



STRICTOPROJECT

Stricto Project OÜ
Kadaka tee 42b, 12915 Tallinn
Tel +372 53 474 811
ando@stricto.ee
Registrikood 12175455

MTR nr: EEK001386
EPE001058
EEP003350

Projekti nr:

S2604

Konuvere, Päärdu, Manni ja Palase küla, Märjamaa vald, Rapla maakond

RIIGITEE NR 4 TALLINNA-PÄRNU-IKLA TEE **KM 78,8 – 85,3 KONUVERE-PÄÄRDU LÕIK**

Sildade lahenduse valik



Fotol on kujutatud projekteeritaval lõigul olemasolevat Päärdu silda

Projekteerija:

Ando Funk
Volitatud teedeinsener, tase 8
[Kutsetunnistuse nr 237492](#)

Tallinn, 04. september 2026

Sisukord

1	Sissejuhatus	3
2	Eelprojekti lahendus	4
2.1	Negatiivsed toereaktsioonid	4
2.2	Väsimus	5
2.3	Hoolduskulud	8
3	Alternatiivne lahendus	10
4	Kokkuvõte	11

1 Sissejuhatus

Käesolev dokument on koostatud sildade lahenduse tüübi valiku probleemkohtade selgitamiseks. Samuti on see mõeldud aitama projektlahenduse osapooli põhjendatud otsuste tegemisel edasise lahenduse valikul. Konkreetselt puudutab see dokument kolme silla lahenduse valikut:

- olemasoleva Päärdu põhimaantee silla (nr 270) km 81,7 ümberehitus;
- eelneva kõrvale uue täiendava põhimaantee silla lahendus;
- Päärdu kogujatee sild km 81,7.

„Projekteerimise tehnilise kirjeldus“ (edaspidi TK) esitavad lahendusele järgnevad nõuded:

- *TK 11.4. rajatiste projekteerimisel võib võtta aluseks eelprojekti lahenduse, kuid võib ka pakkuda uue raudbetoon konstruktsiooniga lahenduse silmas pidades käesolevas ptk ja tehnilises kirjelduses esitatut ning tagades lahenduse vastavuse kehtivatele õigusaktidele ja juhenditele. Muudatus on lubatud tingimusel, et võrreldes projektse lahendusega ei too muudetud lahendus rajatise omanikule kaasa täiendavaid hooldekulusid rajatise eluea jooksul.*
- *TK 11.10. Päärdu põhimaantee silla puhul arvestada, et silla sambaid ei ole lubatud projekteerida vette, st jõesambad ei ole lubatud.*
- *TK 11.11. Päärdu kogujatee silla puhul arvestada, et sild on eriveoste koridoris ja seetõttu lähtuda koormusmudelist 3600kN.*
- *TK 11.12 Sildade puhul tagada sillaalused kallasrajad.*
- *TK 11.13 Põhimaanteel või eriveose koridoris lisaks arvutada läbi ja tagada koormusmudelile STANAG 2021 (MLC 150) vastavus.*
- *TK 11.15. Projekteerida rajatised elueaga:*
 - TK 11.15.1. uus rajatis vähemalt 100 aastat,*
 - TK 11.15.2. remondi korral vähemalt 50 aastat.*

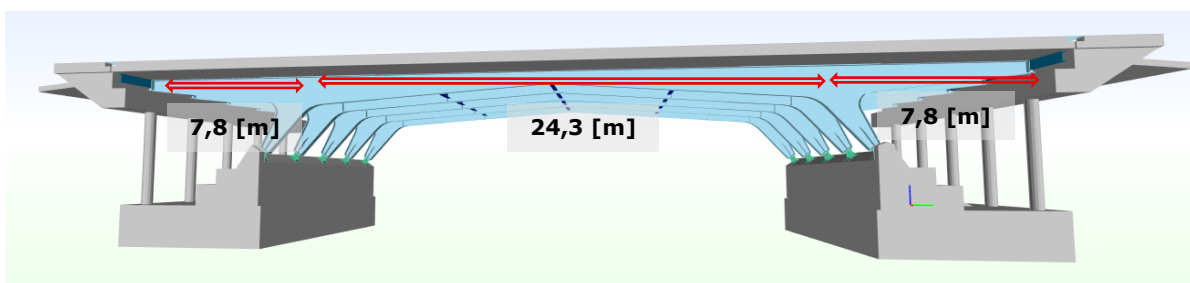
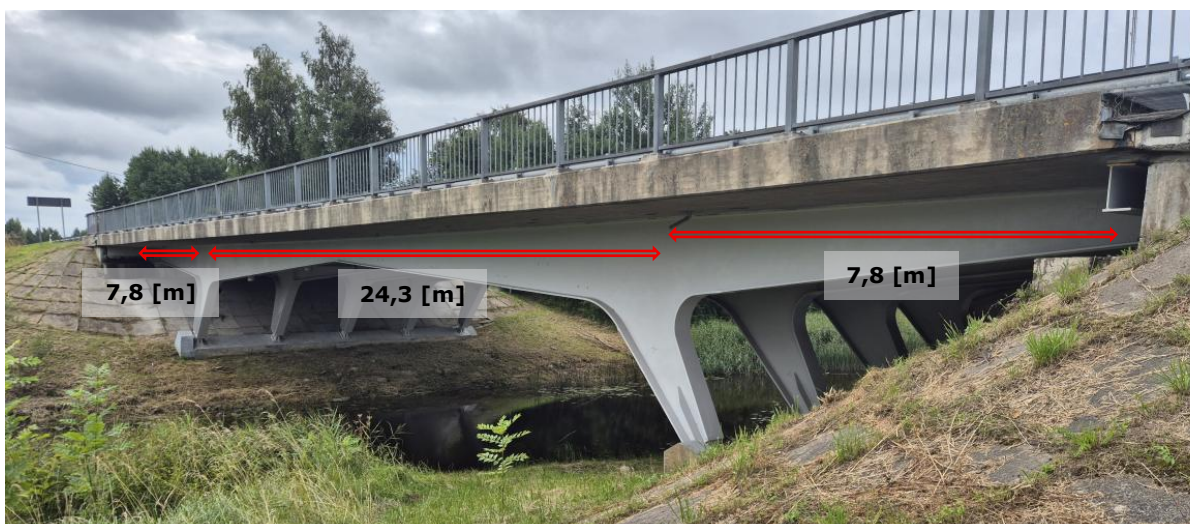
TK 11.4 kohaselt on lahendusena võimalik kaks varianti. Kas eelprojektiga ette nähtud komposiitsild või uus raudbetoonist lahendus. Eelprojekti lahendusele (Skepast ja Puhkim OÜ, töö nr MA11069) on tehtud analüüs, mille käigus avastati mitmeid kitsaskohti. Järgnevalt on kirjeldatud eelprojekti lahenduse probleemkohti, antud hinnang elukaare kuludele ning selgitatud raudbetoonist raamsilla lahenduse märkimisväärsed eeliseid.

2 Eelprojekti lahendus

Eelprojekti on koostanud Skepast ja Puhkim OÜ (töö nr MA11069). Kusjuures Päärdu silla lahenduse puhul oli Tellija öelnud, et arvestada võimalikult palju Ehituse ja Tarkvara Inseneribüroo OÜ tööga nr 140-09-18, mis oli lahendanud Päärdu olemasoleva ja uue silla juba põhiprojekti tasemel.

Eelprojekti raames konstruktsiooni arvutusi ei teostatud ja seetõttu ei selgunud ka antud lahenduse peamised probleemid. Samas on eelprojektiga antud lahendust koos konstruktiivsete probleemidega kolmekordistatud (olemasoleva silla kõrval uus sama lahendusega sild ning täiendavalt veel kogujatee sild sama lahendusega).

Eelprojektiga on ette nähtud üle Velise jõe kokku kolm olemasoleva rajatisega analoogset lahendust. Järgnevalt on toodud olemasoleva silla lahendus ülevaatlikul kujul (olemasolev olukord ja väljavõtte loodud 3D mudelist).



Joonis 1 Olemasolev Päärdu sild

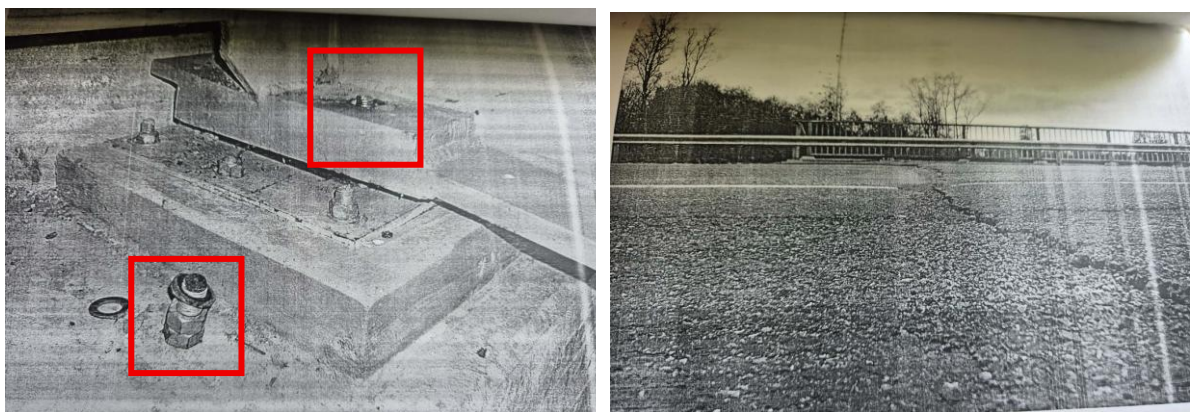
2.1 Negatiivsed toereaktsioonid

Eelneval väljavõttel on näha, et silla keskmise ava arvutuslik pikkus on ca 24,3 [m] ja äärmistel avadel ca 7,8 [m]. Ehk siis äärmine ava on ca 32% keskmisest avast. See on

selle konstruktsioon põhiline probleemkoht, kuna nii lühike ava sellise pikkusega keskmise ava kõrval tekitab olukorra, kus kaldasamba tugelele tekivad negatiivsed toereaktsioonid (talad tahavad õhku tõusta).

Olemasoleva konstruktsiooni analüüsi käigus töötati läbi põhjalikult ka olemasoleva silla ehitamise aluseks olnud tööprojekt. Sealt selgub, et negatiivsete toereaktsioonidega ei ole arvestatud. Samuti pole arvestatud koormustest temperatuuri gradiendiga ning mahukahanemisega. See võimendab antud probleemi veel täiendavalt.

See konstruktiivne küsimus on juba ühe korra silla eluea jooksul avaldunud. Olemasolev sild ehitati 1999. aastal, kuid juba aastaks 2003 olid tugiosad purunenud (talad õhku tõusnud ja kinnituspoldid katki murtud) ja sama aasta lõpus oli projekteeritud uus tugiosade lahendus.



Joonis 2 Negatiivsetest toereaktsioonides põhjustatud kahjustused 2003. aastal (allikas: EAREng 2003. a tööprojekt nr 277-268 „Päärdu silla tugilaagrid“)

Negatiivsed toereaktsioonid on probleem, kuna need maksavad märkimisväärselt rohkem. Samuti on vaja need tõstejõud viia ka vundamentideni, millega praegune lahendus ei ole arvestanud.

2.2 Väsimus

Väsimus on konstruktsiooni kahjustumine korduvate koormuste toimel.

Teraskonstruktsioonis võivad koormuse paljukordsel kordumisel tekkida ja järk-järgult areneda praod, isegi kui ükski üksik koormuskord ei ole piisavalt suur, et konstruktsiooni otseselt kahjustada. Sildade puhul põhjustab väsimust eelkõige sõidukite korduv liikluskoormus.

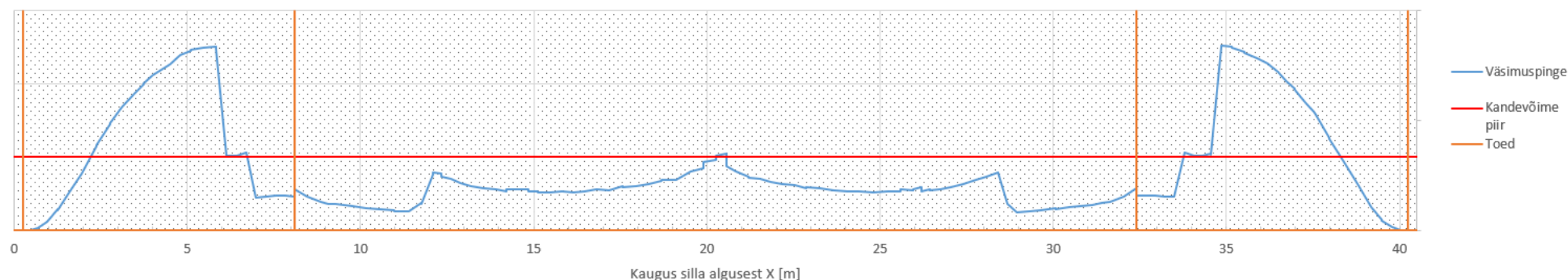
TK 11.13 kohaselt on vaja olemasoleva silla remondi lahenduse puhul tagada kandevõime militaarveosele MLC 150. Olemasoleval sillale TK väsimuse analüüsi küsinud ei ole. Kuna sild on selliste mõõtmetega (avad alla 40 meetri) ja konstruktsiooniga

(teras-komposiitsild), mille puhul on väsimus tihtilugu määrav, siis peeti vajalikuks teha ka olemasolevale konstruktsioonile väsimusanalüüs. Kättesaadavate dokumentide põhjal hinnates pole seda silda kunagi väsimusele arvatud.

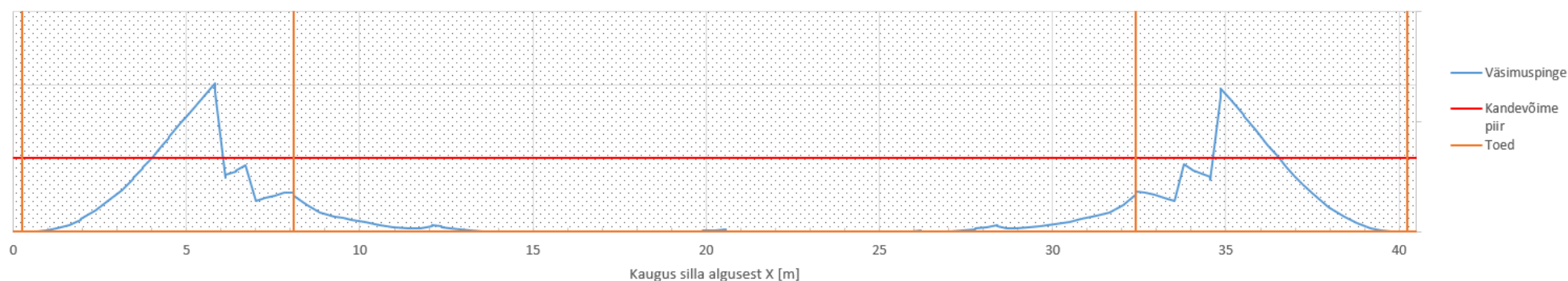
Siinkohal tuleb rõhutada, et sild on võimalik rekonstrueerida MLC 150 koormusklassile vastavaks selliselt, et väsimusprobleemiga ei tegeleta, kuid tegemist oleks lühinägeliku ja kokkuvõttes märkimisväärselt kallima maksumusega valikuga.

Järgneval väljavõttel on toodud väsimusanalüüsi tulemuste kokkuvõtte graafiliselt. Kohtades, kus sinine joon (väsimuspinge koondmõju) ületab punast joont (väsimuse kandevoime) pole väsimuse kandevoime tagatud ning nendes alades ei ole välistatud väsimuspragude teke silla eluea jooksul. Sisuliselt on väsimusprobleem olemasoleva silla äärmiste avade ulatuses.

Alumise vöö väsimuse kandevoime



Ülemise vöö väsimuse kandevoime



Joonis 3 Olemasoleva Päärdu silla väsimuspinged ja kandevoime

2.3 Hoolduskulud

Eelprojektiga ette nähtud komposiitsilla lahendusega kaasnevad kolm suurt kuluartiklit silla eluea jooksul, mis on seotud hooldusega: vuugid, tugiosad ja teraskonstruktsioonide värvimine.

Järgnevalt on need välja toodud rajatiste kaupa ja esitatud hinnangulised maksumused, mis on saadud Ehitajalt ning on tänases väeringus (ei ole arvestatud inflatsiooniga). Ühikhindade korrektsust on Projekteerija hinnanud ka teistes sarnastes projektides arvestatud väärtustega.

Siinkohal on tähis ära märkida ka asjaolu, et olemasoleva silla remontlahenduse puhul on Tellija seadnud eluea nõudeks 50 aastat.

Sild	Hooldatav element	Kogus	Ühikhind	Maksumus [€]			
				Aeg (t), mitme aasta pärast kulud tehakse			
				t = 25	t = 50	t = 75	t = 100
Olemasolev Päärdu sild	Tugiosad	10 [tk]	3300	33 000	Silla projekteeritud eluiga lõppenud (SPE)		
	Def.vuugid	30,4 [m]	1200	36 500			
	Värvimine	830 [m ²]	47	39 000			
Uus Päärdu sild	Tugiosad	8 [tk]	3300	26 400	26 400	26 400	SPE
	Def.vuugid	24,2 [m]	1200	29 000	29 000	29 000	
	Värvimine	660 [m ²]	47	31 000	31 000	31 000	
Päärdu kogujatee sild	Tugiosad	6 [tk]	3300	19 800	19 800	19 800	SPE
	Def.vuugid	18,2 [m]	1200	21 800	21 800	21 800	
	Värvimine	500 [m ²]	47	23 500	23 500	23 500	

Tugiosa ühikhinna kujundamisel on arvestatud, et tugiosa enda maksumus on 2500 [€/tk], kuid sillal tugiosade vahetamise töö maksumus on 800 [€/tk]. Tugiosa vahetamise töö sisaldab konstruktsioonide tungimistöid ja muid ajutisi konstruktsiooni lahendusi. Täiendavalt tasub märkida, et praegune tugiosa maksumus arvestad mitte konkreetse Mageba tootega, vaid ise projekteeritud lahendusega. Mageba uplift tugiosade maksumus on suurusjärgus 7000 [€/tk].

Värvimise ühikhinna kujundamisel on arvestatud, et värvimistöö ise on 35 [€/m²], millele lisandub vajalikud ettevalmistustööd (tellingud, tasapinnad jms) maksumusega 12 [€/m²].

Elukaare kulud hooldusele rajatiste kaupa on järgnevad (hinnad ilma käibemaksuta):

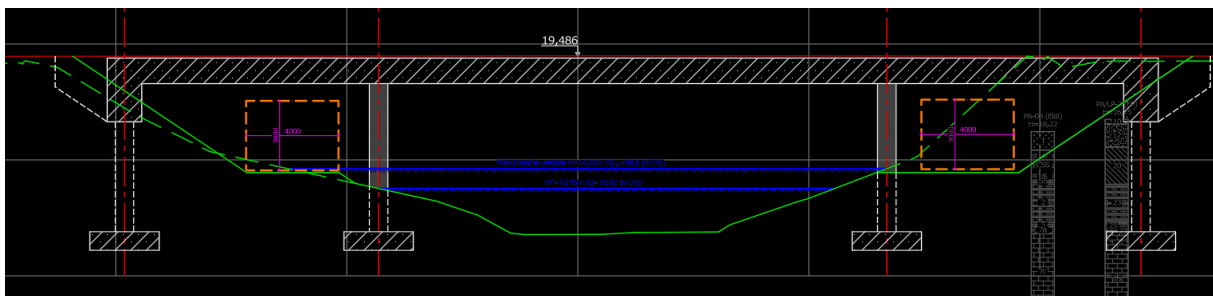
- olemasolev Päärdu sild – 108 500 [€] (eluiga 50 aastat);
- uus Päärdu sild – 259 200 [€] (eluiga 100 aastat);
- Päärdu kogujatee sild – 195 300 [€] (eluiga 100 aastat);
- kolm rajatist kokku – 563 000 [€].

Tasub arvestada, et tegelikud hoolduskulu on kõrgemad. Neid mõjutab inflatsioon ning samuti kaasnevad kulud, mida siinkohal ei ole hinnatud. Kaasnevad kulud on näiteks: projekteerimine, hangete korraldamine, ajutine liikluskorraldus jms.

3 Alternatiivne lahendus

Arvestades eelprojektis ette nähtud komposiitsilla konstruktiivseid probleeme (negatiivsed toereaktsioonid) ja suuri elukaare kulusid hoolduse tõttu, on projekteerija hinnangul märkimisväärselt parem lahendus rajada silla raudbetoonist integraalsildadena.

Eskiisi tasemel on koostatud võimalikust lahendusest esmane sketš.



Eelneval väljavõttel on kujutatud kolme-avaline raudbetoonist raamsild, mille keskmised sambad asuvad ametlikust veepiirist väljaspool. Silla kogupikkus on analoogne olemasolevaga ca 45 meetrit.

Projekti hankedokumentides toodud „Teetööde tehnilise kirjelduse eritingimustes“ on nõutud, et kõik kolm silda üle Velise jõe oleksid sarnase välimusega. See eeldab, et ka olemasoleva Päärdu sild tuleb lammutada ja ehitada täiesti uus sild selle asemele. Selle kuluga aga ei ole Ehitaja arvestanud, kuna pakkumuses on arvestatud komposiitsildade lahendusega.

Projekteerijale teadaolevalt on puudu oleva summa suurusjärg 150 000 [€] (antud summat täpsustab Ehitaja eraldiseisvalt). See moodustab ca 25% kõikide sildade elukaare kogukuludest ning selle konstruktiivse lahendusega ei kaasne enam varem kirjeldatud hoolduskulusid. Sildade elukaare kulusid arvesse võttes on rajatise omaniku rahaline võit ikkagi suurusjärgus:

$563\,000 \text{ (elukaare kulud)} - 150\,000 \text{ [€] (kõrgemad ehituskulud)} = 413\,000 \text{ [€]}.$

Lisaks sellele on olemasoleva Päärdu silla asemele ehitatava uue silla eluiga 100 aastat (ehk 50 aastat pikem) ning ei pea tegelema olemasoleva silla väsimusküsimusega, mis on vaja täiendavate kuludega lahendada niikuinii, kui vana rajatis peaks säilima.

4 Kokkuvõte

1. Eelprojektiga ette nähtud komposiitsilla lahendusel on üks fundamentaalne konstruktiivne probleem. Silla kaldasammastel tekivad märkimisväärsed negatiivsed toereaktsioonid.
2. Eelprojektiga ette nähtud komposiitsildade elukaare kulud on suured, kuna vuukide ning tugiosade vahetamine ja konstruktsiooni üle värvimine on perioodiliselt (25 aasta tagant) esinev püsikulu.
3. Olemasoleval sillal on probleeme väsimuskandevõimega, mille lahendamist pole tehnilise kirjeldusega ette nähtud.
4. Alternatiivne raudbetoonist integraalsilla lahendus on hooldevaba, kuid suurema ehitusmaksumusega. Sildade elukaarekulud (3 silda kokku) on aga integraalsete raudbetoonsildadega lahenduse puhul ca 413 000 [€] soodsamad.
5. Alternatiivse lahenduse puhul suureneb olemasoleva Päärdu silla eluiga 50 aasta pealt 100 aasta peale.
6. Projekteerija kui eksperdi soovitus on leida täiendav rahastus, et katta ehitusmaksumuse kallinemine, kuid selle eest saada sildade elukaare lõikes soodsam lahendus, kus kõikide rajatiste eluiga on 100 aastat.