

Betoni- ja siltarakenteet – Ajankohtaista

<https://research.tuni.fi/betonirakenteet>

Betonivartti 1.9.2025
prof. Anssi Laaksonen

1

Sisältö

- 1) Rakennustekniikka 60 vuotta
- 2) Tutkimusprojekteja
- 3) Yhteenveto



Photo: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv,
Salginatobelbrücke 1930

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

2

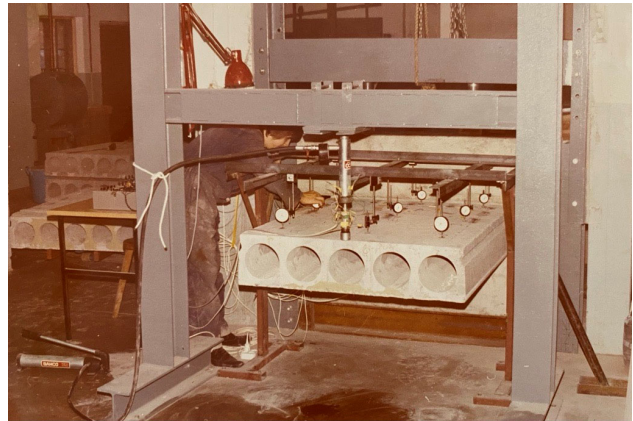
BEN Rakennustekniikka

3

2025: Rakennustekniikka 60 vuotta

- Tampereen teknillisen korkeakoulun perustamiskirjassa mainitaan edellytys aktiivisesta yhteistoiminnasta alan toimijoiden kanssa
- Tämä johti nopeasti käytännönläheisiin tutkimuksiin mitkä hyödyttivät Suomalaista rakentamista
- Ensimmäinen varsinainen koekuormitus oli 1972, jotta tutkimuskohde oli ontelolaatan negatiivisen momenttikestävyyden testaus tukialueella
- Testausinsinöörit Hannu Peltö ja Juha Leijokari

=> Olethan kuulolla Rakennustekniikan historiikkiteoksesta



Jouko Järven diplomityö, 1972 ensimmäiset TTKK:lla tehdyt varsinaiset koekuormitukset

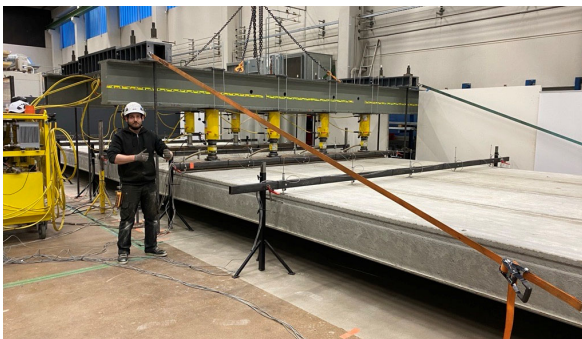
4

Tutkimus

5

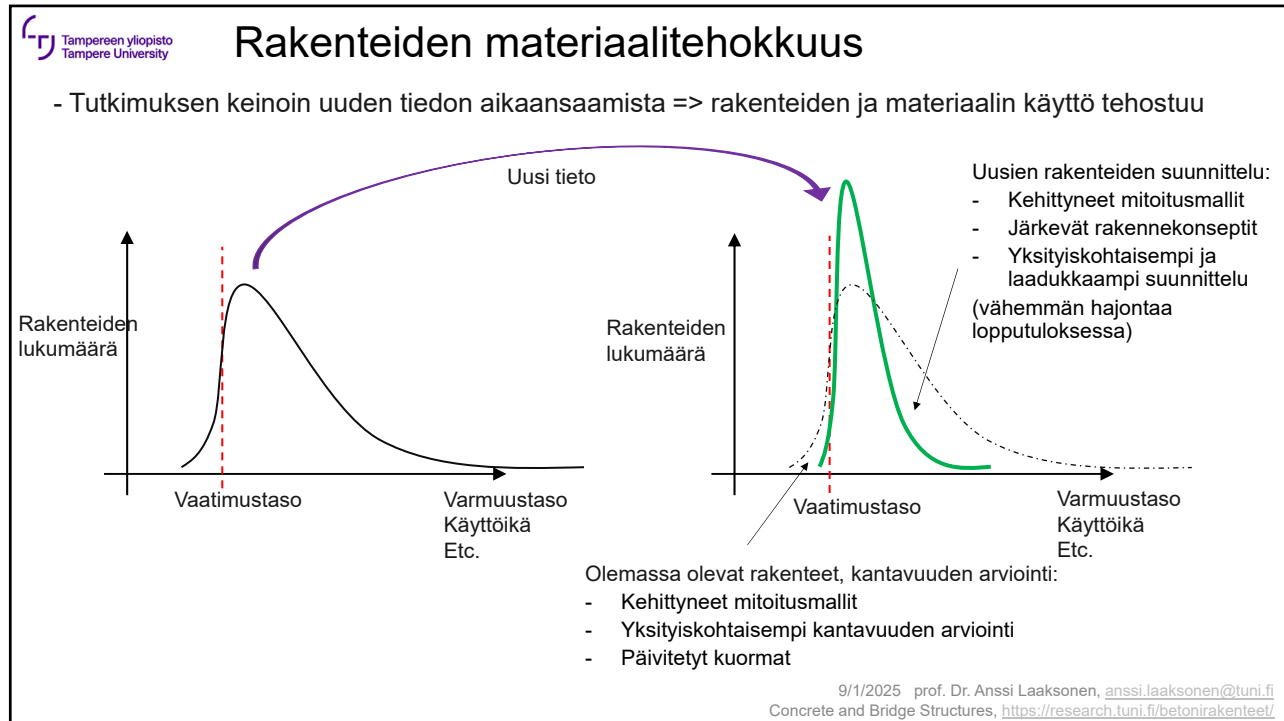
Tutkimustoiminta

- Tutkimustoiminta on aktiivista varsinaisten tutkimusten ja palvelututkimuksen saralla
- Tutkimusprojekteilla pyritään saamaan aikaan rakentamista eteenpäin vieviä ratkaisuja
- Tutkimustoiminta on useimmissa tapauksissa myös kansainvälisen näkökulman omaava

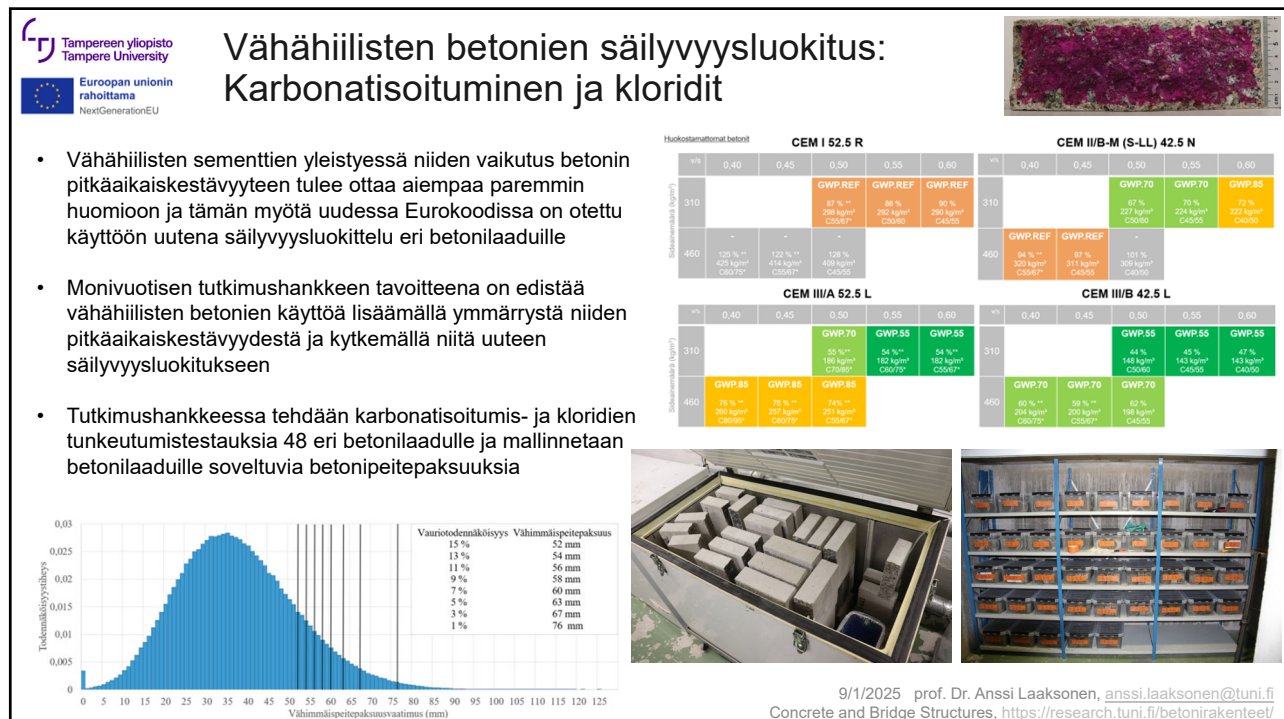


9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

6



7

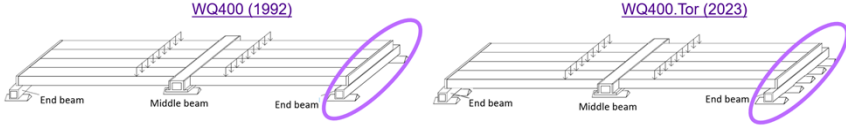


8

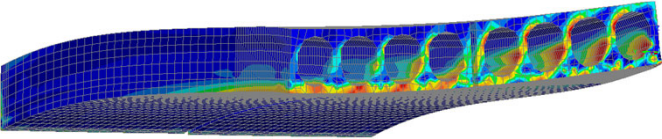
Ontelolaataston vääntötestaus

Tampereen yliopisto
Tampere University

WQ400 (1992) WQ400.Tor (2023)



- Alalla on vallinnut pitkään epävarmuutta miten ontelolaataston nykyinen kansallinen suunnittelumenetelmä soveltuu tilanteeseen, jossa ontelolaatoille aiheutuu merkittävää vääntörasitusta
- Väännön vaikutusta selvitettiin TAU:n laboratoriossa tehdyn massiivisen n. 5 m x 15 m ontelolaataston koekuormituksen avulla
- Tulosten arviointi mm. nykyaikaisia FEM-analyyssejä hyödyntäen
- Koekuormitusten osoittivat että vääntörasituksella on merkittävä vaikutus ja suunnittelumenetelmiä tulisi parantaa ilmiön huomioon ottamiseksi





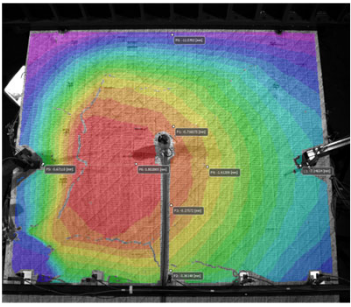
9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

9

TB-laatan lävistyskestävyys

Tampereen yliopisto
Tampere University

- Väitöskirjatutkimus ja 5-vuotinen tutkimusohjelma alkaen 2023
- Tarve saada tietoa tyypillisimmän siltatyyppin yhteen mitoittavimmista murtomoodeista
- Koekuormitukset 2025
 - Kuormitusten streemaus, erittäin suosittu formaatti
- Ennalta laadittujen mallien tulos vastasi erittäin hyvin toteutunutta kapasiteettia
- Aktiiviset yhteydet useiden maiden yliopistoihin



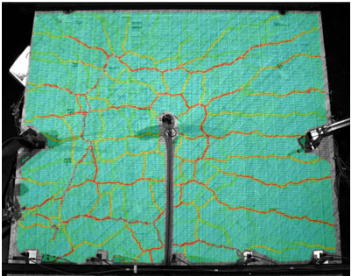



Photo: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Slab and beam tests, Joistless ceilings (mushroom ceilings). 1908

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

10

Lovipäinen palkki

Tampereen yliopisto
Tampere University

- Yhteisprojekti Firenzen yliopiston kanssa
- Eri raudoitevariaatioiden toiminnan tutkiminen
- 2D ja 3D FE-mallinnuksen keinoin rakenteen toiminnan arvioiminen numeerisesti
- Laskennallisten tulosten validointi
- Suositusten antaminen suunnitteluun
- Vaihe 1: 80-luvulla tehtyjen kokeiden analysointi
- Vaihe 2: Uusien kokeiden laatiminen
- Vaihe 3: Yhteenveto ja tulosten julkaisu

Layout 1 Layout 2 Layout 3

2D model 3D model

Numerical Experimental

Truss 1 Truss 2

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

11

Betonipaalun rakenteellinen toiminta

Tampereen yliopisto
Tampere University

Rakenteellisen toiminnan esiselvitys

TB-paalulle soveltuvan siirtymäperusteisen laskennan kehittäminen ja paalukapasiteettien määrittäminen

Lyöntikoejärjestely vetorasitukselle

Energiapaalujatkosten tutkimus yhdessä NTNU:n kanssa

Paalujatkoksen tartuntaterästen vetokapasiteetti

Testauksia lyöntirasituksen vaikutuksesta betonin puristuslujuuteen

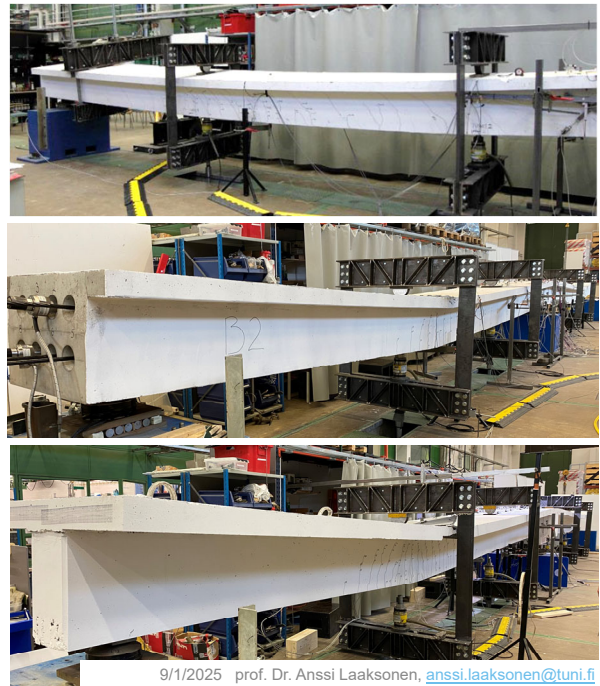
2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

12

Continuous girders

- There are three research projects related to the continuous concrete beams are going on:
- 1) **Research of post-tensioned bridge girders with cement grouted tendons -> 2025**
 - Bond of partly or fully grouted tendons in case of tendon failure
 - Interaction of M and T (And V) at intermediate support
 - Redistribution of internal actions on actual bridge structure
- 2) **Research of post-tensioned girders with unbonded tendons -> 2026**
 - Development of additional stresses of tendons up to ULS stage
 - Redistribution of internal actions and rotation capacity
- 3) **Research of continuous prestressed element structures -> 2024**
 - Restrained moments
 - Ductility and rotation capacity
 - Modelling strategies of the structure

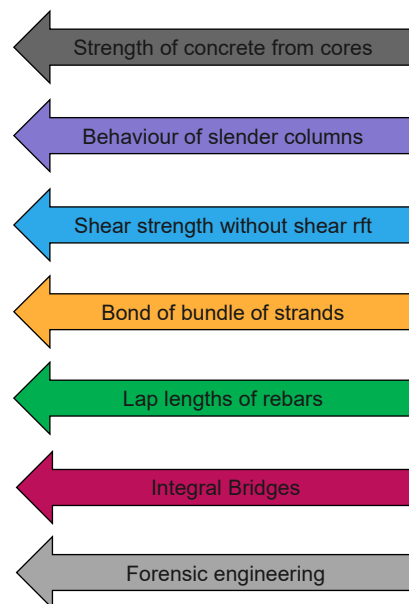


13

International impact

- Standardin kehitysryhmät ja tieteelliset ryhmät
 - CEN TC250 HG-Bridges, SC2 Liaison
 - CEN TC250/SC2, Concrete Structures
 - CEN TC250/SC2/WG1, Concrete structures
 - CEN TC250/SC2/WG1/TG4, Shear, Punching and Torsion
 - CEN TC250/SC2/WG1/TG6, Structural analysis
 - CEN TC250/SC2/WG1/TG9, Concrete Bridges
 - CEN TC250/SC10/WG2, Basis of design - Bridges
 - fib, Analysis and design, WP 2.2.3 Punching shear
 - fib, Concrete structures, WP 1.1.3 Integral bridges
 - fib, Bond and material models
 - IABSE Forensic Engineering

Research project



9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

14

Diplomityöt

Käynnissä olevia

- Hiltunen Markus, Digitaalisen kaksosen hyödyntäminen sillan kunnon seurannassa: FEM-mallin päivitys värähtelyominaisuuksilla herkkyyssmenetelmällä
- Piittinen Jere, Poikittaissuuntaisen raudituksen käyttäytyminen sillan kannen korjauksen yhteydessä
- Vähä-Pietilä Perttu, Seinämäisen betonirakenteen kutistumishalkeilun ehkäisy
- Nurmi Ilmari, Pääsuunnan epäsymmetria yläpuolisissa siltakaarissa
- Makkonen Alpo, Harkkorakenteen leikkauskestävyys
- Mikkola Aleks, Betonisen vinosauvaliitoksen raudoittaminen
- Hyttinen Janne, Vanhojen betonirakenteiden hiilikuituvahvistus
- Rissanen Tomi, Kevennetyn pilarilaatan taloudellinen tarkastelu
- Piippo Into, Betoninivelen suunnittelu
- Mikkola Tuukka, Jälkijännitetyn sillan parametrinen laskenta

Tutkimusryhmä on ohjannut noin 100 diplomityötä betoni- ja siltarakenteiden aihepiiristä kuluneiden kymmenen vuoden aikana

Valmiita viimeiseltä kahdelta vuodelta

- Paavilainen Riku, Vähähiilisten betonien säilyvyysluokitus : Karbonatisoituminen
- Myöhänen Samuli, Vähähiilisten betonien säilyvyysluokitus: Kloridien tunkeutuminen
- Välimaa Eveliina, Purettavan sillan rakenneosien uudelleenkäyttö
- Lehtonen Petri, Betoniterästartuntojen käyttäytyminen kiinnityslevyissä, testaus ja analysointi
- Nuotio Samuli, Sillan pintarakenteiden kestävyteen vaikuttavat tekijät
- Helkkula Frans, Jännitettyjen hiilikuitunauhojen käyttö sillan vahventamisessa
- Pennanen Kasper, Olemassa olevien rautatiesiltojen dynaamiset vaikutukset
- Näyrä Eetu, Betonisen siltarakenteen jäähdytys
- Airaksinen Konsta, Jännitetyn pilarin käyttökohteet
- Ruuhonen Joonas, Vedenalaiset kasuuniperustukset
- Korhonen Kasper, Tukirakenteen vaurion vaikutus sillan päällysrakenteeseen
- Kallio-Mannila Juha, Korkean rakennuksen kokoonpuristumisen rakenteelliset vaikutukset
- Nieminen Tuomas, Kiviholvisiltojen rakenteellinen toiminta
- Luukkonen Olli, Pilarianturan lävistys
- Finerus Olli, Kotelopalkkisillat
- Blom Samuli, Betonirakenteiden parametrinen suunnittelu ja optimointi
- Tiitinen Juho, Paaluperustusten kapasiteetti vaakavoimille
- Kurko Atte, Jatkuvan jälkijännitetyn palkin leikkauskestävyys
- Kröger Riku, Betonielementtien nostolenkien kapasiteettien määrittäminen
- Koskenmäki Riku, Ontelolaattojen vääntörasituksen vaikutus kestävyteen
- Tauru Anton, Liittopaalun ja sillan betonirakenteen liitoskohdan rakenteellinen toiminta ja mitoitus
- Karhe Janne, Pystysiteiden toteutustavat ja mitoitusmenetelmät Suomessa
- Rauvala Jenna, Kuorilaastaston liittovalun raudituksen suunnittelu

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>

Yhteenveto

Satoa kymmeneltä vuodelta

Mitoitusmalleja ja menetelmiä

- TB-paalujen mitoitusmalli, Raudoitusten limijatkosten tarkastelu, JB-pilarin mitoitusmalli, M + T (+V) yhteisvaikutuksen tarkastelu palkilla, Jatkuvaan kytketyt esijännitetyt elementtipalkit, Rasvapunosten jännityslisä, jälkijännitetyn sillan toiminta jänneaurion yhteydessä, jännepunosnippun ankkurointi, liikennekuormien tilastollinen malli

Opetusta ja väitöskirjoja

- Betoni- ja siltaarakenteiden kursseja 8 kpl vuosittain
- Ohjattuja diplomitoita 102 kpl, kandidoita noin 90 kpl
- Valmiita väitöskirjoja kaksi, seuraavat väitös 12/2025, seuraavat kaksi vuonna 2026

Julkaisuja ja standardeja

- Vertaisarvioituja kansainvälistä julkaisuja 45 kpl (2018-2025)
- Viiden tutkimusprojektin tuloksia uuteen Eurokoodiin tai *fib* Model Code 2020 julkaisuun
- Kaikkiaan yhteensä 150 raporttia tai julkaisua missä ryhmän henkilöt mukana

Tieteellisiä ryhmiä ja asiantuntijaryhmiä

- Vaikuttaminen noin 20:ssä kansainvälisessä ja 20:ssä kansallisessa asiantuntijaryhmässä

Tutkimusinfra TUNI

- Tutkimusvalmiuksien vieminen uudelle tasolle

9/1/2025 prof. Dr. Anssi Laaksonen, anssi.laaksonen@tuni.fi
Concrete and Bridge Structures, <https://research.tuni.fi/betonirakenteet/>