



# Rakenteiden sortumat

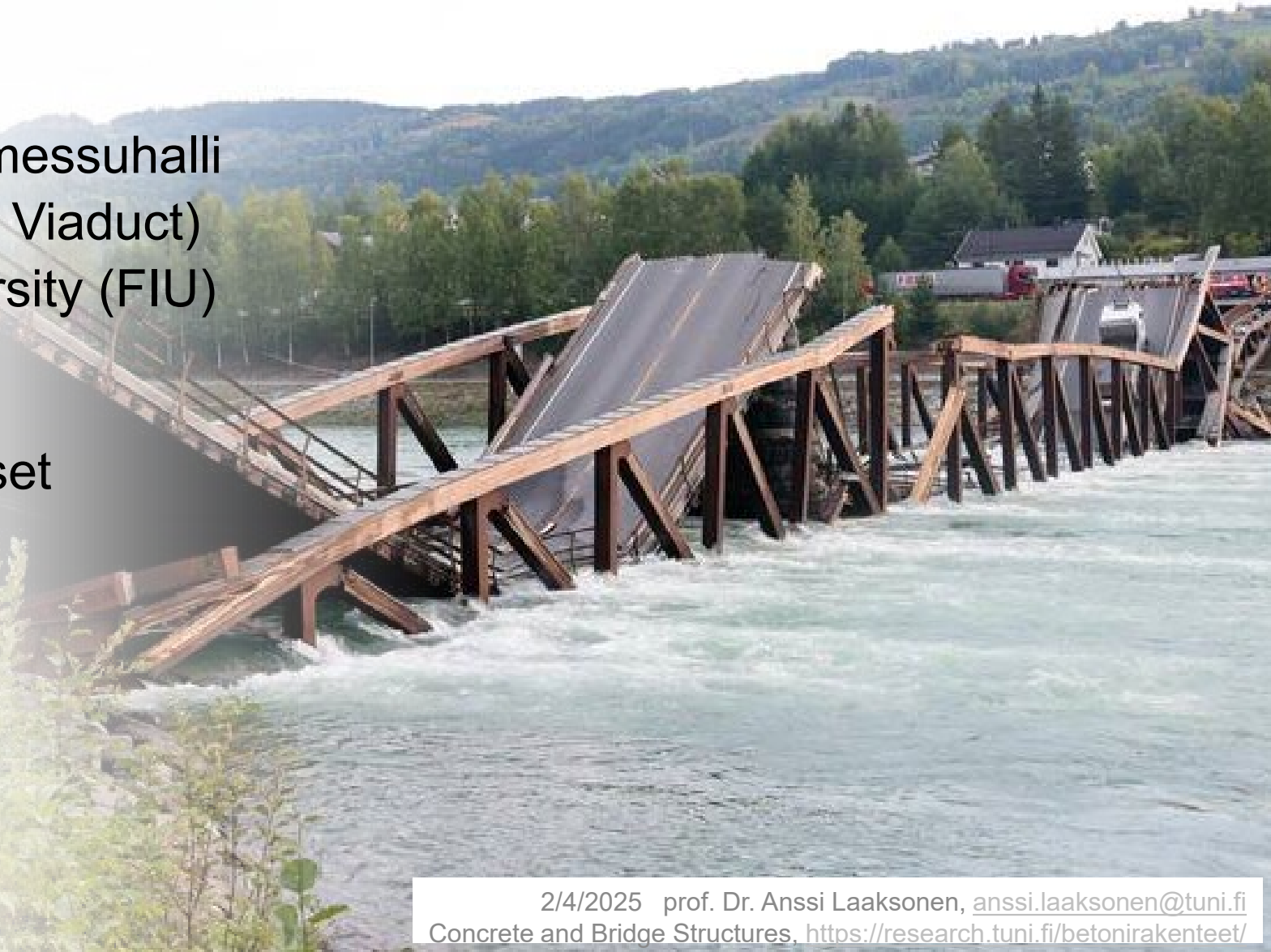
– Syy-seuraussuhteita ja opittuja asioita

Siltatekniikan päivät 2025 – Sokos Hotel Tripla, Pasila  
4.2.2025 prof. TkT Anssi Laaksonen



# Sisältö

- 1) Lähtökohtia, tavoite/taustaa
- 2) Tilastoja
- 3) Tretten Bro ja Jyväskylän messuhalli
- 4) Morandi Bridge (Polcevera Viaduct)
- 5) Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- 6) Yhteenveto ja johtopäätökset



- Tässä esityksessä jaetaan tietoa rakenteiden vauriotapauksiin liittyvistä teknisistä kysymyksistä. Luennoissa ei ole tarkoitus etsiä syyllisiä.
  - ⇒ Halutaan mahdollistaa oivaltaminen ja oppiminen
  - ⇒ Rakentaminenkin on inhimillistä
  - ⇒ Voisiko tapahtuneita sortumia jotenkin välttää tulevaisuudessa?
- Esitys perustuu aiheen osalta allekirjoittaneen kokemukseen, aihepiirin kirjallisuuteen ja keskusteluihin eri alojen ammattilaisten kanssa
- Esitys keskittyy lähinnä silta- ja talorakenteisiin, muita infrarakenteita tai geotekniikka ei tässä käsitellä, vaikkakin moni asia soveltunee niihinkin rakenteisiin

# Lähtökohtia

- Ennen kuin rakenteita osattiin analysoida, oppiminen yrityksen ja erehdyksen kautta on ollut keskeinen tapa oppia rakenteiden toimintaa
- ⇒ Historian saatossa näistä on voitu koota oppeja rakentamiseen
- Rakentamisessa on moneen muuhun tekniikan alaan monasti se piirre, että rakennuksesta/sillasta ei voida ensin tehdä koesarjoja, ainakaan laajassa mittakaavassa koko rakennuksen/sillan osalta. Kun taas esimerkiksi koneenrakennuksessa tehdään prototyyppejä ja rakenneratkaisuja voidaan parantaa opitun perusteella varsin nopeastikin.
- ⇒ Rakentamisen prosessien tulee olla sellaisia että saadaan aikaan haluttu lopputulos, kertyneillä kokemuksilla on ratkaiseva rooli
- Rakenteellinen vaurio on laaja käsite ('SLS' ja 'ULS'), rakenteen sortuma on seuraukseltaan merkittävämpi ('ULS')
- ⇒ Vauriolla tarkoitetaan liian suurta eroa rakenteen aiotun ja toteutuneen toiminnan välillä
- ⇒ Sortumalla tarkoitetaan, että rakenne ei kestä suunnitellun mukaisesti, mikä johtaa rakenteellisen eheyden menettämiseen
- Sortumatonta rakennetta ei ole olemassa (jokaista sortumaa tulisi kaikin keinoin välttää)
- ⇒ Rakenteet suunnitellaan, toteutetaan ja ylläpidetään niin että todennäköisyys sortumista vastaan on riittävän pieni (halutulla tasolla) tunnistettuja ja tuntemattomia riskejä vastaan

# Tilastoja

# Rakenteen vauriot

- Rakentamisen vaiheet jolloin rakenteellisiin vaurioihin johtavia virheitä on tapahtunut

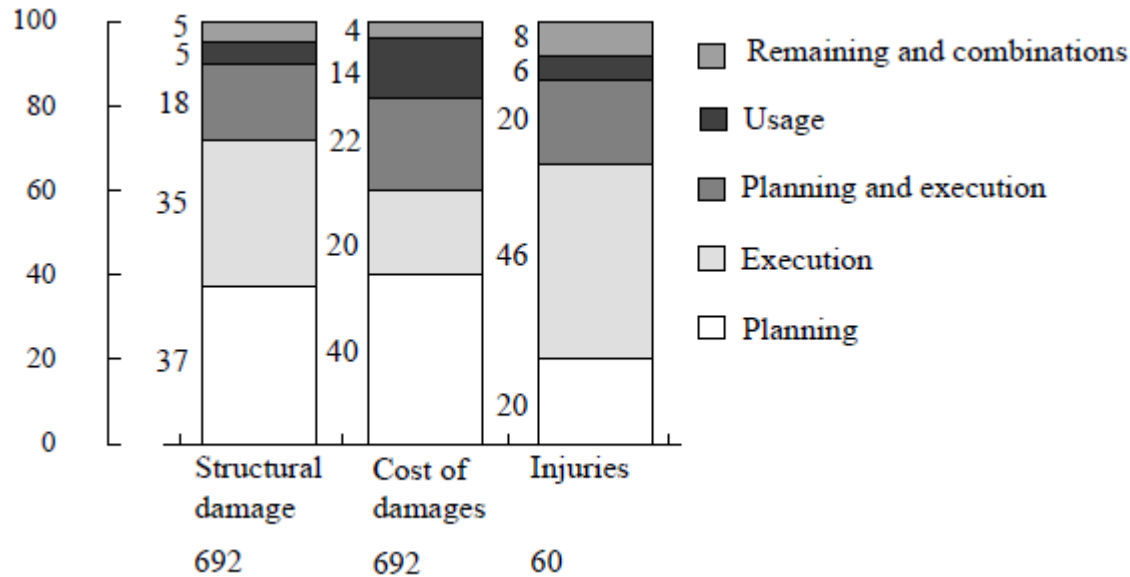


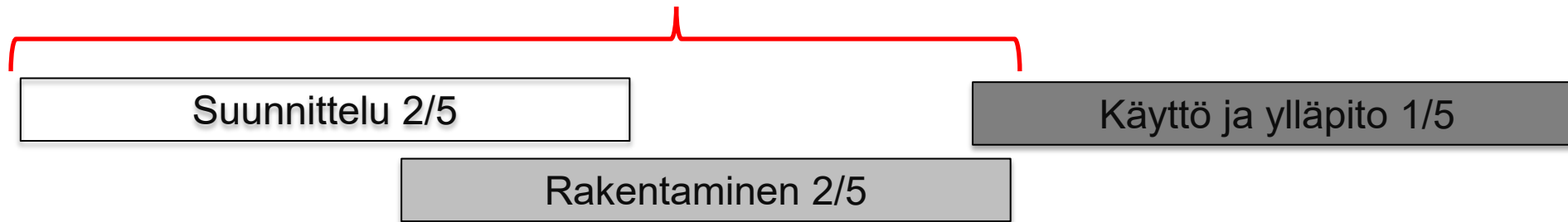
Table 1. Percentage of errors by the phase in which they were made.

Reference	Planning & design %	Construction %	Use/maintenance %	Other <sup>a</sup> %	Total %
Matousek [1]	37	35	5	23	98
Brand & Glatz [2]	40	40	-	20	100
Yamamoto & Ang [18]	36	43	21	-	100
Grunau [19]	40	29	31 <sup>b</sup>	-	100
Reygaertz [20]	49	22	29 <sup>b</sup>	-	100
Melchers, et al. [21]	55	24	21	-	100
Fraczek [22]	55	53	-	-	108 <sup>c</sup>
Allen [23]	55	49	-	-	104 <sup>c</sup>
Hadipriono [24]	19	27	33	20	99

<sup>a</sup> Includes cases where failure can not be associated with only one factor and may be due to several of them

4/5 ennen rakenteen käyttöä!

environmental influences, service conditions  
failure case



Lähteitä

- i. FRÜHWALD et al, Design of safe timber structures – How can we learn from structural failures in concrete, steel and timber
- ii. Fröderberg, M., The human factor in structural engineering: A source of uncertainty and reduced structural safety
- iii. Faber, Risk and Safety in Civil Engineering
- iv. Matoucek, Schneider, Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken

- 800 selvitetyn rakenteellisen vaurion joukosta 63 % on ollut äkillisiä
- Puolestaan loput 37 % on johtanut epätydyttävään rakenteen toimintaan
- Rakenteen sortumaan on johtanut 33 % tapauksista

*Table 2. Distribution of type of damage for load bearing structures in percentages by number of cases [1].*

Type of failure/damage		%
Sudden failures	Loss of equilibrium	13
	Failure with collapse	29
	Failure without collapse	11
	Other types of failures	10
Subtotal		<b>63</b>
Unacceptable conditions	Excessive cracks	16
	Deflections and change of shape	7
	Errors in dimensions and support conditions	8
	Other unacceptable conditions	6
Subtotal		<b>37</b>
Total		100

#### Lähteitä

- Joachim Scheer, Failed Bridges - Case Studies, Causes and Consequences
- FRÜHWALD et al, Design of safe timber structures—How can we learn from structural failures in concrete, steel and timber
- Dirk Proske, Catalogue of Risks - Natural, Technical, Social and Health Risks

# Rakenteen vauriot

- 536 selvitetyn siltavaurion joukosta ainakin 60 % liittyy rakenteessa oleviin puutteisiin (3, 4 ja 11)
- Lopuissa 40 %:ssa on merkittävä 'ulkoisen' syy
- Vaikka vaurioiden lukumäärä on iso, niin se on kuitenkin pieni verrattuna siltojen koko lukumäärään. Esimerkiksi miljoonasta sillasta 1/15000 osa olisi noin 70 kappaletta.
- Tarkastellut tapaukset oheisessa ovat Saksasta ja USA:sta

Table 2 Summary of failure categories and the cases covered

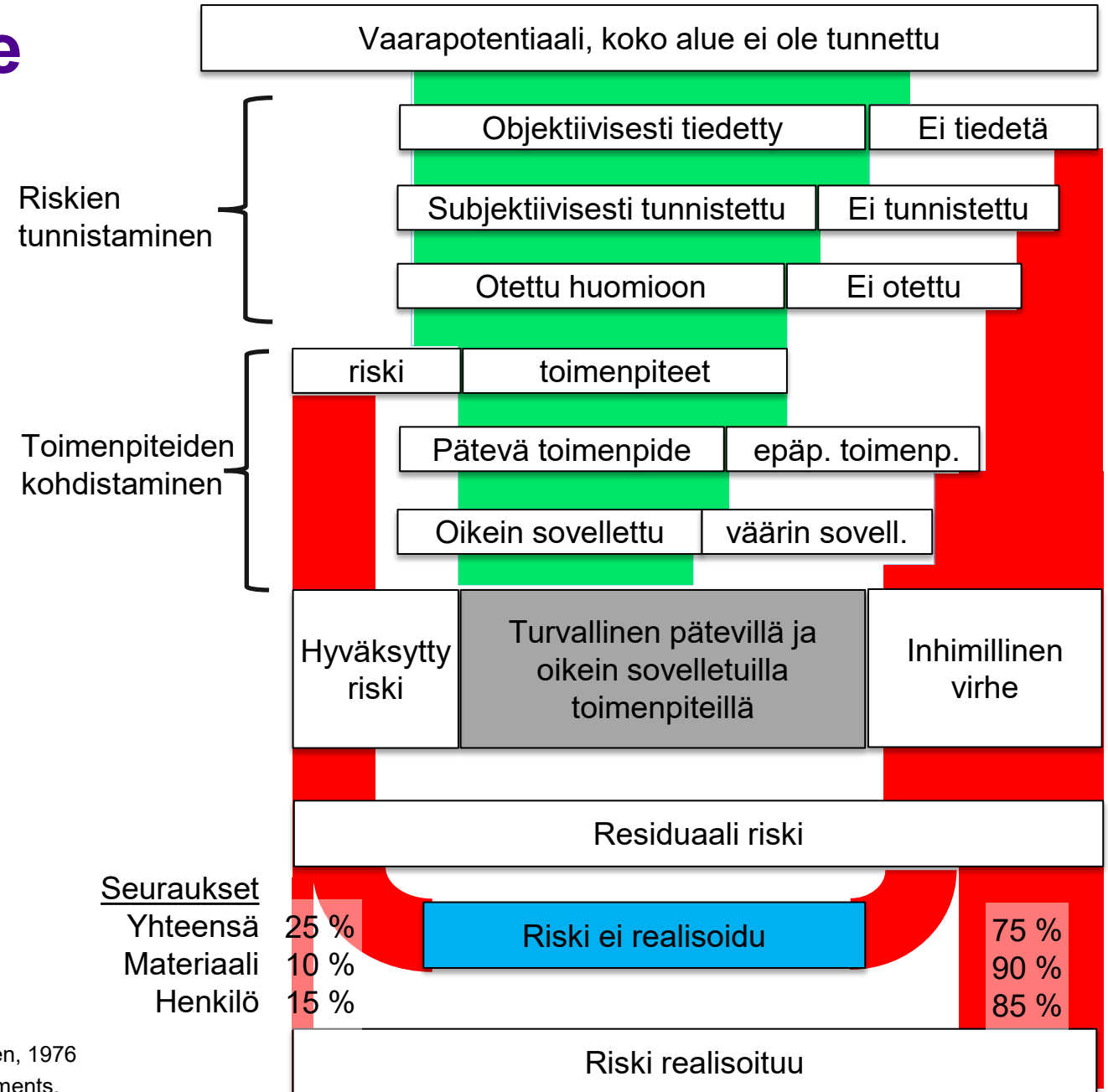
Table No.	Content	Number of cases	
		with detailed information	without
3	Failure during construction	105	20
4	Failure in service without external action	107	35
5	Failure due to impact of ship collision	59	5
6	Failure due to impact from traffic under the bridge	19	0
7	Failure due to impact from traffic on the bridge	21	5
8	Failure due to flooding, ice floes, floating timber and hurricane	41	13
9	Failure due to fire or explosion	22	4
10	Failure due to seismic activity	6	0
11	Failure of falsework	60	14
Total		440	96

Lähteitä



# Inhimillinen virhe

- 800 rakenneauriotapauksen pohjalta on laadittu esitystapa riskeihin liittyen
- Riskien tunnistamisen jälkeen niitä voidaan estää monin toimenpitein
- Rakentamisessa hyväksytään tietty riskitaso, standardeissa keskitytään usein tähän
- Kuitenkin sortumatapauksissa huomattavasti merkittävämpi on inhimilliseksi virheeksi luettavat tapaukset
- Oheisessa kaaviossa oikea laita käsittelee inhimillisiä virheitä, **90 % materiaali- ja 85 % henkilövahingoista...**
- Huomattavaa on, että monet riskit eivät kuitenkaan realisoidu => mikä onkaan rakenteiden varmuustaso?



Lähteitä

- Matoucek, Schneider, Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken, 1976
- Schneider, Introduction to Safety and Reliability of Structures, Structural Engineering documents, IABSE, 2006
- Schneider, Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen - Grundwissen für Ingenieure

# Tretten Bro ja Jyväskylän messuhalli

# Tretten bro ja Jyväskylän Messuhalli

- Norjassa Tretten bro romahti liikenteen alla 15.8.2022
- Tapaus käynnisti Norjassa laajan keskustelun siltojen turvallisuudesta
- 15 merkittävää puusiltaa suljettiin Norjassa tapahtuneen seurauksena
- Tapauksessa on huomattavia yhtäläisyyksiä Jyväskylän Messuhallin sortumiseen 2003



## Lähteitä

- <https://nsia.no/Road/Published-reports/2024-03>
- NSIA, RAPPORT VEI 2024/03 Delrapport 2, Kollapsen av Tretten bru i Øyer kommune. 15. august 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 1: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 2: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022



- Jyväskylässä romahti messuhalli 1.2.2003
- Romahtanut pinta-ala oli 2500 m<sup>2</sup> jonka aikana viisi tuplaristikkoa sortui
- Romahduksen aikaan lunta ei ollut katolla kuin 0.5 kN/m<sup>2</sup> (mitattu)
- Ihmishenkiä ei menetetty tai loukkaantuneita ei tullut, edellisen päivän messuja (15 000 hlöä) purkanut henkilökunta ehti pois alta
- Sortuma oli hyvin merkittävä ja johti osaltaan laajemman suunnitelmien ulkopuolisen tarkastuksen käyttöönottoon Suomessa

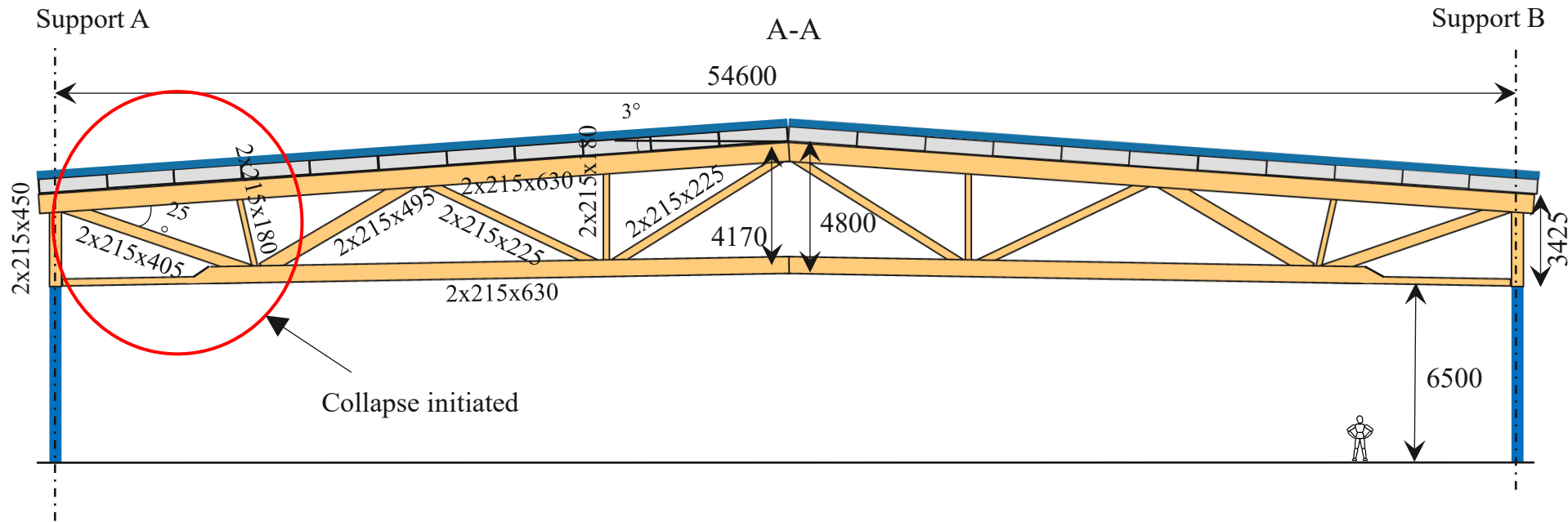


Photo, Esko Siekkinen, 2003

#### Lähteitä

- Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus B 2/2003 Y, Messuhallin katon romahtaminen Jyväskylässä 1.2.2003
- IABSE Bulletin, Case Studies, CS4, Case Studies on Failure Investigations in Structural and Geotechnical Engineering
- <https://structurae.net/en/literature/book-chapter/roof-of-paviljonki-congress-and-trade-fair-centre-in-jyvaskyla-finland>

- Liimapuusta L40 (GL32) valmistetun tuplaristikon jännemitta oli 54.6 m, rakennekorkeus 4.8 m ja ristikkojen kk-jako 9 m
- Sauvojen paksuus oli 2x215 mm ja korkeus 180...630 mm
- Kattorakenteena oli kaksiaukkoiset 18 m pitkät kattoelementit
- Vrt. omakotitalon kattoristikko 10 m jännemitalla, olisiko 0.7 m korkea ristikko normaali?
- Silminnäkijät kertoivat että ensin ristikon ohut alapaarre katkesi läheltä toista päätä => "nollasauva"??



## Lähteitä

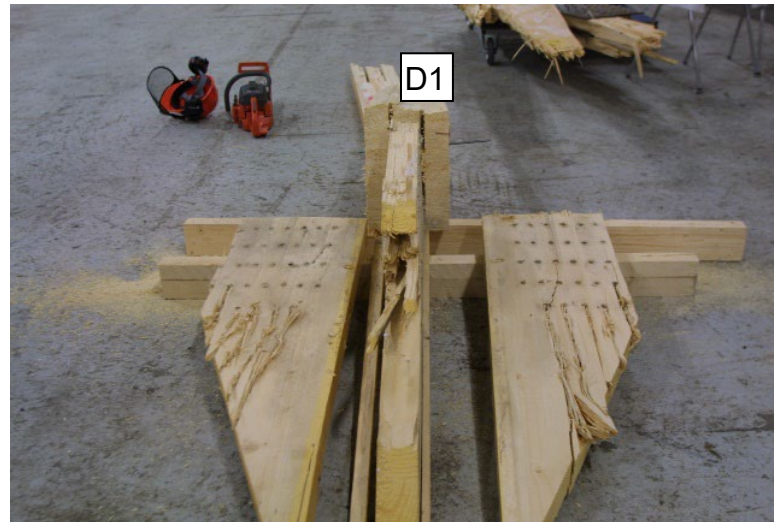
- Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus B 2/2003 Y, Messuhallin katon romahtaminen Jyväskylässä 1.2.2003
- IABSE Bulletin, Case Studies, CS4, Case Studies on Failure Investigations in Structural and Geotechnical Engineering
- <https://structurae.net/en/literature/book-chapter/roof-of-paviljonki-congress-and-trade-fair-centre-in-jyvaskyla-finland>



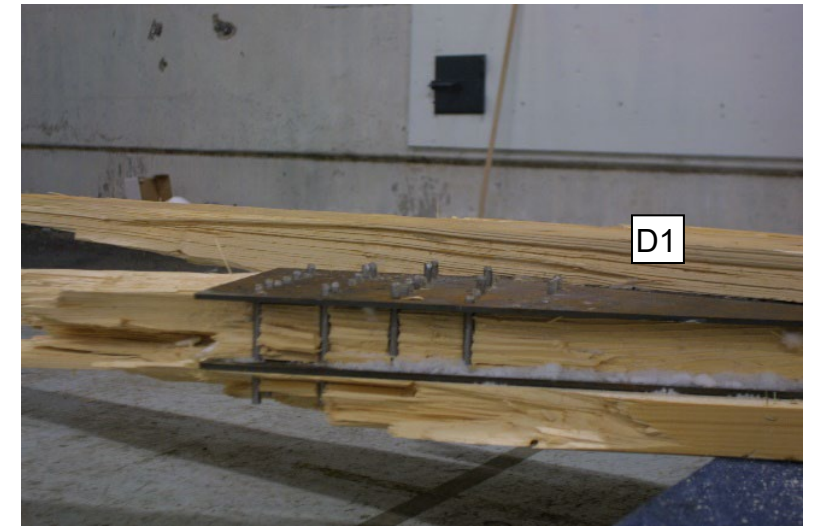
- 1) Katkennut “nollasauva” C3 roikkuu pilarin päästä moduulilinjalla 32 mistä sortuma alkoi
- 2) 7 vaarnaa suunnitellun 33 sijasta liitoksessa => tuplaristikko 40 vaarnaa 66 sijasta
- 3) Vaarnojen asemointi ja pituus puutteellinen
- 4) Sauvan D1 liitoksen palamurto



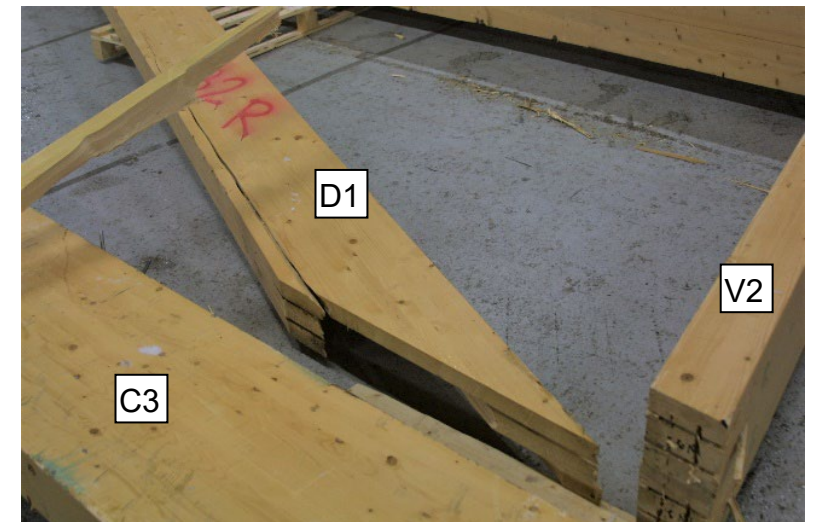
1) Bottom members C3 on line 32 on support A



2) Opened connection 2 from Truss 1 on line 32. Seven dowels were found, despite the intended number of 33.



3) Connection 2 on line 33.



4) Connection 3 from Truss 2 on line 32. Trusses are on top each other, but only Truss 2 connections 3 exists.

Lähteitä

- i. IABSE Bulletin, Case Studies, CS4, Case Studies on Failure Investigations in Structural and Geotechnical Engineering
- ii. <https://structurae.net/en/literature/book-chapter/roof-of-paviljonki-congress-and-trade-fair-centre-in-jyvaskyla-finland>

- Rakenne sortui 1/3 suunnittelukuormasta!
- Vaarvoja oli kuitenkin 2/3 suunnitellusta!
- Ilmeni että puueurokoodin esiluonnoksessa ENV 1995 liitoksen mitoituksessa pala/tai lohkeamismurtoa ei oltu otettu huomioon, ja johon oli tehty korjaava (informatiivinen liite) mutta se ei ollut suunnittelussa tiedossa
- Lisäksi rakennetyyppi oli uusi, etenkin näillä jännemitoilla
- Liitoksen asennustoleranssit oli hyvin puutteelliset
- Sauvavoimat olivat hyvin suuria johtuen sauvojen loivista kulmista (liitosten lukumäärää oli minimoitu)

	Loads during the failure			Characteristic load kN/m	Factored design load kN/m
	kN/m <sup>2</sup>	kN	kN/m		
Snow load	0.5	-	3.4–5.6	14–22	20–34
Roof element, L x B 18 x 2.5 m	0.43	19.1	2.9–4.8	2.9–4.8	3.5–5.8
Double truss element, L = 54.6 m	0.36	176	3.2	3.2	3.8
Building service equipment	0–0.2	-	1.8	2.2	2.6
Σ	1.29–1.49	-	11–15	22–33	30–46
		relative to the failure	1.0	1.9–2.1	2.7–3.0



#### Lähteitä

- IABSE Bulletin, Case Studies, CS4, Case Studies on Failure Investigations in Structural and Geotechnical Engineering
- <https://structurae.net/en/literature/book-chapter/roof-of-paviljonki-congress-and-trade-fair-centre-in-jyvaskyla-finland>



- Onnettomuustutkinnan tulos oli, että sortuma oli alkanut lähellä välitukea olevista diagonaalisauvojen liitoksista
- Sauvoissa on suuri vetovoima lähellä välitukea (pystysuvat terästä)

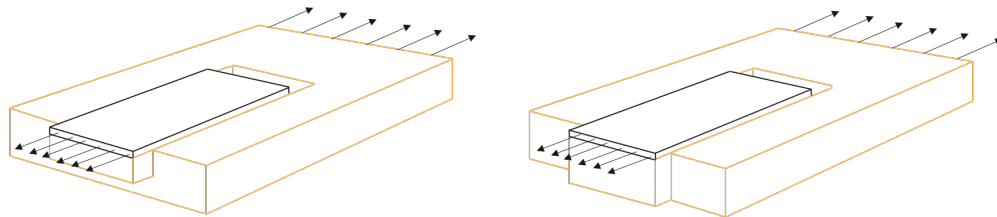


## Lähteitä

- <https://nsia.no/Road/Published-reports/2024-03>
- NSIA, RAPPORT VEI 2024/03 Delrapport 2, Kollapsen av Tretten bru i Øyer kommune. 15. august 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 1: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 2: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022



- Murtotapa lohkeamismurto  
=> muut 15 siltaa tarkistukseen tämän osalta
- Liitoksen mitoitus pala- lohkeamismurto on Trettenin sillan sortuman jälkeen viety päatekstiin
- Rakenteen käyttöalueen raja saavutettu, standardin käyttöalueen raja saavutettu?
- Pitkäaikaiskestävyys, väsyminen?



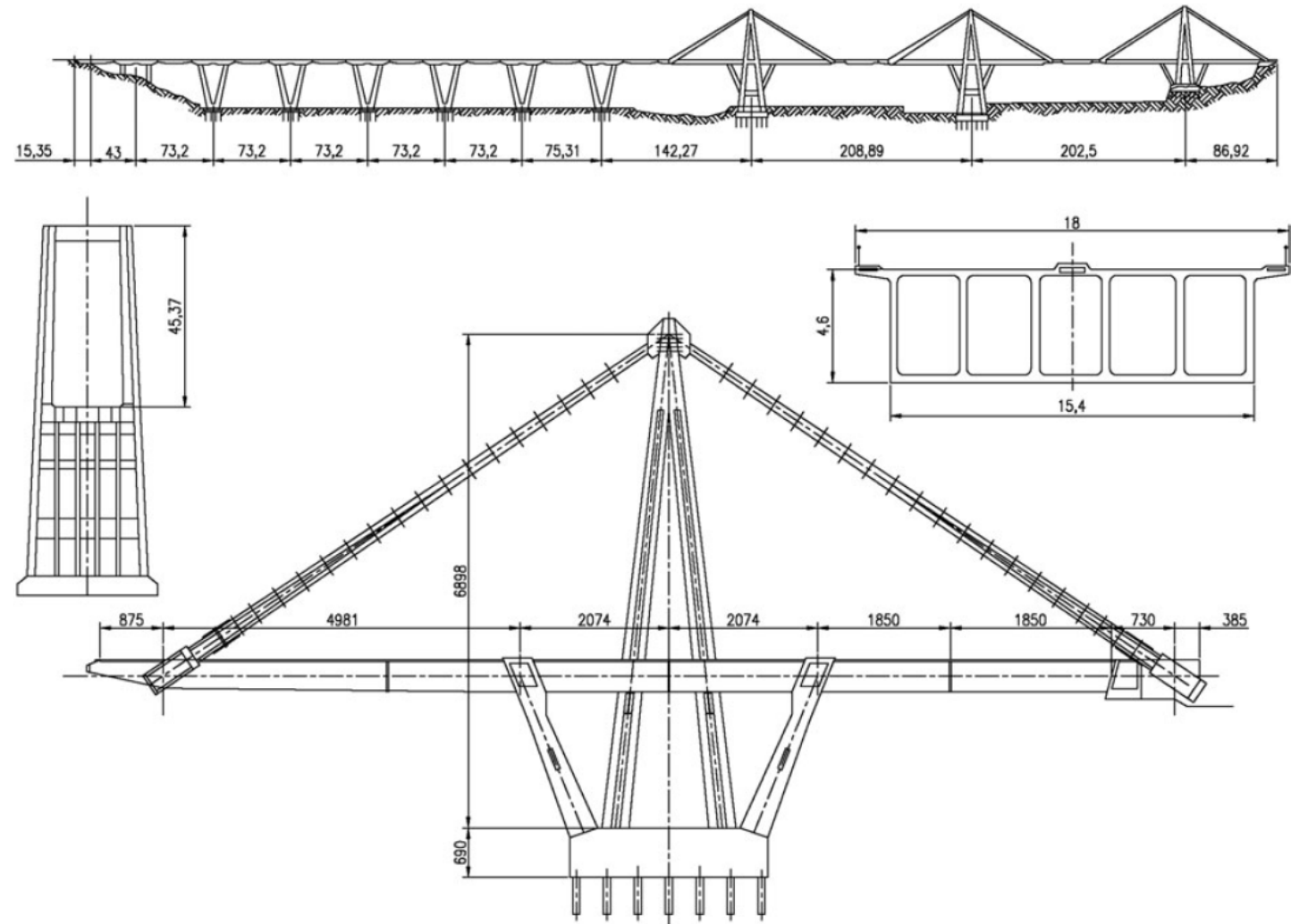
## Lähteitä

- <https://nsia.no/Road/Published-reports/2024-03>
- NSIA, RAPPORT VEI 2024/03 Delrapport 2, Kollapsen av Tretten bru i Øyer kommune. 15. august 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 1: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022
- NSIA, INFORMATION DOCUMENT NO 2: PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE BRIDGE COLLAPSE AT TRETTEEN ON 15 AUGUST 2022

# Morandi Bridge (Polcevera Viaduct)

# Morandi Bridge

- Silta rakennettiin 1960-64 ja otettiin käyttöön liikenteelle 1967
- Silta oli ensimmäisten vinoköysisiltojen mukainen, vinoköysiä oli vähän
- Samankaltaisia siltoja rakennettiin tuona aikana useita, mutta tämän sillan osalta jotkin yksityiskohdat poikkesivat
- Kansirakenne koostui staattisesti määrätyistä päällohkoista



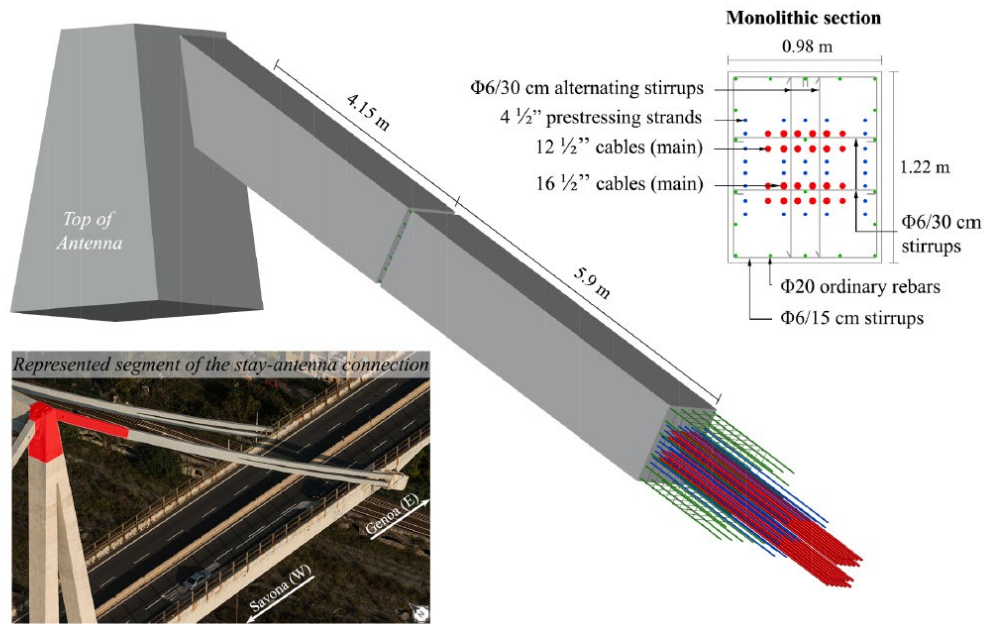
## Lähteitä

- Pinho et al, Forensic estimation of the residual capacity and imposed demand on a ruptured concrete bridge stay at the time of collapse
- Rymsza, Causes of the Collapse of the Polcevera Viaduct in Genoa, Italy



# Morandi Bridge

- Silta oli aikanaan edistyksellinen sekä rakenteiltaan että rakentamisvaiheiltaan
- Kansirakennetta tehtiin ensin ulokkeena joita tuki kannen suunnassa poikkeutetut jänteet
- Seuraavaksi kansi tuettiin vinoköyden jänteillä (**punaiset**)
- Tämän jälkeen vinoköyden jänteet valettiin betonin sisään, ja sauva jännitettiin toisilla jänteillä (**siniset**)



## Lähteitä

- Pinho et al, Forensic estimation of the residual capacity and imposed demand on a ruptured concrete bridge stay at the time of collapse
- Rymsza, Causes of the Collapse of the Polcevera Viaduct in Genoa, Italy

# Morandi Bridge

- 14.8.2018 klo 11:36 paikallista aikaa sillasta sortui 210 m osuus sillasta

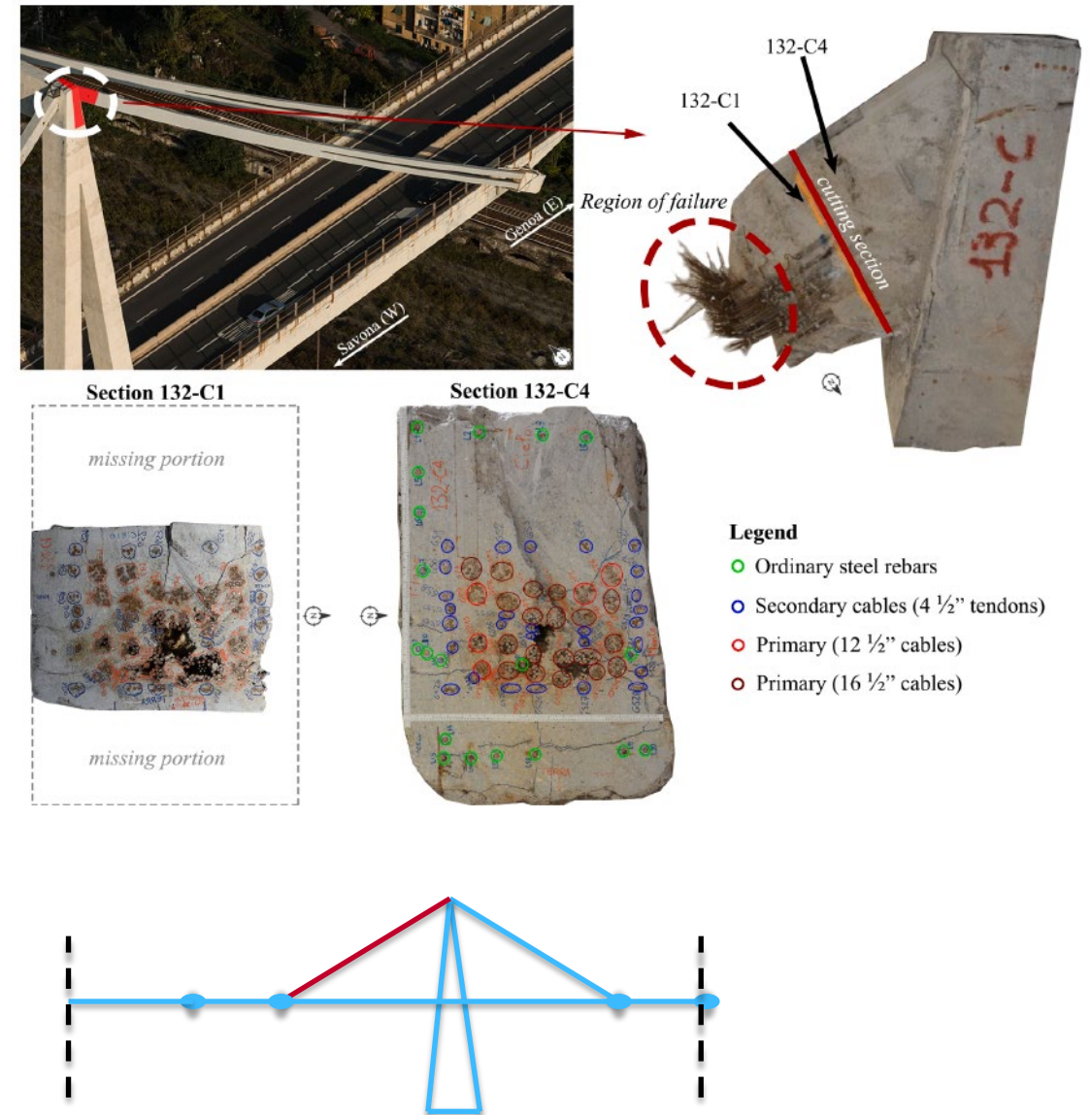


## Lähteitä

- Pinho et al, Forensic estimation of the residual capacity and imposed demand on a ruptured concrete bridge stay at the time of collapse
- Rymsza, Causes of the Collapse of the Polcevera Viaduct in Genoa, Italy



- Myöhemmässä selvityksessä ilmeni että korroosio oli jänteissä varsin voimakasta vinoköyden yläosassa, mm. epätäydellisen sementti-injektoinnin vuoksi
- Voidaan myös osoittaa, että vinoköyden poikkeuksellisen rakenteen vuoksi jänteistä voi katketa jopa 40 % ennen kuin betonin vetolujuus ylittyy ja teoriassa halkeama voitaisiin nähdä
- Siltaa oli vahvennettu köysienkin osalta muissa lohkoissa => miten päätellään vahventamistarve?
- Rakennesysteemin vaurionsietokyky, yksittäiset köydet, vai köysiä tiheämmällä jaolla kuten nykyään rakennetaan?



## Lähteitä

- Pinho et al, Forensic estimation of the residual capacity and imposed demand on a ruptured concrete bridge stay at the time of collapse
- Rymsza, Causes of the Collapse of the Polcevera Viaduct in Genoa, Italy

# Florida International University (FIU) pedestrian bridge

- Floridaan FIU yliopiston lähelle rakennettiin kevyen liikenteen siltaa
- Silta oli betonirakenteinen ristikko
- Silta pääkentän lohko siirrettiin paikalleen esivalmistettuna lohkona
- Siirtolohkon paino oli 960 ton
- Rakenne on epätyypillinen



## Lähteitä

- i. Zhou et al Investigation of collapse of Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- ii. Investigation of March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse at Florida International University, Miami, FL
- iii. SCOSS and CROSS, LESSONS LEARNED FROM THE 2018 FLORIDA BRIDGE COLLAPSE DURING CONSTRUCTION



- Silta sortui rakentamisen aikana 15.3.2018 viisi päivää paikalleen asennuksen jälkeen
- Sortuminen tapahtui äkisti samanaikaisesti kun sillalla tehtiin asennustöitä

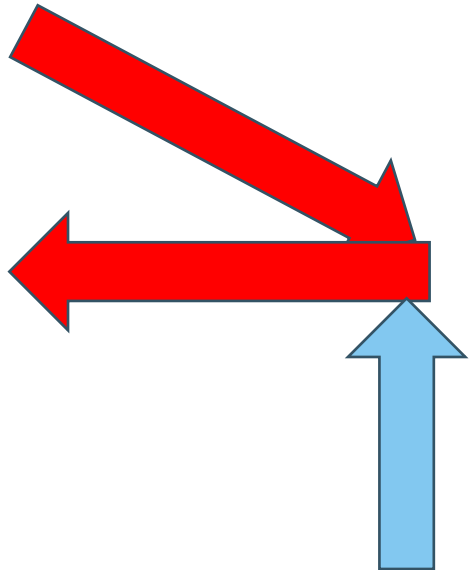


## Lähteitä

- Zhou et al Investigation of collapse of Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- Investigation of March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse at Florida International University, Miami, FL
- SCOSS and CROSS, LESSONS LEARNED FROM THE 2018 FLORIDA BRIDGE COLLAPSE DURING CONSTRUCTION

# FIU pedestrian bridge

- Ristikon sauvavoimien kulku liitoksissa?
- Solmupiste tuella?
- Rakennemalli vs. rakenteen oikea toiminta?
- Asentamisen aikainen vs. lopullinen?



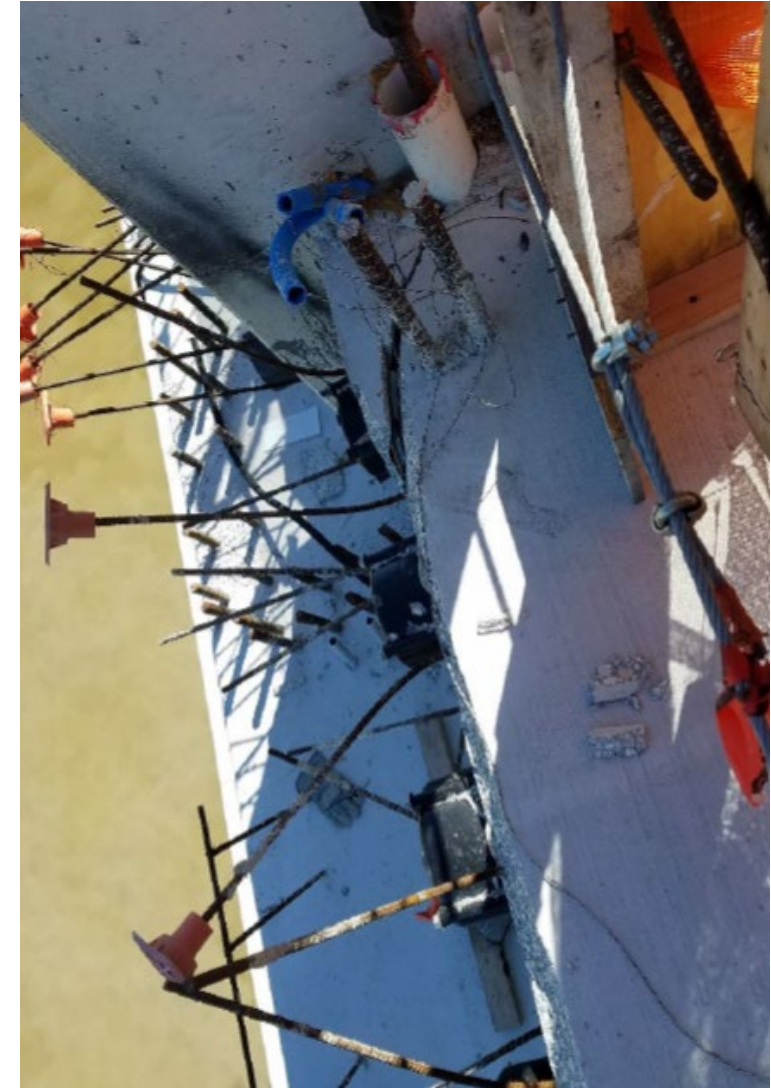
## Lähteitä

- Zhou et al Investigation of collapse of Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- Investigation of March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse at Florida International University, Miami, FL
- SCOSS and CROSS, LESSONS LEARNED FROM THE 2018 FLORIDA BRIDGE COLLAPSE DURING CONSTRUCTION



# FIU pedestrian bridge

- Rakenteessa havaittiin merkittäviä halkeamia asentamisen aikana
- Huolestuttavaa on, että ne ovat äärimmäisen kriittisiä rakenteen toiminnan kannalta
- Seuranneet toimenpiteet?

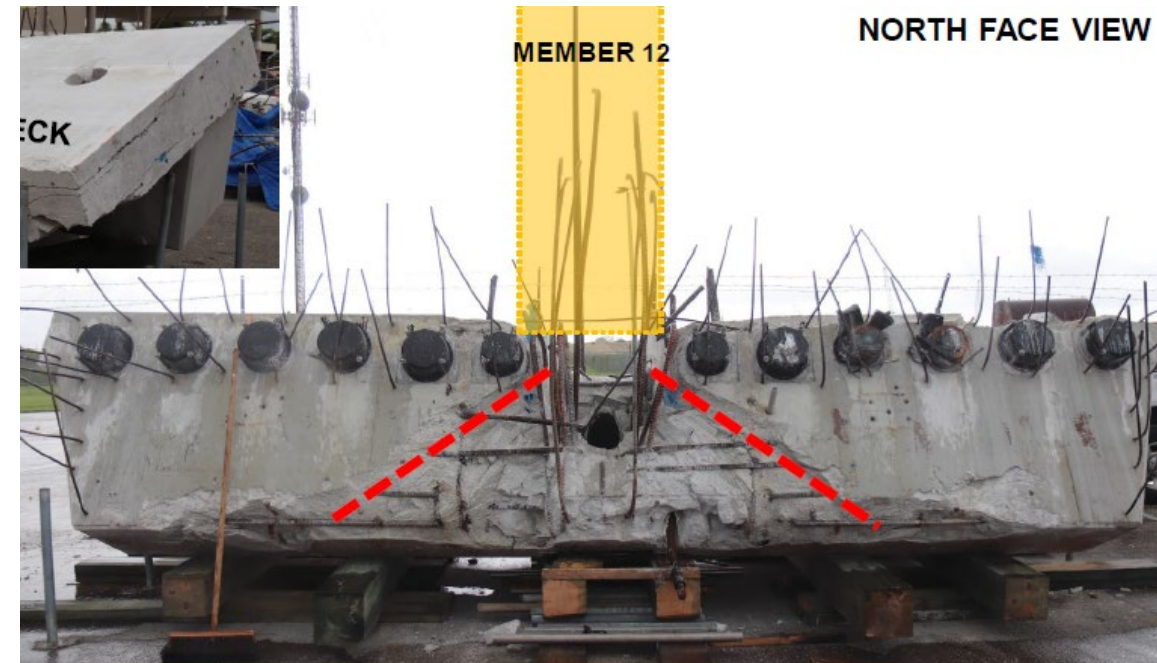
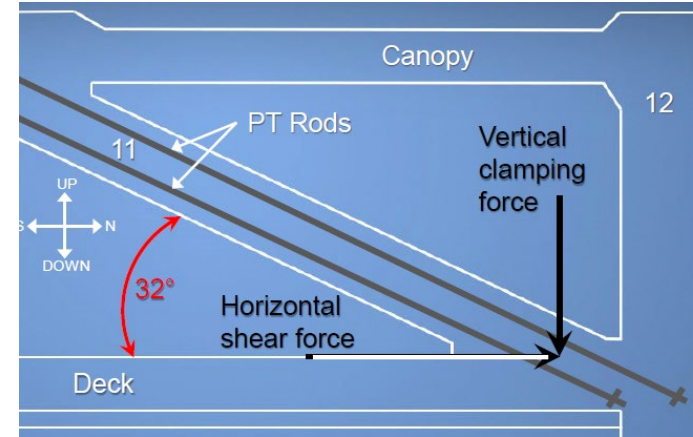


## Lähteitä

- Zhou et al Investigation of collapse of Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- Investigation of March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse at Florida International University, Miami, FL
- SCOSS and CROSS, LESSONS LEARNED FROM THE 2018 FLORIDA BRIDGE COLLAPSE DURING CONSTRUCTION

# FIU pedestrian bridge

- Korjaustoimenpiteenä viimeistä vinosauvaa päätettiin viimeistä sauvaa esijännittää työnaikaisiksi tarkoitetuilla jännetangoilla....
- Tuelle vievän vinosauvan pää lävistyi kannen päästä läpi
- Vinosauvan voiman kannen pituussuuntainen resultantti ei mitenkään voinut välittyä kannelle riittävästi
- Sauvoissa oli momenttirasitusta kannen kokoonpuristumasta
- Lisäksi sauvan kannen välissä oli työsauma, tämä petti lopullisesti kun sauvaa esijännitettiin



## Lähteitä

- Zhou et al Investigation of collapse of Florida International University (FIU) pedestrian bridge
- Investigation of March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse at Florida International University, Miami, FL
- Accetta et al, Investigation into the March 15, 2018 Pedestrian Bridge Collapse in Miami, Florida
- SCOSS and CROSS, LESSONS LEARNED FROM THE 2018 FLORIDA BRIDGE COLLAPSE DURING CONSTRUCTION
- NTSB/HAR-19/02, PB2019-101363, Pedestrian Bridge Collapse Over SW 8th Street Miami, Florida March 15, 2018

# Yhteenveto ja johtopäätökset

# Case kohteista poimittua

Tretten Bro ja Jyväskylän messuhalli

⇒ Uudenlainen rakenne, standardien käyttöalue, toleranssit, geometria

⇒ kolmannen osapuolen rakennesuunnitelmien tarkistus aiempaa laajempaan käyttöön

Morandi Bridge (Polcevera Viaduct)

⇒ Uudenlainen rakenne, pitkäaikaiskestävyys, vaurioiden havaitsemisen mahdollisuus, rakenteen vaurionsietokyky

Florida International University (FIU) pedestrian bridge

⇒ Uudenlainen rakenne, rakenne vs. rakennemalli, reagointi



# Kirjallisuudesta poimittua

- Keskeisimmät rakentamisvaiheet ja niiden rasiustila/tasapaino
- Vauriosietokykyiset rakenteet
- Muutetaanko rakenneratkaisua projektin aikana jotenkin?
- Riittävän selkeiden ja yksinkertaisten rakenteiden käyttö
- Uuden tyyppisissä rakenteissa tulee noudattaa erityistä huolellisuutta ja varovaisuutta => voidaanko opittua tietoa extrapoloida uusiin tapauksiin?
- Rakennemalli vs. rakenteen toiminta, rasiusten kulun selvittäminen
  
- Riittävä aika ja suunnitteluresurssit
- Riippumaton kolmannen osapuolen tarkistus olennainen
- Varmistuttava riittävän kokeneista ja kykenevistä suunnittelijoista/rakentajista etenkin uuden tyyppisissä/merkittävässä rakenteissa
- Tiivis yhteydenpito eri osapuolten kesken
- Visualisoinnilla voi parantaa tiedonkulkua

## Lähteitä

- Joachim Scheer, Failed Bridges - Case Studies, Causes and Consequences
- Sir Alfred Pugsley, The Safety of Structures.

- Rakenteiden toimintaan liittyviä virheitä tehdään eri vaiheissa rakenteiden elinkaarta
- Varsinaisiin sortumiin johtavissa tapauksissa on useita samanaikaisia syitä
- Rakenteiden kehittäminen on kannatettavaa, mutta ennen kokemuksen karttumista ratkaisuihin tulee noudattaa konservatiivistakin lähestymistapaa
- Rakenteiden realisoitua varmuustasoon vaikuttavat isot tekijät ovat käytännössä muita, kuin rakenteen varmuustason määrittämisessä otetaan huomioon
  
- Rakenteiden toimintaa ja niihin liittyvää osaamista ei pidä ottaa itsestään selvyytenä
- Ei ole olemassa yhtä ratkaisua ongelmien välttämiseksi
- Kaikkien osapuolten omanarvontuntoinen, huolellinen ja avoin toiminta tärkeää
- On olennaista jakaa tietoa tapahtuneista vaurioista eteenpäin, näin voidaan oppia rakentamisessa laajemmin
  
- Kaikesta huolimatta rakenteet toimivat suhteellisen hyvin, suurin osa rakenteista on onnistuneita, tässä esityksessä keskityttiin pienempään osuuteen

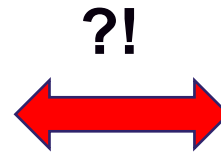


Kiitos huomiosta, kysymyksiä?

# Mitä standardissa tulisi esittää?

Standardien tulisi olla mm.:

- Mahdollisimman tiivis
- Helposti ymmärrettävissä
- Helposti sovellettavissa jokapäiväisessä suunnittelussa

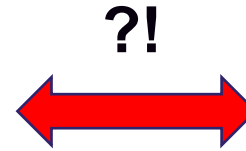


Standardien tulisi ottaa huomioon mm.:

- Viimeisin tieteellinen tutkimus
- Kaikki rakenneratkaisut
- Kattavasti mitoitus- ja laskentamenetelmät
- Kokemus aiemmista suunnittelukäytännöistä

Mitä standardeilta ja ohjeilta odotetaan?

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



- Ei käytettävissä ilman "Engineering Judgement" ratkaisuja
- Omat standardit erilaisille rakenteille huomioiden erityisnäkökohdat

