



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TEEDEINSTITUUT

Permisküla teras kaarsild üle Narva jõe

Permisküla steel arch bridge over river Narva

ETS 60 LT

Üliõpilane:

Mirjo Koit

Juhendaja:

Dots. Juhan Idnurm

Tallinn, 2015

Kokkuvõte

Käesolevas projektis on lahendatud eelprojekti mahus Permisküla teraskaarsilla pealisehitus. Ületatavasse takistusse jõesambaid ei rajata. Arvutuslik peaava on 156 meetrit. Kasutatakse kahe kaarega üheaavalist kaarsilda, mis tähendab, et kaare otsad on kinnitatud mõlemal pool olevasse kaldasse rajatud tugedele.

Kaarsilla pealisehituse projekti esialgsed mõõtmed ja sildeava valisin vastavalt etteantud plaanile, kuhu oli peale märgitud normatiivne veetase, on teada ka kõrgveetase, mille järgi valisin ma silla sildeava, kus kõrgvesi ei ulatuks kaare otste kinnitusteks rajatud tugedeni. Teiseks valisin kaare kõrguse olemasolevate sildade ava/kõrguse suhte alusel. Järgneva etapina sai koostatud esialgne arvutusskeem, kus sai esialgu vaadeldud läbivajumisi, et saada läbivajumeid väiksemaks, sai muudetud elementide ristlõikeid. Arvutusskeem sai koostatud arvutusprogrammiga STAADPro.

Arvutusskeemi moodustasid kaks toruprofiiliga teraskaart, silldekiplaat, tuulesidemed, kaks HEB profiili pikitala ning nelikanttoru profiiliga toetalad.

Projekteeritud silla gabariidid telgedes on 156x16 m ning kaare tõus 25 m.

Elementide sisejõud on leitud arvutusprogrammi STAADPro abil, mis võimaldas vaadelda silla elemente kolmemõõtmelisena.

Arvutuste tulemusena valisin silla põhielemendite mõõtmed.

Kaare elemendiks osutus 30 mm seinapaksusega toruprofiil, mille läbimõõt on 1500 mm. Kaare ristlõike määramisel oli aluseks temas tekkivate survejõud ning paindemomendid, kuid mis on tühised võrreldes pikijõududega. $M_{z,Sd,max} = 13709$ kNm, $N_{Sd,max} = 22393$ kN (maksimaalsed jõud ei mõju üheaegselt). Üks kaar asetseb ühel pool ja teine teiselpool dekki.

Rippuriteks sai valitud 80mm läbimõõduga terasvardad. Kuna sõlmed pole lahendatud, siis ilmselt kinnitused kaare ja pikitala külge toimub teraslehtede abil. Rippurid kinnituvad kaare külge 5 m sammuga, mille alumisse otsa on kinnitatud põiktalad

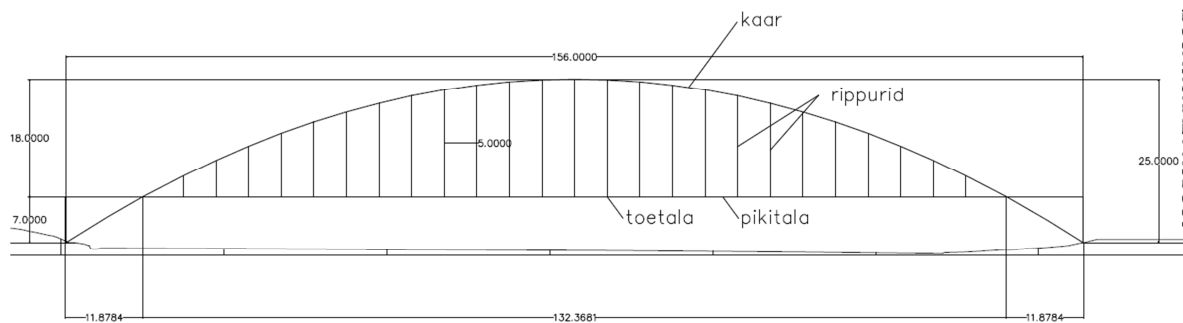
Pikitalaks on valitud HE600B. Pikitala nagu ka toetala puhul sai määravaks paindemoment ($M_{z,Sdmax} = 501 \text{ kNm}$, $V_{Sd,max} = 439 \text{ kN}$, maksimaalsed jõud ei mõju üheaegselt). Sillal on 2 pikitala omavaheline kaugus 8 m ja silla servadest 4 m.

Toetalaks on valitud terasest nelikanttoru muutuva profiiliga 400x400x30-600x600x30, ka siin sai määravaks paindemoment ($M_{z,Sdmax} = 3892 \text{ kNm}$, $V_{Sd,max} = 790 \text{ kN}$, maksimaalsed jõud ei mõju üheaegselt). Toetalad kinnituvad rippurite külge ning on seotud pikitaladega. Toetalade samm on samuti 5 m nagu rippuritelgi.

Tuulesidemed on valitud terasest nelikanttoru profiiliga 400x400x40, siin sai määravaks survejõud ($N_{sd,max} = 782 \text{ kN}$). Tuulesidemed on paigutatud kaarte vahele K-kujulises süsteemis.

Kaldasambad asuvad silla otstes. Edasistes arvutustes tuleks määrata silla otstesse sobivad tugiosad ja deformatsioonivuugid. Kaldasammastest edasi jätkub talasild, mida käesolevas töös uuritud ei ole.

Valitud variant:



Joonis 10.1. Valitud silla põhinäitajad

Summary

This masters thesis provides a steel arch bridge solution to cross the river Narva in Permisküla. There will be no piers in the river. The main span is 156 metres. The construction is a two arch one span arch bridge, which means that arch edges are tied to foundations at both ends of the bridge.

The superstructure measurements and the span is selected according to the given plan, which gave the nominal water level and high water level. The superstructure height is selected so that the higher water level would not reach to the arch neither to the joints at the end of the bridge. The arch height is selected based on the height/span ratio on the already designed bridges. The next phase consisted of selecting preliminary calculation scheme, where sag was the main priority. To reduce sag the cross-section of superstructure was changed. The calculations were performed in STAADPro.

The scheme consisted of two pipe profiled steel arches, bridge deck, wind ties, two HEB profile steel beams and square tube profile beams.

The measurements of the cross-section are 156x16 metres and the arch height is 25 metres. The element internal forces are calculated using the program STAADPro, which enabled to view the elements in three dimensions.

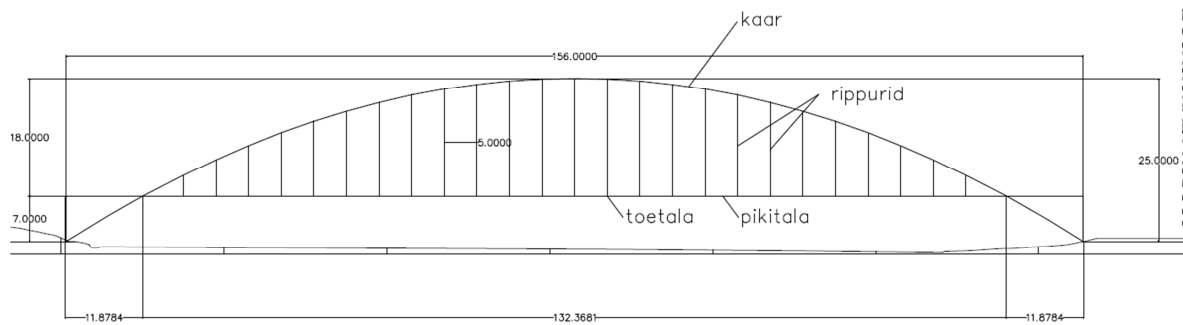
Based on the calculations the measurements of the main elements were chosen. Arch element will be 30mm wall thickness tube profile, the diameter will be 1500mm. The measurements were chosen because of the pressure forces and bending moment, but these are marginal compared to the longitudinal forces. $M_{z,Sd,max} = 13709$ kNm, $N_{Sd,max} = 22393$ kN (the maximum forces aren't acting at the same time). Arches are positioned at the edges of the deck.

The hangers are 80mm steel rods. Since this is a preliminary project, the nodes are not viewed in this project, so the assumption is made that the rods are connected to the beams using steel sheets. The hangers step is 5 metres (the same as the cross beams).

The main beam will be HE600B. The main beam, as well as the cross-beam, is mostly affected by the bending moment ($M_{z,Sd,max} = 501$ kNm, $V_{Sd,max} = 439$ kN, the maximum forces are not affecting the beam at the same time). The bridge will have two main beams separated by 8 metres, leaving with 4 metres at each side. The cross-beam is a square tube profile beam 400x400x30 – 600x600x30. Here, as well, the bending moment is primary ($M_{z,Sd,max} = 3892$ kNm, $V_{Sd,max} = 790$ kN, maximum forces

are not affecting the beam at the same time). The cross beams are connected to the main beams and hangers are tied to them. The step is 5 metres, the same as the hangers. The wind ties are square tube profile 400x400x40, here the compression forces are primary ($N_{sd,max} = 782$ kN). The wind ties are positioned between the arches in K-shape. The abutments are located at the ends of the bridge. The expansion joints and structural members should be selected accordingly in the following studies. After abutments, the bridge is continued as a cantilever bridge.

The chosen variant:



Joonis 11.1. Main characteristics of the chosen bridge