) 55°C juures ning Hamburg Wheel Tracking Test seadmega (HWT) 50°C juures ning leidis, et

nurgelisemad ja suurema tekstuuriga täitematerjalidest segud on deformatsioonikindlamad kui ümaramate teradega segud (vt tabel 6 ja joonised 23 ja 24). Sideainena kasutati Superpave PG64-22 margi bituumenit.(Eyad A. Masad et al, 2003)

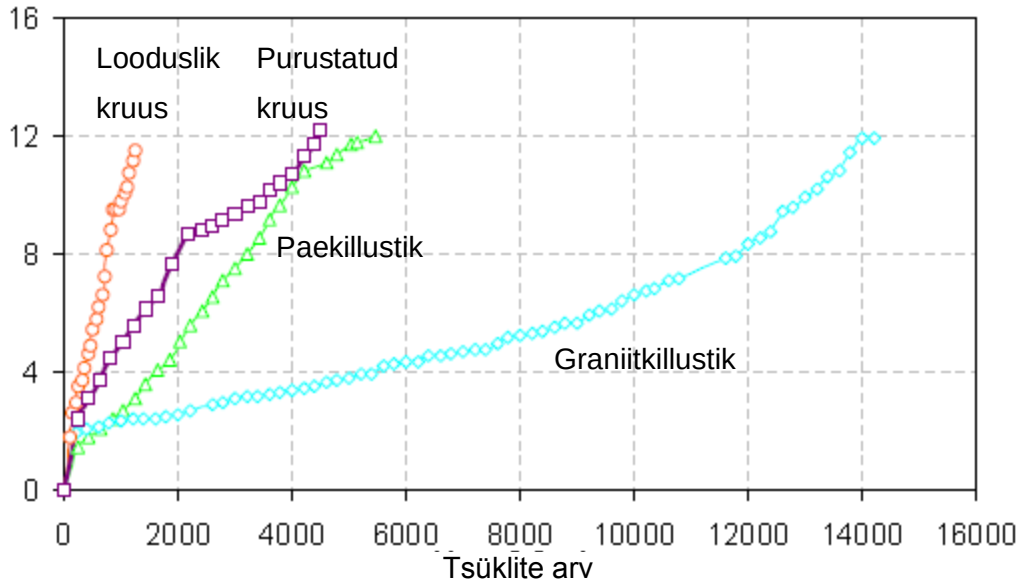
Tabel 6. Masad' uuringus kasutatud erinevate täitematerjalidega segude omadused

Täitematerjal	Sideaine sisaldus, %	VMA, %
Paekillustik	4,85	14,72
Purustatud kruus	5,6	16,29
Graniitkillustik	4,46	15,04
Looduslik kruus	3,6	11,44



Joonis 31. APA-seadmega määratud deformatsioonikatse jäljesügavus

Jäljesügavus, mm



Joonis 32. Hamburgi Wheel-Tracking (HWW) seadmega määratud jäljesügavus

JÄRELDUSED JA SOOVITUSED

Käesoleva uuringu raames läbiviidud katsed langevad meie varasemate teadmiste ja kirjanduses toodud andmetega hästi kokku üksnes MUK segu korral, kus segu omadused selgelt (ja peaaegu lineaarselt) halvenevad täitematerjali purustusastme vähenedes. Seevastu AC segude puhul oli sarnane tendents täheldatav üksnes purustatud täitematerjalide osas. Täielikult ümaratest täitematerjaliteradest koosnevate segude puhul olid tulemused võrreldavad või isegi paremad purustatud teradega segude tulemustest.

Ka teiste riikide uuringutest ei järeldu üheselt, et terade purustusastmel oleks segu deformatsioonikindlusele ühene mõju. Erinevatest uuringutest võib üldistavalt teha järelduse, et mida tihedam on segu, seda vähem mõjutab segu deformatsioonikindlust jämetäitematerjalide purustusaste, kuid seda suurem mõju on peentäitematerjalil ja tõenäoliselt ka bituumenil.

Joonis 33. Deformatsioonikindluse katse proovikehad pärast katsetamist

Arvestades teostatud uuringus saadud tulemuste ebaootuspärasust ning teostatud katsete vähesust (puuduvad piisava usaldusväärsuse tagamiseks vajalikud paralleelkatsed), on kindlasti vajalik minimaalselt korrata ümarate teradega segudest katseid soovitavalt kahe täiendava paralleelkatsega kummagi AC segu kohta. Alles pärast selliseid katseid saab anda hinnangu nende segude võimalike omaduste kohta.

Siiski annavad tehtud katsed AC segude puhul tunnistust bituumeni mõju olulisusest nende segude omadustele, mistõttu juhul kui korduskatsed näitavad ümarate teradega segude jätkuvalt arvestatavat deformatsioonikindlust, tuleks edaspidi viia sarnased segudega (jämetäitematerjal $C_{0/100}$, $C_{50/30}$ ja $C_{100/0}$ aga ka vähese purustusastmega jämetäitematerjal, nt. $C_{25/75}$ vms.) katsed läbi muudetud tingimustel, tehes deformatsioonikindluse katsed 50°C (vajadusel ka 55 või 60°C juures) ning:

a) Selgitada bituumeni jäikuse mõju segu omadustele, kasutades pehmemat ja/või jäigemat bituumenit, nt. B70/100, B35/50

b) Hoides kontrolli all peenosise kvaliteeti, selgitada loodusliku ja tehispeentäitematerjali mõju segu omadustele, varieerides peenosise (looduslik liiv vs. tardkivi-/pae-/kruusasõelmed) erinevate osakaaludega

Need uuringud peaksid andma teoreetilise selguse, kuidas käituvad täielikult ümaratest teradest koosnevad segud erinevates olukordades ning kuidas mõjutavad nende omadusi muutused lähtekomponentides ning -tingimustes.

Joonis 34. P32-50/10 (AC32 50/70 $C_{50/10}$) murdumispind (Marshalli katse)

KOKKUVÕTE

Uurimistöös vaadeldi viie erineva purustusastmega ($C_{100/0}$, $C_{70/30}$, $C_{50/10}$, $C_{50/30}$, $C_{0/100}$) jämetäitematerjali erinevat mõju kolme segu (MUK12/32, AC 16 base ja AC 32 base) deformatsioonikindlusele. Töö käigus projekteeriti, segati ja katsetati vastavad segud ning analüüsiti tulemused, arvestades teiste riikide kogemust.

MUK segu puhul on vaatamata katsete vähesusele nähtav selge, peaaegu lineaarne sõltuvus deformatsioonikindluse RD_{AIR} ja purustusastme vahel, milline läheb hästi kokku ka kirjandusest nähtuvaga, et skeletsete segude puhul sõltub segu deformatsioonikindlus skeletti moodustava jämetäitematerjali purustusastmest. Käesolevas uuringus kasutatud materjalidega leiti kehtivat lineaarne seos RD_{AIR} = 21,629 - 0,1446*C (determinatsioonikordaja R^2 = 0,96), kus C – purustatud terade osakaal %. Ka katsete võrdlus jämetäitematerjalide purustusastmega C50/30 -> C50/10 tõi positiivse deformatsioonikindluse muutuse kaasa üksnes MUK segu puhul, kuid AC segude puhul ei omanud täielikult ümardunud terade osakaal segu omadustele mõju.

AC segude puhul on purustatud teradega segude osas nähtav tendents, kus jämetäitematerjali puhul on deformatsioonikindlus seda suurem mida suurem on purustatud terade osakaal, kuid erandlikult näitavad suhteliselt head deformatsioonikindlust ning Marshalli näitajaid ka mõlemad täielikult ümardunud teradega AC segud, mis on pigem vastuolus mitmetes varasemates uuringutes leituga.

Ainult ümaratest täitematerjaliteradest (purustusklass $C_{0/100}$) koosnev segu andis nii deformatsioonikindluse kui Marshalli katsetes häid tulemusi, mis võivad näidata, et teatud tingimustel on võimalik deformatsioonikindlate segude tootmine ka purustamata kruusmaterjalist. Arvestades käesolevas töös teostatud katsete piiratud mahtu ja ulatust, võivad sellised järeldused olla siiski mõnevõrra ennatlikud ega saa ilma täiendavate uuringuteta olla senise praktika muutmise aluseks.

Käesoleva uurimistöö põhjal võib eeltoodut arvesse võttes öelda, et asfaltsegudes kasutatava täitematerjali purustusastme mõju asfaltsegu omadustele edasine uurimine on väga vajalik, kuna võib kohalikule materjalile potentsiaalselt anda täiesti uued kasutusvõimalused ning võimaldada seeläbi hoida kokku raha nii üleliigse purustamise kui transpordi arvelt aga ka vastupidavamate teede arvelt.

KASUTATUD KIRJANDUS

ASTM. (2000). *ASTM D3398, Standard test method for index of aggregate particle shape and texture.* West Conshohocken: ASTM.

ASTM. (2001). *ASTM D5821, Standard test method for determining the percentage of fractured particles in coarse aggregate.* West Conshohocken: ASTM.

Campen, W., & Smith, J. (1948). *A Study of the Role of Angular Aggregates in the Development of Stability in Bituminous Mixtures. Proc. AAPT, Vol. 17.* AAPT.

Eesti Standardikeskus. (2009). *EVS 901-1:2009 TEE-EHITUS. Osa 1: Asfaltsegude täitematerjalid.* Tallinn: Eesti Standardikeskus.

Eesti Standardikeskus. *EVS-EN 933-5 Täitematerjalide geomeetriliste omaduste katsetamine. Osa 5: Purustatud pindadega terade protsentuaalse sisalduse määramine jämetäitematerjalis.* Tallinn: Eesti Standardikeskus.

EVS/TK31 töögrupp. (2009). *EVS 901-1:2009 Asfaltsegude täitematerjalid.* Tallinn: Eesti Standardikeskus.

EVS/TK31 töögrupp. (2009). *EVS 901-2:2009.* Tallinn: Eesti Standardikeskus.

EVS/TK31 töögrupp. (2009). *EVS 901-3:2009 Asfaltsegud.* Tallinn: Eesti Standardikeskus.

Eyad A. Masad et al. (2003). *Evaluation of Aggregate Characteristics Affecting HMA Concrete Performance.* Texas: Texas Transport Institute, Research Report ICAR 203-1.

F.J.Benson. (1970). *Effects of aggregate size, shape, and surface texture on the properties of bituminous mixtures – a literature survey, Special Report 109, pp.12-22.* Washington, D. C.: National Research Council, HRB.

Field, F. (1958). *The Importance of Percent Crushed in Coarse Aggregate as Applied to Bituminous Pavements. Proc. AAPT, Vol.27.* AAPT.

Foster, C. (1970). *Dominant Effect of Fine Aggregate on Strength of Dense-Graded Asphalt Mixes. HRB Special Report 109.* HRB.

Gaudette, B., & Welke, R. (1977). *Investigation of Crushed Aggregates for Bituminous Mixtures. MDoT Report No. TB-58.* Michigan Department of State Highways and Transportation.

Grifilth, J., & Kallas, B. (1957). *Aggregate Voids Characteristics in Asphalt Paving Mixes. Proc. HRB, Vol. 36.* HRB.

Herrin, M., & Goetz, W. (1954). *Effect of Aggregate Shape on Stability of Bituminous Mixes. Proc. HRB, Vol. 33.* HRB.

L.W.Cheung, & A.R.Dawson. (2002). *The Effects of Particle and Mix Characteristics on the Performance of some Granular Materials.* Nottingham, UK.

Lottman, R., & Goetz, W. (1956). *Effect of Crushed Gravel Fine Aggregate on the Strength of Asphaltic Surfacing Mixtures. NSGA Circular No.63.* National Sand Gravel Association.

Masad, E., Al-Rousan, T., Button, J., Little, D., & Tutumluer, E. (2005). *Appendixes to NCHRP Report 555: Test Methods for Characterizing Aggregate Shape, Texture, and Angularity.* College Station, Texas: TRB.

Maupin, G. (1970). *Effect of Particle Shape and Surface Texture on the Fatigue Behavior of Asphaltic Concrete. Highway Research Record, No. 313.*

Moore, R., & Welke, R. (1979). *Effects of Fine Aggregate on Stability of Bituminous Mixes. MDoT Research Report No. 78 TB-34-79F.* Michigan DOT, Testing and Research Division, Testing Laboratory Section.

Prithvi S Kandhal, M. A. (1992). *EVALUATION OF PARTICLE SHAPE AND TEXTURE OF MINERAL AGGREGATES AND THEIR BLENDS, NCAT Report 92-04.* Auburn, Alabama: NCAT.

Shklarsky, E., & Livneh, M. (1964). *The Use of Gravels for Bituminous Paving Mixtures. Proc. AAPT, Vol. 33.* AAPT.

Wedding, P., & R.D.Gaynor. (1961). *The Effects of Using Crushed Gravel as the Coarse and Fine Aggregate in Dense Graded Bituminous Mixtures. Proc. AAPT, Vol. 30.* AAPT.

LISA KATSEPROTOKOLLID

AS TEEDE TEHNOKESKUS
LABORATOORIUM

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
Akrediteeritud L036
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

MÕÕTMISED JA
UURINGUD OSAKOND
Väike-Männiku 26
11216 TALLINN

29.07.11 nr 3-7/3268

Katseprotokoll nr 1690/11

Tellija: MÕÕTMISED JA UURINGUD OSAKOND

Töö ülesanne: "Uurimistöö erineva purustatud/ümardunud astmega killustike mõju segude deformatsioonikindlusele" proovide katsetamine

Proovide kirjeldus, katsetamine ja tulemused: On esitatud katseprotokolli lisas lk 2/34 kirjeldatud tabelites.

Saadud tulemused kehtivad ainult kirjeldatud proovide kohta.

Vastutav teostaja: Labori juhataja asetäitja Silver Siht

Protokolli osaliseks kopeerimiseks tuleb taotleda labori kirjalik luba.
Labor väljastab ainult värvilise templiga katseprotokolle.

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabeli nr	*Sisu*	lk
1.	*Töös kasutatud materjalide algandmed*	3
2.	*Teostatud täitematerjalide katsed ja nende standardid*	3
3.	*Täitematerjalide terastikuline koostis ja peenosiste sisaldus EVS-EN 933-1:2007 (pesemine ja sõelumine) järgi.*	4
4.	*Killustike purunemiskindlus, kulumiskindlus, plaatsus, osakeste tihedus ja veeimavus EVS-EN standardite järgi.*	5
5.	*Killustike purustatud ja ümardunud pindadega terade sisaldus EVS-EN 933-5:2007 järgi*	6
6.	*Naftabituumeni Nynas 50/70 (reg nr 611) katseandmed.*	6
7.	*Laboratoorselt segatud asfaltsegude algandmed*	7
8.	*Teostatud asfaltsegude katsed ja nende standardid*	7
9.	*Projekteeritud segude kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (AC 32 ja AC 16 base)*	8
10.	*Projekteeritud segude kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus(MUK 12/32)*	9
11.	*Asfaltsegu AC 32 base 50/70 katsetuste tulemused*	9
12.	*Asfaltsegu AC 16 base 50/70 katsetuste tulemused*	10
13.	*Asfaltsegu MUK 12/32 katsetuste tulemused*	10
14.	*Laboratoorselt segatud asfaltsegude terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*	11
15.-19.	*Asfaltsegu AC 32 base 50/70 terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*	12-14
20.-24.	*Asfaltsegu AC 16 base 50/70 terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*	14-16
25.-29.	*Segu MUK 12/32 terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*	17-19
30.-34.	*Asfaltsegu AC 32 base 50/70 seguretsept*	20-24
35.-39.	*Asfaltsegu AC 16 base 50/70 seguretsept*	25-29
40.-44.	*Segu MUK 12/32 seguretsept*	30-34

Tabel nr 1. Töös kasutatud materjalide algandmed

Labori Reg nr	Killustikud			Võtmise kuupäev	Proovivõtu protokolli nr.
	Frakts.	Purustusaste (tootja poolne)	Karjäär		
551	16/32	$C_{50/30}$	Kalda kruuskillustik	13.04.2011	L-0413/1
559	8/16				
557	4/16				
558	12/16				
555	16/32	$C_{50/10}$			
556	4/16				
	*8/16				
	*12/16				
554	16/32	$C_{0/100}$			
552	4/16				
	*8/16				
	*12/16				
553	-	-	Kalda kruusliiv	13.04.2011	L-0413/1
717	0/4	-	Ambose paesõelmed	26.04.2011	L-0426/1
714	16/32	$C_{100/0}$	Ambose paekivikillustik	26.04.2011	L-0426/1
715	8/16				
716	4/16				
	*8/16				
	*12/16				

Labori Reg nr	Sideaine	Võtmise kuupäev	Proovivõtu protokolli nr.
611	Naftabituumen Nynas 50/70	13.04.2011	N^0 3

Märkused: ** sõelutud algfraktsioonist laboris välja*
Purustusastme (tootja poolne) $C_{a/b}$ selgitus (a – purustatud terade sisaldus (vähemalt), b – täielikult ümardunud terade sisaldus (kuni))

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 2. Teostatud täitematerjalide katsed ja nende standardid

Jrk nr	Omadus	Katsemeetod	Ühik	Tähis
1.	Peenosiste sisaldus	EVS-EN 933-1:2007 (pesemine ja sõelumine)	%	f
2.	Terakoostis	EVS-EN 933-1:2007 (pesemine ja sõelumine)	%	-
3.	Purunemiskindlus Los Angelese katsel	EVS-EN 1097-2:2010	-	LA
4.	Osakeste näivtihedus	EVS-EN 1097-6:2007 (traatkorvi meetod)	Mg/m^3	ρ_a
5.	Osakeste tihedus väljakuivatatud olekus		Mg/m^3	ρ_{rd}
6.	Osakeste tihedus küllastatud pindkuivas olekus		Mg/m^3	ρ_{ssd}
7.	Veeimavus		%	WA_{24}
8.	Purustatud pindadega terade sisaldus	***EVS-EN 933-5:2007	%	C_c
9.	Täielikult purustatud pindadega terade sisaldus		%	C_{tc}
10.	Ümardunud terade sisaldus		%	C_r
11.	Täielikult ümardunud terade sisaldus		%	C_{tr}
12.	Terakuju plaatsusteguri järgi	EVS-EN 933-3:2007	%	FI
13.	Kulumiskindlus Nordic katsel	EVS-EN 1097-9:2007	%	A_N

****Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteerimata katse.*

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 3. Täitematerjalide terastikuline koostis ja peenosiste sisaldus EVS-EN 933-1:2007 (pesemine ja sõelumine) järgi.

Reg nr	Karjäär	Frakts.	Purustusaste (tootja poolne)	Läbib sõela ava (mm) massi %-des													
				0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20	31,5	45
551	Kalda kruuskillustik	16/32	$C_{50/30}$	2,0	2	3	3	3	3	3	3	3	4	21	63	100	
559		8/16		1,7	2	2	2	2	2	2	4	9	67	98	100		
557		4/16		1,9	2	3	3	3	3	6	21	38	83	100			
558		12/16		0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	24	95	100		
555		16/32	$C_{50/10}$	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10	33	95	100
556		4/16		1,7	2	2	3	3	3	3	5	13	67	98	100		
		*8/16		0,8	1	1	1	1	1	1	1	8	70	99	100		
		*12/16		0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	21	92	100		
554		16/32	$C_{0/100}$	1,0	1	2	2	2	2	2	2	2	11	34	51	80	100
552		4/16		1,0	2	3	3	3	4	4	4	12	83	100			
		*8/16		0,4	1	1	1	1	1	1	1	6	79	100			
		*12/16		0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100			
714	Ambose paekivikillustik	16/32	$C_{100/0}$	1,1	1	1	1	1	1	1	2	2	11	36	68	100	
715		8/16		2,5	3	3	4	4	4	7	11	22	75	99	100		
716		4/16		4,3	5	5	6	6	7	7	10	23	76	98	100		
		*8/16		2,2	2	3	3	3	3	3	3	10	42	97	99	100	
		*12/16		2,2	2	3	3	3	3	3	3	3	27	96	100		
553	Kalda liiv	-	-	5,0	6	22	47	66	76	84	91	97	100				
717	Ambose sõelemed	0/4		15,4	17	21	26	35	50	72	86	96	100				

** sõelutud algfraktsioonist laboris välja*

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 4. Killustike purunemiskindlus, kulumiskindlus, plaatsus, osakeste tihedus ja veeimavus EVS-EN standardite järgi.

Reg nr	Karjäär	Frakts.	Purustusaste (tootja poolne)	Purunemiskindlus (LA)		Nordic (An)		Plaatsus (FI)		Osakeste tihedus				WA_{24}	
				Katse fr mm	Tulemus	Katse fr mm	Tulemus, %	Katse fr mm	Tulemus, %	Katse fr mm	näiv tihedus Mg/m^3	välja kuivatatud olekus Mg/m^3	küllastatud pindkuivas olekus Mg/m^3	Katse fr mm	Vee-imavus %
551	Kalda kruuskillustik	16/32	$C_{50/30}$	10/14	**26	11,2/16	**22,4	12,5/40	7	16/31,5	2,7	2,6	2,64	16/31,5	1,5
559		8/16		10/14	30	11,2/16	28,8	8/20	13	8/16	2,71	2,57	2,62	8/16	1,9
557		4/16		10/14	28	11,2/16	23,8	4/20	14	4/16	2,71	2,58	2,63	4/16	1,9
558		12/16		11,2/16	25	11,2/16	21,7	10/20	6	12,5/16	2,69	2,6	2,63	12,5/16	1,2
555		16/32	$C_{50/10}$	10/14	**26	11,2/16	**22,8	12,5/40	10	16/31,5	2,69	2,59	2,63	16/31,5	1,4
556		4/16		10/14	28	11,2/16	24,6	4/20	8	4/16	2,7	2,59	2,63	4/16	1,7
		*8/16						8/16	8						
		*12/16						12,5/16	12						
554		16/32	$C_{0/100}$	10/14	**27	11,2/16	**23,5	12,5/40	2	16/31,5	2,69	2,59	2,63	16/31,5	1,4
552		4/16		10/14	26	11,2/16	20,5	4/16	1	4/16	2,71	2,58	2,63	4/16	1,9
		*8/16						8/16	1						
		*12/16						12,5/16	3						
714	Ambose paekivi-killustik	16/32	$C_{100/0}$	10/14	**25	11,2/16	**29,2	12,5/31,5	12	16/31,5	2,67	2,57	2,61	16/31,5	1,5
715		8/16		10/14	29	11,2/16	35,9	8/20	17	8/16	2,68	2,54	2,59	8/16	2,0
716		4/16		10/14	31	11,2/16	36,9	4/20	12	4/16	2,68	2,52	2,58	4/16	2,4
		*8/16						8/16	14						
		*12/16						12,5/16	16						

**sõelutud algfraktsioonist laboris välja*
***proov purustati enne katsetamist laboratoorses lõugpurustis*

*Tabel nr 5. Killustike purustatud ja ümardunud pindadega terade sisaldus ***EVS-EN 933-5:2007 järgi.*

Reg nr	Karjäär	Purustusaste (tootja poolne)	Frakts.	Purustatud ja ümardunud pindadega terad				
				Katse fr mm	C_c (purust.)	C_r (ümard.)	C_{tc} (täiel. pur.)	C_{tc} (täiel. ümar.)
551	Kalda kruuskillustik	$C_{50/30}$	16/32	16/31,5	57	43	12	18
559			8/16	8/16	85	15	44	7
557			4/16	4/8	89	11	63	7
				8/16	75	25	38	11
				**KK	80	20	47	10
558			12/16	8/16	60	40	17	17
555		$C_{50/10}$	16/32	16/31,5	74	26	14	6
556			4/16	4/8	90	10	68	4
				8/16	79	21	48	11
				**KK	80	20	50	10
			*8/16	8/16	79	21	48	11
			*12/16	8/16	78	22	44	10
554		$C_{0/100}$	16/32	16/31,5	2	98	0	89
552			4/16	4/8	9	91	3	78
				8/16	1	99	0	89
				**KK	2	98	0	88
			*8/16	8/16	1	99	0	89
			*12/16	8/16	0	100	0	94
714	Ambose paekivi-killustik	$C_{100/0}$	16/32	16/31,5	99	1	83	0
715			8/16	8/16	100	0	90	0
716			4/16	4/8	99	1	98	0
				8/16	100	0	96	0
				**KK	100	0	96	0
			*8/16	8/16	100	0	96	0
			*12/16	8/16	100	0	93	0

**sõelutud algfraktsioonist laboris välja*
***Kaalutud keskmine*
****Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteerimata katse.*

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 6. Naftabituumeni Nynas 50/70 (reg nr 611) katseandmed.

Omadus	Katsemeetod	Katsetamise tulemus	Tähis
Penetratsioon 25 °C juures	EVS-EN 1426:2007	61 x 0,1 mm	-
Pehmenemistäpp	EVS-EN 1427:2007	49,0 °C	-

Tabel nr 7. Laboratoorselt segatud asfaltsegude algandmed

Labori Reg nr	Segu kivimaterjali orienteeruv purustusaste	Segu	Retsepti nr	Segamise kuupäev
1098	$C_{100/0}$	Asfaltsegu AC 32 base 50/70	11/11	18.05.11
1141	$C_{70/30}$		12/11	23.05.11
1142	$C_{50/30}$		13/11	23.05.11
1894	$C_{50/10}$		14/11	28.06.11
1143	$C_{0/100}$		15/11	23.05.11
973	$C_{100/0}$	Asfaltsegu AC 16 base 50/70	16/11	12.05.11
1095	$C_{70/30}$		17/11	18.05.11
1096	$C_{50/30}$		18/11	18.05.11
1949	$C_{50/10}$		19/11	30.06.11
1097	$C_{0/100}$		20/11	18.05.11
974	$C_{100/0}$	Mustkillustik MUK 12/32 (sideaine 50/70)	21/11	12.05.11
1680	$C_{70/30}$		22/11	15.06.11
1093	$C_{50/30}$		23/11	18.05.11
1681	$C_{50/10}$		24/11	15.06.11
1094	$C_{0/100}$		25/11	18.05.11

Projekteeritud segude täitematerjalide purustusaste $C_{a/b}$:
a – orienteeruv purustatud terade sisaldus, b – orienteeruv täielikult ümardunud terade sisaldus

Tabel nr 8. Teostatud asfaltsegude katsed ja nende standardid

Jrk nr	Omadus	Katsemeetod	Ühik	Tähis
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	EVS-EN 12697-1:2006 (massierinevuste meetod)	%	S
2.	Näiv erimass	EVS-EN 12697-5:2010 (meetod A)	Mg/m^3	ρ_{mv}
3.	Mahumass	EVS-EN 12697-6:2003+A1:2007 (meetod B) (meetod D)	kg/m^3	ρ_{bssd} $\rho_{b,dim}$
4.	Jäävpoorsus	EVS-EN 12697-8:2003	%	V_m
5.	Skeletipoorsus		%	VMA
6.	Bituumeniga täidetud pooride maht		%	VFB
7.	Marshalli stabiilsus	EVS-EN 12697-34:2004+A1:2007	kN	S
8.	Marshalli voolavus		mm	F
9.	Marshalli koefitsient		kN/mm	-
10.	Maksimaalne jäljesügavuse juurdekasv	Vastupanu jäävdeformatsioonile (deformatsioonikindlus) – väike seade EVS-EN 12697-22:2004+A1:2007 meetod B (õhus) 40°C	mm 10^3 koormustsükli kohta	WTS_{AIR}
11.	Maksimaalne suhteline jäljesügavus		%	PRD_{AIR}

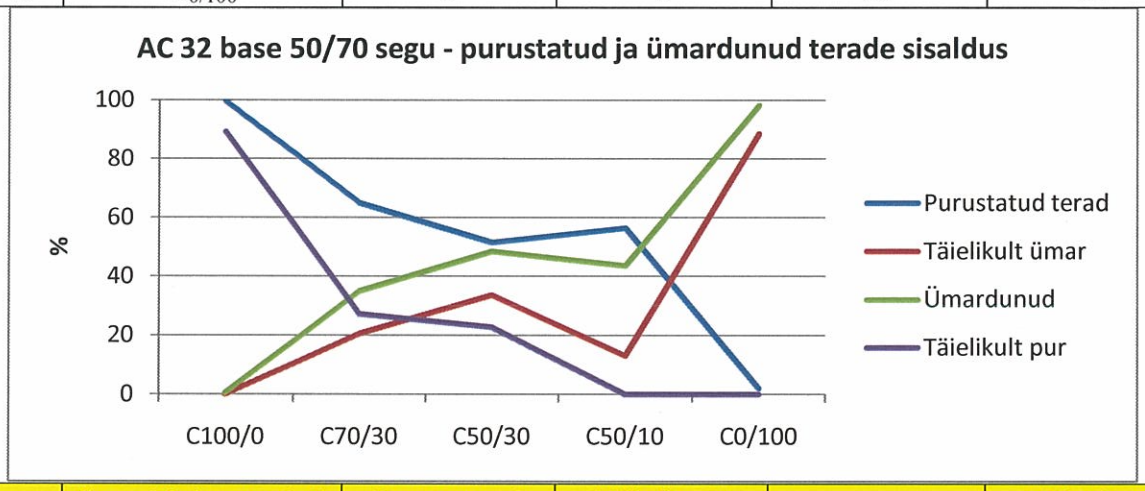
Laboratoorsed proovikehad diameetriga 150 mm valmistati poorsusnäitajate määramiseks AC 32 base 50/70 ja MUK 12/32 segude puhul EVS-EN 12697-31:2007 (50 pööret) järgi. AC 16 base 50/70 proovikehad ning AC 32 base 50/70 Marshalli katse proovikehad valmistati EVS-EN 12697-30:2004+A1:2007 (2 korda 50 lööki) järgi.

Deformatsioonikindluse katseks valmistati laboratoorsed proovikehad EVS-EN 12697-33:2004+A1:2007 järgi.

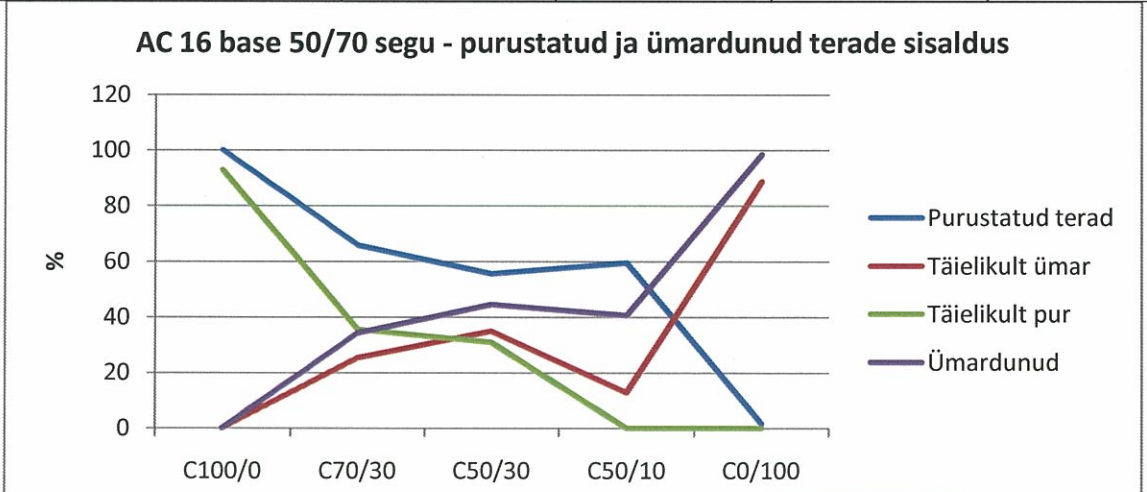
TEEDEUURIMISLABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 9. Projekteeritud segude kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus

Labori Reg nr	Segu kivimaterjali orienteeruv purustusaste	Purustatud terad	Täielikult pur.	Ümardunud	Täielikult ümar.
		C_c	C_{tc}	C_r	C_{tc}
AC 32 base 50/70					
1098	$C_{100/0}$	99	89	1	0
1141	$C_{70/30}$	65	27	35	21
1142	$C_{50/30}$	52	23	48	34
1894	$C_{50/10}$	56	0	44	13
1143	$C_{0/100}$	2	0	98	89



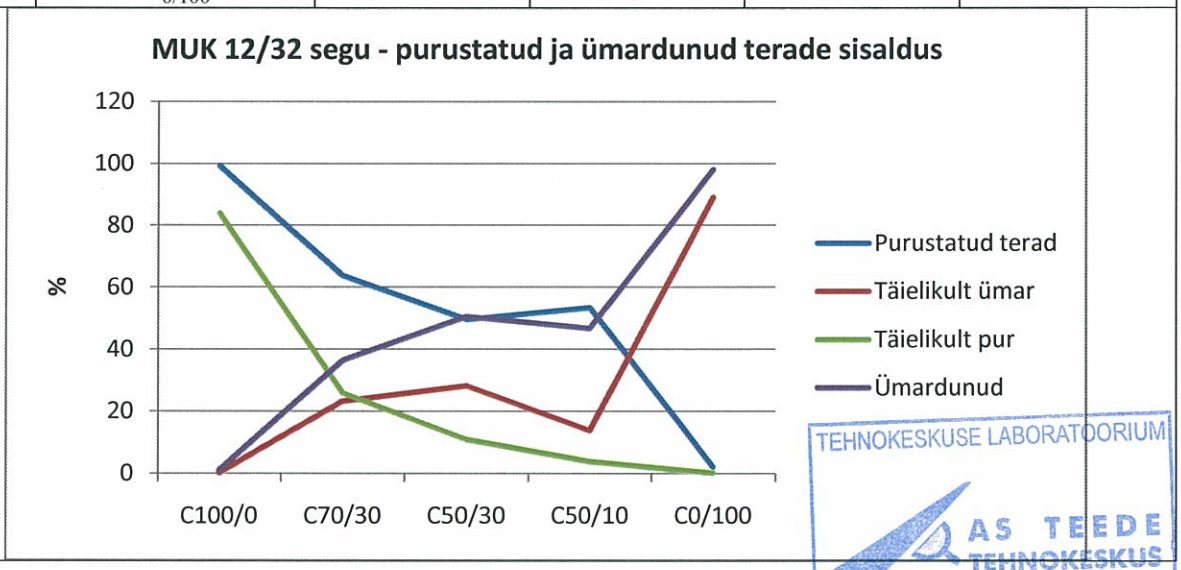
Labori Reg nr	Segu kivimaterjali orienteeruv purustusaste	Purustatud terad	Täielikult pur.	Ümardunud	Täielikult ümar.
		C_c	C_{tc}	C_r	C_{tc}
AC 16 base 50/70					
973	$C_{100/0}$	100	93	0	0
1095	$C_{70/30}$	66	35	34	25
1096	$C_{50/30}$	56	31	44	35
1949	$C_{50/10}$	59	0	41	13
1097	$C_{0/100}$	2	0	98	89



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Tabel nr 10. Projekteeritud segude kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus

Labori Reg nr	Segu kivimaterjali orienteeruv purustusaste	Purustatud terad	Täielikult pur.	Ümardunud	Täielikult ümar.
		C_c	C_{tc}	C_r	C_{tc}
MUK 12/32					
974	$C_{100/0}$	99	84	1	0
1680	$C_{70/30}$	64	26	36	23
1093	$C_{50/30}$	50	11	50	28
1681	$C_{50/10}$	53	4	47	14
1094	$C_{0/100}$	2	0	98	89



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 11. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** katsetuste tulemused*

Jrk nr	Omadus	Ühik	Katsetamise tulemus (AC 32 base 50/70)					Tähis
			1098 $C_{100/0}$	1141 $C_{70/30}$	1142 $C_{50/30}$	1894 $C_{50/10}$	1143 $C_{0/100}$	
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	%	3,8	3,8	3,8	3,7	3,8	S
2.	Näiv erimass	kg/m^3	2,462	2,480	2,488	2,486	2,484	ρ_{mv}
3.	Mahumass (poorsusnäitajate proovikehad)	kg/m^3	2248	2289	2305	2302	2356	ρ_{bssd}
4.	Jäävpoorsus	%	8,7	7,7	7,4	7,4	5,2	V_m
5.	Skeletipoorsus	%	17,1	16,4	16,0	15,8	14,1	VMA
6.	Bituumeniga täidetud pooride maht	%	49,2	53,0	54,0	53,2	63,4	VFB
7.	Mahumass (Marshalli proovikehad)	kg/m^3	2262	2307	2321	2297	2329	ρ_{bssd}
8.	Marshalli stabiilsus	kN	9,4	6,5	5,9	5,5	6,8	S
9.	Marshalli voolavus	mm	2,1	2,9	2,7	3,1	1,5	F
10.	Marshalli koefitsient	kN/mm	4,5	2,2	2,2	1,8	4,5	-
11.	Maksimaalne jäljesügavuse juurdekasv	mm 10^3 koormustsükli kohta	0,07	0,10	0,13	0,12	0,13	WTS_{AIR}
12.	Maksimaalne suhteline jäljesügavus	%	5,1	6,0	6,8	7,1	6,5	PRD_{AIR}

*Tabel nr 12. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** katsetuste tulemused*

Jrk nr	Omadus	Ühik	Katsetamise tulemus (AC 16 base 50/70)					Tähis
			973 $C_{100/0}$	1095 $C_{70/30}$	1096 $C_{50/30}$	1949 $C_{50/10}$	1097 $C_{0/100}$	
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	%	4,0	4,1	3,9	3,9	4,1	S
2.	Näiv erimass	kg/m^3	2,435	2,462	2,474	2,472	2,460	ρ_{mv}
3.	Mahumass	kg/m^3	2243	2254	2275	2290	2317	ρ_{bssd}
4.	Jäävpoorsus	%	7,9	8,4	8,0	7,4	5,8	V_m
5.	Skeletipoorsus	%	16,8	17,7	16,9	16,2	15,3	VMA
6.	Bituumeniga täidetud pooride maht	%	53,0	52,3	52,4	54,5	62,0	VFB
7.	Marshalli stabiilsus	kN	7,2	8,4	7,4	5,6	8,8	S
8.	Marshalli voolavus	mm	2,5	1,5	1,5	1,9	1,5	F
9.	Marshalli koefitsient	kN/mm	2,9	5,6	4,9	2,9	5,9	-
10.	Maksimaalne jäljesügavuse juurdekasv	mm 10^3 koormustsükli kohta	0,06	0,09	0,11	0,12	0,10	WTS_{AIR}
11.	Maksimaalne suhteline jäljesügavus	%	6,6	7,8	9,7	10,5	7,4	PRD_{AIR}

*Tabel nr 13. Asfaltsegu **MUK 12/32** katsetuste tulemused*

Jrk nr	Omadus	Ühik	Katsetamise tulemus (MUK 12/32)					Tähis
			974 $C_{100/0}$	1680 $C_{70/30}$	1093 $C_{50/30}$	1681 $C_{50/10}$	1094 $C_{0/100}$	
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	%	2,3	2,3	2,3	2,1	2,3	S
2.	Näiv erimass	kg/m^3	2,504	2,533	2,543	2,544	2,559	ρ_{mv}
3.	Mahumass	kg/m^3	1828	1833	1823	1841	1863	ρ_{bssd}
4.	Jäävpoorsus	%	27,0	27,6	28,3	27,6	27,2	V_m
5.	Skeletipoorsus	%	31,3	31,8	32,6	31,5	31,4	VMA
6.	Bituumeniga täidetud pooride maht	%	13,7	13,2	13,0	12,4	13,5	VFB
7.	Maksimaalne jäljesügavuse juurdekasv	mm 10^3 koormustsükli kohta	0,15	0,31	0,67	0,22	1,44	WTS_{AIR}
8.	Maksimaalne suhteline jäljesügavus	%	8,0	11,6	14,5	10,7	22,5	PRD_{AIR}

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

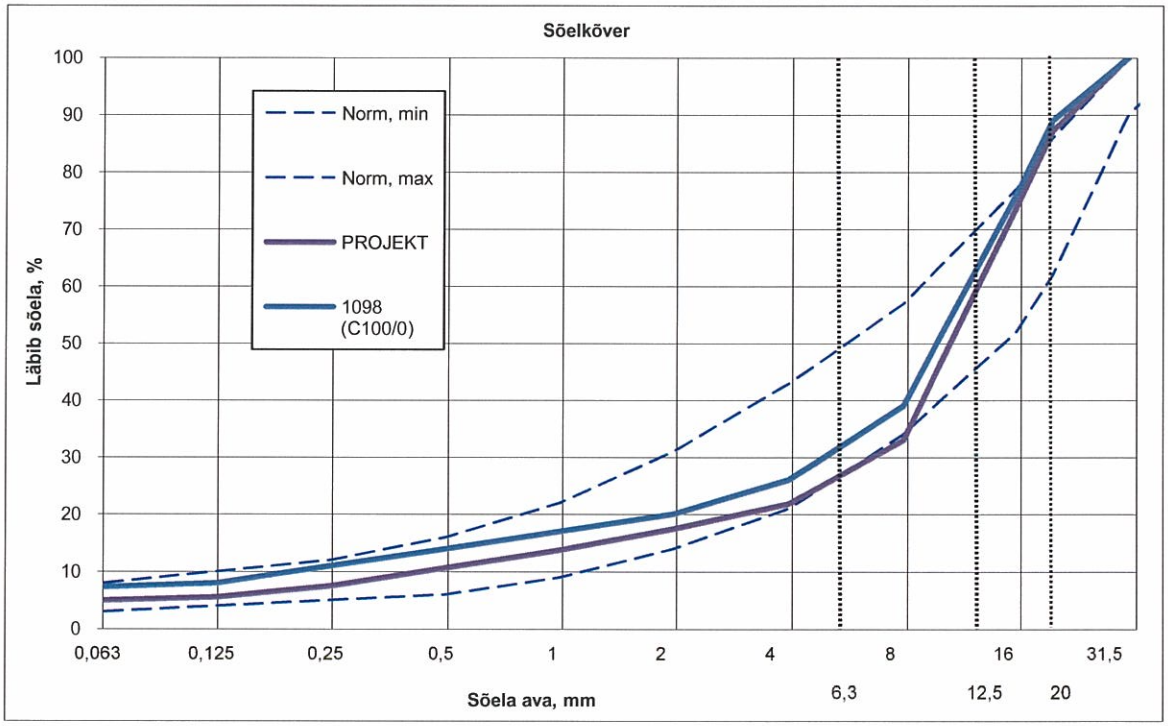
Tabel nr 14. Laboratoorselt segatud asfaltsegude terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi

Labori Reg nr	Segu täitematerjali orienteeruv purustusaste	Segu	Terakoostis (läbiminek sõelast avaga mm %-des)														
			0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	6,3	8	12,5	16	20	25	31,5	45
1098	$C_{100/0}$	AC 32 base 50/70	7,3	8	11	14	17	20	26	32	39	60	76	89	95	100	
1141	$C_{70/30}$		5,4	6	9	11	15	18	25	36	43	63	75	86	97	100	
1142	$C_{50/30}$		5,7	7	9	12	14	18	24	33	39	60	74	87	96	100	
1894	$C_{50/10}$		5,8	7	9	12	14	18	24	31	37	57	69	87	97	100	
1143	$C_{0/100}$		5,4	6	9	13	16	20	26	31	35	67	82	88	93	95	100
973	$C_{100/0}$	AC 16 base 50/70	6,9	8	10	13	16	19	25	31	39	77	98	100			
1095	$C_{70/30}$		5,8	7	9	13	16	20	27	35	42	79	100				
1096	$C_{50/30}$		4,8	6	9	12	15	19	26	37	45	82	99	100			
1949	$C_{50/10}$		4,1	5	8	12	15	19	24	37	61	96	100				
1097	$C_{0/100}$		5,6	7	10	15	19	24	30	41	83	100					
974	$C_{100/0}$	MUK 12/32 (sideaine 50/70)	2,4	3	4	5	6	7	8	9	11	22	48	78	96	100	
1680	$C_{70/30}$		1,7	2	3	5	5	6	7	7	8	13	33	56	81	100	
1093	$C_{50/30}$		2	2	4	5	5	6	7	8	9	14	40	76	95	100	
1681	$C_{50/10}$		2,2	3	4	5	6	7	7	8	8	11	29	70	95	100	
1094	$C_{0/100}$		1,4	2	3	4	4	5	6	7	8	21	39	51	70	90	100

***Märkus**: Järgnevates tabelites (nr15 kuni 44) on segukõvera välja piirid (Norm, min ja Norm, max) võetud standardist EVS 901-3:2009 „Tee-ehitus. Osa 3: Asfaltsegud."*

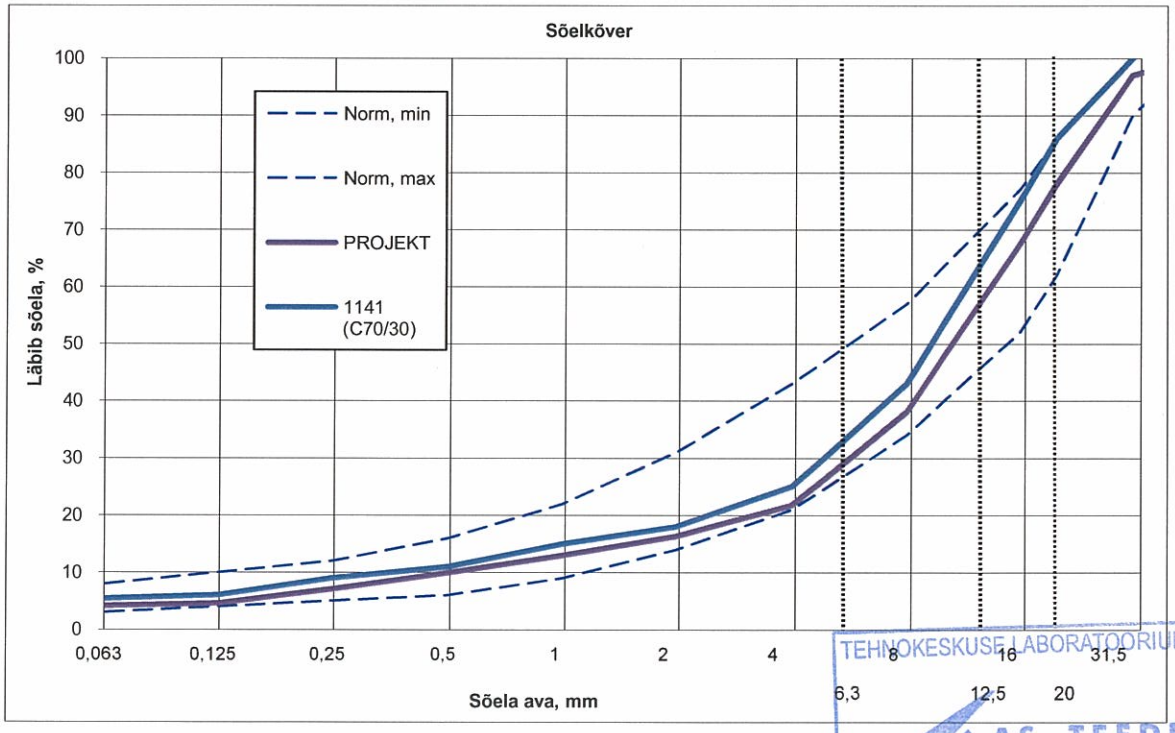
*Tabel nr 15. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1098 (C100/0)	7,3	8	11	14	17	20	26	39	76	89	100	
PROJEKT	*5,0*	*6*	*7*	*11*	*14*	*17*	*22*	*33*	*74*	*87*	*100*	
Norm, min	*3,0*	*4*	*5*	*6*	*9*	*14*	*21*	*34*	*52*	*62*	*90*	*100*
Norm, max	*8,0*	*10*	*12*	*16*	*22*	*31*	*43*	*57*	*77*	*86*	*100*	



*Tabel nr 16. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

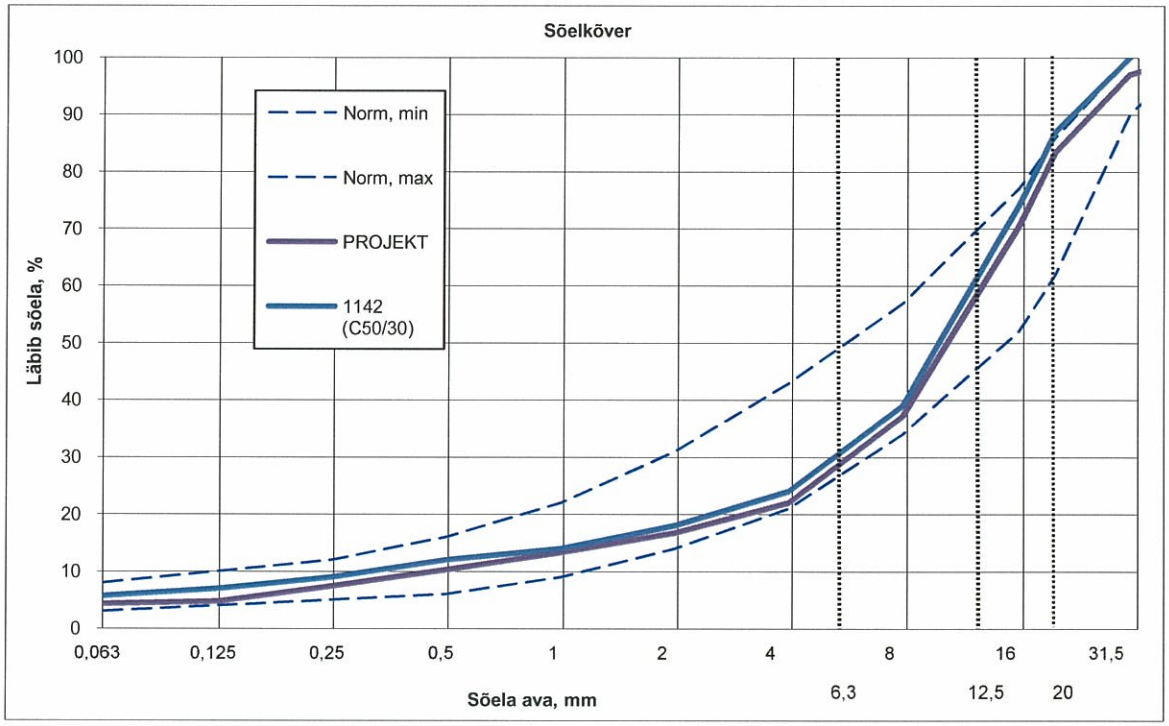
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1141 (C70/30)	5,4	6	9	11	15	18	25	43	75	86	100	
PROJEKT	*4,1*	*5*	*7*	*10*	*13*	*16*	*22*	*38*	*68*	*78*	*97*	*100*
Norm, min	*3,0*	*4*	*5*	*6*	*9*	*14*	*21*	*34*	*52*	*62*	*90*	*100*
Norm, max	*8,0*	*10*	*12*	*16*	*22*	*31*	*43*	*57*	*77*	*86*	*100*	



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

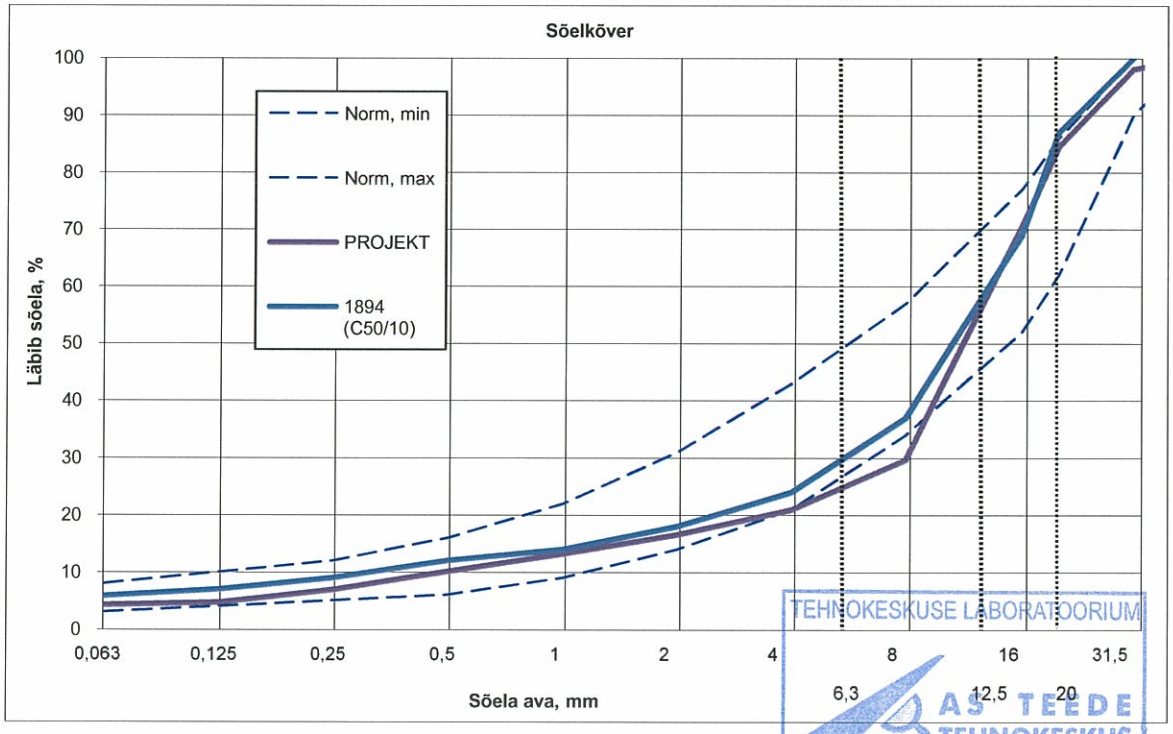
*Tabel nr 17. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1142 (C50/30)	5,7	7	9	12	14	18	24	39	74	87	100	
PROJEKT	*4,3*	*5*	*7*	*10*	*13*	*17*	*22*	*37*	*70*	*83*	*97*	100
Norm, min	*3,0*	*4*	*5*	*6*	*9*	*14*	*21*	*34*	*52*	*62*	*90*	*100*
Norm, max	*8,0*	*10*	*12*	*16*	*22*	*31*	*43*	*57*	*77*	*86*	*100*	



*Tabel nr 18. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

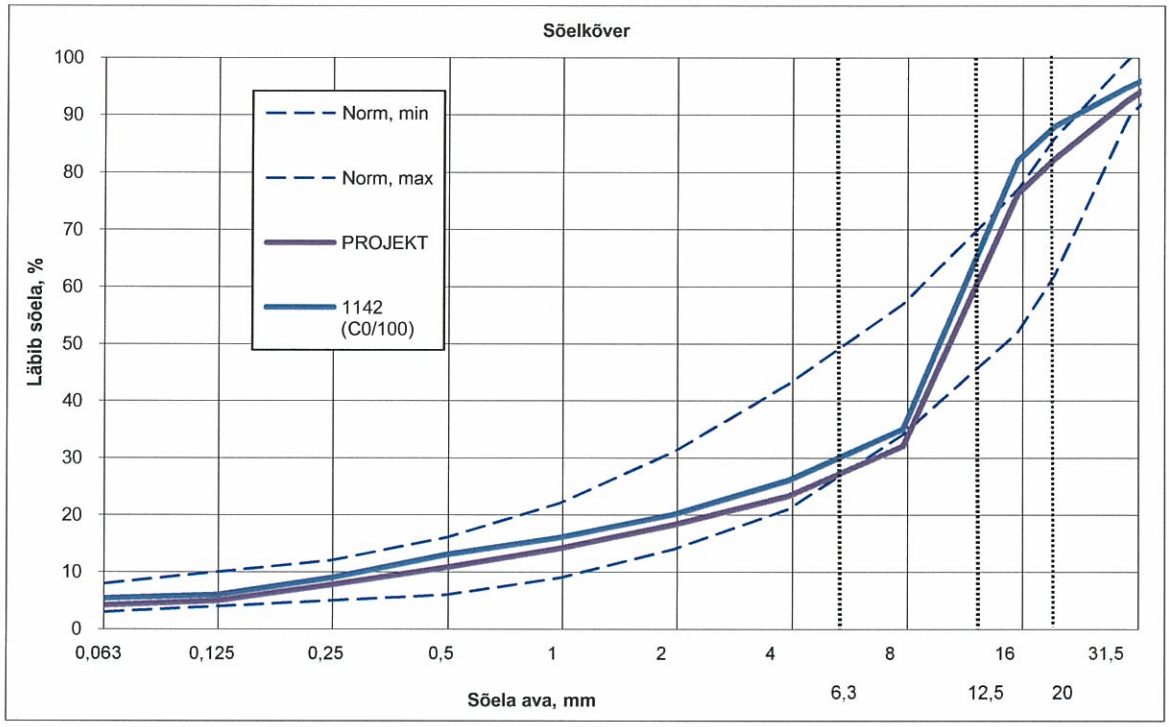
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1894 (C50/10)	5,8	7	9	12	14	18	24	37	69	87	100	
PROJEKT	*4,2*	*5*	*7*	*10*	*13*	*17*	*21*	*30*	*71*	*85*	*98*	100
Norm, min	*3,0*	*4*	*5*	*6*	*9*	*14*	*21*	*34*	*52*	*62*	*90*	*100*
Norm, max	*8,0*	*10*	*12*	*16*	*22*	*31*	*43*	*57*	*77*	*86*	*100*	



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

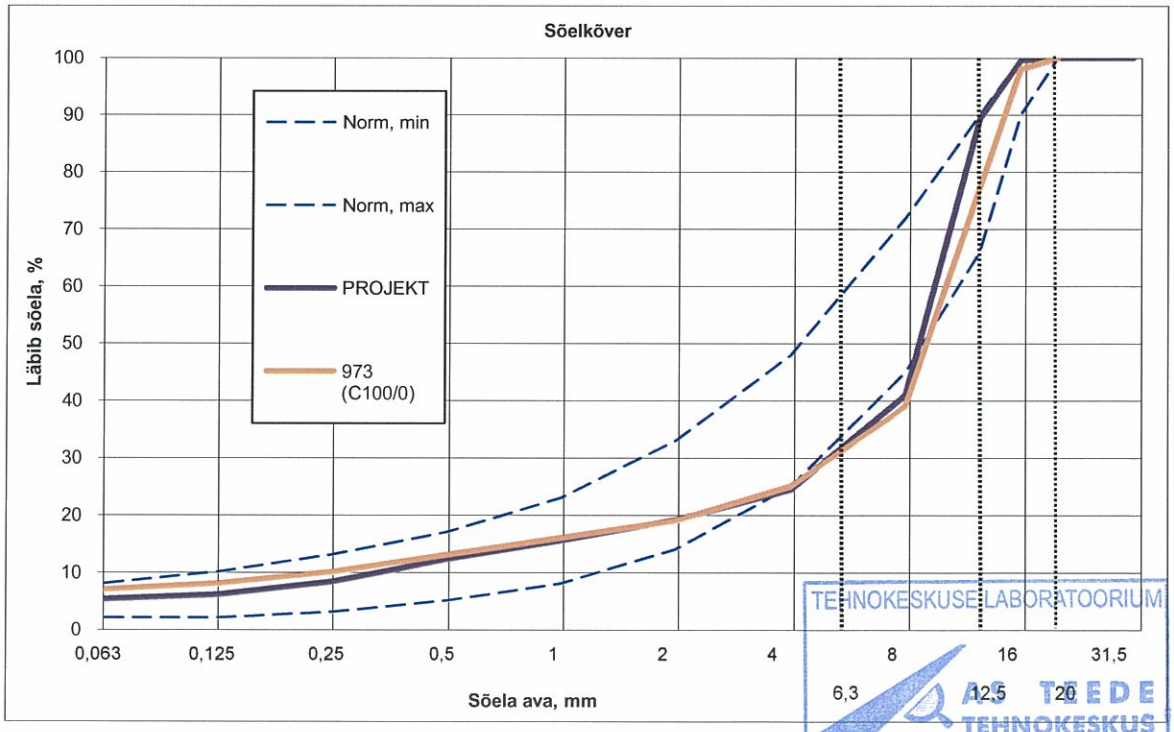
*Tabel nr 19. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1142 (C0/100)	5,4	6	9	13	16	20	26	35	82	88	95	100
PROJEKT	*4,2*	*5*	*8*	*11*	*14*	*18*	*23*	*32*	*76*	*82*	*93*	100
Norm, min	*3,0*	*4*	*5*	*6*	*9*	*14*	*21*	*34*	*52*	*62*	*90*	*100*
Norm, max	*8,0*	*10*	*12*	*16*	*22*	*31*	*43*	*57*	*77*	*86*	*100*	



*Tabel nr 20. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi.*

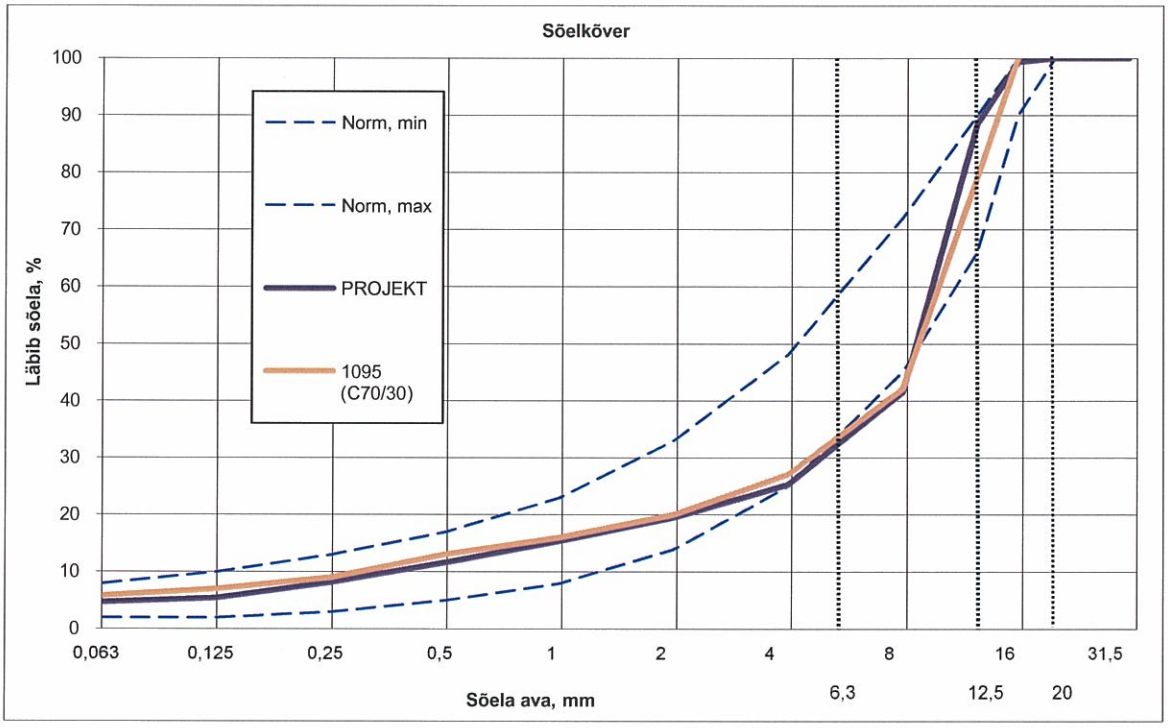
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
973 (C100/0)	6,9	8	10	13	16	19	25	39	77	98	100	
PROJEKT	*5,3*	*6*	*8*	*12*	*16*	*19*	*24*	*41*	*89*	*100*	*100*	100
Norm, min	*2,0*	*2*	*3*	*5*	*8*	*14*	*25*	*45*	*66*	*90*	*100*	
Norm, max	*8,0*	*10*	*13*	*17*	*23*	*33*	*48*	*72*	*90*	*100*		



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

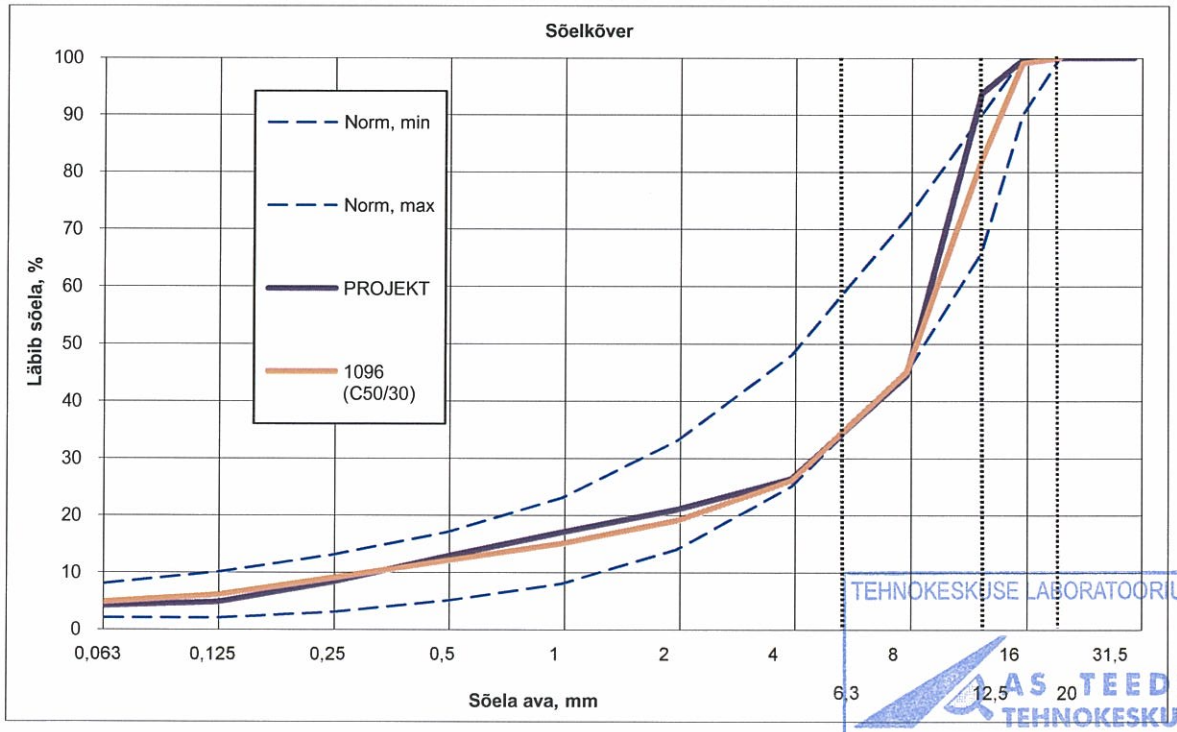
*Tabel nr 21. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

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											
1095 (C70/30)	5,8	7	9	13	16	20	27	42	79	100		
PROJEKT	*4,7*	*5*	*8*	*12*	*15*	*20*	*25*	*41*	*88*	*99*	*100*	100
Norm, min	*2,0*	*2*	*3*	*5*	*8*	*14*	*25*	*45*	*66*	*90*	*100*	
Norm, max	*8,0*	*10*	*13*	*17*	*23*	*33*	*48*	*72*	*90*	*100*		



*Tabel nr 22. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

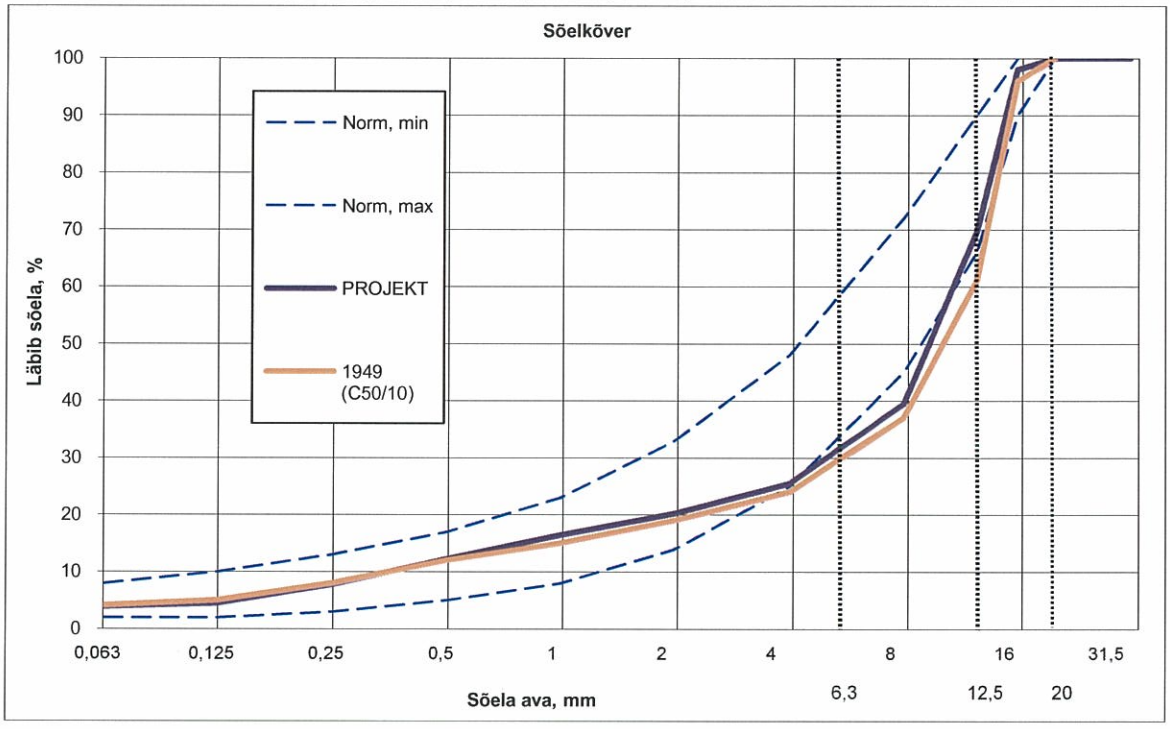
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1096 (C50/30)	4,8	6	9	12	15	19	26	45	82	99	100	
PROJEKT	*4,1*	*5*	*8*	*13*	*17*	*21*	*26*	*44*	*94*	*100*	*100*	100
Norm, min	*2,0*	*2*	*3*	*5*	*8*	*14*	*25*	*45*	*66*	*90*	*100*	
Norm, max	*8,0*	*10*	*13*	*17*	*23*	*33*	*48*	*72*	*90*	*100*		



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

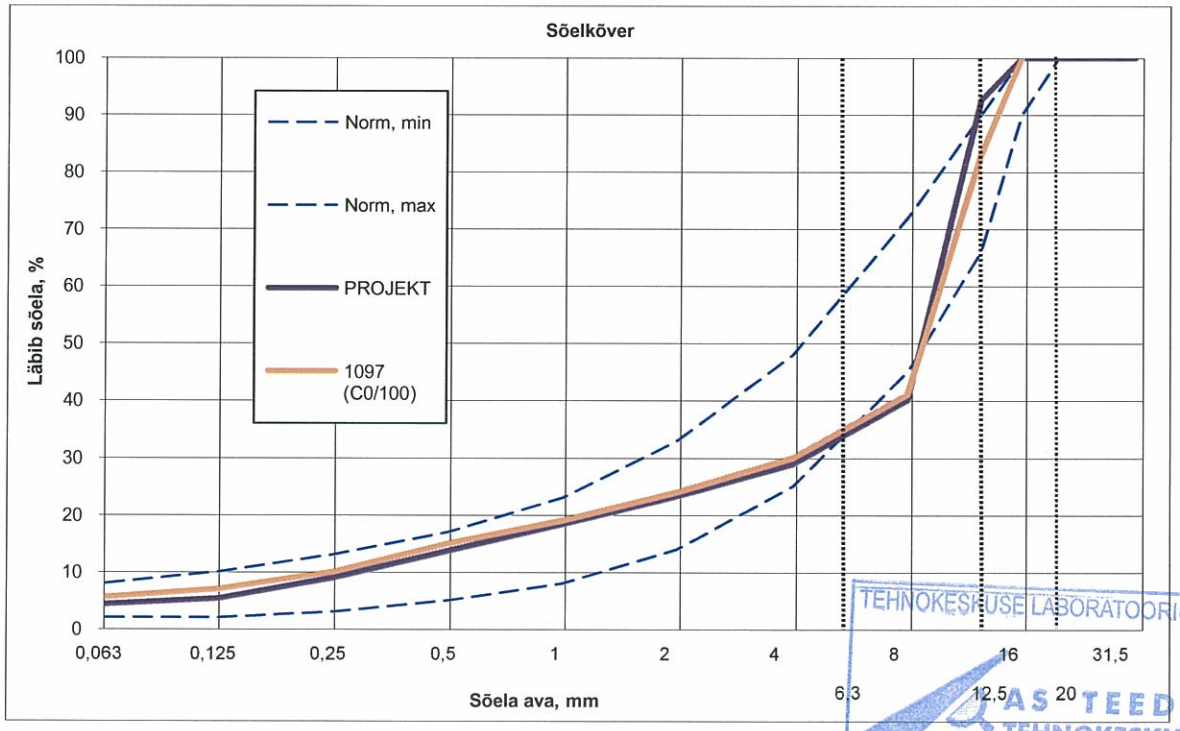
*Tabel nr 23. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

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											
1949 (C50/10)	4,1	5	8	12	15	19	24	37	61	96	100	
PROJEKT	*3,9*	*4*	*8*	*12*	*16*	*20*	*26*	*39*	*70*	*98*	*100*	100
Norm, min	*2,0*	*2*	*3*	*5*	*8*	*14*	*25*	*45*	*66*	*90*	*100*	
Norm, max	*8,0*	*10*	*13*	*17*	*23*	*33*	*48*	*72*	*90*	*100*		



*Tabel nr 24. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

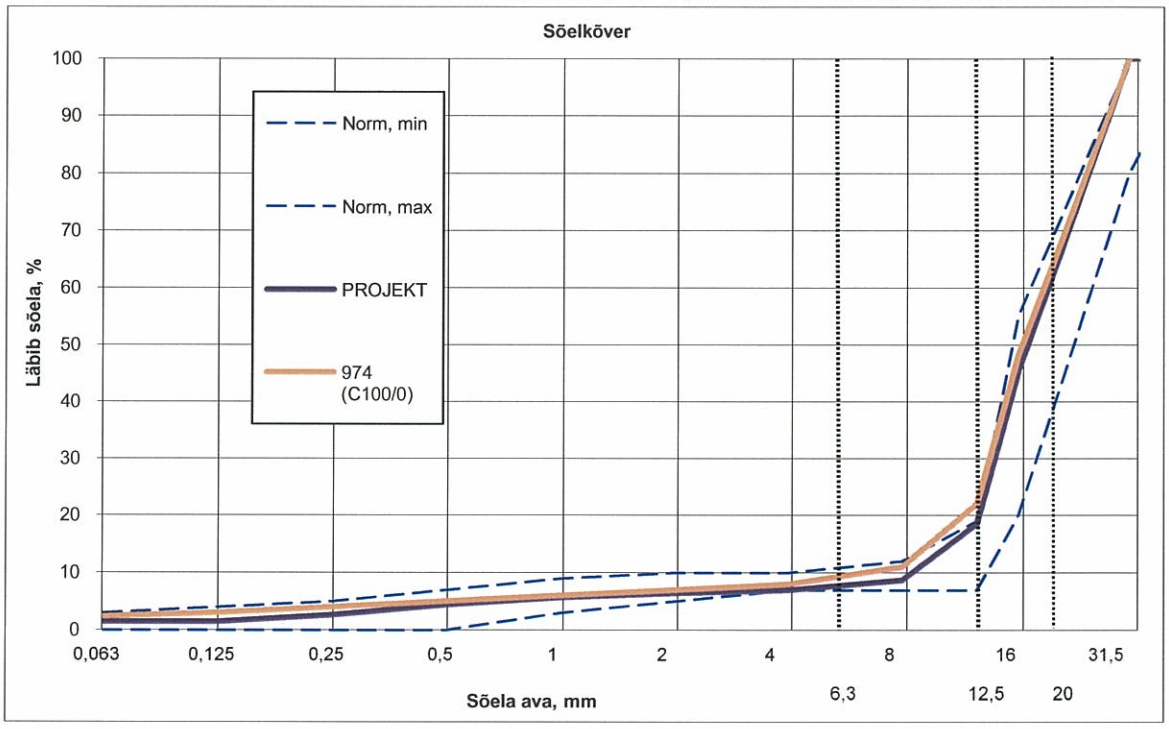
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1097 (C0/100)	5,6	7	10	15	19	24	30	41	83	100		
PROJEKT	*4,4*	*5*	*9*	*14*	*18*	*23*	*29*	*40*	*93*	*100*	*100*	100
Norm, min	*2,0*	*2*	*3*	*5*	*8*	*14*	*25*	*45*	*66*	*90*	*100*	
Norm, max	*8,0*	*10*	*13*	*17*	*23*	*33*	*48*	*72*	*90*	*100*		



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

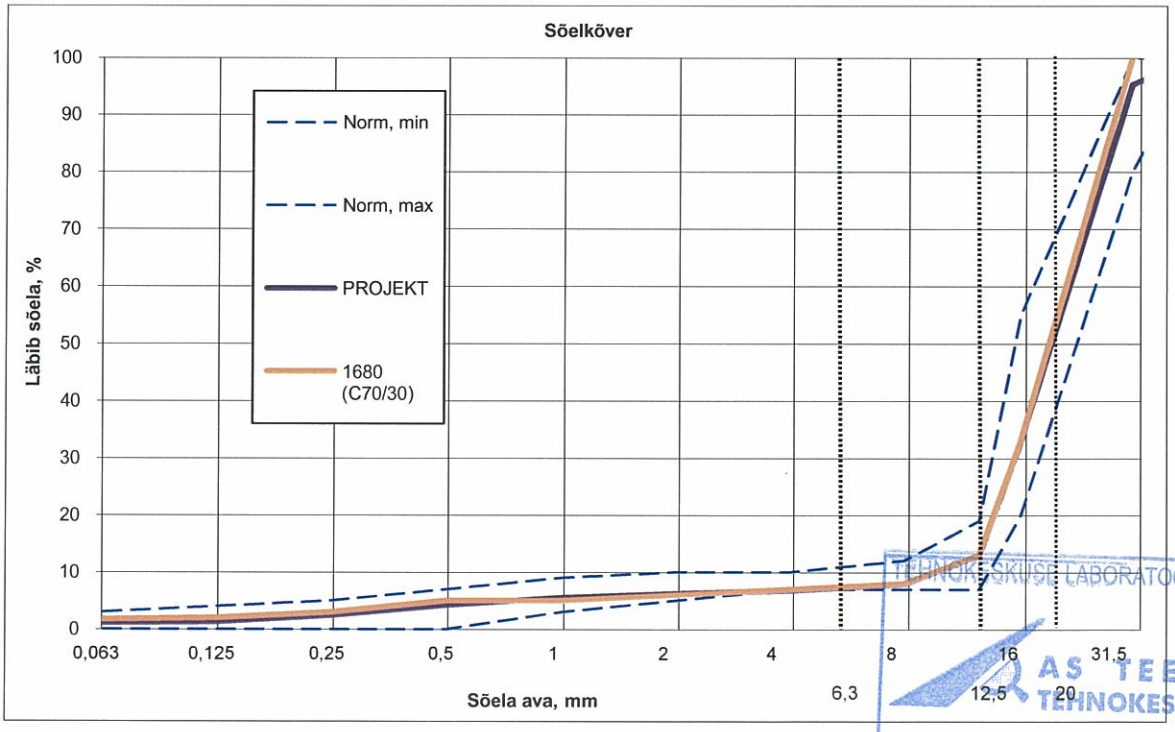
*Tabel nr 25. Segu **MUK 12/32** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
974 (C100/0)	2,4	3	4	5	6	7	8	11	22	48	100	
PROJEKT	*1,4*	*1*	*3*	*4*	*6*	*6*	*7*	*9*	*19*	*45*	*100*	100
Norm, min	*0,0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*7*	*7*	*7*	*20*	*80*	*100*
Norm, max	*3,0*	*4*	*5*	*7*	*9*	*10*	*10*	*12*	*19*	*55*	*100*	*100*



*Tabel nr 26. Segu **MUK 12/32** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

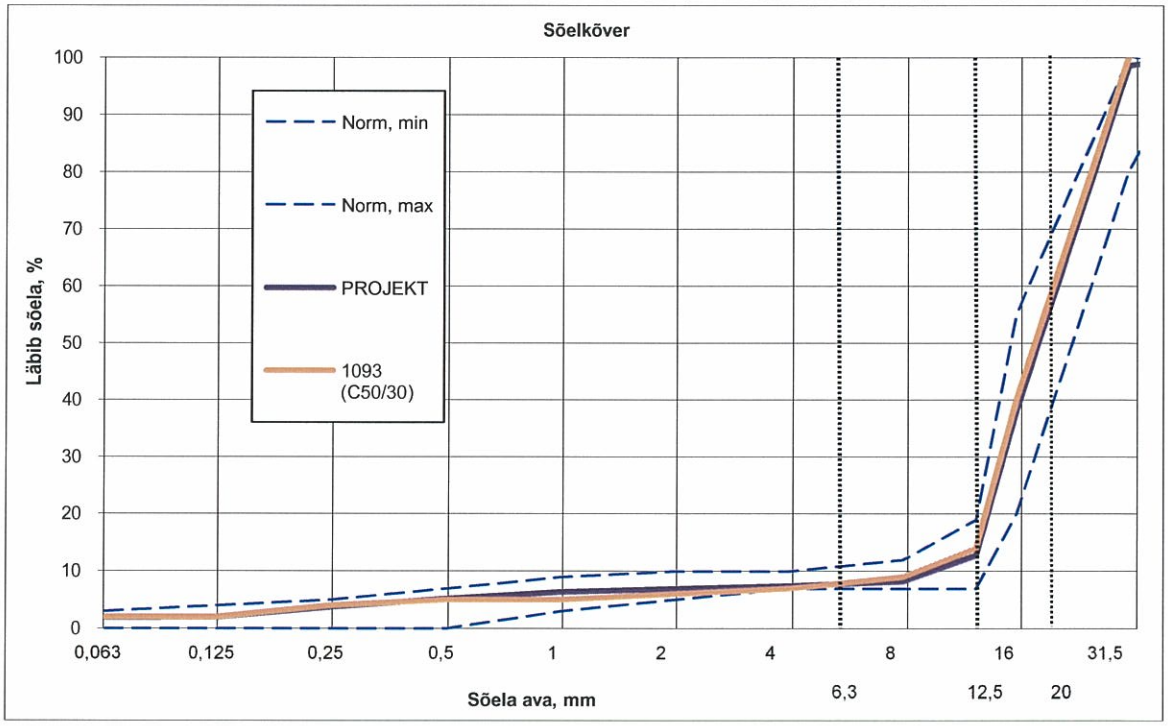
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1680 (C70/30)	1,7	2	3	5	5	6	7	8	13	33	100	
PROJEKT	*1,1*	*1*	*2*	*4*	*6*	*6*	*7*	*8*	*13*	*33*	*95*	100
Norm, min	*0,0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*7*	*7*	*7*	*20*	*80*	*100*
Norm, max	*3,0*	*4*	*5*	*7*	*9*	*10*	*10*	*12*	*19*	*55*	*100*	*100*



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

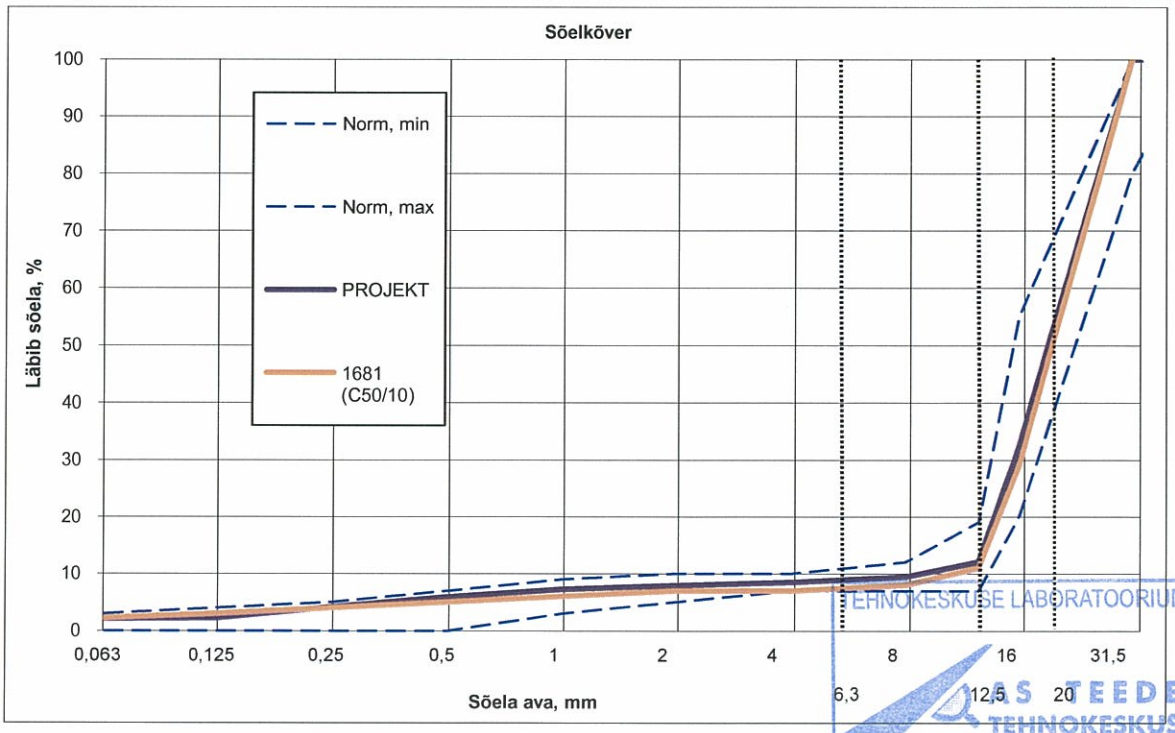
*Tabel nr 27. Segu **MUK 12/32** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1093 (C50/30)	2,0	2	4	5	5	6	7	9	14	40	100	
PROJEKT	*1,9*	*2*	*4*	*5*	*6*	*7*	*7*	*8*	*13*	*38*	*99*	100
Norm, min	*0,0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*7*	*7*	*7*	*20*	*80*	*100*
Norm, max	*3,0*	*4*	*5*	*7*	*9*	*10*	*10*	*12*	*19*	*55*	*100*	*100*



*Tabel nr 28. Segu **MUK 12/32** terastikuline koostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi*

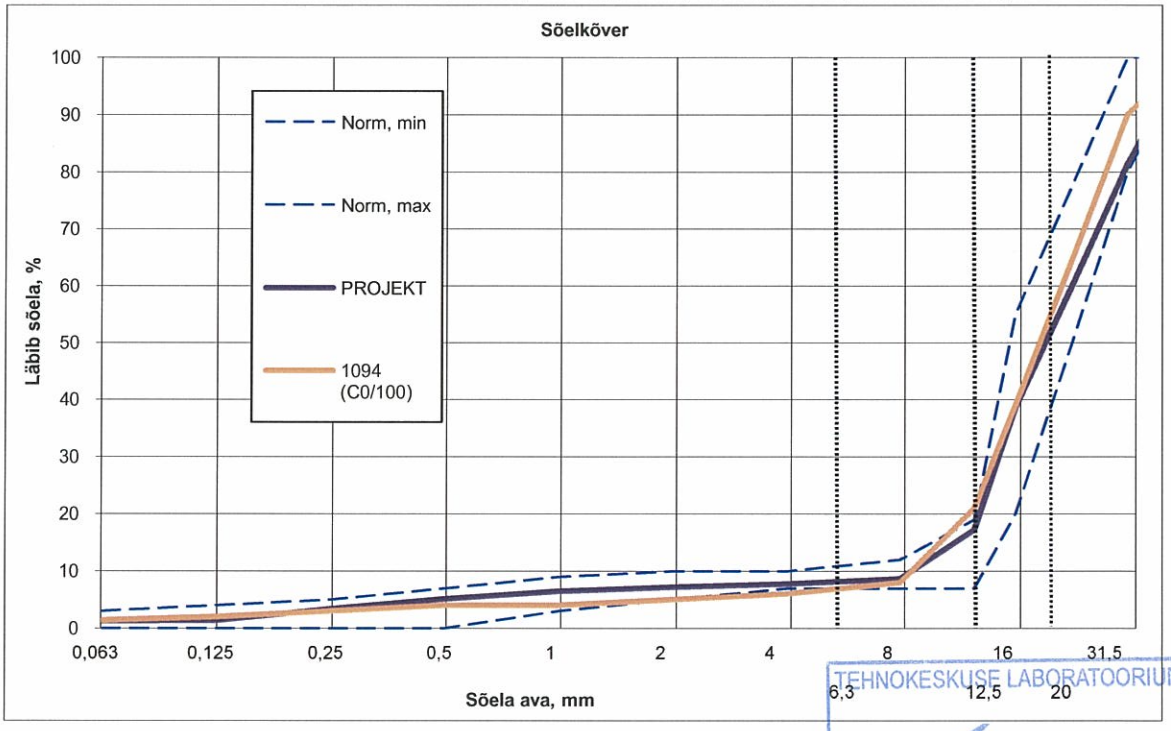
Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1681 (C50/10)	2,2	3	4	5	6	7	7	8	11	29	100	
PROJEKT	*2,1*	*2*	*4*	*6*	*7*	*8*	*9*	*9*	*12*	*32*	*100*	100
Norm, min	*0,0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*7*	*7*	*7*	*20*	*80*	*100*
Norm, max	*3,0*	*4*	*5*	*7*	*9*	*10*	*10*	*12*	*19*	*55*	*100*	*100*



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 29. Segu **MUK 12/32** 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	32	63
	Sõela läbind, % kivimaterjali massist											
1094 (C0/100)	1,4	2	3	4	4	5	6	8	21	39	90	100
PROJEKT	*1,3*	*1*	*3*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*17*	*39*	*81*	100
Norm, min	*0,0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*5*	*7*	*7*	*7*	*20*	*80*	*100*
Norm, max	*3,0*	*4*	*5*	*7*	*9*	*10*	*10*	*12*	*19*	*55*	*100*	*100*



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 30. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 32 50/70 ($C_{100/0}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 11/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	PAE	Ambose									
4	16/32	PAE	Ambose									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

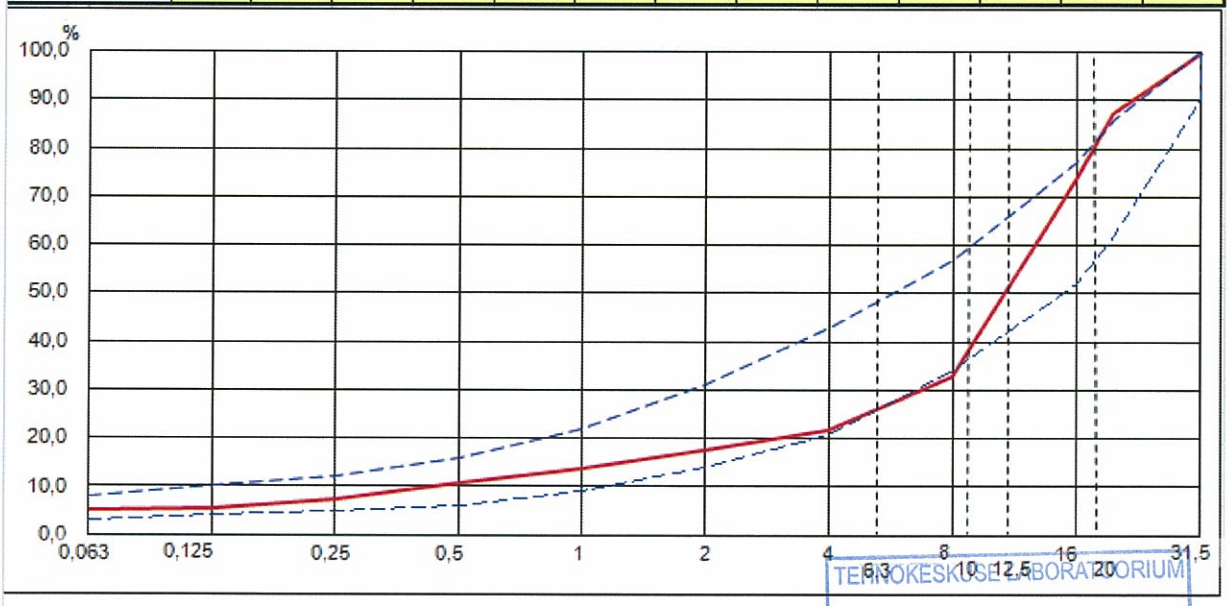
Materjal Nr	fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	8	7,7	**77,0**
2	0/4	17	16,4	**163,7**
3	4/16	35	33,7	**337,1**
4	16/32	40	38,5	**385,2**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		3,7	**37,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	4,3	5	5	6	6	7	7	23	98	100		
4	16/32	1,1	1	1	1	1	1	1	2	36	68	100	
	Projekt	**5,0**	**6**	**7**	**11**	**14**	**17**	**22**	**33**	**74**	**87**	**100**	**100**
Norm	**min**	3,0	4	5	6	9	14	21	34	52	62	90	100
	max	8,0	10	12	16	22	31	43	57	77	86	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Ambose	4/16	C100/0	100	0	0	96
Ambose	16/32	C100/0	99	0	1	83
	Segu keskmine		**99**	**0**	**1**	**89**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 31. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 32 50/70 ($C_{70/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 12/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	16/32	Kruus	Kalda									
6	16/32	Kruus	Kalda									
7	16/32	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisan-did	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

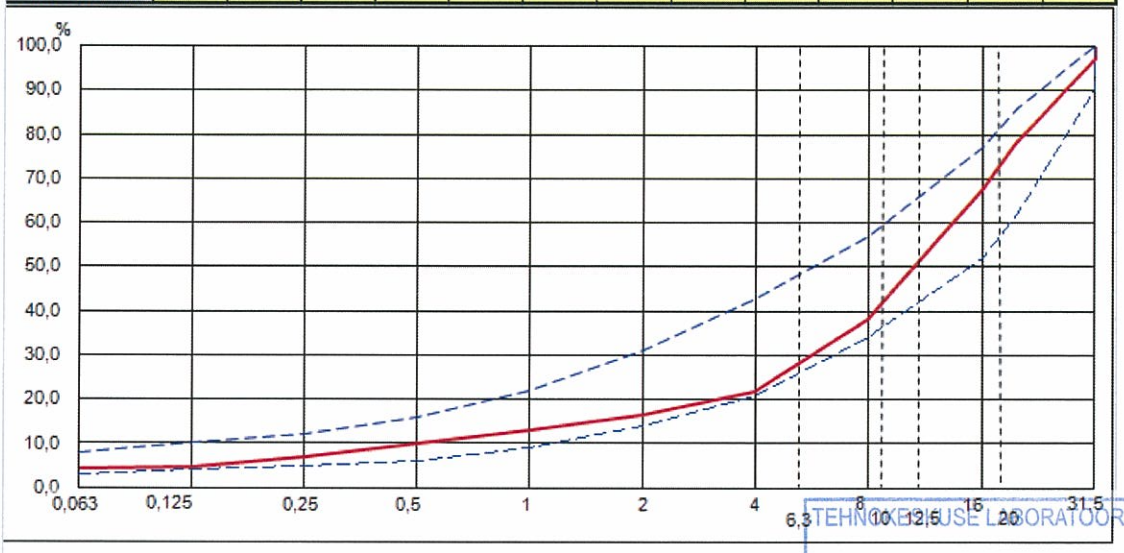
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	8	7,7	**77,0**
2	0/4	17	16,4	**163,7**
3	4/16	35	33,7	**337,1**
4	16/32	10	9,6	**96,3**
5	0		0,0	**0,0**
6	16/32	20	19,3	**192,6**
7	16/32	10	9,6	**96,3**
8	B (doseeritav)		3,7	**37,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
4	16/32	2,0	2	3	3	3	3	3	3	21	63	100	
6	16/32	0,8	1	1	1	1	1	1	1	10	33	95	100
7	16/32	1,0	1	2	2	2	2	2	2	34	51	80	100
	Projekt	**4,1**	**5**	**7**	**10**	**13**	**16**	**22**	**38**	**68**	**78**	**97**	**100**
Norm	**min**	3,0	4	5	6	9	14	21	34	52	62	90	100
	max	8,0	10	12	16	22	31	43	57	77	86	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											-	-



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C50/30	80	10	20	47
Kalda	16/32	C50/30	57	18	43	12
Kalda	16/32	C50/10	74	6	26	14
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Segu keskmine			**65**	**21**	**35**	**27**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 32. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 32 50/70 ($C_{50/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 13/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	16/32	Kruus	Kalda									
5	4/16	Kruus	Kalda									
6	16/32	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

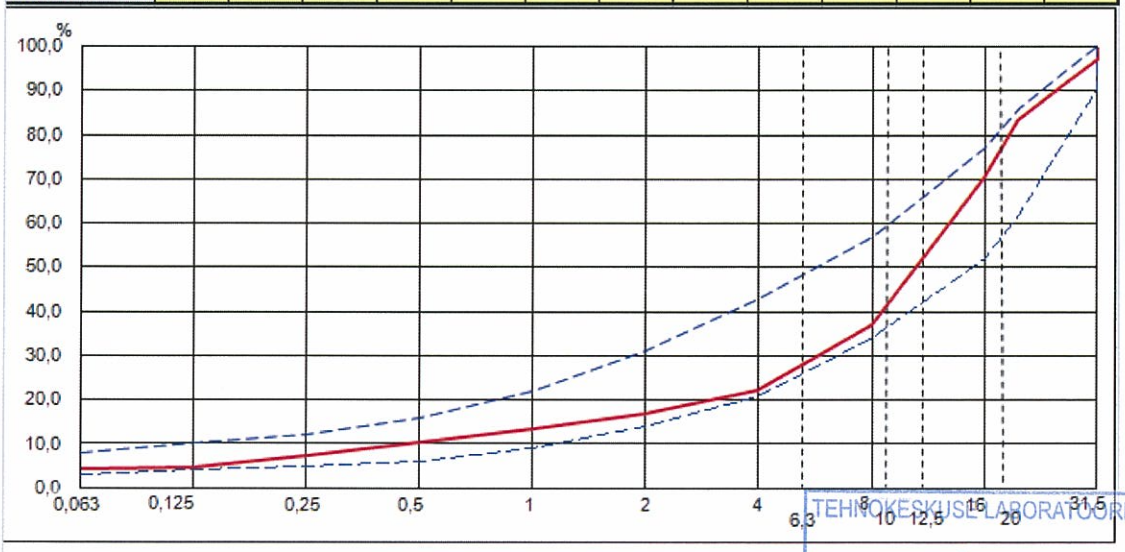
Materjal Nr	fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	8	7,7	**77,0**
2	0/4	17	16,4	**163,7**
3	4/16	30	28,9	**288,9**
4	16/32	25	24,1	**240,8**
5	4/16	5	4,8	**48,2**
6	16/32	15	14,4	**144,5**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		3,7	**37,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
4	16/32	2,0	2	3	3	3	3	3	3	21	63	100	
5	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
6	16/32	1,0	1	2	2	2	2	2	2	34	51	80	100
Projekt		**4,3**	**5**	**7**	**10**	**13**	**17**	**22**	**37**	**70**	**83**	**97**	**100**
Norm	**min**	3,0	4	5	6	9	14	21	34	52	62	90	100
	max	8,0	10	12	16	22	31	43	57	77	86	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											-	-		



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C50/30	80	10	20	47
Kalda	16/32	C50/30	57	18	43	12
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Segu keskmine			**52**	**34**	**48**	**23**

*Tabel nr 33. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 32 50/70 ($C_{50/10}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 14/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	4/16	Kruus	Kalda									
5	16/32	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

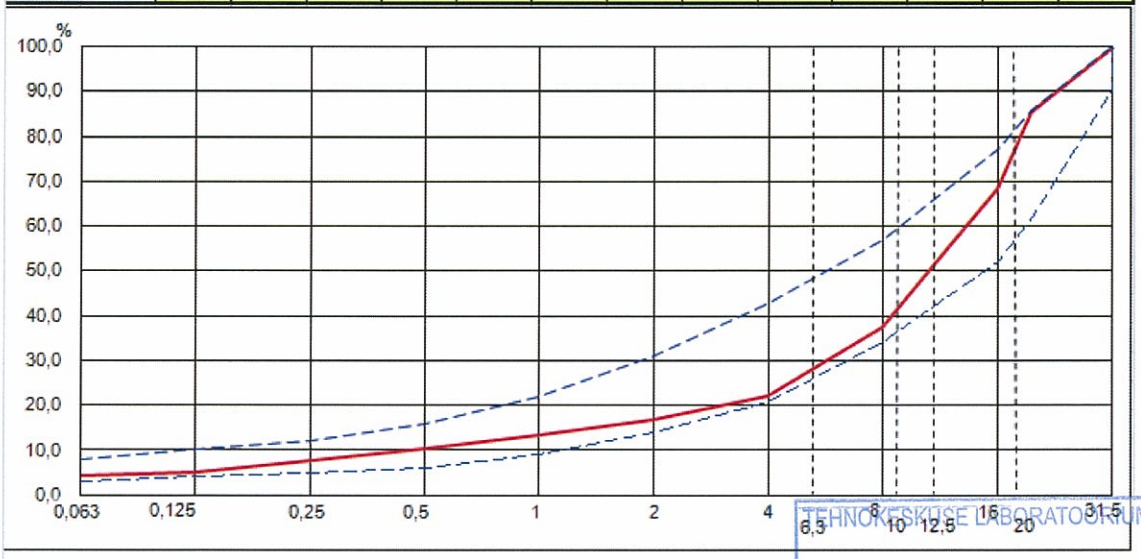
Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t
Nr	fr	Täitematerjal	Segu	
1	liiv	8	7,7	**77,0**
2	0/4	17	16,4	**163,7**
3	4/16	5	4,8	**48,2**
4	4/16	30	28,9	**288,9**
5	16/32	40	38,5	**385,2**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		3,7	**37,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
4	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
5	16/32	2,0	2	3	3	3	3	3	3	21	63	100	
	Projekt	**4,4**	**5**	**8**	**10**	**13**	**17**	**22**	**37**	**68**	**85**	**100**	**100**
Norm	**min**	3,0	4	5	6	9	14	21	34	52	62	90	100
	max	8,0	10	12	16	22	31	43	57	77	86	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											-	-		



TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	4/16	C50/30	62	18	38	0
Kalda	16/32	C50/30	59	0	41	0
		Segu keskmine	**56**	**13**	**44**	**0**

Märkus: Materjalist eraldati täielikult purustatud terad
Materjalist eraldati täielikult purustatud ja ümardunud terad

*Tabel nr 34. Asfaltsegu **AC 32 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 32 50/70 ($C_{0/100}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 15/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	16/32	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisan-did	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

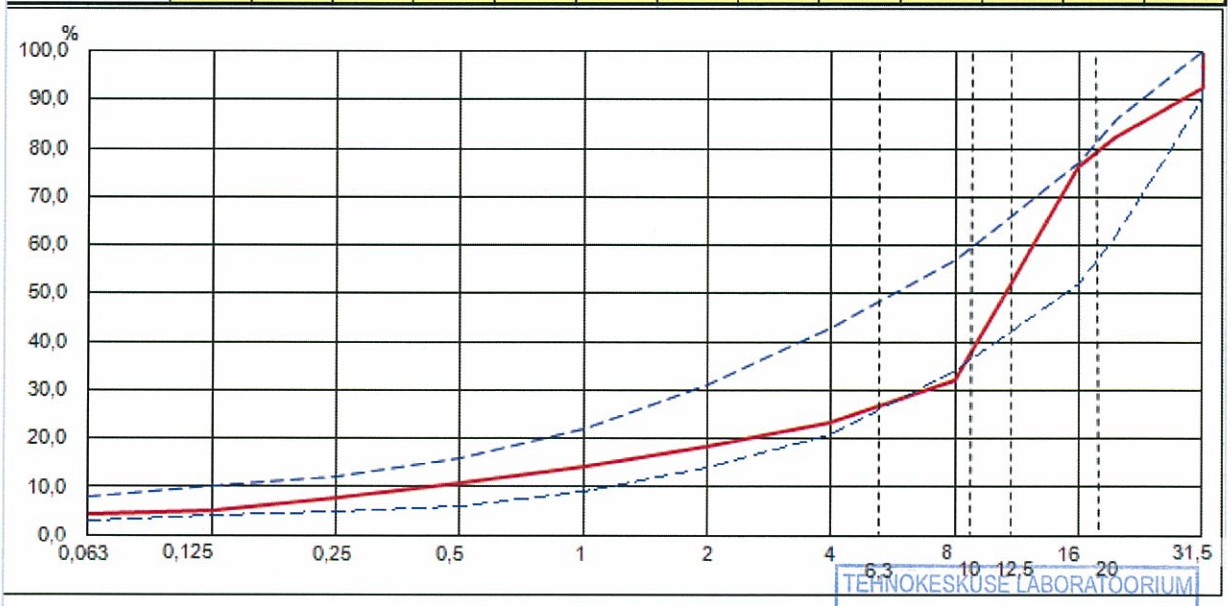
Materjal Nr	fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	8	7,7	**77,0**
2	0/4	20	19,3	**192,6**
3	4/16	36	34,7	**346,7**
4	16/32	36	34,7	**346,7**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		3,7	**37,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	20	31,5	45
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
4	16/32	1,0	1	2	2	2	2	2	2	34	51	80	100
Projekt		**4,2**	**5**	**8**	**11**	**14**	**18**	**23**	**32**	**76**	**82**	**93**	**100**
Norm	**min**	3,0	4	5	6	9	14	21	34	52	62	90	100
	max	8,0	10	12	16	22	31	43	57	77	86	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Segu keskmine			**2**	**89**	**98**	**0**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 35. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 16 base 50/70 ($C_{100/0}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 16/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	PAE	Ambose									
4	8/16	PAE	Ambose									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

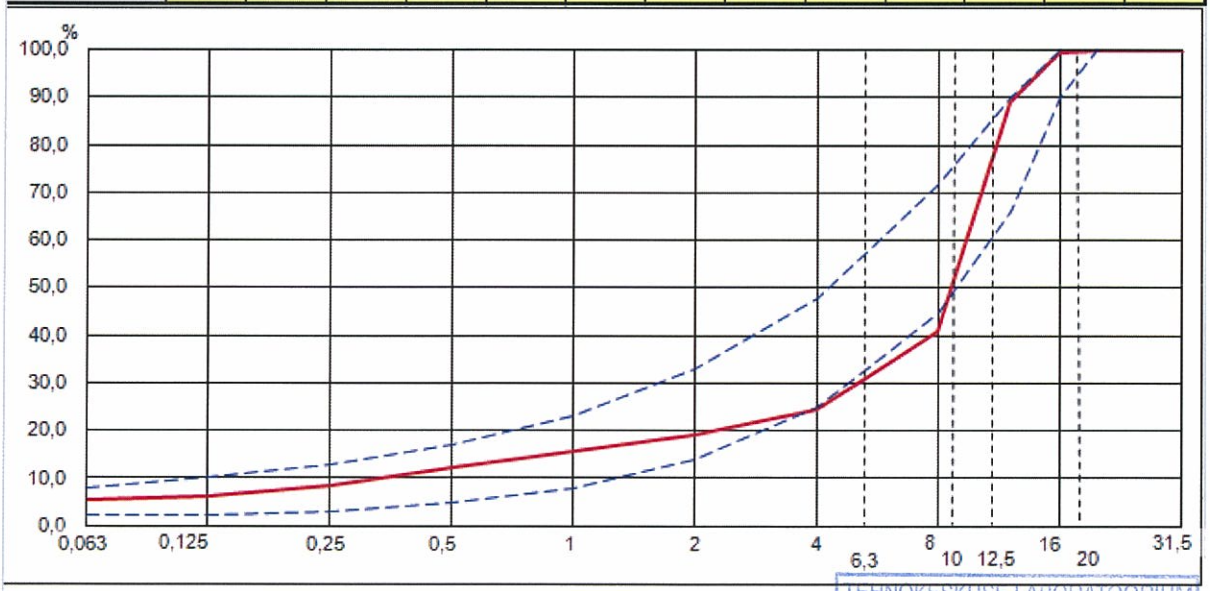
Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t
Nr	fr	Täitematerjal	Segu	
1	liiv	10	9,6	**95,8**
2	0/4	15	14,4	**143,7**
3	4/16	35	33,5	**335,3**
4	8/16	40	38,3	**383,2**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		4,2	**42,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	4,3	5	5	6	6	7	7	23	98	100		
4	8/16	2,5	3	3	4	4	4	7	22	75	99	100	
7	0	68,0	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Projekt		**5,3**	**6**	**8**	**12**	**16**	**19**	**24**	**41**	**89**	**100**	**100**	**100**
Norm	**min**	2,0	2	3	5	8	14	25	45	66	90	100	
	max	8,0	10	13	17	23	33	48	72	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur	Täi.ÜM	Üm	Täi pur
			Cc	Ctr	Cr	Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Ambose	4/16	C100/0	100	0	0	96
Ambose	8/16	C100/0	100	0	0	90
Segu keskmine			**100**	**0**	**0**	**93**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 36. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 16 base 50/70 ($C_{70/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 17/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	8/16	Kruus	Kalda									
5	4/16	Kruus	Kalda									
6	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

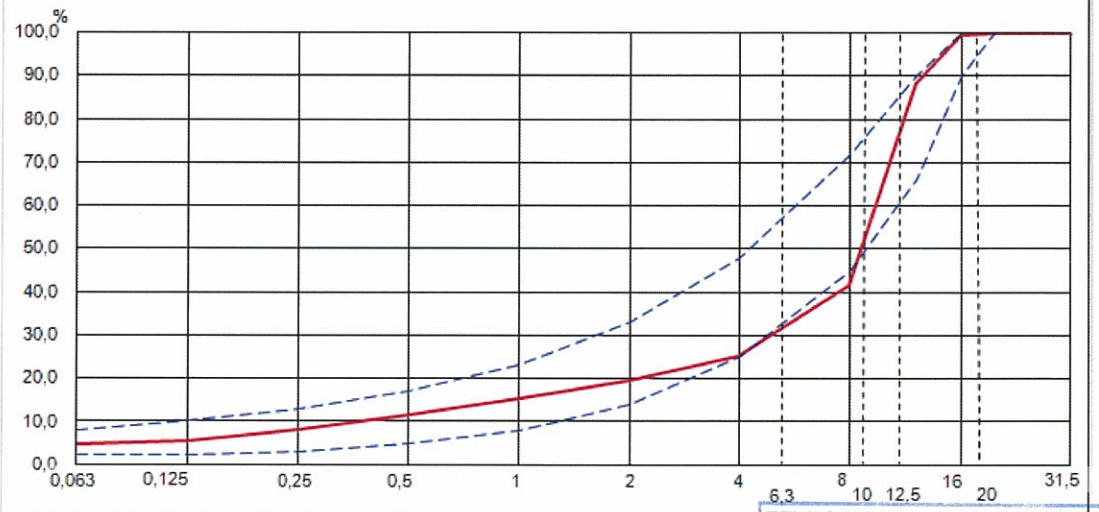
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	10	9,6	**95,8**
2	0/4	20	19,2	**191,6**
3	4/16	20	19,2	**191,6**
4	8/16	35	33,5	**335,3**
5	4/16	15	14,4	**143,7**
6	12/16		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		4,2	**42,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
4	8/16	1,7	2	2	2	2	2	2	9	67	98	100	
5	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
6	12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	24	95	100	
7	0												
	Projekt	**4,7**	**5**	**8**	**12**	**15**	**20**	**25**	**41**	**88**	**99**	**100**	**100**
Norm	**min**	2,0	2	3	5	8	14	25	45	66	90	100	
	max	8,0	10	13	17	23	33	48	72	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C50/30	80	10	20	47
Kalda	8/16	C50/30	85	7	15	44
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	12/16	C50/30	60	17	40	17
	Segu keskmine		**66**	**25**	**34**	**35**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 37. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 16 base 50/70 ($C_{50/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 18/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	8/16	Kruus	Kalda									
5	4/16	Kruus	Kalda									
6	8/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisan-did	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

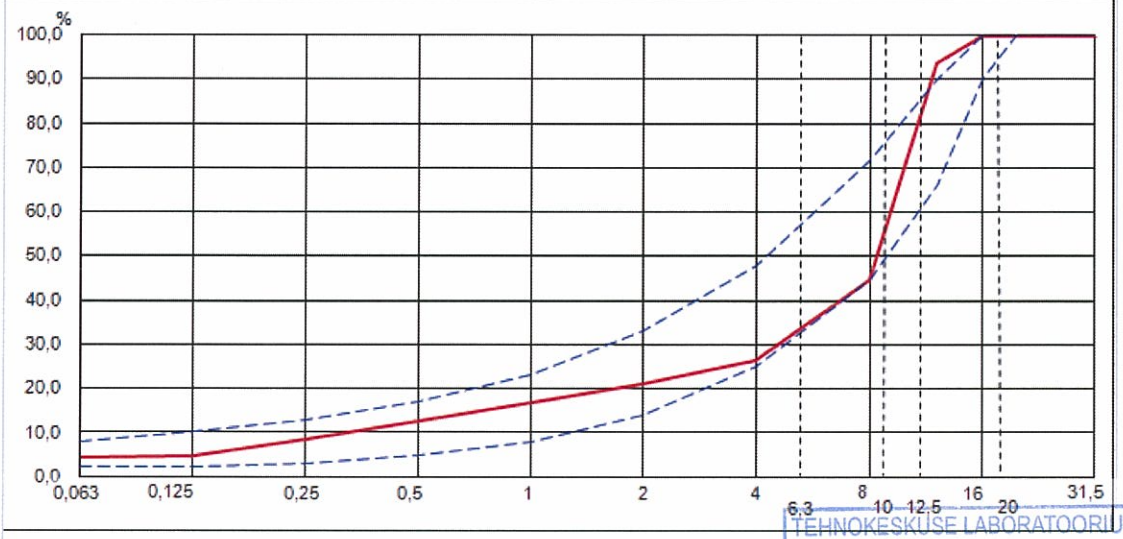
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	15	14,4	**143,7**
2	0/4	15	14,4	**143,7**
3	4/16	30	28,7	**287,4**
4	8/16	17	16,3	**162,9**
5	4/16	20	19,2	**191,6**
6	8/16	3	2,9	**28,7**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		4,2	**42,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
4	8/16	1,7	2	2	2	2	2	2	9	67	98	100	
5	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
6	8/16	0,4	1	1	1	1	1	1	6	79	100		
	Projekt	**4,1**	**5**	**8**	**13**	**17**	**21**	**26**	**44**	**94**	**100**	**100**	**100**
Norm	**min**	2,0	2	3	5	8	14	25	45	66	90	100	
	max	8,0	10	13	17	23	33	48	72	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C50/30	80	10	20	47
Kalda	8/16	C50/30	85	7	15	44
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	8/16	C0/100	1	89	99	0
	Segu keskmine		**56**	**35**	**44**	**31**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 38. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 16 base 50/70 ($C_{50/10}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 19/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
6	4/16	Kruus	Kalda									
7	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

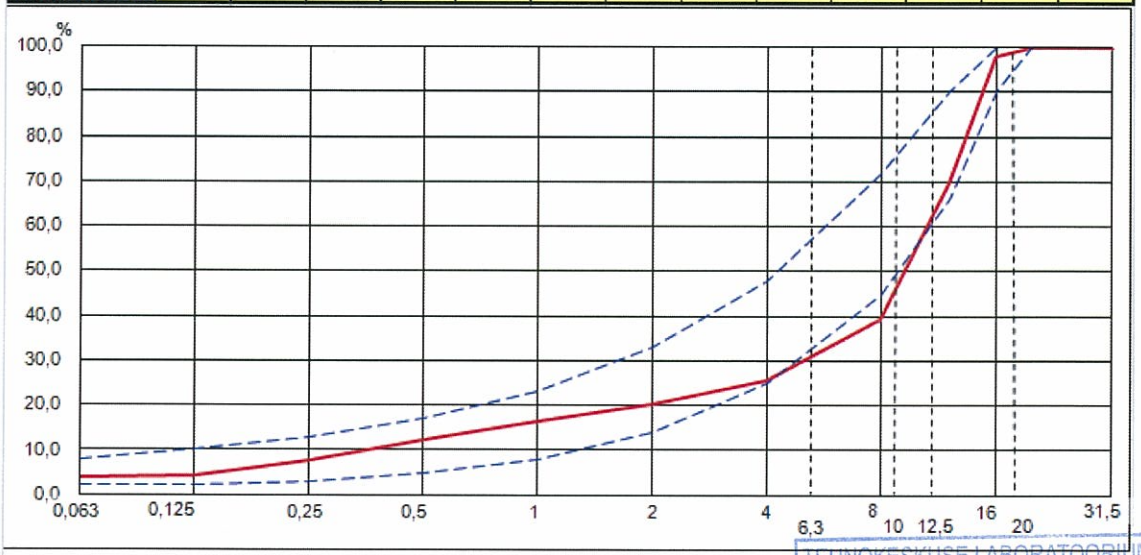
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	15	14,4	**143,7**
2	0/4	15	14,4	**143,7**
3	4/16	25	24,0	**239,5**
4	0		0,0	**0,0**
5	0		0,0	**0,0**
6	4/16	5	4,8	**47,9**
7	12/16	40	38,3	**383,2**
8	B (doseeritav)		4,2	**42,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,9	2	3	3	3	3	6	38	100			
6	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
7	12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	24	95	100	
	Projekt	**3,9**	**4**	**8**	**12**	**16**	**20**	**26**	**39**	**70**	**98**	**100**	**100**
Norm	**min**	2,0	2	3	5	8	14	25	45	66	90	100	
	max	8,0	10	13	17	23	33	48	72	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C50/30	62	18	38	0
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	12/16	C50/30	65	0	35	0
		Segu keskmine	**59**	**13**	**41**	**0**

Märkus: Materjalist eraldati täielikult purustatud terad
Materjalist eraldati täielikult purustatud ja ümardunud terad

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 39. Asfaltsegu **AC 16 base 50/70** seguretsept*

Asfaltsegu AC 16 base 50/70 ($C_{0/100}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 20/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	0/4	PAE	Ambose									
3	4/16	Kruus	Kalda									
4	8/16	Kruus	Kalda									
5	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

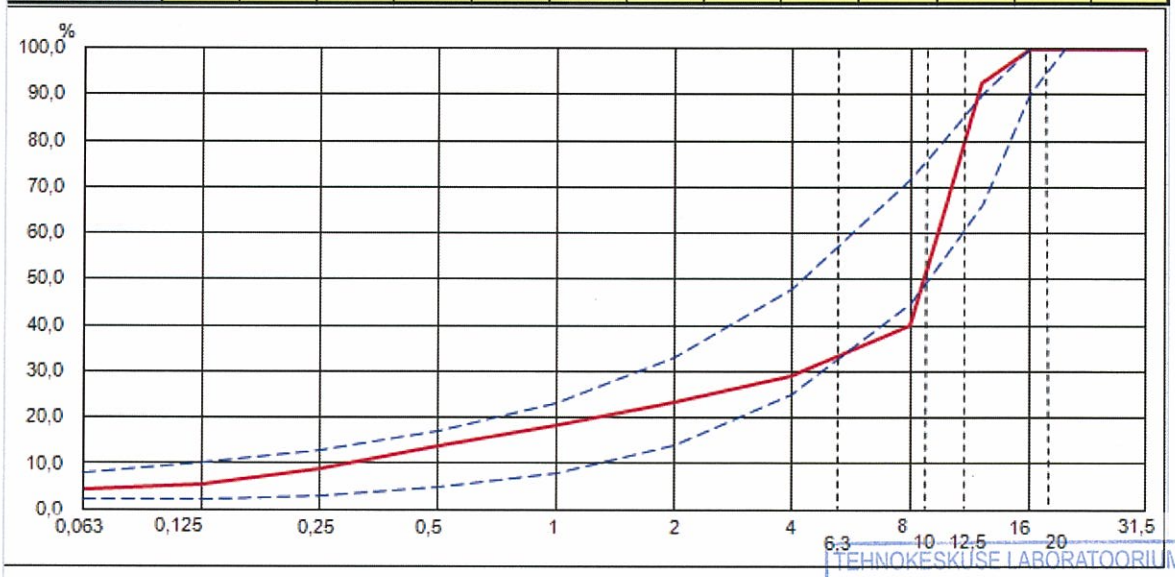
Materjal Nr	fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	15	14,4	**143,7**
2	0/4	20	19,2	**191,6**
3	4/16	45	43,1	**431,1**
4	8/16	15	14,4	**143,7**
5	12/16	5	4,8	**47,9**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		4,2	**42,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	20	31,5
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0/4	15,4	17	21	26	35	50	72	96	100			
3	4/16	1,0	2	3	3	3	4	4	12	100			
4	8/16	0,4	1	1	1	1	1	1	6	79	100		
5	12/16	0,3	0	0	0	0	0	0	0	16	100		
	Projekt	**4,4**	**5**	**9**	**14**	**18**	**23**	**29**	**40**	**93**	**100**	**100**	**100**
Norm	**min**	2,0	2	3	5	8	14	25	45	66	90	100	
	max	8,0	10	13	17	23	33	48	72	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	0/4		-	-	-	-
Kalda	4/16	C0/100	2	88	98	0
Kalda	8/16	C0/100	1	89	99	0
Kalda	12/16	C0/100	0	94	100	0
Segu keskmine			2	89	98	0

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 40. Segu **MUK 12/32** seguretsept*

Asfaltsegu MUK 12-32 50/70 ($C_{100/0}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 21/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	C	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
3	16/32	PAE	Ambose									
4	12/16	PAE	Ambose									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

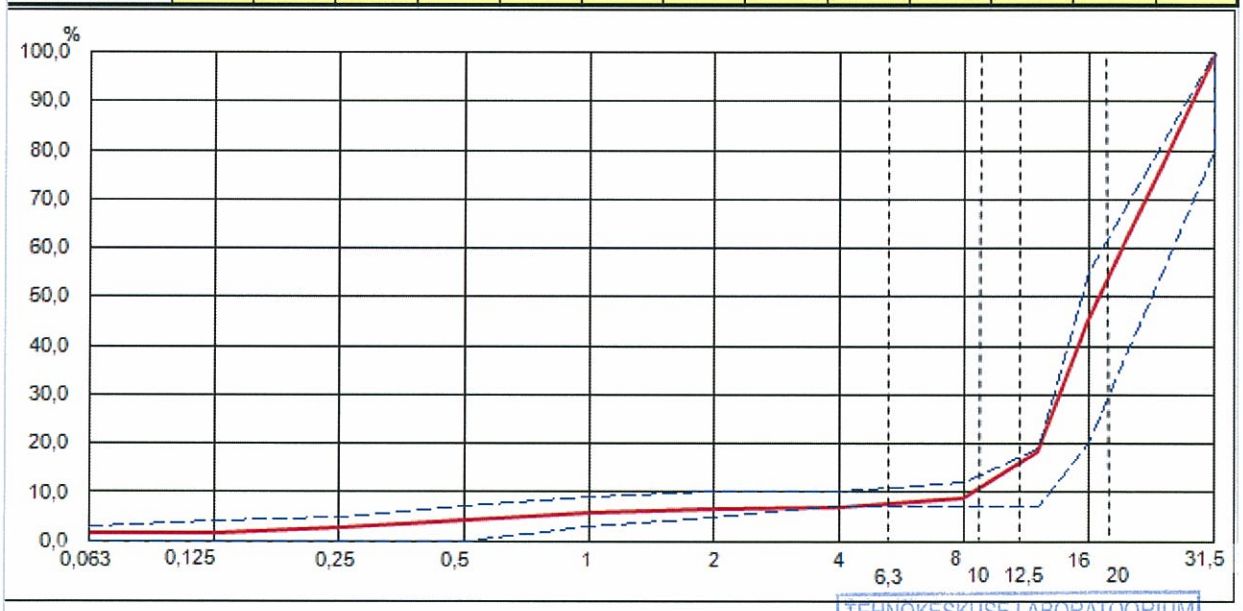
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	7	6,8	**68,1**
2	0		0,0	**0,0**
3	16/32	85	82,7	**827,1**
4	12/16	8	7,8	**77,8**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		2,7	**27,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
3	16/32	1,1	1	1	1	1	1	1	2	11	36	100	
4	12/16	2,0	2	3	3	3	3	3	3	27	96	100	
Projekt		**1,4**	**1**	**3**	**4**	**6**	**6**	**7**	**9**	**19**	**45**	**100**	**100**
Norm	**min**	0,0	0	0	0	3	5	7	7	7	20	80	100
	max	3,0	4	5	7	9	10	10	12	19	55	100	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Ambose	16/32	C100/0	99	0	1	83
Ambose	12/16	C100/0	100	0	0	93
Segu keskmine			**99**	**0**	**1**	**84**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 41. Segu **MUK 12/32** seguretsept*

Asfaltsegu MUK 12-32 50/70 ($C_{70/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 22/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	16/32	Kruus	Kalda									
4	16/32	PAE	Ambose									
5	16/32	Kruus	Kalda									
6	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

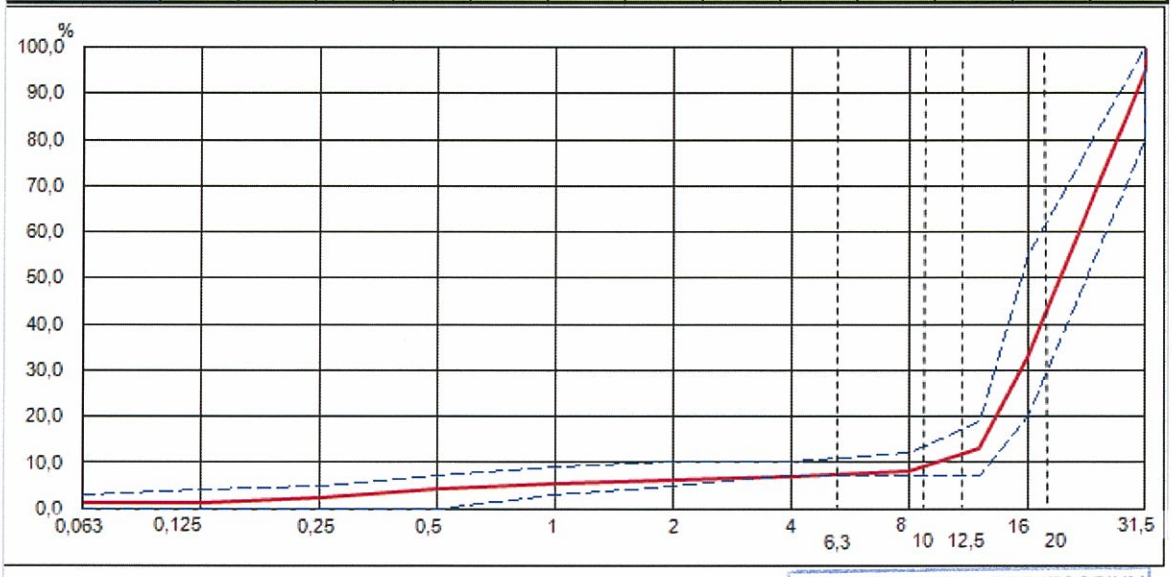
Materjal Nr	Materjal fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Materjali osakaal % Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	7	6,8	**68,1**
2	16/32	53	51,6	**515,7**
3	0		0,0	**0,0**
4	16/32	20	19,5	**194,6**
5	16/32	10	9,7	**97,3**
6	12/16	10	9,7	**97,3**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		2,7	**27,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	16/32	0,8	1	1	1	1	1	1	1	2	10	95	100
4	16/32	1,1	1	1	1	1	1	1	2	11	36	100	
5	16/32	1	1	2	2	2	2	2	2	11	34	80	100
6	12/16	0,3	0	0	0	0	0	0	0	16	100		
	Projekt	**1,1**	**1**	**2**	**4**	**6**	**6**	**7**	**8**	**13**	**33**	**95**	**100**
Norm	**min**	0,0	0	0	0	3	5	7	7	7	20	80	100
	max	3,0	4	5	7	9	10	10	12	19	55	100	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Kalda	16/32	C50/10	74	6	26	14
Ambose	16/32	C100/0	99	0	1	83
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Kalda	12/16	C0/100	0	94	100	0
		Segu keskmine	**64**	**23**	**36**	**26**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 42. Segu **MUK 12/32** seguretsept*

Asfaltsegu MUK 12-32 50/70 ($C_{50/30}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 23/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
3	16/32	Kruus	Kalda									
4	12/16	Kruus	Kalda									
5	16/32	Kruus	Kalda									
6	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

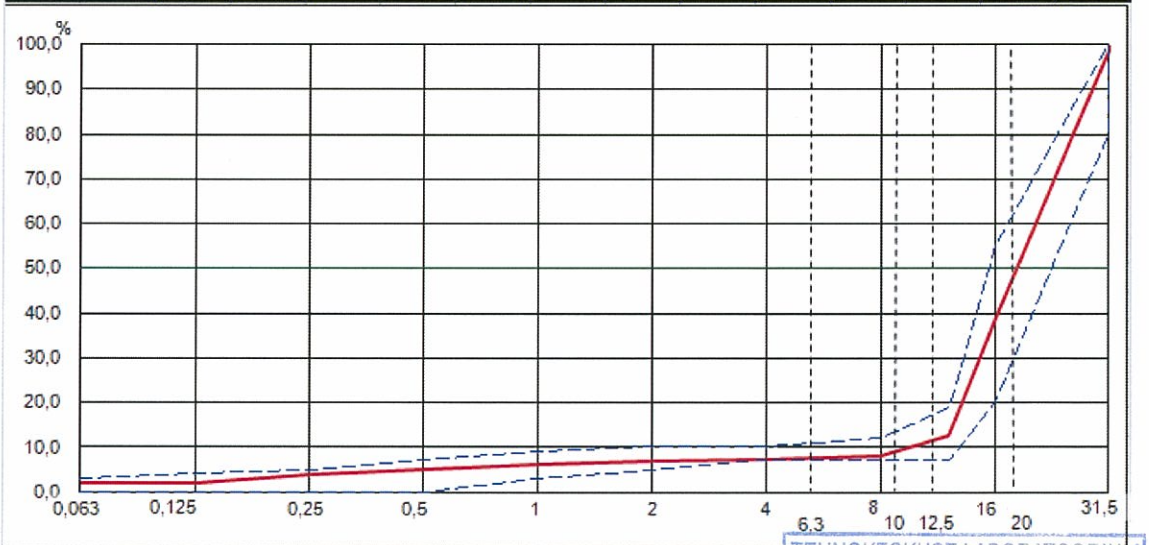
Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t
Nr	fr	Täitematerjal	Segu	
1	liiv	6	5,8	**58,4**
2	0		0,0	**0,0**
3	16/32	72	70,1	**700,6**
4	12/16	9	8,8	**87,6**
5	16/32	7	6,8	**68,1**
6	12/16	6	5,8	**58,4**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		2,7	**27,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	0												
3	16/32	2,0	2	3	3	3	3	3	3	4	21	100	
4	12/16	0,8	1	1	1	1	1	1	1	24	95	100	
5	16/32	1	1	2	2	2	2	2	2	11	34	80	100
6	12/16	0,3	0	0	0	0	0	0	0	16	100		
7	0												
	Projekt	**1,9**	**2**	**4**	**5**	**6**	**7**	**7**	**8**	**13**	**38**	**99**	**100**
Norm	**min**	0,0	0	0	0	3	5	7	7	7	20	80	100
	max	3,0	4	5	7	9	10	10	12	19	55	100	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Kalda	16/32	C50/30	57	18	43	12
Kalda	12/16	C50/30	60	17	40	17
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Kalda	12/16	C0/100	0	94	100	0
Segu keskmine			**50**	**28**	**50**	**11**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 43. Segu **MUK 12/32** seguretsept*

Asfaltsegu MUK 12-32 50/70 ($C_{50/10}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 24/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
3	16/32	Kruus	Kalda									
7	12/16	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisandid	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

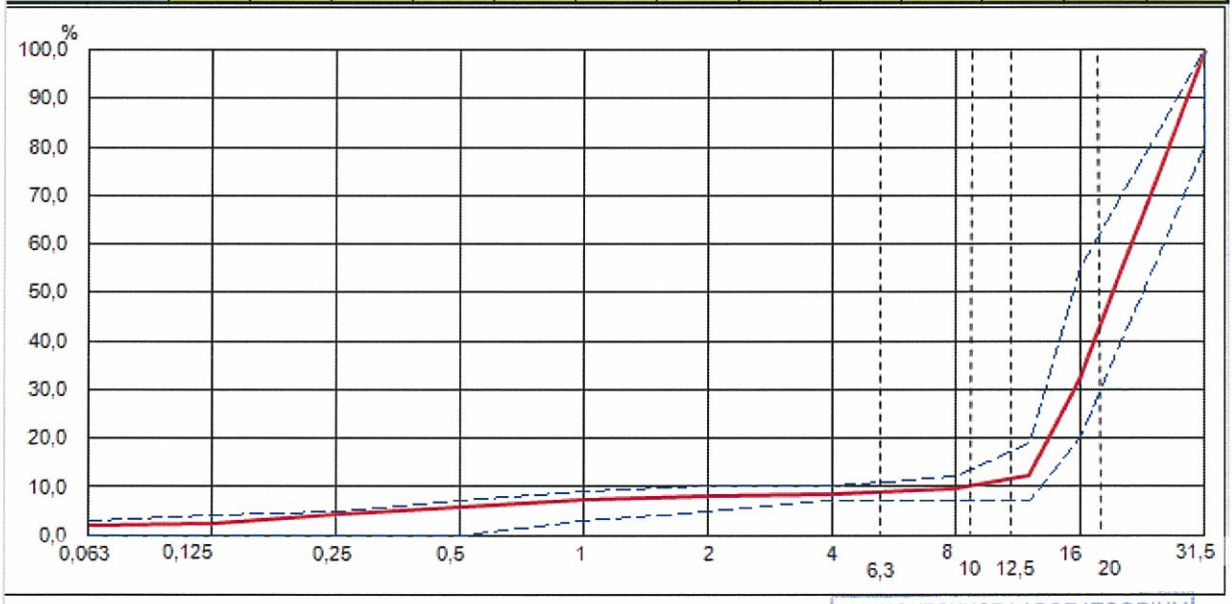
Materjal Nr	fr	Materjali osakaal % Täitematerjal	Segu	Materjali vajadus kg/t
1	liiv	7	6,8	**68,1**
2	0		0,0	**0,0**
3	16/32	85	82,7	**827,1**
4	0		0,0	**0,0**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	12/16	8	7,8	**77,8**
8	B (doseeritav)		2,7	**27,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
3	16/32	2,0	2	3	3	3	3	3	3	4	21	100	
7	12/16	0,6	1	1	1	1	1	1	1	21	92	100	
	Projekt	**2,1**	**2**	**4**	**6**	**7**	**8**	**9**	**9**	**12**	**32**	**100**	**100**
Norm	**min**	0,0	0	0	0	3	5	7	7	7	20	80	100
	max	3,0	4	5	7	9	10	10	12	19	55	100	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Kalda	16/32	C50/30	51	14	49	0
Kalda	12/16	C50/10	78	10	22	44
	Segu keskmine		**53**	**14**	**47**	**4**

Märkus: Materjalist eraldati täielikult purustatud terad

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL

*Tabel nr 44. Segu **MUK 12/32** seguretsept*

Asfaltsegu MUK 12-32 50/70 ($C_{0/100}$) retsept terastikulise koostise järgi
SEGURETSEPT nr 25/11

Täitematerjalid

Nr	fr	Tüüp	Tootja, dekl / karjäär	Ter tih t/m³	LA	A_N	f	MB_F	c	FI	F	Huu-mus
1	liiv	Kruus	Kalda									
2	16/32	Kruus	Kalda									

Sideaine

8	Mark	50/70	
	Tootja	Nynas	
	Dekl nr		
	Penetratsioon	61 x 0,1 mm	
	Viskoossus		
	Nake 24h		
	Nake 72h		
	Pehm.täpp	49,0 °C	
Lisan-did	Mark	Tootja / dekl.nr.	%

Projekteeritud segu koostis.

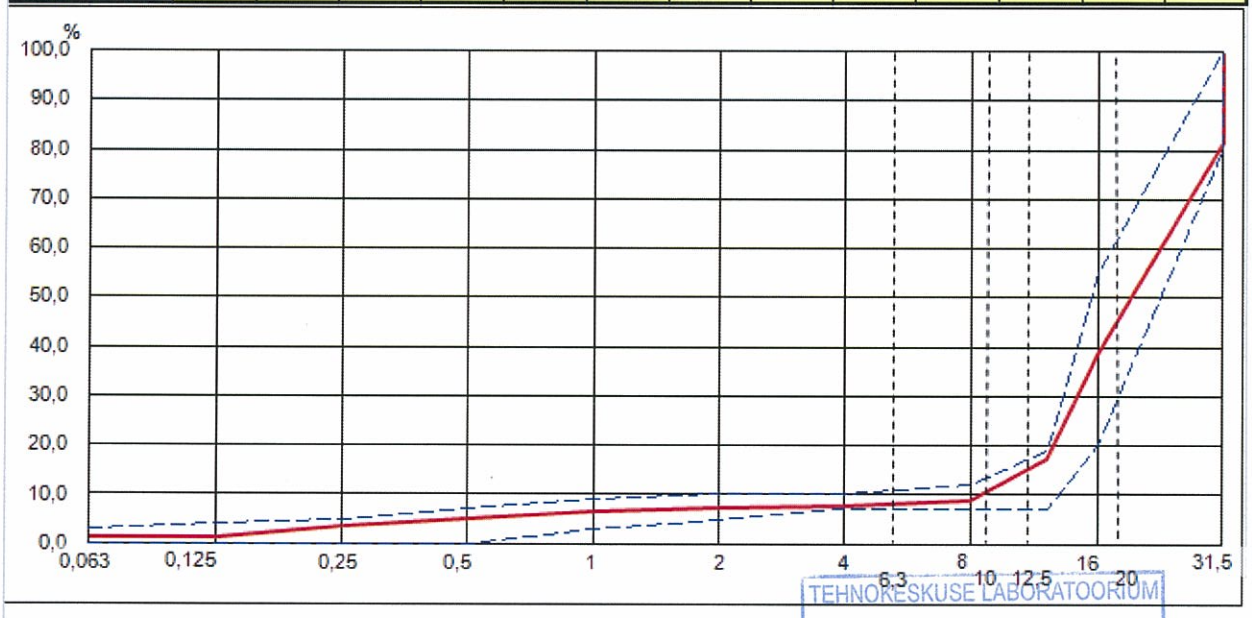
Materjal		Materjali osakaal %		Materjali vajadus kg/t
Nr	fr	Täitematerjal	Segu	
1	liiv	7	6,8	**68,1**
2	16/32	93	90,5	**904,9**
3	0		0,0	**0,0**
4	0		0,0	**0,0**
5	0		0,0	**0,0**
6	0		0,0	**0,0**
7	0		0,0	**0,0**
8	B (doseeritav)		2,7	**27,0**

Terastikuline koostis

Nr	Materjal	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	32	63
1	liiv	5	6	22	47	66	76	84	97	100			
2	16/32	1	1	2	2	2	2	2	2	11	34	80	100
	Projekt	**1,3**	**1**	**3**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**17**	**39**	**81**	**100**
Norm	**min**	0,0	0	0	0	3	5	7	7	7	20	80	100
	max	3,0	4	5	7	9	10	10	12	19	55	100	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											-	-		



Kivimaterjali purustatud ja ümardunud terade sisaldus (protsentides) EVS-EN 933-5 järgi:

Karjäär	Mater-jali	C	Pur Cc	Täi.ÜM Ctr	Üm Cr	Täi pur Ctc
Kalda	liiv		-	-	-	-
Kalda	16/32	C0/100	2	89	98	0
Segu keskmine			**2**	**89**	**98**	**0**

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
AS TEEDE TEHNOKESKUS
DOKUMENDI ORIGINAAL