

SELETUSKIRI KATENDI TUGEVUSARVUTUS

Maantee nr 52 Viljandi - Rõngu , km 0,1 – 11,6

1. Oleva tee iseloomustus

Vaadeldav teelõik asub Viljandi maakonnas, Viljandi vallas.

Olev mustkate on ehitatud aastal 1967-1968. Teed on lõiguti pinnatud, viimati aastatel 2007, 2009 ja 2014. Katte lauseks on 7,0 – 7,7m, ristmikel kuni 22,6meetrit. Peenarde laius 1,5 – 2,5m.

2015 aastal tehtud inventeerimisel saadud defektide keskmiseks väärtuseks 1,0 (0- 7,17) . Defektide keskmine väärtus on väike. Seda eelkõige vahemikus 7,4 – 11,6 2014 aastal tehtud pindamise tõttu. Vahemikus km 7,4 – 11,6 ei ole 2015. aastal inventeerimise käigus defekte registreeritud. Ülejäänud lõigul on valdavaks kitsad pikipraad, veel esineb palju võrkpragunemist.

2014. aastal mõõdeti IRI arvu keskmiseks väärtuseks 3,59 mm/m (1,69 – 5,67). IRI-arvu keskmine väärtus ületab hoiatuspiiri 3,5.

Tugevusmõõtmise järgi 1999 aasta augustis keskmiseks $E_{moodul} = 238,1$ Mpa (165,02 – 450,3). Elastusmooduli keskmine väärtus on kõrgem nii hoiatuspiirist 220Mpa kui ka kriitilisest piirist 200MPa, kuid lõigul esineb vahemikke, kus oleva tee kandevõime jääb tunduvalt allapoole kriitilist piiri.

2014 aastal tehtud mõõtmiste järgi on roopa suurima sügavuse keskmiseks väärtuseks 14mm (5 – 40). Keskmine väärtus on veidi allpool kriitilist piiri 15mm. Kuid lõiguti on väärtus tunduvalt üle kriitilise piiri 20mm.

Teeregistri andmetest järeldub, et antud maanteelõigu kate on vana ja seetõttu ebatasane, lõiguti väga kitsas ja kandevõimelt ei vasta nõuetele.

Uuringute tulemusel saadi vaadeldavale maanteelõigule järgmised konstruktsiooni kihid:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Mustkate | 5 – 32cm |
| 2. Tuhaga või põlevkiviõliga stabiliseeritud alus | 3 – 24cm või |
| Freesasfaldile sarnanev kiht | 5 – 34cm |
| 3. Kruusasest pinnasest alus (mulle) | 3 - 165cm |
| 4. Kruusaga kergest või tolmsest saviliivast mulle | 35 – 152cm |
| Või tolm-, peen- või keskliivast mulle | 10 – 250cm |
| 5. Aluspinnasteks on peenliiv, kerge liivsavi ja kerge saviliiv, tolmne saviliiv | |

Peaaegu kogu lõigu ulatuses on mulde all kasvumullakiht paksusega 10 – 65cm, muld lasub minimaalselt 23cm sügavusel oleva katte pinna alt.

Üksikutest puuraukudest leiti uurimistööde ajal vett. Lõik paikneb valdavalt II niiskuspaikkonnas.

2. Liiklusuuringud katendi arvutuseks

Vaadeldaval maanteel teostati liiklusloendus lõigu liiklusintensiivsuse, koosseisu määramiseks ja pöörajate määramiseks ristmikel. Loendus viidi läbi juulis 2015. aasta septembris. Detailsemad liiklusuuringute tulemused on esitatud käesoleva projekti "Liiklusuuringud" osas.

Vastavalt Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi poolt välja töötatud juhenditele "Liiklusloenduse metoodika koormussageduse määramiseks" (2009 - 7) ja "Põhi- ja tugimaanteede liiklussageduse prognoos 2050. aastani" tuletati liiklusloenduse alusel aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus ja koormussagedus nii loendusaastal kui ka perspektiivis.

Liiklusuuringute analüüsil ja töötlemisel katendi tugevusarvutusteks on lähtutud infost, et objekti orienteeruv ehitusaasta võiks olla 2016 ja 2017, sellest lähtuvalt on liikluse prognoos teostatud aastale 2036 ja 2037.

.

Vastavalt liiklusuuringu tulemustele on teostatud perspektiivse koormussageduse ja Evaj leidmise arvutustega saadi

1. alamlõik km 0,1 – 2,75 $Q_a = 597$ a/ööp ja $E_v = 249$ Mpa.
2. alamlõik km 2,75 – 6,59 $Q_a = 544$ a/ööp ja $E_v = 246,2$ Mpa.
3. alamlõik km 6,59 – 10,99 $Q_a = 205$ a/ööp ja $E_v = 217,6$ Mpa.
4. alamlõik km 10,99 – 11,6 $Q_a = 163$ a/ööp ja $E_v = 210,8$ Mpa.

3. Katendi arvutus

Katendi tugevusarvutus on tehtud VSN 46-83 metoodikale tugineva arvutiprogrammi „KAP_1.0.01_MA” abil ja tulemused on toodud eraldi tabelis.

Katendi tugevusarvutus on kooskõlas juhendiga - “Elastsete teekatendite projekteerimise juhend 2001-52”.

Koormussageduse leidmiseks enamkoormatud sõidurajale on rajateguri väärtuseks vastavalt “Elastsete teekatendite projekteerimise juhendile 2001-52” võetud 0,55.

Katendi projekteerimisel ja ehitustehnoloogia valikul arvestati katendi ehitusaastat, oleva tee olukorda ja ehitamiseks kasutatud materjale. Lähtuti geoloogiliste uuringute tulemustest.

Arvestati oleva tee vertikaalset geomeetriat ning selle ühilduvust ümbritsevaga ning keskkonnakaitselistest seisukohtadest tulenevate tingimustega.

Katendi arvutamisel tehti kontrollarvutused lõiguti, sõltuvalt aluspinnastest ja niiskumispaikkondadest. Kontrollarvutused on teostatud iseloomulikes või konstruktsiooniliselt “nõrgemates” kohtades. Tagades neis arvutatud kriitilised tugevusnäitajad, on tagatud ka kogu antud lõigu katendi tugevus ning neid võib käsitleda üldistusena kogu käsitletavale lõigule.

Mnt nr 52 Viljandi – Rõngu km 0,1 – 11,6

Liiklussageduse järgi on tegemist III maanteega. Vaadelavast lõigust kilomeetrid 0,1 – 2,745 on osa Viljandi ringteest ja seetõttu on raskeliikluse osakaal antud maanteelõigul veidi suurem, kui ülejäänud maanteel.

Kogu lõigule projekteeritud 2 kihilisest asfaltbetoonist püsikatend stabiliseeritud alusel.

Kuigi liiklusloenduse järgi saadi 4 erineva koormussagedusega alamlõiku on katendi tugevusarvutuseks jagatud lõik kaheks alamlõiguks. Kuna erinevused tugevusarvutustes on minimaalsed on kokku liidetud 1 ja 2 alamlõik 3 ja 4 alamlõik.

Arvutuste aluseks on valitud järgnevad üldised lähteparameetrid (täiendavad andmed, mis on iseloomulikud konkreetsele arvutusele on välja toodud vastava arvutuse juures):

katendi tüüp:	püsikatend
tee klass:	III
tugevustegur:	0,94
töökindlustegur:	0,9
arvutuslik kasutusaeg:	20 aastat
vajalik elastsusmoodul:	249MPa ja 217,6MPa
niiskuspakkond:	vt. katendi arvutust (II;III)
parandus suhtel. niiskusele:	vt. katendi arvutust (sulgudes antud paranduse jrk. nr. vastavalt tabelis L1.T3 toodule)

L1.T3 Suhtelise niiskuse parandus sõltuvalt tee konstruktiivsetest iseärasustest

Jrk. nr.	Konstruktiivne iseärasus	Parandustegur
1	Teepeenrad on kaetud >2/3 laiuses asfaltbetooniga	-0,05
2	Teepeenrad on kaetud kruusa või killustikuga	-0,02
3	Muldkehas on (geotekstiilist) hüdroisolatsioonikiht	-0,05
4	Dreenkihis on pikifiltertoru	-0,05
5	Muldkeha on nomidest madalam või süvendis	+0,03
6	Katendi paksus on => 80 cm ja pinnase W_1 => 0,8	-0,02

Sõltuvalt vajaliku elastsusmooduli väärtusest on lõigul projekteeritud erineva paksusega katte alumine kiht ja alused.

Arvutused on tehtud kahele erinevale stabiliseeritud aluse variandile kuna lähteülesandes oli eelistatud objektilt saadava freespuru kasutamine uues katendikonstruktsioonis. I variant on kompleksstabiliseeritud alusel, II variant bituumenstabiliseeritud alusel.

Variant I Kompleksstabiliseeritud alusega.

Tüüp Ia – täidend (km 0,1 – 6,549)

AC12 surf 70/100	h = 4,0cm (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	h = 6,0 cm
Kompleksstabiliseerimine KS32	h = 20 cm
Settekivimikillustikust alus	h = 10 cm
Kruusliivast alus	h= 20cm ⁽¹⁾
Olev alus, mulle kerge saviliiv	

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 2m/ööpäevas

Tüüp Ib– süvend, õgvendused (km 0,1 – 6,549)

AC12 surf 70/100	h = 4,0cm (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	h = 6,0 cm
Kompleksstabiliseerimine KS32	h = 20 cm
Settekivimikillustikust alus	h = 10 cm
Kruusliivast alus	h= 30cm ⁽¹⁾
Kesk- või kruusliivast asenduspinnas	hmin = 40cm ^{(2); (3)}
Aluspinnas	

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 3m/ööpäevas
- 2) Asenduspinnasena kasutatava kesk- või kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5m/ööpäevas
- 3) Asenduspinnasest kihi paksus sõltub aluspinnasest ja on
 - kerge saviliiva ja kerge liivsavi korral asenduspinnast ei ole vaja
 - 40cm tolmsa saviliiva korral

Tüüp IIa – täidend (km 6,549 – 11,6)

AC12 surf 70/100	h = 4,0cm (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	h = 5,0 cm
Kompleksstabiliseerimine KS32	h = 15 cm
Settekivimikillustikust alus	h = 10 cm

Kruusliivast alus
Olev alus, mulle kerge saviliiv

$h = 20\text{cm}^{(1)}$

Märkus:

1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 2m/ööpäevas

Tüüp IIb – süvend, õgvendused (km 6,549 – 11,6)

AC12 surf 70/100	$h = 4,0\text{cm}$ (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	$h = 5,0\text{ cm}$
Kompleksstabiliseerimine KS32	$h = 15\text{ cm}$
Settekivimikillustikust alus	$h = 10\text{ cm}$
Kruusliivast alus	$h = 30\text{cm}^{(1)}$
Kesk- või kruusliivast asenduspinnas	$h_{\min} = 40\text{cm}^{(2); (3)}$
Aluspinnas	

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 3m/ööpäevas
- 2) Asenduspinnasena kasutatava kesk- või kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5m/ööpäevas
- 3) Asenduspinnasest kihi paksus sõltub aluspinnasest ja on
 - kerge saviliiva ja tolmlüiva korral asenduspinnast ei ole vaja
 - 40cm tolmsaviliiva korral

Variant II Bituumenstabiliseeritud alusega.

Tüüp Ia – täidend (km 0,1 – 6,549)

AC12 surf 70/100	$h = 4,0\text{cm}$ (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	$h = 7,0\text{ cm}$
Bituumenstabiliseerimine BS32	$h = 20\text{ cm}$
Settekivimikillustikust alus	$h = 10\text{ cm}$
Kruusliivast alus	$h = 20\text{cm}^{(1)}$
Olev alus, mulle kerge saviliiv	

Märkus:

1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 2m/ööpäevas

Tüüp Ib– süvend, õgvendused (km 0,1 – 6,549)

AC12 surf 70/100	$h = 4,0\text{cm}$ (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	$h = 7,0\text{ cm}$
Bituumenstabiliseerimine BS32	$h = 20\text{ cm}$
Settekivimikillustikust alus	$h = 10\text{ cm}$
Kruusliivast alus	$h = 30\text{cm}^{(1)}$

Kesk- või kruusliivast asenduspinnas $h_{min} = 40\text{cm}^{(2); (3)}$
 Aluspinnas

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 3m/ööpäevas
- 2) Asenduspinnasena kasutatava kesk- või kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5m/ööpäevas
- 3) Asenduspinnasest kihi paksus sõltub aluspinnasest ja on
 - kerge saviliiva ja kerge liivsavi korral asenduspinnast ei ole vaja
 - 45cm tolmsse saviliiva korral

Tüüp IIa – täidend (km 6,549 – 11,6)

AC12 surf 70/100	$h = 4,0\text{cm}$ (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	$h = 5,0\text{ cm}$
Bituumenstabiliseerimine BS32	$h = 18\text{ cm}$
Settekivimikillustikust alus	$h = 10\text{ cm}$
Kruusliivast alus	$h = 20\text{cm}^{(1)}$
Olev alus, mulle kerge saviliiv	

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 2m/ööpäevas

Tüüp IIb – süvend, õgvendused (km 6,549 – 11,6)

AC12 surf 70/100	$h = 4,0\text{cm}$ (arvutustes 3cm)
AC 20 base 70/100	$h = 5,0\text{ cm}$
Bituumenstabiliseerimine BS32	$h = 18\text{ cm}$
Settekivimikillustikust alus	$h = 10\text{ cm}$
Kruusliivast alus	$h = 30\text{cm}^{(1)}$
Kesk- või kruusliivast asenduspinnas	$h_{min} = 35\text{cm}^{(2); (3)}$
Aluspinnas	

Märkus:

- 1) Aluses kasutatava kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 3m/ööpäevas
- 2) Asenduspinnasena kasutatava kesk- või kruusliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5m/ööpäevas
- 3) Asenduspinnasest kihi paksus sõltub aluspinnasest ja on
 - kerge saviliiva ja tolmsse saviliiva korral asenduspinnast ei ole vaja
 - 35cm tolmsse saviliiva korral

Maksumuste võrdlusest osutub soodamaks kompleksstabiliseeritud alusega variant.

Kontrollarvutused külmakindlusele on teostatud nn. pöörd-arvutustena, leides maksimaalse pinnasevee taseme, mille juures on tagatud projekteeritud konstruktsiooni külmakindlus.

Saadud tulemusi arvestatakse projekteeritavate kraavide ja drenaaži minimaalsete sügavuste määramisel. Projektlahendustega tagatakse arvutatust madalam pinnasevee tase.

Sõltuvalt aluspinnastest ja niiskumisaikonnast tehtud külmakindlusearvutused näitasid, et katendi külmakindlus on tagatud, kui üle 20 ööpäeva seisev pinnasevee tase ei tõuse üldiselt kõrgemale kui -130cm kerge saviliiva; 125 cm tolmsa saviliiva ja 140 cm tolmlüiva korral.

Koostas: M.Sepp

4. Lisad

Lisa 1 – Katendi tugevusarvutused

Lisa 2 – Katendi materjalide minimaalsed kvaliteedinõuded

Lisa 3 - Mnt. nr. 52 katendi seisukorda iseloomustavad andmed

Lisa 4 - AKÖL , koormussagedus ja E vaj

Lisa 5 - Variantide maksumuste võrdlus

5. Joonised

Joonis 1 – Asukohaskeem

Joonis 2 – Katendi tüüpristlõiked