

# NVF puitsildade konverentsist Norras

RAGNAR PABORT, autori fotod



**E**elmisel aastal toimus Norras Hamari linnas Põhjamaade teedeasotsiatsiooni (NVF – *Nordisk Vejteknisk Forbund*) ja Norra Maanteeametite korraldatud konverents puitsildade teemal. Sellest võtsid osa peamiselt Põhjamaade spetsialistid, kuid väga palju oli ka külalisi Baltimaadest. Kaugeim külaline oli kohale tulnud Austriast.

Konverentsi eesmärgiks oli tutvustada inseneridele, arhitektidele ja teistele spetsialistidele viimaseid saavutusi ja uudiseid puitsildade vallas, samuti vahetada kogemusi ja teadmisi. Pärast sisukate ettekannete kuulamist käidi tutvumas ka Hamari lähiumbruse puitsildadega. Põhjamaades on puitsildade osakaal näiteks Eestiga võrreldes suur. Aastail 2000...2003 ehitatud Norra maantee-sildadest moodustavad puitsillad kümme protsenti.

Peamiseks miinuseks puidu valikul silla konstruktsiooniks peetakse seda, et puit pole nii vastupidav kui teras või betoon. Kuid Põhjamaades ja ka mujal te-

hakse kõvasti tööd, et seda aegunud arvamust ümber lükata. Puit on terase ja betooniga nii hinna kui ka vastupidavuse poolest igati konkurentsivõimeline. Järgnevalt lühidalt konverentsil kajastust.

## Puitsildade ajalugu

Esimesteks puitsildadeks võib lugeda üle veekogude kukkunud puid. 800 aastat eK ehitasid puitsildu peamiselt pärslased, babüloomlased, kreeklased, roomlased ja hiinlased. Paljud sillad rajati maadevallutamise käigus sõjavägedele.

18. sajandil sai puitsildade areng sisse uue hoo, sest just siis toimus edasimineku inseneriteaduste vallas. Juhtivateks insenerideks olid toona vennad Grubenmannid Šveitsist, kes konstrueerisid hulga märkimisväärseid sildu. Puitu kasutati sillamaterjalina usinalt ka USA-s. Samal ajal võeti kasutusele kaarelementidest ja sõrestiksillad.

Tänu tööstuse ja transpordi arengule 19. sajandil kasvas nõudlus sildade jä-

rele veelgi. 20. sajandil võttis sildade konstruktsioonis juhtiva rolli üle teras ja silla dekil raudbetoon, kuid edasi arenesid ka puitsillad: võeti kasutusele liimpuit ja puidukaitsevahendid. 1960. ja 1970. aastate vahel hakati silla konstruktsioonides kasutama liimpuitu ja dekil pingelamellplaati. Tänu sellele on puitsildade arv iga aastaga suurenenud.

## Puitsillad – 100 aastat kasutusiga?

Puitsilla kasutusea pikendamine on väga oluline, sest puit kui materjal on tundlik niiskusele ja teistele ilmastikumõjudele. Norras on puitsildade kaitseks ilmastiku eest kasutusel hulk meetmeid. Näiteks silla kandeelementide pinnad kaetakse otsese vee eest (metall- või vahetatav puitkate), kuid ülejäänud pinnaosad püütakse jätta nii vabaks kui võimalik. Eesmärgiks on, et konstruktsioonielemendid ei oleks otsese vihma käes ja samas saaks niiskus puidust takistusteta välja kuivada.



Pingelamellplaadist dekiga sild.

Kui inseneritöö, ehitus ja materjalid on tasemel, peavad puitsillad vastu kaua. Väga oluline on sõlmede konstrueerimine. Näiteks on hea kasutada puidu sisse süvistatud terasplaate ja tüübleid: sellised sõlmed kannavad hästi edasi jõudusid ja on samas kaitstud ilmastiku eest. Uuem lahendus sildade puhul on pingelamellplaadid – terasvarrastega pingutatud ja hõõrdele töötavad massiivpuidust plaadid, mida kasutatakse ka hoonete vahelagedes.

Pingelamellplaat koosneb serviti asetatud plankudest, mis on kokku tõmmatud nendega risti asetsevate terasvarrastega. Varraste läbimõõt on tavaliselt

16 mm ja nendevaheline samm 50...60 cm. Vardad läbivad plankudes olevaid avasid ja on pingestatud jõuga 130 kN. Varraste otstes on ankrulapid diameetriga 20 cm. Aja jooksul tõmbejõud varrastes väheneb ja stabiliseerub umbes 30...50% vahel esialgsest. Iga 15 aasta järel tehakse järelpingestamine. Oluline on ka see, et plaat oleks kaitstud otsese vihma eest.

Kõige tähtsam tegur puidu pika eluea saavutamises on kaitse niiskuse eest. Üldjuhul kaitstakse silla konstruktsioon ne niiskuse eest kahel viisil: abikonstruktsioonidega ja keemiliselt. Näiteks kaetakse silla kandelementid eespool

mainitud vaskplaatidega, mille kasutusega on pikem kui sada aastat. Keemiliselt kaitstakse silla elemente CCA või kreosoodiga immutamise teel. Keemilisi töötlusviise on teisi. Üldiselt jäetakse sillaelementide küljed katmata, kuid äärmuslikes ilmastikutingimustes tuleb need lisaks keemilisele kaitsele katta ka nagu sillaelementide pealmised pinnad.

## Puitsildade keemiline kaitmine

Norra vanemad puitsillad on enamikus kaitstud CCA-meetodil (*copper, chromium and arsenic salts* – vase, kroomi ja arseeni soolad), uuemad sillad on kreosoot-immutusega. 2002. aastast valitseb Norras CCA-töötlusele tugev vastuseis, kuid vaatamata sellele kasutatakse seda siiani. Arutatakse, et ehk tuleks muuta CCA ainult vasesooli sisaldavaks töötluseks, kuna see on kõige keskkonnasõbralikum. CCA-töötlusega sildade kasutuseaks arvestatakse 100 aastat.

Oslo lähedal asuva Leonardo silla lamelle pole metallisooladega töödeldud, vaid nende pind on kaetud vett hülgava peitsiga. Sellise silla kasutuseaks arvatakse olevat 40 aastat.

Kreosootimmutuse puhul on probleemiks kreosoodi väljumine puidust, mistõttu puidu pinnale tekivad silla



Silla kandelementid on kaitstud vaskkatte ja külgmiste laudadega.



## Andmeid Rena silla kohta

### Mõõtmed

- \* Pikkus 158 m (koos pealesõitudega 168 m)
- \* Laius 6,7 m
- \* Avasid 6 (pikim neist 45 m)
- \* Sõrestiku ülemine vöö 495 × 500 mm
- \* Sõrestiku alumine vöö 495 × 567 mm
- \* Sõrestiku diagonaalid 355 × 367 mm
- \* Raudbetoondeki paksus 180 mm, monoliitne + 130 monteeritav betoondekk

### Kasutatud materjalid

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| * Liimpuit                | 250 m <sup>3</sup>  |
| * Betoon                  | 1000 m <sup>3</sup> |
| * Sarrusteras             | 170 t               |
| * Teras                   | 60 t                |
| * Happekindel terastüübel | 10 744 tk           |

### Miks kasutati silla ehitamiseks puitu?

- \* Teras ja puidu erikaalu arvestades on materjalid võrdse tugevusega.
- \* Ruumala arvestades on puit sama tugev kui betoon.
- \* Puit oli põhiehitusmaterjal ka Rena sõjaväebaasi ehitamisel.
- \* Puitsillad konkureerivad hinna poolest teras- ja betoonsildadega.
- \* Tänapäeva puitsillade kasutusiga on pikk.
- \* Puit on loodussõbralik ja kena välimu-sega.
- \* Puitsild harmoneerub ümbritseva met-samaastikuga.

### Rena silla projekteeris

Norra firma SWECO. Ehitus kestis 2003. aasta jaanuarist 2004. aasta augustini. Enne lõplikku versiooni kaaluti mitut varianti: gerber-tüüpi, jätkuv- ja kaarsõrestik, ning mitut asukohta. Kõik liimpuitelemendid valmistas Moelveni liimpuidutehas. Silla nn ujuv dekiosa toetub puitsõrestiku ülemisele vööle ja moodustab poole silla massist. Sillas kasutati puitu süvistatud terasplaate ja tüübleid. Puitu immutati kreosoodiga.

esteetilist väljanägemist halvendavad kreosoodilaigud. Rootsist katsetati kolme erinevat kreosoodiõli ja 12 erinevat töötlemisprotsessi, kuid enamik katsekehi «veritses» kreosoodiõlist ikka edasi.

Peale CCA ja kreosootimmutuse on ka alternatiivseid puidu töötlemise viise, näiteks kombineeritud töötused: Royal-töötus, Ultrawood, alküüd/akrüül-baasil peitsid.

### Puitsildade arengust Lätis

Vanim teadaolev puitsild Läti aladel asus 9.–10. sajandil Araiši järve kindluse juures. Silla jäänused leiti arheoloogiliste uuringute käigus. Sild, samuti selle dekiosa koosnes ümarpalktaladest ja toetus puitvaiadele. Paneb imestama lätlaste kõrge insenerinduse tase sel kaugel ajal. Esimese suurema parvsiilla üle Daugava jõe Riia lähisteles ehitada Rootsi kuningas Karl XII enne Riia ründamist 1702. aastal. See sild oli kasutusel 1710. aastani.

Puitsildade kuldaeg oli Lätis 19. sajandi lõpust kuni Teise maailmasõjani. Sõjas paljud sillad hävitati ja need asendati ajutiste sõrestik-puitsildadega. Tänapäeval on Läti maanteeameti hallata 23 puitsilda, kuid neid ei saa võrreldagi enne Teist maailmasõda ehitatutega. Kuna Lätis on levinud arvamus, et puitsillad on võrdlemisi väikese kandevõimega ja nende kasutusiga lühike, siis ehitatakse puidust sildu üha vähem.

90ndatel hakkas puidutööstus taas arenema – tulid uued tehnoloogiad, kaitsevahendid ja võeti kasutusele liimpuit. Lootust on, et see mõjutab positiivselt ka puitsildade rajamist Lätis.

### Rena sild – maailma tugevaim puitsild?

Sild asub umbes 60 kilomeetri kaugusel Lillehammeri linnast ida pool Rena jõel. Sild toetub liimpuitsõrestikule ja selle raudbetoondekil on kaks vastassuunalist sõidurada. Sild on projekteeritud Norras kehtivate normide ja NATO standardite järgi, sest silda kasutatakse ka sõjaväearsenali veoks, see tähendab, et sild peab kandma koormust massiga 109 tonni, mis asetseb üksteisest 30 m kaugusel. Kriitiline koormusolukord sillale tekib, kui 109-tonnise tanki transpordiveok kohtub täislastis maanteeveokiga. Projekteeerijatele ja ehitajatele teadaolevalt ühtegi teist nii suurt koormust taluvat puitsilda maailmas pole. 🏗️

**Rena sillast kirjutab järgmises artiklis silla autor arhitekt Rune Abrahamson.**

### Kokkuvõte on tehtud NVF konverentsi ettekannete põhjal

- \* *Traditions in Timber Construction.* Erik Aasheim, Norsk Treteknisk Institutt
- \* *Chemical protection.* Fred G. Evans, Norsk Treteknisk Institutt
- \* *Timber bridges – 100 years service life?*

*Otto Kleppe, The Norwegian Directorate of Public Roads*

- \* *Rena Bridge – The world's strongest timber bridge?* Rune B. Abrahamson, SWECO AS
- \* *Development of Timber Bridges in Latvia.* Ainars Paeglītis, Inzenierbuve Ltd