



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

EMAJÕE RAUDTEESILLA PEALISEHITUSE EELPROJEKT

PRELIMINARY DESIGN OF EMAJÕE RAILWAY BRIDGE

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kristjan Kaskla

Üliõpilaskood: 092619

Juhendaja: Juhan Idnurm, Professor

Tallinn 2019

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärk on projekteerida Emajõe ületavale raudteetrassile uus teraskaarsild. Sild asub Tartumaal, Tartu Vallas, Kärkna – Tartu jaamade vahelisel raudteekilometraažil 419,930 km. Rajatis on projekteeritud vastavalt riigihanke „Emajõe raudteesilla ja rööbastee õgvenduse lahenduste võrdlev analüüs“ tingimustele [17].

Riigihanke nõuetele vastava uue raudteetrassi eesmärk on rongide kiiruse tõstmine 140 km/h. Uue projektkiiruse rongidele tagab eelkõige uus raudtee plaanigeomeetiline lahendus, mida käesolev magistritöö ei käsitle. Uus raudteesild on projekteeritud vastavalt eurokoodeks EVS-EN 1991-2:2007 standardile, kus rongiliini maksimaalne kiirus jääb alla 200 km/h.

Kaarsilla arvutuslik sildeava on 88,0 meetrit ning kaare kõrgus on 19,1 meetrit. Silla laiusgabariit on 6,6 meetrit. Pealisehituse kandvateks kaarekonstruktsioonideks on H-kujulised keevisprofiiltalad. Kaarekonstruktsioon toetub piki silda paiknevatele tõmbetalade otstele, suunates kaares tekkivad horisontaalsed toereaktsioonid tõmbetalasse. Tekiplaati koos raudteekonstruktsiooniga kannab põik- ja tõmbetaladest moodustatud talastik. Talastiku omakaalu- ja liikluskoormus antakse diagonaalselt paigutatud rippurite abil edasi kaaretalasse. Silla külgsuunalise tuulekoormuse võtavad vastu kaareelementide vahele projekteeritud tuuletalad. K-kujuliselt asetatud tuulesidemed tagavad kaarsilla ruumilise jäikuse.

Tekiplaadiks on projekteeritud 400 kuni 600 mm kõrgusega raudbetoonplaat. Tekiplaadil asuva raudteekatendi konstruktsiooniks on 300 mm kõrgune graniitkillustikust ballastkiht, millel asetsevad raudbetoonist liiprid ja terasest pikirööpad. Rööbaste tüüp on UIC 60E1. Tekiplaadi ja killustikukihi vahel paikneb hüdroisolatsioon.

Koormusarvutused on koostatud vastavalt SNiP 2.05.03-84* ja EVS-EN 1991-2:2004 kohastele koormusmudelitele. Suurimad sisejõud kandvates elementides tekivad raskeliiklust simuleerivatest koormusmudelitest. Maksimaalne arvutuslik paindemoment ($M_{ED} = 8\,340\text{ kNm}$) tõmbetalas tekib eurokoodeks EVS-EN SW/2 kohase koormuse paigutusel 1/4 sildeavale. Kaaretalal tekitab samuti raskeliiklus suurimaid sisejõude. Suurimad arvutuslikud survejõud ($N_{ED} = 12\,800\text{ kNm}$) kaaretalal tekkisid SNiP projekteerimismõõnide kohase hajukoormuse (14t/m) ja eurokoodeksi SW/2 raskeliiklusmudeli rakendamisel.

Silla ehitustöödeks kulub 512 tonni S355J2 tugevusklassiga teraskonstruktsioone, 282 m³ betooni ja 63,3 tonni armatuurterast.

Autor leiab, et tõmbetala läbipainde ja maksimaalse paindemomendi vähendamiseks võiks rippurite asetust optimeerida. Optimeeritud võrkkaarsilla puhul väheneb oluliselt pikitalade paindemoment ja läbipaine. Väiksemad sisejõudude väärtused viivad materjalide ja ehitismaksumuse rahalise kokkuhoiuni.

Silla terviklikuks projekteerimiseks tuleks koostada piirkonna geoloogilised ja hüdrooloogilised uuringud, projekt alusehitusele ning projekteerida kogu silda hõlmav tööprojekt.

SUMMARY

The aim of this master's thesis is to design a tied-arch railway bridge over Emajõe river. The bridge is located in Tartu county near the Northern border of Tartu and is used for train traffic en route from Tapa to Tartu. The requirements for this thesis are from a government's procurement - Emajõe raudteesilla ja rööbastee õgvenduse lahenduste võrdlev analüüs [17].

Basic dimensions for the bridge are following: main span of the bridge is 88,0 meters, height of the bridge is 19,1 meters and width of the bridge is 6,4 meters. The amount of structural steel needed to build this bridge is 512 metric tons and the amount of reinforced steel is 63,4 metric tons. 282 m³ of concrete is needed to build a bridge deck.

The new requirement for a railway track from Tapa to Tartu is to increase the speed limit for civilian train traffic from 100 km per hour to 140 km per hour. Railway traffic load simulations for this bridge are designed by using European EN 1991-2:2007 Eurocode and Russian SNiP 2.05.03-84* standard for bridges.

Two tied-arch beams are placed parallel above the bridge deck. Hangers are placed diagonally between the arch beams and deck beams. Deck and traffic loads are carried by tension in hangers which causes thrust to develop in arch beams. Beams underneath the bridge deck carry the horizontal reaction forces caused by the arch beams.

To complete further stages of this thesis, geological and hydrological studies of the location are required to design the foundations for the bridge.