

BETONITEOLLISUUDEN KESÄKOKOUS 2014

Betonirakenteiden suunnittelusta
8.8.2014 TkT Anssi Laaksonen

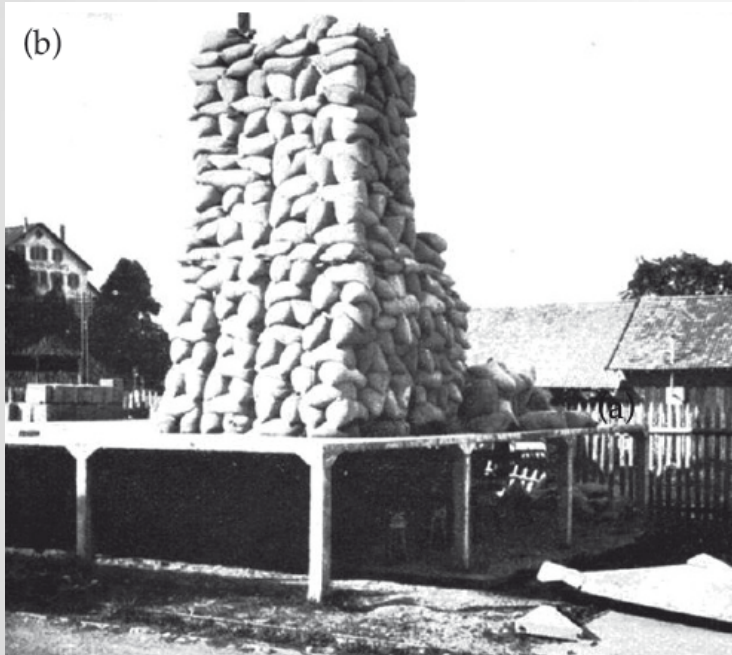
Sisältö

- 1) Johdanto
- 2) Normit vs. reaailimaailma
- 3) Näkemyksiä lähitulevaisuudesta
- 4) Yhteenveto

Johdanto

Johdanto

- Rakennesuunnittelu on luovaa työtä, jossa rakenteen toiminnan ymmärtäminen on kaiken lähtökohta ja perusta
- Rakentaminen on yhteispeliä ja rakennesuunnittelu on yksi osa sitä
- Tässä esityksessä normeilla tarkoitetaan rakenneteknisessä mitoituksessa käytettäviä määräyksiä, ohjeita ja standardeja

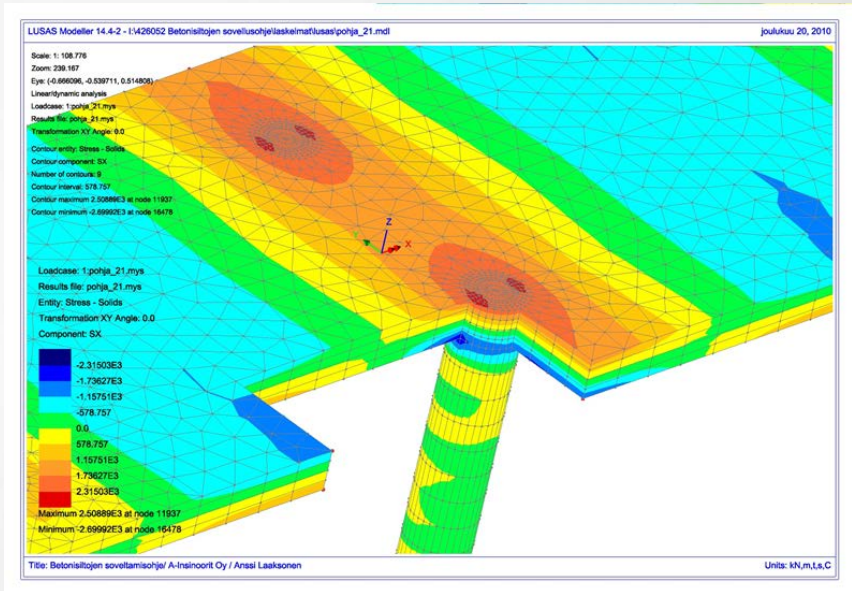


Maillart, R.1908

Normit vs. reaailmaailma

Kuormat ja rasitukset

- Silloissa kuormista saadaan (mitoitus) rasituksia sijoittamalla kuormat määräävimpiin asemiin rakennemalliin, millainen on rakennemalli?:
 - $\Rightarrow M = 1/8 \cdot q \cdot L^2$ vai $1/10 \dots 1/12 \cdot q \cdot L^2$??
- Rakennemallista luetaan rasitus jolle mitoitus tehdään, mistä ja miten rasitus luetaan? Miten ohjelma toimii? Elementtijako?



Mekaniikan malli vs. empiirinen

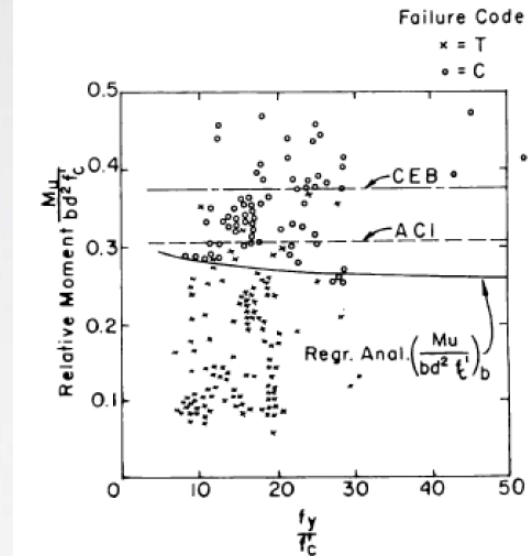
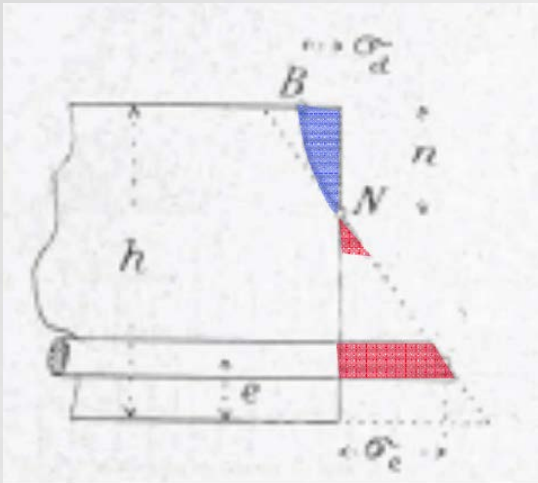
Eurooppalainen

Ritter, W. 1899

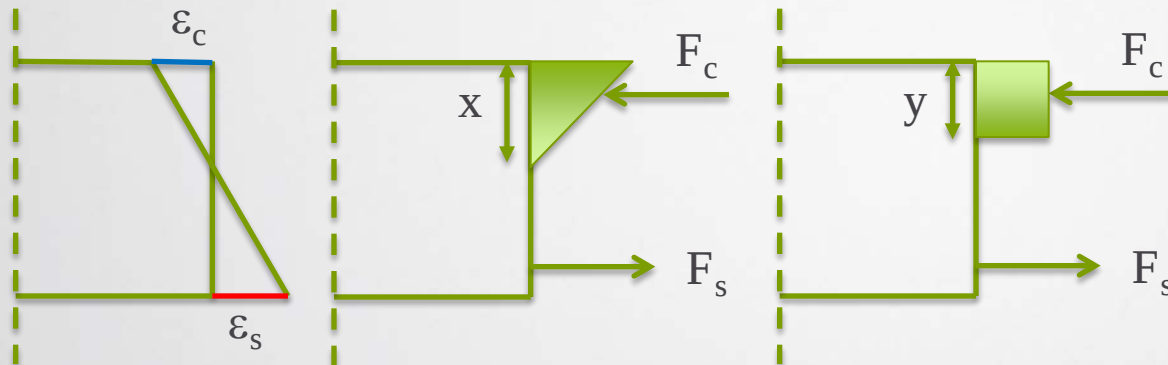
vs.

Pohjois-Amerikan tapa?

Zsutty, T.C. 1963



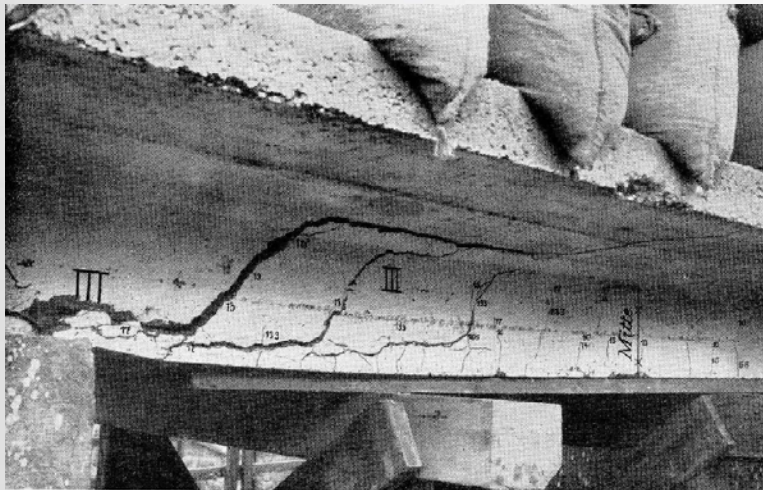
$$M_u = 0.431 \cdot b \cdot d^2 \cdot \rho^{0.75} \cdot f_y^{0.9} \cdot f_c^{0.1} \text{ (psi, in)}$$



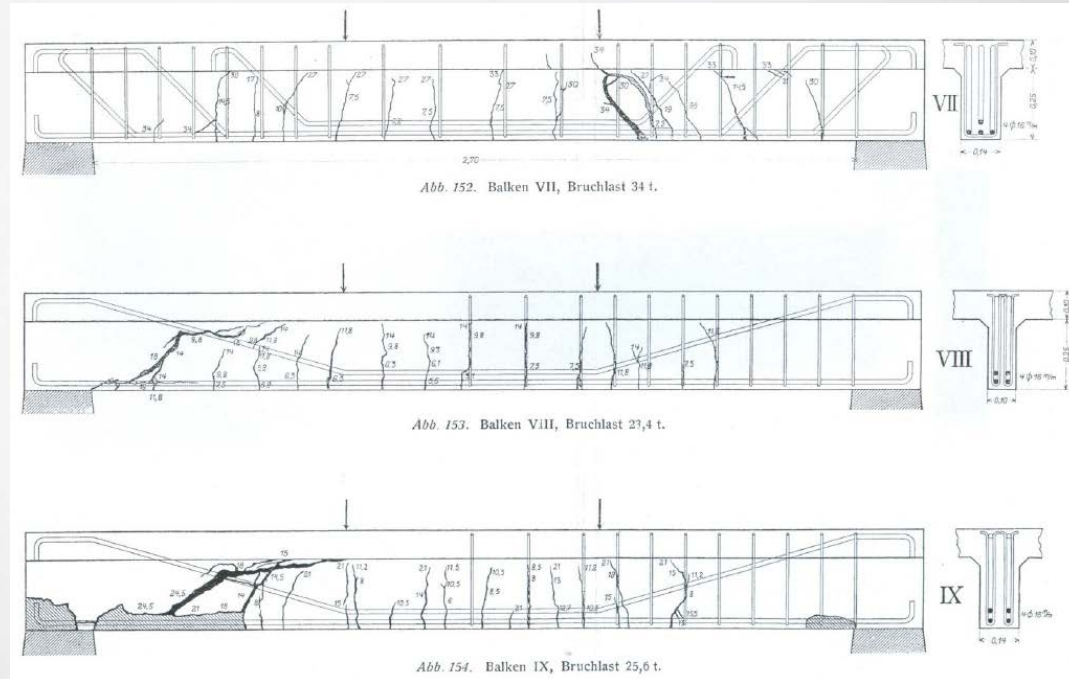
$$F_c = 0.8 \cdot b \cdot x \cdot f_c = F_s$$

Kaavojen empiirisyys

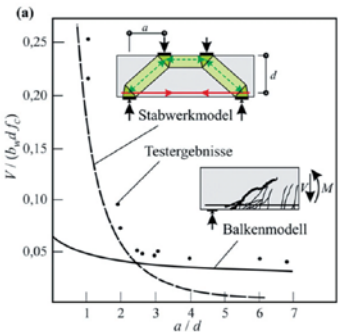
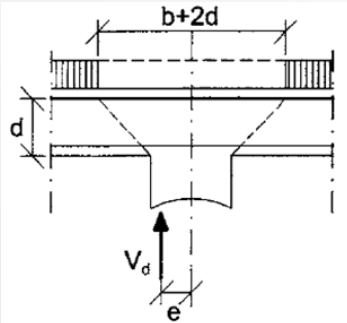
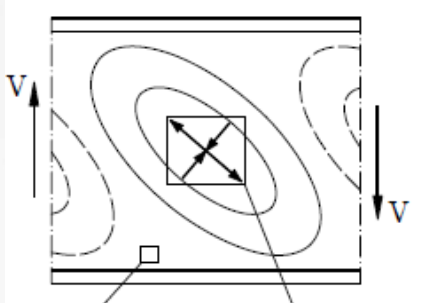
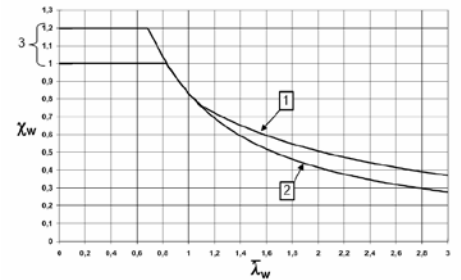
- Eri materiaaleista tehtyjen rakenteiden käyttäytymistä ei useinkaan pystytä johtamaan lujuusopin ja mekaniikan sääntöjen avulla.
- Normeja tarvitaankin esittämään millaisella menettelyllä rakenteiden mitoitus voidaan käytännössä tehdä. Tällöin koodeissa on paljon kokemuseräisiä, empiirisiä, kaavoja.



Mörsch, E. 1908



Palkin leikkausmitoitus eri materiaaleilla

	Betonirakenteet	Teräsrakenteet	Puurakenteet
Materiaali τ_u Empiriaa ~	$\tau_u = v \cdot f_c$ 30%	$\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3} \approx 0.6 \cdot \sigma_y$ $\gamma_a = 1.0$ 30%	 80%
Empiriaa ~ Mitoitusmenettely V_R	50%  	60%  	30% $V_R = 2/3 \cdot \tau_u \cdot b h \cdot k_{mod}$ $k_{mod} = 0.5-1.1$

Mitä normeissa tulisi esittää?

Normien (standardien?) tulee olla mm.:

- Mahdollisimman tiivis
- Helposti ymmärrettävissä
- Helposti sovellettavissa joka päiväisessä suunnittelussa

!?



Normien tulisi ottaa huomioon mm.:

- Viimeisin tieteellinen tutkimus
- Kaikki rakenneratkaisut
- Kaikki laskentamenetelmät
- Kokemus aiemmista suunnittelukäytännöistä

Mitä normeilta odotetaan?

- Suunnittelun käsikirja täydellisine esimerkkeineen
- Tarkka ohje aloitteleville suunnittelijoille
- Yksi normi kaikille rakenteille

!?



- Ei käytettävissä ilman "engineering judgement" menettelyä
- Omat normit erilaisille rakenteille huomioiden erityisnäkökohdat

- ⇒ Laadinnassa on tehty lukuisia kompromisseja pelkästään teknisen ratkaisun osalta
- ⇒ Lisäksi tarvitaan soveltavaa ohjeistusta
- ⇒ Käyttöalue on rajattu
- ⇒ Normien kehitys kannattaa hyödyntää ottaen huomioon nämä taustat

Näkemyksiä lähitulevaisuudesta

Tarkastustoiminta

- Kolmannen osapuolen tarkastustoiminta on yleistä nykyrakentamisessa
- Suomessa toimintatavat vielä kehittyvät tässä aihepiirissä
- Myös tarkastajan ja suunnittelijan tulee löytää rakentava keskusteluyhteys. Pikkuasioihin ei tule puuttua.
- Insinööriosaamisella on merkitystä



Raskaasti kuormitetut rakenteet

- Siirryttäessä entistä pidempiin ja hoikempiin jänneväleihin ja suurin kuormituksiin tulevat aiemmin ei niin mitoittavat tarkastelut määrääviksi: Värähtely, kiepahdus, kuljetus- ja asennustilanne, mitoitusmenetelmien rajoitukset.
- Silta- ja talorakenteiden kesken saavutetaan synergiaetuja



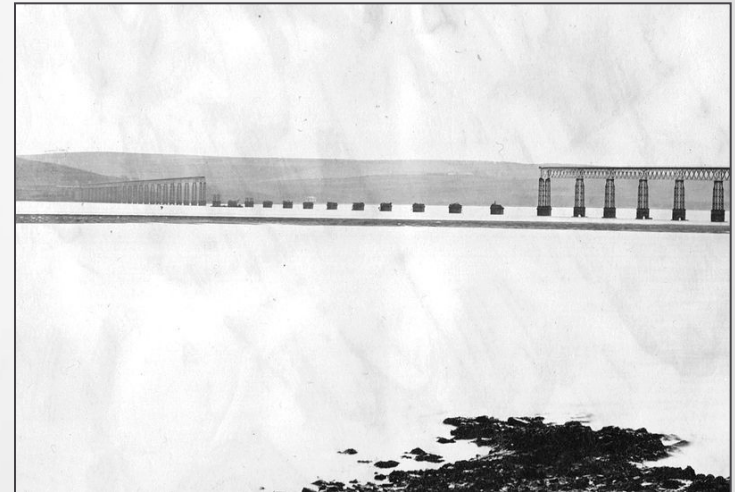
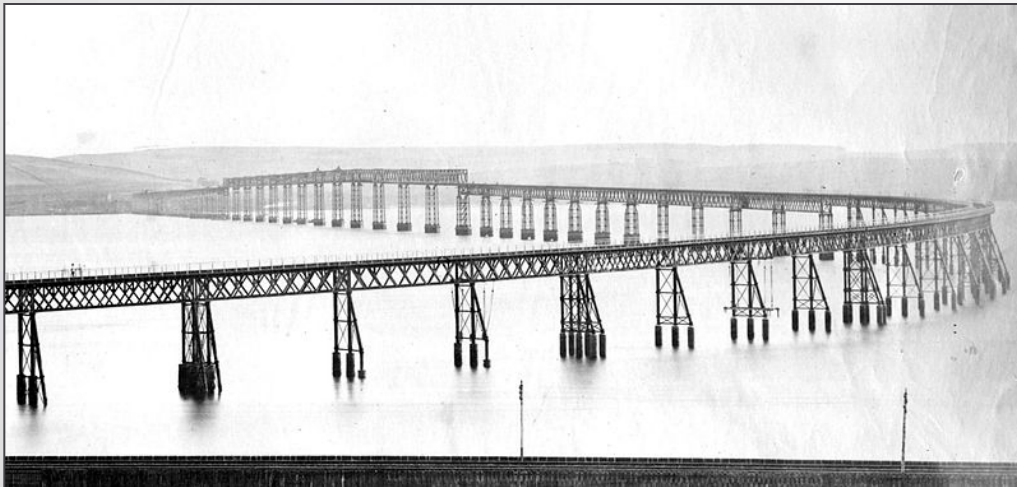
Kehittyvä kansirakentaminen

- Väylämuotojen ja tekniikkalajien yhteensovittaminen on entistä keskeisemmässä roolissa.
- Eri tekniikkalajien suunnittelu- ja rakentamismenetelmät limittyvät (esim. talo ja silta).
- Palo-, räjähdys- ja törmäyskuormien erityispiirteet
- Riskiarvioiden keskeinen rooli
- Kansainväliset kilpailut



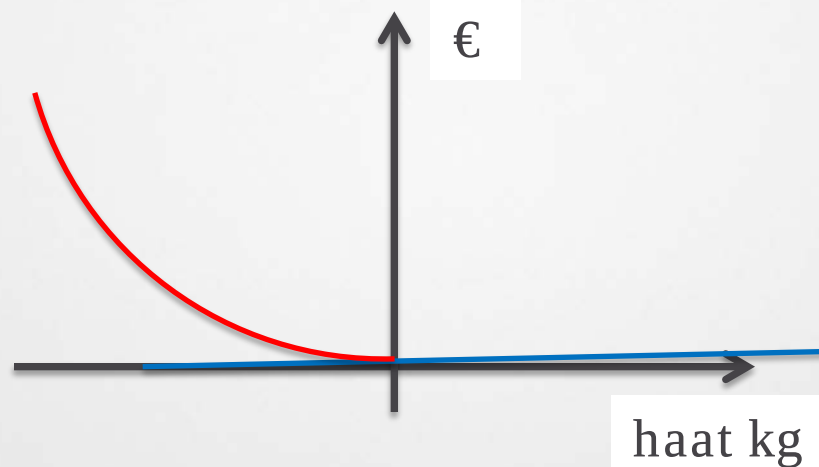
Rakenteiden kilpailusta

- Kaikkien asioiden kilpailuttamisen johdosta rakenteen hinta on varsin määräävänä kriteerinä. Kuitenkin laadun tulisi olla tulisi olla tärkein.
- Tilanne voi johtaa huomattavan hoikkiin rakenteisiin kun rakenneosien massoja minimoidaan erikseen ”harmaalle alueelle”
- Kilpailua tulisi pikemmin käydä laatutekijöillä, rakenneratkaisulla ja kokonaisuuden optimoinnilla



Mitoituksen kustannusvaikutus

- Tavanomainen kolmiaukkoinen laattasilta:
 - Sillan raudoitteiden osuus sillan rakentamiskustannuksista on n. 15%
 - Päällysrakenteen haoitus on noin 10% sillan raudoitteiden hankinta- ja asennuskustannuksista
 - Hakojen osuus sillan rakentamiskustannuksista on 1.5 % !!
- ⇒ Mitoitusmenettely voi perustellusti olla hieman konservatiivinen ja selkeä. Mikäli hakoja uupuisi, niin tämän ilmiön korjaus olisi hyvin vaikeaa.



Kehityspolkuja

- Allianssimallien kehittyminen
 - Tiivistää osapuolien välistä yhteistyötä
 - Mahdollista kehittää rakenneratkaisuja ja rakentamisprosessia
- Rakenne- ja geotekniikan rajapinta
 - Samanaikainen huomioon ottaminen
 - Rakenteiden kehittyminen
- Elinkaaren kattavampi huomioon ottaminen
 - Elinkaarikustannusten arviointi
 - Kuormien kasvu (etenkin sillat)
 - Kantavien rakenteiden korjauksen ennalta mahdollistaminen
- Kantavien rakenteiden tutkimus
 - Rakenteiden toiminta
 - Olemassa olevien rakenteiden kantokyky
- Rakentamisen perusosaamisen vahvistaminen kantavien rakenteiden osalta

Yhteenveto

Yhteenveto

- ⇒ Normit ja reaali maailma eivät ole täysin kohdanneet, eivät kohtaa ja niiden ei tarvitsekaan kohdata, kunhan tunnetaan normien perusteet ja rajoitukset
- ⇒ Rakennesuunnittelun keskeisin asia on rakenteen toiminnan ymmärtäminen (engineering judgment)
- ⇒ Rakenteiden kilpailukykyä on mahdollista hakea mm. rakenneratkaisulla ja kokonaisprosessin optimoinnilla



KIITOS mielenkiinnosta!

Kysymyksiä?

Meillä kaikilla on oma
näkemyksemme esityksenkin
aihepiiriin liittyvistä seikoista:



Rakennuttajan toive



Arkkitehdin ehdotus



Rakennesuunnittelijan ehdotus



Viranomaisen hyväksymä



Vaihtoehto



Lopputuloks