



OÜ EstKONSULT

Registrikood 10410360
Sõpruse pst 151A, 13417 Tallinn
telefon: +372 664 6730
e-post: admin@estkonsult.ee



MTR EP10410360-0001	20.02.2003	Projekteerimine
MTR EK10410360-0002	20.02.2003	Ehitusprojekti ekspertiis
MTR EK10410360-0001	20.02.2003	Ehitise audit
MTR EEP003323	29.06.2015	Sildade ja teede projekteerimine
MTR ELK000025	05.08.2015	Liikluskorralduse projekteerimine
MTR EPE001031	29.06.2015	Silla- ja teeprojektide ekspertiis
MTR EMU0000295	19.09.2017	Muinsuskaitse

Töö nr 21-109

Tellija: Raasiku vallavalitsus
Ehitise address: Silla tee, Raasiku alevik, Harjumaa

Jalgsild üle Jõelähtme jõe

Silla ehituskonstruksioonide audit

Ahti Lääne
Tegevjuht



EstKONSULT

AUDITI KOOSTAJA

OÜ EstKONSULT
Registrikood 10410360
Sõpruse pst 151 sissepääs A, 13417 Tallinn
Tel +372 664 6730
E-post admin@estkonsult.ee

konstruktsiooniosa ekspert

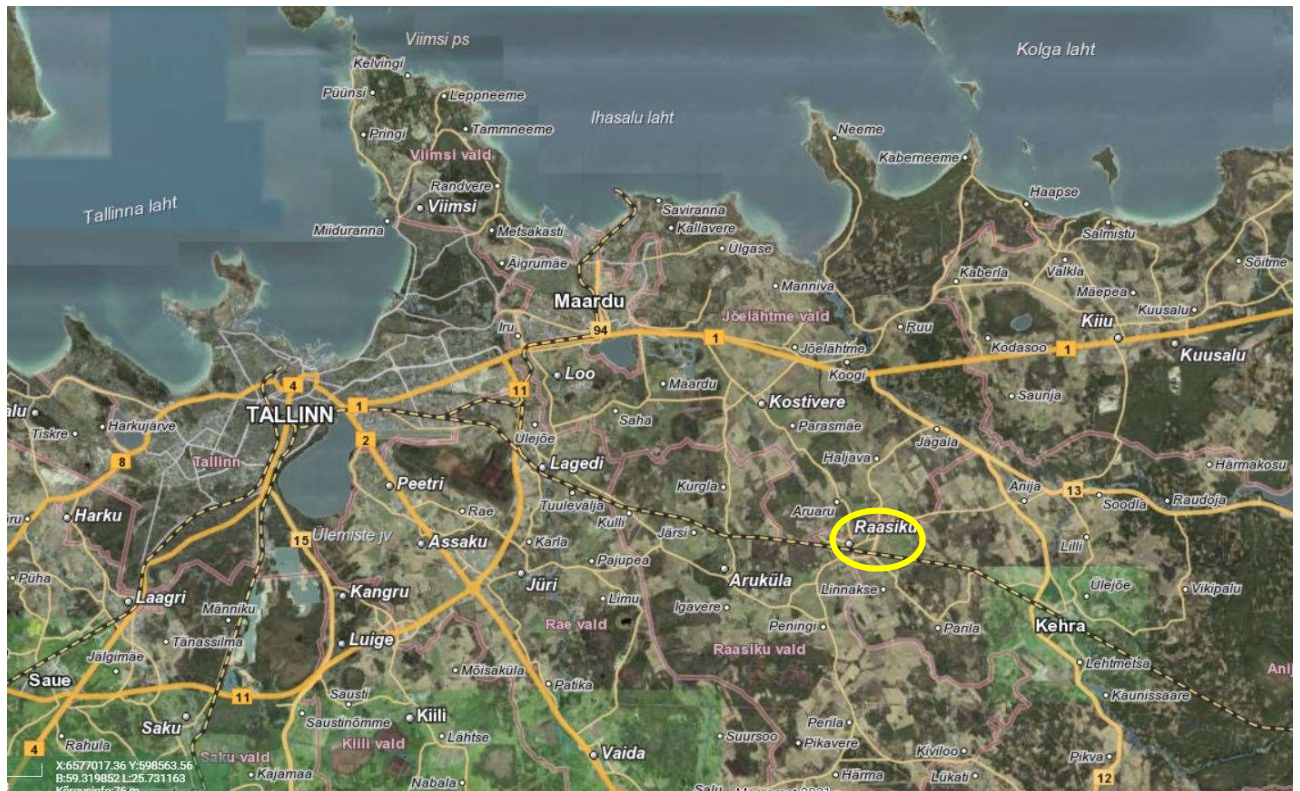
Heiki Meos
volitatud ehitusinsener tase 8
tunnistus 168521

AUDITI TELLIJA

Raasiku vallavalitsus
Registrikood 75010708
Tallinna mnt 24, Aruküla, 75201 Harjumaa
Tel +372 607 0348
E-post raasiku.vald@raasiku.ee

vallavanem

Andre Sepp



Väljavõtte Maa-ameti ortofotost – üldpaiknemise kaart.

SISUKORD

AUDITI koostaja	2
AUDITI TELLIJA	2
1 Üldandmed	4
1.1 Kasutatud materjalid	4
1.2 Lähteülesanne	4
1.3 Auditi koostamise juhendmaterjalid.....	4
1.4 Kinnitus	5
2 Konstruktsioonide kirjeldus	5
1.5 Üldist.....	5
1.6 13 m pikkune sild.....	6
1.7 15 m pikkune sild.....	7
1.8 Geotehniline olukord.....	7
3 Hinnang konstruktsioonidele	8
1.9 13 m pikkune sild.....	8
1.10 15 m pikkune sild.....	9
4 Hinnang võimalikuks rekonstrueerimiseks.....	10
5 Fotod	12

1 ÜLDANDMED

1.1 Kasutatud materjalid

1. Raasiku vallavalitsuse lähteülesanne 02.11.2021
2. Paikvaatlus 09.11.2021
3. Terasest valtsprofiilide kataloogid
4. Eurokoodeksid koormuste ja arvutusreeglite kohta

1.2 Lähteülesanne

Asukoht ja olemasolev olukord: Raasiku vald, Raasiku alevik, Silla tee, KÜ 65101:007:0246; Tegemist on vana kivisilla varemetega, millele on ehitatud väiksemad jalakäijate sillad. Sild on ehitatud üle Jõelähtme jõe ja koosneb kahest ca 8-10-meetrisest lõigust. Konstruksioon on metallist, kõndimisosa ja piirded kaetud laudisega, mis praegusel kujul on ohtlikult hõre, libe ja ei ole vandaalikindel.

Auditi eesmärk: Teada saada, mis olukorras silla konstruksioon on. Kas see on veel piisavalt tugev, et oleks võimalik jalakäijate sild (mitte ajalooline kivisild) rekonstrueerida ning ohutumaks muuta nii, et ei peaks täielikult uut silda ehitama. Mis on konstruksiooni maksimaalne kandevõime (juhul kui rekonstrueerimisel kasutatakse raskemaid materjale, nt puidu asemel metalli). Audit peab andma piisavalt infot otsustamiseks, kas silda on võimalik rekonstrueerida või vajab see täielikku väljavahetamist. Kui võimalik on rekonstrueerimine, siis peab audit andma piisavalt tehnilist alusinfot silla rekonstrueerimisprojekti koostamiseks (geoloogiline mõõdistus jm vajalik lisamaterjal tellitakse rekonstrueerimisprojekti koostamise eel). Hinnata, kas silla laiendamise eesmärgil oleks võimalik piirete postid kinnitada kandetalade külge teistmoodi või sillatalade peale ehitada laiem sild.

/Väljavõte Raasiku vallavalitsuse lähteülesandest/

1.3 Auditi koostamise juhendmaterjalid

Auditi koostamisel on osaliselt lähtutud määrusest nr 116 „Ehitise auditi tegemise kord”.

Hinnang on antud nimetatud määruse §2 lõige (6) järgi

- 1) visuaalkontroll, mille käigus kontrollitakse, kas ehitis vastab selle ehitise kohta koostatud dokumentatsioonile ja on tehniliselt korras, ning vajadusel tuvastatakse ehitise tehnilised andmed;
- 2) kasutuskontroll, mille käigus kontrollitakse, kas ehitise kasutamine ettenähtud otstarbel ja viisil on ohutu;

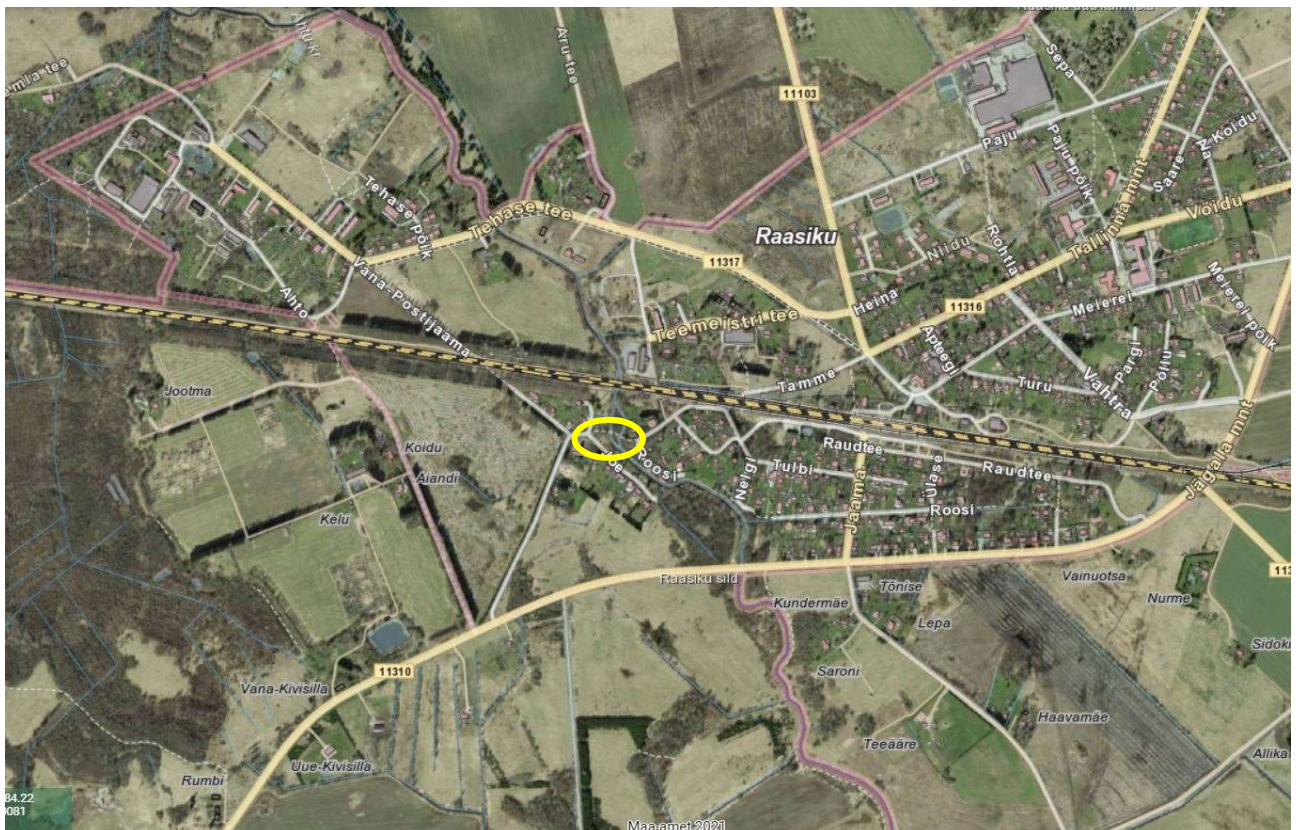
1.4 Kinnitus

Käesolevaga kinnitan, et audit ja selles esitatud järeldused on tehtud sõltumatult. Auditi koostajad ei ole seotud ei auditi tellija ega ka hoone omanikuga moel, mis ei võimalda erapooletut seisukohta avaldada.

2 KONSTRUKTSIOONIDE KIRJELDUS

1.5 Üldist

Auditi objektiks olevad sillad paiknevad Raasiku valla Raasiku alevikus aadressil Silla tee, katastriüksuse tunnus 65101:007:0246. Tegemist on vana kivisilla varemetele ehitatud väiksemate jalakäijate sildadega. Ülekäik on ehitatud üle Jöelähtme jões asuva saare ja koosneb kahest eraldi sillast pikkustega umbes 15 ja 13 m. Mõlema silla laius on ca 1 m (käsipuude puhasvahe). Kandekonstruksiooni moodustavad terasest valtsprofiilid ja tekiosa on puidust laudisega. Talad toetuvad endise silla kaldasammaste jäänustele ja selleks täiendavat paigaldatud kedriseinte betoonplokkidele. Piirded moodustuvad terastorupostidest, millele on kinnitatud horisontaalsuunalise paigutusega laudadest külgpind ja hõõveldatud prussist käsipuu. Sildade ehitusaeg ei ole teada.



Väljavõte Maa-ameti aerofotost Raasiku aleviku osas. Sildade asukoht on näidatud kollases sõõris.



Detailsem väljavõte Maa-ameti aerofotost. Sildade ligikaudsed pikkused on väljavõttele lisatud.

1.6 13 m pikkune sild

Silla kandekonstruksioon koosneb kahest valtsprofiilist, mis toetuvad kunagise silla kaldasammaste osaliselt säilinud konstruksioonidele ja on omavahel ühendatud karpprofiilidega, mis paiknevad ca 1,3 m sammuga. Pikitalad on jätkuga ja koosnevad kahest erinevast profiilist - põhiosas topelt-T profiil Nr27 (möödetud kõrgus 274 mm ja vöö laius 123 mm) jätkatuna ca 2,5 m kaugusel toest profiiliga IPE220⁺. Talade tsentrite vahekaugus on 1,01 m. Kuna talad ei ole ühekõrgused, siis on keevisega ühendatud ülemine vöö ja kattuvast osas ka sein. Alumised vööd on ühendamata ja täiendavalt on seinale keevitatud karpprofiil kõrgusega 140 mm. Keevisid on väga ebakvaliteetsed (vaata fotod nr 3 kuni 5).

Talade toetumine on peidetud pinnasesse/konstruksiooni ega ole nähtav. Eeldada võib, et sillatalade all tugiosasid kasutatud ei ole ja talad toetuvad otse (vt foto 5) algse silla muldele/tugikonstruksioonile, mis on maapoolses toesõlmes oluliselt kahjustatud/lagunenud. Saarel oleva 13 m silla poolne tugi on kindlustatud maakividega ja vuugid täidetud betooni/tsementmördiga. Vaata fotod 3 ja 4. Toepunktide vaheliseks kauguseks on hinnatud 11 m.

Sildade piirdeid kannavad terastorud välisläbimõõduga 42 mm ja postide samm on 1,5 kuni 2,0 m. Postid on sillataladega ühendatud keevise abil ja nendele kinnituvad omakorda piirdelauad ja käsipuu.

1.7 15 m pikkune sild

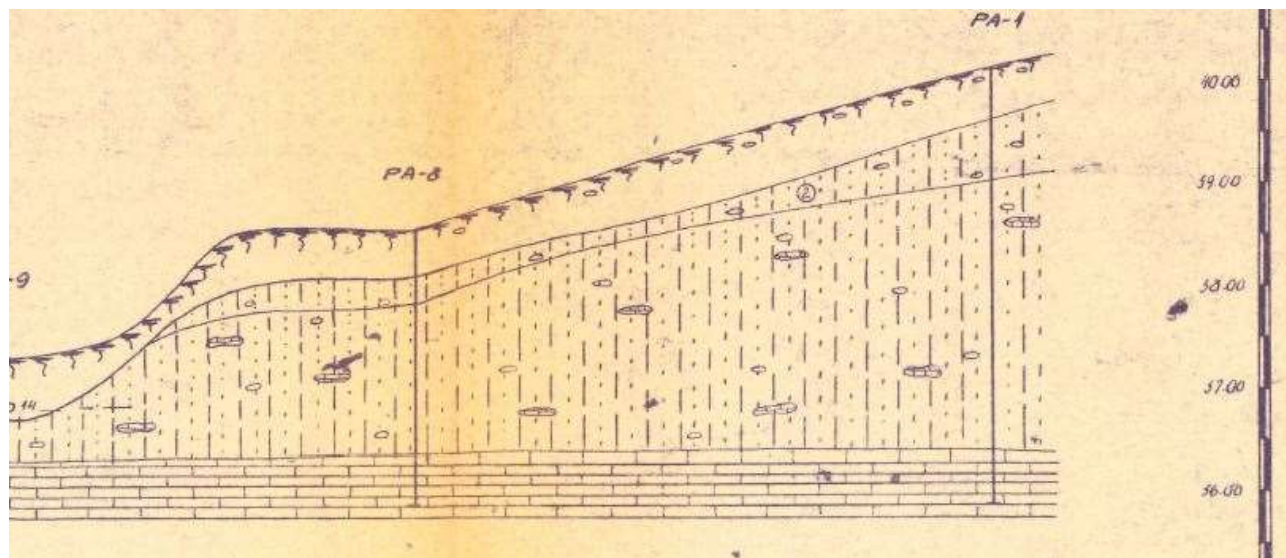
Silla kandekonstruksioon koosneb kahest valtsprofiilist, mis toetuvad saare poolses otsas kunagise silla kaldasamba osaliselt säilinud konstruksioonidele ja maapoolses otsas endise kaldasamba alusel paigutatud betoonplokkidele. Talad on omavahel ühendatud vertikaalse paiknemisega karpprofiilidega – kõrgus 160 mm ja mis paiknevad ca 1,5 kuni 1,65 m sammuga. Pikitalad on jätkuga ja koosnevad kahest topelt-T profiil (möödetud kõrgus 297 mm ja vöö laius 142 mm ja paksus 9 mm) eeldatavalt IPE300A jätkatuna ca 3,5 m kaugusel toest. Talad on ühendatud põkk-keevise ja sein tugevdatud täiendava lapiga. Liide on profiiliga võrdse kandevõimega. Talade tsentrite vahekaugus on 1,01 m (vaata foto nr 8). Võib eeldada, et tugipostid on kunagi olnud kinnitatud läbi tala vööde tehtud avade, mis on senini säilinud.

Talade toetumine saare poolses otsas on peidetud pinnasesse/konstruksiooni ega ole nähtav. Maa poolne toetus on otse betoonplokkidele. Eeldada võib, et sillatalade all tugiosasid kasutatud ei ole. Vaata foto 10. Toepunktide vaheliseks kauguseks on hinnatud 13 m.

Sildade piirdeid kannavad terastorud välisläbimõõduga 42 mm ja postide samm on umbes 1,5 m. Postid on sillataladega ühendatud keevise abil ja nendele kinnituvad omakorda piirdelauad ja käsipuu.

1.8 Geotehniline olukord

Pinnaseuuringuid silla läheduses tehtud ei ole. Lähim arhiivist leitav uuring on teisel pool raudteed ca 200 m kaugusel. Uuring on tehtud RPI „Eesti Maaehitusprojekt“ poolt aastal 1973, töö nr 3010108. Vastavalt uuringule lasub lubjakivi absoluutkõrgusel +36,5 m (BK77), millele vastab kaasaegses EH2000 süsteemis kõrgus +36,7 m (Raasiku tsoonis liitub ca 23 cm).



Lubjakivi peal lasub lubjakivirähk/saviliivmoreen ja sellel muutuva paksusega mulla kiht. Vastavalt Maa-ameti kaartidele on jõe kaldajoon kõrgusel ca +36,5 m võib eeldada, et jõe voolusäng on mõnevõrra lubjakivi sisse „kulutatud“ ja silla juures tee ülapind ca +41,0 m. Silla

kaldasambad võivad olla algselt rajatud lubjakivile, mida tõendab maakividest koonusekindlustuse alaservas nähtav betoonalus (vt foto nr 4). Tee muldkeha ja kaldasammaste täide seevastu on looduslik paeklibu ja moreen.

3 HINNANG KONSTRUKTSIOONIDELE

1.9 13 m pikkune sild

Kaldatoed

Maapoolseks toeks on algse kaldasamba südamikuks olnud täide. Kunagine esisein on täielikult hävinud. Korrastamiseks on vaja esisein taastada või kindlustada koonusnõlvana analoogselt saare poolses otsas tehtuga. Sellise lahendusega kaitstakse nõlv edasise erosiooni ja varingu vastu. Silla kandvad terastalad on vaja toetada täitele rajatud raudbetoonvundamendile.

Saare poolne tugi on vaja lahendada analoogselt, kusjuures koonuse kindlustus on sellisena toimiv ja rekonstrueerimist ei vaja.

Talade toetumine vundamendile on vaja lahendada ühel toel fikseerituna ja teises otsas libisevana. Võib kasutada sildade lihtsamaid tugiosasid, kuid täiesti piisava lahenduse saab ka kohapeal koostatud teflonlehtede plaatidest koostatud libiseva toega.

Kandetalad

Kontrollitud on talade kandevõimet olemas oleva silla laiuse korral ja hinnatud sillateki laiendamise võimalust.

Eeldatud on põhikandetala profiiliks topelt T-profiili Nr 27, mille ristlõike vastupanumoment $W=371 \text{ cm}^3$ ja insertsmoment $I=5010 \text{ cm}^4$. Koha peal mõõdetu erineb tüüprofiilist mõne millimeetri võrra, kuid see ei muuda kontrollarvutust määral, mis oluliselt mõjutaks lõppjäreltusi.

Kui võtta sillatekile mõjuvaks kasuskoormuseks 5 kN/m^2 ja esimeses lähenduses hüljata silla omakaal (võrreldes kasuskoormusega tühine), siis arvestades koormuspinna laiuseks 1 m, saame:

Paindemoment sillale $M = 75,6 \text{ kNm}$. Läbipainde suurus tala keskel on 45 mm ja pinge talas 104 MPa. Seega on normkoormuse korral tala tugevusvaru umbes 2 korda (eeldades terase klassiks S370) ja läbipaindeks $45/11000 = 1/244$. Samas jääb silla vertikaalisuunaline omavõnkesagedus vahemikku 2 ... 3 Hz, mistõttu on ta tundlik vahelduvale/rütmilisele koormusele ja võib tekitada inimestes ebamugavustunnet. Samale probleemile viitab eelpool esitatud ka suhtelise läbipainde väärtus.

Võib hinnata, et olemas oleva laiuse korral on sild kasutatav, kuid arvestades võimalikku läbipainet ja silla väikest omakaalu on konstruktsioon väga tundlik muutuva koormuse suhtes ehk siis taktsammu marssimisel või hüppamisel sillal tekib inimese jaoks ebamugavalt suur tuntav võnkumine. Talade jätku lahendust hinnatud ei ole, sest teostatud lahendus vajab ümber



konstrueerimist ja keevised korrastamist. Täiskoormuse rakendumise korral ei ole liide sellisena piisava kandevõimega.

Silla ilma tugevdamiseta laiendamise korral suurenevad pinged konstruksioonis ja läbipaine proportsionaalselt.

Tekikonstruksioon ja piirded

Olemas olev laudis on piisava kandevõimega ja sellisena on vastav kasutuseesmärgile. Piirete lahendus on sobiv juhusliku väljakukkumise kaitseks, kuid ei ole ohutu ronimise ja läbipugemise mõttes. Jalgsildade puhul võiks järgida treppiirete kohta käivaid nõudeid, mis väldivad väikelaste piirdest läbi libisemist ja suuremate puhul ronimise ehk vältida tuleks horisontaalseid osi.

1.10 15 m pikkune sild

Kaldatoed

Maapoolseks toeks on algse kaldasamba asemele paigaldatud kolm betoonist keldriseina plokki. Kunagine esisein on täielikult hävinud. Korrastamiseks on vaja betoonplokkide alus kindlustada koonusnõlvana analoogselt lühema silla saare poolses otsas tehtuga. Võimalik on ka betoonist esisein või nõlvakindlustus. Sellise lahendusega kaitstakse nõlv edasise erosiooni ja varingu vastu. Saare poolne tugi on vaja lahendada analoogselt lühema silla korral kirjeldatud maapoolse toe võimalusega. Silla kandvad terastalad on vaja toetada täitele rajatavale raudbetoonvundamendile, kusjuures koonuse kindlustus teha sarnaselt eelpool kirjeldatule. Talade toetumine vundamendile on vaja lahendada ühel toel fikseerituna ja teises otsas libisevana. Võib kasutada sildade lihtsamaid tugiosasid, kuid täiesti piisava lahenduse saab ka kohapeal koostatud teflonlehtede plaatidest koostatud libiseva toega.

Kandetallad

Kontrollitud on talade kandevõimet olemas oleva silla laiuse korral ja hinnatud sillateki laiendamise võimalust.

Eeldatud on põhikandetala profiiliks topelt T-profiili IPE A300, mille ristlõike vastupanumoment $W=483 \text{ cm}^3$ ja insertsmoment $I=7173 \text{ cm}^4$. Koha peal mõõdetu erineb tüüprofiilist mõne millimeetri võrra, kuid see ei muuda kontrollarvutust määral, mis oluliselt mõjutaks lõppjärelt.

Kui võtta sillatekile mõjuvaks kasuskoormuseks 5 kN/m^2 ja esimeses lähenduses hüljata silla omakaal (võrreldes kasuskoormusega tühine), siis arvestades koormuspinna laiuseks 1 m, saame: Paindemoment sillale $M = 105,6 \text{ kNm}$. Läbipainde suurus tala keskel on 61 mm ja pinge talas 111 MPa. Seega on normkoormuse korral tala tugevusvaru umbes 2 korda (eeldades terase klassiks S370) ja läbipaindeks $61/13000 = 1/213$. Samas jääb silla vertikaalsuunaline omavõnkesagedus vahemikku 2 ... 3 Hz, mistõttu on ta tundlik vahelduvale/rütmilisele koormusele

ja võib tekitada inimestes ebamugavustunnet. Samale probleemile viitab eelpool esitatud ka suhtelise läbipainde väärtus.

Võib hinnata, et olemas oleva laiuse korral on sild kasutatav, kuid arvestades võimalikku läbipainet ja silla väikest omakaalu on konstruktsioon väga tundlik muutuva koormuse suhtes ehk siis taktsammu marssimisel või hüppamisel sillal tekib inimese jaoks ebamugavalt suur tuntav võnkumine.

Silla ilma tugevdamiseta laiendamise korral suureneb läbipaine proportsionaalselt.

Tekikonstruktsioon ja piirded

Olemas olev laudis on piisava kandevõimega ja sellisena on vastav kasutuseesmärgile. Piirete lahendus on sobiv juhusliku väljakukkumise kaitseks, kuid ei ole ohutu ronimise ja läbipugemise mõttes. Jalgsildade puhul võiks järgida trepipiirete kohta käivaid nõudeid, mis väldivad väikelaste piirdest läbi libisemist ja suuremate puhul ronimise ehk vältida tuleks horisontaalseid osi.

4 HINNANG VÕIMALIKUKS REKONSTRUEERIMISEKS

Silla laiendamise korral võiks lähtuda kõnniteede miinimumlaiuse suuruseks, milleks on 1,5 m (standardi EVS 843 kohaselt erandlikult lubatav 2 jalakäija või 2 ratturi korral märkega „Erandlik“). Valiku tegemiseks on lisatud väljavõte standardist.

Tabel 8.1 — Kergliiklustee vähim laius (ilma ohutusribade laiusteta)

Liik ja kergliikluse sagedus (jr+jk/tiip tunnil)	Liikluskoosseis ristlõikes	Vähim laius (m)		
		Hea	Rahuldav	Erandlik
Kõnnitee või jalgte	2 jk	2,0	1,75	1,5
Kõnnitee või jalgte	3 jk	3,0	2,5	2,0
Jalgratta- ja jalgte < 100	jk + 2 jr; 2 jk + jr	3,0	2,5	
Jalgratta- ja jalgte 100 kuni 200	jk + 2jr; 2 jk + 1 jr;	3,5	3,0	
Jalgratta- ja jalgte > 200	2 jk + 2 jr	4,0	3,5	
Jalgrattatee (liiklussagedus kuni 500 jr/h)	2 jr	2,5	2,0	1,5
Jalgrattatee (liiklussagedus kuni 500 kuni 1000 jr/h)	2 jr	3,0	2,5	
Jalgrattarada	jr	1,5	1,2	1,0*

jk jalakäija
jr jalgrattur
* äärekivi kõrgus alla 7,5 cm

Jalgsilla normkoormuseks tuleb võtta 5,0 kN/m² ja seda on võimalik vähendada tulenevalt silla ava pikkusest suurusteni 4,9 ja 4,8 kN/m² vastavalt. Tulenevalt koormuse liigist on sillale mõjuva ergutava koormuse sagedus vahemikus 1 ...3 Hz ja mugavuskriteeriumi (kiirendus kuni 0,7 m/s²) nõude täitmist on vaja kontrollida, kui silla omavõnke püsiasagedus on väiksem kui 5 Hz. Nõuded põhinevad EVS-EN 1991-2 juhistel.

Üldised konstruktiivsed juhised silla tugevdamiseks on esitatud eelmistes jaotistes.

Silla laiuse suurendamise soovi korral on vaja kandetalasid tugevdada või lisada täiendavad talad. Olemas olevad talad (va 13 m pikkuse sillatalade jätk) on suhteliselt heas korras ilma märkimisväärsete korrosioonikahjustusteta. Pigem on kohtades, kus algne värv on irdunud, pinnad roostesed, mitte roostest kahjustatud. Talad vajavad puhastamist värvist ja roostest ning uuesti katmist vastavalt väliskeskkonna tingimustele.

Laiendamise korral võiks lisada silla mõlemale küljele olemas olevate taladega samakõrguseid profiile ja katta käiguosa näiteks kuumtsingitud terasrestidega. Restide tootjaid on Eestis mitmeid ja vajadusel saab teha libisemiskaitsega ehk hammastusega ülapinnaga reste. Terasrestid on lihtsate tüüpkiinnitustega ja ei takista sade- ning sulavete läbivalgumist. Samas ei ole restidega kaetud sillatekk sobiv kõrge kontsaga kingade korral. Sildade laiendamisel lisatavate tugevdustalade profiil on vaja valida soovitava laiuse suurendamise järgi kas profiilide IPE või HEA hulgast. Kahe täiendava tala korral saaks silla laiuseks kuni 2 m. Poltliidetega taladele kinnituvad restid on sobilikud nende külge piirete kinnitamiseks. Piirded saaks olla sarnaselt praeguste terastorudest, mille vahele/peale kinnitub suhteliselt väikese silmaga terasvõrk. Selline terasvõrk takistab alla kukkumist ja samas ei võimalda seda pidi üles ronida.

Sildade rekonstrueerimisprojekt tuleb koostada vastava pädevusega (teedeinsener tase 7 spetsialiseerumisega sillaehitus- ja korrashoid ametialal Silla ehitusprojekti koostamine) projekteerija poolt.

5 FOTOD



Foto 1. Vaade sildadele lääne suunalt.



Foto 2. Vaade sildadele ida suunalt.



Foto 3. 13 m pikkuse silla üldvaade. Vasakul näha kindlustatud koonus. Parempoolne tugi on algse sillasamba lagunenu jäänustel.



Foto 4. Kivikindlustusega koonuse all servas näha betoontugi.



Foto 5. 13 m silla maapoolne tugi. Tee muldkeha koosneb paerähast, maakividest ja mullast. Nõlva kaitse puudub ja toe alune tugi variseb. Koonus vajab kaitset.



Foto 6. Erineva profiiliga talade jätk karpterasega. Analoogne lahendus silla mõlemal küljel. Sillatala säilitamise korral on liide vaja koostada uuesti vastavalt nõuetele ja juhistele.



Foto 7. Vaade 15 m sillale jõeharude keskel olevalt saarelt.



Foto 8. Sillatekk koosneb põiksuunalise paiknemisega karprofiilidest sammuga 1,5 kuni 1,65 m, mis on kaetud pikisuunalise laudisega/prussidega. 15 m silla tala ülemises vöös on avad, mis tehtud eeldatavalt kunagise piirde postide kinnitamiseks. Tala kasutamise korral vaja nõrgestusena arvesse võtta.



Foto 9. 15 m silla paapoolne tugi koosneb pinnasele paigaldatud betoonplokkidest. Nõlv vajab erosioonikaitset.



Foto 10. 15 m silla saare poolne tugi. Praktiliselt sama, mis lühema silla maapoolne tugi, kuid oluliselt laugema nõlvaga. Siiski vajab nõlv püsivuse tagamiseks kaitset.



Foto 11. Suhteliselt korrektselt teostatud 15 m silla talade jätk. Sarnane jätkulahendus on silla mõlemal küljel.