



1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TEEDEINSTITUUT

Permisküla vantsild üle Narva jõe

Permisküla cable-stayed bridge over river Narva

ETS 60 LT

Üliõpilane: Mart Kaar

Juhendaja: Dots. Juhan Idnurm

Tallinn, 2014

9 Kokkuvõte

Käesolevas projektis on lahendatud eelprojekti mahus Permisküla vantsilla pealisehitus. Ületatavasse takistusse jõesambaid ei rajata. Arvutuslik peaava on 130 meetrit. Kasutatakse ühe pülooni paariga vantsilda, mis tähendab, et püloonid asuvad ühel pool silda. Vantsilla kõrvalava on 78 meetrit pikk ning asub jõe idapoolsel kaldal.

Vantsilla pealisehituse projekti koostamise juures valisin sillaava vastavalt lähteülesandes olnud aeromõõdistatud plaanile. Ava vastab sealsele veepiirile. Kuigi suurvee ajal võib osa kaldasambast ja osa püloonisambast vee alla jääda, siis nõutud tingimus, et vesi ei tohi tõusta tugiosadele lähemale kui 0,5 meetrit on täidetud. Lisaks avale valisin vastavalt ava/kõrguse optimaalsele suhtele pülooni kõrgused. Edasi koostasini mitu arvutusmudelit, kus võrdlesin läbivajumisi ja sisejõude püloonis vastavalt pülooni kaldele. Kõige kriitilisemaks osutusid pülooni sisejõud. Optimaalsema variandi valisin, et teostada peakandurite kontrollid. Peakanduritest oli kõige kriitilisem pikitala tugevustingimuste rahuldamine. Selle jaoks tuli muuta ka näiteks vandi diameetrit.

Valitud variandi konstruktsiooni kõrgus kokku 1,6 meetrit (servaprussi juures veidi kõrgem).

Eelprojekti tulemusena selgus, et otstarbekam on rajada vantsild lehviku kujulisena. Pülooni kõrgus on 41 meetrit ning kõik vandid koonduvad pülooni tippu. Reaalsuses jääb iga vandi vaheks umbes 15 kuni 20 sentimeetrit. Vandid toetavad dekiehitust ning on kinnitatud põiktalade külge. Vandi diameeter on 11 sentimeetrit. Projektis kontrollisin vandi piki- ja põikjõukandevõimet. Kuigi on mõningane pikijõukandevõime varu, siis ei olnud otstarbekas kasutada väiksemat diameetrit, sest diameetri vähendamine tõstis paindemomenti jäikustalas.

Põiktalade samm pikemas avas on 10 meetrit ja lühemas avas 6,5 meetrit. Põiktala on arvatud kui komposiittala. Terasosa kõrgus on 1,2 meetrit ja ühe terastala kaal on 438,6kg/m. Arvutustes selgus, et põiktala kandevõime ületab arvutuslikke sisejõudusid varuga, seega võiks edasistes arvutustes kaaluda kas loobuda komposiitkonstruktsioonist (saab kokku hoida plastsete tüüblite arvelt) või vähendada terastala mõõtmeid. Samas ei kuulunud antud töö mahtu terastala konsoolse osa kontroll. Konsoolse osa kontrolliks tuleks koostada konsoolse osa kolmemõõtmeline mudel.

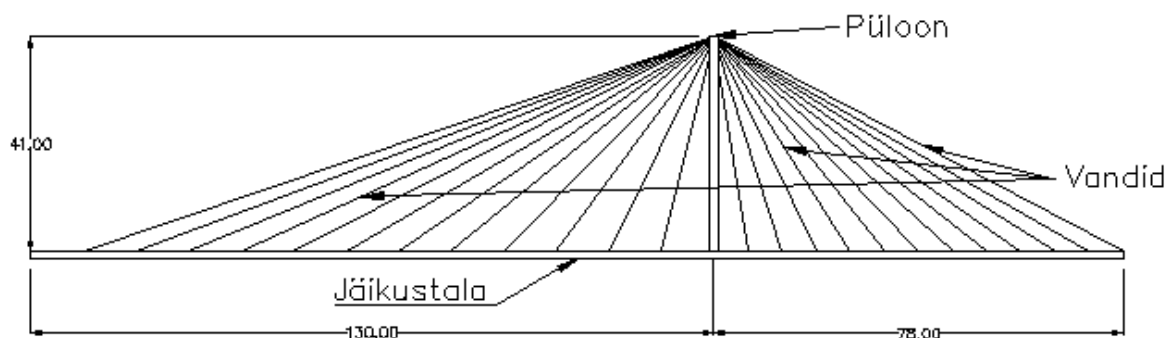
Lahenduses kasutatakse kuute pikitala, kõrgusega 1,2 meetrit ja ühe terastala kaal on 462,2kg/m. Pikitalade omavaheline kaugus on 2,9 meetrit, kusjuures konsoolne osa jääb 1,25 meetrit. Pikitala moodustab koos kaasatõotava dekiplaadi osaga

komposiitkonstruktsiooni. Täieliku nihkeliite moodustamiseks terastala ja betoonplaadi vahel tuleks kasutada plastseid nihketüübleid, mille kogust ja vahekaugust käesolevas töös ei ole lahendatud. Antud eelprojekti on pikitala terve silla ulatuses ühesugusena. Kokkuvõtte oleks võimalik, kui koostada täpsem arvutusmudel ning kõrvalavas kasutada muutuva kõrgusega tala. Pikitalad on kontrollitud pikijõule, põikjõule, paindemomendile ja sisejõudude koosmõjule.

Vantsilla püloon on mõlemal pool dekki. Pülooni mõõtmed 2x1,5 meetrit. Mõningast kokkuvõtte oleks võimalik saavutada, kui muuta ristlõiget saledamaks kõrguse kasvades. Püloonile on tarvis rajada püloonisammas. Samasse lõikesse on ettenähtud ka tugi dekkihitudusele. Seda tuge ja püloonisammast antud töös lahendatud ei ole. Püloon on kontrollitud survele ja stabiilsusele. Põiksidemeid vaja lisada ei ole. Kuna uuritud ei ole tuulekoormust, siis võib osutada vajalikuks põikside pülooni tipus.

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 9.1. Valitud silla põhinäitajad

10 Summary

This masters thesis provides a solution for crossing the river Narva in Permisküla. The cable-stayed bridge superstructure project is designed as preliminary project.

The project compares two type of cable-stayed bridge: cables arranged as fan and cables arranged as harp.

The main span length is 130 meters and side span 78 meters. The pylon height for fan is 41 meters and for harp 54 meters.

The source data for this preliminary project contains:

1. LIDAR based topographical plan
2. The driveway width 10 meters and pedestrian sideway on both sides of the bridge, which enables a service vehicle to move.
3. Load models 1 and 3 (2400/240 truck)
4. To ensure navigable height of 6 meters for 20 meters under the bridge
5. Design the bridge using eurocodes: EN1990:2002, EN1991.2:2003, EN1992.2:2005, EN1993.2:2006, 1994.2:2005.

The thesis is written in Estonian and consists of 59 pages, which includes 12 chapters: problem of the thesis, index, introduction, materials, bases of calculations, calculations, control calculations, comparison of the variants, summary in Estonian and English, literature and annexes. The annexes include the graphical part of the project, which consists of five basic drawings and two sketches.

After selecting the initial measurements for spans and pylons different pylon rotations were compared to choose the variant with the smallest internal forces in the pylon. In fan arrangement a straight tower is most useful, because the self weight will not cause bending moment. On the harp arrangement, however, the bending moment exists so it is more useful to rotate the tower. Tower rotation of 12,5 degrees was chosen in this project.

After the initial calculations were completed control calculations were performed, in which all the main parameters of the bridge were checked. This included the pylon control for strength and stability, girder control for strength, crossbeam control for strength, cable control for strength and concrete deck control for necessary reinforcement.

The project concluded that it is more efficient to use the fan arrangement. In comparison with harp arrangement it is possible to use smaller pylons (in terms of height and area), smaller girders and smaller cables.

The chosen variant uses two pylons on the east side of the river. Pylons use the concrete C50/60 and its measures are 2x1,5 meters. The length of the pylon is 41 meters.

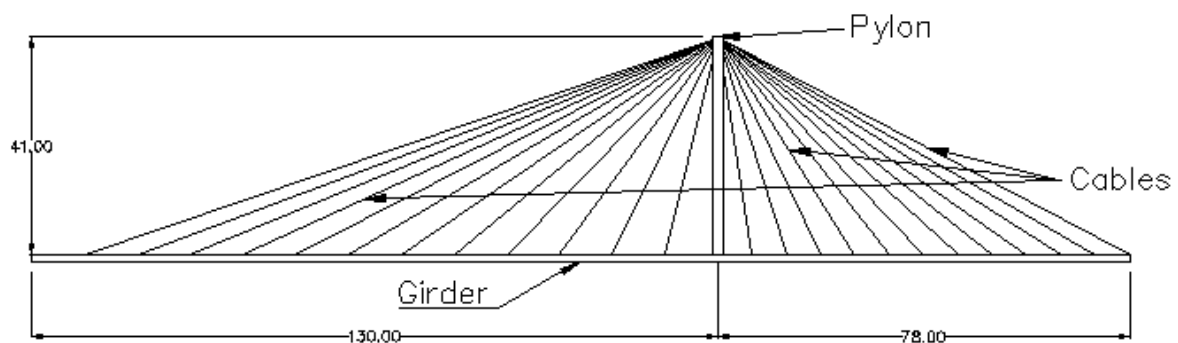
The chosen variant uses six girders with height of 1,2 meters. The deck construction full height is 1,6 meters. The distance between girders is 2,9 meters, the console part is 1,25 meters. The girders form a composite beam with concrete deck.

The concrete deck of concrete C35/45 is on average 250mm thick, minimum thickness is 220mm. The concrete has reinforcement of 24mm bars and constructive reinforcement of 12mm bars.

The crossbeam is of the same height as the main girder – 1,2 meters. The crossbeam step is 10 meters. Cables attach to the crossbeam.

The cables diameter is 0,11 meters. Although it is possible to reduce the diameter looking at the cables load capacity, it is not advised, because reducing cables diameter rapidly increases bending moment in girder.

The chosen variant:



Joonis 9.2. The chosen single tower cable-stayed bridge