



1918

TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

**TALLINNA TEEDE JA TÄNAVATE
TÜÜPKATENDIKONSTRUKTSIOONID JA
NENDE RAKENDAMINE (2. ETAPP)**

ARUANNE

ARENDUSTÖÖ ARUANNE

TALLINNA TEEDE JA TÄNAVATE TÜÜPKATENDIKONSTRUKTSIOONID JA NENDE RAKENDAMINE (2. ETAPP)

Käesolev arendustöö aruanne on koostatud 16.06.2015. a Tallinna linna ja TTÜ teedeinstituudi vahel sõlmitud Töövõttulepingu nr Lep150565//2.1-5TE/14/TKA75 alusel.

Teadustöö aruande koostasid:

- | | |
|------------------|---|
| 1. Andrus Aavik | - lepingu vastutav täitja, TTÜ teedeinstituut |
| 2. Artu Ellmann | - TTÜ teedeinstituut |
| 3. Ain Kendra | - TTÜ teedeinstituut |
| 4. Sven Sillamäe | - Tallinna Tehnikakõrgkool |

SISUKORD

Sisukord.....	3
Lähteülesanne	5
Eessõna.....	6
1 Teekatendite tüüplahendused. Kohaldamisala.....	8
2 Liiklussagedus ja koormussagedus. Normteljekoormus ja siirdetegurid.....	10
3 Teede-tänavate ristlõiked.....	12
4 Tänavate ja teede koormusklassid ja tüüpkatendid.....	15
5 Kasutatavate materjalide elastsusmoodulid – E.....	19
6 Teekatendi ja teekatendi konstruktsiooniliste kihtide kandevõime määramine	20
7 Muldkeha aluspinnas ja täitematerjalid	21
8 Killustikalus ja mustkillustik (MUK)	23
9 Aluspinnaste ja aluskonstruktsiooni stabiliseerimine	26
10 Asfaltbetoonsegud. Bituumen ja täitematerjalid.....	27
11 Tsementbetoon. Tsement ja täitematerjalid	29
12 Tüüpkatendite juhendi kasutamine	30
13 Kasutatud kirjandus ja infoallikad	31
13.1 Teaduslik-tehnilised uuringud (I).....	31
13.2 Kasutatud juhendid, normid ja standardid (II)	32

Lisad

LISA 1 Tüüpkatendite juhendi (projekti) ja Tallinnas kasutatavate asfaltbetoonkatendite võrdlusanalüüs 2015.a ehitus- ja remondihindade alusel

LISA 2 Teehoiu finantseerimine Tallinnas 2015.a hindades (sisaldab km)

LISA 3 Tänavate ja tüüpkatendite ehitus- ja remondiholduskulude võrdlus milj EUR

LISA 4 Väljavõte Tallinna 2014.a liiklusmudelid ja tänavate koormusklassid

LISA 5 Majaka tn plaatkoormuskatsed

LISA 6 (1;2) Hiiu tn plaatkoormuskatsed

LISA 7 Kandevõimemõõtmised Tammsaare teel

LISA 8 Kandevoimemõõtmised Akadeemia teel

LISA 9 Plaatkoormuskatsed Maarjamäe ja Kuristiku bussipeatustes

LISA 10 Pinnasevee vaatluskaevud ja mõõtmistulemused

LISA 11 Terrestiline laserskaneerimine (Suur-sõjamäe, Tammsaare tee, Akadeemia tee)

LÄHTEÜLESANNE

I Probleemipüstitus ja taustateave

1. Teekatendite tüüplahenduste rakendamise abil Tallinnas asfaltbetoonkatendite eluea tõstmine ja teehoiu kulutuste optimeerimine.
2. Lisalahenduste väljatöötamine ristmikuala ja staatiliselt koormatud asfaltbetoonkatenditele.
3. Laiendada kohalike tee-ehitusmaterjalide kasutamist tee-ehituses.
4. Teedehitusmaterjalidele ja teekonstruktsioonide kandevõimele esitatavate nõuete täpsustamine (asfaltsegude, kandevkihtide E-mooduli määramine jne.).

II Eesmärk

1. Asfaltbetoonkatendite põikristlõigete täiendav uurimine deformatsioonide ja kulumise tekkemehhanismide määramiseks (plaatkoormuskatsed, laserskaneerimine, pinnasevee taseme määramine).
2. Koostada Tallinna asfaltbetoonkatendite konstruktsioonide normdokumendid tänavate ja teede projekteerimiseks, ehitamiseks ja remonttööde teostamiseks.

III Uurimistöö kirjeldus peab sisaldama alljärgnevat:

1. Valitud objektidel katte deformatsioonide ja kulumise määramine terrestilise laserskaneerimisega (koos liikluskooormuse analüüsiga).
2. Valitud objektidel pinnaseveetaseme monitooring.
3. Katendikonstruktsioonis kasutatud materjalide omaduste kindlaksmääramine plaatkoormuskatsete abil.
4. Asfaltbetoonkatendite konstruktsioonide normdokumentatsiooni koostamise konsulteerimine (nõuded bituumenile, asfaltsegudele, kandevkihtide E-mooduli määramine, kandevõime määramise meetodika jne.).

EESSÕNA

Uurimistöö alusel väljatöötatud juhendi nõudeid kohaldatakse Tallinna territooriumil asuvate avalikult kasutatavatele teedele ja avalikkusele ligipääsetavatele erateedele [II-1]. Tallinnas on viimase 20 aasta jooksul liiklusintensiivsus oluliselt kasvanud. Välja on kujunemas uued liiklusvood, mis põhinevad Tallinna sotsiaal-majanduslikul arengul. Praegused teedehitusnormid ei arvesta aga piisavalt linnaliikluse vajadusi ja nõudeid ning on ajale jalgu jäänud. Võrreldes naaber- ja lähiriikide – Soome, Rootsi, Taani ja Saksamaa normidega ja vastavate eeskirjadega torkab silma meie teekatendikonstruktsioonide väiksem kandevõime, oluliselt lühem tee-eluiga ning normatiivse baasi kohatine ülereguleeritus.

Kehtivate projekteerimisnormide [II-6] järgselt võib teede projekteerimisel kasutada Eestile lähedases kliimavöötmes asuvate riikide projekteerimise norme ning muid juhendmaterjale, kui sellega luuakse tingimused ohutuks liiklemiseks.

Tänaused projekteerimisnormid ei arvesta elastsete katendite dimensioneerimisel selliste liiklussageduste ja koormussagedustega, millised esinevad Tallinna magistraalidel. Samuti ei arvestata linnaliikluse liiklusrežiimi, kus teatud tänava-teede osadele mõjub suur staatiline koormus (ristmikud, ühistranspordipeatused, -rajad ja parklad, platsid). Meil lubatud naastrehvide kasutamine kiirendab oluliselt teekatte kulumist ja pikiroopa sügavuse suurenemist. Metodoloogiline ebaselgus esineb muldkeha täitepinnaste ja aluskonstruktsiooni kihtide tihendamise kontrollimisel ja monitoorimisel. Kehtivate juhendmaterjalide ja normide ehitustehnilised seisukohad on kasutatavad koos lähiriikide teedehitust reguleerivate normatiivsete dokumentidega. Lisaks tuleb kasutada ka nn hea ehitustava põhimõtteid.

Juhendi koostamisel on kasutatud Soome, Taani, Saksamaa, Rootsi ja Hollandi teedehitusnorme ja eeskirju [I-1, 5, 6, 7].

Eesmärgiks on suurendada teede-tänavate remondivahemikke ajaliselt 1,5-1,6 korda, vähendades sellega suuri liiklussegadusi, ümbersõite, ummikuid, ühistranspordi korralduse häirimist ja teekasutaja kulusid.

Juhendiga tuuakse sisse järgmised põhimõtted ja muutused :

- a) katendikonstruktsiooni kasutusiga suurendatakse 35 aastani;
- b) kulumiskihi uuendamine suure liiklussageduse ja koormussagedusega tänavatel-teedel (A1,B2,C3) 12 aasta järel;

- c) teeressursi meetodi rakendamine;
- d) staatilise koormuse arvestamine katendi dimensioneerimisel;
- e) E-mooduli, kandevõime määramine plaatkoormuskatsega;
- f) sõelkõvera meetodi kasutamine pinnaste drenivate ja külmakaitsete omaduste hindamisel;
- g) tsementbetoontendite kasutamise võimaldamine magistraalidel ja raskelt koormatud tänavatel.

1 TEEKATENDITE TÜÜPLAHENDUSED. KOHALDAMISALA.

Tüüpkatendite juhendit kasutatakse Tallinna avalikus kasutuses olevate põhitänavate (kiirteede), jaotustänavate, veotänavate, kõrvaltänavate ja kvartalisest tänavate püsikatendite projekteerimiseks, ehitamiseks, rekonstrueerimiseks ja remontimiseks ning vastavate hangete läbiviimiseks.

Katendid on jaotatud elastseteks ja jäikadeks vastavalt asfaltbetoon- ja tsementbetoon katenditeks.

Katendite kasutuseaks on 35 aastat.

Katendite dimensioneerimise aluseks on koormussagedus, kus erinevad sõidukid taandatakse võrreldavateks normtelgedeks. Põhiliseks teguriks on väsimuskoormus, mille arvestamiseks hinnatakse katendi eluea jooksul tee vastavat ristlõiget (enamkoormatud sõidurada) läbivat summaarset normtelgede arvu. Seda nimetatakse arvestuslikuks teeressursiks.

Antud meetod tekitab võimaluse pidada arvestust katendi jääkressursi üle lahutades iga-aastaselt arvestuslikust teeressursist liiklusloenduste (liiklusmudeli) abil saadud vastavat teeristlõiget läbinud normtelgede arvu.

Tüüpkonstruktsioonid on erinevate koormussageduste jaoks – kokku on 5 koormusklassi.

Kulumisvaru lisatakse katte ülakehale vastavalt aasta keskmisele ööpäevasele (AKÖL) liiklussagedusele. Staatilise koormusega teeladel (ristmikud, ühistranspordirajad, -peatused, parklad, platsid) tuleb katendikonstruktsiooni veelgi tugevdada.

Asfaltbetoonkatendite dimensioneerimise aluseks on Odemarki valemil põhinev süsteem.

Tsementbetoonkatendite tugevusarvutused toetuvad Westergaardi nn. „uuele valemile“, mis on kombineeritud Palmgren-Mineri väsimuskoormuse kriteeriumiga.

Kandevõime mõõtmiseks mitteseotud materjalidest katendikonstruktsiooni kihtide puhul peab kasutama plaatkoormuskatset - määratakse E-moodul E_{v2} .

Asfaltbetoonkattedkihtide ja tsementstabiliseeritud killustikkihi kandevõime leitakse FWD seadmega. Määratakse E-moodul E_{mod} .

Tüüpkatendite juhendi rakendamise eesmärgiks on suure koormussagedusega tänavate-tee (A1,B2,C3) teekatete remondivahemike suurendamine 1,5 – 1,6 korda ja uuenduslike remonditehnoloogiate (remix) kasutuselevõtmise võimaldamine.

Remondieelne pikiroopa sügavus RBS ei tohi olla suurem kui 20 mm. (Peale seda peab toimuma kulumiskihhi uuendamine).

Tallinna tüüpkatendite juhend kuulub kohustuslikule ülevaatamisele iga 5 aasta tagant.

Peale tüüpkatendite juhendi kehtestamist toimub esmane ülevaatus järgneva 2 aasta jooksul. Võimalikud vastuolud vabariiklike normide ja õigusaktide vahel lahendatakse vastava Tallinna kompetentse ametkonna poolt.

2 LIIKLUSSAGEDUS JA KOORMUSSAGEDUS. NORMTELJEKOORMUS JA SIIRDETEGURID.

Liiklussageduse ja koormussageduse arvutamise aluseks võetakse konkreetse teelõigu liiklusloendus või Tallinna linna kompetentsete ametkondade poolt aktsepteeritud liiklusmudel antud ajahetkel. Fikseeritakse sõidukite liigiline jaotus. Veoautod ja autobussid redutseeritakse siirdetegurite abil normtelgedeks-normkoormuseks. Samuti koostatakse prognoos 15 aasta arenguid arvesse võttes liiklussageduse ja koormussageduse kohta (vaata ka p.12).

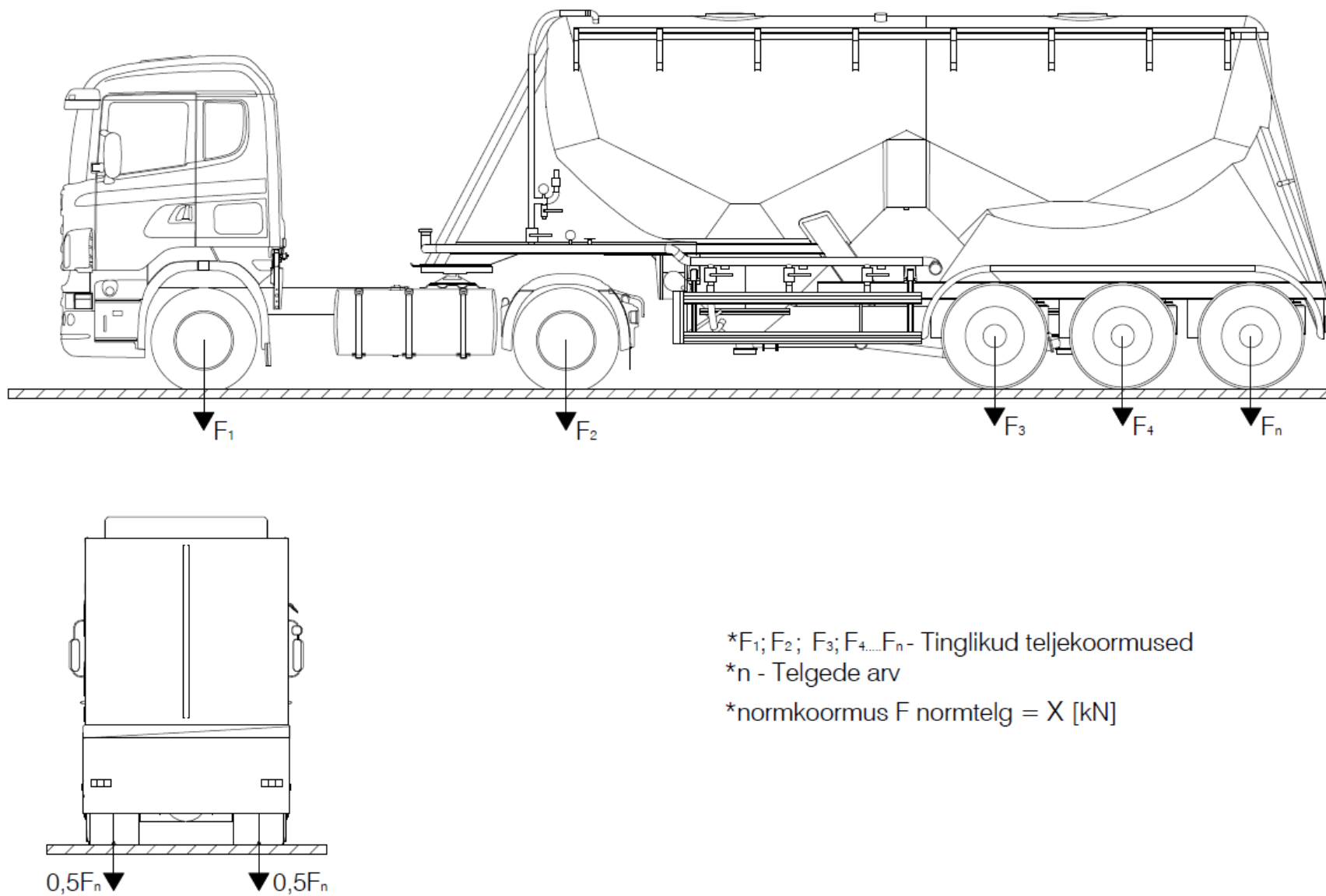
Normkoormuseks on veoautotelg, mille koormuskarakteristikud on järgmised:

Max staatiline koormus, kN		Max dünaamiline koormus paaris- rattale, kN	Keskm arvutus- erisurve tee- pinnale p, MPa
üksikteljele	paarisrattale		
100	50	65	0,6

Erisurve suurendamisel tuleb korrigeerida siirdetegureid.

Tuginedes 15 aasta liiklusprognoosile leitakse summaarne normtelgede arv enamkoormatud sõidurajale 35 aasta jooksul ja maksimaalne aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus tänava-tee antud ristlõikes AKÖL15.

Liiklussagedus ja koormussagedus määratakse vastavalt vabariiklikult kehtestatud metoodikale [II- 6, 8].

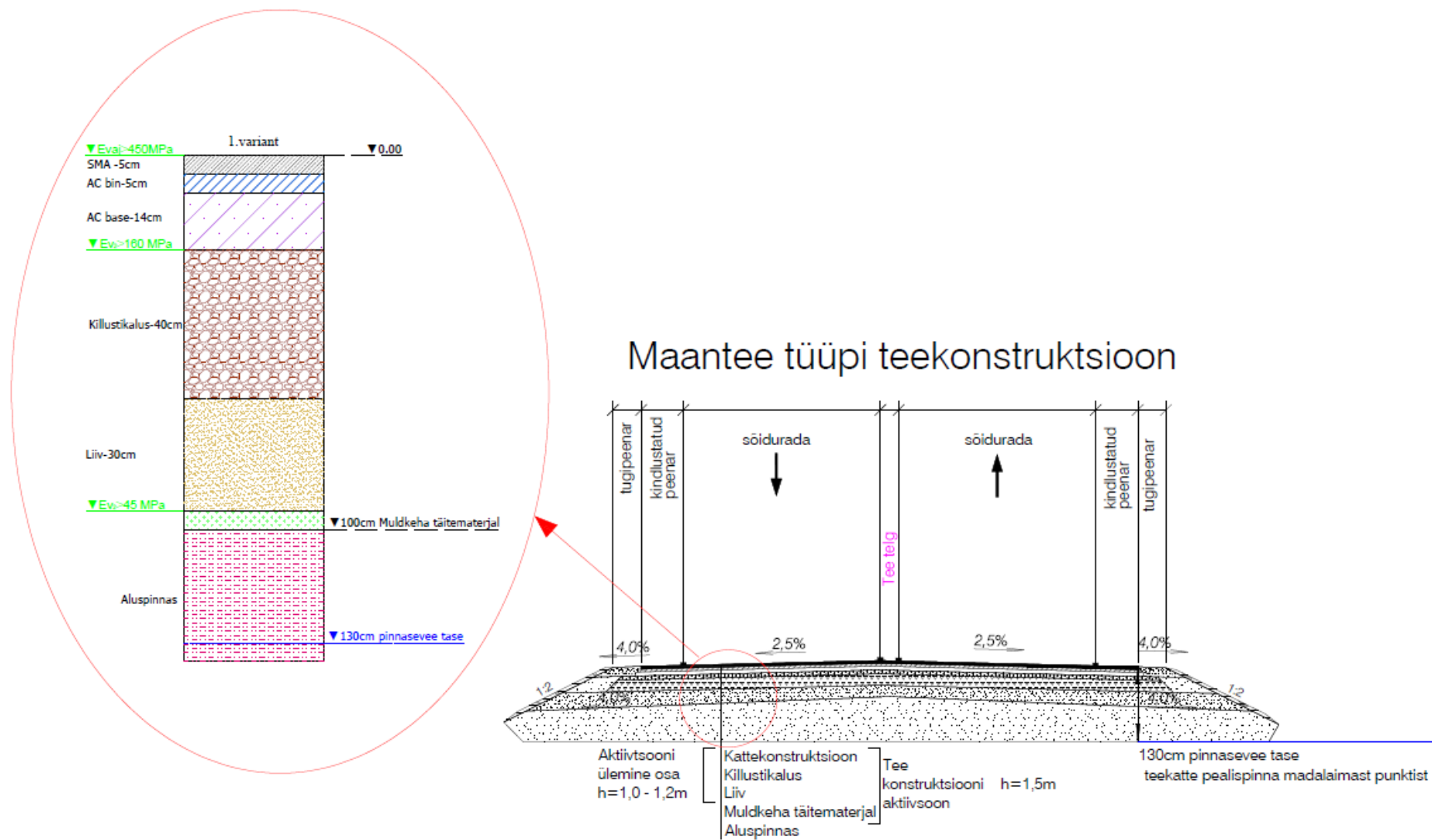


Joonis 2.1 Raskeveeki teljekoormused (näidis). $F_{\text{normtelg}} = 100 \text{ kN (10T)}$

3 TEEDE-TÄNAVATE RISTLÕIKED

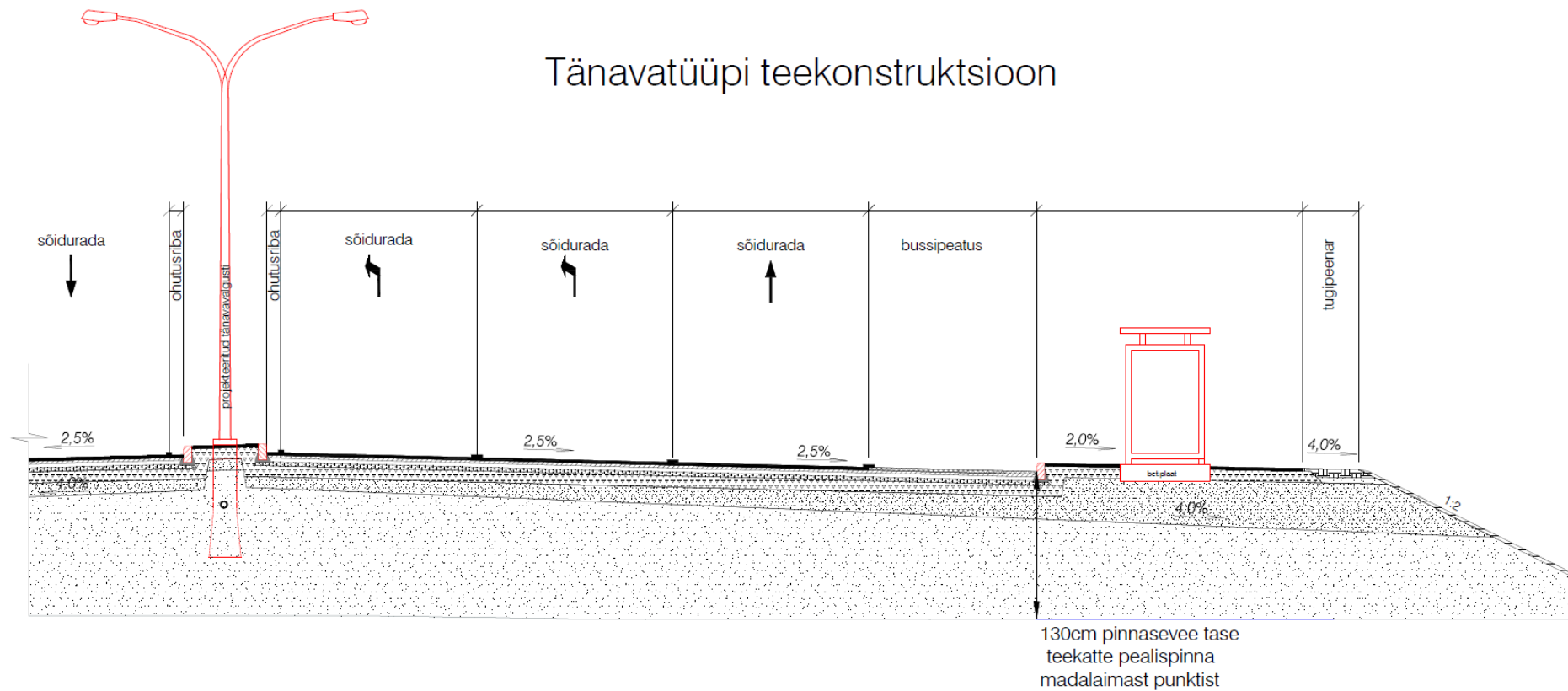
Teede-tänavate katendikonstruktsiooni aktiivsooni ulatus on $h=1,5\text{m}$. Katendikonstruktsioon koosneb ühe- või mitmekihilisest kattekonstruktsioonist, killustikalusest, liivakihist ning vajadusel lisakihtidest (külmakaitse-, hüdroisolatsiooni-, kapilaartõusu katkestavad jm. kihid).

Kattekonstruktsiooni ja killustikaluse ossa ei tohi paigaldada tehnovõrke va tehnovõrkude kaevukonstruktsiooni päiseosa/ 34 /.



Joonis 3.1 Maantee tüüpi teekonstruktsioon

Tänavatüüpi teekonstruktsioon



Joonis 3.2 Tänava tüüpi teekonstruktsioon

4 TÄNAVATE JA TEEDE KOORMUSKLASSID JA TÜÜPKATENDID

Tabel 4.1 Koormusklassid ja nõutud kandevõime

Tänavakoormusklass	A1	B2	C3	D4	E5
Ristlõige(min. sõidurajad): liiklussagedus (AKÖL15)	2+2: 30,000- 60,000	2+2: 10,000- 30,000	1+1: 2,500- 10,000	1+1: 500- 2,500	1+1: 0-500
Koormussagedus (35 a) (miljonit telge)	10-25 ja üle	6-10	2-6	0,5-2	0,5
E_{vaj} MPa >	450	380	320	240	180
Aluskonstr. E_{v2} MPa >	160	145	130	130	120
Liivakiht E_{v2} MPa>	70	70	70	70	65
Teekatendi aktiivtsooni ülemise osa all E_{v2} MPa>	45	45	45	45	45

Staatilise koormusega teealadel – ühistranspordirajad, -peatused, parklad, platsid, ristmikud – tuleb asfaltbetoonkatendikonstruktsiooni tugevdada:

- killustikukihi ülemine osa asendada 15 cm ulatuses tsementstabiliseeritud (TS-32) kihiga või kergbetooniga;
- AC base kihi paksust suurendada nii, et kogu kihi paigaldamine toimuks kahes kihis, süsteemis 7+4cm; 7+5cm; 7+7cm.

Näiteks:

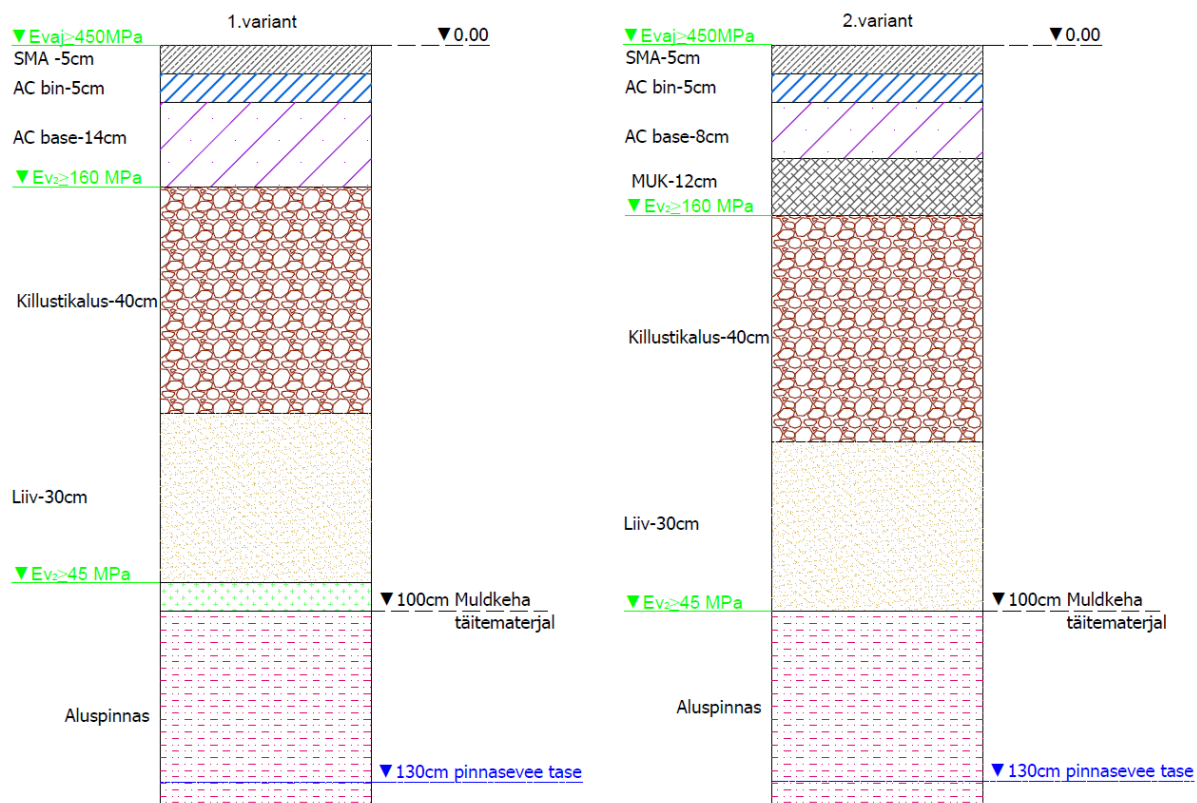
A1-kasutada TS-32 15 cm, ACbase32 7+7 cm

B2-kasutada ACbase 32 7cm + ACbase16 5 cm

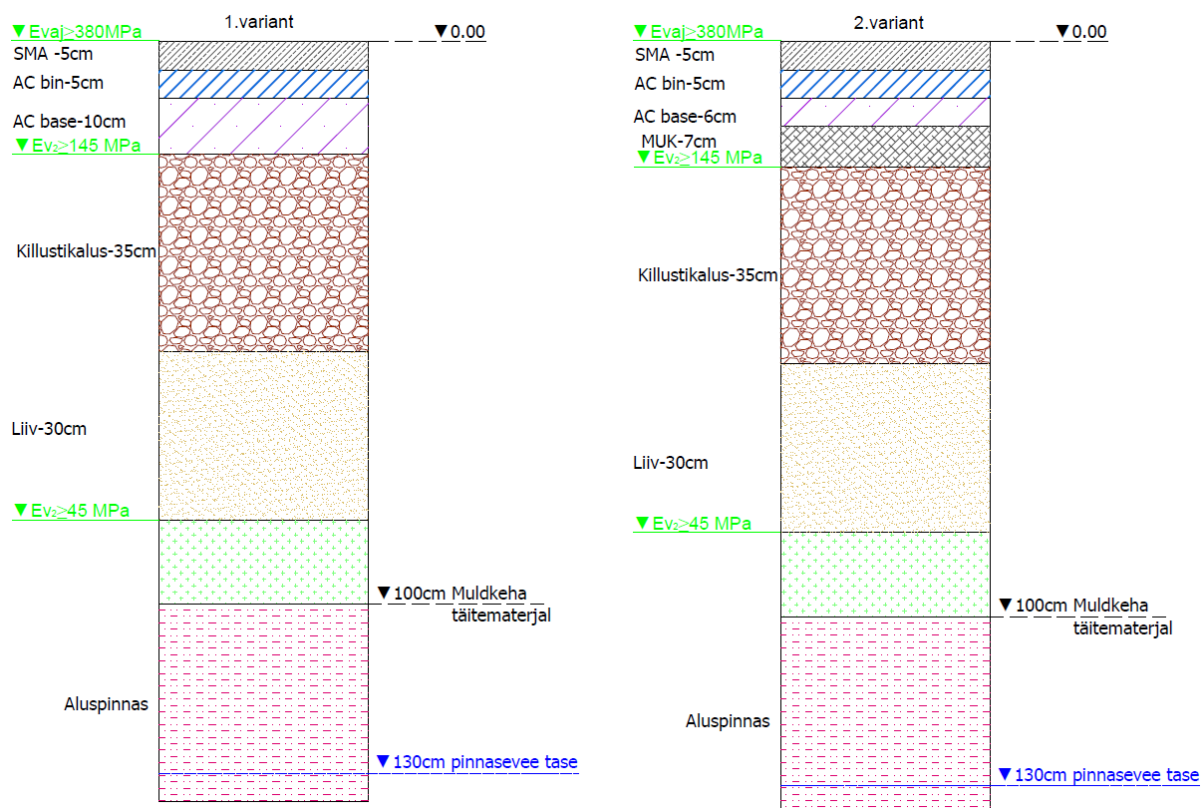
C3-kasutada ACbase 32 7+7 cm

D4-kasutada ACbase327cm + ACbase16 4 cm.

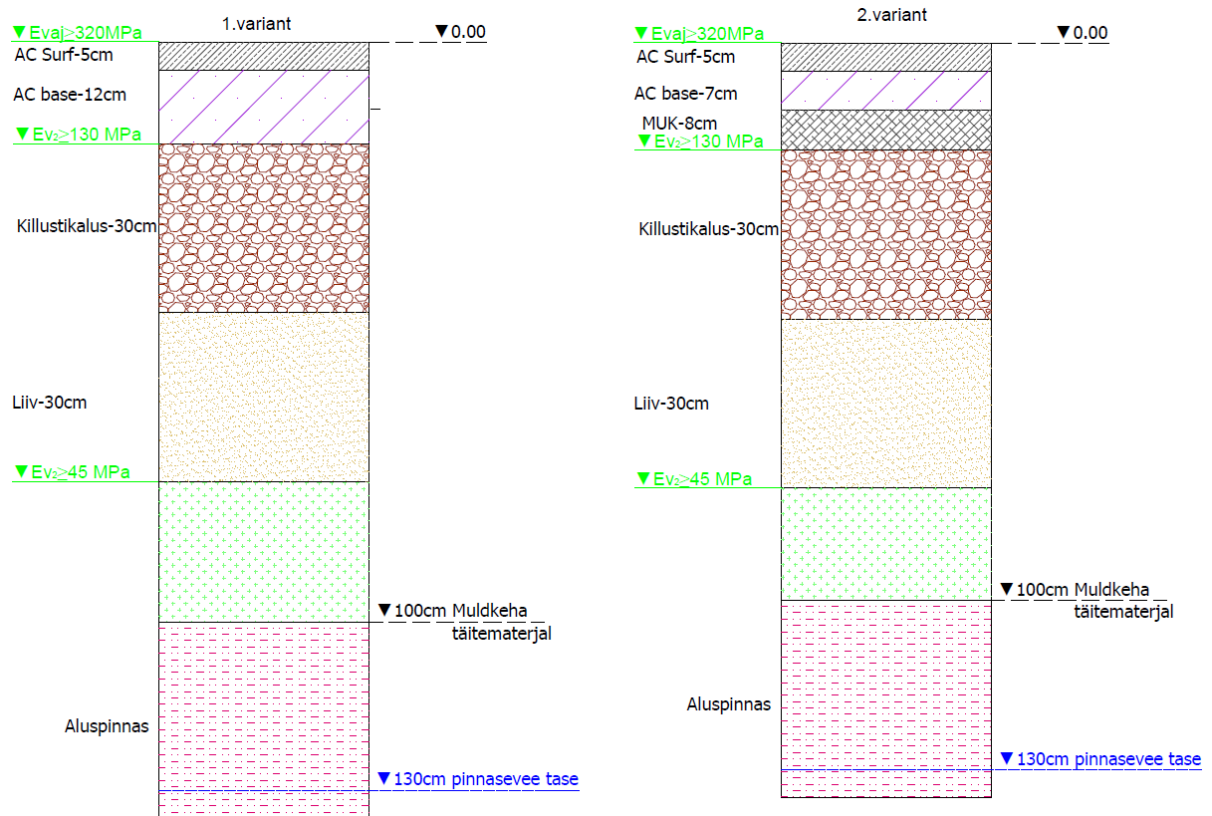
Ühistranspordipeatustes A1,B2,C3 klassi tänavatel võib kasutada kattekihina Confalti 5cm või vastavat analoogi. Lubatud on ka tsementbetoonkatendi tüüpkonstruktsioonide kasutamine.



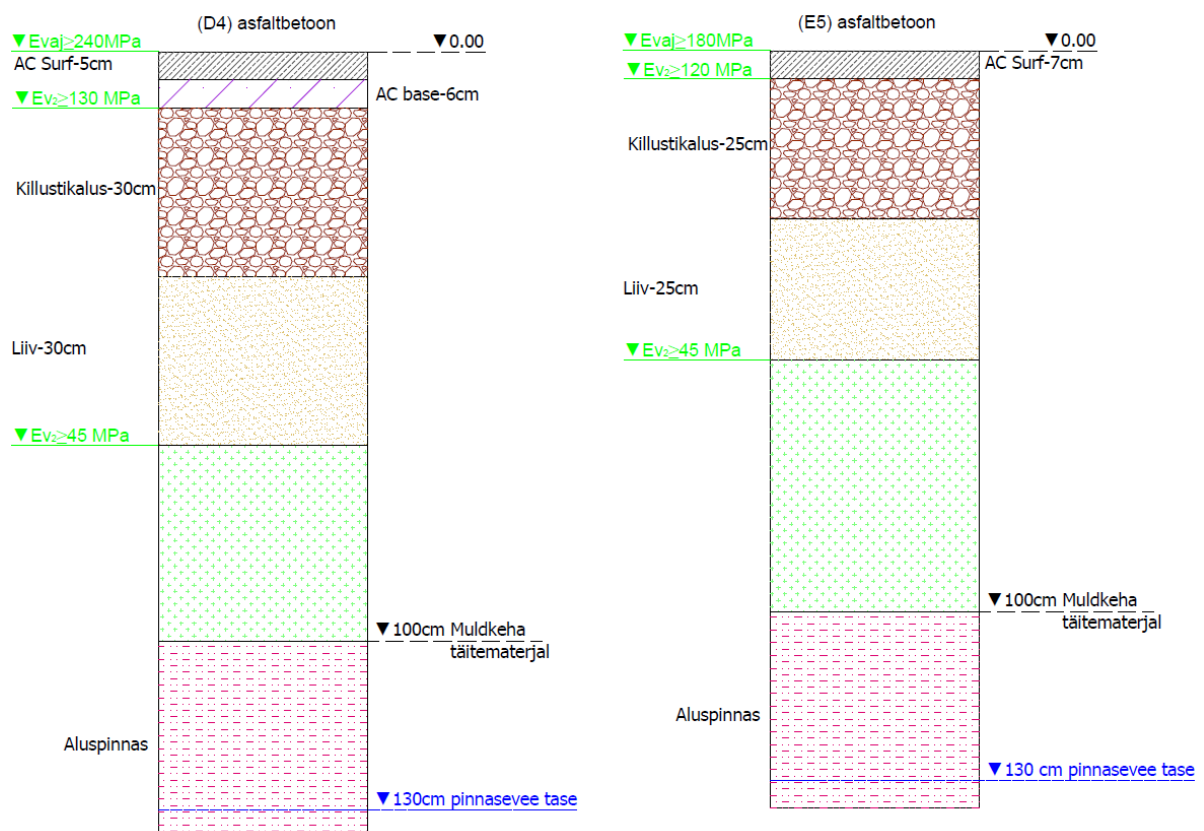
Joonis 4.1 Asfaltbetoonkatendi näidis-tüüpkonstruktsioon koormusklassile A1



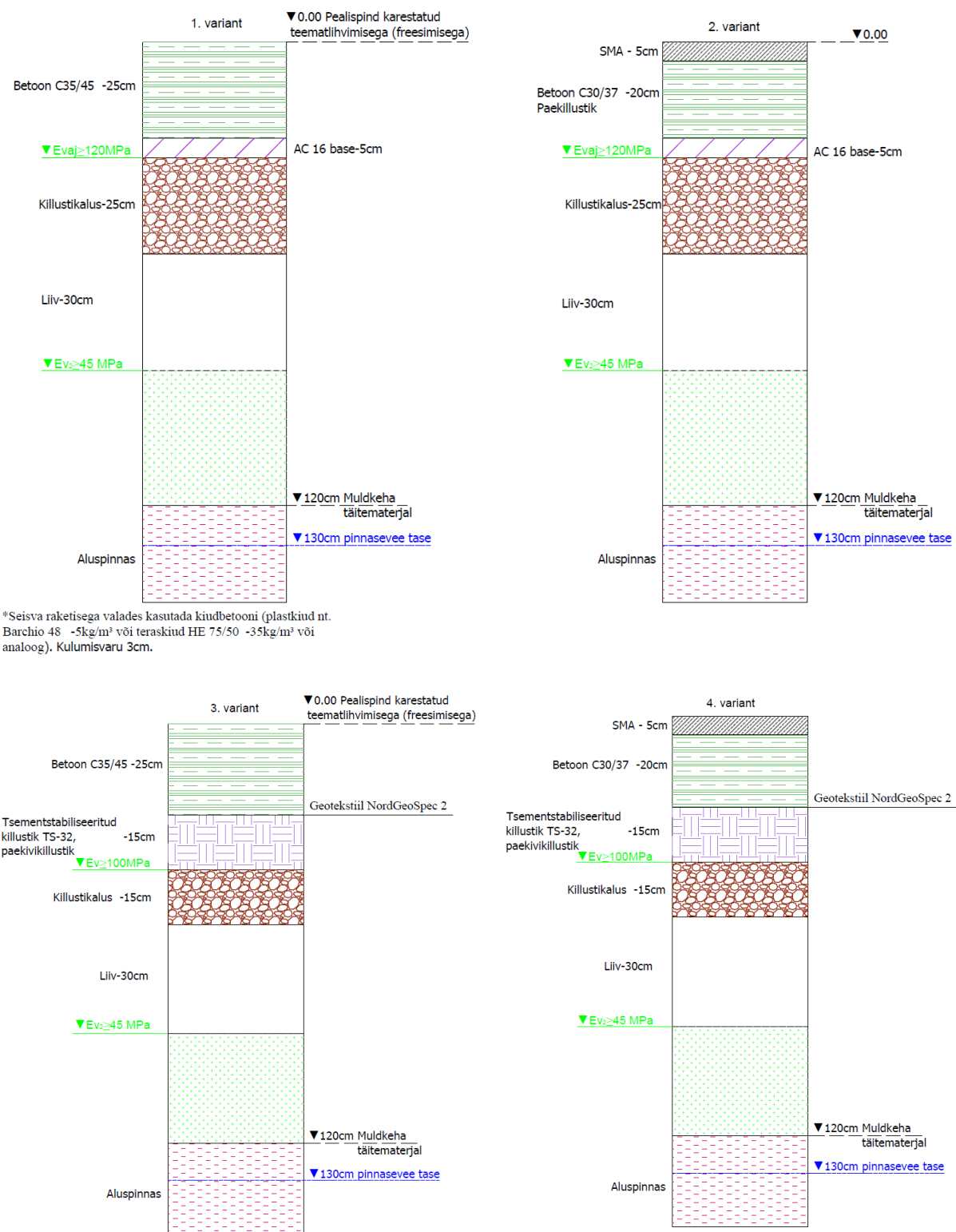
Joonis 4.2 Asfaltbetoonkatendi näidis-tüüpkonstruktsioon koormusklassile B2



Joonis 4.3 Asfaltbetoonkatendi näidis-tüüpkonstruktsioonid koormusklassile C3



Joonis 4.4 Asfaltbetoonkatendi näidis-tüüpkonstruktsioonid koormusklassidele D4 ja E5



Joonis 4.5 Tsementbetoonkatendi näidis-tüüpkonstruktsioonid koormusklassile A1

5 KASUTATAVATE MATERJALIDE ELASTSUSMOODULID – E

Materjali nimetus	E, MPa
Killustikmastiksasfalt (SMA)	3200
Asfaltbetoon (AC surf, AC bin)	2500
Uutest min. materjalidest tsementstabiliseeritud kihid	1500
AC base ja vanad asfaltbetoonkatted	1400
Mustkillustikust kiht kiilumismeetodil (MUK)	600
Lubjakivikillustikust alus	240
Liiv	100
Jäme kerge saviliiv	65
Peenliiv	50

6 TEEKATENDI JA TEEKATENDI KONSTRUKTSIOONILISTE KIHITIDE KANDEVÕIME MÄÄRAMINE

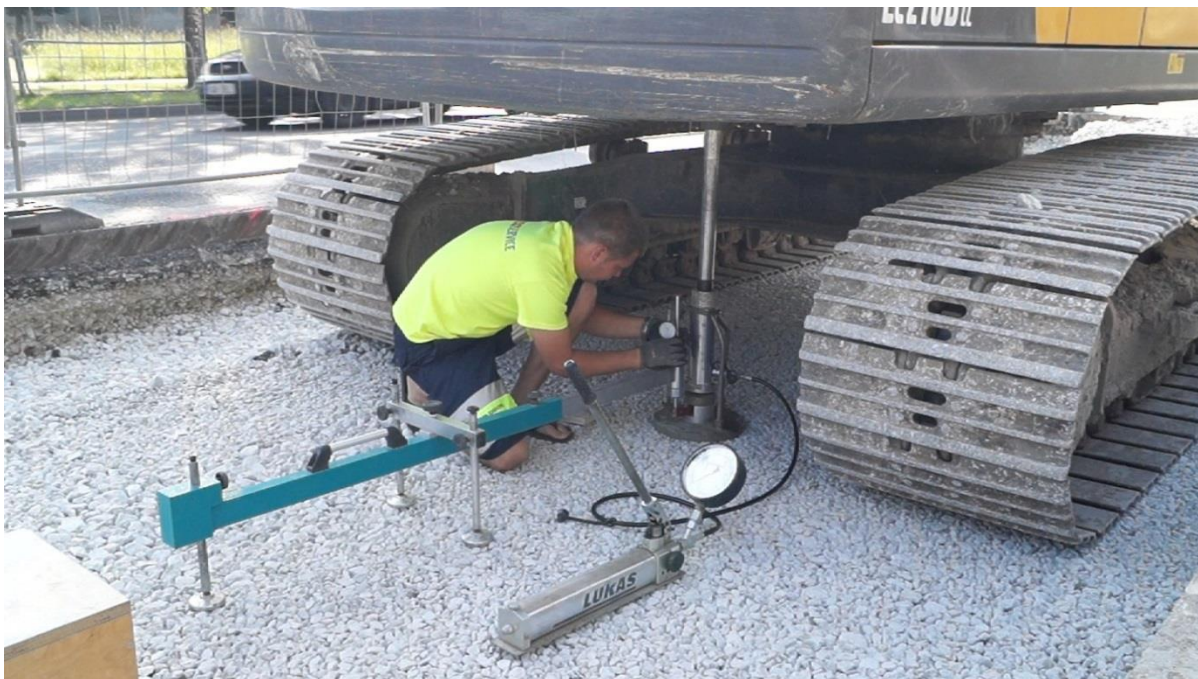
Sidumata teekatendi konstruktsiooniliste kihtide kandevõime määratakse staatilise plaatkoormuskatsega vastavalt normatiivsele juhendile DIN 18134:2001-09.

Katse tulemusena esitatakse deformatsioonimoodul (E-moodul) E_{v2} *.

Elastse kattekonstruktsiooni (-kihi) kandevõime määratakse dünaamilise impulsskoormusega kasutades FWD (Falling Weight Deflectometer) seadet.

**Täidetud peab olema tingimus $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$.*

E_{v1} – esmasel koormamisel määratud staatiline deformatsioonimoodul.



Joonis 6.1 Plaatkoormuskatse

7 MULDKEGA ALUSPINNAS JA TÄITEMATERJALID

Pinnasevee arvutuslik sügavus – 130 cm teekatte pinnast (mõõdetud katte madalamast punktist).

Kui looduslik pinnasevee tase on kõrgemal arvutuslikust tasemest tuleb rakendada vastumeetmeid (näiteks drenaaž) nõutud taseme saavutamiseks.

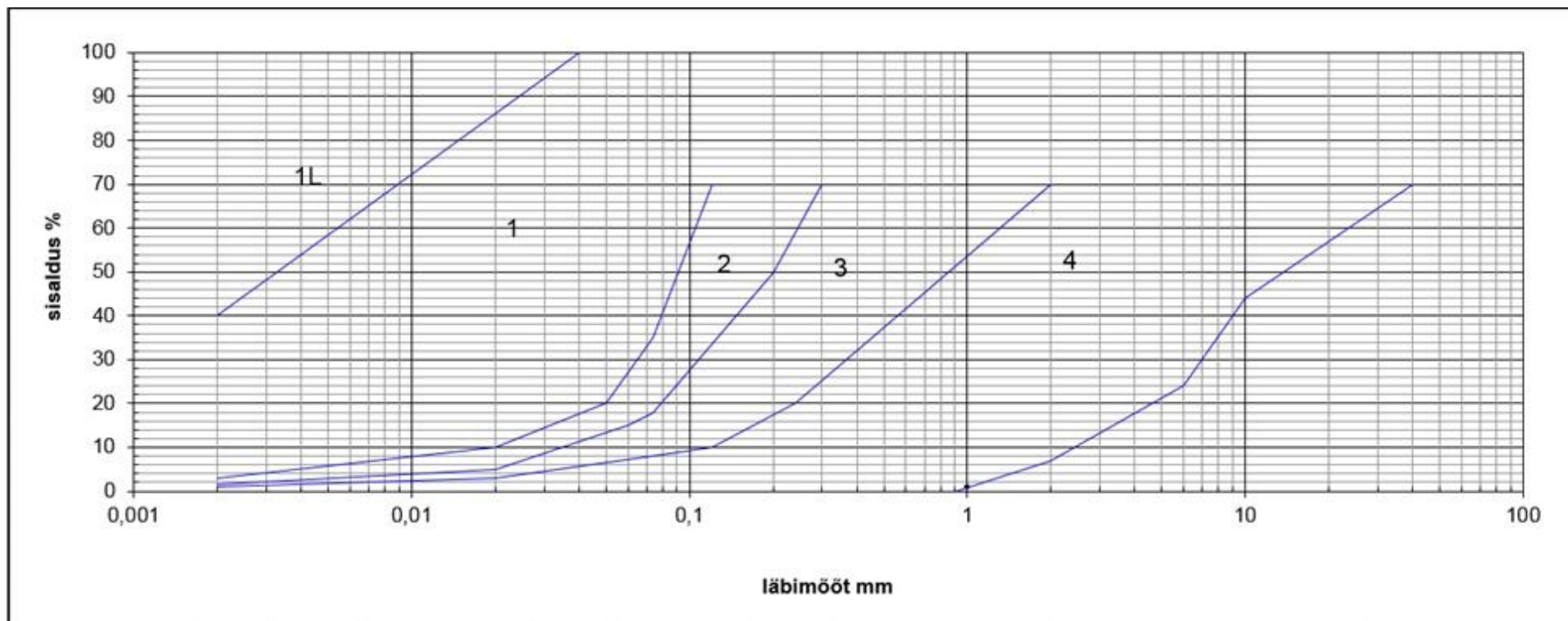
Arvestuslik külmumissügavus – 125 cm (Tallinn-Harku ilmajaama andmetel).

Teekatendi aktiivsooni ülemises osas (asfaltbetoonkatendi puhul vähemalt 1,0 m, tsementbetoonkatendi puhul vähemalt 1,2 m) tuleb kasutada täitematerjale, mis on külmakindlad ning vastavate drenivate omadustega. Nende pinnasmaterjalide sõelkõverad peavad vastama etteantud terastikulise koostise hindamise joonisele 7.1. Külmaohtlikkuse piirid ISSMFE TC 8 järgi: 1, 2-külmakerkeohtlik; 1L, 3, 4 – ei ole külmakerkeohtlik.

Mulkeha aluspinnas ja täitematerjali kihid peavad nõuetekohaselt olema tihendatud ja täidetud peab olema tingimus $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$.

Külmakerkelised ja nõrgad aluspinnased tuleb eemaldada ja asendada nõuetekohase täitematerjaliga või kasutada pinnase stabiliseerimise tehnoloogiaid ning geosünteeite. Geosünteedid peavad vastama NorGeoSpec 2012 nõuetele (www.norgeospec.org). Liivpinnastest muldkeha tihendamist tuleb kontrollida tee-tänaval ristlõike kolmes punktis iga 100m tagant. Järgitavad normid ja juhendid /I-4;II-2,3,5,6,9,11,12,13,14,15/.

Tihendatud muldkeha täitematerjali pealmise kihi pealt tuleb saavutada kandevõime $E_{v2} > 45 \text{ MPa}$. Märkus: * Selle nõude täitmiseks tuleb rakendada vastavaid geotehnika võtteid (dreenimine, stabiliseerimine, geosünteedide paigaldamine jne.). Kui selle nõude täitmine ei ole täielikult võimalik, siis on vaja saavutada kandevõime liivakihi pealt 70 MPa (E5 puhul 65 MPa).



Joonis 7.1 Pinnase (pinnasmaterjalide) külmakerkelisuse omaduste hindamine terastikulise koostise alusel.

Materjalid, mille sõelkõverad asetsevad alal 1, on külmakerkelised. Materjalid, mille sõelkõverad asetsevad aladel 2, 3 või 4 on külmakindlad niikaua, kuni nende sõelkõvera alumine ots ei ületa vasakpoolse sõelkõverapiiri joont. Materjalid, mis jäävad ala 1L sisse, on kergesti külmakerkelised. Lābimine 0,063 mm sõelast (täpsemalt, alad 0,02 mm ja 0,002 mm) on külmakerke suhtes kriitilise tähtsusega.

8 KILLUSTIKALUS JA MUSTKILLUSTIK (MUK)

Sideainega töötlemata alused ehitatakse fraktsioneeritud killustikust kiilumismeetodil. Tellija nõudel võib kasutada ka teisi alternatiivseid meetodeid (optimaalse terastikulise koostisega täitematerjalide segust või ridakillustikust). Killustikust katendikihtide materjalide omadused ja paigaldustehnoloogiad peavad vastama tabelites 8.1 ja 8.2 toodud nõuetele ning vabariiklikele standarditele ja juhenditele [II-2, 3, 5, 10, 15, 16].

Valminud ja tihendatud killustikaluse kandevõimet kontrollitakse plaatkoormuskatsega (määratakse E_{v2}) tee-tänaval ristlõike kolmes punktis iga 100m tagant.

Segistis valmistatud mustkillustikust (MUK) rajatud aluste materjalide omadused ja ehitustehnoloogia peab vastama kehtivatele vabariiklikele juhenditele [II-2, 3, 15, 16].

Märkus : Kõrge pinnasevee taseme korral vastavas tee-tänaval lõigus (koormusklassid A1, B2, C3) tuleb tabelites nr 8.1 ja 8.2 vastavas veerus tellija nõudel kasutada killustikaluses tarmekivi, mis vastab LA25 ,FNaCl4 kategooria nõuetele.

Tabel 8.1 Nõuded jämetäitematerjalide omadustele aluste ehitamisel fraktsioneeritud jämetäitematerjalidest kiilumismeetodil

Koormusklass	A1; B2; C3	D4	E5	
Omadus	Vaata märkus			Standard või katsestandard
Terastikulise koostise kategooria fraktsioneeritud jämetäitematerjalidel	$G_C80/20$	$G_C80/20$	$G_C80/20$	EVS-EN 13242
Purustatud või murenenud terade ja täielikult ümardunud terade sisalduse kategooria	$C_{90/3}$	$C_{90/3}$	$C_{50/10}$	EVS-EN 933-5
Petrograafiline kirjeldus	Määratud	Määratud	Määratud	EVS-EN 932-3
Purunemiskindluse kategooria	LA_{30}	LA_{30}	LA_{35}	EVS-EN 1097-2
Külmakindluse kategooria	F_4	F_4	F_4	EVS-EN 1367-1
Külmakindlus 1%-lises NaCl lahuses	PN*	PN*	PN*	EVS-EN 1367-6
Plaatsusteguri kategooria	FI_{20}	FI_{20}	FI_{35}	EVS-EN 933-3
Peenosiste sisalduse kategooria	f_2	f_4	f_4	EVS-EN 933-1

*PN – pole normeeritud

Tabel 8.2 Nõuded EVS-EN 13285 kohaste sidumata segude täitematerjalide omadustele EVS-EN 13242 järgi aluste ehitamisel sidumata segudest

Koormusklass:	A1; B2; C3; D4	E5	
Omadus	Vaata märkus		Standard või katsestandard
Terastikulise koostise kategooria fraktsioneerimata jämetäitematerjalidel	Oc85	Oc85	EVS-EN 13285
Purustatud või murenenud terade ja täielikult ümardunud terade sisalduse kategooria	C _{90/3}	C _{50/10}	EVS-EN 933-5
Petrograafiline kirjeldus	Määratud	Määratud	EVS-EN 932-3
Purunemiskindluse kategooria	LA ₃₀	LA ₃₅	EVS-EN 1097-2
Külmakindluse kategooria	F ₄	F ₄	EVS-EN 1367-1
Külmakindlus 1%-lises NaCl lahuses	PN*	PN*	EVS-EN 1367-6
Plaatsusteguri kategooria	FI ₂₀	FI ₃₅	EVS-EN 933-3

*PN – pole normeeritud

Märkus: Kõrge pinnasevee taseme korral vastavas tee-tänavalaiguses (koormusklassid A1, B2, C3) tuleb tabelites nr 8.1 ja 8.2 vastavas veerus tellija nõudel kasutada killustikaluses tardkivi, mis vastab LA25 ,FNaCl4 kategooria nõutele.

9 ALUSPINNASTE JA ALUSKONSTRUKTSIOONI STABILISEERIMINE

Nõrkade aluspinnaste stabiliseerimine hüdrauliliste sideainetega (lubi, tsement, hüdrauliline teesideaine) on eelkõige vajalik piisava kandevõime saavutamiseks. Sellise vajaduse tekkimisel tuleb rakendada vastavaid geotehnilisi kohapeal kasutatavaid stabiliseerimise tehnoloogiaid (pinnase segamine ja tampimine hüdraulilise sideainega jne). Nõuded materjalidele stabiliseeritud alustes ja pinnastes ning paigaldustehnoloogiatele on esitatud juhendites [II-2,3,15].

Tsementstabiliseeritud killustiku kihte kasutatakse staatiliselt koormatud tänava-tee osadel (ristmikud, ühistranspordipeatused, ühistranspordirajad, parklad, platsid jne) või tsementbetoonkatte killustikaluse ülakihis. Selles kihis kasutatav materjal peab olema valmistatud segistis ja laotajaga paigaldatud.

Tsemendiga stabiliseeritakse sõmerpinnaseid ja varem sideainetega töötlemata täitematerjale (EVS 925:2015). Stabiliseeritava materjali terakoostis peab vastama tabel 9.1 nõuetele.

Lisatava täitematerjali põhifraktsiooni 10/14 LA tegur peab olema < 35 .

*Jämedateraliste täitematerjalide (16/32,32/64) tuleb materjal purustada ja seejärel määrata põhifraktsiooni LA tegur.

Tsementstabiliseeritud segus on sideainesisaldus 2...5,5 %.

Tabel 9.1 TS32 sõelkõveraväli

TS32 sõelkõvera piirid	Sõela ava, mm											
	64	32	16	12	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
	Läbib sõela (% täitematerjali massist)											
MIN	100	80	60	52	43	33	24	18	13	10	8	6
MAX	100	100	85	76	63	48	39	31	26	21	18	15

10 ASFALTBETOONSEGUD. BITUUMEN JA TÄITEMATERJALID.

Katendikihtides kasutatavad asfaltbetoonsegu liigid ja konstruktsioonikihtide paksused on määratud katendi tüüplahendustes joonised nr 4.1-4.4.

Seguresept ja kavandatud asfaltsegu omadused peavad vastama kehtivatele standarditele EVS 901-3:2009 ja kehtivatele vabariiklikele juhenditele. Asfaltsegu jämematerjalidele esitatavad nõuded on toodud tabelis nr 10.1. Sideaine sisalduse puhul järgida EVS 901-3 segulehtedel toodud nõudeid. Segureseptid kinnitab tellija omanikujärelevalve esildisel.

Asfaltbetoonsegu ja paigaldamise tehnoloogiatele esitatavad nõuded on toodud standardites, juhendites ja juhistes [II- 2,3,17,18,19,20,35,36,37].

Märkus: SMA kulumiskindlus on suurem kui kasutatakse suurema purunemiskindlusega killustikku, segu on jämeda teraline ja suurema killustiku sisaldusega.

Parem deformatsioonikindluse tagab väiksem sideaine sisaldus B ja väiksema penetratsiooniga sideaine.

Tellijal nõudel tagamaks suurem deformatsioonikindlus võib kasutada polümeermodifitseeritud sideainet (koormusklassid A1,B2,C3). Nimetatud nõue esitatakse hankedokumentides.

Tabel 10.1 Asfaltsegude jämematerjalile esitatavad minimaalsed (sh. terasuurus) nõuded vastavalt tänavate-tee de koormusklassile.

Asfaltsegude lubatavad deformatsiooni- ja kulumiskindluse piirmäärad

Segu tüüp	A1 ja B2	C3	D4	E5
SMA	SMA16 , C _{100/0} , A _N 7, f ₂ , F _{NaCl4} , tardkivi, AbrA24, PRDAIR7	SMA12 , C _{100/0} , A _N 10, f ₂ , F _{NaCl4} , tardkivi, AbrA28, PRDAIR9	Ei kasutata	Ei kasutata
AC surf	AC16(20)surf , C100/0, A _N 7, F _{NaCl4} , f ₂ , tardkivi, AbrA28, PRDAIR7	AC16surf , C100/0, A _N 10, F _{NaCl4} , f ₂ , tardkivi, AbrA32, PRDAIR9	AC12surf, C100/0, A _N 14, F _{NaCl4} , f ₂ , tardkivi, AbrA40, WTSAIR0,30	AC12surf ,C100/0, A _N 14, F _{NaCl4} , f ₂ , tardkivi, AbrA40, WTSAIR0,30
AC bin	AC16bin , C _{100/0} , f ₂ , F _{NaCl4} , tardkivi, PRDAIR7	AC16bin , C _{100/0} , f ₂ , F _{NaCl4} , tardkivi, PRDAIR9	Ei kasutata	Ei kasutata
AC base	AC32(16)base , C _{100/0} , LA ₃₀ , f ₄ ,F ₂ , lubjakivi, PRDAIR7	AC32(16)base , C _{100/0} , LA ₃₀ , f ₄ , F ₂ , lubjakivi, PRDAIR9	AC16base , C _{50/10} , LA ₃₀ , f ₄ , F ₂ , lubjakivi, PRDAIR9	Ei kasutata

Märkus: Deformatsiooni- ja kulumiskindluse nõuded ei kehti AC8surf ja AC4surf asfaltsegudele. FI nõue kehtib jämetäitematerjalile, mille D>10mm. Kui D<10 mm kehtib segulehel olevast plaatsusteguri kategooriast madalam nõue vt. EVS 901-3.

11 TSEMENTBEToon. TSEMENT JA TÄITEMATERJALID.

Tsementbetoonkatend tuleb projekteerida ja ehitada kooskõlas juhendis kirjeldatud normidele, standarditele, eeskirjadele või vastavalt tellija täiendavatele tingimustele ning ettekirjutustele [I-5, 7; II-2, 3, 6, 9, 12, 15, 16, 21 – 33].

Tsementbetoonkatte tüübid:

1. Tüüblitega kahanemisvuukidega monoliitne tsementbetoonplaat PJCP (plain jointed concrete pavement).
 - Koormusklass A1 variandid 1 ja 3 -joonis nr.4.5.
 - Betoon C35/45 XD3; XF4+KK4.
 - Tsementsideaine: EVS-EN 197 tsement.
 - Täitematerjal: tardkivi Gc 85/20; C100/0; LA15; An7; F1; FI15; f2; FNaCl4. fr. 4(5)-8 FI20;fr2-4(5),3-6 FINR.
 - Tellijaga kooskõlastatult võib tsementbetooni lisada kiudmaterjali.
 - Betoonpinna makrotekstuur:
 - a) pesubetonpind;
 - b) teemantlihvitud-freesitud pind.
2. PJCP-kaetud asfaltbetoonist kulumiskihiga.
 - Koormusklass A1 variandid 2 ja 4- joonis nr 4.5.
 - Betoon C30/37 XD1; XF2 + KK2.
 - Tsementsideaine: EVS-EN 197 tsement.
 - Täitematerjal :paekivi Gc 85/20; C100/0; FI20; LA30; f4 ; F2.
 - Tellijaga kooskõlastatult võib tsementbetooni lisada kiudmaterjali.
3. Lisanõuded
 - Põikvuugis asetsevad siledad terasest tüübelvardad: d=25 mm, pikkus 500-600 mm ,teras B500, vahekaugus üksteisest 300-500 mm.
 - Tüübelvardad on kaetud betooniga mittenakkuva plastikuga.
 - Pikivuugis asetsevad terasprofiilvardad: d=16 mm, pikkus 600-800 mm, teras B500, vahekaugus 1000-1500 mm.
 - Terasvarda keskmine osa on 1/3 ulatuses kaetud betooniga mittenakkuva plastikvärviga.
 - Tüübel- ja ankurvardad asetsevad betoonplaadi paksuses keskjoonel.
 - Vuugitihendid:
 - a) kokkusurutavad neopreentihendid;
 - b) silikoonmastik.

12 TÜÜPKATENDITE JUHENDI KASUTAMINE

Projekteerija teostab liiklusuuringu või kasutab liiklusmodelit, mille käigus määrab liiklussageduse ja koostab prognoosid 15 aasta arenguid arvesse võttes liiklussageduse ja koormussageduse jaoks. Kui puuduvad täpsemad alused, võib lihtsustatult arvestada 20% tõusuga viieteistkümne aasta jooksul.

15 aasta perspektiivis esinev maksimaalne aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus (mõlemad suunad kokku) määrab tänava ristlõike. 15-nda aasta liiklussageduse järgi (AKÖL15T) otsustatakse kulumisvaru vajadus ja ulatus – liiklussagedustel üle 2500 AKÖL arvestatakse kulumisvaruks 1cm, liiklussagedustel üle 10 000 AKÖL on kulumisvaru 2cm. Betoonkattel on kulumis(freesimis-)varu 3cm.

Loenduse käigus fikseeritakse sõidukite liigiline jaotus. Veoautod ja autobussid redutseeritakse siirdetegurite abil normtelgedeks.

Tuginedes 15 aasta liiklusprognoosile leitakse summaarne normtelgede arv enamkoormatud sõidurajale (miljonites telgedes) 35 aasta jooksul. Seejuures arvestatakse 15-nda aasta prognoosi (korrutades seda 35 aasta ja 365,25 päevaga). Vastavalt saadud tulemusele valitakse tüüpkatend tabelist nr 4.1 ja joonistelt nr 4.1 – 4.5: koormustel 10 – 25 ja üle miljoni normtelje A1; 2,5 – 10 miljonit telge B2; 0,5 – 2,5 miljonit telge C3; 2,5 – 0,5 miljonit telge D4 ning alla 0,5 miljoni telje E5. Joonistel nr 4.1-4.5 toodud väärtused sisaldavad ülakihis kulumisvaru.

13 KASUTATUD KIRJANDUS JA INFOALLIKAD

13.1 Teaduslik-tehnilised uuringud (I)

1. Teekatendite kandevõime võrdlev analüüs. Ramboll Eesti AS. Maanteeamet 2009-10L.
2. Asfaltsegude katseandmete analüüs. AS Teede Tehnokeskus. Maanteeamet 2009.
3. Teekatendi üksikute kihtide elastsusmoodulite mõõtmine ja nende alusel kandevõime parameetrite väljatöötamine. AS Teede Tehnokeskus/TTÜ Teedeinstituut. Maanteeamet 2010-4.
4. Elastsete teekatendite projekteerimise juhendi pinnaste klassifikatsiooni kohandamine EVS-EN ISO 14688-1 ja 2 klassifikatsioonile. Ühtlaseteralise liiva ($C_u < 3$) geotehnilisi omadusi mõjutavad tegurid. TTÜ Teedeinstituut 2014. Maanteeamet 2014.
5. Tallinnas valitud ühistranpordi peatustesse betoonkattega katselõikude rajamisega seotud uurimistööde ja konsultatsioonide läbiviimine, 1. etapp. TTÜ Teedeinstituut. Tallinna Kommunaalamet 2014.
6. Tallinna teede ja tänavate katendikonstruktsioonide deformatsioonide, kulumise ja muude eksploatatsiooniliste omaduste uurimine, asfaltbetoonkatendite tüüplahenduste koostamine. TTÜ Teedeinstituut. Tallinna Kommunaalamet 2014.
7. Tallinna tsementbetoontee katselõigu ja betoonkattega ühistranspordipeatuste projekteerimise ning ehitamise lähteülesande koostamine. TTÜ Teedeinstituut. Tallinna Kommunaalamet 2014.
8. Tallinna teede ja tänavate tüüpkatendikonstruktsioonid ja nende rakendamine (2. etapp). TTÜ Teedeinstituut. Tallinna Kommunaalamet 2015.

13.2 Kasutatud juhendid, normid ja standardid (II)

1. Ehitusseadustik. RT I, 05.03.2015, 1.
2. Tee ehitamise kvaliteedi nõuded. RT I, 07.08.2015, 1.
3. Teeseisundinõuded. RTI 15.07.2015,13.
4. EVS 843:2003 Linnatänavad.
5. Infra RYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet.
6. Tee projekteerimise normid RT I, 07.08.2015, 14.
7. Elastsete teekatendite projekteerimise juhend 2001-52, Maanteeamet.
8. Liiklusloenduse metoodika koormussageduse määramiseks 2009-7, Maanteeamet kk 02.04.2009.a nr 93.
9. Muldkeha projekteerimise, ehitamise ja remondi juhised 2014-3. Maanteeamet kk 18.03.2014 nr 0107.
10. Maa RYL 2010 Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Pinnasetööd ja alustarandid.
11. EVS-EN 1610:2007 Dreenide ja kanalisatsioonitorustike ehitamine ja katsetamine.
12. Muldkeha pinnaste tihendamise ja tiheduse kontrolli juhised 2006-41. Maanteeamet kk 29.12.2006 nr 264.
13. EVS-EN 15381:2008 Geotekstiilid ja geotekstiili põhised tooted. Nõutavad omadused kasutamiseks katendites ja asfaldikihis.
14. Geosünteeside kasutamise juhised 2006-26. Maanteeamet kk 29.12.2006 nr 264.
15. Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised 2005-2. Maanteeamet kk 12.08.2005 nr 134.
16. Killustikust katendikihtide ehitamise juhend 2012-2. Maanteeamet kk 30.04.2012 nr 0167.
17. EVS 901-1:2009 Tee-ehitus Osa 1: Asfaltsegude täitematerjalid.
18. EVS 901-2:2009 Tee-ehitus Osa 2: Bituumensideained.
19. EVS 901-3:2009 Tee-ehitus Osa 3: Asfaltsegud.
20. Maanteeamet "Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised" kk 25.11.2014 0315
21. AB Svensk Byggtjänst and Cementa AB (2002), *Handbok Betong på mark – Platsgjutna lösningar (Handbook Concrete Pavements – In-situ Casting Solutions)*. AB Svensk Byggtjänst and AB, Stockholm, Sweden, 256 pp, in Swedish.
22. CROW (2004), VENCON 2.0. Design Software for Concrete Roads. CD-ROM D925, CROW, Ede, the Netherlands, in Dutch.
23. EVS 814:2003 Normaalebetooni külmakindlus. Määratlused, spetsifikatsioonid ja katsemeetodid.
24. EVS-EN 12620:2005+A1:2008 Betooni täitematerjalid.
25. EVS-EN 206-1:2007 Batoon. Osa 1: Spetsifitseerimine, toimivus, tootmine ja vastavus.
26. NEN 6720:1995, TGB 1990 Concrete Standards – Structural requirements and calculation methods (VBC1995), 2nd edition with revision A1 to A3 (in Dutch) NNI, Delft, 1995.

27. NEN –EN 206-1 Concrete – Part 1: Specifications, properties, manufacturing and conformity (in Dutch) NNI, Delft, 2001.
28. SRA (2005), *Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktioner ATB VÄG 2005 (Technical Guidelines for Road Structures ATB VÄG 2005)*. Part A-K. Report No. 2005:112, Swedish Road Administration, Borlänge, Sweden (in Swedish).
29. Standard-Betonbauweise nach ZTV-Beton 2007 auf Asphalttragschicht mit Waschbeton-oberfläche (Waschbeton/Standard).
30. Standard-Betonbauweise nach ZTV-Beton 2007 auf Asphalttragschicht, überbaut mit ca. 2,5 cm Splittmastixasphalt “lärmarm” (Beton/SMA-LA).
31. TL Beton-StB – Edition 2007/Translation 2012. Technical delivery terms for materials and material mixtures for base courses with hydraulic binders and concrete pavements (TL Beton-StB 07). Edition 2007/Translation 2012, 52 S. A5.
32. TP Beton-StB 10 “Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton”.
33. ZTV Beton-StB – Edition 2007/Translation 2012 Additional technical conditions of contract and directives for the construction of base courses with hydraulic binders and concrete pavements (ZTV Beton-StB 07). Edition 2007/Translation 2012, 106 S. A5.
34. EVS 843:2003 11 Tehnovõrgud.
35. EN 12591:2009-Bitumen and Bituminous binders-Specifications for paving grade bitumens.
36. EN 14023:2007-Bituumen ja bituumensideained-Polümeermodifitseeritud bituumenite määratlemise alused.
37. EN 13808-Bituumen ja bituumensideained: Katioonsete bituumenemulsioonide määratlemise alused.