



1918

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**  
**TEEDEINSTITUUT**

---

**EESTIS E HITATUD NÕUKOGUDEAEGSETE  
RAUDBETOONTALADEST TÛÜPSILDADE LAIENDAMISE  
JA KANDEVÕIME ANALÜÜS**

**FEASIBILITY ANALYSIS OF WIDENING AND LOAD CAPACITY OF  
SOVIET-ERA PRECAST REINFORCED CONCRETE BEAM BRIDGES  
CONSTRUCTED IN ESTONIA**

**ETS 60 LT**

Üliõpilane: Tõnis Liigmann

Juhendaja: Prof. Siim Idnurm

Tallinn, 2015

## Kokkuvõte

Eesti riigimaanteede teehoiukava aastateks 2014-2020 näeb ette, et igal aastal teostatakse Eestis 35 silla taastusremont. Taastusremondi eesmärgiks on olemasolevate sildade tehnilise seisundi parandamine, mis tingimata ei tähenda kandevõime tõstmist. Eestis on hulganisti nõukogudeaegseid silde, mille projekteeritud koormus on oluliselt väiksem kui tänapäevased normid ja standardid ette näevad. Arvestades käimasolevat arutelu raskeveoste massipiirangute leevendamise üle, siis eeskätt raske- ja eriveokite kontekstis on kõigi liiklejate seisukohalt väga oluline aspekt ka liiklusohutus, mille esmaseks parameetrikaks sildade puhul on silla laius. Ühe silla taastusremontide vaheks loetakse ca. 35 aastat, mistõttu peab iga remondi puhul kaaluma ka liiklusohutuse suurendamist silla laiendamisega normidekohase sõidutee gabariidini.

Töö käigus selgitati välja, et kogu Eesti riigimaanteede sillapargist ligi poolte sildade sõidutee laiusgabariit ei vasta Maanteede projekteerimisnormides nõutule. Suurima hulga alagabariidilistest sildadest moodustavad raudbetoonist monteeritavad lihttalasillad, millest omakorda suurem osakaal on tüüptaladest ehitatud sildadel.

Silla laiendamise on vältimatu, et avaehituse sisejõud laiendamise tulemusel suurenevad. Seetõttu on käesoleva lõputöö raames uuritud Eestis ehitatud nõukogudeaegsete raudbetoonist monteeritavate talasildade laiendamise võimalikkust ilma kandevelementide (monteeritavate raudbetoonialade) asendamise või tugevdamiseta. Silla kandevõimeks on loetud esialgses, kitsama sõidutee gabariidiga, arvutusolukorras tekkiv enimkoormatud tala maksimaalne paindemoment tingimusel, et tegelikku paindekandevõimet ei ole ületatud.

Töö käigus selgus, et enamusel uuritud sildadest on tänapäevasest arvutusmetoodikast tulenevalt piisav paindekandevõime varu võimaldamaks laiendamist vähemalt ühe meetri võrra eeldusel, et silla kandevõimet kirjeldatakse jätkuvalt esialgsete koormusmudelitega (N-10/NG-60; N-18/NK-80 vms). Nõukogudeaegsete sildade tüüptalade kandevõime tagamine tänapäevaste standardite (Eurokoodeks) kohaste liikluskoormuste kandmiseks ei ole lihtsate ja ökonoomsete remondilahendustega võimalik.

Esialgsete projekteeritud normkoormuste ja Eurokoodeksi peamiste koormusmudelite kõrval rakendati sildadele ka 53,5 t ja 61,5 t metsaveo autorongid. Metsaveokite puhul oli enamusel juhtudel tagatud kandevõime 53,5 t autorongide korral ning suurematele normkoormustele projekteeritud sildadel ka 61,5 t autorongidele.

Nagu öeldud, on uuritavad sillad ehitatud aastakümneid tagasi, mil kasutati silla koormuste põikjagunemiseks konservatiivseid meetodeid. Tänapäeval on võimalik sildadest koostada kolmemõõtmelisi arvutusmudeleid, mis annavad parema ülevaate konstruktsiooni koormusest tingitud käitumisest ning ühtlasi ka täpsemaid sisejõudusid. Töös kasutati sildade modelleerimiseks *grillage* meetodit, mille korral nii silla pikikandurid kui ka tekiplaat modelleeritakse diskreetsetest talaelementidest. Arvutusmudelitest saadud tulemused ei erinenud siiski oluliselt ekstsentrilise surve meetodil arvatud tulemustest, millest võib järeldada, et ekstsentrilise surve meetod on talasildade arvutamiseks piisava täpsusega.

Tüüpsildade raudbetootalade põikjõukandevõimet kontrollides selgus, et talade põikarmatuur on piisav tagamaks kandevõime vähemalt 1m laienduse puhul. Samuti ei esinenud uuritud sildadel probleeme tekiplaadi läbisurumisega ega konsoolse plaadi paindekandevõimega.

Vanade sildade taastamise ja laiendamise teostatavus sõltub suuresti silla tehnilisest seisundist. Kui kandekonstruktsioonid, eriti talad on hästi säilinud, siis tuleks kindlasti kaaluda laiendamist olemasolevate talade baasil. Mõningast kandevõime vähenemist on võimalik kompenseerida talade järeltugevdamisega.

Lõputöö autori soovitus on lähemalt uurida vanade sildade tugevdamise võimalusi, eesmärgiga saavutada piisav kandevõime ka kaasaegsetele koormusmudelitele. Ühtlasi on soovitatav veel täpsemate tulemuste saamiseks kasutada *grillage* meetodi asemel täielikku lõplikel elementidel põhinevat arvutusmudelit.

## Summary

In accordance with the Estonian Road management plan for 2014 – 2020, 35 bridges in Estonia are to be renovated annually. The aim of bridge renovation is to improve its current technical condition, which does not necessarily involve increasing its load capacity. There are a number of Soviet-era bridges in Estonia, where the designed load is significantly lower than in the modern standards. When considering overall traffic safety, the primary aspect for bridges is their width, in particular regarding heavy truck traffic and given the ongoing debate regarding the possible easing of current weight restrictions for heavy freights. Bridges are renovated approximately every 35 years, and therefore each renovation project would also need to consider the possible requirement of widening the bridge in order to meet the existing dimension standards.

This present study identified that almost half of the bridges in Estonia are non-compliant with the minimum width requirements of the National road construction regulations. A majority of these sub-standard constructions are reinforced concrete beam-bridges, of which most are precast beam bridges.

It is inevitable that during the widening of a bridge the internal forces in the span increase.

Therefore the purpose of this thesis was to study Soviet-era precast reinforced concrete beam bridges constructed in Estonia and determine the feasibility of widening these bridges without replacing or strengthening the main girders (precast reinforced beams). The bridge load capacity is taken to equal the maximum design bending moment calculated for the original bridge width on condition that it does not exceed the actual maximum flexural capacity of the main girder. Using modern calculation methods, this study showed that in most cases current bridges have sufficient load capacity in order to enlarge the width by at least 1 meter, provided that the original designed loads (N-10/NG-60; N-18/NK-80, etc) are maintained. It is not possible to capacitate these Soviet-era bridges to be in line with load models in modern standards (Eurocode) providing that only simple and inexpensive repair solutions are used.

In addition to the original design loads and modern Eurocode load models, heavy freight trucks of 53,5 and 61,5-tonne were implemented for widened bridge models. It was found

that the 53,5-tonne truck proved to be acceptable for many of the bridges and the 61,5-tonne truck was suitable for bridges with greater original design load.

As mentioned, the bridges under review were built several decades ago, at a time when relatively conservative and traditional load distribution methods were used. Nowadays, precise computer models can be used to analyse the behaviour and internal forces of a bridge during loading. Grillage method was used to model the bridges in this study. In grillage modeling, both the main girders and the deck slab are modeled as discrete beams. The results attained from the models in comparison with the traditional method were very similar, which proves that the traditional method is sufficiently precise for calculating beam bridges.

The verification of shear strength of the precast reinforced beams showed sufficient capacity for bridge widening by at least 1 meter. The strength of the deck slab was sufficient for both punching shear and cantilever bending moment.

The feasibility of renovating and widening old bridges is largely dependant on their technical condition. In the case that the main girders, especially bridge beams, are well preserved

then the project should consider executing the widening of the bridge using the existing beams. Any slight deficit of load capacity can be compensated by subsequent strengthening.

The author of this thesis paper suggests that further study into the options for external strengthening of older bridges in order to achieve the load capacity in line with modern load models should be undertaken. In addition, for more precise results regarding beam bridges, it is recommended that a full finite element model is used instead of a grillage method.