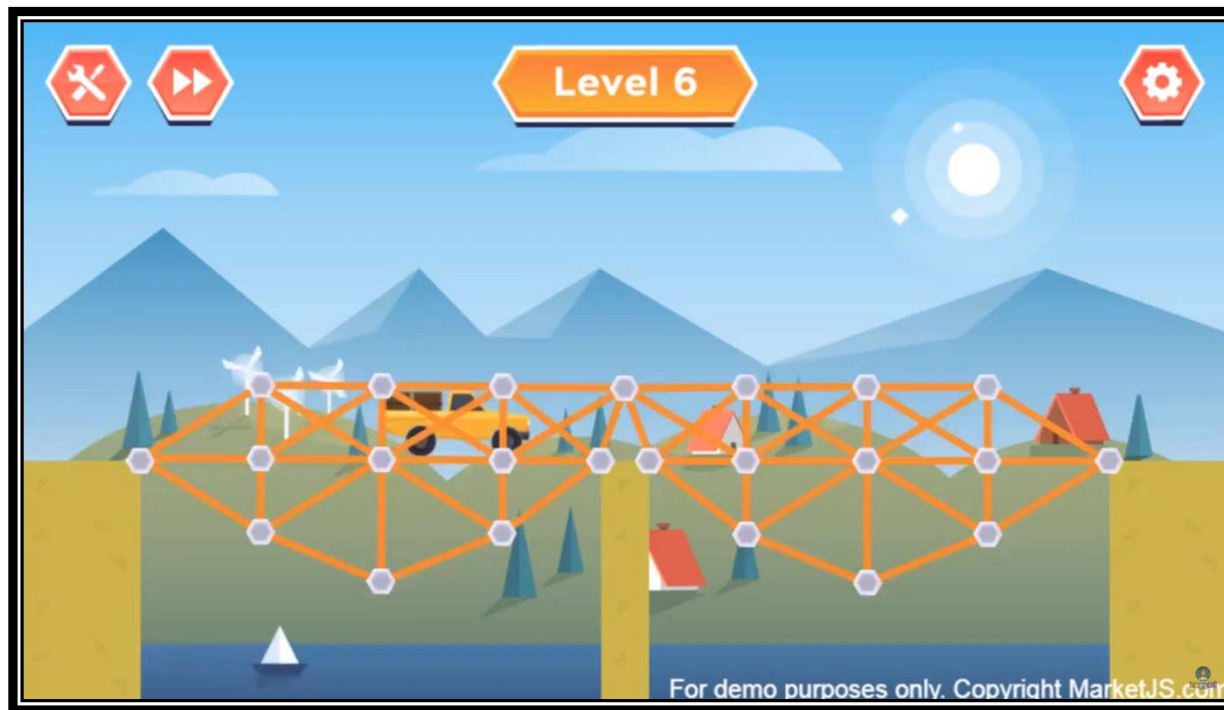


Teräsrakenteiden suora suunnittelumenetelmä

Teräsrakenteiden T&K-Päivät 26.- 27.8.2021, Lauri Jaamala



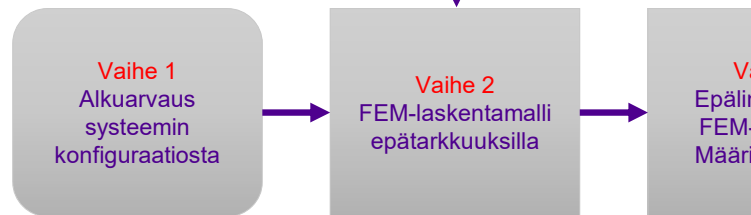
Taustaa

- engl. Direct Design Method (DDM)
 - Tutkimusta Australiassa, kylmämuovatut rakenneputket [A] ja avoprofiilit [C] sekä kuumavalssatut I-profiilit [B]
 - Hyväksytty Australian ja Uuden-Seelannin kylmämuovattujen teräsrakenteiden standardissa AS/NZS 4600:2018 [D]
 - Rakenneosien mitoitus murtorajatilassa
- Menetelmän edut:
 - Kustannus- ja materiaalisäästöt
 - Materiaalin plastisoituminen/ kuormien uudelleenjakautuminen
 - Turvallisuuden parantaminen
 - Rakenteen todellisen käyttäytymisen ymmärtäminen
 - Suunnittelun järkevöittäminen
 - Laskentamallien, insinööriosaamisen ja materiaalien täysi hyödyntäminen

Suunnittelu DDM:llä – Prosessi pähkinänkuoressa

λ_u = Kuormakerroin

ϕ_S = Varmuuskerroin



Ei: Vahvista mallia

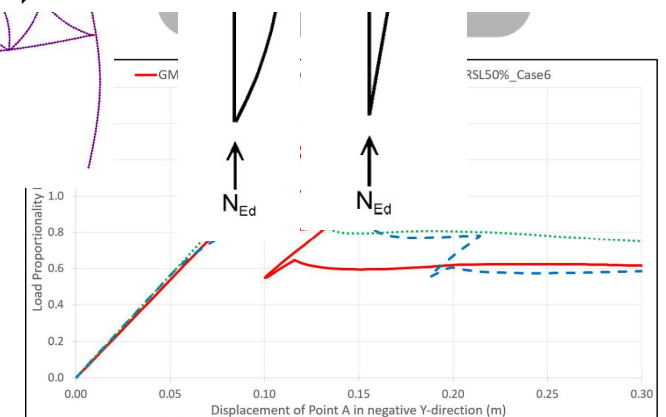
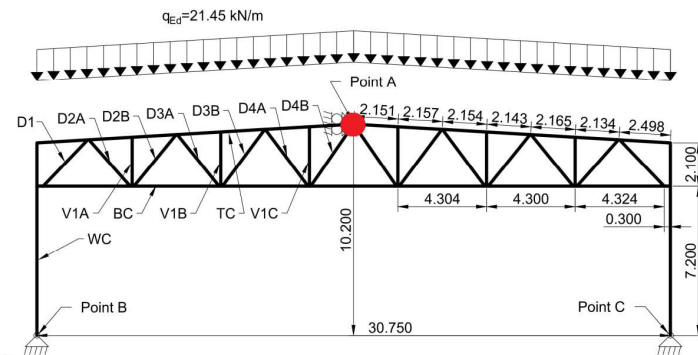
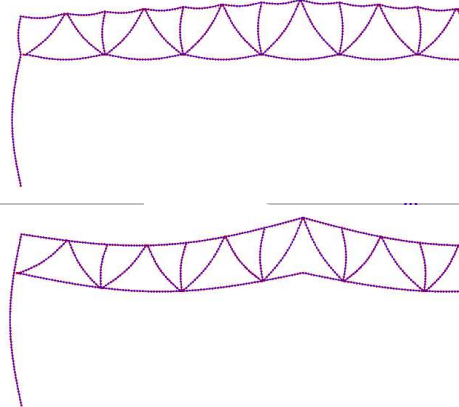


Figure 33. LPF-Displacement curves of the Planar Truss in Case 6.

Varmuuskerroin ϕ_S (Menetelmän kehitysvaihe)

- Steemitason luotettavuusanalyysi
 1. Rakennesysteemin kestävyysjakauma Monte-Carlo simulaatioilla
 2. Kuormien tilastolliset mallit kirjallisuudesta
 3. Luotettavuusindeksi β ensimmäisen kertaluvun luotettavuusanalyysillä
 4. Varmuuskerroin Φ_S luotettavuusindeksistä β
- Rakenneporhekohtainen!

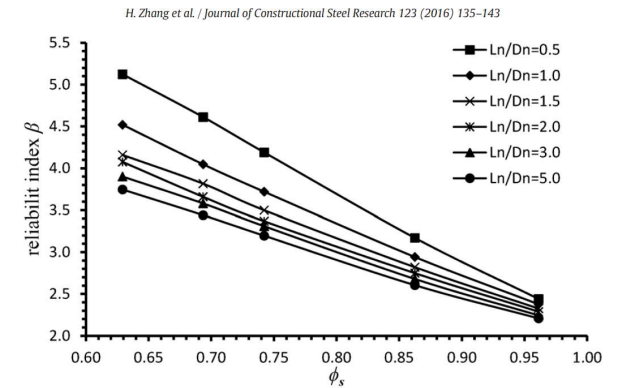
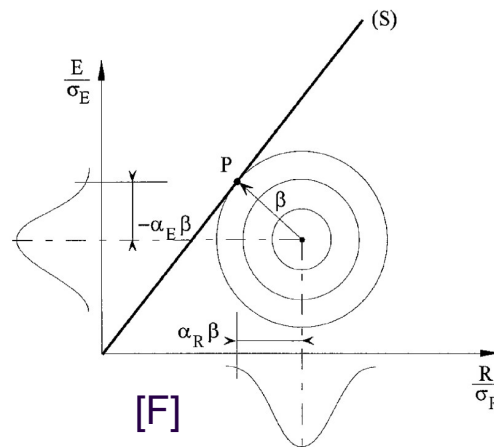
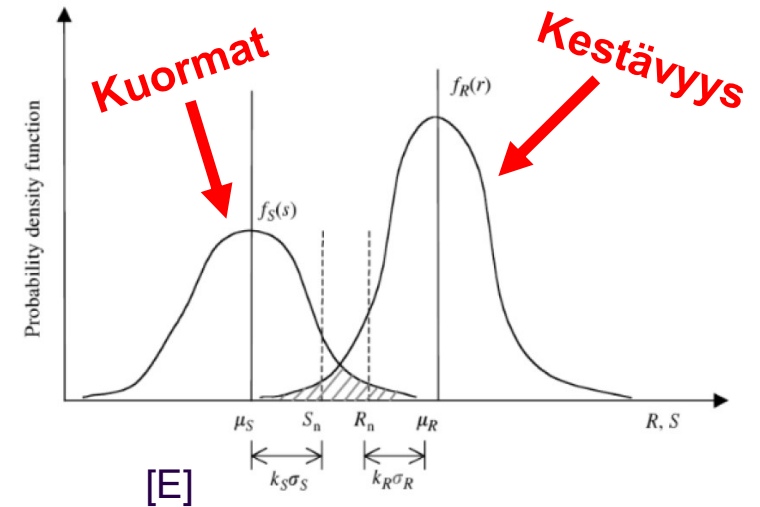


Fig. 6. β vs. ϕ_s , gravity load only.

Haasteet

- Epälineaarinen elementtimenetelmä
- Itse ohjelmoidut apuohjelmat (alkuvaiheessa)
- Laskentakapasiteetti => Palkkielementtimalli
- Insinööriajattelua (oleelliset epätarkkuudet)
- Systeemitason luotettavuusanalyysijä (menetelmän kehittäjä)

Suora suunnittelumenetelmä vs. GMNIA

- GMNIA = **G**eometrically and **M**aterially **N**onlinear **I**mperfection **A**nalysis
 - EN 1993-1-6 => GMNIA
 - EN 1993-1-1, 5.4.3 => ”Plastisuusteorian mukainen kokonaistarkastelu kaikilla mausteilla”

Taulukko 1. Menetelmien merkittävimmät erot

	GMNIA	Suora suunnittelumenetelmä
Varmuuskertoimen määrittäminen	Rakennesakohtainen mitoitus	Systemitaso luotettavuusanalyysi
Epätarkkuudet	Ekvivalentti geometrinen epätarkkuus	Mallinnetaan erikseen

Suora suunnittelumenetelmä = ”Päivitetty ja kiillotettu GMNIA”

DDM Tutkimus Tampereen yliopistossa

- Lauri Jaamala ja Kristo Mela
- Yhteistyökumppanina: **SSAB**
- Suora suunnittelumenetelmä kylmämuovatuille rakenneputkille
 - Rakenneputket materiaalia S700MH
 - Neliö- ja suorakaideprofiilit, PL1-3
- Tutkimuskysymykset:
 - Rakenneputkirakenteiden epälineaarinen laskentamalli DDM:ä varten
 - Systemivarmuuskertoimen määrittäminen
 - DDM:n taloudellisuus nykyiseen Eurokoodiin verrattuna
- Pitkän aikavälin tavoite => DDM Eurokoodeihin

Lähteet

- [A] Liu W, Zhang H, Rasmussen K (2018) System reliability-based Direct Design Method for space frames with cold-formed steel hollow sections. *Engineering Structures* 166:79-92.
- [B] Zhang H, Shayan S, Rasmussen K, Ellingwood B (2016) System-based design of planar steel frames, I: Reliability framework. *Journal of Constructional Steel Research* 123: 135-143.
- [C] Cardoso F., Rasmussen K, Zhang H (2019) System reliability-based criteria for the design of steel storage rack frames by advanced analysis: Part 1 – Statistical characterisation of system strength. *Thin-Walled Structures* 141: 713-724.
- [D] Cold-formed steel structures AS/NZS 4600:2018, Australian/ New Zealand Standard, Third edition 2018.
- [E] Manoj N (2016) First-order Reliability Method: Concepts and Application, Additional Graduation Thesis, Delft University of Technology.
- [F] SFS-EN 1990+A1+AC, Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet, Suomen standardisoimisliitto SFS, 2006-06-26.

Kiitos!