

Tutkimuskeskus

**TERRA** Geo  
Road  
Rail

# Betoniratapölkkyjen jäljellä olevan käyttöiän arviointi

Tukemispäivä

11.3.2026

Tommi Rantala ja Joonas Turunen



# Taustaa

- Suuri joukko betoniratapölkkyjä on tulossa laskennallisen käyttöikänsä päähän seuraavan vuosikymmenen kuluessa.
  - 1984-1990 uutta betonipölkkyraidetta 150 km
  - 1990-1995 uutta betonipölkkyraidetta 350 km
  - 1995-2000 uutta betonipölkkyraidetta 1427 km
- Korjausvelkaa on tällä hetkellä noin 100 000 pölkyn verran ja seuraavan kymmenen vuoden aikana määrä nousisi yli 1 000 000 pölkkyyn.
- Käyttöikä tällä hetkellä 40 vuotta.
  - Voiko käyttöikä olla pidempi?
    - Aikaisemmissa tutkimuksissa saatu viitteitä pidemmästä käyttöiästä.
  - Miten jäljellä olevaa käyttöikää pystyttäisiin arvioimaan?

# Tavoitteita

- Onko olemassa luotettavaa keinoa arvioida betoniratapölkkyjen jäljellä olevaa käyttöikää ainetta rikkomattomilla menetelmillä?
- Selvittää, millaisia testejä, koekuormituksia tms. kokeita ratapölkkyjen käyttöiän venyttäminen ”ylijälle” edellyttäisi?
- **Kehittää betoniratapölkkyjen jäljellä olevan käyttöiän arviointimenettely/toimintamalli, jota kunnossapito/konsultit voi soveltaa normaalien radanpidon toimien yhteydessä.**

# Työn sisältöä

- Aikataulu 1/2025-4/2027
- Diplomityö: Betoniratapölkkyjen kunnon arviointi NDT-menetelmillä. (Joonas Turunen)
  - Kirjallisuustutkimus ja kokeellinen osuus
- Laboratoriokokeita (Tommi Rantala)
  - Staattisia ja dynaamisia kuormituskokeita eri ikäisille ja kuntoisille ratapölkyille
    - Pyritään vertailemaan tuloksia NDT-menetelmillä saatuihin tuloksiin sekä silmämääräisiin arvioihin
  - Ohuthienäytteitä
    - Mm. mahdollinen pakkasrapautuminen, Alkali-kiviainesreaktio jne.
  - Jäädätyssulatuskokeita pakkasrapautumisen arvioimiseksi sekä lähtötiedoksi mallintamiseen käyttöiän arvioinnissa
  - Betonin karbonatisoitumisen (hiilidioksidin sitoutuminen betoniin) testaus
- Kirjallisuus selvitys + muuta (TkT Toni Pakkala Elinkaaritekniikka)

# Betoniratapölkyn vaurioita





# Betoniratapölkyn vaurioita



# Betoniratapölkyn vaurioita





# Betoniratapölkyn vaurioita





# Betoniratapölkyn vaurioita





# Mitä ovat NDT-menetelmät

- NDT-menetelmät perustuvat ainetta rikkomattomaan tutkimusmenetelmään
- Lyhenne NDT tulee englanninkielestä Non-Destructive Testing
- Esimerkiksi ultraääni, lämpökamera ja rakenteen värähtelyn mittaus





# Tutkimukset Rakennushallissa

- Hervannan rakennushallissa testattiin seuraavia NDT-menetelmiä betoniratapölkkyihin:
  - Impact Echo
  - Impulse-response
  - Ultraäänimittaus (UPV)
  - Kimmovasara
  - Ultraäänitomografi
  - SASW (sovellettu)
  - Maatutka
  - PET-ehjyysmittaus
- Tutkittaville pölkyille tehtiin silmämääräinen vauriotarkastelu, jossa mitattiin halkeamaleveyksiä ja arvioitiin niiden määriä
- Vauriotarkastelun avulla määritettiin huonoimmassa kunnossa olevat pölkyt NDT tutkimusten tulosten vertailua varten

# Ultraäänimittaus (UPV)

- Mittaa ajan, joka aallolla menee kulkea lähettimeltä vastaanottimelle
- Saadaan laskettua aallonnopeus rakenteessa
- Yli 3500 m/s ehjä, 3000-3500 m/s pientä ei merkittävää vauriota ja alle 3000 m/s mahdollisia isompia vaurioita
- B88 pölkyistä 5, 20, 22, 23 ja 25 olivat vauriotarkastelun perusteella huonoimmassa kunnossa

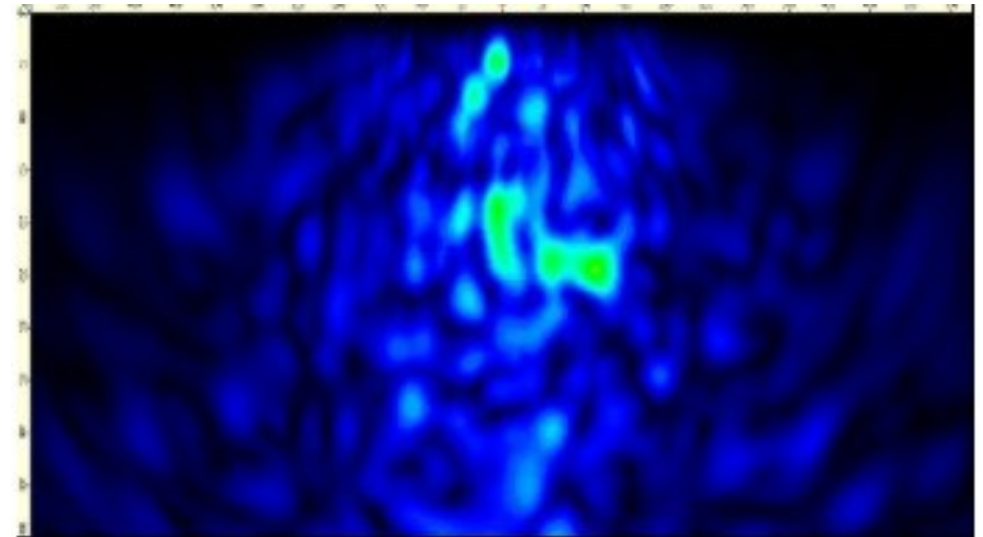
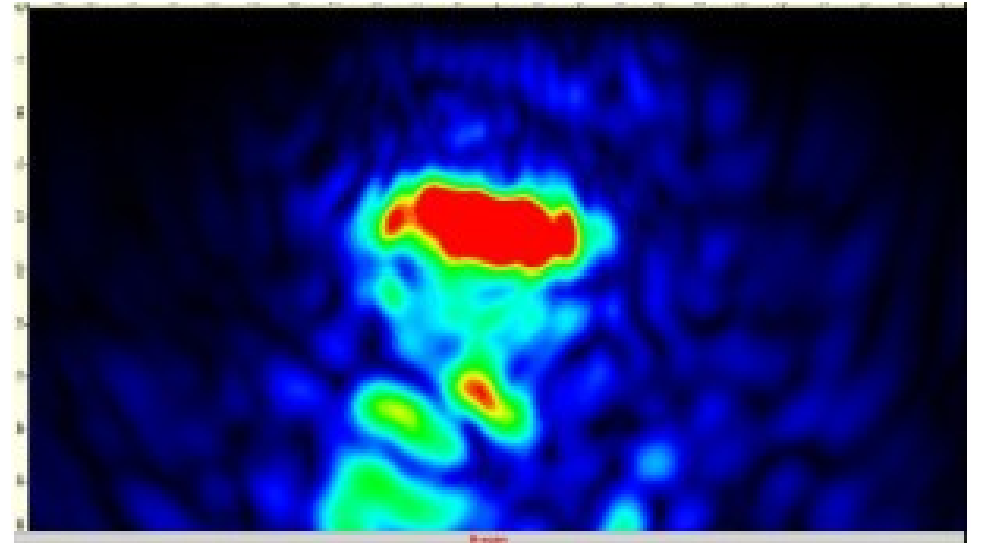


Pölkkynumero	Pölkkytyyppi	Päästä päähän (m/s)	Epäsuora (m/s)	Epäsuora (N) (m/s)	Keskiosa (m/s)	Puolipääty (m/s)	Puolipääty (N) (m/s)
5	B88	3849	2683	2757	3234	2408	1905
6	B88	3762	2876	2726	2707	2291	1820
11	B88	3869	3524	3512	3098	2543	2309
19	B88	3881	3475	3501	3285	3445	3393
20	B88	3918	3530	3847	3195	2717	1951
21	B88	3903	3633	2867	3332	2668	2368
22	B88	3899	3796	2705	3349	3400	3921
23	B88	3873	3426	3823	3289	1571	2190
24	B88	3877	3859	3427	3309	4186	3037
25	B88	3877	3741	3805	2833	2369	2871
26	B88	3880	3774	3748	3303	2291	2571
27	B88	3616	3352	3387	2943	2920	2788



# Ultraäänitomografi (MIRA)

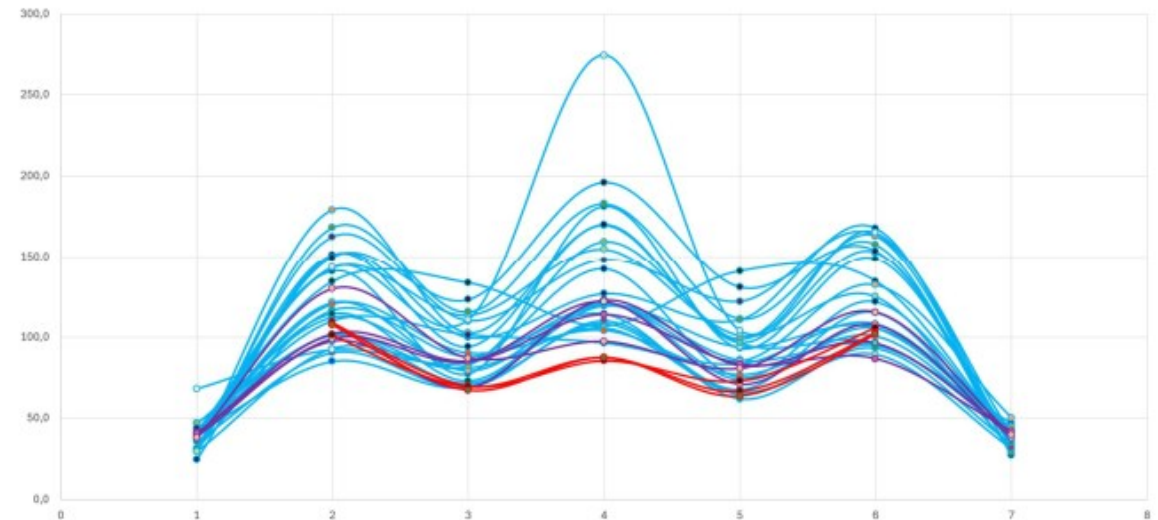
- Matalataajuinen ultraäänitomografi, jonka taajuus 50 kHz ja hyödyntää Pulse-Echo-tekniikkaa
- Tuottaa heijastuskuvaajia ja määrittää samalla aallonnopeuden rakenteessa
- Heijastuskuvaajien tulkinta haastavaa, epäilyttävissä heijastuskuvaajissa ei selkeää pohjaheijastusta rakenteesta tule



# Impulse-Response

- Perustuu rakenteen värähtelyyn.
- Mittauksissa saadaan Average mobility, Mobility Slope ja Voids index –arvot.
- Epäilyttäviä arvoja huonoimmista, sekä parhaimmista pölkyistä, joten tulkinta hankalaa vaikka jotain korrelaatiota löytyi.
- Tulosten keskihajonnalla mahdollista havaita huonosti raidesepeliin tukeutuneet pölkyt.

Tyyppi - Numero	Tutkimus-asetelma	Pystysuuntainen halkeama		Pituussuuntainen halkeama		Average mobility						
		Kiskon kohta,	Keskiosa, yläpinta	Kyljessä	Yläpinnassa	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7
B-88-5	lattia	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	46,6 %	18,7 %	3,4 %	12,2 %	4,7 %	6,5 %	27,7 %
B-88-6	lattia	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	38,3 %	0,0 %	0,9 %	23,7 %	38,7 %	6,7 %	49,8 %
B-88-11	lattia	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	5,6 %	37,1 %	27,5 %	18,6 %	0,0 %	4,4 %	8,5 %
B-88-19	lattia	Kyllä	Ei	Vähän	Kyllä	0,0 %	9,0 %	16,8 %	9,2 %	6,7 %	0,0 %	0,0 %
B-88-20	lattia	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	21,7 %	6,3 %	0,0 %	14,1 %	9,4 %	29,1 %	1,6 %
B-88-21	lattia	Kyllä	Vähän	Kyllä	Kyllä	31,6 %	42,5 %	14,7 %	24,4 %	37,7 %	48,4 %	60,3 %
B-88-22	lattia	Kyllä	Ei	Vähän	Kyllä	130,8 %	8,6 %	22,0 %	24,8 %	51,8 %	18,6 %	34,1 %
B-88-23	lattia	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	58,6 %	31,8 %	23,5 %	47,4 %	21,6 %	36,5 %	21,6 %
B-88-24	lattia	Kyllä	Vähän	Kyllä	Kyllä	37,8 %	34,5 %	5,7 %	25,4 %	18,9 %	18,3 %	38,2 %
B-88-25	lattia	Kyllä	Ei	Vähän	Kyllä	59,1 %	18,8 %	19,5 %	65,1 %	55,3 %	7,8 %	42,0 %
B-88-26	lattia	Kyllä	Vähän	Kyllä	Kyllä	48,2 %	29,4 %	46,9 %	0,0 %	34,8 %	21,3 %	34,3 %
B-88-27	lattia	Kyllä	Vähän	Kyllä	Kyllä	27,8 %	41,2 %	30,5 %	7,9 %	23,9 %	12,7 %	28,9 %

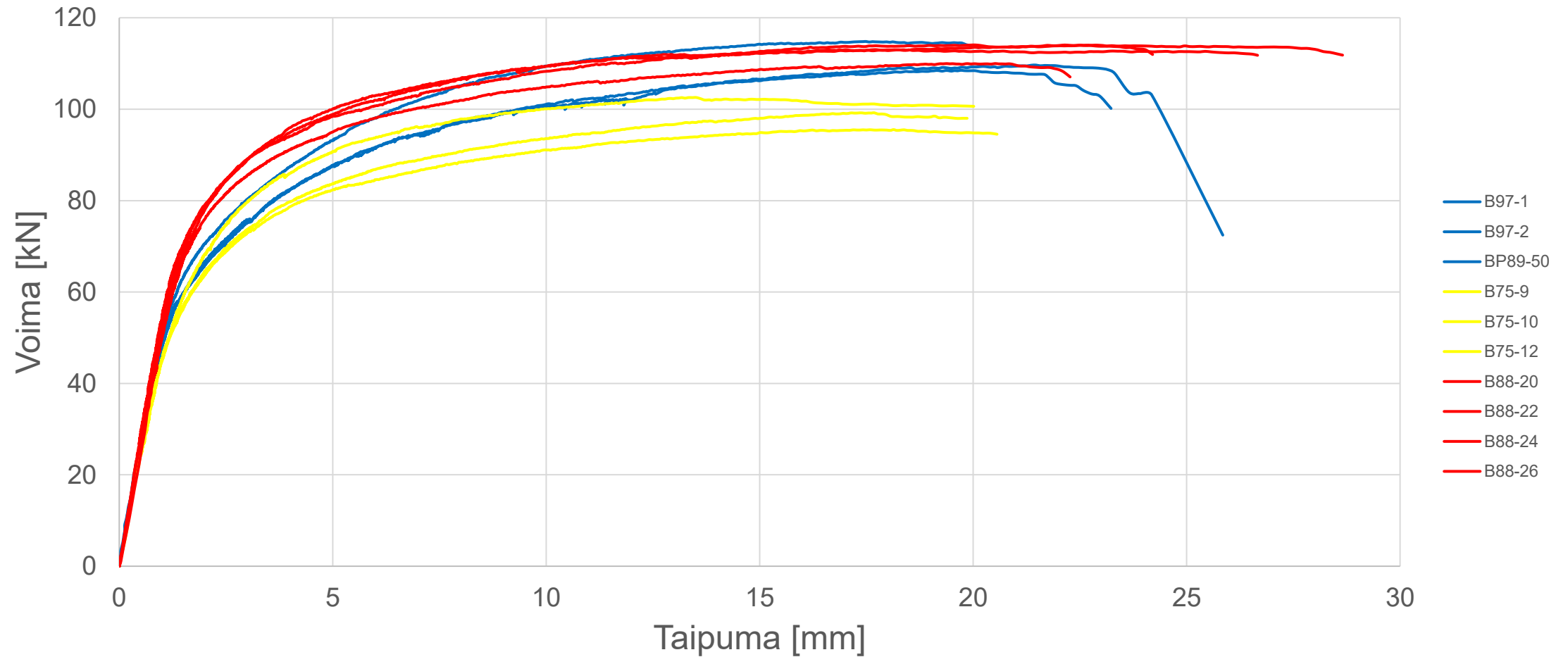




# NDT-menetelmien käyttö tulevaisuudessa

- Työn aikana nousi esille kysymys, mikä on kriittinen vaurioaste betoniratapölkylle
- NDT tutkimusten rinnalla tehdyissä kuormituskokeissa ei noussut esille selkeästi huonoja pölkkyyä. Kaikki olivat käyttökelpoisia edelleen ja murtolujuudet olivat noin 10% sisällä kaikissa kuormitetuissa pölkyissä
- NDT-menetelmillä taas tuli selkeästi isompia eroja vaikka nämä erot eivät korreloineet hyvin kuormituskokeiden ja silmämääräisen vauriotarkastelun kanssa
- Seuraavana kriittisen vaurioasteen selvittäminen ja tähän peilaten NDT-menetelmien soveltaminen betoniratapölkkyyihin

# Pölkyn keskiosan staattisia kuormituskokeita





# Betonin karbonatisoituminen



# Betonin karbonatisoituminen





## Yhteenvetoa ja jatko

- Tämän hetken havaintojen perusteella ainakin joissain tapauksissa/alueilla betoniratapölkyn käyttöikä voisi olla nykyistä käyttöikäarvioita pidempi.
- Yhdelläkään testatulla NDT-menetelmällä ei saatu aikaan kattavia tuloksia, jotka korreloisivat suoraan vaurioitumisasteen kanssa.
- Laboratoriokokeita jatketaan läpi talven.
- Näiden tietojen avulla pölkyn kestoiän teoreettinen mallintaminen toteutetaan vuoden 2026 aikana.

# Kiitos!