

Terästudkimus on Oulun yliopiston vahva kehittämisaala

Teräsrakentamisen T&K-päivät
28.-29.05.2013

Mikko Malaska
Oulun yliopisto, Konetekniikan osasto



Oulun yliopiston konetekniikan osastolla on merkittävä alueellinen rooli

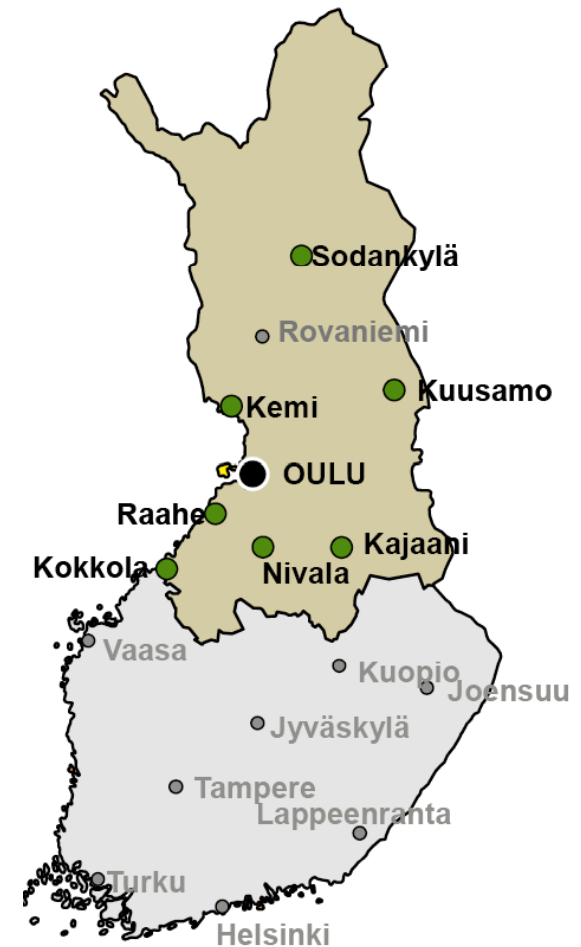
Oulun yliopiston konetekniikan osasto on alan pohjoisin yliopisto-osasto ja sen maantieteellinen vaikutusalue kattaa yli puoli Suomea.

Osasto pyrkii edesauttamaan ja vahvistamaan teollisuuden toimintamahdollisuuksia ja kilpailukykyä sekä huolehtimaan osaltaan kone- ja rakennustekniikan teollisuuden osaajatarpeen tyydyttämisestä ja tutkijakoulutuksesta.

Terästudkimus - Oulun yliopiston kehittämisala

(OKM ja Oulun yliopiston sopimus 2013-2016)

- ❑ **Terästudkimuskeskus (CASR)**
 - Konetekniikan osasto
 - Tulevaisuuden Tuotantoteknologiat -tutkimusryhmä



Konetekniikan osaston koulutus- ja tutkimustoiminta tukee yliopiston strategiaa ja tieteellistä profiilia

Tekee korkeatasoista yliopistollista tutkimusta ja on omalla toimialallaan alueen merkittävin innovaatiotoimija.

Hallitsee terästuotteiden käytön koko ketjun:

- ❑ Valmistus ja materiaalinvalinta lähtien metallurgiasta ja valun koostumuksesta
- ❑ Normiohjattu koneen- ja rakennesuunnittelu jalostaa teräksen lopputuotteeksi
- ❑ Koneiden ja teräsrakenteiden käytönaikainen kunnonvalvonta, monitorointi sekä huolto- ja korjaustekniikka

Toimii tiiviissä yhteistyössä elinkeinoelämän, teollisuuden sekä muiden tutkimuslaitosten kanssa.

Koneensuunnittelu

Materiaalitekniikka

Tuotantotekniikka

Mekatroniikka ja
konedagnostiikka

Teknillinen mekaniikka

Rakennesuunnittelu ja
rakentamisteknologia





CASR – Centre for Advanced Steel Research

Poikkitieteellista osaamista ja tutkimusta koko teräksentuotannon sulasta metallista valmiin teräksen käsittelyyn:

- Teräksen kemiallinen, mekaaninen ja fysikaalinen metallurgia
- Valmistustekniikkaan liittyvien prosessien ohjaus, säätö ja mallinnus
- Uusien terästen kehittäminen ja olemassa olevien teräslaatuojen parantaminen
- Terästen lopputuotteeksi jalostamisen tekniikat

Keskuksen piirissä toimii tällä hetkellä 60 tutkijaa seitsemässä tutkimusryhmässä

- Materiaalitekniikan laboratorio
- Tulevaisuuden tuotantoteknologiat
- Älykkäät järjestelmät
- Lämpö- ja diffuusioteknikan laboratorio
- Prosessimetallurgian laboratorio
- Sääntötekniikan laboratorio
- Tuotantotekniikan osasto





Tulevaisuuden tuotantoteknologiat tutkimusryhmä

Tutkimusryhmä on Oulun yliopiston Nivalassa toimivan alueyksikön, Oulun Eteläisen instituutin, sekä Oulun yliopiston tuotantotekniikan laboratorion yhteinen tutkimusryhmä.

Ryhmän tutkimus keskittyy levymäisen materiaalin tuotteeksi jalostamisen tekniikoihin ja menetelmiin.

- Ohutlevytekniikka
- Ultralujat materiaalit (muokkaus, muovaus ja liittämismenetelmät)
- Lasertekniikka (hitsaus, leikkaus, pinnoitus ja lämpökäsittely)
- Valmistuksen suunnittelu ja prototypointi
- Työvälinetekniikka





Teräsrakennetekniikan DI-koulutus

Rakennesuunnitteluun syventyvät konetekniikan opiskelijat valitsevat pääaineekseen rakennesuunnittelun ja rakentamisteknologian opintosuunnan. Tämä tapahtuu 2. vuosikurssin puolella välissä.

Myös monet konetekniikan ja teknillisen mekaniikan opiskelijat suorittavat teräsrakenteiden suunnitteluun liittyvät opintojaksot.

Rakennesuunnitteluun syventyvien opiskelijoiden suunnittelualan opinnot tähtäävät vaativuusluokan AA suunnittelijan pätevyyskriteeriin. Opiskelijat suorittavat sivuaineenaan teknillisen mekaniikan opinnot, mikä antaa heille hyvän teoreettisen perustan sekä valmiudet erittäin vaativien rakenteiden numeeriseen analysointiin, suunnitteluun ja mitoittamiseen.

- ❑ Rakennesuunnittelun ja rakentamisteknologian opintosuunnalle suuntautuu vuosittain 15-25 pääaineopiskelijaa. Tähän asti heistä on suurin osa syventynyt rakennesuunnitteluun.
- ❑ Opintosuunta käynnistettiin vuonna 2006 ja ensimmäiset diplomi-insinöörit valmistuivat 2010. Tähän mennessä on valmistunut 45 diplomi-insinööriä.



Teräsrakenteiden suunnitteluopinnot

Kandidaattivaihe

- Valmistustekniikka:** Yleiskäsitys metalliteollisuuden valmistusmenetelmistä.
- Materiaalitekniikka I:** Metallisten rakennemateriaalien ominaisuudet sekä materiaalivalintaan ja käyttöön liittyvät keskeiset perusasiat.
- Tuotantotekniikka I:** Konepajan valmistusmenetelmien ja konepajan toiminnan perusteet
- Hitsaustekniikka:** Tavallisimmat hitsausprosessit, eri metallien hitsattavuus sekä hitsaustekniikan mahdollisuudet ja edellytykset tuotesuunnittelussa.

Mekaniikkaa

- Lujuusoppi I**
- Lujuusoppi II**
- Elementtimenetelmät I**
- Energaperiaatteet ja käyttö palkkirakenteissa**
- Pintarakenteet**



Teräsrakenteiden suunnitteluopinnot

DI-vaihe

- Teräsrakenteiden suunnittelun perusteet:** Rakenneterästen ominaisuudet, eurokoodi, teräsrakenteen mitoitus peruskuormitus-tapauksille ja niiden yhdistelmille
- Teräsrakenteiden suunnittelu:** Teräksen materiaalimallit, poikkileikkausluokat ja tehollinen poikkileikkaus, nurjahdus, kiepahdus, vääntö, väsytytkuormitus ja haurasmurtuma teräsrungon stabiliteetti ja jäykistys, palomitoitus
- Teräsrakenteiden suunnittelun jk:** Levypalkit ja levykenttien jäykistäminen, ohutlevyrakenteet, kehärakenteet, liitosten suunnittelu ja mitoitus, värähtely, jatkuva sortuma, nosturipalkit, savupiiput
- Liittorakenteet:** Tyypillisimmät teräs-betoniliittorakenteet ja niiden mitoitusperusteet

Mekaniikkaa

- Murtumismekaniikka**
- Kiinteän kontinuumin mekaniikka**
- Värähtelymekaniikka**
- Elementtimenetelmät II**





Teräsrakenteiden tutkimus / Diplomityöt

Opintosuunnalta valmistuneista diplomitöistä 19 on liittynyt teräsrakentamiseen.

- Teräs- ja teräs-betoni-liittorakenteiden sekä niiden liitosten numeerinen analyysi ja tutkimus
- Eurokoodin ja muiden mitoitusnormien käyttö
- Talonrakennus, teollisuusrakenteet ja sillat
- Liittorakenteet ja matalavälipohjat
- Tietomallinnus: Tekla Structures
- Rakenneanalyysi- ja mitoitusohjelmat: Abaqus, Robot Structural Analysis Professional, Comsol, STAAD.Pro, SAP2000, Scia Engineer
- Tietomalliperusteinen suunnitteluprosessi, jossa integroidaan tietomallinnusohjelmien ja rakenteiden analysointiohjelmien käyttö
- Abaqus-ohjelmiston käyttö on ollut mahdollista CSC - Tieteen tietotekniikan keskus Oy:n myötävaikutuksesta





Diplomityöt - teräsrakenteet

Pilarit ja ristikot

❑ Betonitäytteiset putkiliittopilarit (Alakopsa 2010)

Työssä tutkittiin liittopilarin palomitoitusmenetelmiä ja tuotettiin tausta-aineistoa eurokoodi-standardin EN-1994-1-2 liitteen H suunnitteluohjeiden uudistamista varten. **Comsol**

❑ WQ-ristikon alapaarten liitoksen suunnitteluperusteet (Jurmu 2011)

Työssä tutkittiin numeerisesti teräsrakenteisen ristikon paarten ja diagonaalin välisen liitoksen käyttäytymistä ja tulosten avulla arvioitiin liitoksen toimintaperiaatteita. **Abaqus**

❑ Long span truss girder (Klemetti 2013)

Tutkimuksessa haettiin teräsrakenteiselle väli- ja ylöphjaristikolle optimirakennetta ja -geometriaa. Tutkimuksessa selvitettiin numeerisen analyysin avulla ristikon geometrian ja liitosten jäykkyyden vaikutusta monikerroksisen rakennusrungon kokonaiskäyttäytymiseen. **Robot Structural Analysis**



Diplomityöt - teräsrakenteet

Matalavälipohja

- Terästangoilla ja kaapeleilla jännitetty matalapalkki (Turunen 2011)

Työssä tutkittiin voidaanko teräsrakenteisen matalavälipohjapalkkin maksimijännemittaa kasvattaa esijännitysmenetelmillä sekä selvitettiin laskennallisesti esijännitysvoimien vaikutusta palkin toimintaan.

- Teräspalkkien liitosten toimintatapa ja mitoitus matalavälipohjissa (Koskinen 2011)

Työssä tutkittiin numeerisesti teräsrakenteisten välipohjapalkkien välisten liitosten toimintaa ja liitoksen hitsaussaumojen kestävyyttä. Saatujen tulosten perusteella arvioitiin liitoksen toimintatapaa ja määritettiin liitoksen hitsisaumojen mitoitusperusteet. **Abaqus**

- Matalavälipohjapalkkien sivuliitoksen suunnitteluperusteet (Kuosmanen 2012)

Työssä tutkittiin numeerisesti teräsrakenteisten välipohjapalkkien välisten sivuliitosten toimintaa ja mitoitusperusteita. Tulosten perusteella arvioitiin miten voimat siirtyvät liitoksessa, mitkä ovat mahdolliset murtomekanismit sekä minkälaista yksinkertaista käsinlaskumenetelmää voitaisiin käyttää luotettavasti liitoksen kestävyuden laskemisessa. **Abaqus**





Diplomityöt - teräsrakenteet

- The behaviour of multi-span steel beam in hogging bending during construction (West 2013)

Tutkimuksessa selvitettiin numeerisesti teräsrakenteisen välipohjapalkin toimintaa ja kestävyyttä rakennusrungon asennuksen aikana. Tulosten perusteella arvioitiin palkin geometrian, palkkiin liittyvän pilarin sekä palkin jäykisteiden vaikutusta palkin kestävyyteen ja kokonaiskäyttämiseen. **Abaqus**

Teollisuusrakentaminen

- Korkealujuusterästen käyttö kattilarakennuksissa (Lohiniva 2011)

Työssä tutkittiin korkealujuusterästen käytön kannattavuutta voimalaitoksen rakenteissa. Tutkimuksessa esitettiin korkealujuusterästen ja hybridipalkkien mitoitusperusteet sekä selvitettiin voidaanko korkeamman lujuuden avulla pienentää rakenteen kokonaiskustannuksia. **STAAD.Pro**



Diplomityöt - teräsrakenteet

- Teollisuusrakennusten teräsrunkojen käyttöiän arviointi laskennallisin menetelmin väsymisen suhteen (Tuovila 2011)

Työssä tutkittiin teräsrunkoisen teollisuusrakennuksen väsymismitoitusta ja kehitettiin laskennallinen menetelmä rakenteiden jäljellä olevan käyttöiän sekä korjaus- ja huoltotarpeiden arvioimiseksi. **Abaqus ja Robot Structural Analysis**

- Tietomallien ja mitoitusohjelmien yhteiskäyttö teollisuusrakennusten rakennesuunnittelussa (Haaranen 2011)

Työssä tutkittiin tietomallinnus- ja mitoitusohjelmien yhteiskäyttöä teollisuusrakennusten rakennesuunnittelussa. Tutkimuksessa selvitettiin miten perinteinen suunnitteluprosessi muuttuu kun suunnittelun työkaluna käytetään tietomallinnusohjelmia sekä minkälaisia lisävaatimuksia tämä asettaa hankkeen osapuolille. Tutkimuksessa selvitettiin lisäksi miten hyvin nykyiset tietomallinnus- ja mitoitusohjelmat toimivat yhdessä. **Tekla Structures, Robot Structural Analysis ja STAAD.Pro**

- Tutkimus suurten ositettujen kattilapalkkien mitoittamisesta ja toiminnasta laskennallisin menetelmin (Hyhkö 2012)

Työssä tutkittiin teollisuuden kattilalaitosten raskaiden kattilapalkkien osittamisen mahdollisuuksia. Työssä selvitettiin kattilapalkin osituksen mitoitusta ja toimivuutta laskennallisin menetelmin. **Abaqus ja Robot Structural Analysis**





Diplomityöt - teräsrakenteet

- Kantavien teräsrakenteiden normipohjainen mitoitus numeerisilla laskentaohjelmilla (Hautala 2012)

Työssä tutkittiin eri lujuuslaskentaohjelmien soveltuvuutta teräsrakenteisten kattilalaitosten mallintamiseen ja niiden rakenneosien mitoitukseen, kun mitoitusstandardeina ovat eurokoodi ja AISC-standardi. **STAAD.Pro, Scia Engineer, Robot Structural Analysis**

- Kantavien teräsrakenteiden eurocode-standardien mukainen mitoitus Staad.Pro ja SAP2000 –ohjelmistoilla (Korhonen 2012)

Työssä tutkittiin miten numeeriset laskentaohjelmat soveltuvat teräsrakenteiden suunnitteluun ja mitoitukseen standardin EN 1993 mukaisesti. **STAAD.Pro ja SAP2000**

- Kantavan teräsrakenteen seisminen suunnittelu numeerisilla mitoitusohjelmilla (Leinonen 2012)

Työssä tutkittiin eri lujuuslaskentaohjelmien soveltuvuutta kantavan teräsrakenteen AISC-normien mukaiseen seismiseen mitoitukseen. **STAAD.Pro ja SAP2000**





Diplomityöt - teräsrakenteet

- Kattilarakennuksen jäykisysrakenteet, stabiliteetti ja liitokset (Salolatva 2013)

Työssä tutkittiin kattilarakennusten suunnittelun yhteydessä havaittuja ongelmia liittyen rakennuksen jäykistysjärjestelmään. Työssä selvitettiin jäykistykseen käytettyjen vinositeiden nurjahduskestävyyttä, kun liitosten vaikutus otetaan tarkastelussa huomioon. **Abaqus ja Robot Structural Analysis**

Sillat

- Uuman lommahdus ja väsytystarkastelut (Karhumaa 2010)

Työssä tutkittiin eurokoodin mukaiseen mitoitukseen siirtymisen vaikutuksia liittopalkkisillan pääkannattajien teknisiin ominaisuuksiin sekä selvitettiin uusien mitoitusohjeiden taloudellisia vaikutuksia siltojen kokonaiskustannuksiin. Tarkastelut liittyivät erityisesti lommahdus- ja väsytystarkasteluihin. Tutkimuksessa käytettiin case-projektina Lövon liittopalkkisiltaa Turun saaristossa.





Diplomityöt - teräsrakenteet

- **Betoni-teräs –liittopalkkisillan vertailulaskenta eurokoodin ja Suomen Rakentamismääräyskokoelman välillä (Sutela 2011)**

Työssä tutkittiin eurokoodin mukaiseen mitoitukseen siirtymisen vaikutuksia liittopalkkisillan mitoituskäytäntöön. Tutkimuksessa vertailtiin todellisen siltaprojektin avulla eurokoodin ja Suomen kansallisten suunnitteluohjeiden avulla määritettyjä suunnitteluratkaisuja sekä arvioitiin uusien suunnitteluohjeiden vaikutuksia siltarakenteiden teräsmääriin.

- **Liikuntasaumaton liittopalkkisilta risteyssiltana (Akolahti 2011)**

Tutkimuksessa selvitettiin mahdollisuuksia rakentaa teräsrakenteinen liikuntasaumaton risteyssilta sekä kehitettiin teräksisiin kotelopalkkeihin perustuva siltaratkaisu. Työssä suunniteltiin ja mitoitettiin sillan rakenteet sekä arvioitiin ratkaisun käyttökelpoisuutta ja taloudellisuutta verrattuna nykyisiin tyyppisiin teräsbetonirakenteisiin.





Kiitos mielenkiinnosta!

Mikko Malaska

Oulun yliopisto, konetekniikan osasto

mikko.malaska@oulu.fi

Konetekniikan osasto

www.oulu.fi/konetekniikka

CASR

www.oulu.fi/casr

Tulevaisuuden tuotantoteknologiat

www.oulu.fi/fmt

