

EESTIS KASUTATUD SILLAVUUKIDE SEISUNDID JA NENDE VASTUPIDAVUSE TEADUSANALÜÜS KOOS KASUTUSETTEPANEKUTEGA

lõpparuanne



Teedeinstituut

2013



MAANTEEAMET

Tallinn 2013

SISUKORD

Tänu sõnad	5
Tabelid	6
Joonised.....	7
Fotod.....	9
Terminid ja tähised.....	15
Lühendid	16
1 Sissejuhatus.....	18
2 Üldosa.....	19
2.1 Deformatsioonivuugi ülesanne.....	19
2.2 Normid ja juhendid.....	20
2.2.1 Eesti juhendid.....	20
2.2.2 Euroopa Liidu juhendid.....	20
2.2.3 Läti juhendid	22
2.2.4 Leedu juhendid.....	29
2.2.5 Rootsi juhendid	30
2.2.6 Soome juhendid	30
2.2.7 UK juhendid.....	32
2.3 Vuukide tüübid	40
2.3.1 Kattealune deformatsioonivuuk	40
2.3.2 Elastse täitega deformatsioonivuuk.....	42
2.3.3 Avatud profiiliga deformatsioonivuuk.....	45
2.3.4 Kummimatt deformatsioonivuuk	46
2.3.5 Konsooldeformatsioonivuuk	49
2.3.6 Libisev deformatsioonivuuk	52
2.3.7 Mooduldeformatsioonivuuk	55
2.4 Uuringud	60
2.4.1 USA.....	61
2.4.2 Poola.....	64
2.4.3 Šveits	65
2.5 Eesti sillad aastatel 2000-2012	67
2.6 Uurimistöö valim	68
3 Eesti sildade vuugid	69
3.1 Kattealused vuugid ja vuugita sillad	69
3.1.1 Ääsmäe I viadukt.....	70
3.1.2 Jõgisoo I sild	73
3.1.3 Kanali sild.....	75
3.1.4 Kärkna sild	76
3.1.5 Kääpa sild	77
3.1.6 Lääniste sild	79
3.1.7 Maetsma sild	81

3.1.8	Puurmani 2 sild	83
3.1.9	Sõmeru viadukt	84
3.1.10	Vana-Võhandu sild	86
3.2	Elastse täitega vuugid	88
3.2.1	Maidla sild	88
3.2.2	Maidla I sild	90
3.2.3	Pindi sild	92
3.2.4	Räpina sild	94
3.2.5	Reo sild	95
3.2.6	Roostoja sild	97
3.2.7	Ulvi sild	98
3.2.8	Vana-Kastre sild	100
3.3	Avatud profiiliga vuugid	102
3.3.1	Kanama viadukt	102
3.3.2	Kiiu I viadukt	104
3.3.3	Kuusalu I viadukt	105
3.3.4	Luige viadukt	106
3.3.5	Riisipere viadukt	107
3.3.6	Variku viadukt	108
3.4	Kummimattvuugid	109
3.4.1	Kadrina viadukt	109
3.4.2	Kärevere III sild	111
3.4.3	Kobratu sild	113
3.4.4	Kohila sild	114
3.4.5	Kohtla-Järve viadukt	116
3.4.6	Põltsamaa II sild	117
3.4.7	Purtse sild	119
3.4.8	Puurmani 3 sild	121
4	Balti- ja Põhjamaade vuugid	123
4.1	Üldinfo	123
4.1.1	Soome	123
4.1.2	Rootsi	125
4.1.3	Läti	126
4.1.4	Leedu	127
4.2	Kattealused vuugid	127
4.3	Elastse täitega vuugid	128
4.4	Avatud profiiliga vuugid	130
4.5	Kummimattvuugid	131
5	Järeldused ja ettepanekud	133
5.1	Järeldused	133
5.1.1	Kattealused vuugid	134
5.1.2	Elastse täitega vuugid	134

5.1.3	Avatud profiiliga vuugid	136
5.1.4	Kummimattvuugid.....	138
5.1.5	Detailid, mida arvestada kõigi vuugilahenduste korral.....	139
5.2	Soovitused edasisteks tegevusteks	141
6	Kokkuvõte	144
7	Summary.....	146
8	Kasutatud allikad.....	148

TÄNUSÕNAD

Tallinna Tehnikaülikool tänab koostöö ja abi eest uuringu koostamisel:

- Jūlija Ivanova (Latvian State Roads);
- Mindaugas Paknys (UAB Kelpjektas);
- Antti Rytönen (The Finnish Transport Agency);
- Olli-Pekka Aalto (Centre for Economic Development, Transport and the Environment);
- Robert Ronnebrandt (Swedish Road Administration);
- Olari Valter (Maanteeameti ida regioon);
- Tiit Valt (Maanteeameti lõuna regioon);
- Kalmer Helgand (Maanteeameti põhja regioon);
- Risto Veesaar (RiveSeal OÜ);
- Sirje Pilt (Langeproon Inseneriehitus).

TABELID

Tabel 1. Vuukide kasutusaja kategooriad	22
Tabel 2. Asfaltvuugi max horisontaalsed liikumised	23
Tabel 3. Rootsisis lubatud vuugid [34]	30
Tabel 4. Soomes lubatud vuugid [37]	31
Tabel 5. Vuugi lubatavad liikumised (SLS)	34
Tabel 6. Vuugi valikut mõjutavad tegurid [19]	39
Tabel 7. Moodulvuugi elementide kasutusaja kategooriad	60
Tabel 8. Katte armeerimine [22]	65
Tabel 9. Kulumiskihi vuukide näitajad [22]	65
Tabel 10. Asfaldivõrgu näitajad [22]	65
Tabel 11. Inspekteeritud Eesti sillad	68
Tabel 12. Inspekteeritud kattealusevuugiga ja vuugita sillad	69
Tabel 13. Inspekteeritud elastse täitega vuugiga sillad	88
Tabel 14. Inspekteeritud avatud profiiliga vuugiga sillad	102
Tabel 15. Inspekteeritud avatud profiiliga vuugiga sillad	109

JOONISED

Joonis 1. Asfaltvuuk [17]	23
Joonis 2. Avatud profiiliga vuuk [17]	24
Joonis 3. Kummist vuugiprofiil, mis on kaetud sõrmplaatidega [17]	25
Joonis 4. Kummimatt-vuugid [17]	26
Joonis 5. Moodulvuuk [17]	27
Joonis 6. Sõrmplaadiga libisev vuuk [17]	28
Joonis 7. Rull-sulguv deformatsioonivuuk [17]	28
Joonis 8. Vuugi asendamine [21]	29
Joonis 9. Kattealune vuuk [19]	35
Joonis 10. Asfalttäitega vuuk [19]	35
Joonis 11. Avatud profiiliga vuuk - kompressiooniprofiiliga [19]	36
Joonis 12. Armeeritud kummimatt-vuuk [19]	36
Joonis 13. Moodulvuuk [19]	37
Joonis 14. Konsoolvuuk [19]	37
Joonis 15. Kattealuse vuugi üldskeem	40
Joonis 16. Kattealune vuuk, tüüp 1	41
Joonis 17. Kattealune vuuk, tüüp 2	41
Joonis 18. Kattealune vuuk, tüüp 3	42
Joonis 19. Elastse vuugitäitega vuuk	43
Joonis 20. Elastse täitega vuuk, ankurdusega	44
Joonis 21. Elastse täitega vuuk, ankurdusega	44
Joonis 22. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 1 (ankrud)	46
Joonis 23. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (armatuur)	46
Joonis 24. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (viltu tüüblid või poldid)	46
Joonis 25. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (hõõre betooniga)	46
Joonis 26. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (hõõre betooniga + ankrud betoonis)	46
Joonis 27. Matt-vuuk, nihkele töötav (üks riba)	48
Joonis 28. Matt-vuuk, nihkele töötav (mitu riba)	48
Joonis 29. Matt-vuuk, tõmbele/survele töötav (üks riba)	48
Joonis 30. Matt-vuuk, tõmbele/survele töötav	48
Joonis 31. Vahetoega matt-vuuk	49
Joonis 32. Konsoolvuugi 3D vaade	49
Joonis 33. Konsoolvuuk, erinevad sõrmplaatide kujud	51
Joonis 34. Libisev vuuk, sõrmedeta	52
Joonis 35. Libisev vuuk, sõrmedega	52
Joonis 36. Rull-sulguv deformatsioonivuuk	53
Joonis 37. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihke- kontrollsüsteem kesktalade vahel)	56

Joonis 38. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (nihkekontrollisüsteem kesktalade vahel)	56
Joonis 39. Jalgtee – ühe riststalaga moodulvuugi risttala kohal (nihkekontrollisüsteem kesktalade vahel)	56
Joonis 40. Jalgtee – ühe riststalaga moodulvuugi risttalade vahel (nihkekontrollisüsteem kesktalade vahel)	57
Joonis 41. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihkekontrollisüsteem kesktalade all)	57
Joonis 42. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (nihkekontrollisüsteem kesktalade all)	58
Joonis 43. Jalgtee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihkekontrollisüsteem kesktalade all)	58
Joonis 44. Sõidutee – ühe risttalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (kinemaatiline juhtimine).....	58
Joonis 45. Sõidutee – ühe risttalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (kinemaatiline juhtimine).....	59
Joonis 46. Sõidutee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (kokkusurutavad kontroll-elemendid).....	59
Joonis 47. Sõidutee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (kokkusurutavad kontroll-elemendid).....	59
Joonis 48. Jalgtee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige põiktala kohal (kokkusurutavad kontroll-elemendid).....	60
Joonis 49. Valatud silikoonvuuk [16]	63
Joonis 50. Teras-kumm avatud profiiliga vuuk [16]	64
Joonis 51. Ääsmäe I viadukt, vuugi joonis [24]	72
Joonis 52. Maidla I silla vuugi lahendus [25]	92

FOTOD

Foto 1. Ääsmäe I viadukt, üldvaade	70
Foto 2. Ääsmäe I viadukt, vuuk.....	70
Foto 3. Ääsmäe I liiklussõlm, ebasobiv materjal	71
Foto 4. Ääsmäe I viadukt, kaldasammas	71
Foto 5. Ääsmäe I viadukt, kaldasamba tagasein.....	71
Foto 6. Ääsmäe I viadukt, vuugi renn.....	71
Foto 7. Ääsmäe I viadukt, servaprussi tihend	72
Foto 8. Ääsmäe I viadukt, avaehitus vahesambal	72
Foto 9. Jõgisoo I sild, üldvaade.....	73
Foto 10. Jõgisoo I sild, vuugid.....	73
Foto 11. Jõgisoo I sild, tekiplaadi konsool sambal	74
Foto 12. Jõgisoo I sild, katte pind.....	74
Foto 13. Jõgisoo I sild, tugilaager kaldasambal	74
Foto 14. Jõgisoo I sild, tekiplaadi ots kaldasambal	74
Foto 15. Jõgisoo I sild, vahesambal	74
Foto 16. Jõgisoo I sild, kaldasambal talade vahel	74
Foto 17. Kanali sild, üldvaade	75
Foto 18. Kanali sild, vuuk.....	75
Foto 19. Kanali sild, ankrupolt ühel kaldasambal	76
Foto 20. Kanali sild, ankrupolt teisel kaldasambal	76
Foto 21. Kärkna sild, üldvaade.....	76
Foto 22. Kärkna sild, vuuk.....	76
Foto 23. Kärkna sild, praod vuugis.....	77
Foto 24. Kärkna sild, talad ja otsasein	77
Foto 25. Kärkna sild, praod vuugis.....	77
Foto 26. Kärkna sild, sademevee ära juhtimine	77
Foto 27. Kääpa sild, üldvaade.....	78
Foto 28. Kääpa sild, vuuk.....	78
Foto 29. Kääpa sild, konsoolne ots	78
Foto 30. Kääpa sild, külgtiiva lõpp	78
Foto 31. Lääniste sild, üldvaade	79
Foto 32. Lääniste sild, vuuk	79
Foto 33. Lääniste sild, kaldasammas	80
Foto 34. Lääniste sild, tilktoru vesi	80
Foto 35. Lääniste sild, silla talad	80
Foto 36. Lääniste sild, vuugi „juurdeehitis“	80
Foto 37. Maetsma sild, üldvaade	81
Foto 38. Maetsma sild, vuuk	81
Foto 39. Maetsma sild, otsasein	82

Foto 40. Maetsma sild, piire	82
Foto 41. Maetsma sild, talad	82
Foto 42. Maetsma sild, koonus silla all	82
Foto 43. Puurmani II sild, üldvaade.....	83
Foto 44. Puurmani II sild, vuuk.....	83
Foto 45. Puurmani II sild, vahesaavaehitus vahesamba kohal	84
Foto 46. Puurmani II sild, avaehitus kaldasamba kohal	84
Foto 47. Puurmani II sild, vuugiprofiil	84
Foto 48. Puurmani II sild, talade otsad kaldasambal.....	84
Foto 49. Sõmeru viadukt, üldvaade	85
Foto 50. Sõmeru viadukt, vuuk	85
Foto 51. Sõmeru viadukt, silla vahesammas ja talad	85
Foto 52. Sõmeru viadukt, vee läbijooks kaldasambal	85
Foto 53. Sõmeru viadukt, märgunud kaldasammas	86
Foto 54. Sõmeru viadukt, vuugitäide.....	86
Foto 55. Vana-Võhandu sild, üldvaade	86
Foto 56. Vana-Võhandu sild, vuugid	86
Foto 57. Vana-Võhandu sild, kaldasammas.....	87
Foto 58. Vana võhandu sild, vahesammas	87
Foto 59. Vana-Võhandu sild, kate kaldasambal	87
Foto 60. Vana-Võhandu sild, kate vahesambal.....	87
Foto 61. Maidla sild, üldvaade	88
Foto 62. Maidla sild, vuuk	88
Foto 63. Maidla sild, vuuk	89
Foto 64. Maidla sild, tilktoru	89
Foto 65. Maidla sild, kaldasammas	89
Foto 66. Maidla sild, jalgteie laiendus kaldasamba kohal	89
Foto 67. Maidla I sild, üldvaade	90
Foto 68. Maidla I sild, vuuk	90
Foto 69. Maidla I sild, vuugiprofiil	91
Foto 70. Maidla I sild, soolade välja uhtumine	91
Foto 71. Maidla I sild, tagasein ja talade otsad	91
Foto 72. Maidla I sild, vuugirenn	91
Foto 73. Pindi sild, üldvaade	92
Foto 74. Pindi sild, vuuk.....	92
Foto 75. Pindi sild, servapruss kaldasamba kohal	93
Foto 76. Pindi sild, vuugiprofiil alt.....	93
Foto 77. Räpina sild, üldvaade.....	94
Foto 78. Räpina sild, vuuk.....	94
Foto 79. Räpina sild, vuugi katteplaat servaprussil	95
Foto 80. Räpina sild, tugilaager	95
Foto 81. Räpina sild, kaldasammas	95

Foto 82. Rápina sild, tekiplaadi üle ulatus.....	95
Foto 83. Reo sild, üldvaade	96
Foto 84. Reo sild, vuuk	96
Foto 85. Reo sild, kaldasammas.....	96
Foto 86. Reo sild, vahesammas.....	96
Foto 87. Reo sild, tugilaagrid	97
Foto 88. Reo sild, vuugiprofiil.....	97
Foto 89. Roostoja sild, üldvaade	97
Foto 90. Roostoja sild, vuuk vahesambal.....	97
Foto 91. Roostoja sild, vahesammas	98
Foto 92. Roostoja sild, servapruss kaldasambal.....	98
Foto 93. Roostoja sild, kaldasammas	98
Foto 94. Roostoja sild, vuuk vahesambal.....	98
Foto 95. Ulvi sild, üldvaade	99
Foto 96. Ulvi sild, vuuk.....	99
Foto 97. Ulvi sild, kaldasammas	99
Foto 98. Ulvi sild, vuuk.....	99
Foto 99. Ulvi sild, vesi kaldasambal	100
Foto 100. Ulvi sild, servapruss ja talad.....	100
Foto 101. Vana-Kastre sild, üldvaade	100
Foto 102. Vana-Kastre sild, vuuk	100
Foto 103. Vana-Kastre sild, kaldasammas.....	101
Foto 104. Vana-Kastre sild, pragu vuugis	101
Foto 105. Vana-Kastre sild, kaldasammas.....	101
Foto 106. Vana-Kastre sild, vuugiprofiil alt.....	101
Foto 107. Kanama viadukt, üldvaade.....	102
Foto 108. Kanama viadukt, vuuk.....	102
Foto 109. Kanama viadukt, sodi vuugiprofiilil	103
Foto 110. Kanama viadukt, vesi vuugiprofiil.....	103
Foto 111. Kanama viadukt, vuugiava alt	103
Foto 112. Kanama viadukt, tugilaager	103
Foto 113. Kiiu I viadukt, üldvaade	104
Foto 114. Kiiu I viadukt, vuuk	104
Foto 115. Kiiu I viadukt, vesi vuugiprofiilil.....	104
Foto 116. Kiiu I viadukt, tühimik kattes.....	104
Foto 117. Kuusalu I viadukt, üldvaade [4]	105
Foto 118. Kuusalu I viadukt, vuuk	105
Foto 119. Kuusalu I viadukt, sodi vuugil.....	105
Foto 120. Kuusalu I viadukt, tagasein	105
Foto 121. Luige viadukt, üldvaade	106
Foto 122. Luige viadukt, vuuk	106
Foto 123. Luige viadukt, vesi ja sodi vuugiprofiilil	106

Foto 124. Luige viadukt, sademevee toru algus.....	106
Foto 125. Riisipere viadukt, üldvaade	107
Foto 126. Riisipere viadukt, vuuk	107
Foto 127. Riisipere viadukt, vuuk	107
Foto 128. Riisipere viadukt, vahesammas	107
Foto 129. Variku viadukt, üldvaade	108
Foto 130. Variku viadukt, vuuk.....	108
Foto 131. Variku viadukt, sodi vuugis	108
Foto 132. Variku viadukt, vuugiprofiil	108
Foto 133. Kadrina viadukt, üldvaade.....	109
Foto 134. Kadrina viadukt, aste vuugi ja üleminekuriba vahel	109
Foto 135. Kadrina viadukt, pragu üleminekuribas	110
Foto 136. Kadrina viadukt, sahkamiskahjustused	110
Foto 137. Kadrina viadukt, sodi vuugil	111
Foto 138. Kadrina viadukt, piirdeposti kinnitus.....	111
Foto 139. Kärevere III sild, üldvaade	111
Foto 140. Kärevere III sild, vuuk	111
Foto 141. Kärevere III sild, sahkamiskahjustused	112
Foto 142. Kärevere III sild, vahe üleminekuriba juures	112
Foto 143. Kärevere III sild, vesi koonusel	112
Foto 144. Kärevere III sild, vee läbijooksu jäljed	112
Foto 145. Kobratu sild, üldvaade	113
Foto 146. Kobratu sild, vuuk	113
Foto 147. Kobratu sild, läbijooks kaldasambal	113
Foto 148. Kobratu sild, praod üleminekuribas ja asfaltkattes	114
Foto 149. Kobratu sild, sahkamiskahjustused.....	114
Foto 150. Kobratu sild, vuugi aste.....	114
Foto 151. Kobratu sild, märgunud servapruss	114
Foto 152. Kohila sild, üldvaade	115
Foto 153. Kohila sild, vuuk.....	115
Foto 154. Kohila sild, vuugi läbijooks	115
Foto 155. Kohila sild, tala otsa märgumine	115
Foto 156. Kohila sild, äärekivi sõlm.....	116
Foto 157. Kohila sild, rebenenud vuugiprofiil	116
Foto 158. Kohtla-Järve viadukt, vuuk.....	117
Foto 159. Kohtla-Järve viadukt, sahkamiskahjustused	117
Foto 160. Kohtla-Järve viadukt, sademe ära juhtimine vuugist	117
Foto 161. Kohtla-Järve viadukt, vuuk servaprussi kohal	117
Foto 162. Põltsamaa sild, üldvaade	118
Foto 163. Põltsamaa sild, vuuk	118
Foto 164. Põltsamaa II sild, kate üleminekuriba eel.....	118
Foto 165. Põltsamaa II sild, sademevee ära juhtimine.....	118

Foto 166. Põltsamaa II sild, sademevee koguja.....	119
Foto 167. Põltsamaa II sild, vuuk.....	119
Foto 168. Purtse sild, üldvaade.....	120
Foto 169. Purtse sild, vuuk.....	120
Foto 170. Purtse sild, sahkamiskahjustused	120
Foto 171. Purtse sild, kaldasammas ja talade otsad	120
Foto 172. Puurmani 3 sild, üldvaade.....	121
Foto 173. Puurmani 3 sild, vuuk.....	121
Foto 174. Puurmani 3 sild, vuuk.....	122
Foto 175. Puurmani 3 sild, kaldasammas eest	122
Foto 176. Puurmani 3 sild, kaldasamba küljelt.....	122
Foto 177. Puurmani 3 sild, piire	122
Foto 178. Vuugita sild Soomes	124
Foto 179. Vuugita silla kaldasammas	124
Foto 180. Asfaldivuuk vuugita sillal	124
Foto 181. Pool-intergraalsild Rootsis	125
Foto 182. Pool-intergraalsild Rootsis, kaldasammas	125
Foto 183. Pool-intergraalsild Rootsis	125
Foto 184. Pool-integraalsild Rootsis, kaldasammas	125
Foto 185. Kummimattvuuk alumiiniumkattega	127
Foto 186. Kummimattvuuk alumiiniumkattega	127
Foto 187. Elastse täitega vuuk (Soome)	129
Foto 188. Elastse täitega vuuk (Leedu)	129
Foto 189. Vuuk servaprussi kohal (Soome)	129
Foto 190. Renn vuugi all (Soome)	129
Foto 191. Avatud profiiliga vuuk (Rootsi)	130
Foto 192. Avatud profiiliga vuuk (Soome)	130
Foto 193. Avatud profiiliga vuuk (Leedu).....	131
Foto 194. Avatud profiiliga vuuk (Läti).....	131
Foto 195. Alga kummimattvuuk (Läti)	132
Foto 196. Alumiiniumkattega vuuk (Leedu).....	132
Foto 197. Elastse täitega vuuk, Švogina jõe sild, Leedu	136
Foto 198. Elastse täitega vuuk, Šventoji jõe sild, Leedu	136
Foto 199. Avatud profiiliga teras-kumm vuuk Lätis	137
Foto 200. Avatud profiiliga teras-kumm vuuk Rootsis	137
Foto 201. Vee ära juhtimine üle servaprussi (Rootsi)	138
Foto 202. Vastukaldega vuuk servaprussi kohal (Soome)	138
Foto 203. Kummimatt-vuuk, Purtse sild	139
Foto 204. Kummimatt-vuuk, Puurmani sild	139
Foto 205. Piirde liikumisvaru (Soome)	140
Foto 206. Veenina ja samba iste põikkalle (Rootsi)	140
Foto 207. Vee ära juhtimine vuugirennist (Leedu)	141

Foto 208. Katteplaat servaprussi kohal	141
Foto 209. Terav nurk (Luige viadukt)	141
Foto 210. „juurdeehitis“ (Lääniste sild)	141

TERMINID JA TÄHISED

Sild (*bridge*) – teed kandev rajatis takistuse ületamiseks (sõna *sild* on kasutatud ka tähenduses viadukt)

Viadukt (*bridge*) – kuivamaasild (sild üle ristuva tee)

Kattekonstruktsioon, kate (*pavement, surfacing*) – katendikonstruktsiooni pealmine kiht, mis võib koosneda mitmest kihist

Kattealune deformatsioonivuuk (*Buried expansion joint*) – objektil valmistatud deformatsioonivuuk, kus kõik vuugi osad asetsevad kattekonstruktsiooni all

Elastse täitega deformatsioonivuuk (*Flexible plug expansion joint*) – objektil valmistatud deformatsioonivuuk, mis on moodustub kattekonstruktsiooniga samas tasapinnas olevast spetsiaalse koostisega elastsest materjalist (side- ja täiteaine) ning selle alusest plaadist

Avatud profiiliga deformatsioonivuuk (*Nosing expansion joint*) – deformatsioonivuuk, millel on sillakonstruktsiooni külge kinnitatud servad, mille vahel on koormust mitte kandev vuugiprofiil

Kummimatt deformatsioonivuuk (*Mat expansion joint*) – deformatsioonivuuk, kus kasutatakse konstruktsiooni liikumiste vastu võtmiseks elastomeerse mati elastseid omadusi

Konsooldeformatsioonivuuk (*Cantilever expansion joint*) – deformatsioonivuuk, mis koosneb vuugiava konsoolsena sildavatest elementidest, mis on ankurdatud vuugiava servades

Libisev deformatsioonivuuk (*Supported expansion joint*) – deformatsioonivuuk, mis koosneb vuugiava sildavast elemendist, mis on kinnitatud vuugiava ühel küljel ning toetub libisevale plaadile vuugiava teisel küljel

Mooduldeformatsioonivuuk (*Modular expansion joint*) – deformatsioonivuuk, kus vuugiava sillatakse järjestikuste vettpidavate profiilidega, mille vahel on terastalad, mis toetuvad liikuvale aluskonstruktsioonile

Üleminekuriba (*Transition strip*) – bituumeni- või polümeeripõhisest materjalist riba, mida kasutatakse tehases valmistatud vuugi ja katte vahel

LÜHENDID

MA – Maanteeamet

EOTA – Euroopa Tehnilise Tunnustuse Organisatsioon (*European Organisation for Technical Approvals*)

ETA – Euroopa tehniline tunnustus (*European Technical Approval*)

ETAG – Euroopa tehnilise tunnustuse suunis (*European Technical Approval Guideline*)

EU – Euroopa Liit (*European Union*)

EC – Euroopa Komisjon (*European Commission*)

EFTA – Euroopa Vabakaubanduse Assotsiatsioon (*European Free Trade Association*)

UK – Suurbritannia (*United Kingdom*)

USA – Ameerika Ühendriigid (*Unites States of America*)

rb – raudbetoon

nr – number

rek – rekonstrueeritud

min – minimaalne

max – maksimaalne

vt – vaata

ptk – peatükk

p – alapunkt/alapeatükk

jm – ja muu

vm – või muu

sh – sealhulgas

nt – näiteks

N/A – pole asjakohane

SLS – kasutuspiiriseisund

ULS - kandepiiriseisund

1 SISSEJUHATUS

Käesoleva, Maanteeameti tellitud ja Tallinna Tehnikaülikooli koostatud, uuringu *Eestis kasutatud sillavuukide seisundid ja nende vastupidavuse teadusanalüüs* eesmärk on välja selgitada, missugused viimasel aastakümnel Eesti maanteedel kasutatud vuukide tüübid on osutunud vastupidavaiks ning Eesti oludesse sobivaiks. Laiema valimi moodustamiseks vaadeldakse uuringus lisaks Eesti sildadel kasutatud ja paigaldatud vuukidele ka Balti- ja Põhjamaade sildadel kasutatud lahendusi.

Uurimus ei käsitle raudtee- ning jalgteesildade vuuke ning keskendub lühikese ja keskmise pikkusega sildadele.

Uuringu tulemusena esitatakse kasutusettepanekud, mida sildade kavandamisel ja rekonstrueerimisel edaspidi arvestada. Uuring annab ka juhised, milliseid praktilised tegevused tulevikus on olulised, et tagada vuukide töökindlus ning lahenduste korrektne dokumenteerimine. Uuringus on viidatud ka teiste maade sarnastele uuringutele, kus valim on suurem ning vaatlused teostatud pikema perioodi jooksul.

Uuringu tulemused on vajalikud nii tellijatele (Maanteeamet, kohalikud omavalitsused jt), projekteerijatele, ehitajatele kui ka järelvalve teostajatele.

Lõpparuanne koosneb neljast osast:

- üldosa annab ülevaate erinevatest vuukide tüüpidest, kehtivatest normdokumentidest ning Eestis aastatel 2000-2012 ehitatud ja rekonstrueeritud sildadest;
- järgmine osa keskendub Eesti sildadele – valitud on 33 silda, mille vuukidele on teostatud ülevaatus. Ära on toodud inspekteerimisel täheldatud kahjustused ja tähelepanekud silla projekteerimise vigade kohta ning võimalusel ka vuukide paigaldamise defektid ja väljavõtte teostusdokumentatsioonist;
- järgnev peatükk vaatleb Balti- ja Põhjamaade sildade vuukide lahendusi, keskendudes Eesti sildadel täheldatud puudustele ning nende lahendamise võimalustele;
- viimases peatükis on erinevate maade vuukide lahenduste võrdlus, järeldused, töö koostamise käigus tehtud üldised tähelepanekud ning ettepanekud edasisteks tegevusteks.

2 ÜLDOSA

Käesolev peatükk annab lähtealused uuringu koostamiseks.

Antakse ülevaade deformatsioonivuukide ülesandest (p 2.1), norm-dokumentatsioonist (p 2.2), erinevatest vuukide tüüpidest (p 2.3) ja uuringutest vuukide kohta (p 2.4) ning Eestis aastatel 2000-2012 ehitatud ja rekonstrueeritud sildadest (p 2.5).

Peatükis esitatakse ka valim Eesti sildadest (p 2.6), mille põhjal koostatakse analüüs Eesti sildade vuukidest (ptk 3).

2.1 DEFORMATSIOONIVUUGI ÜLESANNE

Silla deformatsioonivuuk on element, mis peab tagama tee pinna katkematu ühenduse ning võimaldama silla konstruktsiooni ja/või selle elementide vajaliku liikumisvaru.

Eelnimetatu tagamiseks peab deformatsioonivuuk täitma järgmisi funktsioone [26]:

- taluma liikluskooormust ning võtma vastu liikumised temperatuurist, roomest, mahukahanemisest, vajumitest ning dünaamilistest mõjudest (seejuures pinged nii vuugi enda kui ka silla teistes elementides ei või ületada lubatavaid pingeid);
- tagama sõidumugavuse kõigile tee kasutajatele (sh jalgratturid, jalakäijad ja loomad kui neil on ligipääs);
- olema piisava kulumiskindluse ja haardeteguriga;
- vältima liigse müra ja vibratsiooni tekkimist liikluse mõjul;
- olema veekindel või lahendatud nii, et on tagatud vee, jää, lume, bensiini, õli, sodi jm ära juhtimine vältimaks keskkonna, konstruktsiooni enda või selle osade (sh tugilaagrid) kahjustusi;
- olema vastupidav bensiinile, mootoriõlile, kloriididele ning ultraviolettkiirguse mõjule;
- olema lihtsalt ligipääsetav hoolduseks (soovitavalt silla alt), purunemisaltid vuugi osad peavad olema kergesti asendatavad;
- vältima järskude löökide teket, mis võivad osutuda liiklusohu allikaiks.

Vuugikonstruktsioonid on sõidukite poolt tekitatud kahjustustele vastuvõtlikud, kuna vuuk oma olemuselt on katkestus tee pinnas. Tihti alahindavad nii projekteerijad kui tellijad vuukide osa sillakonstruktsioonis, kuigi paljud probleemid, mis tekivad sildade ekspluatatsioonis, on seotud just deformatsioonivuukidega.

Valesti valitud deformatsioonivuugid kahjustavad sildu ja tekitavad sellega lisakulusid nii teeomanikele kui -kasutajatele. Viimasel aastakümnel on Eestis kasutusele võetud uusi vuugikonstruktsioone, kuid paljud neist ei ole end meie oludes õigustanud. Parandamaks tehtud vigu ning vältimaks uusi on esmalt vaja analüüsida seni kasutatud vuugikonstruktsioone ning selgitada välja konkreetsete oludega sobivad ja nendes vastu pidavad lahendused.

2.2 NORMID JA JUHENDID

Käesolev peatükk annab ülevaate normdokumentatsioonist deformatsioonivuukide kohta. Peatüki eesmärgiks on näidata ära võimalikud lähtekohad vuukide projekteerimisel ja valikul.

Käesolev uurimus ei anna piisavat ja täielikku alust vuugi projekteerimiseks ja paigaldamiseks.

2.2.1 EESTI JUHENDID

Maanteede projekteerimisnormid sätestavad järgmist: rajatise deformatsiooni-konstruktsioonide (tugiosad, šarniirid, deformatsioonivuugid jne) lahendused ja asukohad peavad kindlustama rajatise üksikelementide vajaliku liikumise vabaduse [1] ptk 6 (6).

Detailset juhendit deformatsioonivuugi valikuks ning projekteerimiseks ja paigaldamiseks Eestis ei ole. Kehtivat EN standardit, mis võimaldaks vuukide CE-märgistamist, samuti hetkel ei ole.

EOTA on koostanud dokumendi ETAG 032 Sõiduteesildade deformatsioonivuugid (*Expansion joints for road bridges*) (vt p 2.2.2).

2.2.2 EUROOPA LIIDU JUHENDID

ETAG on ETA suunis (*ETA Guideline*), mis on koostatud EOTA tunnustatud asutuste poolt EC ja EFTA korraldusel. Selle peamine eesmärk on määrata, kuidas tunnustatud asutused peaksid hindama tootele esitatavate nõuetele vastavust. ETAG on siduv dokument, mis eeldab EOTA liikmesriikides avaldamist [29].

EOTA koosneb tunnustatud asutustest (*Approval Bodies*), mis on määratud väljastama ETA-sid EU liikmesriikides ja Euroopa majanduspiirkonnas. EOTA roll on

ETA suuniste koostamine ja nende koostamise jälgimine ning tegevuste, mis on seotud ETA väljastamisega, koordineerimine [27].

EOTA eesmärgiks on ehitustoodete vastavuse tagamine järgmiste tegevuste kaudu:

- tööde teostamise vastavuse tagamine;
- tootele esitatavate nõuete kehtestamine;
- tehniliste kirjelduste kaudu toote töötamise näitajate määramine;
- nõuetele vastavuse tõendamine;
- toote CE-märgistamine.

Tooted on kasutamiseks sobivad, kui need on kooskõlas harmoneeritud standardi, ETA või muu tehnilise kirjeldusega, mis on heaks kiidetud EC tasemel [27].

Ehitustoote ETA on eelistatud tehniline määrang toote vastavuse tõendamiseks soovitud kasutuseks (põhineb eelnimetatud nõuete täitmisel). ETA kehtib, kui puudub asjakohane harmoneeritud standard ning võimaldab vastavuse tõendamist ning CE-märgise väljastamist [28].

EOTA on lõpetanud 8-osalise ETAG 032 Sõiduteesildade deformatsioonivuugid koostamise 2011. a kevadel (täiendatud märtsis 2012). ETAG 032 osad 2-8 käsitlevad p 2.3 kirjeldatud vuukide tüüpe, esimene on üldosa.

ETAG 032 töögrupp koosnes 8 liikmesriigi esindajatest: Austria, Belgia, Tšehhi, Soome, Prantsusmaa, Saksamaa, Itaalia, Holland ja Inglismaa. Panuse andsid ka Euroopa Vuugitootjate Ühingu (*European Expansion Joint Manufacturers Association*) poolt määratud esindajad Šveitsist ja Sloveeniast. [5]

Euroopa tehniline tunnustus hakkab kehtima kindlaksmääratud kasutajate (mootorsõidukid, jalgratturid, jalakäijad) ja koormuste (tavakoormus, avariikoormus) kombinatsioonidele, temperatuurivahemikele ning kasutuseale (vt Tabel 1). [5]

Kasutatakse järgmisi miinimum- ja maksimumtemperatuuride väärtusi:

- miinimumtemperatuuride väärtused: -10, -20, -30, -40°C;
- maksimumtemperatuuride väärtused: +35, +45°C.

Otsese päikesekiirguse käes olevad pindade vastavust tuleb hinnata 15°C kõrgemale temperatuurile.

Tabel 1. Vuukide kasutusaja kategooriad

Kasutusaja kategooria	Aastad
1	10
2	15
3	25
4	50

Eraldi tuleb välja tuua hoolduse vajadus saavutamaks nõutavat kasutusaega.

Vastavuse tunnistamisel määratakse lisaks eelnimetatule toote (komplekti):

- mehhaaniline tugevus ja stabiilsus (sh ankrute sisejõud külgnevatele konstruktsioonidele, vastupidavus väsimusele ja maavärinakoormustele, liikumisvahemik ja reaktsioonid, puhastatavus, kulumiskindlus, veetihedus);
- keskkonna- ja käitlemisnõuded (ohtlike ainete sisaldus, keemiline koostis, eraldumine);
- ohutus kasutamisel (piirangud viltu sildade puhul, paiknemine tee pinna suhtes, haardetegur, drenimisvõime);
- vastupidavus (korrosioon, kemikaalid, vananemine; korrosioonikaitsemeetmed, hoolduse vajadus);
- kasutatavus (piirangud paigaldustingimustele, mis mõjutavad toote toimimist kohalikes oludes).

2.2.3 LÄTI JUHENDID

Lätis käsitleb vuukide projekteerimist ja ehitamist juhis *Sillateki hüdroisolatsioon ja katend* [17], mis sätestab deformatsioonivuukide kohta käesolevas peatükis toodu.

Deformatsioonivuugid nähakse ette vastu võtmaks avaehituse liikumised temperatuurist ja liiklusest. Vuugid peavad kindlustama mitte ainult avaehituse vaba pöördumise ja liikumise (lühenemine ja pikenemine), vaid ka veetiheduse ja teekatte taset. Lähtudes silla avaehituse lahendusest ja eeldatavatest deformatsioonidest võib kasutada järgmisi deformatsioonivuuke:

- asfaltvuugid (Joonis 1);
- tehases valmistatud vuugid (Joonis 2 kuni Joonis 7).

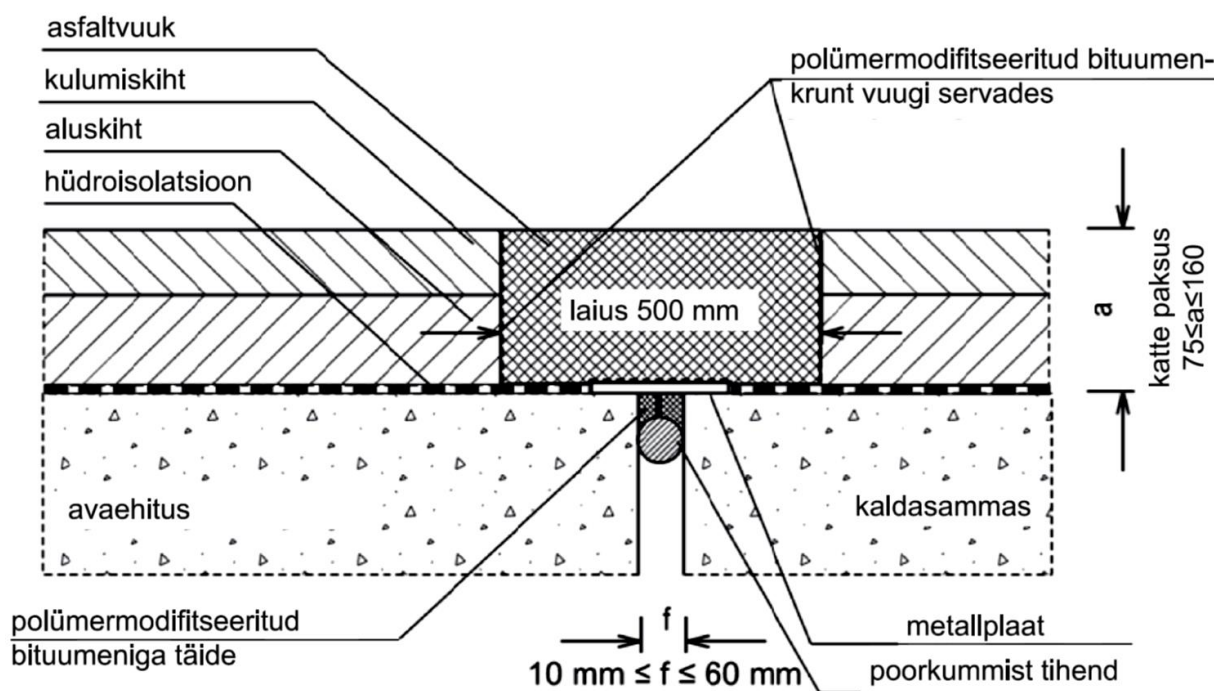
Väikestel liikumistel (kuni ± 30 mm) kasutatakse asfaltvuuke. Asfaltvuugid valmistatakse objektile peale silla asfaltkatte paigaldamist.

Vuukide laius võib olla 300 kuni 750 mm, standardlaius on 500 mm. Maksimaalne horisontaalne liikumine sõltub vuugi kõrgusest ja laiusest ning on antud Tabel 2.

Tabel 2. Asfaltvuugi max horisontaalsed liikumised

Vuugi laius, mm	Vuugi kõrgus (katte paksus)	Max horisontaalne liikumine
750	100+	±25
	75-100	±25
	50-70	±12
500	100+	±25
	75-100	±25
	50-70	±12
300	100+	±5
	50-100	±5

Asfaltvuukide eluiga piirdub 5-7 aastaga ning sõltub liicluse intensiivsusest, ehitaja kogemustest ja kasutatud materjalide kvaliteedist.



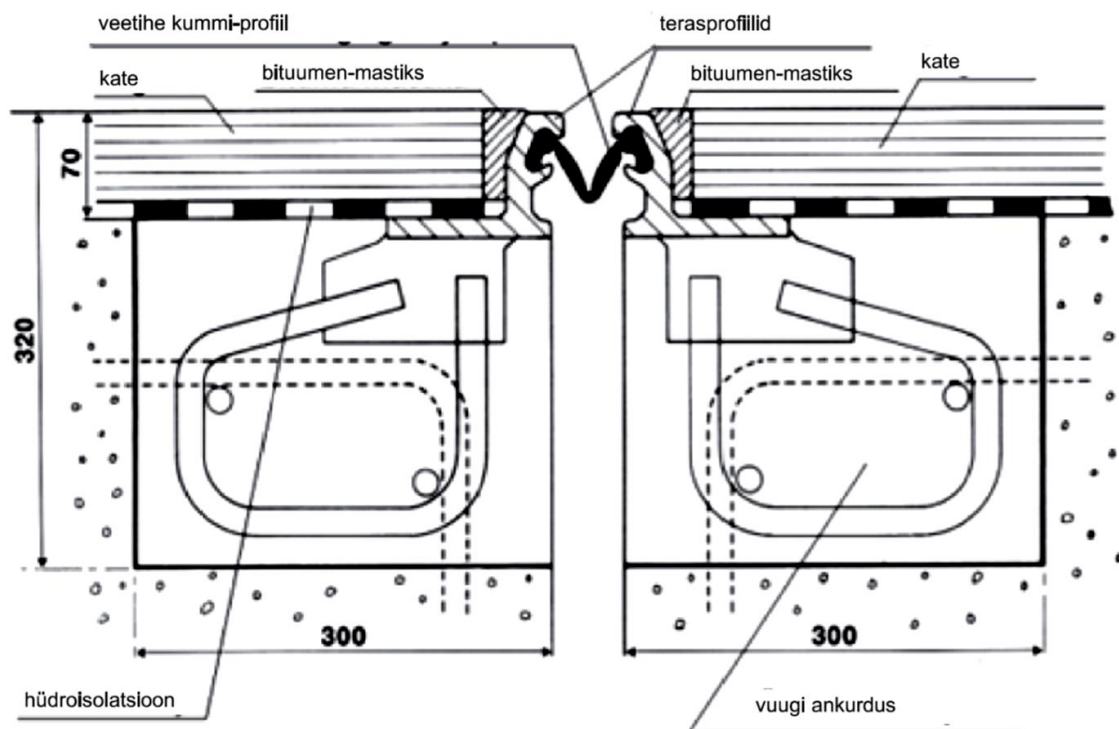
Joonis 1. Asfaltvuuk [17]

Tehases valmistatud sillavuugid on ette nähtud igat tüüpi avaehitusega sildade deformatsioonide vastu võtmiseks. Tehases valmistatud vuugid jagunevad suletud vuukideks, mis on veetihedad, ning avatud vuukideks, kus vesi kogutakse kokku vuugi all.

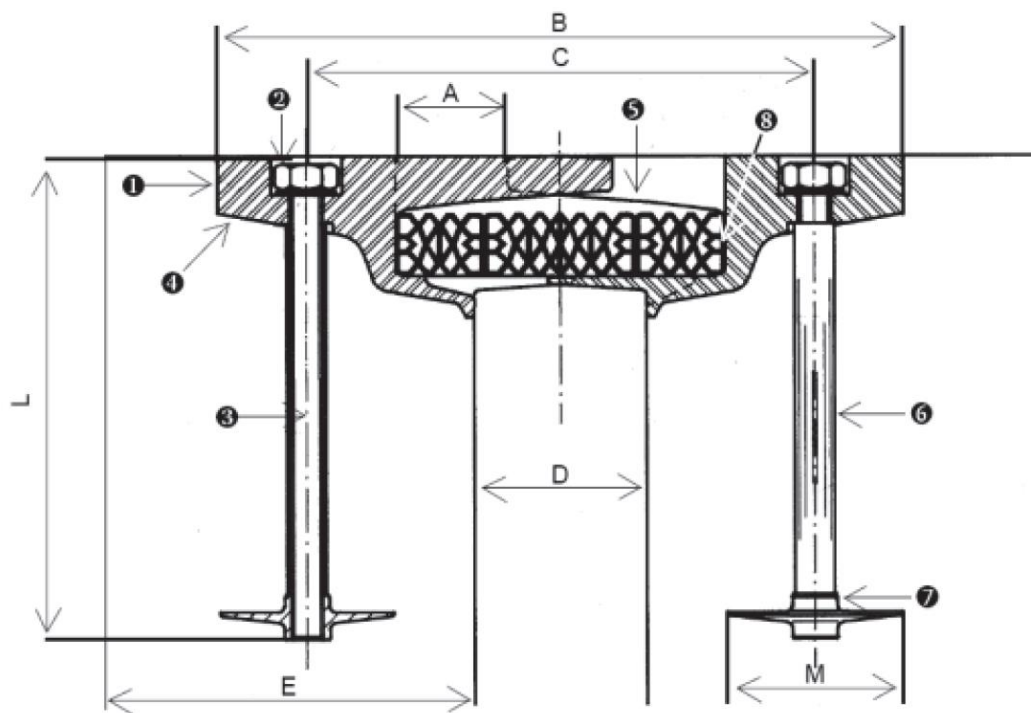
Suletud vuukide hulka kuuluvad avatud profiiliga vuugid (Joonis 2), kummimattvuugid (Joonis 4) ja moodulvuugid (Joonis 5). Avatud vuukide juurde kuuluvad libisevad vuugid (Joonis 6 ja Joonis 7). Nimetatud vuugid paigaldatakse vastavalt tootja juhiste peal silmas, et vuugi kõrgus peale katte paigaldamist oleks optimaalne. Liiga madalale paigaldatud vuugid või katte vajumised vuugi taga tekitavad liicluse mõjul lööke avaehituse konstruktsioonile, mille tulemusena kasvab materjali väsimuse risk.

Liiga kõrgele paigaldatud vuukidel on suurem risk talihooldde käigus kahjustada saada, mille tulemusena võib viga saada nii vuuk kui ka hooldetehnika ja -personal. Seetõttu on soovitatav vuugi mõlemale poole teha üleminekuriba, mis kindlustaks tasase teekatte pinna ja kaitseks vuuki sahkamisel vigastamise eest.

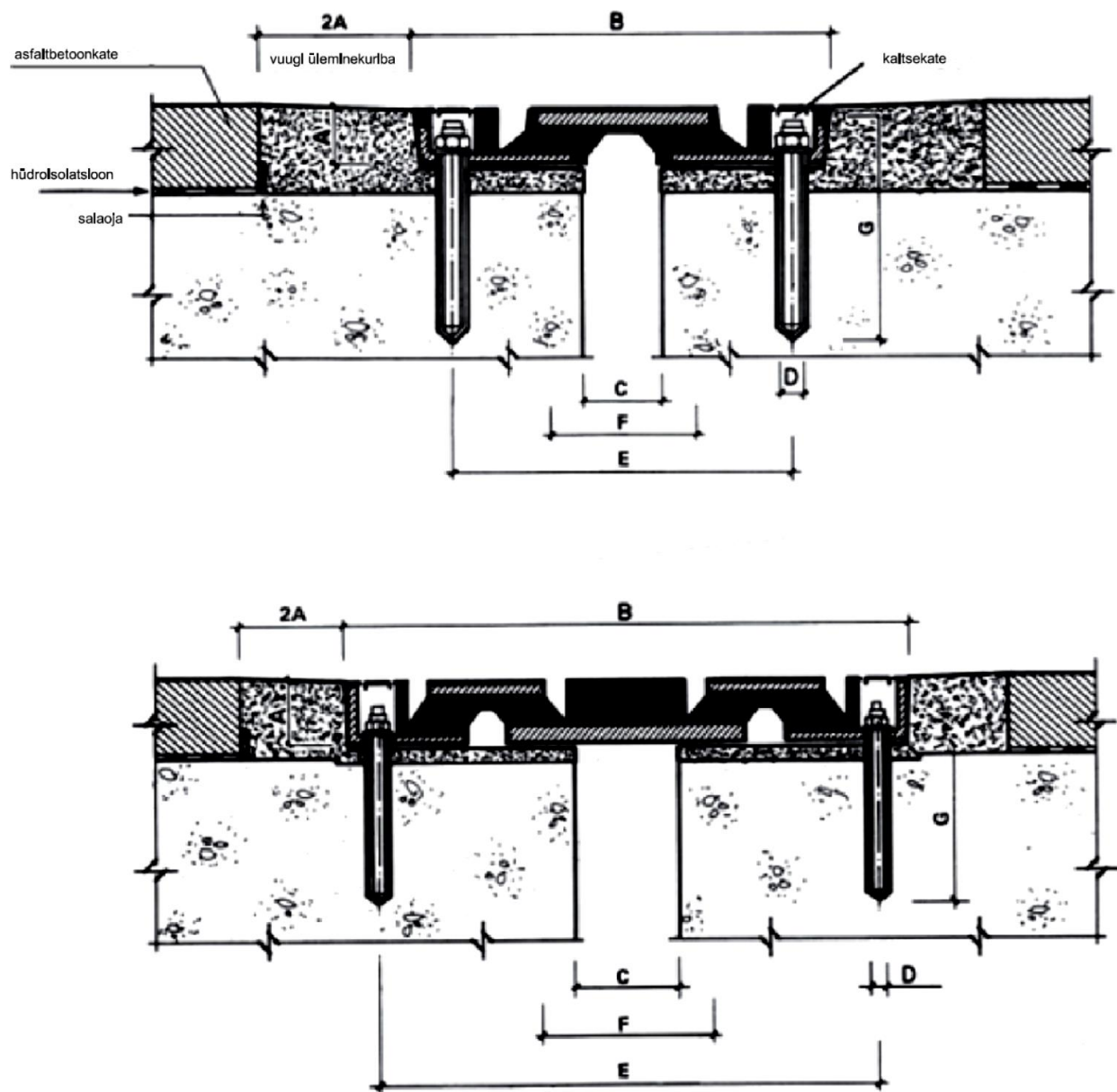
Keskmistel (± 25 kuni ± 80 mm) liikumistel, on kõige levinumad tehases valmistatud vuugid kummimatt-vuugid ja avatud profiiliga vuugid. Nende vuukide konstruktsioon koosneb profileeritud (armeeritud) kummist elemendist, mis on kinnitatatud vuugiava servades terasestest kinnituselementidega. Vuugi tüüplahendus ± 50 mm liikumisele on näidatud pildil (Joonis 2), suurema liikumisvahemikuga (kuni ± 80 mm) vuuk on näidatud Joonis 3 ja Joonis 4.



Joonis 2. Avatud profiiliga vuuk [17]



Joonis 3. Kummist vuugiprofiil, mis on kaetud sõrmplaatidega [17]

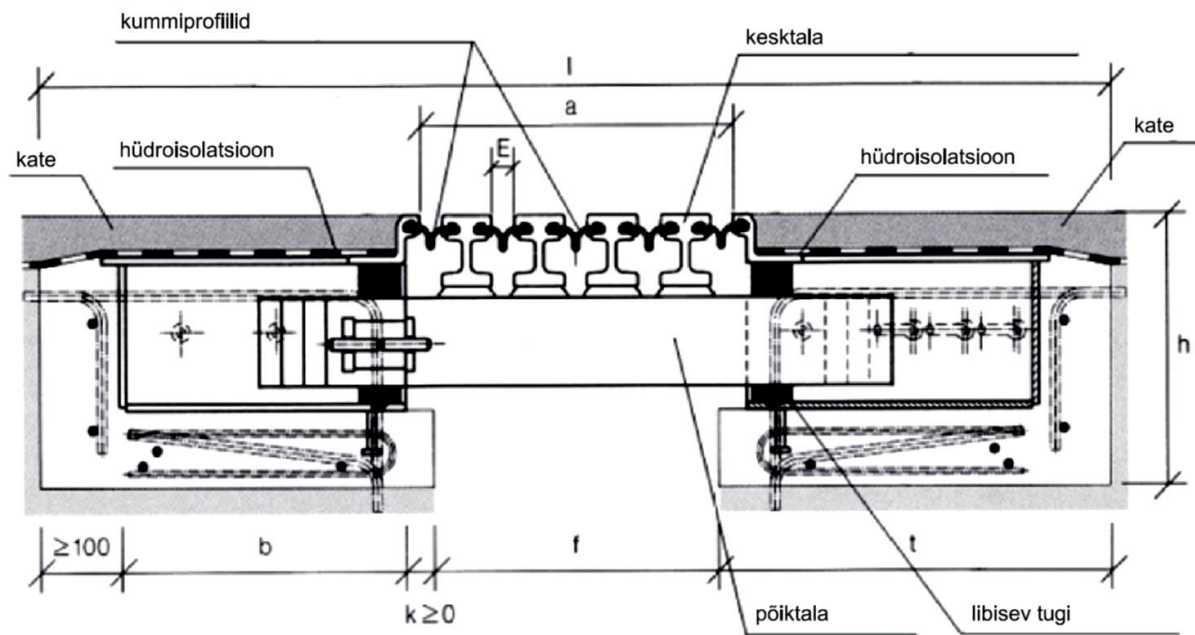


Joonis 4. Kummimatt-vuugid [17]

Tehases valmistatud vuugid on kallimad kui asfaltvuugid, kuid nende eluiga on märgatavalt pikem. Vuukide eluiga on otseses sõltuvuses regulaarsetest hooldetöödest.

Suurte (üle ± 80 mm) liikumiste vastu võtmiseks võib kasutada moodul- või libisevat vuuki.

Moodulvuugid koosnevad sillaga risti paigutatud I-tala elementidest, mis on ühendatud kummiprofiil-tihenditega ja toetud silla pikisuunas paigutatud taladele (Joonis 5). Moodulvuuk on suletud vuuk.



Joonis 5. Moodulvuuk [17]

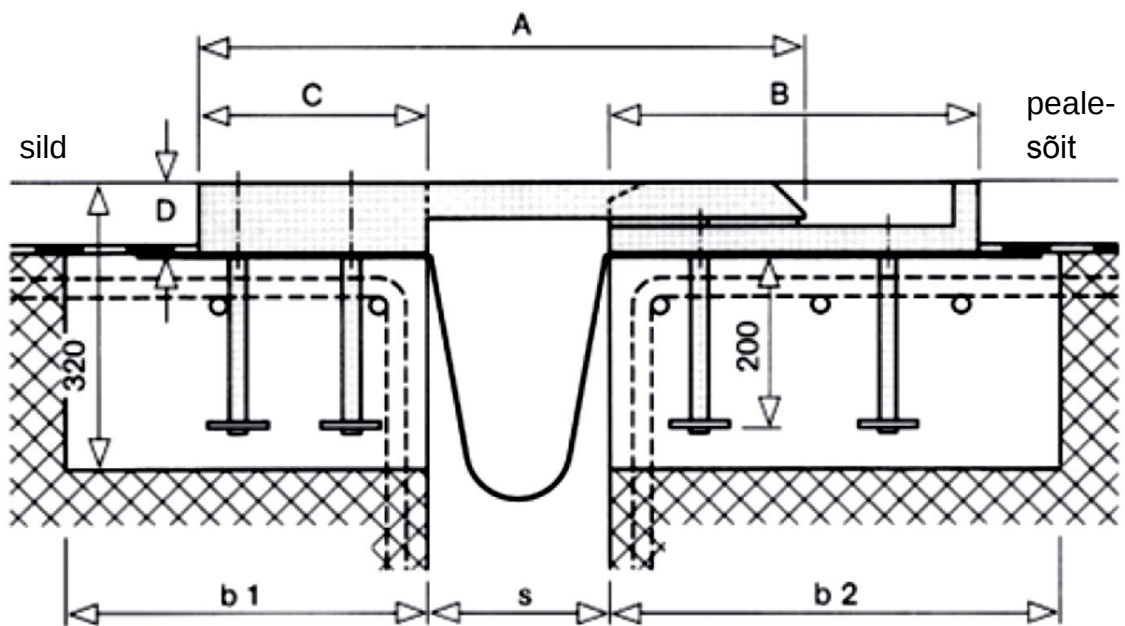
Kuna moodulvuuk võib olla väga lai, siis peavad selle elemendid võtma vastu ka pidurdamise ja kiirendamise koormuse.

Moodulvuugid sobivad vastu võtma liikumisi mõnest kümnest sentimeetrist kuni meetrini, erilahenduste korral ka rohkem.

Sõrmplaatidega libisevad vuugid on avatud vuugid, millest läbi voolav vesi juhitakse polümeermaterjalist valmistatud renni. Rennide kaudu suunatakse vesi silla serva (Joonis 6).

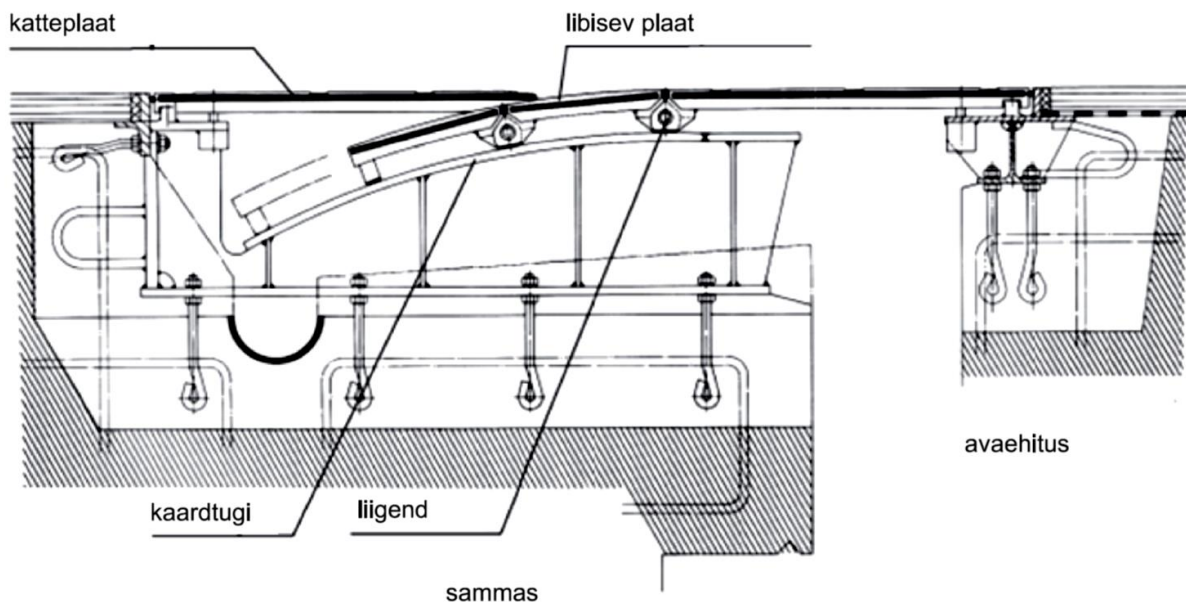
Sõrmplaatidega libisevate vuukide eelised: väiksem konstruktiivne kõrgus, sõrmplaatide elementides tekivad väiksemad pinged kuna plaadid on mõlemast otsast toetatud. Küll aga nõuavad sellised vuugid nõuavat pidevat hooldust ja regulaarset rennide puhastamist.

Nende vuukide negatiivseks omaduseks on vuukide vähene jäikus risti sillaga, mis ristisuunaliste deformatsioonide korral tekitab vuugi elementides täiendavaid pingeid, ning asjaolu, et suurte avade ja rasketranspordi korral võivad avaehituse otste pöördumisel vuugi „sõrmed“ tõusta üle teekatte pinna ning segada sellega liiklusvoogu.



Joonis 6. Sõrmplaadiga libisev vuuk [17]

Rull-sulguv vuuk koosneb lülidega katteplaadist, kus lülid on ühendatud liigenditega ja libisevad kaardus alusel, ning horisontaalsest katteplaadist, mis tagab teekatte pinna jätkuvuse (Joonis 7).



Joonis 7. Rull-sulguv deformatsioonivuuk [17]

Rull-sulguv vuuk on avatud vuuk ning seetõttu võib vesi sattuda avaehituse otstele. Vuuki kasutatakse avaehituse suurte pikisuunaliste liikumiste vastu võtmiseks. Vastu võetava liikumise suurus sõltub libiseva plaadi lülide arvust ja pikkusest.

Nende vuukide puuduseks on kergelt purunevad liigendid, libisevate elementide kulumine ja pöördumist takistavate tugede väike mehhaaniline vastupidavus.

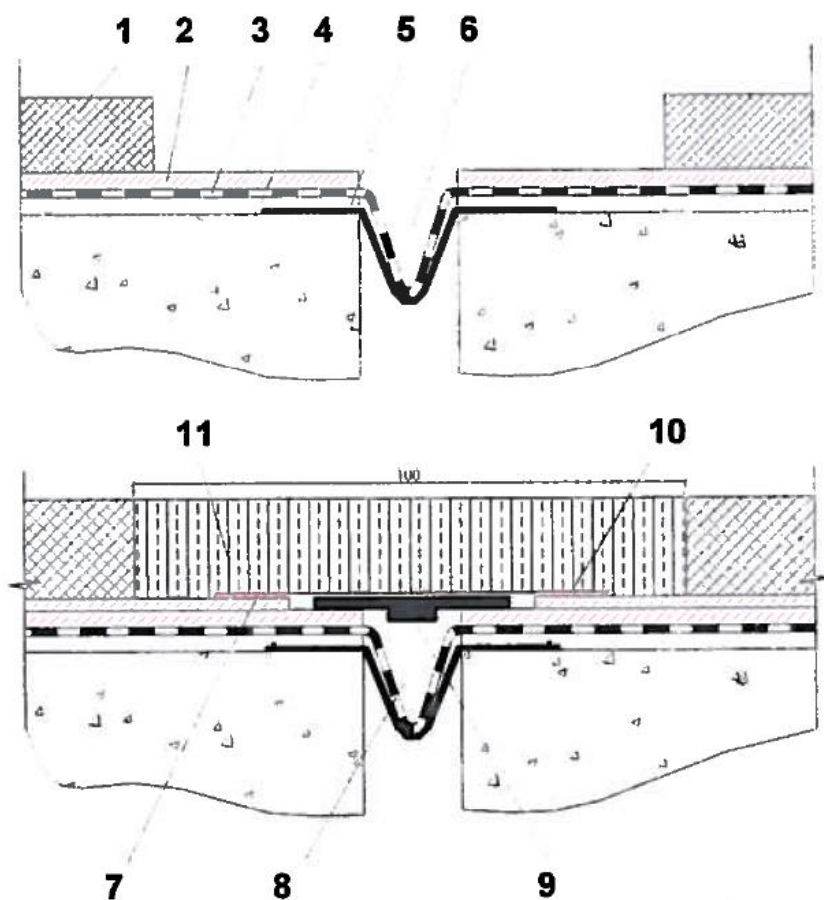
Selleks, et kindlustada deformatsioonivuugi korrektne töötamine tuleb võtta arvesse tegelikku temperatuuri vuukide paigaldamise ajal. Enne vuukide paigaldamist tuleb arvutada kaugus vuugiava servast, et talvel oleks tagatud arvutuslik avanemine ning suvel sulgumine.

2.2.4 LEEDU JUHENDID

Leedus, nagu Lätiski, kehtivaid normdokumente ei ole.

Üldülevaate Leedu sildade vuukide levinumatest defektidest annab sildu käsitlev album. [20]

Kahjustunud kattealuste vuukide asendamist elastse täitega vuukidega käsitleb silla remondi juhend. [21]



Joonis 8. Vuugi asendamine [21]

2.2.5 ROOTSI JUHENDID

Vuukide tüübid, mida Rootsi maanteeasildadele on paigaldada lubatud, peavad olema heaks kiidetud kohaliku Maanteeameti poolt.

Nimekiri heaks kiidetud vuukidest järgneb (Tabel 3).

Tabel 3. Rootsis lubatud vuugid [34]

Vuugi tootja ja tüüp	Rootsi maaletooja
CIPEC Wd 60, 80 and 100	AB Skandinavisk Spännbetong Drottninggatan 1 212 11 MALMÖ
JB FOG	Jointech Scandinavia AB Box 42 125 21 ÄLVSJÖ 08-732 41 14
Modular joint Tensa ® Modular Type LR & LR LS LR2 kuni LR12 Single Joint Gap Tensa ® Grip Type RS-A & RS-LS RS-LS Tensa ® Finger Type RSFD-B60 RSFD-B80 and B100-RSFD	Mageba sa Solistrasse 68 CH-8180 Bulach Switzerland +41-44-872 40 50
Maurer	Internordisk Spännarmering AB Industrivägen 6-8 137 37 VÄSTERHANINGE 08 – 500 738 20
Swedish	KALLKRO AB Hedgrindsgatan 13 811 61 SANDVIKEN 026-272828
Tensa Lastic	Spännteknik SLF AB Box 158 671 24 ARVIKA 0570-126 60
WSG 160-1200 WSG plus 2-15 WSF 80, WSF 100 WSG 1 Plus	RW Sollinger Hütte GmbH Auschnippe 52 37170 Uslar Germany

Kehtivaid vuuke käsitlevaid normdokumente teadaolevalt Rootsis ei ole. 1983. aastal on koostatud kohaliku Maanteeameti tellimusel ülevaade sildade vuukidest, mida siinkohal (30 aastat hiljem) refereeritud ei ole.

2.2.6 SOOME JUHENDID

Soome väikeste liikumistega (0-30 mm) vuukide lahendusi käsitleb SILKO 3.711 [36], mis on koostatud kohaliku Maanteeameti pikaajaliste kogemuste põhjal ja käsitleb lahendusi, mida Soomes töökindlaks peetakse. Soome Maanteeameti poolt heaks kiidetud vuugi lahendused on toodud järgnevas tabelis. [37]

Tabel 4. Soomes lubatud vuugid [37]

Toode	Tootja	Soome maaletooja
Thormajoint (L<35 mm)	Prismo Ltd UK	Lujitustekniikka Oy
30<L<45 mm		
Tensa Acme 55-35/70-45	Mageba Šveits	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
30<L<60 mm		
Silent-Joint 500S...900S RESA	RSAG Šveits	Lujitustekniikka Oy
30<L<50 mm		
Tiehallinto, tüüpjoonis R15/DC-7E	tegevusloaga insener	Ehitaja valmistab
Tiehallinto, tüüpjoonis R15/DC-7E	Trelleborg Building Systems	Trelleborg Building Systems
Tiehallinto, tüüpjoonis R15/DC-7E	FinnProfils Oy	FinnProfils Oy
Waboflex SR 2	KB Spennteknik AS Norra	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
30<L<80 mm		
RW WSF 80	RW Sollinger-Hutte GmbH Saksamaa	Insinööri toimisto Tensicon Oy
RW WSF 80 Reno	RW Sollinger-Hutte GmbH Saksamaa	Insinööri toimisto Tensicon Oy
Mageba RSA	Mageba Šveits	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
Tensa-Grip GS	Mageba Šveits	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
Maurer D80	Maurer Söhne GmbH Saksamaa	Lujitustekniikka Oy
Maurer D80B-KLB	Maurer Söhne GmbH Saksamaa	Lujitustekniikka Oy
Waboflex SR 2,5	KB Spennteknik AS Norra	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
30<L<100 mm		
Maurer XW1	Maurer Söhne GmbH Saksamaa	Lujitustekniikka Oy
L>80 mm		
RW WSG 160...1040	RW Sollinger-Hutte GmbH Saksamaa	Insinööri toimisto Tensicon Oy
Mageba LR 160...1040	Mageba Šveits	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy
Maurer D 160...1040	Maurer Söhne GmbH Saksamaa	Lujitustekniikka Oy
Maurer XL200...XL600	Maurer Söhne GmbH Saksamaa	Lujitustekniikka Oy
Waboflex 4	KB Spennteknik AS Norra	Insinööri toimisto Matti Janhunen Oy

2.2.7 UK JUHENDID

BJA (*Bridge Joint Association*) poolt koostatud rakendusjuhhis [26] annab järgmised suunised:

- **Vuugi valik**
Vuugi tootja või tarnija saab pakkuda sobiva tehnilise lahenduse ainult juhul, kui sillainsener on määranud vuugi töötamise näitajad, mis arvestavad mõjuvate koormuste, temperatuurivahemiku, sillateki siirete ja pööretega. Lisaks nimetatud tehnilistele lähtekohtadele tuleb vuugi valikul arvestada ka kogu silla eluea maksumusega tagamaks seda, et vuuk täidab oma ülesannet kogu ette nähtud eluea jooksul;
- **Vuugi töökindlus ja kogu eluea maksumus**
On oluline, et vuugi eeldatav eluiga oleks sama, mis teda ümbritsevatel pindadel vältimaks ebavajalikke liikluse katkestusi ning vuugi asendamise või parandamise kulusid. Tuleb tagada, et projekteerimisel arvestatakse lisaks paigaldamise kuludele ka kogu vuugi eluea kuludega ning nähakse ette ainult nende materjalide kasutamine, mille vastupidavus on tõestatud;
- **Vete ärajuhtimine**
Piisava detailsusega läbi töötatud sillateki vete ära juhtimise lahendus on oluline tagamaks konstruktsiooni töökindlust. Tuleb tagada vete ära juhtimine nii katte pinnalt kui ka selle alt ning näha ette vee ärajuhtimise lahendus juhiks kui vuuk lekib. Sillateki ja vuugi hüdroisolatsioon peavad omavahel sobima, lisaks tuleb lahendada tilktorude paiknemine, et vältida olukorda, kus vesi koguneb vuugi taha. Projekteerimisel tuleb tähelepanu tuleb pöörata ummistuste vältimisele ja juba tekkinud ummistuste likvideerimise võimalustele;
- **Vuukide paigaldamine**
Vuugi paigaldamisel peab osalema lisaks paigaldajale ka peatöövõtja ja sillainsener. Kõigil osapooltel peab olema kogu tehniline informatsioon ning varuda tuleb piisavalt aega, et tagada kvaliteetne tulemus;
- **Vuugi ülevaatus ja hooldus**
Sillateki lahendus peab võimaldama vuugile ligipääsu silla alt. Vuugi regulaarne kontroll nii silla pealt kui alt on oluline tagamaks selle töötamise kogu eluea jooksul. Varakult avastatud vead võimaldavad vältida suuremahulisi parandustöid. Silla inspekteerija peab teadma sillal kasutatud vuugi tüüpi ning selle potentsiaalseid kahjustusi. Vuugi hooldus tuleb kavandada nii, et see ühtiks sõidutee hooldustöödega vähendamaks liikluskorraldusvahendite ja liikluse seisakutega kaasnevaid kulusid. Minimaalne vuugi hoolduse intervall on 12 kuud.

UK standard BD 33/94 Deformatsioonivuugid sõiduteesildadele [18] (*Expansion Joints for Use in Highway Bridge Decks*) kehtestab järgnevalt toodu.

Üldised nõuded

Deformatsioonivuugid peavad tagama sõidumugavuse ja olema piisava haardeteguriga, et mitte ohustada ühtegi liiklejate gruppi.

Deformatsioonivuugid peavad suutma vastu võtta standardis kirjeldatud koormused ja liikumised ilma katet ja alusehitust kahjustamata kogu kasutusaja vältel.

Kui kogu horisontaalne liikumine on vähem kui 5 mm ja vertikaalne liikumine vähem kui 0,5 mm ei ole vaja deformatsioonivuuki ette näha, kuid hüdroisolatsioon tuleb lahendada nii, et see võtaks väiksed liikumised vastu ning tagada tuleb hüdroisolatsiooni jätkuvus vuugiava kohal.

Üldjuhul ei kombineerita ühes silla otsas erinevaid vuugilahendusi. Sama vuugilahendus, -täide või tihend peab jätkuma kogu ristlõikes (sh jalgte, servapruss, peenar, eraldusriba).

Vuugi elementide kinnitused silla konstruktsioonide külge peavad vastama tootja juhiste.

Vuugi pinna haardegur peab olema vähemalt sama kui külgneva katte oma kogu kasutusaja vältel.

Kui tootja andmed seda nõuavad tuleb vuugiava sulgeda kompressiooniprofiili, elastomeerse elemendi või muu tihendiga.

Kõik elemendid, mille kasutusaeg on lühem kui vuugi kasutusaeg, peavad olema projekteeritud nii, et need on asendatavad minimaalsete häiringutega liikluses.

Hüdroisolatsiooni ja vuugi liitumine peab olema veetihe.

Kui kasutatakse tehases valmistatud elemente, tuleb tagada elementide omavaheline veetihe ühendus ning paigaldada lisahüdroisolatsioon.

Üldjuhul paigaldatakse deformatsioonivuugid sirgena, vuugi ava peab olema ühtlase laiusena ja kunagi mitte vähem kui 10% lubatud liikumisulatusest või 6 mm.

Maksimaalne vuugi ava mõõde sõidutee kohal on 65 mm.

Äärekivi kohale näha ette katteplaadid vuugi kaitseks.

Jalgteede kohal tuleb vuukide avad katta katteplaadi või koormust taluva tihendiga. Tihendi ülemine pind peab olema 5 ± 2 mm allpool vuugi pinda.

Jalgratturite teedel, kus on kasutatud sõrmplaatidega vuuke ei tohi vahed sõrmede vahel olla suuremad kui 150 mm pikisuunas ja 20 mm laiuses. Kui nõue ei ole täidetud tuleb kasutada katteplaate.

Projekteerimine

SLS – vuugid pevad toimima ülemäärase hoolduseta kasutusaja jooksul.

ULS – vuuk ja selle paigaldus peab taluma arvutuslikke koormusi ning liikumisi.

Standardis on ära toodud varutegurid, koormused (vertikaalsed ja horisontaalsed) ja nende rakendamine vuukidele kande- ja kasutuspiirseisundis. Standard annab juhised erinevate liikumiste mõju arvesse võtmiseks (temperatuur, mahukahanemine ja roome, viltu ja kõverate sildade puhul külgsuunaline liikumine, vajumite mõju).

Vuugi tüübi valik

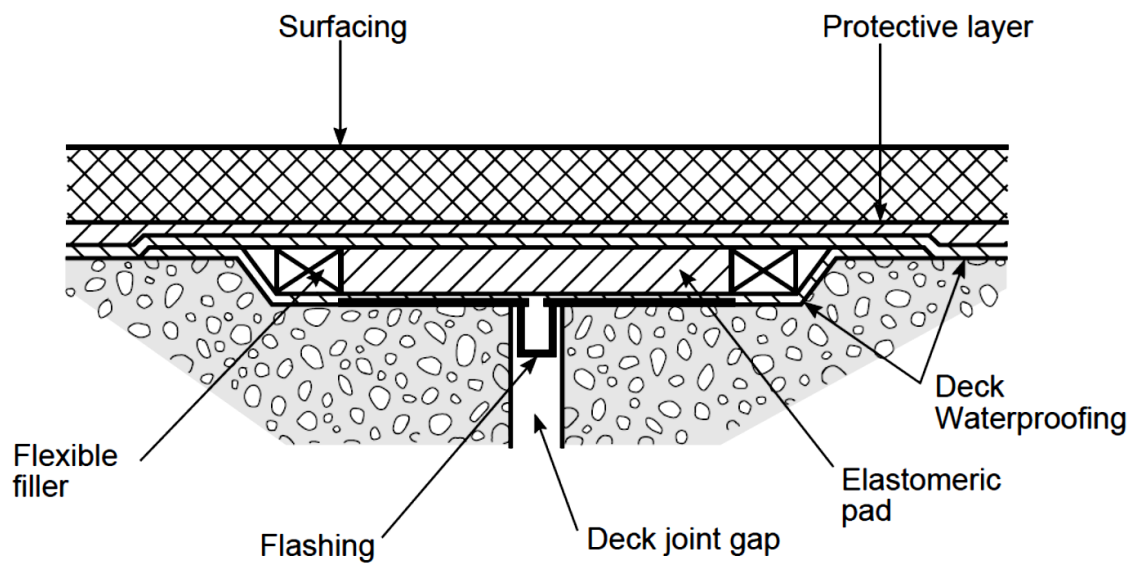
Vuugi tüübi valik sõltub peamiselt vajalikust liikumisvahemikust kasutuspiirseisundis ning sobiv võib olla rohkem kui üks vuugi tüüp. Liikumine ei tohi ületada Tabel 5 toodud piirväärtusi.

Juhul kui vuuk paikneb elamuala lähedal tuleb pöörata tähelepanu vuuki ületavast liiklusest tekkiva müra taseme vähendamisele.

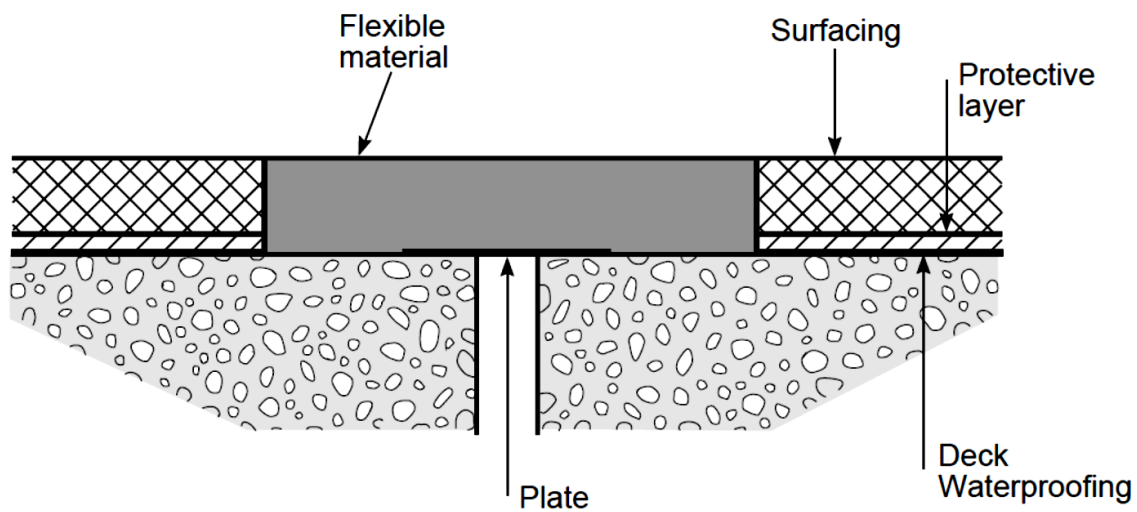
Tabel 5. Vuugi lubatavad liikumised (SLS)

Vuugi tüüp	Lubatav pikisuunaline liikumine		Lubatav vertikaalne liikumine vuugi külgede vahel, mm
	min, mm	max, mm	
Kattealune vuuk (Joonis 9)	5	20	1,3
Asfalttättega vuuk (Joonis 10)	5	40	3
Avatud profiiliga (valatud tihend)	5	12	3
Avatud profiiliga (kompressioon-tihend) (Joonis 11)	5	40	3
Armeeritud kummimatt (Joonis 12)	5	*	3
Avatud profiiliga (vuugiprofiiliga), moodulvuuk	5	*	3
Konsoolvuuk	25	*	3

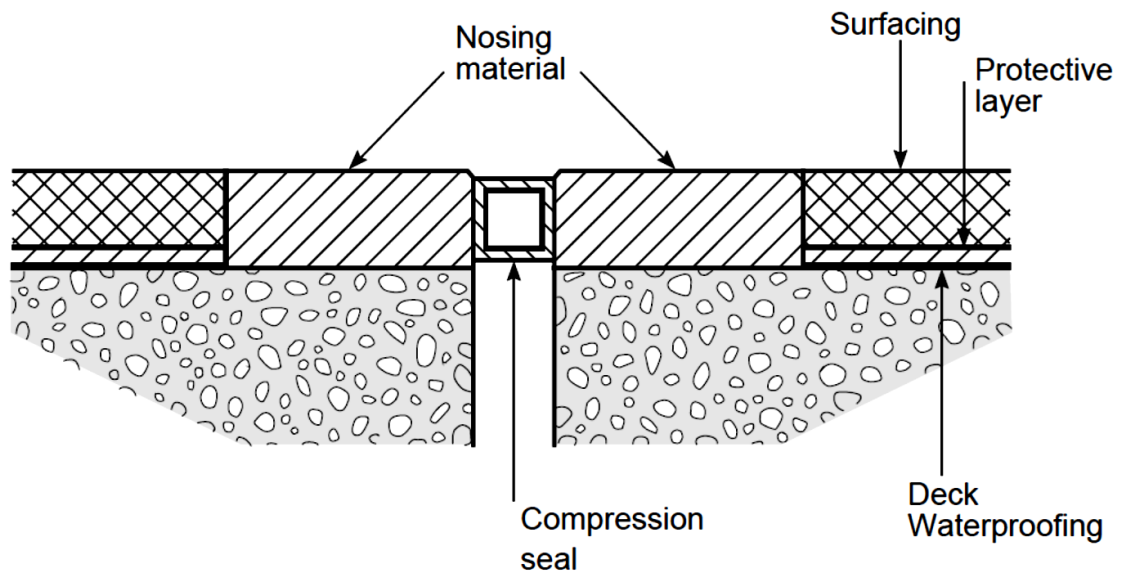
* maksimumväärtus vastavalt tootjale ja tüübile.



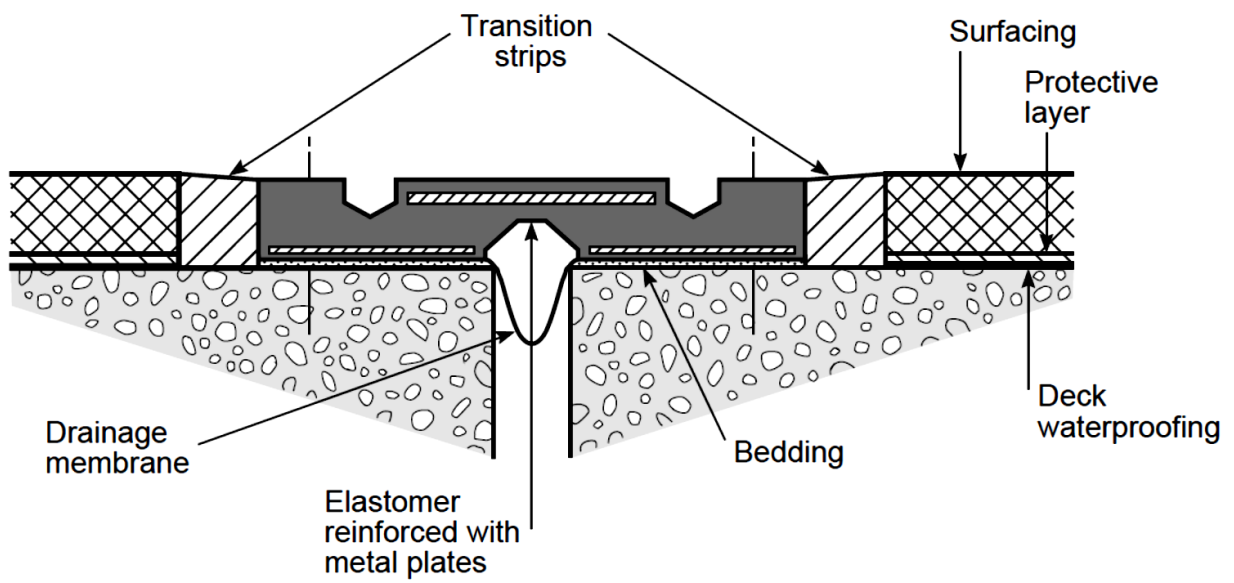
Joonis 9. Kattealune vuuk [19]



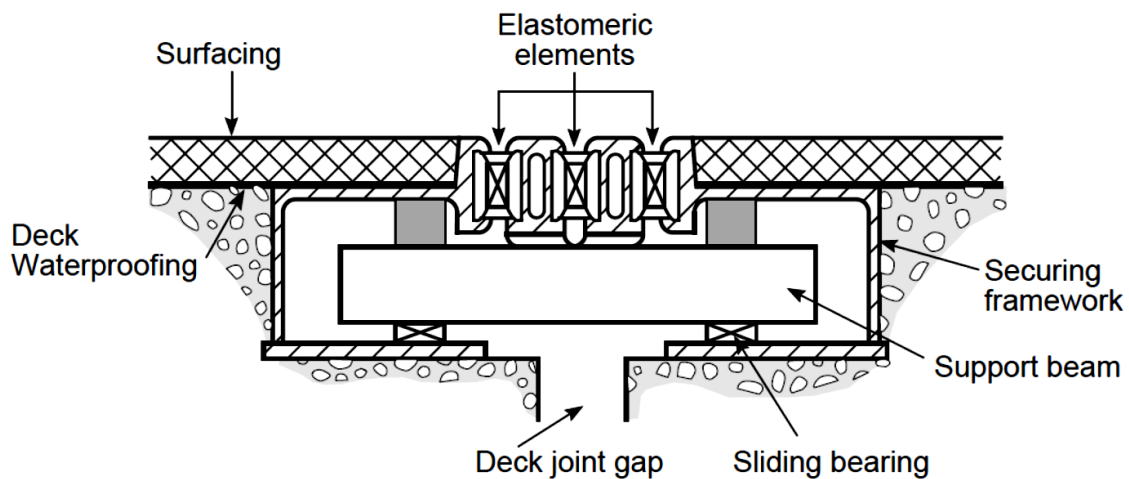
Joonis 10. Asfalttäitega vuuk [19]



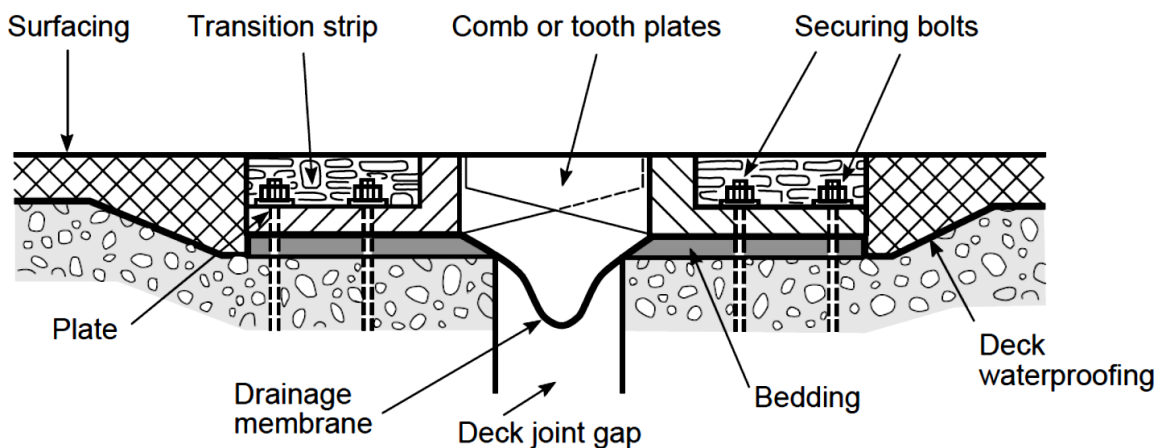
Joonis 11. Avatud profiiliga vuuk - kompressiooniprofiiliga [19]



Joonis 12. Armeeritud kummimatt-vuuk [19]



Joonis 13. Moodulvuuk [19]



Joonis 14. Konsoolvuuk [19]

Sademevee ärajuhtimine

Vuugist tõusvas suunas tuleb ette näha pinnaveetoru, et juhtida enne vuuki ära nii palju sademevett kui võimalik.

Töötav äravool tuleb ette näha ka kohe vuugi järel (allavoolu) koos piisava juurdepääsuga ülevaatuste ja hoolduse teostamiseks. Pinnavesi tuleb juhtida silla elementidest eemale teekraavi või kaevu.

Kohtades, kus vuuk tõkestab vee liikumise asfaldi kihtides, tuleb ette näha kattealune dren.

UK standardi BD 33/94 rakendusjuhhis BA 26/94 Deformatsioonivuugid sõiduteesildadele [18] (*Expansion Joints for Use in Highway Bridge Decks*) kehtestab järgnevalt toodu.

Vuugi tüübi valik

Kui vuuk vajab üleminekuriba tuleks riba laius hoida nii kitsana kui võimalik, ideaalis 50-100 mm, vuugipoolne serv faasitud, et hajutada rattakoormust. Vuukide enneaegne lagunemine on tihti tingitud ebasobivast üleminekuribast. Kui kasutatakse tsemendipõhiseid materjale tuleks kaaluda pragunemise vältimiseks tekiplaati ankurdatud armatuuri ette nägemist.

Kogemuste põhjal saab öelda, et enamus vuuke töötavad rahuldavalt kui on täidetud järgmised tingimused:

- kogu vuugikonstruktsioon on arvutatud vastu võtma liikluskoormuse mõjusid (sh kokkupõrge ja hõõrdumine);
- vuugiava liikumised ei ületa vuugikonstruktsioonile lubatud;
- vuuk on paigaldatud pädeva ja kogemustega ehitaja poolt.

Vuugi valikut mõjutavad tegurid on toodud Tabel 6.

Tabel 6. Vuugi valikut mõjutavad tegurid [19]

Vuugi tüüp	Liikumised (mm)									Liiklus üle vuugi						Vuugi projekt	Kasutatud materjalid	Aluspinna seisund	Paigaldustemperatuur °C			Ilmastiku mõjud	Korrosioon ja kulumine	Ettevalmistus ja tööjõud	Ankurdus ja sidemed
	Temperatuurist			Dünaamiline						Sagedus sõidurajal/ tunnis			Teljekoormus (kN)												
	Horisontaane			Horisontaalne			Vertikaalne																		
	0-15	15-50	50+	<0,05	0,05-0,10	>0,10	<2	2-4	>4	<10	10-50	>50	<10	10-40	>40										
Kattealune	M	H	N/A	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	M-H	M-H	M-H	L	M	H	M-H	L	H	M
Asfalttäitega	L	M	N/A	L	L	L	L	L	M	L**	L**	M**	L**	L**	M**	L-M	M	M	L	L	M	L	L	M	L
Avatud profiiliga (tihendiga)	M	H	N/A	L	L	M	L	L	M	L	M	H	L	M	H	H	H	H	L	M	H	L-M	L-M	H	H
Kummimatt	L*	L*	L*	L	L	M	L	L	M	M	M	H	L	L	M	M-H	L-M	M-H	L	L	L	M-H	M-H	H	H
Avatud profiiliga (teras-kumm)	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	M	L	L	L	M-H	M	N/A	L	L	L	M	M	M	H
Konsool	L*	L*	L*	L	L	M	L	L	M	L	L	M	L	L	M	M-H	L-M	M-H	L	L	L	H	H	M	H
Üleminekuriba	L	L	L	L	L	M	L	L	M	L	M	H	L	M	H	M	M-H	H	L	M	H	L-M	L-M	H	H

Mõju töökindlusele: L- vähene; M- keskmine; H- oluline

2.3 VUUKIDE TÜÜBID

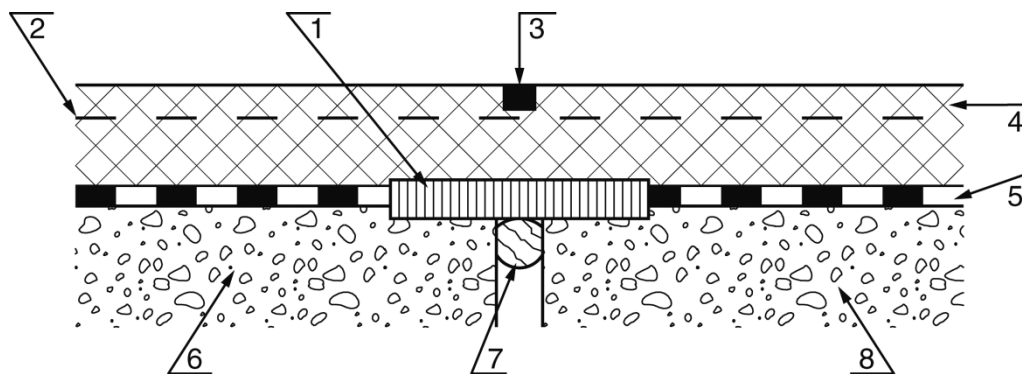
Käesolevas aruandes kasutatud vuukide klassifikatsioon põhineb EOTA poolt koostatud juhendi ETAG 032 mustandil (vt ka p 2.2.2).

Silla deformatsioonivuugid on jaotatud seitsmesse kategooriasse:

- kattealused deformatsioonivuuk (*buried expansion joint*) (p 2.3.1);
- elastse täitega deformatsioonivuuk (*flexible plug expansion joint*) (p 2.3.2);
- avatud profiiliga deformatsioonivuuk (*nosing expansion joint*) (p 2.3.3);
- kummimatt deformatsioonivuuk (*mat expansion joint*) (p 2.3.4);
- konsooldeformatsioonivuuk (*cantilever expansion joint*) (p 2.3.5);
- libisev deformatsioonivuuk (*supported expansion joint*) (p 2.3.6);
- mooduldeformatsioonivuuk (*modular expansion joint*) (p 2.3.7).

2.3.1 KATTEALUNE DEFORMATSIOONIVUUK

Kattealune deformatsioonivuuk (vt ka Joonis 15) valmistatakse objektil kasutades hüdroisolatsioonimaterjale või elastomeerset täidet jaotamaks deformatsiooni laiemale alale ning toetamaks kattekonstruktsiooni, mis jätkub pidevana üle vuugi ava. Kõik deformatsioonivuugi osad asetsevad kattekonstruktsiooni all. [5]



Joonis 15. Kattealuse vuugi üldskeem

Joonis 15 legend:

- 1) kaetud vuuk, sh hüdroisolatsioon;
- 2) katte armatuur (vajadusel*);
- 3) katte prao tihend (vajadusel*);
- 4) kattekonstruktsioon;
- 5) silla hüdroisolatsioon;
- 6) sillatekk;
- 7) tihend,
- 8) kaldasammas.

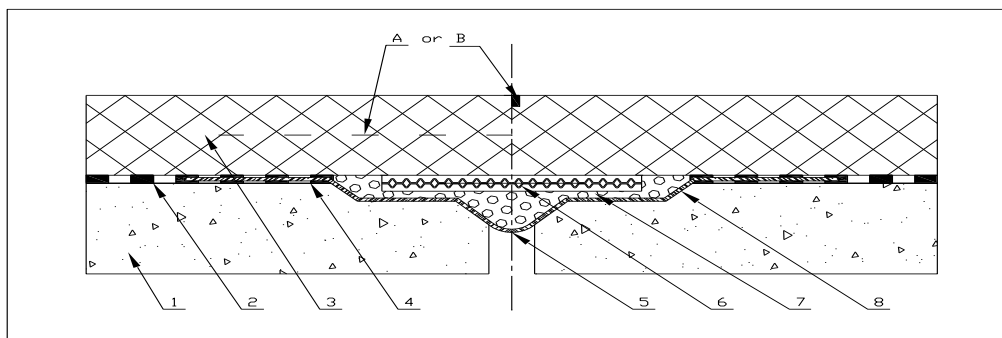
* 2) ja 3) ei kasutata koos.

Kattealuse vuugi liikumisvahemik on tavaliselt 20 mm (± 10 mm). [30]

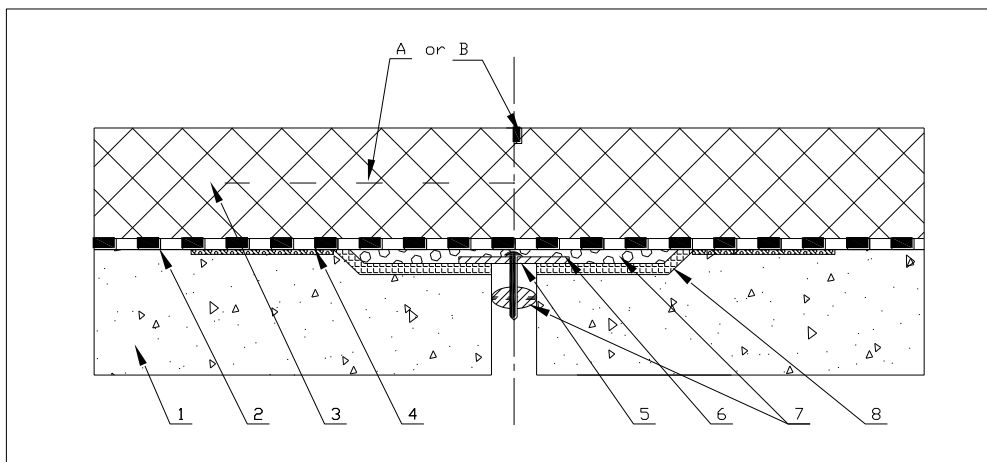
Vuugi töötamise temperatuurivahemik on üldiselt -30° kuni $+45^{\circ}$. Eeldatakse, et kaetud vuugid sobivad kasutusea kategooriatesse 1, 2 ja 3.

Polümeerne kattealune vuuk kinnitatakse kleepimisega või mehhaaniliselt ning seda võib lahendada erinevalt [6] [7]:

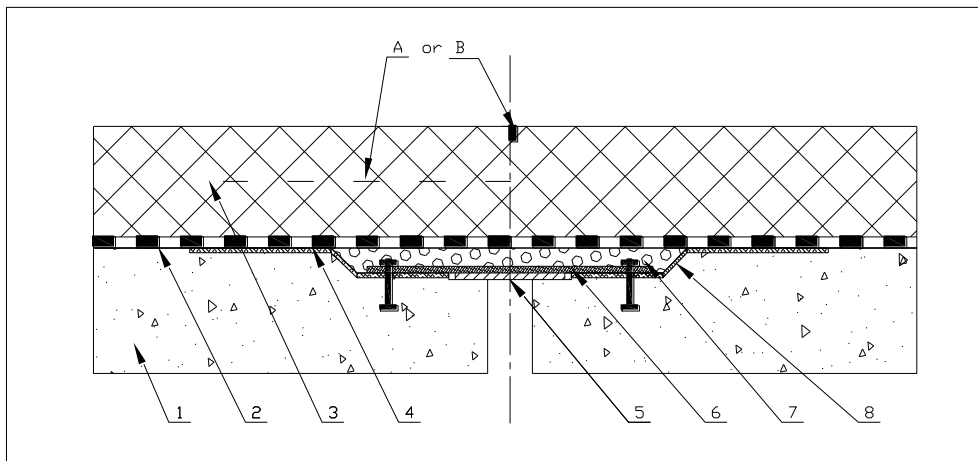
- kaetud renn (*buried flashing*): objektil moodustatud kattealune lahendus vuugi ava sildamiseks, koosneb õhukesest elastomeersest ribast ja hüdroisolatsioonimaterjalist (vt ka Joonis 16);
- kaetud täide (*buried pad*): vuuk, mis on moodustatud teki tasapinda kasutades hüdroisolatsioonimaterjali ja eelnevalt valmistatud elastomeerset täidet või elastomeerset renni (vt ka Joonis 17);
- kaetud elastne vuugitäide (*buried flexible plug*): vuuk, mis on moodustatud teki tasapinda eelnevalt valmistatud elastsest vuugitäitest (*flexible plug joint*) (vt ka Joonis 17);
- kaetud vuuk mehhaniliste kinnitustega: teki tasapinda moodustatud vuuk vuuk, mis on kinnitatud elastomeerse tihendiga täidetud avadesse paigaldatud ankrupoltide või –aasadega ning kaetud kaitseplaadiga (vt ka Joonis 18).



Joonis 16. Kattealune vuuk, tüüp 1



Joonis 17. Kattealune vuuk, tüüp 2



Joonis 18. Kattealune vuuk, tüüp 3

Joonis 16, Joonis 17, Joonis 18 legend:

- 1) sillatekk/kaldasammas;
- 2) silla hüdroisolatsioon;
- 3) kattekonstruktsioon;
- 4) hüdroisolatsiooni ühenduselement;
- 5) toestav element (nt plaat);
- 6) vabalt libisev pind, pikenev membraan või elastne tihendussegu;
- 7) tihend, täide;
- 8) hüdroisoleeriv element
- a) katte armatuur (vajadusel)
- b) katte prao tihend (vajadusel);

Kaetud vuugi puhul on oluline teada, et selle kasutusega sõltub suuresti kattekonstruktsiooni võimest vuugi liikumine vastu võtta, mis omakorda sõltub katte paksusest, selle mehhanilistest omadustest, armeeringu olemasolust jm teguritest. Kattealustel vuukidel ei ole asendatavaid osi. [6]

Kattealustele vuukidele on iseloomulik, et konstruktsiooni pikenemise ja lühenemise tagajärjel on lubatud vuugis ja kattekonstruktsioonis selle kohal tõmbe- ja survepingete tekkimine. Eeldatakse, et kattekonstruktsioon suudab need pinged vastu võtta kahjustamata vuuki ja konstruktsiooni ennast. Kattekonstruktsioon, deformatsioonivuuk ja hüdroisolatsioon loetakse koos töötavateks kogu kasutusea jooksul. [6]

Kattealuse vuugi mehhaaniline tugevus on määratud peamiselt toestava elemendi tugevusega. Selle kontroll toimub arvestades asjaolu, et see on katte all. [6]

2.3.2 ELASTSE TÄITEGA DEFORMATSIOONIVUUK

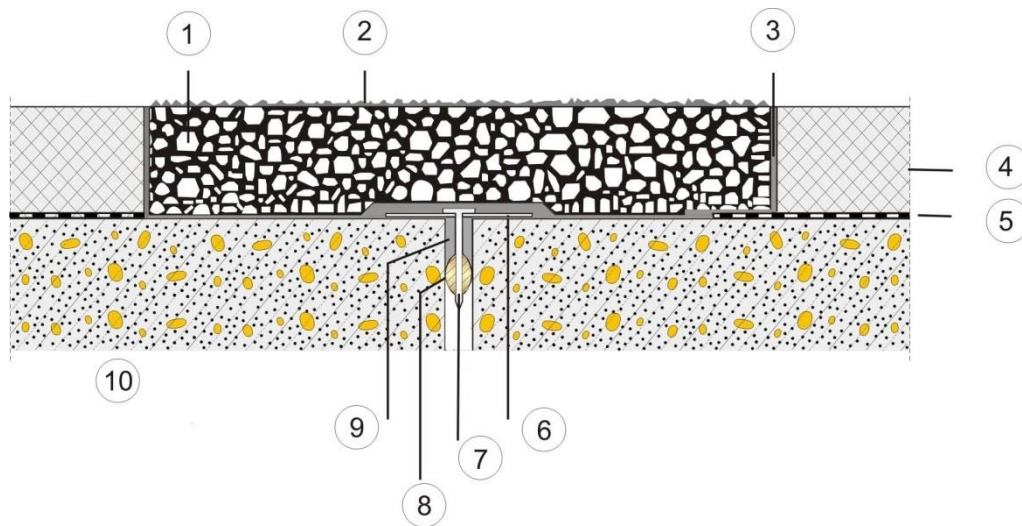
Elastse täitega deformatsioonivuuk on koha peal valatud vuuk. See koosneb kattekonstruktsiooniga samas tasapinnas olevast spetsiaalse koostisega elastsest

materjalist (side- ja täiteaine) ning on vuugiava kohal toetatud metallplaadile vm sobivale elemendile. Sideaine, mida kasutatakse vuugitäites, põhineb bituumenil (sarnaselt asfaldiga). [5]

Elastse täitega vuugi liikumisvahemik on kuni 50 mm [31]. Vuugi töötamise temperatuur on -20°C kuni +45°C. Eeldatakse, et elastse täitega vuuk sobib kasutusea kategooriasse 1 (10 aastat). Vuugi kasutusaega mõjutavad järgmised tegurid:

- külgnev kattekonstruktsioon;
- liikluse iseloom;
- temperatuur;
- tee kalle. [8]

Näited elastse vuugitäitega vuugist on toodud Joonis 19 kuni Joonis 21 (8).



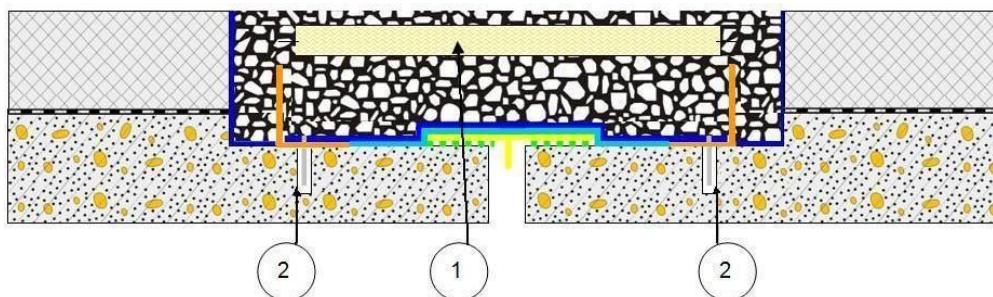
Joonis 19. Elastse vuugitäitega vuuk

Joonis 19 legend:

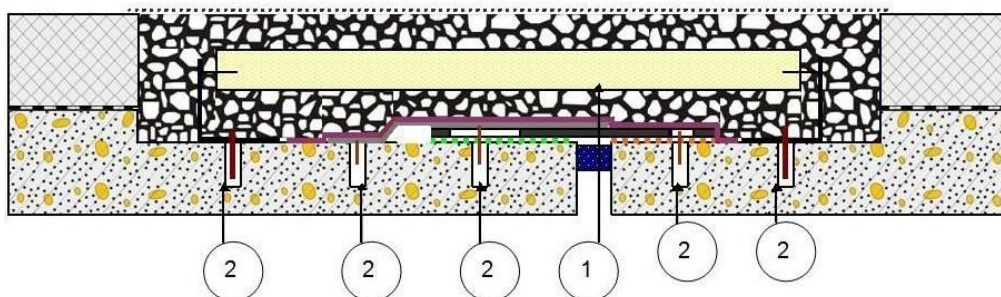
- 1) vuugitäide (side- ja täiteaine);
- 2) pindamine;
- 3) hüdroisolatsioon;
- 4) kattekonstruktsioon;
- 5) sillateki hüdroisolatsioon;
- 6) plaat;
- 7) kinnitus;
- 8) tihend;
- 9) vuugitäide;
- 10) sillatekk.

Joonis 19 illustreerib võimalust ühendada hüdroisolatsiooni kiht vuuki täitva seguga.

Alljärgnevalt on toodud 2 võimalikku lahendust ankurdatud plaadi ja liikumise kompenseerijaga vuugi lahenduse kohta.



Joonis 20. Elastse täitega vuuk, ankurdusega



Joonis 21. Elastse täitega vuuk, ankurdusega

Joonis 20 ja Joonis 21 legend:

- 1) liikumise kompenseerija;
- 2) ankurdussüsteem.

Elastse täitega vuukidele on iseloomulik, et konstruktsiooni pikenemise ja lühenemise tagajärjel on lubatud vuugitäites tõmbe ja survepingete tekkimine. Selle tagajärjeks on suured, kuid aeglaselt avalduvad liikumised peamiselt temperatuurimuutustest ning suhteliselt väikesed, kuid tihti korduvad liikumised liiklusest. Täitematerjal peab olema võimeline neid koormusi taluma ise purunemata ja muid konstruktsiooni osi kahjustamata. [8]

Elastse täitega vuuki on suhteliselt lihtne parandada, see on vastupidav lume lükkamisel tekkivatele kahjustustele, seda saab külmalt uuesti täita tee ülekatte teostamisel. [32]

Asfalttäitega vuukidel on kalduvus soojematel temperatuuridel pehmeneda ja roomata, mille tagajärjel tekivad rattaroopad ning nihkumine. Väga külmadel temperatuuridel muutub asfalttäitega vuuk hapraks ja praguneb vuugi ja katte ühenduskohas tekitades potentsiaalse vee läbijooksu koha. Asfalttäitega vuuke ei tohiks kasutada kohtades, kus esineb olulist pidurdamist/kiirendamist (kiirtee rambid, valgusfooridega teelõigud), raskeveokite ja suure liiklussageduse korral. Ka on

asfalttäitega vuugid ebasobivad väga viltu sildade ning suurte pöördumiste korral. [31]
[32]

2.3.3 AVATUD PROFIILIGA DEFORMATSIOONIVUUK

Avatud profiiliga deformatsioonivuugil on terase, betooni, modifitseeritud betooni või elastomeeriga ette valmistatud servad. Vuugiava on sillatud elastse vuugiprofiiliga, mis ei kannu liikluskormust. [5]

Avatud profiiliga vuuk koosneb järgmistest osadest:

- metallist, betoonist, polümeerbetoonist, elasomeerist vm materjalist servadest ning servade ankurdusest külgnevasse konstruktsiooni. Serva element, mis võtab vastu rattakormust, peab olema terves ulatuses toetatud. See võib olla konsoolne vaid juhul kui see projekteeritakse liikluskormust vastu võtma;
- elastne vuugiprofiil, millel on võime vastu võtta vuugiava liikumised. Vuugiprofiil ei ole kattega samas tasapinnas ning ei võta vastu liikluskormust;

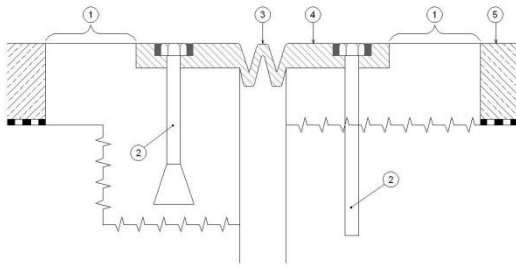
Avatud profiiliga deformatsioonivuuk on üheavaline (servade vahel on üks vuugiprofiil). [9]

Standartsete avatud profiiliga vuukide liikumisvahemik on kuni 80 mm. [33] Temperatuurivahemiku, kus avatud profiiliga vuuki võib kasutada, määrab tootja, ning kindlustab, et materjalid ka sobivad neil temperatuuridel kasutamiseks. Avatud profiiliga vuuk sobib kõikides kasutusea kategooriates (vt Tabel 1). Vuugil on asendatavad osad, mille kasutusaeg on lühem kui kogu süsteemil. Vuugi ehituse tõttu on vuugi teljega paralleelsete jõudude osakaal tühine. [9]

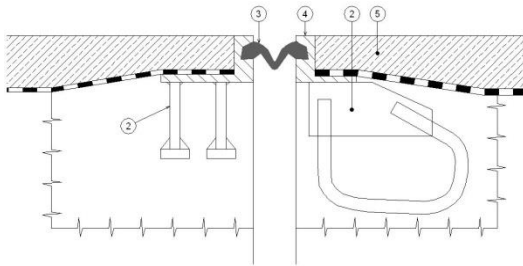
Järgnevatel joonistel on toodud näited avatud profiiliga vuugi lahendustest. [9]

Tüüp 1 korral on vuugiprofiil kinnitatud konstruktsiooni külge ankrutega (Joonis 22).

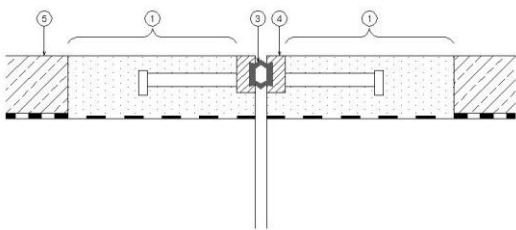
Tüüp 2 korral püsib vuugiprofiil oma kohal kinnitusvahendite ja/või liimiga või surve (hõõrde) abil.



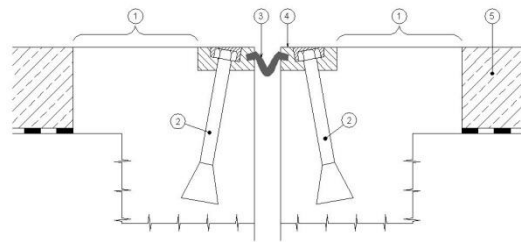
Joonis 22. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 1 (ankrud)



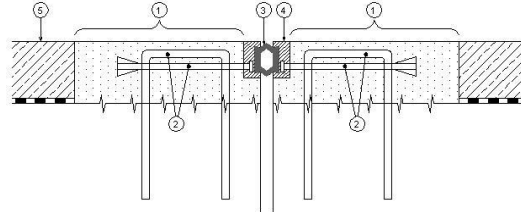
Joonis 23. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (armatuur)



Joonis 25. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (hõõre betooniga)



Joonis 24. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (viltu tüüblid või poldid)



Joonis 26. Avatud profiiliga vuuk, tüüp 2 (hõõre betooniga + ankrud betoonis)

Joonis 22 kuni Joonis 26 legend:

- 1) üleminekuriba kattekonstruktsioonilt vuugile;
- 2) ankurdussüsteem – vardad või ankrud, mis ühendavad vuuki sillateki või kaldasambaga;
- 3) vuugiprofiil;
- 4) juhtsiinid/servad;
- 5) kattekonstruktsioon.

Kui vuugiprofiil on kinnitatud vaid surve (hõõrde) abil on selle vuugi puhul äärmiselt oluline projekteeritud ja tegeliku vuugiava laius vastavus. Kui tegelik ava on liiga lai jääb hõõrdejõud liiga väikeseks, et hoida ära vuugiprofiili välja libisemist. Elastomeeri väsimine ja sodi kogunemine võivad samuti põhjustada vuugi välja libisemist. [32]

2.3.4 KUMMIMATT DEFOMATSIOONIVUUK

Kummimattvuugis kasutatakse konstruktsiooni eeldatavate liikumiste vastu võtmiseks tehases toodetud elastomeerse riba või mati elastseid omadusi. Riba on

kinnitatud konstruktsiooni külge (nt poltidega). Vuugielement on samas tasapinnas katte pinnaga ning kannab liikluskootmust. [5]

Kummimattvuuk koosneb vähemalt järgmistest elementidest [10]:

- elastomeerne element (matt);
- ankurdussüsteem.

Lisaks on võimalik kasutada järgmisi elemente [10]:

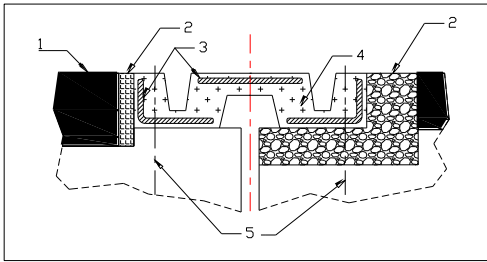
- vahetugi;
- libisev plaat;
- sildav plaat;
- äärekivi elemendid;
- matte ühendavad elemendid;
- drenaazielemendid;
- katteplaadid;
- ühendused veekindla membraaniga.

Konstruktsiooni liikumised avalduvad mati deformatsioonidena (pikenemine, kokku surumine, nihe). Matt võib olla koos terasest armeeringuga või ilma selleta.

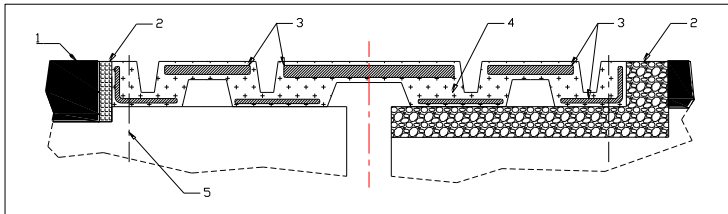
Kummimattvuuke sobib kõikides kasutusea kategooriates (vt Tabel 1) ja kõigil temperatuuridel. Sellel on osad, mille kasutusaeg on lühem kui kogu süsteemi kasutusaeg. [10]

Temperatuurimuutustest tingitud tsüklilisi liikumisi ei peeta kummimattvuukide projekteerimisel oluliseks. Liiklusest tingitud liikumised võivad tekitada väsimust vuugi osades (kinnituselemendid, ankurdussüsteem). [10]

Nihkele töötavate kummimattvuukide põhimõtte on näidatud järgmistel joonistel (Joonis 27 ja Joonis 28). [10]

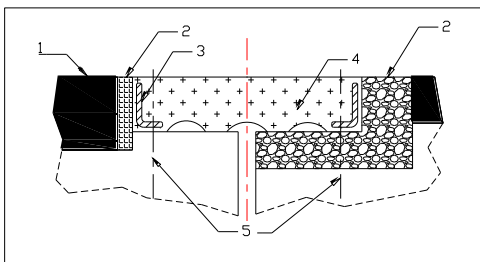


Joonis 27. Matt-vuuk, nihkele töötav (üks rida)

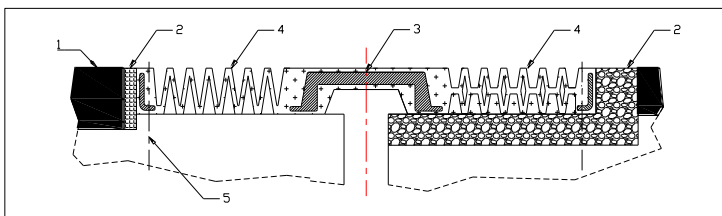


Joonis 28. Matt-vuuk, nihkele töötav (mitu rida)

Tõmbele/survele töötavate kummimattvuukide põhimõte on näidatud järgmistel joonistel (Joonis 29 ja Joonis 30).

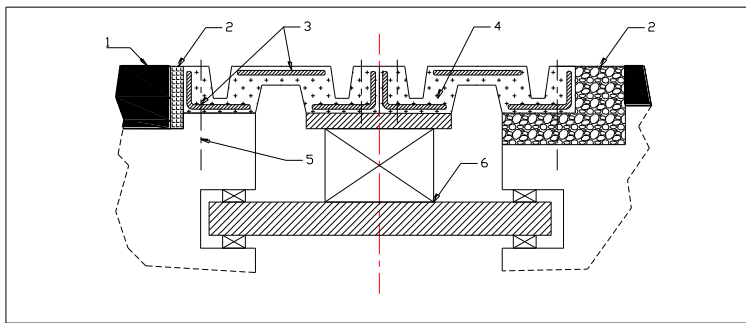


Joonis 29. Matt-vuuk, tõmbele/survele töötav (üks rida)



Joonis 30. Matt-vuuk, tõmbele/survele töötav

Vahetugedega matt-vuukide (Joonis 31) arvutamisel tuleb vahetoed projekteerida nagu moodulvuugi korral.



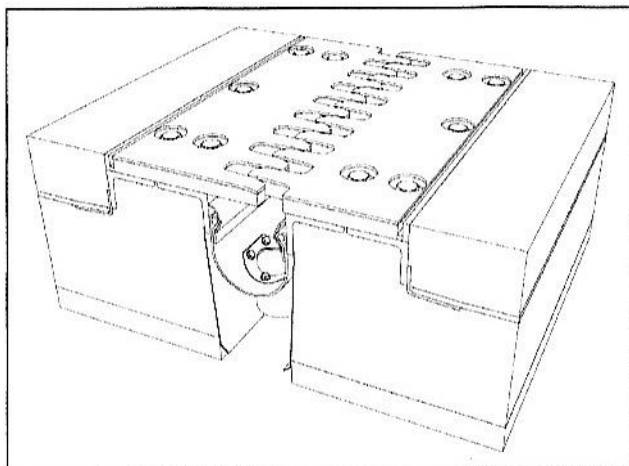
Joonis 31. Vahetoega matt-vuuk

Joonis 27 kuni Joonis 31 legend:

- 1) kate/kulumiskiht;
- 2) (vasakule) vuugitäide; (paremale) üleminekuriba;
- 3) armeering;
- 4) elastomeer;
- 5) ankurdus;
- 6) vahetugi.

2.3.5 KONSOOLDEFORMATSIOONIVUUK

Konsooldeformatsioonivuuk koosneb konsoolsetest sümmeetrilistest ja ebasümmeetrilistest elementidest (kamm, saehambad, siinusplaadid), mis on ankurdatud vuugiava servades ning kavandatud konsoolsena sildama vuugiava. Vuugi elemendid on samas tasapinnas kattekonstruktsiooniga (Joonis 32). [5]



Joonis 32. Konsoolvuugi 3D vaade

Konsoolvuuk koosneb vähemalt järgmistest elementidest [11]:

- sõrmplaadid;
- ankurdussüsteem.

Lisaks on võimalik kasutada järgmisi elemente [11]:

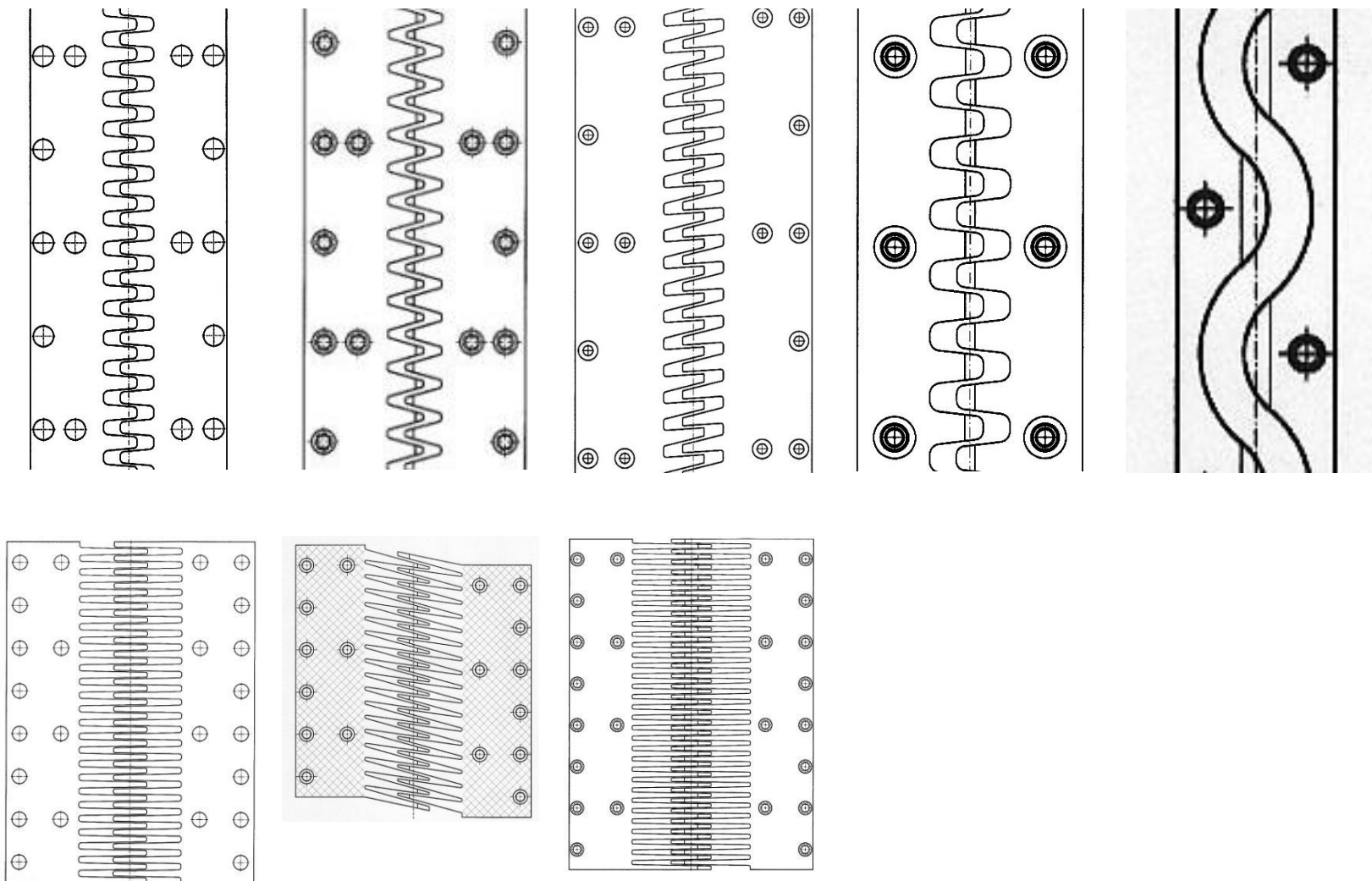
- äärekivi elemendid;
- katted jalgteedele;
- elemendid jalgrattaradadele;
- aluskonstruktsioon (ühendamaks vuugi põhikonstruktsiooniga);
- kohandused lumetõrjeks (nt kokkupõrkekaitse ribad);
- veekindlad elemendid või kattealune dren;
- ühendused veekindla membraaniga;
- üleminekuriba.

Paremate nakkeomaduste saavutamiseks võib kasutada ka täiendavat pealiskihti (nt epoksiid kvartsiga).

Konsoolvuuk sobib kõikides kasutusea kategooriates (vt Tabel 1) ja kõigil temperatuuridel (vt p 2.2.2). Sellel on osad, mille kasutusaeg on lühem kui kogu süsteemi kasutusaeg. [11]

Terasest konsoolvuuke on edukalt kasutatud keskmiste ja suurte liikumiste korral. Vuugi sõrmplaadid võib valmistada kerge kaldega vuugiava suunas, et vähendada sahkamisel tekkivaid kahjustusi. Konsoolvuugid ei ole veetihedad ning vee ära juhtimiseks tuleb paigaldada täiendav profiil. Korralise hoolduse puudumisel see aga ummistub ning muutub ebaefektiivseks. [31]

Erinevad sõrmede kujud on näidatud Joonis 33 [12]. Osad näidatud lahendused ei sobi ilma täiendavate elementideta kõikidesse kasutuskategooriatesse.

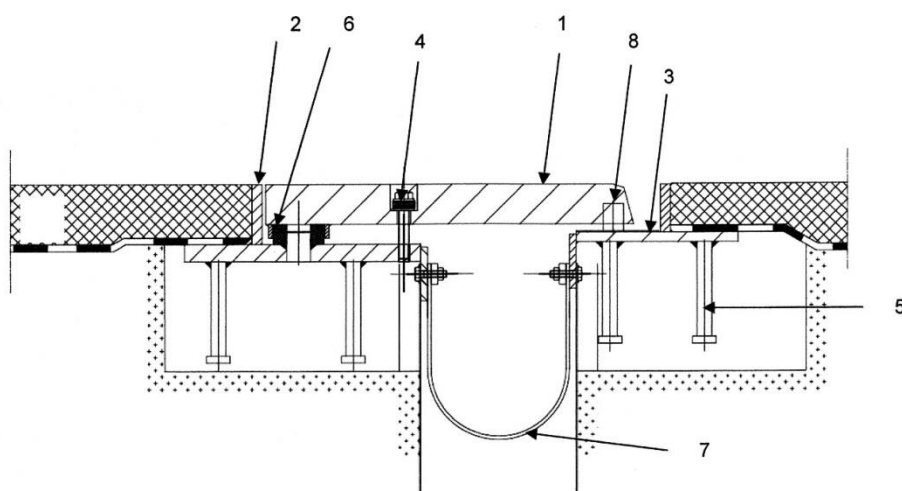


Joonis 33. Konsoolvuuk, erinevad sõrmlaate kujud

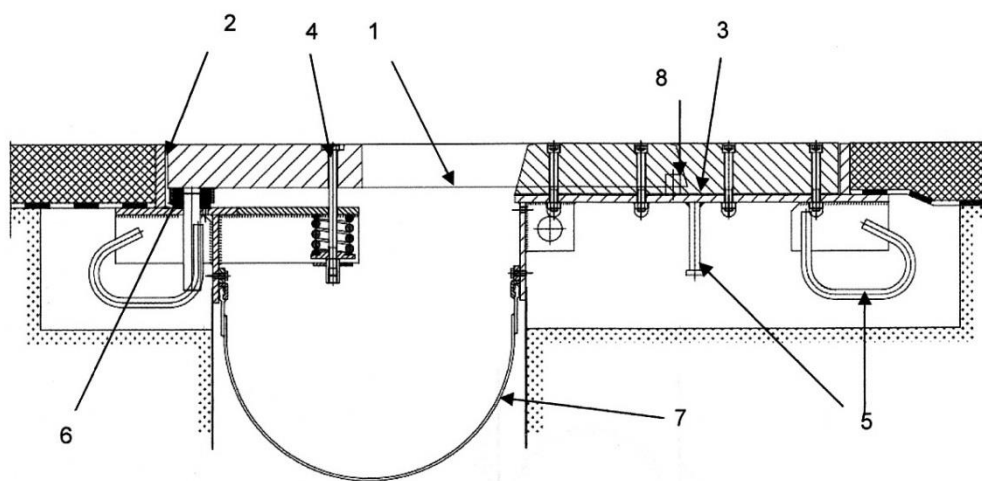
2.3.6 LIBISEV DEFORMATSIOONIVUUK

Libisevad deformatsioonivuugid jagunevad järgmiselt [13]:

- Sõrmedeta libisev vuuk koosneb ühes otsas jäigalt ning teises libisevalt kinnitatud plaadist (vt Joonis 34);
- Sõrmedega libisev vuuk koosneb ühes otsas jäigalt ja teises otsas libisevalt kinnitatud sõrmedega plaadist, mis libiseval poolel ristub teise sõrmplaadiga (kamm, saehammas, sinusoid) (Joonis 35);
- Rull-sulguv libisev vuuk koosneb ühest plaadist või üksteisele järgnevatest plaatidest, mis libisevad osaliselt katteplaadiga kaetud kaarduval alusel (Joonis 36).



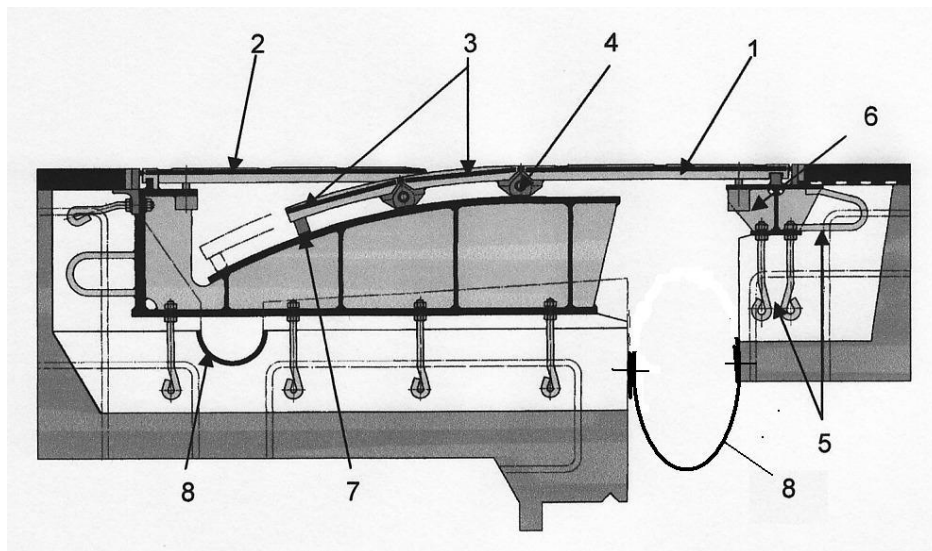
Joonis 34. Libisev vuuk, sõrmedeta



Joonis 35. Libisev vuuk, sõrmedega

Joonis 34 ja Joonis 35 legend:

- 1) libisev plaat;
- 2) jäiga toe alus;
- 3) libiseva toe alus;
- 4) pöördumist takistav tugi;
- 5) ankurdussüsteem;
- 6) tugi;
- 7) renn;
- 8) libisev tugi.



Joonis 36. Rull-sulguv deformatsioonivuuk

Joonis 36 legend:

- 1) sildav (libisev) plaat;
- 2) katteplaat
- 3) sulguv plaat;
- 4) liugtoed;
- 5) ankurdussüsteem;
- 6) pöördumist takistav tugi;
- 7) libiseva toe alus;
- 8) renn.

Osad vuugiplaadid ei sobi avade ja tühimike tõttu kõikidele kasutajate kategooriatele ilma täiendavate kateteta.

Vuuk on kasutatav kõigis temperatuurikategooriates (vt p 2.2.2).

Sõrmedeta vuuk koosneb vähemalt järgmistest elementidest:

- sildav plaat;
- ankurdussüsteem;
- jäik tugi;
- pöördumist takistav tugi;

- libisev tugi ja kattekiht.

Täiendavalt võib kasutada järgmisi elemente:

- äärekivid;
- katted jalg- ja jalgrattatee pinnale;
- дренаažielemendid;
- toetav aluskonstruktsioon (ühendamaks vuuki silla konstruktsiooniga));
- sahkamise mõju eest kaitsvad elemendid;
- ühendused veekindla membraaniga;
- üleminekuriba;
- paisuv element.

Sõrmedega vuuk koosneb vähemalt järgmistest elementidest:

- sildav plaat ning vastu-plaat;
- ankurdussüsteem;
- pöördumist takistav tugi
- jäik tugi;
- libisev tugi ja sõrmplaadiga kattekiht.

Täiendavalt võib kasutada järgmisi elemente:

- äärekivid;
- katted jalg- ja jalgrattatee pinnale;
- дренаažielemendid;
- toetav aluskonstruktsioon (ühendamaks vuuki silla konstruktsiooniga));
- sahkamise mõju eest kaitsvad elemendid;
- ühendused veekindla membraaniga;
- üleminekuriba.

Rull-sulguv vuuk koosneb vähemalt järgmistest elementidest:

- katteplaadid;
- toetavad elemendid;
- ankurdussüsteem;
- pöördumist takistav tugi;
- liugtoed (rullikud).

Täiendavalt võib kasutada järgmisi elemente:

- tihendid;
- äärekivid;

- katted jalg- ja jalgrattatee pinnale;
- drenaažielemendid;
- sahkamise mõju eest kaitsvad elemendid;
- ühendused veekindla membraaniga;
- üleminekuriba.

2.3.7 MOODULDEFORMATSIOONIVUUK

Mooduldeformatsioonivuuk koosneb järjestikustest liikluse suunas paiknevatest veetihedatest vuugielementidest (tihendid) ja liikuvatest metall-taladest (kesktalad), mis toetuvad vuugi ava sildavatele liikuvatele alusehitistele (risttalad, konsolidid või pantograafid). Kesktalad on katte pinnaga tasa, nende vahelised tihendid ei kannu liikluskoormust.

Liikuvate alusehitiste näited:

- kesktalad on ühendatud põiktaladega;
- kesktalad libisevad põiktaladel;
- kesktalad toetab pantograaf-element.

Kontroll-süsteemi näited:

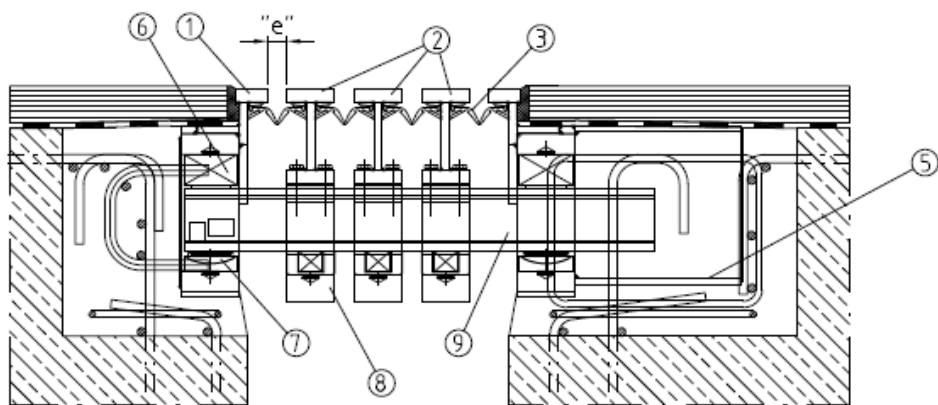
- elastomeersed „vedrud“;
- pantograaf-süsteem;
- erilahendusega veetihedad elemendid;
- kinemaatikaga juhitud (pöörd)süsteem.

Tihendite näited:

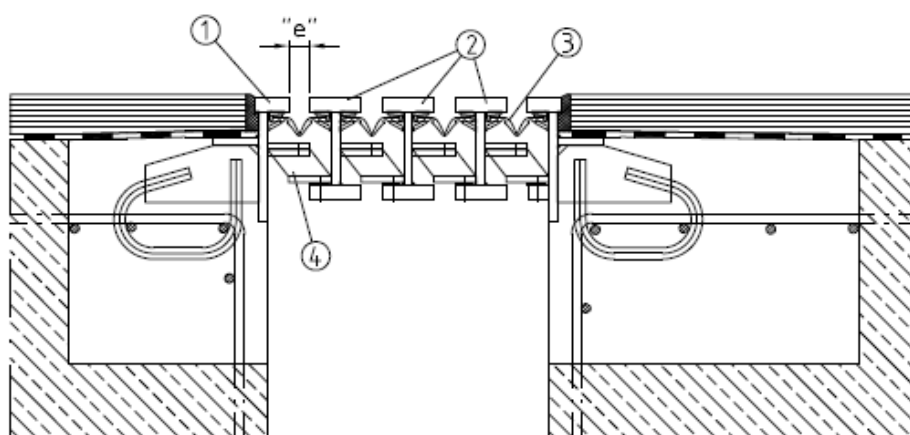
- V-kujulised ribad;
- karp-tihendid.

Võib esineda eelpool nimetatute kombinatsioone.

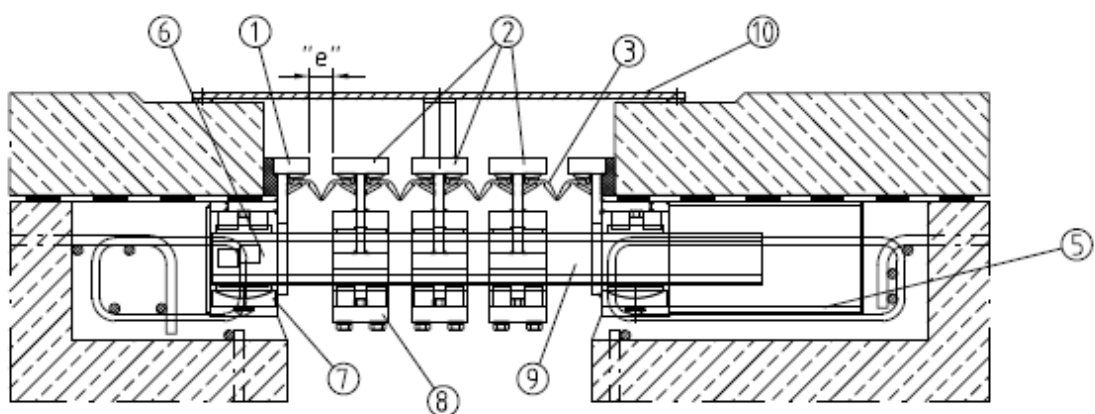
Moodulvuugil võib olla täiendavaid elemente müra vähendamiseks.



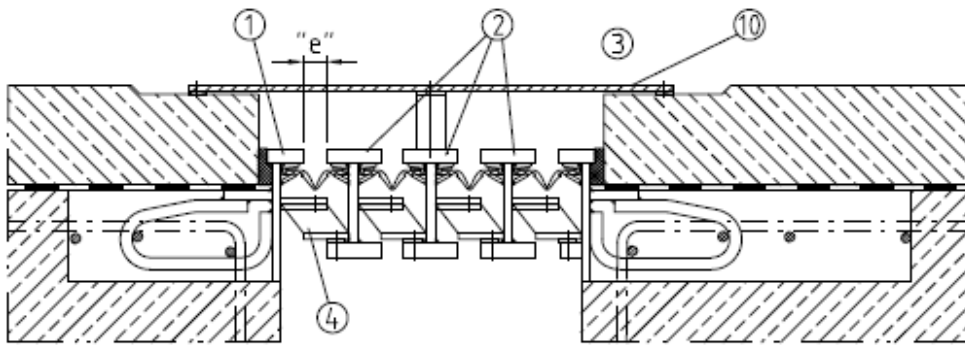
Joonis 37. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihke-kontrollisüsteem kesktalade vahel)



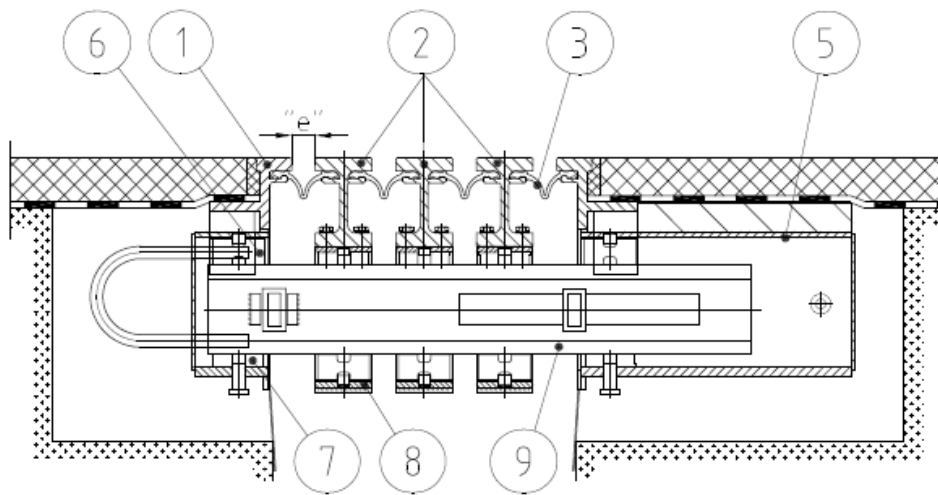
Joonis 38. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (nihke-kontrollisüsteem kesktalade vahel)



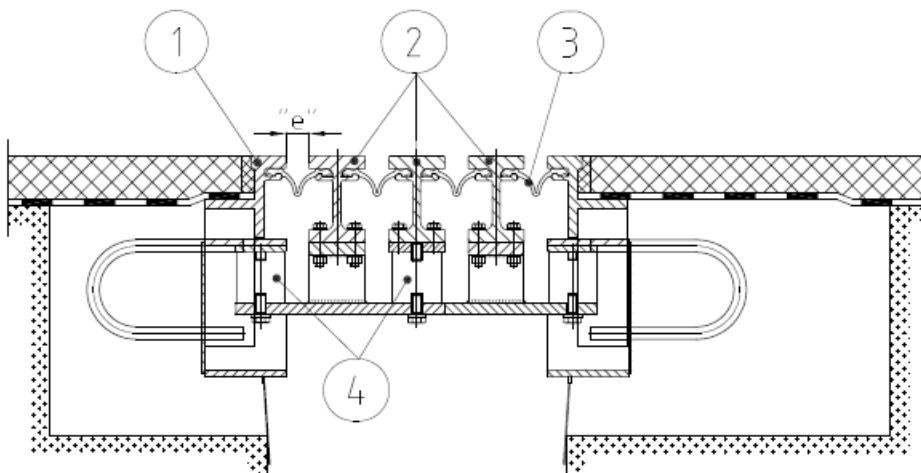
Joonis 39. Jalgteed – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihke-kontrollisüsteem kesktalade vahel)



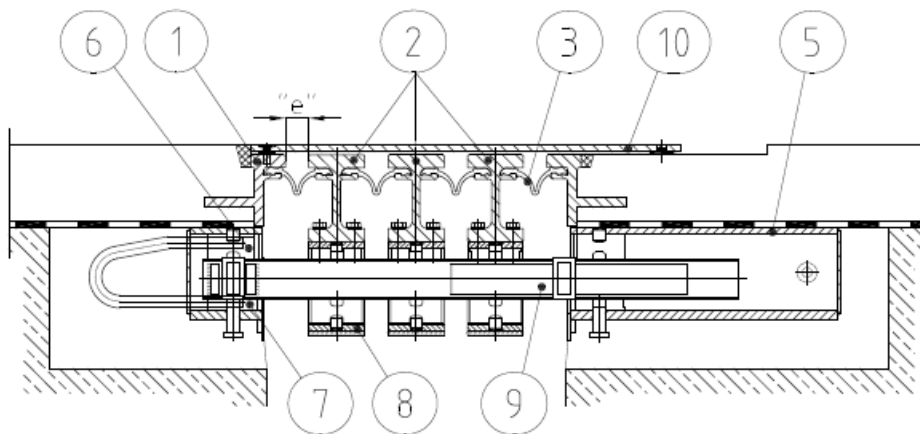
Joonis 40. Jalgtee – ühe riststalaga moodulvuugi risttalade vahel (nihke-kontrollisüsteem kesktalade vahel)



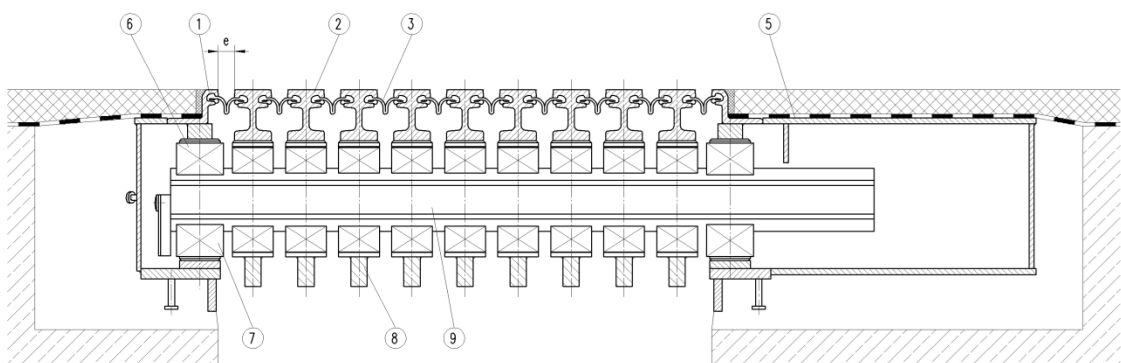
Joonis 41. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihke-kontrollisüsteem kesktalade all)



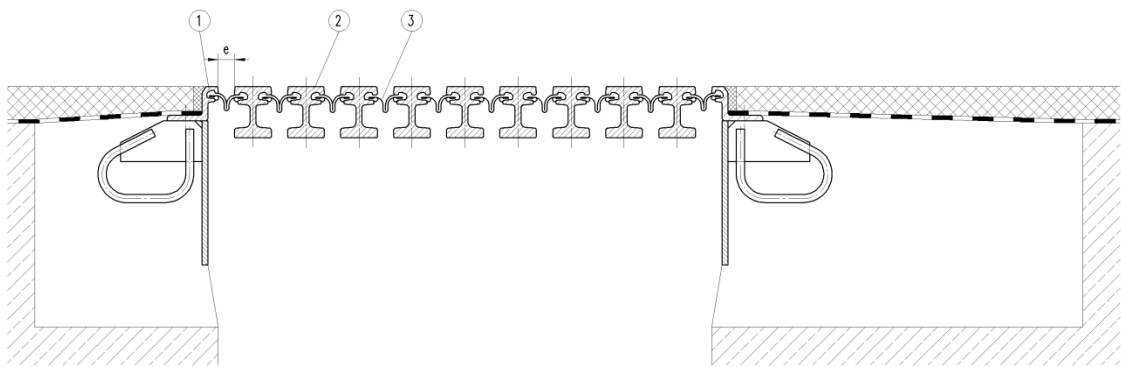
Joonis 42. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (nihke-kontrollisüsteem kesktalade all)



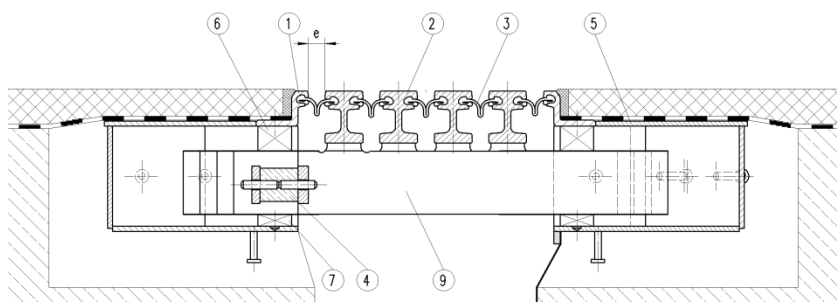
Joonis 43. Jalgteed – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (nihke-kontrollisüsteem kesktalade all)



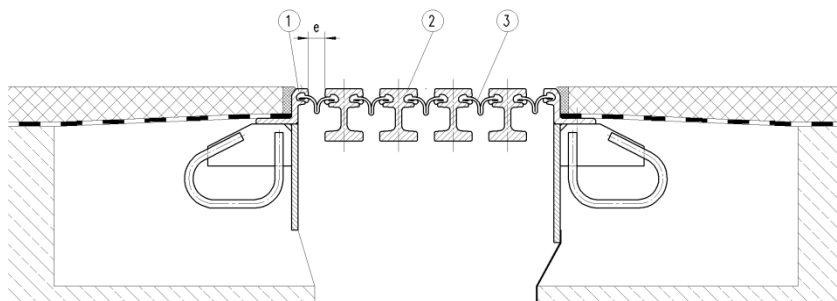
Joonis 44. Sõidutee – ühe riststalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (kinemaatiline juhtimine)



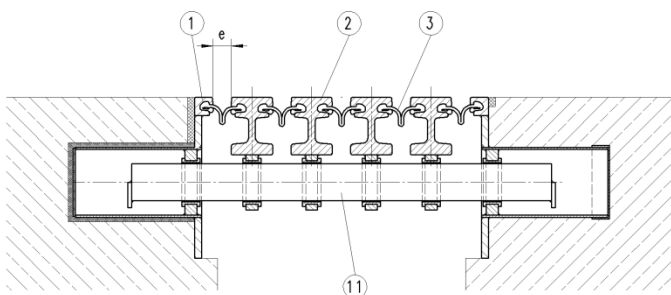
Joonis 45. Sõidutee – ühe risttalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (kinemaatiline juhtimine)



Joonis 46. Sõidutee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige risttala kohal (kokkusurutavad kontrolli-
elemendid)



Joonis 47. Sõidutee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige risttalade vahel (kokkusurutavad kontrolli-
elemendid)



Joonis 48. Jalgtee – mitme risttalaga moodulvuugi ristlõige põiktala kohal (kokkusurutavad kontroll-elementid)

Joonis 37 kuni Joonis 48 legend:

- 1) servatala;
- 2) kesktala;
- 3) tihend;
- 4) kontrollsüsteem (-element);
- 5) tala pesa;
- 6) eelpinge-element;
- 7) tugi;
- 8) jalus;
- 9) risttala;
- 10) katteplaat;
- 11) jalgtee risttala
- 12) juht-risttala.

Vuuk on kasutatav kõigis temperatuuri- ja kasutusea kategooriates (vt p 2.2.2).

Vuugi elementide kasutusajale kehtib Tabel 7 toodud määratlus.

Tabel 7. Moodulvuugi elementide kasutusaja kategooriad

Kategooria		Eeltatav kasutusaeg
A	Ei ole asendatav	Võrdne vuugi kasutusajaga
B	Asendatav liikluse olulise häirimisega	Vähemalt pool vuugi kasutusajast, mitte vähem kui 10 aastat
C	Asendatav minimaalse liikluse häirimisega	Mitte vähem kui 10 aastat.

2.4 UURINGUD

Teadadaolevalt ei ole käesoleva uuringu koostamise käigus külastatud riikides (Läti, Leedu, Rootsi, Soome) koostatud uuringut, mis käsitleks vuukide töökindlust.

Seetõttu on käesolevas peatükis refereeritud muudes maades koostatud uuringuid, mis käsitlevad vuukide töökindlust ning mille käsitlemist on peetud siinkohal asjakohaseks.

2.4.1 USA

Arizona Department of Transportation (ADOT) tellimusel on 2006. aastal koostatud erinevate USA deformatsioonivuukide uuring [16]. Uuringu peamiseks eesmärgiks oli hinnata ja määrata olemasolevate ja alternatiivsete vuukide töökindlus arvestades projekteerimist, töökindlust, hinna-kvaliteedi suhet, ehitamise lihtsust ja hooldusvajadust.

Uuringuga käsitleti järgmisi vuukide tüüpe:

- valatud silikoonvuuk;
- kompressioonivuuk;
- avatud profiiliga vuuk (teras-kumm);
- konsool- ja libisev vuuk;
- moodulvuuk;
- integraalsild (vuugita).

Uuringu alguses oli eesmärgiks „leiutada parem jalgratas“. Uuringu koostamise käigus leiti, et paremat jalgratast ei ole olemas ning et Arizona probleemid eksisteerivad ka mujal. Tõdeti, et eelarve on alati kitsas ning et raha pole kunagi piisavalt. Et paremini ära kasutada olemasolevaid vahendeid teostati vuukide eluea analüüs määramaks võimalikku säästu.

Analüüs näitas, et oluline kokkuhoid saavutatakse vuugi keskmise kasutusaja pikenedamisega, milleks on vaja:

- panna rohkem rõhku projekteerimisele ja ehitamisele;
- keskenduda inimfaktorile – info levik, kvaliteedikontroll, juhendite välja töötamine ja täitmise tagamine, personali väljaõpe.

Probleeme vuukidega tekitab tööjõu volavus, mis tingib informatsiooni puuduliku leviku – noorte insenerideni ei jõua vajalik info, kuidas õigesti hinnata vuukide liikumisi, objekti järelevalvel on vähene kogemus sildade ehitamisel.

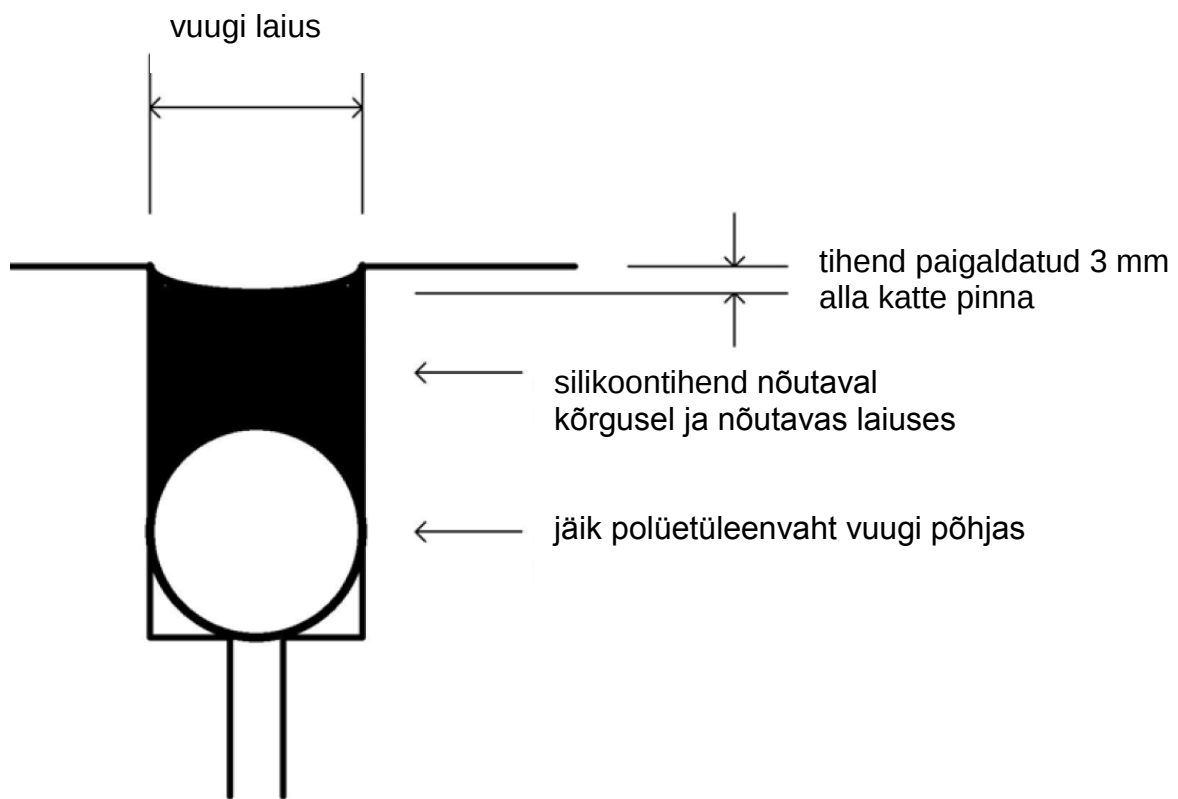
Määravaks teguriks on ka hooldustööde ebapiisav eelarve ning hooldajate liiga suur vastutusala (lisaks sildadele ka muud hooldustööd), mis ei võimalda keskenduda nii spetsiifilisele elemendile nagu silla vuuk. Regioonid on sunnitud panema põhirõhu liiklusohutusele mitte ennetavale korralisele hooldusele. On piirkondi, kus 90% eelarvest kulub lumetõrjetöödele. Seetõttu saab lubada reageerimist vaid olukordades, kus sild on muutumas ohtlikuks, mitte ennetavat sillavuukide kasutusaja pikendamist.

Kõige realistlikum lähenemine sillavuukide kasutusaja pikendamiseks on kogu protsessi (projekteerimisest ekspluatatsioonini) lihtsustamine ning esialgse investeeringu suurendamine projekteerimise ja ehitamise etapis.

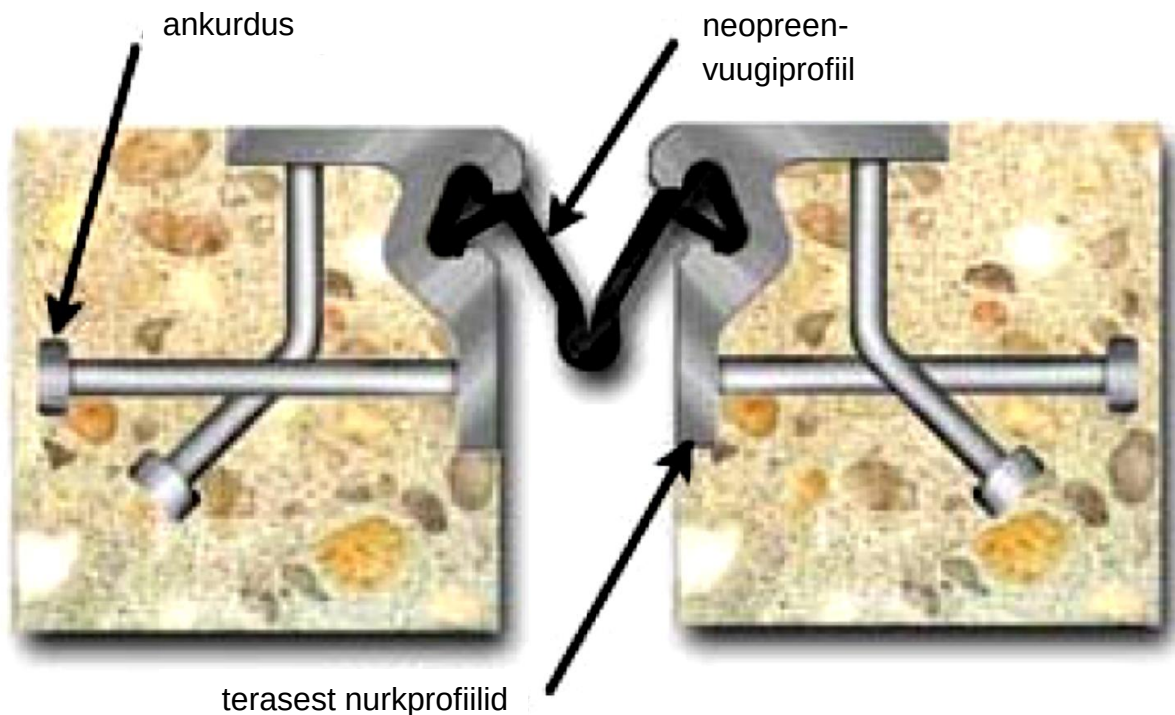
Soovitused protsessi lihtsustamiseks on järgmised:

- võimalusel kaaluda silla lahendamist vuugita;
- kasutada valatud silikoontihendit (Joonis 49):
 - remontimaks purunenud kompressioonivuuke;
 - väikeste liikumiste korral uutel sildadel;
- lõpetada kompressiooniprofiilide kasutamine uusehitistel ja rekonstrueerimisel;
- lihtsustada projekteerimise protsessi: kasutada välja töötatud soovitusi silla jäikade tuge ja vuukide asukoha määramisel, kasutada väljakujunenud projekteerimise meetodeid, et muuta valatud silikoontihendi ja avatud profiiliga teras-kumm vuugi arvutused standartseks;
- kasutada tüüplahendusena avatud profiiliga teras-kumm vuuki liikumistel 50 kuni 100 mm (Joonis 50);
- koostada projekteerimisjuhised ja tüüpjoonised;
- parandada monteeritava vuugi paigalduse vastupidavust:
 - muuta nurkterasest juhtsiini lahendust, et tagada paigaldusbetooni parem tihenemine;
 - muuta või välja töötada sõlme lahendus nurkterasest juhtsiinidele raskeliiklust kandvate sildade jaoks;
 - välja töötada sõlme lahendus vuugi üleminekuriba sidumiseks tekiplaadist välja ulatuva armatuuriga;
 - välja töötada sõlme lahendus lahendus vuugi kaitsmiseks lumetõrjel tekkivate kahjustuste eest;
 - lisada juhise, mis keelab elastomeerse betooni kasutamist üleminekuribas;
 - lisada juhise, mis nõuab betooni survetugevusega vähemalt 35 N/mm^2 kasutamist üleminekuribas;
 - lisada juhise, millega nõutakse üleminekuriba betooni survetugevuse katsetamist;
 - lisada juhise, mis nõuab vuugi teraselementide tugevust vähemalt 350 N/mm^2 ;
 - välja töötada sõlme lahendus vuugi ülekatteks.
- tagada vuugi paigalduse kvaliteet:
 - kasutada välja töötatud kontroll-nimekirja vuugi paigalduse järelevalves;
 - luua koolituskursused ehitajate, järelevalve inseneride ja hooldustöötajate teadlikkuse tõstmiseks;
 - koostaja juhise, mis nõuab tootjal vuugi komplekti täielikku paigaldusjuhise esitamist;

- koostada juhised, mis nõuab tootja esindaja objektile viibimist kogu vuugi paigaldamise aja vältel;
- koostada juhised vuugi veekindluse testimiseks peale paigaldust.



Joonis 49. Valatud silikoonvuuk [16]



Joonis 50. Teras-kumm avatud profiiliga vuuk [16]

Valatud silikoonvuugi eeliseks on hoolduse ja paigalduse lihtsus ning soodne hind. Seda ei soovitata kasutada tingimustes, kus:

- on oodata pidevat niiskust (seega sobilik kuiva kliimasse);
- vuugi ava suletakse täielikult;
- paigaldada tuleb märjale betoonile või kehva ilmaga.

Uuringus [16] soovitatud meetmed vuugi kaitsmiseks lumetõrjel:

- tähiste paigaldamine teele, et näidata ära kohad, kus sahka tõsta;
- 28 ja 35 kraadi vaheliste viltu nurkade vältimine;
- katteplaadi paigaldamine avatud vuugile.

2.4.2 POOLA

Road and Bridge Research Institute Poolas on katsetanud ja väljastanud tehnilise tunnustuse kattealuse vuugi SERVICEAL Type B ja BITUSTIK lahendusele [22], mis töötab SERVICEK-SERVIPAK hüdroisolatsioonisüsteemiga (kehtis 2008. aastani).

Lahendus sisaldab lisaks vuugiprofiilile ka katte armeerimist ja asfaldivuuki (vt Tabel 8 ja Tabel 9) Armeeritud katte paksus peab olema vähemalt 8 cm ning see peab olema kahes kihis. Katte (plast)armatuurile esitatavad nõuded on toodud Tabel 10.

Tabel 8. Katte armeerimine [22]

Silla vuugi liikumine, mm	Vuugiava laius, mm	Katte armeerimine, m	
		Alumine	Ülemine
Kuni 5	20	7	-
5 kuni 10	20	8	14
10 kuni 15	20	9	15
15 kuni 20	30	10	16
20 kuni 25	30	11	17
25 kuni 30	30	11	17

Tabel 9. Kulumiskihi vuukide näitajad [22]

Silla vuugi liikumine, mm	Arv	Kulumiskihi vuugid	
		Mõõtmed, mm (laius×sügavus)	Vahekaugus, m
15 kuni 20	1	10×15	-
20 kuni 25	2	10×15	1,5
25 kuni 30	2	10×15	1,5

Tabel 10. Asfaldivõrgu näitajad [22]

Näitaja	Ühik	Nõue
Minimaalne võrgu silm	mm	≥20×20
Mass	g/m ²	≥200
Vaba ruum võrgu mõõdetest	%	≥75%
Tõmbetugevus:		
Piki	kN/m	≥50
Risti		≥50
Pikenemine purunemisel		
Piki	%	≥12
Risti		≥12

2.4.3 ŠVEITS

Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research on koostanud uuringu [23] hindamaks elastse täitega vuuke betoonsildadel. Nimetatud uuring on aluseks ETAG 032 vastava osa koostamisel.

Peamised nõudmised vuugile:

- vastupidavus (temperatuurile ja ilmastikule);
- veetihedus;
- horisontaalsete ja vertikaalsete liikumiste ning dünaamiliste liikluse mõjude talumine;
- sõidumugavus;
- müra vähenemine;
- lihtne paigaldus ja hooldus;
- majanduslikult konkurentsivõimeline.

Uuringus käsitleti elastse täitega vuuke liikumisega kuni 100 mm.

Elastse täitega vuuke on väikestel liikumistel (kuni 30 mm) kasutatud betoon-sildadel juba 20 aastat, viimasel ajal aga ka liikumistel kuni 100 mm. Teiste vuugi lahendustega võrreldes on elastse täitega vuukidel lühem kasutusaeg (10-15 aastat), kuid need on lihtsalt paigaldatavad, hooldatavad ja parandatavad (eeldusel, et nimetatud tööd teostatakse kvalifitseeritud personali poolt sobiva ilmaga).

Elastse täitega vuuke kasutatakse koos asfaltkattega, tulemuseks on sile tee pind, müra vähenemine ja suurem sõidumugavus autodele, mootor- ja jalgratastele. Müra vähenemist peeti ka peamiseks eeliseks kasutamaks elastse täitega vuuke linna- ja looduskaitsealadel.

Elastse täitega vuugi tüüpiline laius on 500 mm ja paksus 70-160 mm. Suurte liikumiste vastu võtmiseks kasutatakse vuuke lausega kuni 1000 mm. Vuugi maksimaalne lubatav kalle on 6% (nii piki- kui ka põiksuunas) ning nurk silla telje ja vuugi pikitelje vahel peab olema väiksem kui 65°.

Väikestel liikumistel eeldatakse elastse täitega vuugi töötamise vahemikuks -10 kuni +40 kraadi ning maksimaalseks vertikaalseks liikumiseks 5 mm. Kahjustused tekivad suvel, kui täide surutakse vuugi avast välja, ning talvel, kui vuuk irdub kattest või praguneb. Saavutamaks veekindlat lahendust tuleb pöörata tähelepanu vuugi täite ja asfaltkatte ühendussõlmele (eriti ehitamise käigus, kus tuleb tagada paigaldus ainult kuiva ilma ja kuivade materjalidega). Lisaks on oluline, et asfaltkatte pooride hulk ei oleks suurem kui 6% mahust, vastasel juhul paigaldada 1 m laiune tiheda asfaltbetooni riba mõlemale poole vuuki, et vältida vee infiltreerumist ehitamise ja kasutamise ajal.

Elastse täitega vuugid suurte liikumiste jaoks (vuugi laius ≥ 500 mm) peavad samuti vastama eeltoodud nõuetele. Süsteemi lisanduvad täiendavad mehhaanilised liikumist võimaldavad elemendid, mis on ümbritsetud elastse täitega ja ankurdatud avaehituse betooni.

Uuringu koostamise käigus katsetati suure liikumisega vuuke temperatuuril +35° rattajäljest välja surumisele ning 20-le temperatuuritsüklile kuni -20°.

Hinnati pikaajalist tövõimet välitingimustes väikeste liikumiste korral 5 aasta jooksul. Väikeste liikumiste (5 kuni 48 mm) hindamiseks paigaldati 18 elastse täitega vuuki aastatel 1996 ja 1997. Vaatlusperioodi jooksul tuli osaliselt või täielikult asendada 3 vuuki – peamiseks põhjuseks ülemäärane liikumine (kuni 43 mm), külgneva katendi lekkimine või sideaine üle kuumutamine paigaldamise ajal. Vuugi külgede irdumist katendist vuugi aladel, mis ei ole liikluse all (piirded, jalgteed), täheldati ca 70% juhtudest. Irdumise kõrge protsent näitab paigalduse kvaliteedi olulisust.

Laborikatseted näitasid sama sideaine katsetamisel suuri kvaliteedierinevusi. GPC (*Gel Permeation Chromatography*) katse näitab polümeeri vananemist. Labori tulemused ja ekspertide hinnangud objektile langesid GPC korral enim kokku. Uuring kinnitas ka paigaldusel kasutatavate sobivate töövahendite ja kvalifitseeritud personali olulisust.

Laiade elastse täitega vuukide käitumise hindamisel raskeliikluse all vaadeldi 7 aasta jooksul vuuke laiusega 750 kuni 1370 mm. Vuukide eeldatav horisontaalne liikumine oli vahemikus 8-48 mm. 7 aasta pärast teostatud ülevaatus näitas, et elastse täitega vuugid olid heas seisukorras ning esinesid ainult peened praod vuugi ja katte ühenduskohas. Vuugi pindamisel kasutatud killustik (8/10 mm) oli endiselt olemas ning roobaste sügavus ei ületanud lubatavat.

2.5 EESTI SILLAD AASTATEL 2000-2012

Teeregistri andmetel¹ on Eestis aastatel 2000-2012 ehitatud 151 ja rekonstrueeritud 238 silda.

Rekonstrueeritud sildadest on ca 75% lahendatud vuugiga. Ehitatud sildadest on vuugiga veidi alla 30%, seda seetõttu, et peamiselt on ehitatud terasest toru- või kaarsildasid.

Kasutatavate vuukide tüübid erinevad regiooniti: kattealuseid vuuke on kasutatud 30-50% vuukidega sildadest, elastse täitega vuuke 15-30% vuukidega sildadest ning kummimattvuuke 15-40% vuukidega sildadest. Muud tüüpi vuukide osakaal on väike.

Informatsioon vuukide kohta on kogutud MA arhiivist, BMS andmebaasist [4], MA regioonide spetsialistidelt ning ülevaatusete käigus.

Uuringu koostamisel on lähtutud materjalidest, mida on võimalik kätte saada. Esitatud andmed on indikatiivsed ning korrektse dokumenteerimise puudumise tõttu mittetäielikud.

¹ Seisuga 07.12.2012

2.6 UURIMISTÖÖ VALIM

Alljärgnevas tabelis on toodud uurimuse koostamise käigus inspekteeritud sillad.

Tabel 11. Inspekteeritud Eesti sillad

Jrk nr	Silla nimetus	Rek/ ehitamise aasta	Vuugi tüüp	Vuugi tootja
1	Ääsmäe I viadukt	2001	kattealune	plekkrenn
2	Jõgisoo I sild	2000	kattealune	StirlingLloyd Sentinel B20
3	Kääpa sild	2012	vuugita	-
4	Kadrina viadukt	2007	kummimatt	Trelleborg Transflex
5	Kanali sild	2010	kattealune	SERVISEAL
6	Kanama viadukt	2000	avatud profiiliga	Maurer
7	Kärevere III sild	1999 (vuuk hiljem)	kummimatt	Trelleborg Transflex
8	Kärkna sild	2000	vuugita	-
9	Kiiu I viadukt	2005	avatud profiiliga	Maurer
10	Kobratu sild	2006	kummimatt	Trelleborg Transflex
11	Kohila sild	2003	kummimatt	MK-4
12	Kohtla-Järve viadukt	2010	kummimatt	Trelleborg Transflex
13	Kuusalu I viadukt	2005	avatud profiiliga	Maurer
14	Lääniste sild	2012	kattealune	Flamline
15	Luige viadukt	2013	avatud profiiliga	Mageba
16	Maetsma sild	2001	vuugita	-
17	Maidla sild	2007	elastse täitega	Flexjoint IMP
18	Maidla I sild	2000	elastse täitega	Thorma-Joint
19	Pindi sild	2010	elastse täitega	Flexjoint IMP
20	Põltsamaa sild	2010	kummimatt	Trelleborg Transflex
21	Purtse sild	2011	kummimatt	Trelleborg Transflex
22	Puurmani 3 sild	2007	kummimatt	MK-4
23	Puurmani 2 sild	2000	kattealune	ei ole teada
24	Räpina sild	2004	elastse täitega	Flexjoint IMP
25	Reo sild	2000	elastse täitega	Flexjoint IMP
26	Riisipere viadukt	2012	avatud profiiliga	Maurer
27	Roostoja sild	2011	elastse täitega	Flexjoint IMP
29	Sõmeru viadukt	2009	kattealune	ei ole teada
30	Ulvi sild	2005	elastse täitega	Flexjoint IMP
31	Vana-Kastre sild	2003	elastse täitega	Flexjoint IMP
32	Vana-Võhandu sild	2002	kattealune	Loov kombinatsioon Flexjoint IMP kompressioonikummist
33	Variku viadukt	2012	avatud profiiliga	Mageba

3 EESTI SILDADE VUUGID

Käesolev peatükk annab ülevaate eelmises peatükis (p 2.6) määratud Eesti sildade vuukidest.

Peatüki alajaotus on teostatud p 2.3 kirjeldatud vuukide tüüpide kaupa. Igas alajaotuses on ära toodud inspekteerimisel täheldatu.

Hinnatud on vuugi sobivust antud oludesse lähtuvalt p 2.1 nimetatud vuugi ülesannetest ning p 2.2 toodud normdokumentidest.

Fotomaterjal sildade vuukidest on kogutud 2012. aasta novembris ja 2013. aastal aprillist septembrini. Kõik fotod, mille juures ei ole märget allika kohta, on pildistatud uurimistöö koostajate poolt².

3.1 KATTEALUSED VUUGID JA VUUGITA SILLAD

Käesolev peatükk käsitleb kattealuseid vuuke Eesti sildadel. Peatükis on ära toodud ka vuugita sillad, mille ülevaatus uuringu koostamise käigus teostati.

Käesolevas peatükis on vuugiks nimetatud ka sillalt muldele ülemineku kohta (seda juhul kui vuuki reaalselt ei ole).

Inspekteeritud on järgnevas tabelis toodud sillad.

Tabel 12. Inspekteeritud kattealusevuugiga ja vuugita sillad

Jrk nr	Silla nimetus	ptk	Lubatud sõidukiirus sillal	Liiklussagedus sillal
1	Ääsmäe I viadukt	3.1.1	90 km/h	6945 (2011)
2	Jõgisoo I sild	3.1.2	90 km/h	6331 (2011)
3	Kanali sild	3.1.3	90 km/h	339 (2011)
4	Kärkna sild	3.1.4	90 km/h	5499 (2011)
5	Kääpa sild	3.1.5	90 km/h	1005 (2011)
6	Lääniste sild	3.1.6	50 km/h	515 (2008)
7	Maetsma sild	3.1.7	90 km/h	607 (2011)
8	Puurmani 2 sild	3.1.8	50 km/h	660 (2009)
9	Sõmeru viadukt	3.1.9	90 km/h	6304 (2011)
10	Vana-Võhandu sild	3.1.10	90 km/h	2015 (2011)

² Peale töö üle andmist kuuluvad fotode varalised õigused uurimistöö tellijale

3.1.1 ÄÄSMÄE I VIADUKT

Ääsmäe I viadukt (Foto 1) on 3-avaline lihttalasild (18+18+18 m), mille avaehitus on lahendatud 8 raudbetoontalaga. Sild asub Ääsmäe liiklussõlmes.

Silla vuuk on näidatud **Foto 2** ja Joonis 51.



Foto 1. Ääsmäe I viadukt, üldvaade



Foto 2. Ääsmäe I viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- katte pinnal on vuugi kohal ebamäärase kujuga praod (Foto 2);
- hüdroisoleerimisel on kasutatud ebasobivat materjali, hüdroisolatsioon ei ole renni pleki peal (Foto 3);
- vuuk lekib, puudub lahendus vuugist lekkiva vee ära juhtimiseks (Foto 4);
- vuugi läbijooks on tinginud talade otste ja kaldasamba märgumise ning armatuuri korrodeerumise (Foto 5);
- vuugi plekk-rennist jooksev vesi kahjustab koonust ning sammast, renni servad on liiga lühikesed (Foto 6);
- servaprussi tihend on rebenenud (Foto 7);
- esineb soolade välja uhtumist vahesambal (Foto 8).



Foto 3. Ääsmäe I liiklussõlm, ebasobiv materjal



Foto 4. Ääsmäe I viadukt, kaldasammas



Foto 5. Ääsmäe I viadukt, kaldasamba tagasein



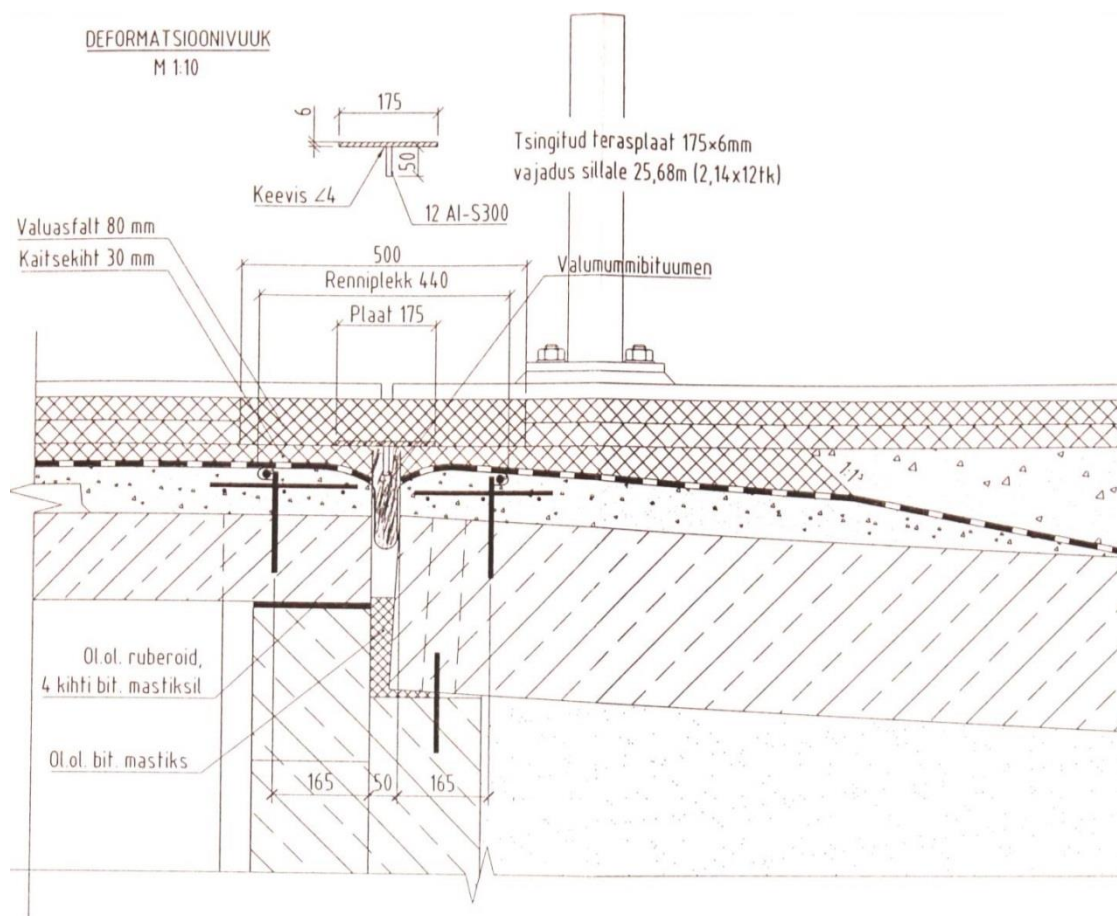
Foto 6. Ääsmäe I viadukt, vuugi renn



Foto 7. Ääsmäe I viadukt, servaprussi tihend



Foto 8. Ääsmäe I viadukt, avaehitus vahesambal



Joonis 51. Ääsmäe I viadukt, vuugi joonis [24]

3.1.2 JÕGISOO I SILD

Jõgisoo I sild (Foto 9) on 3-avaline lihttalasild (18+24+18 m), mille avaehitus on lahendatud kaldaavades 8 raudbetoontalaga. Sild ületab Keila jõge.

Jõgisoo I sillale on paigaldatud Sentinel B20 vuuk [35] (lubatav liikumine 20 mm).



Foto 9. Jõgisoo I sild, üldvaade



Foto 10. Jõgisoo I sild, vuugid

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- kate vuugi kohal on värskelt pinnatud, kuid on näha nii parandusi kui ka kahjustusi (Foto 10, Foto 12);
- kattetes on ebamäärase kujuga praod (Foto 12);
- vuugi ja servaprussi lahendus võimaldab vee ligipääsu kaldasambale (Foto 11);
- vuuk lekib nii kalda- kui ka vahesammaste kohal (Foto 15, Foto 16);
- tekiplaadi armatuur korrodeerub, esineb soolade välja uhtumist nii tekiplaadist, tagaseinast kui ka talade otstest (Foto 14, Foto 15);
- kaldasambal on ehituspraht ning seisab vesi (Foto 13, Foto 16).



Foto 11. Jõgisoo I sild, tekiplaadi konsool sambal



Foto 12. Jõgisoo I sild, katte pind



Foto 13. Jõgisoo I sild, tugilaager kaldasambal



Foto 14. Jõgisoo I sild, tekiplaadi ots kaldasambal



Foto 15. Jõgisoo I sild, vahesambal



Foto 16. Jõgisoo I sild, kaldasambal talade vahel



3.1.3 KANALI SILD

Kanali sild (Foto 17) on 1-avaline 18,3 m avaga lihttalasild. Avaehitus on lahendatud teras-betoon komposiitkonstruktsioonina. Sild ületab Pirita-Ülemiste kanalit.

Sillal on Serviseal (Langeproon Inseneriehitus) kattealune vuuk.



Foto 17. Kanali sild, üldvaade



Foto 18. Kanali sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- silla avaehitus ei paikne kaldasammastel sümmeetriliselt (Foto 19 ja Foto 20), nihkumine on pikikalde suunas;
- kattes on ühel pool ebamäärase kujuga praod (Foto 18) – tõenäoliselt eelpool nimetatud nihkumisest;
- terastalade otstel on korrodeerumise märke, kaldasambal on prahti (Foto 19).



Foto 19. Kanali sild, ankrupolt ühel kaldasambal



Foto 20. Kanali sild, ankrupolt teisel kaldasambal

3.1.4 KÄRKNA SILD

Kärkna sild (Foto 22) on 1-avaline 31,4 m avaga lihttalasild. Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Amme jõge.

Sild on lahendatud vuugita.



Foto 21. Kärkna sild, üldvaade



Foto 22. Kärkna sild, vuuk

Silla ja mulde ülemineku ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- kattes on praod (Foto 22, Foto 23, Foto 25) – tõenäoliselt kõrgete talade pöördumise mõjul;
- silla talad ja otsasein on heas seisukorras (Foto 24);
- silla elemendid on hästi ligi pääsetavad;
- sademevesi on ära juhitud nii enne kui ka peale vuuki (Foto 26).



Foto 23. Kärkna sild, praod vuugis



Foto 24. Kärkna sild, talad ja otsasein



Foto 25. Kärkna sild, praod vuugis



Foto 26. Kärkna sild, sademevee ära juhtimine

3.1.5 KÄÄPA SILD

Kääpa sild (Foto 27) on 3-avaline jätkuvtalasild peaavaga 20 m ning konsoolidega 6,5 m. Avaehitus on lahendatud 4 muutuva kõrgusega raudbetoontalaga. Sild ületab Võhandu jõge.

Sild on lahendatud vuugita.



Foto 27. Kääpa sild, üldvaade

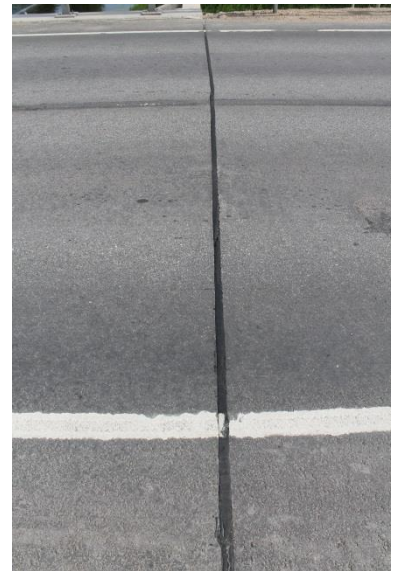


Foto 28. Kääpa sild, vuuk

Üleminek sillalt muldele on lahendatud kattesse asfaldivuugi freesimisega (Foto 28) ja hüdroisolatsiooni üle teki konsoolse otsa viimisega (Foto 29).

Silla vuugil ülevaatus käigus kahjustusi ei täheldatud.

Võimalikuks riskikohaks võib pidada külgtiiva, vuugi ja veerenni ühenduskohta (Foto 30), kus võib tekkida lokaalne uhtumine.



Foto 29. Kääpa sild, konsoolne ots



Foto 30. Kääpa sild, külgtiiva lõpp

3.1.6 LÄÄNISTE SILD

Lääniste sild (Foto 31) on 3-avaline lihttalasild avade pikkusega 16,8 m. Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Ahja jõge.

Sillal on Flamline kattealune vuuk.



Foto 31. Lääniste sild, üldvaade

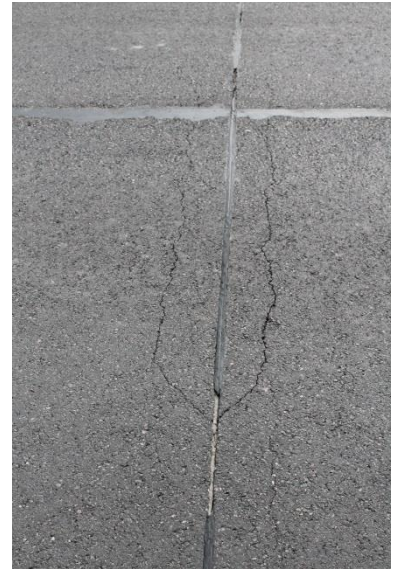


Foto 32. Lääniste sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- silla ühes otsas on kattes praod (Foto 32);
- silla elemendid on heas seisukorras (Foto 31, Foto 35);
- silla vuugi elemendid on hästi ligi pääsetavad (Foto 33);
- tilktorust on vesi juhitud otse koonusele külgtiiva lähedal (Foto 34);
- vuugi paigaldamiseks on rajatud betoonelement, mis praguneb (Foto 36).



Foto 33. Lääniste sild, kaldasammas



Foto 34. Lääniste sild, tilktoru vesi



Foto 35. Lääniste sild, silla talad



Foto 36. Lääniste sild, vuugi „juurdeehitis“

3.1.7 MAETSMA SILD

Maetsma sild (Foto 37) on konsoolidega raudbetoontaladel sild peaauga 18 m. Sild ületab Avijõe.

Sild on lahendatud vuugita.



Foto 37. Maetsma sild, üldvaade



Foto 38. Maetsma sild, vuuk

Silla ja mulde ülemineku ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- kattes on täitmata pragu (Foto 38);
- silla talad on heas seisukorras (Foto 41);
- silla elemendid on hästi ligi pääsetavad;
- otsasein on veekahjustustega ning korrodeerub (Foto 39);
- piire ei ole vuugi kohal ühendatud (Foto 40);
- muldes on kasutatud mittedreenivat materjali (Foto 42).



Foto 39. Maetsma sild, otsasein



Foto 40. Maetsma sild, piire



Foto 41. Maetsma sild, talad



Foto 42. Maetsma sild, koonus silla all

3.1.8 PUURMANI 2 SILD

Puurmani 2 sild (Foto 43) on 3-avaline lihttalasild (7,4+8,9+7,4 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Kaave jõge.

Sillale paigaldatud vuugi täpne tüüp ei ole teada.



Foto 43. Puurmani II sild, üldvaade



Foto 44. Puurmani II sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- katte pinnal on kaldasammaste kohal ebamäärase kujuga praod (Foto 44);
- vahesamba kohal on vee läbijooksud vuugist ning soolade välja uhtumist (Foto 45);
- kaldasamba kohal on tekiplaadist soolade välja uhtumist (Foto 46);
- kaldasamba vuugiprofiil on terve ning omal kohal (Foto 47);
- ei esine olulisi kahjustusi talade otstes ja kaldasamba tagaseinal (Foto 48);
- kaldasambapoolne tiib täidab oma ülesannet – samba iste on puhas.



Foto 45. Puurmani II sild, vahesaavaehitus vahesamba kohal



Foto 46. Puurmani II sild, avaehitus kaldasamba kohal



Foto 47. Puurmani II sild, vuugiprofiil



Foto 48. Puurmani II sild, talade otsad kaldasambal

3.1.9 SÕMERU VIADUKT

Sõmeru viadukt (Foto 49) on 3-avaline lihttalasild (11+28+1 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Tallinn-Narva raudteed.

Sillale paigaldatud vuugi täpne tüüp ei ole teada.



Foto 49. Sõmeru viadukt, üldvaade

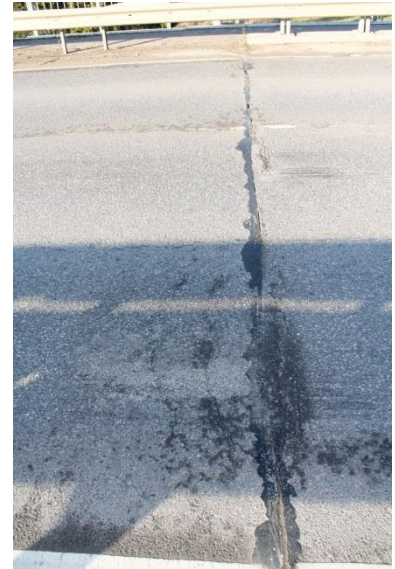


Foto 50. Sõmeru viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- katte pinnal on kaldasammaste kohal ebamäärase kujuga praod (Foto 50);
- silla elemendid on heas seisukorras (Foto 51);
- kaldasamba kohal on näha vee läbijooksu (Foto 52, Foto 53);
- vahesammaste kohal olevatele vuukidele puudub alt ligipääs;
- vuugi täide on kattest ja servaprussist irdunud (Foto 54).



Foto 51. Sõmeru viadukt, silla vahesammas ja talad



Foto 52. Sõmeru viadukt, vee läbijooks kaldasambal



Foto 53. Sõmeru viadukt, märgunud kaldasammas



Foto 54. Sõmeru viadukt, vuugitäide

3.1.10 VANA-VÕHANDU SILD

Vana-Võhandu sild (Foto 55) on 3-avaline lihttalasild (6+6+6 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoonplaatidega. Sild ületab Võhandu jõge.



Foto 55. Vana-Võhandu sild, üldvaade



Foto 56. Vana-Võhandu sild, vuugid

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- kate on pinnatud, kaldasammastel on näha ebamäärase kujuga praod, vahesammastel on pragu vuugi kohal väiksem (Foto 59, Foto 60);
- nähtavaid vee läbijooksu jälgi ei täheldatud (Foto 57, Foto 58);
- vuuk ei ole altpoolt ligipääsetav.



Foto 57. Vana-Võhandu sild, kaldasammas



Foto 58. Vana võhandu sild, vahesammas



Foto 59. Vana-Võhandu sild, kate kaldasambal



Foto 60. Vana-Võhandu sild, kate vahesambal

3.2 ELASTSE TÄITEGA VUUGID

Käesolev peatükk käsitleb elastse täitega vuuke Eesti sildadel.

Inspekteritud on järgnevas tabelis toodud sillad.

Tabel 13. Inspekteritud elastse täitega vuugiga sillad

Jrk nr	Silla nimetus	ptk	Lubatud sõidukiirus sillal	Liiklussagedus sillal
1	Maidla sild	3.2.1	50 km/h	817 (2010)
2	Maidla I sild	3.2.2	90 km/h	6331 (2011)
3	Pindi sild	3.2.3	90 km/h	101 (2010)
4	Räpina sild	3.2.4	50 km/h	569 (2011)
5	Reo sild	3.2.5	90 km/h	1320 (2011)
6	Roostoja sild	3.2.6	90 km/h	266 (2011)
7	Ulvi sild	3.2.7	90 km/h	380 (2009)
8	Vana-Kastre sild	3.2.8	70 km/h	908 (2011)

3.2.1 MAIDLA SILD

Maidla sild (Foto 61) on 3-avaline lihttalasild (13,5+13,5+13,5 m), mille avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Purtse jõge.

Maidla sillale on paigaldatud Deckproof Flexjoint IMP vuuk (Foto 62).



Foto 61. Maidla sild, üldvaade



Foto 62. Maidla sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- silla vuuk on heas seisukorras ja ei leki (Foto 63, Foto 65);
- vuugiprofiil on terve;

- silla veeviimaritest on vesi juhitud kaldasambale ja koonusele (Foto 64, Foto 65);
- silla jalgtee konsoolse laienduse juurest jookseb vesi kaldasambale (Foto 66).



Foto 63. Maidla sild, vuuk



Foto 64. Maidla sild, tilktoru



Foto 65. Maidla sild, kaldasammas



Foto 66. Maidla sild, jalgtee laiendus kaldasamba kohal

3.2.2 MAIDLA I SILD

Maidla I sild (Foto 67) on 1-avaline lihttalasild pikkusega 18 m. Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Maidla jõge.

Maidla I sillal on kasutatud Thorma-Joint vuuki, mis on tõenäoliselt rajatud vana vuugi (Joonis 52) peale.



Foto 67. Maidla I sild, üldvaade

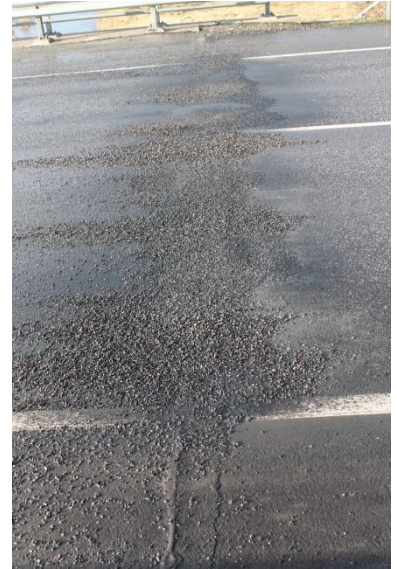


Foto 68. Maidla I sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- sild on värskest pinnatud, kuid on näha täite väljavoolamist vuugist (Foto 68);
- vuuk lekib, kahjustunud on talade ja tekiplaadi otsad (Foto 71);
- üle servaprussi ja vuugirennist tulev vesi kahjustab koonust ja tiiba (Foto 72);
- kaldasamba vuugiprofiil ei ole omal kohal (Foto 69);
- kaldasamba kohal on tekiplaadist soolade välja uhtumist (Foto 70);
- kaldasambale on kogunenud praht;
- vuugi laius ei ole piisav.



Foto 69. Maidla I sild, vuugiprofiil



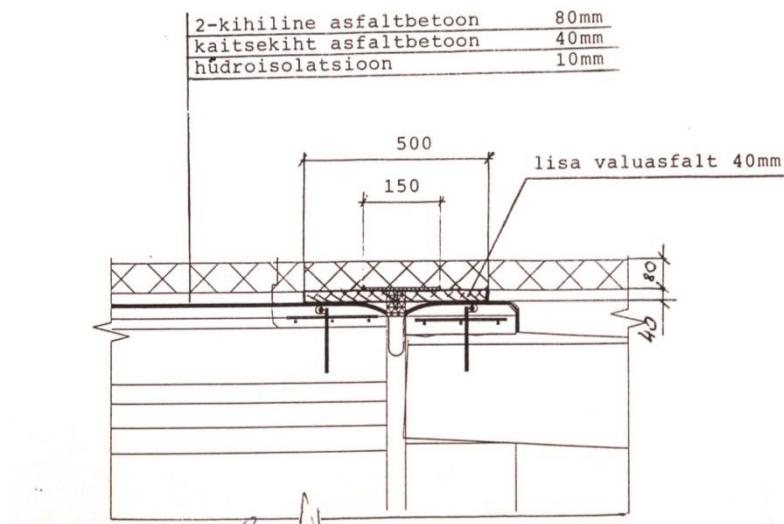
Foto 70. Maidla I sild, soolade välja uhtumine



Foto 71. Maidla I sild, tagasein ja talade otsad



Foto 72. Maidla I sild, vuugirenn



Joonis 52. Maidla I silla vuugi lahendus [25]

3.2.3 PINDI SILD

Pindi sild (Foto 73) on 4-avaline lihttalasild avade pikkusega 11,4 m. Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetootaladega. Sild ületab Võhandu jõge.

Pindi sillal on kasutatud Flexjoint IMP vuuki (Foto 74).



Foto 73. Pindi sild, üldvaade



Foto 74. Pindi sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- sild ja vuuk on heas seisukorras (Foto 74);
- vuugiprofiil on terve ja ei leki (Foto 76);

- vuugi katkestus servaprussi juures tingib tagaseina ja samba märgumise (Foto 75);
- kaldasambale on kogunenud praht (Foto 75).



Foto 75. Pindi sild, servapruss kaldasamba kohal



Foto 76. Pindi sild, vuugiprofiil alt

3.2.4 RÄPINA SILD

Räpina sild (Foto 77) on 3-avaline jätkuvtalasild avade pikkusega 18+23+18 m. Avaehitus on lahendatud monoliitbetoonist taladega. Sild ületab Võhandu jõge.

Räpina sillal on kasutatud Flexjoint IMP vuuki (Foto 78).



Foto 77. Räpina sild, üldvaade

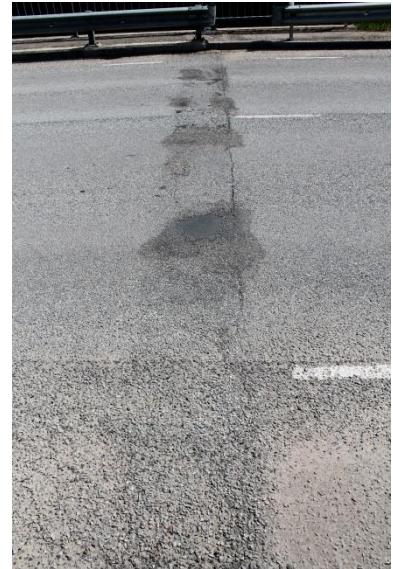


Foto 78. Räpina sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on irdunud kattest;
- vuugi katteplaat servaprussi kohal on lahti (Foto 79), vuugiprofiilil on servaprussi kohal praht;
- tugilaagrid korrodeeruvad – seega vesi pääseb laagriteni (Foto 80);
- kaldasamba tagaseina on näha vee läbijooksu jäljed (Foto 81)
- Räpinapoolse kaldasamba lahendus, kus tekiplaadi ots on pikendatud tagaseinale, tingib praod ühenduskohas (Foto 82).



Foto 79. Röpina sild, vuugi katteplaat servaprussil



Foto 80. Röpina sild, tugilaager



Foto 81. Röpina sild, kaldasammas



Foto 82. Röpina sild, tekiplaadi üle ulatus

3.2.5 REO SILD

Reo sild on (Foto 83) on 3-avaline lihttalasild (13,9+14,1+13,9 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Võhandu jõge.

Sillal on kasutatud Flexjoint IMP vuuki (Foto 84).



Foto 83. Reo sild, üldvaade

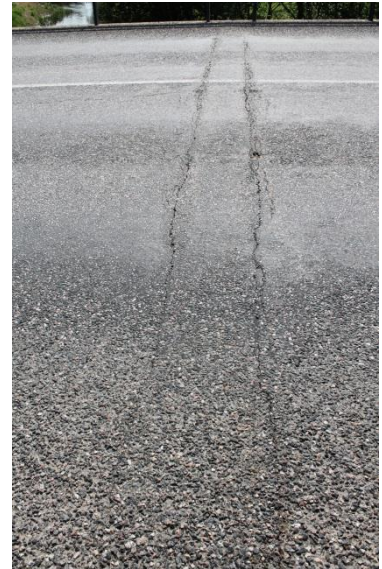


Foto 84. Reo sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on irdunud katest (Foto 84);
- tugilaagrid korrodeeruvad (Foto 87);
- kaldasambal seisab praht (Foto 85), kaldasammas on laiem kui avaehitus;
- nii kalda- kui ka vahesammastel on vee läbijooksu jäljed (Foto 85, Foto 86).



Foto 85. Reo sild, kaldasammas



Foto 86. Reo sild, vahesammas



Foto 87. Reo sild, tugilaagrid



Foto 88. Reo sild, vuugiprofiil

3.2.6 ROOSTOJA SILD

Roostoja sild on 3-avaline lihttalasild (10,8+13,5+10,8 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Rannapungerja jõge.

Sillal on kasutatud Flexjoint IMP vuuki teisel ja kolmandal sambal (Foto 84) ja FlexJoint FlameLine vuuki kaldasammastel.



Foto 89. Roostoja sild, üldvaade



Foto 90. Roostoja sild, vuuk vahesambal

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on irdunud kattest (Foto 94);
- nii kalda- kui ka vahesammastel on vee läbijooksu jäljed (Foto 91, Foto 93);
- vesi ja praht seisab kaldasambal (puudub põikkalle).



Foto 91. Roostoja sild, vahesammas



Foto 92. Roostoja sild, servapruss kaldasambal



Foto 93. Roostoja sild, kaldasammas

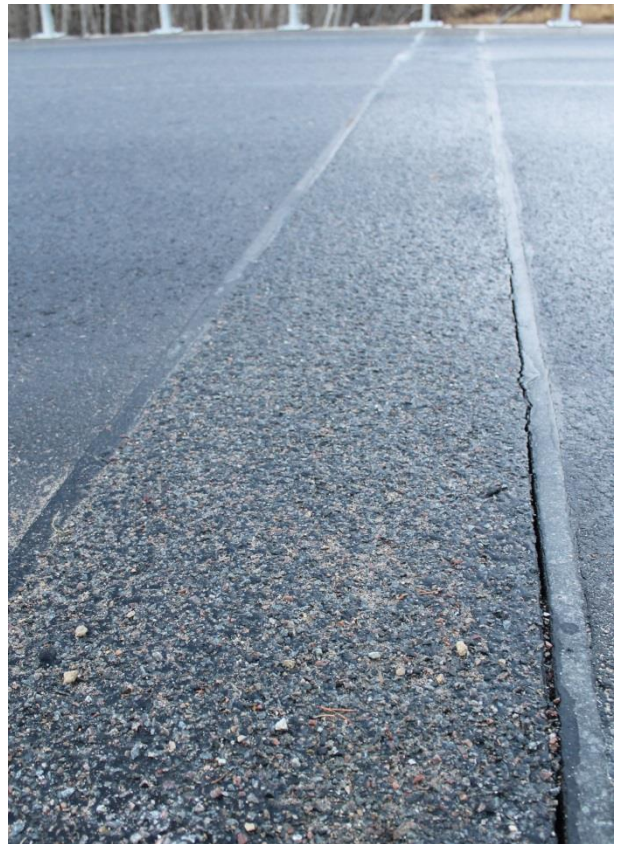


Foto 94. Roostoja sild, vuuk vahesambal

3.2.7 ULVI SILD

Ulvi sild (Foto 67) on 3-avaline lihttalasild (8,3+8,7+8,3 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab Kunda jõge.

Silla kaldasammastel on deformatsioonivuugid DeckProof FlexJoint IMP (Foto 96).



Foto 95. Ulvi sild, üldvaade



Foto 96. Ulvi sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on irdunud kattest (Foto 98);
- kaldasamba tiivad ei kaitse sammast lume sulamisel vee eest (Foto 97);
- kaldasammas on laiem kui avaehitus;
- vesi ja praht seisab kaldasambal (Foto 99) ja praht on vahesambal;
- vesi jookseb üle servaprussi (Foto 100).



Foto 97. Ulvi sild, kaldasammas



Foto 98. Ulvi sild, vuuk



Foto 99. Ulvi sild, vesi kaldasambal



Foto 100. Ulvi sild, servapruss ja talad

3.2.8 VANA-KASTRE SILD

Vana-Kastre sild (Foto 101) on 1-avaline terastaladel betoonplaadiga komposiitsild kogupikkusega 9,7 m.

Silla kaldasammastel on deformatsioonivuugid FlexJoint IMP (Foto 102).



Foto 101. Vana-Kastre sild, üldvaade



Foto 102. Vana-Kastre sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on irdunud kattest, vuugis on praod (Foto 102, Foto 104);
- vuugi profiilil on sodi, vuuk on puhastamata (Foto 103);
- vuuk lekib (Foto 105);
- servaprussi kohal on teostatud vuugiprofiili üleminek, tekiplaat on seal alt märg (Foto 106).



Foto 103. Vana-Kastre sild, kaldasammas



Foto 104. Vana-Kastre sild, pragu vuugis



Foto 105. Vana-Kastre sild, kaldasammas



Foto 106. Vana-Kastre sild, vuugiprofiil alt

3.3 AVATUD PROFILIGA VUUGID

Käesolev peatükk käsitleb avatud profiiliga vuuke Eesti sildadel.

Inspekteeritud on järgnevas tabelis toodud sillad.

Tabel 14. Inspekteeritud avatud profiiliga vuugiga sillad

Jrk nr	Silla nimetus	ptk	Lubatud sõidukiirus sillal	Liiklussagedus sillal
1	Kanama viadukt	3.3.1	90 km/h	10549 (2011)
2	Kiiu I viadukt	3.3.2	90 km/h	4499 (2011)
3	Kuusalu I viadukt	3.3.3	90 km/h	3781 (2011)
4	Luige viadukt	3.3.4	90 km/h	7796 (2012)
5	Riisipere viadukt	3.3.5	90 km/h	4878 (2011)
6	Variku viadukt	3.3.6	70 km/h	8708 (2011)

3.3.1 KANAMA VIADUKT

Kanama viadukt (Foto 107) on 3-avaline (16+48+16 m) raudbetoonist karptaladega sild. Viadukt ületab sõiduteed (Tallinn - Pärnu mnt).

Sillale on paigaldatud üleminekuribaga vastukaldeta Maurer D80 vuuk (Foto 108).



Foto 107. Kanama viadukt, üldvaade



Foto 108. Kanama viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on puhastamata, vesi seisab vuugil (Foto 109, Foto 110);
- kuigi vuugiprofiil on terve ei ole vuuk veetihe ja seetõttu on kahjustunud ka tugilaagrid (Foto 111, Foto 112);
- vuugi terasosadel on sahkamiskahjustused;
- vuugi terasosad korrodeeruvad;
- üleminekuriba ja asfaldi ühenduskohas on üleminekuriba kahjustunud.



Foto 109. Kanama viadukt, sodi vuugiprofiilil



Foto 110. Kanama viadukt, vesi vuugiprofiil



Foto 111. Kanama viadukt, vuugiava alt



Foto 112. Kanama viadukt, tugilaager

3.3.2 KIIU I VIADUKT

Kiiu I viadukt (Foto 113) on 3-avaline lihttalasild (11,8+18,0+11,8 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab maanteed (Kiiu-Soodla).

Sillale on paigaldatud üleminekuribata vastukaldega Maurer vuuk (Foto 114).



Foto 113. Kiiu I viadukt, üldvaade



Foto 114. Kiiu I viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vesi seisab vuugil (Foto 115);
- kaldasambal on sodi ja vee läbijooksu jäljed;
- vuugi terasosadel on sahkamiskahjustused;
- vuugi terasosad korrodeeruvad;
- vuugi ja asfaldi ühenduskohas on kattes augud (Foto 116).



Foto 115. Kiiu I viadukt, vesi vuugiprofiilil



Foto 116. Kiiu I viadukt, tühimik kattes

3.3.3 KUUSALU I VIADUKT

Kuusalu I viadukt (Foto 117) on 3-avaline lihttalasild (15+21+15 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab maanteed (Kuusalu tee)

Sillale on paigaldatud üleminekuribata vastukaldega Maurer vuuk (Foto 118).



Foto 117. Kuusalu I viadukt, üldvaade [4]



Foto 118. Kuusalu I viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- sodi seisab vuugil (Foto 119);
- kaldasambal on sodi ja vee läbijooksu jäljed (Foto 120), kahjustunud on talade otsad;
- vuugi terasosadel on sahkamiskahjustused;
- vuugi terasosad korrodeeruvad.



Foto 119. Kuusalu I viadukt, sodi vuugil



Foto 120. Kuusalu I viadukt, tagasein

3.3.4 LUIGE VIADUKT

Luige viadukt on (Foto 121) 2-avaline pingbetoonsild, mis ületab sõiduteed (Tallinna ringtee).

Sillale on paigaldatud Mageba Tensa-Crete üleminekuribaga vastukaldeta vuuk (Foto 122).



Foto 121. Luige viadukt, üldvaade



Foto 122. Luige viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk ei ole alt ligi pääsetav;
- sodi ja vesi seisab vuugil (Foto 123);
- joatorud ei ole vastukalde teljel (Foto 123);
- sademevesi on vuugist ära juhitud toruga (Foto 124), vesi seisab siiski.



Foto 123. Luige viadukt, vesi ja sodi vuugiprofiilil



Foto 124. Luige viadukt, sademevee toru algus

3.3.5 RIISIPERE VIADUKT

Riisipere viadukt (Foto 125) on 3-avaline lihttalasild kogupikkusega 66,6 m. Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab raudteed (Tallinn-Haapsalu).

Silla vahesammastele on paigaldatud üleminekuribata vastukaldega Maurer XW1 vuuk (Foto 126).



Foto 125. Riisipere viadukt, üldvaade



Foto 126. Riisipere viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk ei ole alt ligi pääsetav;
- sodi ja vesi seisab vuugil, vuugis kasvab rohi (Foto 127);
- vuuk on heas seisukorras, taladel veekahjustusi ei ole (Foto 128).
- Asfalt vuugi eel on „hõredam“ kui ülejäänud sillal (Foto 127).



Foto 127. Riisipere viadukt, vuuk



Foto 128. Riisipere viadukt, vahesammas

3.3.6 VARIKU VIADUKT

Variku viadukt (Foto 129) on 18-avaline lihttalasild (21+21+14x24+21+21 m). Avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab raudteed.

Silla vahesammastele on paigaldatud üleminekuribata vastukaldeta Mageba TENSA-GRIP siinusplaatidega vuuk (Foto 130). Ülevaatus on teostatud enne ehitustööde lõppemist (liiklus oli sillal).



Foto 129. Variku viadukt, üldvaade

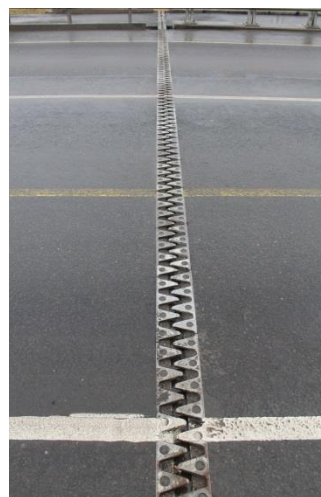


Foto 130. Variku viadukt, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk on hästi ligi pääsetav;
- sodi ja vesi seisab vuugil (Foto 131);
- asfalt vuugi eel on kohati „hõredam“ kui ülejäänud sillal;
- vuugiprofiil ei ole kohati korralikult juhtsiinide vahel (Foto 132);



Foto 131. Variku viadukt, sodi vuugis



Foto 132. Variku viadukt, vuugiprofiil

3.4 KUMMIMATTVUUGID

Käesolev peatükk käsitleb kummimattvuuke Eesti sildadel.

Inspekteeritud on järgnevas tabelis toodud sillad.

Tabel 15. Inspekteeritud avatud profiiliga vuugiga sillad

Jrk nr	Silla nimetus	ptk	Lubatud sõidukiirus sillal	Liiklussagedus sillal
1	Kadrina viadukt	3.4.1	90 km/h	2050 (2011)
2	Kärevere III sild	3.4.2	90 km/h	6763 (2011)
3	Kobratu sild	3.4.3	90 km/h	2357 (2011)
4	Kohila sild	3.4.4	50 km/h	2507 (2010)
5	Kohtla-Järve viadukt	3.4.5	90 km/h	910 (2012)
6	Põltsamaa II sild	3.4.6	90 km/h	6072 (2011)
7	Purtse sild	3.4.7	70 km/h	3917 (2011)
8	Puurmani 3 sild	3.4.8	90 km/h	6181 (2011)

3.4.1 KADRINA VIADUKT

Kadrina viadukt (Foto 133) on 6-avaline lihttalasild (2x16,4+23,4+3x16,4 m), mille avaehitus on lahendatud monteeritavate raudbetoontaladega. Sild ületab sõidu- ja raudteed.

Kadrina viaduktil on kummimattvuuk igal sambal. Vuugimattidel on vastukalle sevaprussi poolt ning vuuk on kinnitatud üleminekuribaga.



Foto 133. Kadrina viadukt, üldvaade



Foto 134. Kadrina viadukt, aste vuugi ja üleminekuriba vahel

Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- kuigi vuugiprofiil on terve, on vuugiavas vett (hüdroisolatsiooni ühendus ei ole korrektne);

- vuugid ei ole kõikjal sõidutee tasapinnas – üleminekuriba ja vuugi vahel on aste (Foto 134);
- üleminekuriba on pragunenud (Foto 135);
- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 136);
- vuugid on puhastamata, vuugimattide vastukalde kohal seisab sodi (Foto 137);
- vuukide liikumised on kahjustanud piirdepostide kinnitusi (Foto 138);
- puuduvad osad ankrute tihendid.



Foto 135. Kadrina viadukt, pragu üleminekuribas



Foto 136. Kadrina viadukt, sahkamiskahjustused



Foto 137. Kadrina viadukt, sodi vuugil



Foto 138. Kadrina viadukt, piirdeposti kinnitus

3.4.2 KÄREVERE III SILD

Kärevere III sild (Foto 139) on 3-avaline jätkuvtalasild (24+42+24 m). Sild ületab Suurt Emajõe.

Kärevere III sillal on kummimattvuuk kaldasammastel (Foto 140). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuuk on paigaldatud üleminekuribaga.



Foto 139. Kärevere III sild, üldvaade



Foto 140. Kärevere III sild, vuuk

Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 141);
- vuugi ja ülemikuriba ning üleminekuriba ja katte vahel on vahe (Foto 142);
- vuugide vesi tilgub koonustele ja servaprussile (Foto 143);
- kaldasambal seisab vesi ja sambal on vee läbijooksu jäljed (Foto 144);
- puudub lahendus kaldasambalt läbi jooksnud vee ära juhtimiseks;
- vuugid ei ole silla alt ligipääsetavad;
- vuugid on puhastamata.



Foto 141. Kärevere III sild, sahkamiskahjustused



Foto 142. Kärevere III sild, vahe üleminekuriba juures



Foto 143. Kärevere III sild, vesi koonusel



Foto 144. Kärevere III sild, vee läbijooksu jäljed

3.4.3 KOBRATU SILD

Kobratu sild (Foto 145) on 1-avaline talasild (ava 21,9 m). Sild ületab Amme jõge.

Kobratu sillal on kummimattvuuk kaldasammastel (Foto 140). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuugid on paigaldatud üleminekuribaga.



Foto 145. Kobratu sild, üldvaade



Foto 146. Kobratu sild, vuuk

Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 149);
- üleminekuriba ja asfaltkate selle kõrval on pragunenud (Foto 148) – kõrgete talade pöördumise mõju;
- vuuk on katte pinnast kõrgemal (Foto 150);
- vuukide vesi jookseb servaprussile (Foto 151);
- puudub lahendus kaldasambalt läbi jooksnud vee ära juhtimiseks;
- vuugid ei ole silla alt ligipääsetavad;
- vuugid on puhastamata.



Foto 147. Kobratu sild, läbijooks kaldasambal



Foto 148. Kobratu sild, praod üleminekuribas ja asfaltkattes



Foto 149. Kobratu sild, sahkamiskahjustused



Foto 150. Kobratu sild, vuugi aste



Foto 151. Kobratu sild, märgunud servapruss

3.4.4 KOHILA SILD

Kohila sild (Foto 152) on 3-avaline jätkuvtalasild (14+18+14 m), mille avaehitus on lahendatud 2 raudbetoontalaga. Sild ületab Keila jõge.

Sillal on üleminekuribaga kummimattvuuk ühel kaldasambal (Foto 153).



Foto 152. Kohila sild, üldvaade



Foto 153. Kohila sild, vuuk

Vuugi ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuuk lekib, kaldasambal puudub lahendus vuugist lekkiva vee ära juhtimiseks (Foto 154);
- vuugi läbijooks on tinginud tala otsa märgumise ning soolade väljauhtumise (Foto 155);
- vuuk ei ole sõidutee tasapinnas – üleminekuriba ära vajunud (Foto 153);
- vuugiprofiil on rebenenud (Foto 157);
- kõnnitee äärekivi sõlm on puudulikult lahendatud (Foto 156);
- vuuk on puhastamata (Foto 156).



Foto 154. Kohila sild, vuugi läbijooks



Foto 155. Kohila sild, tala otsa märgumine



Foto 156. Kohila sild, äärekivi sõlm



Foto 157. Kohila sild, rebenenud vuugiprofiil

3.4.5 KOHTLA-JÄRVE VIADUKT

Kohtla-Järve viadukt on 3-avaline pingbetoonist jätkuvtalasild. Sild ületab sõiduteed (Tallinna-Narva mnt).

Kohtla-Järve viaduktil on kummimattvuuk kaldasammastel (Foto 158). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuuk on paigaldatud üleminekuribaga.

Vuugid on heas seisukorras, olulisi defekte ei esine. Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuugirenn on terve;
- vuugid on ligipääsetavad silla alt;
- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 159);
- servaprussi katteplaadi alla kogeneb praht (Foto 161);
- sademevee ära juhtimiseks on kasutatud plekist kogumislehtrit (Foto 160), mis on täiendav detail silla hooldusel – vuugi puhastamisel lükatakse katteplaadi alt sodi sinna sisse, tuulega jookseb vesi ikka mööda samba külge.



Foto 158. Kohtla-Järve viadukt, vuuk



Foto 159. Kohtla-Järve viadukt, sahkamiskahjustused

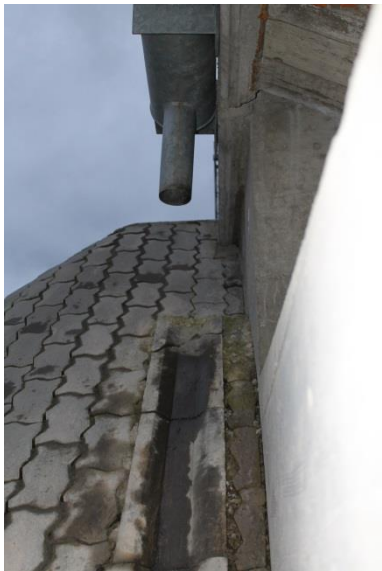


Foto 160. Kohtla-Järve viadukt, sademee ära juhtimine vuugist



Foto 161. Kohtla-Järve viadukt, vuuk servaprussi kohal

3.4.6 PÕLTSAMAA II SILD

Põltsamaa II sild (Foto 162) on 3- avaline monteeritavast raudbetoonist lihttalasild (17,4+23,4+17,4 m). Sild ületab Põltsamaa jõge.

Põltsamaa sillal on kummimattvuuk kaldasammastel (Foto 163). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuuk on paigaldatud üleminekuribaga.



Foto 162. Põltsamaa sild, üldvaade



Foto 163. Põltsamaa sild, vuuk

Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuugid on ligipääsetavad silla alt;
- kate on vuugi eel ära vajunud (Foto 164);
- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 167);
- vuugi üleminekuribas on praod (Foto 167);
- sademevee ära juhtimiseks on kasutatud plekist kogumislehtrit (Foto 165, Foto 166), mis on täiendav detail silla hooldusel – vuugi st tulev sodi koguneb sinna, lehtrist tulev vesi uhub koonust;
- silla piirde liikumisvaru ei ole vuugi kohal piisav.



Foto 164. Põltsamaa II sild, kate üleminekuriba eel



Foto 165. Põltsamaa II sild, sademevee ära juhtimine



Foto 166. Põltsamaa II sild, sademevee koguja



Foto 167. Põltsamaa II sild, vuuk

3.4.7 PURTSE SILD

Purtse sild (Foto 168) on 3-avaline terastaladel betoonplaadiga komposiitsild (16,20+16,20+16,20). Sild ületab Purtse jõge.

Purtse sillal on kummimattvuuk kaldasammastel (Foto 169). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuuk on paigaldatud üleminekuribaga.



Foto 168. Purtse sild, üldvaade



Foto 169, Purtse sild, vuuk

Vuugid ja sild on heas seisukorras. Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuugid on ligipääsetavad silla alt;
- vuugirenn on terve ja ei leki, kaldasambad ja talade otsad ei ole kahjustunud (Foto 171);
- vuukidel on sahkamiskahjustused (Foto 170).



Foto 170. Purtse sild, sahkamiskahjustused



Foto 171. Purtse sild, kaldasammas ja talade otsad

3.4.8 PUURMANI 3 SILD

Puurmani 3 sild (Foto 172) on monoliitbetoonist kaarsild pikkusega 66,3 m. Sild ületab Pedja jõge.

Sillal on kummimattvuugid kaldasammastel (Foto 173). Vuugimattidel ei ole vastukallet, vuuk on paigaldatud üleminekuribaga.



Foto 172. Puurmani 3 sild, üldvaade



Foto 173. Puurmani 3 sild, vuuk

Vuukide ülevaatusel on täheldatud järgmist:

- vuugid ei ole ligipääsetavad silla alt;
- vuugi elemendid korrodeeruvad, vuugi pinnal kumm on kohati lahti (Foto 174);
- vuukidel on kahjustused sahkamisest ja naelkummidest;
- vuugi üleminekuribas on praod;
- kaldasammastel on näha vee läbijooksu jäljed (Foto 175, Foto 176);
- silla piirde liikumisvaru ei ole vuugi kohal piisav (Foto 177).



Foto 174. Puurmani 3 sild, vuuk



Foto 175. Puurmani 3 sild, kaldasammas eest



Foto 176. Puurmani 3 sild, kaldasamba küljelt



Foto 177. Puurmani 3 sild, piire

4 BALTI- JA PÕHJAMAADE VUUGID

Käesolev peatükk käsitleb Balti- ja Põhjamaade sildade järgmisi vuugitüüpe:

- kattealused vuugid;
- elastse täitega vuugid;
- avatud profiiliga vuugid;
- kummimattvuugid.

Peatüki esimene alajaotus annab ülevaate erinevates maades kasutatavatest vuukidest.

Peatüki eesmärgiks ei ole anda ülevaadet kõigist sildadest, mille inspekteerimine töö koostamise käigus on teostatud – keskendutud on Eesti sildadel täheldatud puudustele ning nende kõrvaldamise võimalustele (ptk 4.2 kuni 4.5).

4.1 ÜLDINFO

Käesolev peatükk annab ülevaate Soomes, Rootsis, Lätis ja Leedus peamiselt kasutatavatest vuukidest.

Üheski nimetatud maadest ei ole teostatud uuringut juba paigaldatud vuukide töökindluse määramiseks. Kehtivad normdokumendid on välja toodud ptk 2.2. Vuugi tüübi ja vajaduse määrab projekteerija.

4.1.1 SOOME

Soomes lahendatakse sild võimalusel vuugi ja tugilaagriteta (integraalsild). Vuugita silda eelistatakse silla pikkusel kuni 75 m (Foto 178 kuni Foto 180) ning viltu nurgal kuni 25°. Katsetatakse vuukideta silla kasutamist kuni 100 m sildadel.

Vuugi vajaduse korral kasutatakse peamiselt elastse täitega vuuki ja avatud profiiliga teras-kumm vuuki. Konsoolvuuke ja kummimattvuuke (alumiiniumkattega) kasutatakse harva. Vuugi lahendus peab olema heaks kiidetud kohaliku Maanteeameti poolt (vt p 2.2.6). Nimetatud heakskiidu saamiseks võtab vuugi tootja ühendust kohaliku Maanteeametiga, vuuk paigaldatakse sillale ning seda jälgitakse 2-3 aasta jooksul.



Foto 178. Vuugita sild Soomes



Foto 179. Vuugita silla kaldasammas



Foto 180. Asfaldivuuk vuugita sillal

4.1.2 ROOTSI

Rootsis lahendatakse sild võimalusel vuugita, kuid erinevalt Soomest on levinud lahendus, kus kaldasambal on tugilaagrid (pool-integraalsild - Foto 182...Foto 184).



Foto 181. Pool-integraalsild Rootsis



Foto 182. Pool-integraalsild Rootsis, kaldasammas



Foto 183. Pool-integraalsild Rootsis



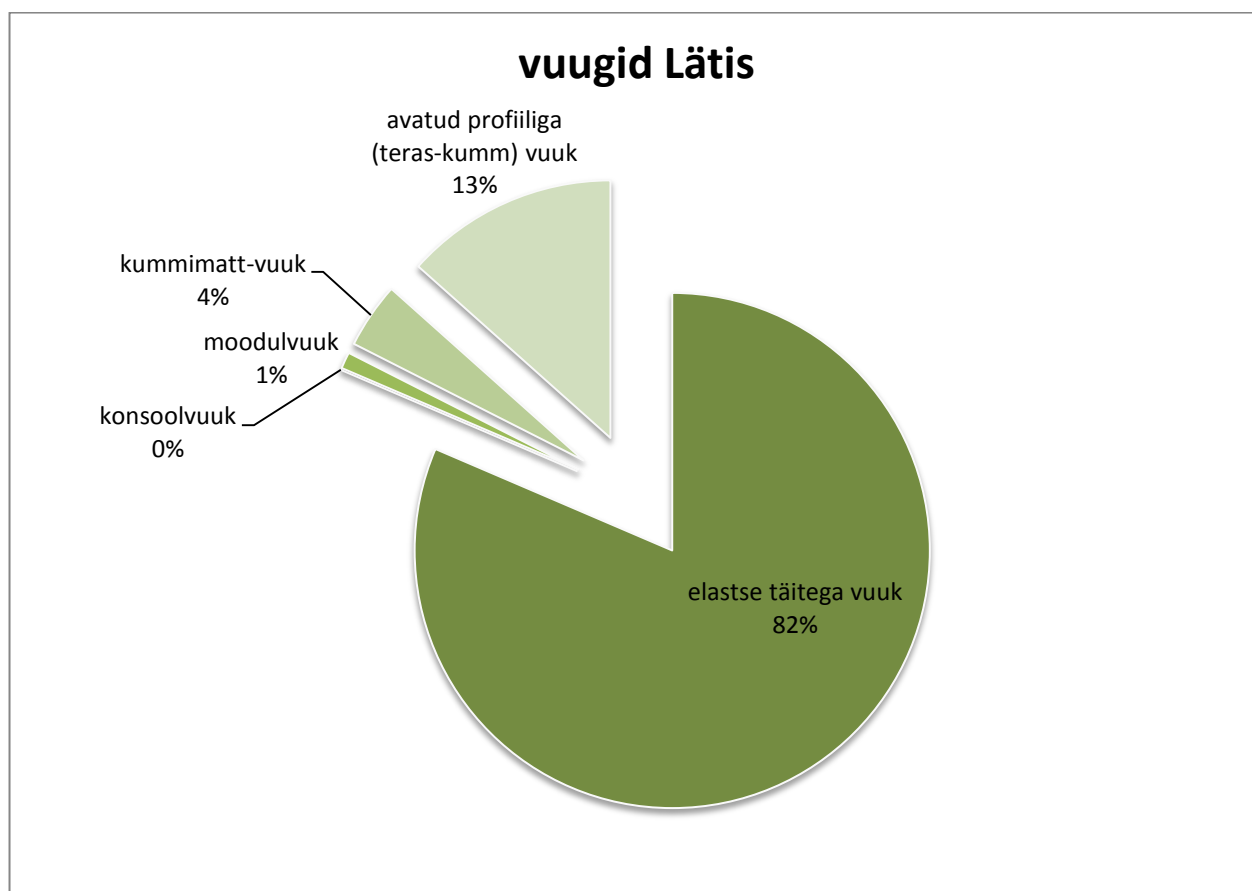
Foto 184. Pool-integraalsild Rootsis, kaldasammas

Juba üle 30 aasta on Rootsis peamiselt kasutatud Maureri vuuke (avatud profiiliga või moodulvuuk), seda ca 80% vuukidega sildadel.

Vuugi tootja ja tüüp peab olema heaks kiidetud kohaliku Maanteeameti poolt (vt ka p 2.2.5).

4.1.3 LÄTI

Lätis on aastatel 2002 kuni 2011 ehitatud või täielikult rekonstrueeritud 97 silda. Nendele paigaldatud vuukidest annab ülevaate järgnev graafik.



Graafik 1. Lätis paigaldatud vuukide tüübid

Seega valdavalt kasutatakse elastse täitega vuuke. Kohaliku sildade haldamise andmebaasi (LatBrutus) info järgi on enamus neid heas või rahuldavas seisukorras. Elastse täitega vuuk paigaldatakse ka integraalsillale – mulde ja silla ülemineku kohale vältimaks prao tekkimist.

Lätis on paigaldatud ka konsoolvuuke (Freyssinet Cipec), kuid mitte viimase 10 aasta jooksul. Kattealuste vuukide kasutamisest on loobunud ebamäärase kujuga pragude tõttu, mis kattesse vuugi kohal tekivad. Kattealuste vuukide kohal on proovitud ka katte armeerimist, kuid ka see ei andnud soovitud tulemust.

Vuukidest annab ülevaate p 2.2.3 kirjeldatud juhendmaterjal. Vuugi täpse tüübi (tootja) valik ei ole ametlikult reguleeritud – kohalik Maanteeamet peab projekteerimise käigus eelneva kogemuse põhjal välistama ebasobivate materjalide kasutamise.

4.1.4 LEEDU

Leedus on kasutusel peamiselt elastse täitega ja avatud profiiliga teras-kumm vuugid. Kummimatt-vuukid on küll laialdaselt levinud (sh lahendus, kus vuuk on kaetud alumiiniumplaadiga - Foto 185, Foto 186), kuid nende kasutamist piiratakse vähese töökindluse tõttu. Kattealused vuugid kasutusel vaid üksikudel vanematel sildadel, uutele sildadele neid ei kavandata.



Foto 185. Kummimattvuuk alumiiniumkattega



Foto 186. Kummimattvuuk alumiiniumkattega

Elastse täitega vuukidest on Leedus kasutusel ka lahendus, kus täide paigaldatakse vuuki kahes kihis ning kihtide vahel on vuugi kandevõime tõstmiseks metallplaat.

Avatud profiiliga teras-kumm vuuke on hakatud Leedus ka kohapeal tootma. Ühtegi sellise vuugiga silda veel valmis ehitatud ei ole.

Integraalsildu kasutatakse vähe – peamiselt kogemuse puudumise tõttu nende projekteerimisel.

4.2 KATTEALUSED VUUGID

Eesti kattealuste vuukidega sildadel täheldati peamiselt järgmisi puudusi:

- projekteerimise käigus valesti hinnatud liikumised (arvestamata talade pöördumise, pikikalde mõju);
- ebamäärase kujuga praod kattes;
- puudub lahendus lekkiva vuugi korral vee ära juhtimiseks;
- talade otste, kaldasamba ja selle tagaseina kahjustused lekkivate vuukide tõttu (armatuuri ja tugilaagrite korrodeerumine, soolade välja uhtumine);
- vuugi lahendus servaprussi kohal võimaldab vee ligipääsu kaldasambale.

Eelpool nimetatud puuduste tõttu kasutatakse kattealuseid vuuke Balti- ja Põhjamaades väga harva või üldse mitte.

Kattealune vuuk töötab lühikeste ja madalate avaehituste korral – seega on see pea alati võimalik asendada vuugita lahendusega. Vuugita lahenduse korral on võimalik dreniva tagasitäite kasutamisega pealesõidu muldes hoida ära silla konstruktsioonide kahjustused, mis vuugiga silla puhul on lekkiva vuugi puhul paratamatud.

Vuugi ja kaldasamba ühenduskohas tuleks täisseinalise kaldasambaga pool-integraalsillal üleminek servaprussilt külgtiivale teostada sirgena tagaseina joonel. Vältida tuleks lahendust, kus samba külgtiib algab enne tekiplaadi otsaseina lõppu, sest nii pääseb vesi kaldasambale. Kui kohalikud olud seda võimaldavad on soovitatav külgtiivad valada otsaklotsi külge – nii puudub vajadus külgtiiva ja servaprussi vahelise vuugi rajamiseks.

4.3 ELASTSE TÄITEGA VUUGID

Elastse täitega vuugid on laialdaselt kasutusel nii Lätis, Leedus kui ka Soomes.

Eesti avatud profiiliga vuukidega sildadel täheldati peamiselt järgmisi puudusi:

- vuuk lekib, kahjustunud on talade ja tekiplaadi otsad;
- täite väljavoolamine vuugist;
- liiga kitsas vuuk ei täida oma ülesannet;
- vuugiprofiil ei ole oma kohal;
- vuugi katkestus servaprussi juures tingib tagaseina ja samba märgumise;
- kaldasamba laius on suurem kui avaehituse laius, mis tingib prahi ja vee kogunemise sambale;
- vuuk on irdunud kattest.

Paremas seisukorras on hiljuti paigaldatud vuugid, ca 10 aasta vanused vuugid lekivad kõik. Baltimaades on Eestiga analoogsed probleemid eelkõige vuukidel, kus vuugi laius on ebapiisav. Soomes rajatud vuukidel on piisav laius ja täiendav vee ära juhtimise lahendus lekkivate vuukide korral (Foto 190). Ülevaatus käigus täheldati, et eri riigid kasutavad erinevaid segusid. Leedu ja Soome segus on rohkem sideainet (Foto 187, Foto 188), mis kuumaga on küll pehme, kuid peab paremini vastu kui Eesti ja Läti sarnaste vuukide segu. Leedus kasutatakse lisaks elastsele täitele ka sisemist tugevdavat metallplaati.

Servaprussi kohal tuleks vastukaldega lahenduse korral viia vuuk läbi servaprussi (Foto 189) – vastasel juhul pääseb vesi sealt kaldasambale. Kui vesi sillal juhitakse üle servaprussi, siis tuleks sama teha ka elastse täitega vuugi kohal – pöörates tähelepanu, et vuugi lõpp ulatuks üle alusehituse konstruktsioonide või juhtides vee ära renniga.



Foto 187. Elastse täitega vuuk (Soome)

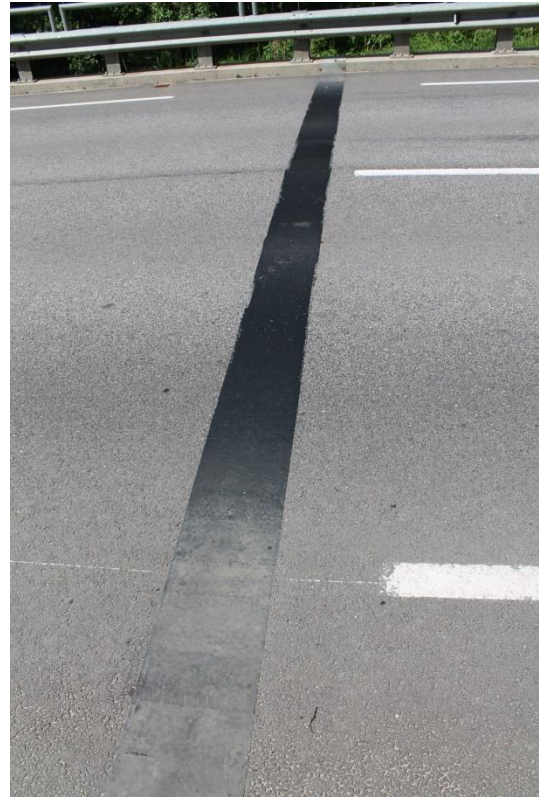


Foto 188. Elastse täitega vuuk (Leedu)



Foto 189. Vuuk servaprussi kohal (Soome)



Foto 190. Renn vuugi all (Soome)

4.4 AVATUD PROFIIliga VUUGID

Eesti avatud profiiliga vuukidega sildadel täheldati peamiselt järgmisi puudusi:

- vuuk on puhastamata;
- vesi seisab vuugil;
- sademevesi on vuugist ära juhitud toruga (vastukaldeta), kuid vesi seisab siiski;
- vuugi terasosadel on sahkamiskahjustused;
- asfalt vuugi eel on „hõredam“ kui ülejäänud sillal, vuugi ja asfaldi ühenduskohas on kattes augud;
- kuigi vuugiprofiil on terve ei ole vuuk veetihe – vesi pääseb kaldasambale vuugi kõrvalt;
- vuuk ei ole alt ligi pääsetav.

Balti- ja Põhjamaades olulisi erinevusi nimetatud vuukide seisukorras ei täheldatud (vt Foto 191 kuni Foto 194).



Foto 191. Avatud profiiliga vuuk (Rootsi)

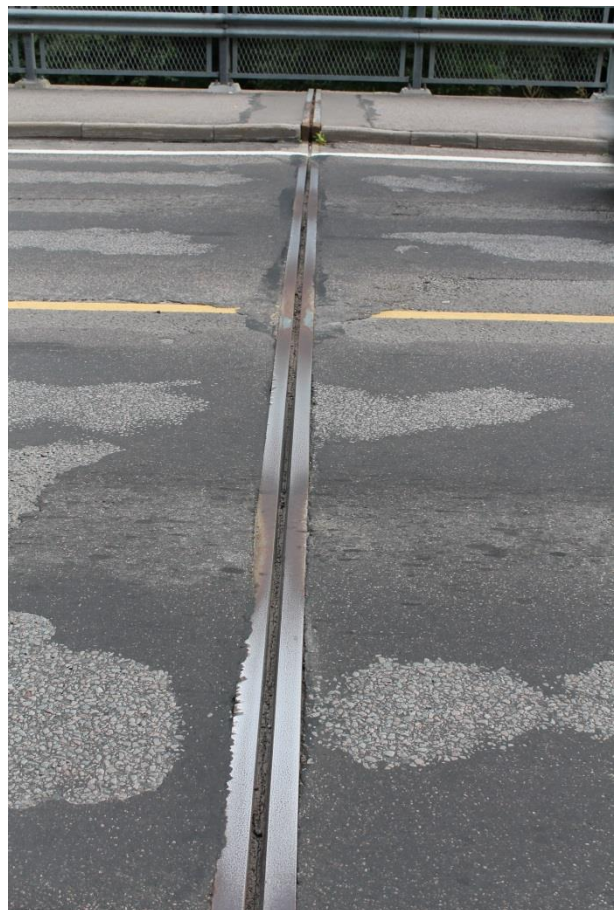


Foto 192. Avatud profiiliga vuuk (Soome)

Üldiselt töötavad paremini üleminekuribaga vuugid – sel juhul on võimalik asfalt vuugini korralikult tihendada. Kõigis maades on vuuk kasutusel nii vastukaldega kui ka läbi servaprussi viiduna. Soovitused servaprussi sõlme lahendamiseks vt p 5.1.5.

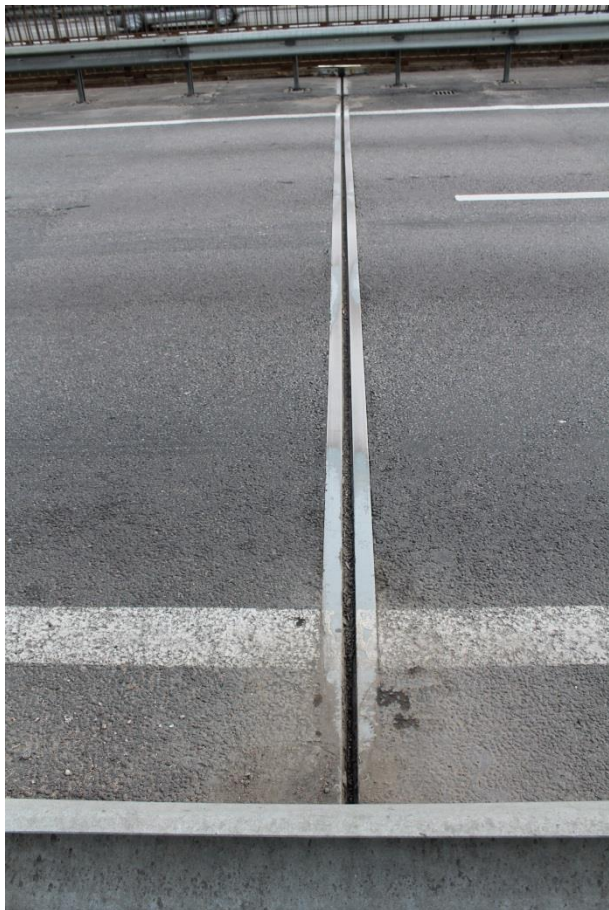


Foto 193. Avatud profiiliga vuuk (Leedu)



Foto 194. Avatud profiiliga vuuk (Läti)

4.5 KUMMIMATTVUUGID

Eesti kummimattvuukidega sildadel täheldati peamiselt järgmisi puudusi:

- vuukidel on sahkamiskahjustused;
- üleminekuriba on pragunenud;
- vuugid on puhastamata;
- puuduvad osad ankrute tihendid;
- puudub lahendus kaldasambalt läbi jooksnud vee ära juhtimiseks;
- silla piirde liikumisvaru ei ole vuugi kohal piisav.

Baltimaades ja Soomes olulisi erinevusi nimetatud vuukide seisukorras ei täheldatud (vt Foto 191 kuni Foto 194). Rootsis kummimattvuuki ei kasutata, ka Soomes on see väga harv.



Foto 195. Alga kummimattvuuk (Läti)

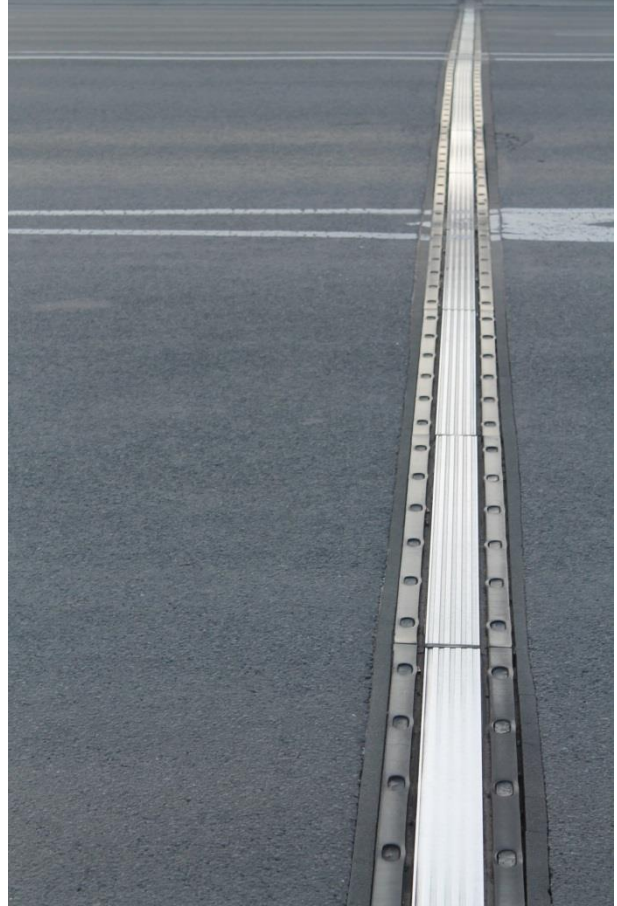


Foto 196. Alumiiniumkattega vuuk (Leedu)

Kummimattvuugi töökindluse määrab valitud üleminekuriba materjal (kiud- ja tavaline betoon pragunevad) ning vuugimattide kvaliteet (tundmatu tootja matid on kiired lagunema). Alumiiniumkattega vuukidel Leedus ja Soomes täheldati samu kahjustusi, mis kummikattega vuukidel, kuid väiksemal määral.

Vuuk kasutusel nii vastukaldega kui ka läbi servaprussi viiduna. Soovitused servaprussi sõlme lahendamiseks vt p 5.1.5.

Vuuk vajab regulaarset hooldust, vajadusel ankrute tihendite uuesti paigaldamist.

Mattide alla jääv vuugiprofiil jääb vaatluste käigus nähtamatuks. Mattide vahelistest jätkukohtadest pääseb sodi vuugiprofiili peale ja seda on praktiliselt võimatu puhastada matti eemaldamata.

5 JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Käesolevas peatükis on toodud järeldused uuringus käsitletud lahenduste kohta. Lähtutud on uuringu objektiks olnud sildade seisundist, kogutud dokumentatsioonist ja erinevate paigaldajate kogemustest (p 5.1).

Lisaks on välja toodud aspektid, millega tuleks arvestada rajatise projekteerimisel ja ehitamisel, rajatiste kohta kehtiva normdokumentatsiooni kohandamisel ja olemasolevate andmebaaside parendamisel (p 5.2).

5.1 JÄRELDUSED

Uuringu koostamise alguses oli eesmärgiks leida Eesti oludes toimiv vuugi lahendus. Uuringu koostamise käigus jõuti järeldusele, et tingimusteta töötavat vuugi lahendust ei ole olemas. Kõigi vaadeldud vuugi tüüpide puhul on näiteid nii toimivast lahendusest kui ka täielikult ebaõnnestunud lahendusest, kus vuugi puudused või valesti valitud vuugi tüüp tingivad ka teiste silla elementide kahjustused ning olulise mõju sõidumugavusele.

Peamised tegurid vuugi töökindluse tagamisel ei ole mitte valitud vuugi tüüp ja selle lahendus, vaid korrektselt koostatud projektdokumentatsioon (tagamaks lähteandmete piisavuse vuugi valikuks ning andmaks lahenduse sademevee sillalt ära juhtimiseks) ja vuugi paigalduse kvaliteet (oskustööjõu ja sobivate materjalide kasutamine).

Arvutuste korrektsus on eriti oluline koha peal valmistatavate vuukide korral, kus täheldati võrreldes tehases valmistatud vuukidega oluliselt enam olukordi, kus vuugi projekteerimisel ei arvestatud kõigi vuuki mõjutavate liikumiste ja koormustega (täiendavad liikumised pikikalde suunas, talade pöördumise mõju).

Kuna tingimusteta töökindlat vuuki ei eksisteeri, siis on projekteerimisel oluline näha ette nii vähe vuuke kui võimalik ja arvestada vuukide ülevaatuse, hoolduse ja asendamise vajadusega tagades ligipääsu. Oluline on näha täiendavad meetmed sademevee ära juhtimiseks juhul kui vuuk lekib. Vältimaks katkestusi liikluses peaks vuugi kasutusaeg olema mitte vähem kui asfaltkatte kasutusaeg (15 aastat).

Vuukide projekteerimisel on soovitatav hoida konstruktsioon võimalikult lihtne – teravad nurgad, „juurdeehitused“ ja üleminekud ühelt vuugi tüübilt teisele ei ole töökindlad.

Järgnevalt on toodud vuukide tüüpide kaupa uuringust järeldatu.

5.1.1 KATTEALUSED VUUGID

Läti, Leedu, Soome ja Rootsi uutel sildadel kattealuseid vuuke praktiliselt ei kasutata – peamiselt ebamäärase kujuga pragude tõttu, mis vuugi kohale tekivad. Eestis on kattealused vuugid suhteliselt laialt kasutusel vanade sildade rekonstrueerimisel. Kasutatakse erinevaid vuugiprofiile (nii koha peal valmistatud kui ka valmistooteid), mis kaetakse tee asfalteerimisel sama kattega.

Inspekteeritud Eesti sildade põhjal võib järeldada, et kattealune vuuk toimib lühematel avadel ja madalama avaehituse kõrguse korral. Pikematel avadel tekivad asfaltkattesesse praod ning vuugid lekivad – põhjuseks võib pidada kõrgete talade pöördumisel tekkivaid täiendavaid deformatsioone ning vuugil oleva asfaltkatte ebapiisavat kandevõimet.

UK standard lubab kattealuste vuukide kasutamist pikisuunalisel liikumisel kuni 20 mm ja vertikaalsel liikumisel kuni 1,3 mm (SLS). Enamuses nõukogudeaegsetel talasildadel ületab tala otsa pöördumine selle piirväärtuse.

Näitena võib tuua olukorra, kus koormatakse 16 m pikkust lihttalasilda, mille ristlõikes on seitse 1,66 m sammuga 0,9 m kõrgust tala, koormusmudeliga 1. Tala otsa pöördumine normatiivsest liikluskoormusest on sel juhul 0,008 rad (0,46°), mis tähendab vertikaalset siirdumist 2,4 mm (toetuspunkti kese on tala otsast 0,3 m kaugusel, pöördumine ei ole takistatud).

Kattealuse vuugi kasutamisel tuleb arvestada lisaks avaehituse liikumistele ka vuugil oleva asfaltkatte kandevõimega. Erinevatele allikatele (vt p 2.3.1, p 2.4.2) tuginedes võib väita, et vuuki lahendades tuleb vaadelda hüdroisolatsiooni, vuugiprofiili ja sellel olevaid asfaldi kihte kui tervikut. Seega ei või vuugiprofiili valida vaid horisontaalse liikumise järgi, arvestada tuleb vuugiprofiili ja hüdroisolatsiooni omavahelise sobivusega ning vuugiprofiilil olevate asfaldikihtide paksuse ja kandevõimega. Määrata tuleb asfaldivuukide või -võrgu vajadus ja paiknemine.

Inspekteeritud sildade põhjal võib väita, et kattealuse vuugi ja vuugita lahenduse võrdluses on töökindlam vuugita lahendus – kui vuuk ka lekib, siis dreniiva tagasitäite kasutamisel pealesõidu muldes ei põhjusta sademevesi olulist kahju. Seega tuleks alati kaaluda kattealuse vuugi asemel vuugita lahendust.

5.1.2 ELASTSE TÄITEGA VUUGID

Elastse täitega vuugid on Läti ja Leedu sildadel enim kasutatavad ning ka Eestis laialt levinud. Erinevad allikad ja inspekteeritud sillad kinnitavad selle vuugitüübi

suhteliselt lühikest kasutusaega (5 kuni 15 aastat), mille kompenseerib paigalduse, asendamise ja hoolduse lihtsus ning soodne hind.

Vuuki kasutatakse pikisuunalistel liikumistel kuni ca 50 mm ning vertikaalsetel liikumistel kuni 5 mm. Vuugi on eeldatud töötama temperatuurivahemikus -20°C kuni +45°C. Vuugi standardlaidus on 500 mm. Vuugi liikumine sõltub lisaks vuugi laiusel ka vuugi sügavusest (asfaltkatte paksus). Läti juhend (Tabel 2) lubab 300 mm vuugi laiusel sõltumata katte paksusest lubatavaks liikumisvahemikus ± 5 mm. Liikumine ± 25 mm saavutatakse katte paksusel üle 75 mm ja vuugi laiusel vähemalt 500 mm. Maksimaalne lubatav kalle on 6% (nii piki- kui ka põiksuunas) ning nurk silla telje ja vuugi pikitelje vahel peab olema suurem kui 65°.

Baltimaades (sh Eesti) inspekteeritud elastse täitega vuugid on üldiselt suhteliselt heas seisukorras, kuid esineb ka purunenud vuuke (vt Foto 197 ja Foto 198). Kahjustustest esineb peamiselt täite välja surumine rattajäljes, katte ja vuugi irdumine ning katte pragunemine vuugi eel. Vanemad vuugid lekivad – seega on oluline näha ette täiendav vee ära juhtimise süsteem. Paremini on toiminud laiemad vuugid (ca 500 mm) ning vuugid kohtades, kus raskeliikluse osakaal ei ole määrav. Leedus (kus raskeliikluse osakaal on suurim) kasutatakse ka lahendust, kus elastse täitega vuuk paigaldatakse kahes kihis ning kihtide vahel on täiendav metallplaat.

Vuugi korrektse töötamise eelduseks on piisav nake külgneva asfaldiga, kasutatava sideaine sobivus kohalikesse oludesse (maksimaalsed ja minimaalsed temperatuurid) ja sideaine/segu kvaliteet. Oluline on teostada paigaldustööd kuiva ja mõõdukalt sooja ilmaga. Veekindluse tagamiseks ei tohiks vuugi eel ja järel kasutada poorset asfaltbetooni. Paigaldamisel tuleb kasutada ainult kvalifitseeritud tööjõudu ning sobivaid töövahendeid.

Konkreetses segus sobivust kohalikesse oludesse käesoleva uuringuga ei määratud, kuna usaldusväärsed vaatlused tuleks teostada pikema aja jooksul ning juba paigaldatud vuugid ja neis kasutatud materjalid on hinnangu andmiseks ebapiisavalt dokumenteeritud.



Foto 197. Elastse täitega vuuk, Švogina jõe sild, Leedu



Foto 198. Elastse täitega vuuk, Šventoji jõe sild, Leedu

Uuringu põhjal võib väita, et kuigi miinimumtemperatuurid ületavad Eestis -20°C , on elastse täitega vuugid sobivad kohalikku kliimasse. Edaspidi on töökindla lahenduse leidmiseks oluline dokumenteerida kõik vuugi paigaldamisel olulised aspektid – vuugiava laius, vuugi paigaldustemperatuur, kasutatud materjalid (sertifikaadid), sideaine paigaldustemperatuur, külgneva asfaltkatte kihid ja koostis.

5.1.3 AVATUD PROFIIILIGA VUUGID

Avatud profiiliga teras-kumm vuugid on Rootsis väga levinud ning üha enam kasutusel ka Baltimaades. Nimetatud vuugi kasutamist tüüplahendusena soovitab ka USA sarnane uuring. Peamiseks vuugi kasutamist piiravaks teguriks on selle suhteliselt kõrge hind.

Avatud profiiliga vuukide maksimaalsed liikumised on määratud tootja juhistega ning sõltuvad vuugiprofiili ehitusest ja laiusest (tavaliselt 50 kuni 100 mm).

Inspekteeritud sildade peamiste kahjustustena täheldati auku vuugi terasprofiili eel rattajälje kohal ning sahkamise jälgi terasprofiilil (Foto 200). Üleminekuribaga vuugid on

oluliselt paremas seisukorras (Foto 199). Asfaldi lagunemise põhjuseks võib pidada ebapiisavalt tihenenud riba olemasolu enne vuuki (kuna rulliga ei pääse vuugiprofiilile piisavalt lähedale) ja liiga peeneteralise segu kasutamist. Tagamaks ühtlast tihendamist on soovitatav enne vuugi paigaldust paigaldada ja tihedada asfalt katkematu lindina ning freesida seejärel soon vuugiprofiilde paigalduseks. Asfaltkatte kandevõime parandamiseks kasutada jämedama terakoostisega segust vahekihti.

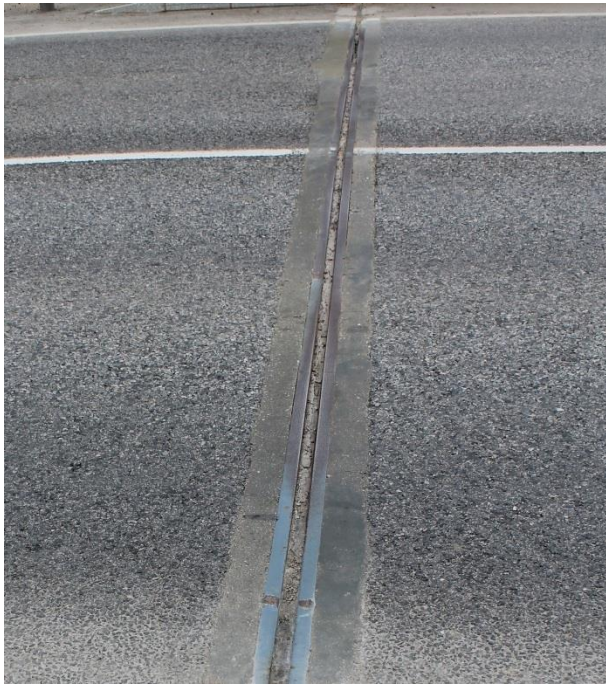


Foto 199. Avatud profiiliga teras-kumm vuuk Lätis



Foto 200. Avatud profiiliga teras-kumm vuuk Rootsis

Kui vesi on juhitud üle vastukaldeta servaprussi, siis tuleks nii teha ka vuuk (Foto 201). Kui vesi juhitakse ära läbi veeviimarite (vastukaldega), siis tuleks nii lahendada ka vuuk, viies vuugiprofiili läbi servaprussi (Foto 202).



Foto 201. Vee ära juhtimine üle servaprussi (Rootsi)



Foto 202. Vastukaldega vuuk servaprussi kohal (Soome)

Uuringu põhjal võib väita, et avatud profiiliga vuugid on sobilikud Eesti teedele. Tähelepanu tuleb pöörata sobiva üleminekuriba ning piisava kandevõimega asfaltkatte kasutamisele.

5.1.4 KUMMIMATTVUUGID

Eestis ja Lätis on kummimatt-vuugid levinud, Leedus kasutatakse sarnast alumiiniumiga kaetud profiili. Rootsis kummimattvuuki ei kasutata, ka Soomes on see väga harv. Lätis ja Leedus on praegune suundumus samuti vähendada nimetatud vuukide kasutamist.

Kummimatt-vuukide maksimaalsed liikumised on määratud tootja juhistega ning sõltuvad vuugiprofiili ehitusest ja laiusest.

Baltimaades inspekteeritud vuukide peamisteks kahjustusteks on vuugiprofiilide kahjustused lume sahkamisest, vuukide kinnitusankrute katete puudumine, vuugiprofiilide asetsemine erinevatel kõrgustel/erinevate kalletega, ebasobivast materjalist (asfalt, tava- ja kiudbetoon, vaigupõhine segu) üleminekuriba lahenduse kasutamine, üleminekuriba kahjustused asfaldi roobaste kohal (ratta löögist), asfaldi pragunemine vuugi eel ning vuugi lahendus servaprussi kohal.

Lähtuvalt inspekteeritud sildade seisukorrast on selge, et kummimatt-vuukide kasutusaeg sõltub eranditult paigalduse kvaliteedist ja kasutatud vuugiprofiili ja üleminekuriba materjalidest (vt ka Foto 203 ja Foto 204). Vuuk vajab pidevat hooldust – ankrupoltide katete taastamine, kahjustunud profiilide asendamine.



Foto 203. Kummimatt-vuuk, Purtse sild



Foto 204. Kummimatt-vuuk, Puurmani sild

Uuringu põhjal võib väita, et kummimatt-vuugid on sobilikud teedele, kus on väiksem raskeliikluse osakaal ning talihooldde intensiivsus. Tähelepanu tuleb pöörata sobiva üleminekuriba kasutamisele, valida tuleb vuugi profiil, mis on kohalikes oludes toiminud, ja paigaldaja, kellel on eelnev kogemus sarnaste vuukide paigaldamisel.

5.1.5 DETAILID, MIDA ARVESTADA KÕIGI VUUGILAHENDUSTE KORRAL

Kui vuugi tootja on ette andnud detailse lahenduse, siis tuleb sellest kinni pidada kasutades tootja poolt heaks kiidetud materjale.

Kontrollida tuleb, et vuugi lahendus oleks ühilduv kasutatava silla hüdroisolatsiooniga. Tihti ei leki mitte vuuk ise vaid vesi pääseb läbi hüdroisolatsiooni ja vuugi vahelisest katkestusest.

Veeviimarite lahendamisel paigaldada enne vuuki (kalde suunas) sillale pinnaveetoru ning pinnaalune põikdreen.

Tagada vuugile ja veeviimaritele juurdepääs. Võimalusel mitte kavandada vuuki vahesambale.

Sahkamiskahjustuste vältimiseks:

- paigaldada piire nii, et selle esiserv on servaprussi siseservaga samal joonel või tee pool;
- tähistada vuukide asukohad, et oleks teada, kus tuleb sahka tõsta;
- vältida vuukidega sildu viltu nurgaga 28 kuni 35 kraadi;
- paigaldada vuuk 3-4 mm katte pinnast allapoole ning üleminekuriba vastava faasiga.

Pöörata tähelepanu piirete piisava liikumisvaru tagamisele ning piirde jäikusele vuugi kohal vältimaks piirdepostide, -profiilide ja ankrute deformatsioone (Foto 205).

Vuugi ja servaprussi sõlme lahendamisel kasutada sama vuugiprofiili, mis sõiduteel. Vuuk lahendada võimalusel sirgena, vuugi ava peab olema ühtlase laiusega ja kunagi mitte vähem kui 10% lubatud liikumisulatuses või 6 mm.

Vastukaldega lahenduse korral juhtida vuugirennist vesi ära koos joatoru veega (Foto 207).

Võimalusel mitte projekteerida teravaid nurki (Foto 209), „juurdeehitisi“ (Foto 210), katteplaate (Foto 208) ja sademevee kogumislehtreid.

Võimalusel projekteerida samba ja avaehituse vahe suurem, selliselt et vuuk oleks alt ligipääsetav. Plaadi servad võib varustada veeninadega (Foto 206).



Foto 205. Päärde liikumisvaru (Soome)

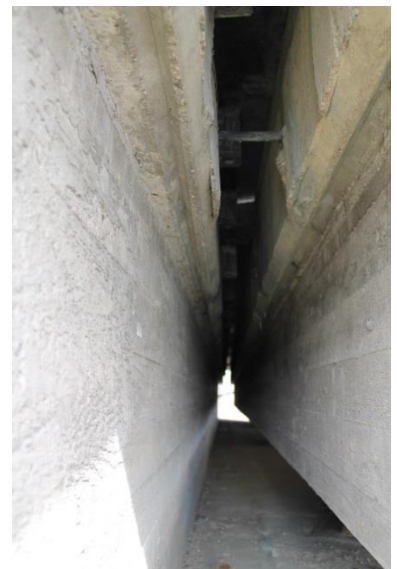


Foto 206. Veenina ja samba iste pöikakalle (Rootsi)



Foto 207. Vee ära juhtimine vuugirennist (Leedu)



Foto 208. Katteplaat servaprussi kohal



Foto 209. Terav nurk (Luige viadukt)



Foto 210. „juurdeehitis“ (Lääniste sild)

5.2 SOOVITUSED EDASISTEKS TEGEVUSTEKS

Tagamaks vuukide töökindlust ja pikemat kasutusaega ning vältimaks lekkivatest vuukidest tingitud kahjustusi silla muudele elementidele on soovitatav pöörata tähelepanu järgmistele aspektidele:

- **eelprojekti** koostamise käigus:
 - kaaluda vuugita silla lahendust;
 - esitada kõigi sobivate vuukide lahendused;
 - tuua välja nende eelised ja puudused (riskid) nii ehitamise kui ka ekspluatatsiooni käigus;
 - arvestada vuugi kasutusaega mõjutavaid tegureid (vt ka Tabel 6);
 - esitada kulu-tulu analüüs, kus tuua ära vuugi tasuvus arvestades vuugi maksumuse, vuugi hoolduskulu (iga-aastane), vuugi kasutusaja ning liiklussageduse ja liikluse ümber suunamise võimalustega (liikluse katkestuse kaudne maksumus, täiendava ohu kaudne maksumus);
 - näidata ära ligipääs vuugile.

- **ehitusprojekti** koosseisus esitada eraldi vuugi joonis, millel näidata ära vuugi kohta vähemalt järgnev informatsioon:
 - pikisuunaline liikumine;
 - liikumine risti silla teljega;
 - liikumine avaehituse pöördumisest;
 - paigaldus vuugiava suhtes erinevatel temperatuuridel;
 - lubatud tolerantsid (teekatte pinnast);
 - materjalide omadused (sertifikaadid) ja/või viide tootelehele;
 - sademevee ära juhtimine;
 - ühendus sillateki hüdroisolatsiooniga;
 - meetmed sademevee ära juhtimiseks juhul kui vuuk lekib;
 - koormused vuugile;
 - pinged ja sisejõud vuugi elementides;
 - ligipääs vuugile hoolduse/ülevaatuse võimaldamiseks;
 - hoolduse vajadus ja intervall;
 - vuugi kasutusaeg.
- **ehitamisel:**
 - dokumenteerida vuugi paigaldamise temperatuur ning vuugiava laius;
 - dokumenteerida kasutatud materjalid (mitte ainult vuugi tüüp);
 - esitada teostusjoonised (sh külgneva tee katend);
 - töötada välja kontroll-nimekiri vuugi paigalduse järelevalves kasutamiseks.
- **MA arhiveerimisel ja dokumenteerimisel:**
 - ühendada Teeregistri, BMSi, Maa-ameti Maanteeameti kaardi-rakenduse ja Tarktee andmebaasid võimaldamaks säästlikumat ressursikasutust ning tagamaks vajaliku info ühese kättesaadavuse;
 - taastada sillakaardid, kus digitaalses andmebaasis tuua iga silla kohta ära kogu teadaolev info (defektid, kandevõime, elementide seisukord, projektdokumentatsioon jne);
 - luua andmebaasis võimalus filtreerida muuhulgas vuugi tüübi, kasutusaja ja seisukorra järgi tagamaks edasiste remontide planeerimisel eelneva kogemuse piisavalt usaldusväärse esitamise;

- korralistel **ülevaatustel ja hoolde käigus**:
 - puhastada vuugid ja veeviimarid vähemalt kord aastas;
 - kasutada kvalifitseeritud personali;
 - dokumenteerida defektid;
 - dokumenteerida teostatud tööd ja kasutatud materjalid;
- **juhendite ja lubade kehtestamisel**:
 - nõuda eraldi tegevusluba vuukide ja tugilaagrite paigaldamiseks;
 - kuni ei ole kehtestatud EU standardit muuta kohustuslikuks eelpool nimetatud selgituste ja jooniste esitamine projekteerimise käigus või koostada ja kehtestada nimekiri Eestis lubatud vuugi lahendustest;
 - nõuda vuukide ja laagrite paigaldamist tootja ametliku esinda poolt või tootja esindaja kohal viibimist paigalduse ajal.
- üldise **teadlikkuse tõstmiseks**:
 - koolitada personali (projekteerijad, ehitajad, järelevalve insenerid, MA projektijuhid).

6 KOKKUVÕTE

Viimasel aastakümnel on Eestis kasutusele võetud palju uusi vuugikonstruktsioone, kuid paljud neist on osutunud Eesti oludesse mittesobivateks. Ebaõiged vuugikonstruktsioonid on hakanud põhjustama sildadele olulist kahju. Lähtudes ülalnimetatust on Maanteeamet tellinud Tallinna Tehnikaülikoolilt käesoleva teadustöö *Eestis kasutatud sillavuukide seisundid ja nende vastupidavuse teadusanalüüs*.

Töö annab ülevaate erinevatest vuukide tüüpidest, kehtivatest normdokumentidest ning Eestis viimasel aastakümnel ehitatud ja rekonstrueeritud sildadest. Valitud on erinevat tüüpi vuukidega sillad, mille vuukidele on teostatud ülevaatus (nii Eestis kui ka Balti- ja Põhjamaades). Uuringu aruandes on ära toodud inspekteerimisel täheldatu.

Kogutud informatsiooni analüüsi tulemusena on esitatud kasutusettepanekud, millega sildade kavandamisel ja rekonstrueerimisel edaspidi arvestada.

Uuringu koostamise käigus on jõutud järeldusele, et tingimusteta töötavat vuugi lahendust ei ole olemas. Kõigi vaadeldud vuugi tüüpide puhul on näiteid nii toimivast lahendusest kui ka täielikult ebaõnnestunud lahendusest, kus vuugi puudused või valesti valitud vuugi tüüp tingivad ka teiste silla elementide kahjustused ning olulise mõju sõidumugavusele.

Peamised tegurid vuugi töökindluse tagamisel ei ole mitte valitud vuugi tüüp ja selle lahendus, vaid korrektselt koostatud projektdokumentatsioon (tagamaks lähteandmete piisavuse vuugi valikuks ning andmaks lahenduse sademevee sillalt ära juhtimiseks) ja vuugi paigalduse kvaliteet (oskustööjõu ja sobivate materjalide kasutamine).

Uurimus ei käsitle raudtee- ning jalgteesildade vuuke ning keskendub lühikese ja keskmise pikkusega sildadele ning järgmistele vuukide tüüpidele:

- kattealune vuuk;
- elastse täitega vuuk;
- avatud profiiliga vuuk;
- kummimattvuuk.

Inspekteeritud sildade põhjal võib väita, et kattealuse vuugi ja vuugita lahenduse võrdluses on töökindlam vuugita lahendus – kui sillal muldele üleminek ei ole ka veetihe, siis dreniiva tagasitäite kasutamisel pealesõidu muldes ei põhjusta sademevesi vuugita sillale olulist kahju. Seega tuleks alati kaaluda kattealuse vuugi asemel vuugita lahendust.

Uuringu põhjal võib väita, et elastse täitega vuugid sobivad kohalikku kliimasse. Edaspidi on töökindla lahenduse leidmiseks oluline dokumenteerida kõik vuugi paigaldamisel olulised aspektid – vuugiava laius ja vuugiprofiil, vuugi paigaldustemperatuur, kasutatud materjalid (sertifikaadid), sideaine paigaldustemperatuur, külgneva asfaltkatte kihid ja koostis.

Uuringu põhjal võib väita, et avatud profiiliga vuugid on sobilikud Eesti teedele. Tähelepanu tuleb pöörata sobiva üleminekuriba ning piisava kandevõimega asfaltkatte kasutamisele.

Uuringu põhjal võib väita, et kummimattvuugid on sobilikud teedele, kus on väiksem raskeliikluse osakaal ning talihoolde intensiivsus. Tähelepanu tuleb pöörata sobiva üleminekuriba kasutamisele, valida tuleb vuugi profiil, mis on kohalikes oludes toiminud, ja paigaldaja, kellel on eelnev kogemus sarnaste vuukide paigaldamisel.

Uuring annab ka juhised, milliseid praktilised tegevused tulevikus on olulised, et tagada vuukide töökindlus ning lahenduste korrektne dokumenteerimine.

7 SUMMARY

During the last decade many new expansion joint systems have been used in Estonia, but many of those have proven not to be suitable for Estonian conditions. Expansion joints begin to cause significant bridge damage. In order to address the abovementioned issue the Estonian Road Administration ordered a research from the Tallinn University of Technology.

The research *The evaluation of the bridge expansion joints' condition and the scientific analysis of their durability* gives an overview on the different joint types, the existing normative acts and the Estonian bridges constructed and reconstructed within the last decade. Bridges with various expansion joint types were selected for the inspection (both in Estonia and in the Baltic and Nordic countries). The research report holds the data collected during these inspections.

Based on the data analysis, proposals are given, which are to be taken into account in the future bridge design and reconstruction projects.

The results of the survey show that no solution is universally suitable. All joint types included in the study have some examples of well functioning solutions and others that are completely unsuccessful – the shortcomings of the joint or improperly chosen joint type cause damage also to the other parts of the bridge and have a considerable impact on driving comfort.

The durability of the joint does not depend as much on the joint type and its solution as on the properly prepared project documentation (in order to ensure sufficient input data for choosing the right joint and the rainwater runoff) and the joint installation quality (use of qualified labour and suitable materials).

The research doesn't include the expansion joints of railway bridges and pedestrian bridges– it focuses on short and middle-sized bridges and on the following joint types:

- Buried expansion joint;
- Flexible plug expansion joint;
- Nosing expansion joint;
- Mat expansion joint.

Based on the bridge inspection results, it can be concluded that the integral bridge is more durable than the bridge with buried joints– if the transition from the bridge to the embankment is not watertight, then by using draining backfill in the approach embankment water damage can be minimized. Thus an integral bridge solution should always be considered as an alternative to using a buried expansion joint.

Based on the research, it can be concluded that flexible plug expansion joints are suitable for local climate. In the future in order to find the most durable solutions all aspects relevant to joint installation– the width of the expansion gap; the joint profile; the joint installation temperature; materials used (certificates); the installation temperature of the binders; layers and composition of the adjacent asphalt pavement – must be documented.

Based on the research, it can be concluded that nosing expansion joints are suitable for Estonian conditions. A suitable transition strip and a pavement with sufficient load bearing capacity are to be chosen carefully.

Based on the research, it can be concluded that mat expansion joints are suitable for roads with less intensive heavy vehicle traffic and winter road maintenance. A suitable transition strip must be chosen, a joint profile that has proven itself in local conditions must be used, and an installer experienced in mounting similar joints must be contracted.

The research also provides information about practical measures that are essential in both design and construction phase for ensuring the durability of the expansion joints and the correct documentation of the joint systems.

8 KASUTATUD ALLIKAD

1. Maanteede projekteerimisnormid 01.05.2005
2. Teeregister
3. Maanteeamet. Aastaraamat 2011
4. BMS
5. ETAG 032-1, rev Sept 2011mod March 2012
6. ETAG 032-2, rev Sept 2011 mod March 2012
7. ETAG 032 Annex 2-M of ETAG 032-2 rev Sept 2011 mod March 2012
EXAMPLES OF BURIED JOINTS
8. ETAG 032-3 Rev Sept 2011 rev 03-2012
9. ETAG 032-4 Rev Sept 2011 rev 03-2012
10. ETAG 032-5 Rev Sept 2011 rev 03-2012
11. ETAG 032-6 Rev Sept 2011 rev 03-2012
12. ETAG 032 Annex 6.M: EXAMPLES OF FINGER SHAPES FOR CANTILEVER
EXPANSION JOINTS
13. ETAG 032-7 Rev Sept 2011 rev 03-2012
14. ETAG 032-8 Rev Sept 2011 rev 03-2012
15. ETAG 032-8 Annex 8.M
16. Evaluation of Various Types of Bridge Deck Joints, Engineering & Energy,
September 2006
17. Tiltu klāja hidroizolācija un segums, RTU Izdevniecība, Rīga 2012
18. BD 33/94 Expansion joints for use in highway bridge decks;
19. BA 26/94 Expansion joints for use in highway bridge decks;
20. Dažniausiai pasitaikančių defektų Lietuvos tiltuose albumas, TKTİ, Kaunas,
1998
21. Tiltu remonto vadovas. Darbu technologija
22. Technical Approval IBDiM Nr AT/2004-04-0253, Road and Bridge Research
Institute, Warsaw 2004
23. Experience with Testing and Performance Evaluation of Bituminous Plug
Expansion Joints on Concrete Road Bridges, International Journal of Roads
and Airports, ISSN 2036-2595, juuni 2010
24. T-4 Tallinn-Pärnu mnt Ääsmäe 1 viadukt km 27,47. Rekonstruktsiooni
tööprojekt ja teostusdokumentatsioon, projekt 1143, Maanteeameti arhiiv
25. T-4 Tallinn-Pärnu mnt Jõgisoo-1 ja -2 silla (km 23,678) rekonstrueerimine.
Tööprojekt ja teostusdokumentatsioon, projekt 1141, Maanteeameti arhiiv

Internetiviited

26. <http://www.bridgejoints.org.uk/Current%20Practice%20Sheet%20on%20Bridge%20Joints.pdf> (11.12.2012)
27. <http://www.eota.be/en-GB/content/what-is-eota/2/> (12.12.2012)
28. <http://www.eota.be/en-GB/content/what-is-an-eta/4/> (12.12.2012)
29. <http://www.eota.be/en-GB/content/what-is-an-etag/7/> (12.12.2012)
30. <http://www.bridgejoints.org.uk/jointtype.htm>
31. <http://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M23-50/Chapter9.pdf>
32. <http://freeit.free.fr/Bridge%20Engineering%20HandBook/ch25.pdf>
33. <http://www.ekspan.co.uk/PDF/Ekspan%20Expansion%20Joints%20and%20Seal%20Brochure.pdf>
34. http://www.trafikverket.se/PageFiles/18053/forteckning_over_av_trv_godtagna_produkter_20121214.pdf
35. http://www.stirlinglloyd.com/downloads/sentinel/PDF_SentinelDetails/MA305-7%20Sentinel%20B20.pdf
36. http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio3/s3711_09.pdf
37. http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio3/laakeri_liikuntasaumalaitteet_2013_web.pdf