

Vertailukokeet 2025

Kappaletiheys ja paksuus

PANK-menetelmäpäivä 22.1.2026

Tommi Valjakka

Sisältö

Vertailukokeiden toteutus

Kappaletiheys

- Tulosten yhteenveto
- Tulosten analysointi

Paksuus

- Tulosten yhteenveto
- Tulosten analysointi



Vertailukokeiden toteutus

Vertailukokeisiin osallistui 15 laboratoriota.

Kuusi porapalanäytettä kierrätettiin kaikissa laboratorioissa. Kaikista näytteistä mitattiin kappaleitiheydet ja paksuudet.

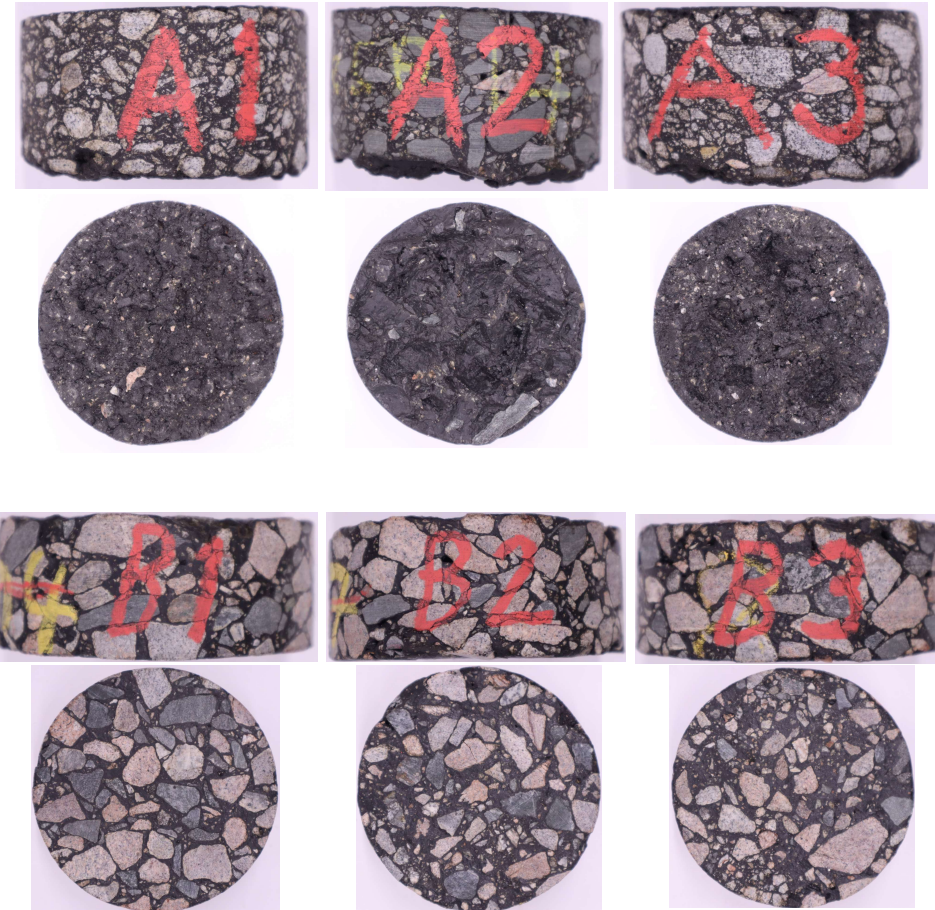
Näytteet A1, A2 ja A3:

- Kappaleitiheys standardin menettelyllä A (dry)
- Epätasaiset alapinnat sitomattoman kerroksen päältä

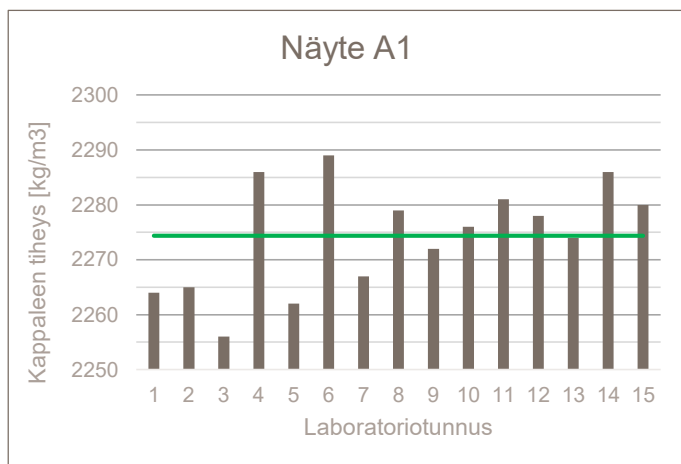
Näytteet B1, B2 ja B3:

- Kappaleitiheys standardin menettelyllä B (SSD)
- Tasaiset sahatut alapinnat

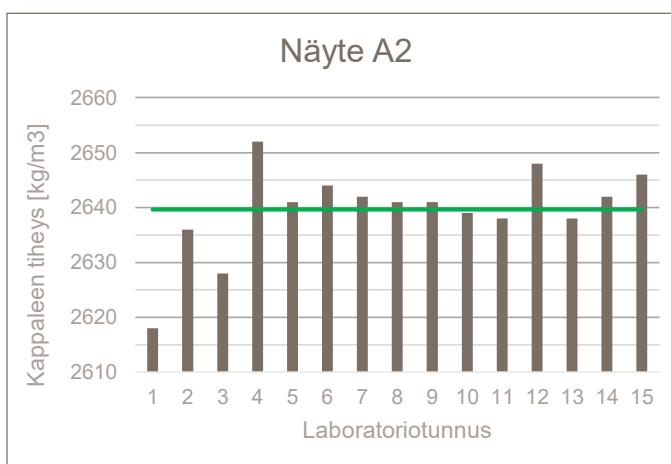
Kappaleitiheyden mittaukset menettelyllä B (SSD) sekä kaikki paksuusmittaukset ohjeistettiin toistettavaksi kolmeen kertaan, jotta saatiin tuloksia myös toistettavuudesta.



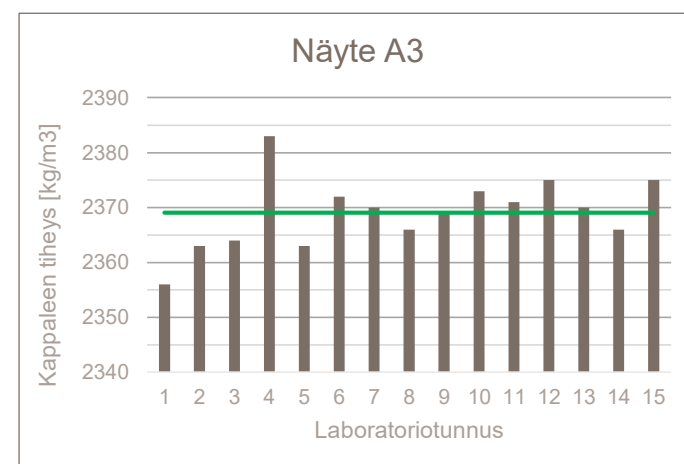
Asfalttinäytteen kappaletiheyden määrittäminen (SFS-EN 12697-6), A = dry, B = SSD



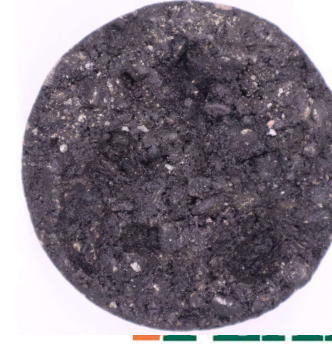
KA: 2274, KH: 9,5; MIN: 2256, MAX: 2289



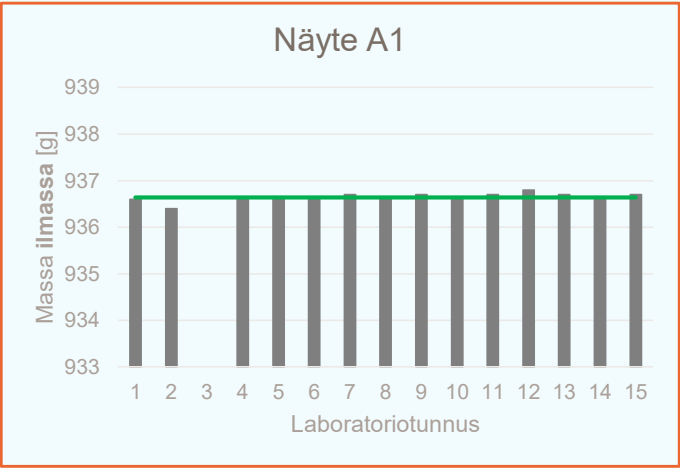
KA: 2640, KH: 7,8; MIN: 2618, MAX: 2652



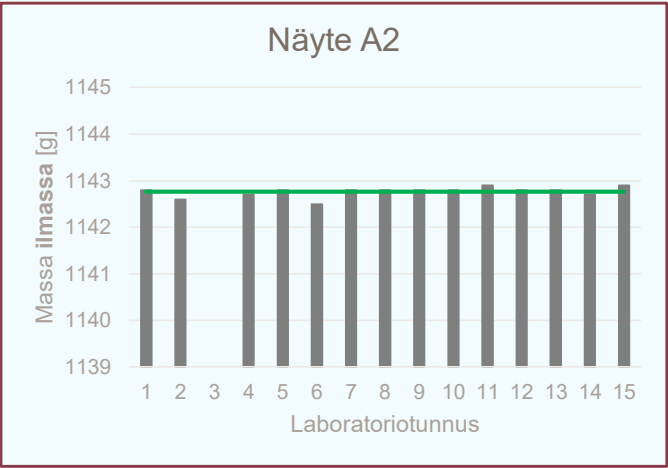
KA: 2369, KH: 6,2; MIN: 2356, MAX: 2383



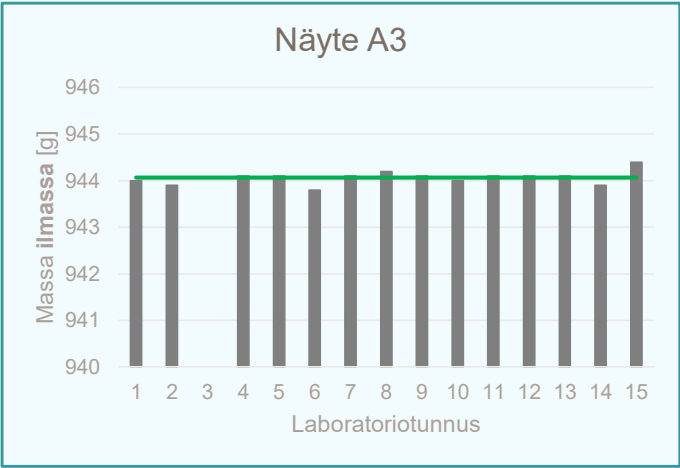
Menettelyllä A tutkittujen näytteiden punnituserot



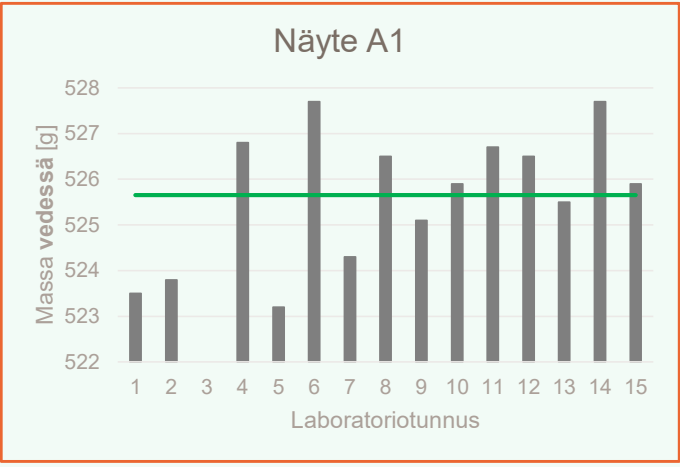
keskihajonta: 0,1 minimin ja maksimin ero: 0,4 g



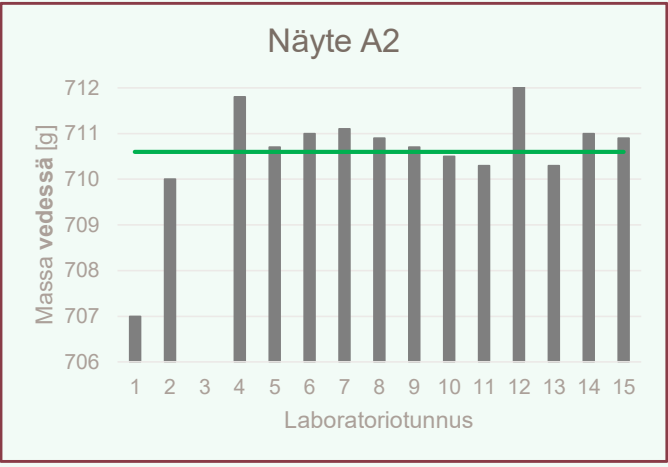
keskihajonta: 0,1 minimin ja maksimin ero: 0,4 g



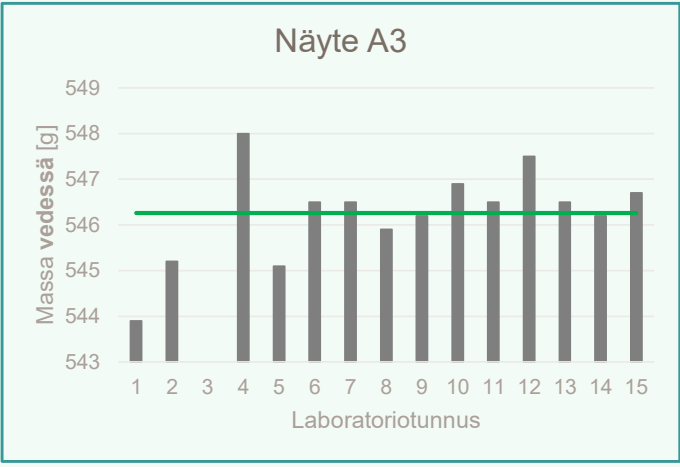
keskihajonta: 0,1 minimin ja maksimin ero: 0,6 g



keskihajonta: 1,4 minimin ja maksimin ero: 4,5 g

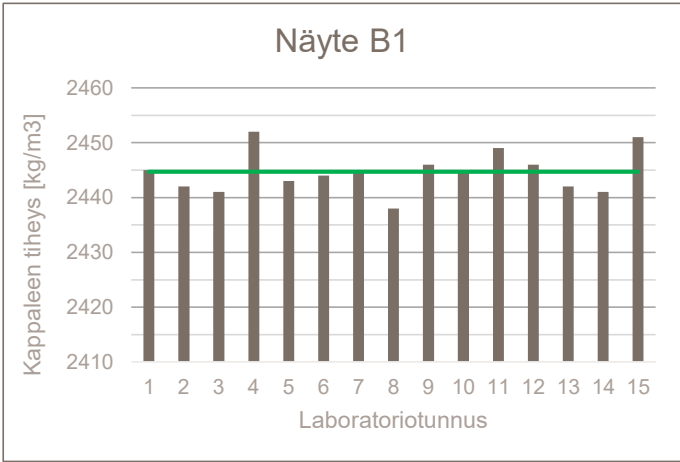
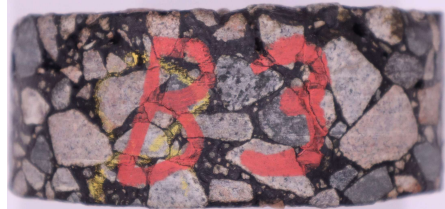
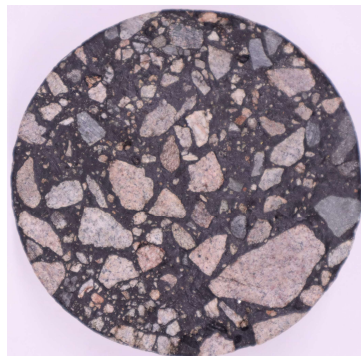
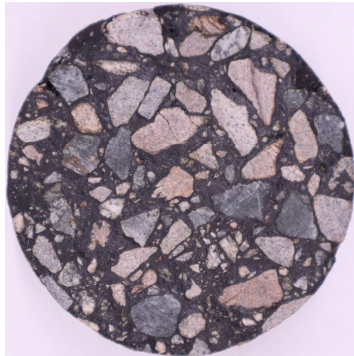
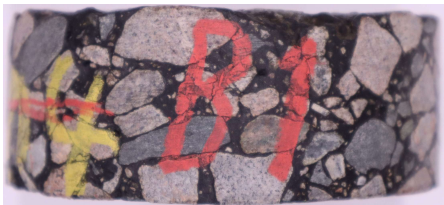


keskihajonta: 1,1 minimin ja maksimin ero: 5,1 g

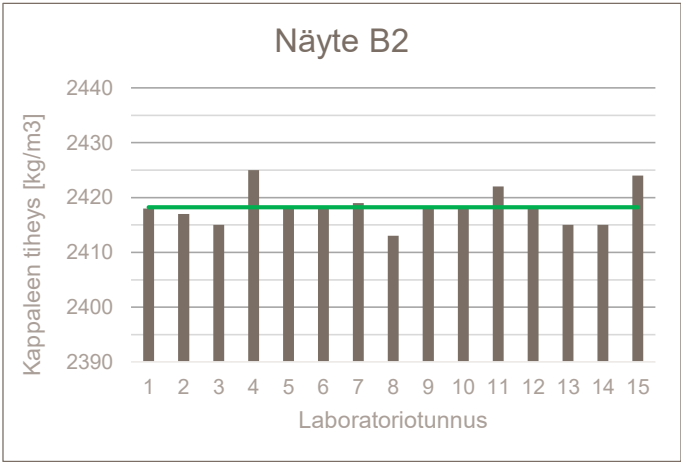


keskihajonta: 1,0 minimin ja maksimin ero: 4,1 g

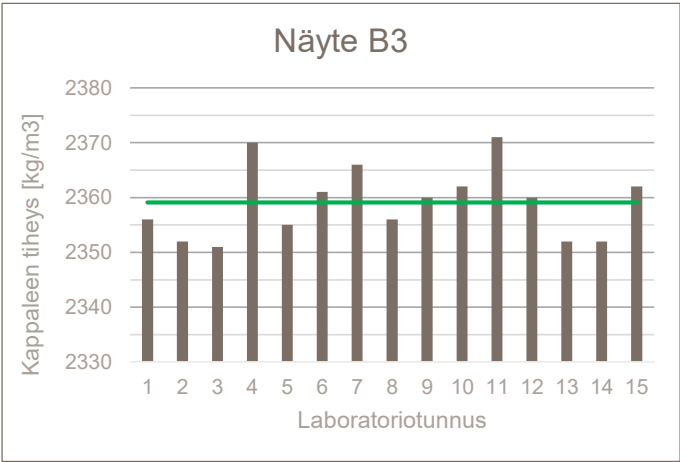
Asfalttinäytteen kappaletiheyden määrittäminen (SFS-EN 12697-6), A = dry, B = SSD



KA: 2445, KH: 3,7; MIN: 2438, MAX: 2452



KA: 2418, KH: 3,2; MIN: 2413, MAX: 2425



KA: 2359, KH: 6,2; MIN: 2351, MAX: 2371

Asfalttinäytteen kappaletiheyden määrittäminen (SFS-EN 12697-6)

Laboratorio	A1	Poikkeama keskiarvosta	A2	Poikkeama keskiarvosta	A3	Poikkeama keskiarvosta	B1	Poikkeama keskiarvosta	B2	Poikkeama keskiarvosta	B3	Poikkeama keskiarvosta
1	2264	10	2618	22	2356	13	2445	0	2418	0	2356	3
2	2265	9	2636	4	2363	6	2442	3	2417	1	2352	7
3	2256	18	2628	12	2364	5	2441	4	2415	3	2351	8
4	2286	12	2652	12	2383	14	2452	7	2425	7	2370	11
5	2262	8	2641	1	2363	6	2443	2	2418	0	2355	4
6	2289	15	2644	4	2372	3	2444	1	2418	0	2361	2
7	2267	7	2642	2	2370	1	2445	0	2419	1	2366	7
8	2279	5	2641	1	2366	3	2438	7	2413	5	2356	3
9	2272	2	2641	1	2369	0	2446	1	2418	0	2360	1
10	2276	2	2639	1	2373	4	2445	0	2418	0	2362	3
11	2281	7	2638	2	2371	2	2449	4	2422	4	2371	12
12	2278	4	2648	8	2375	6	2446	1	2418	0	2360	1
13	2274	0	2638	2	2370	1	2442	3	2415	3	2352	7
14	2286	12	2642	2	2366	3	2441	4	2415	3	2352	7
15	2280	6	2646	6	2375	6	2451	6	2424	6	2362	3
keskiarvo	2274		2640		2369		2445		2418		2359	
keskihajonta	9,5		7,8		6,2		3,7		3,2		6,2	
min / max	2256 / 2289		2618 / 2652		2356 / 2383		2438 / 2452		2413 / 2425		2351 / 2371	
suurin ero	33		34		27		14		12		20	
R-arvo		33		33		33		46		46		46

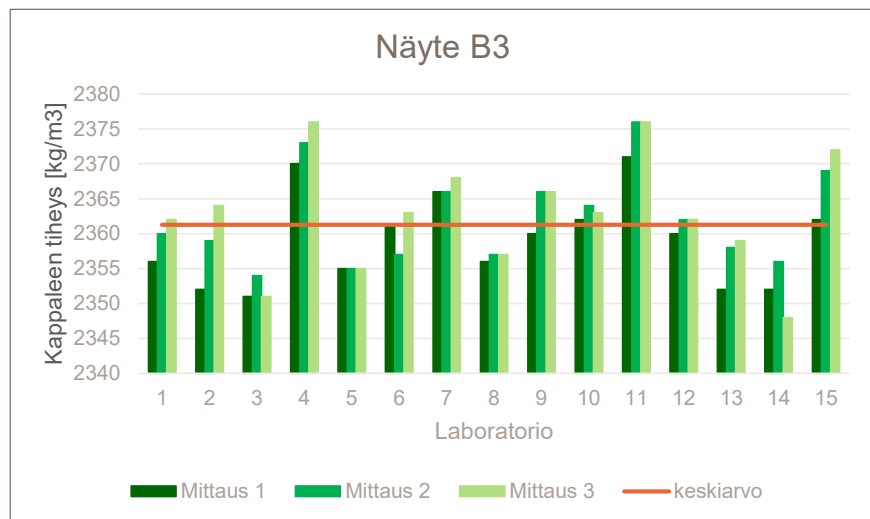
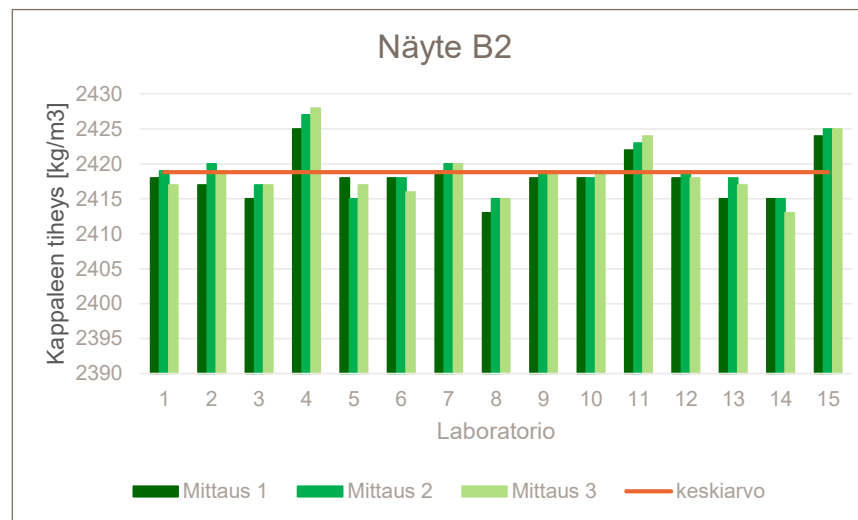
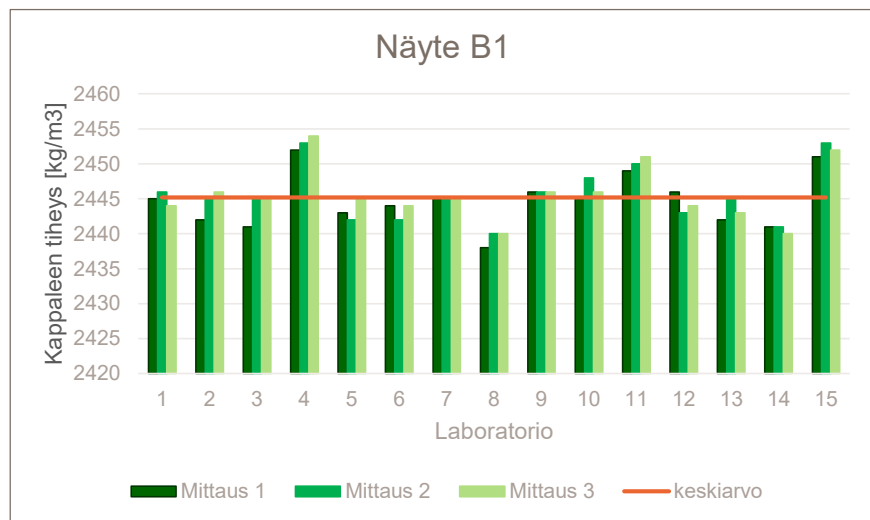
B: VAIN MITTAUS 1

Asfalttinäytteen kappaletiheyden määrittäminen (SFS-EN 12697-6)

Laboratorio	A1	Poikkeama keskiarvosta	A2	Poikkeama keskiarvosta	A3	Poikkeama keskiarvosta	B1	Poikkeama keskiarvosta	B2	Poikkeama keskiarvosta	B3	Poikkeama keskiarvosta
1	2264	10	2618	22	2356	13	2445	0	2418	1	2359	2
2	2265	9	2636	4	2363	6	2444	1	2419	0	2358	3
3	2256	18	2628	12	2364	5	2444	1	2416	3	2352	9
4	2286	12	2652	12	2383	14	2453	8	2427	8	2373	12
5	2262	8	2641	1	2363	6	2443	2	2417	2	2355	6
6	2289	15	2644	4	2372	3	2443	2	2417	2	2360	1
7	2267	7	2642	2	2370	1	2445	0	2420	1	2367	6
8	2279	5	2641	1	2366	3	2439	6	2414	5	2357	4
9	2272	2	2641	1	2369	0	2446	1	2419	0	2364	3
10	2276	2	2639	1	2373	4	2446	1	2418	1	2363	2
11	2281	7	2638	2	2371	2	2450	5	2423	4	2374	13
12	2278	4	2648	8	2375	6	2444	1	2418	1	2361	0
13	2274	0	2638	2	2370	1	2443	2	2417	2	2356	5
14	2286	12	2642	2	2366	3	2441	4	2414	5	2352	9
15	2280	6	2646	6	2375	6	2452	7	2425	6	2368	7
keskiarvo	2274		2640		2369		2445	2445	2418	2419	2359	2361
keskihajonta	9,5		7,8		6,2		3,7	3,7	3,2	3,6	6,2	6,6
min / max	2256 / 2289		2618 / 2652		2356 / 2383		2438 / 2452	2439/2453	2413 / 2425	2414/2427	2351 / 2371	2352/2374
suurin ero	33		34		27		14	14	12	13	20	22
R-arvo		33		33		33		46		46		46

B: MITTAUSTEN 1, 2, 3 keskiarvot

Asfalttinäytteen kappaletiheyden määrittäminen (SFS-EN 12697-6), A = dry, B = SSD



$r = 29$

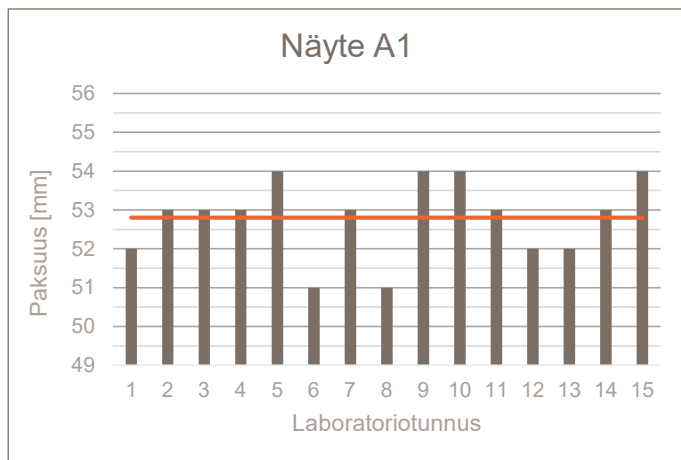
Suurin laboratorion sisäinen ero kahden mittauksen välillä oli 12 kg/m^3

Kappaletiheys (SFS-EN 12697-6)

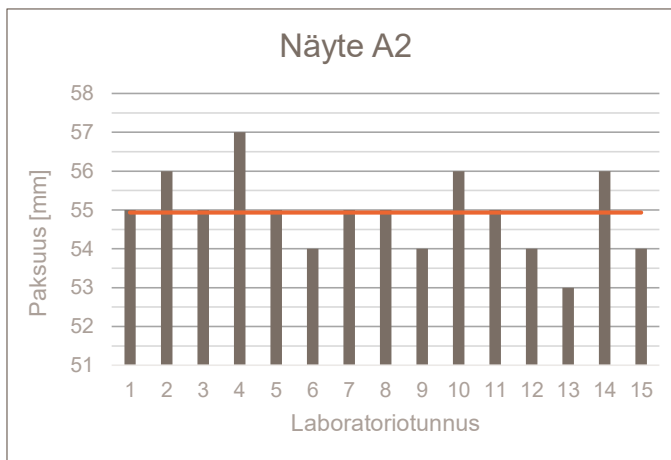
Tulosten analysointi

- Kaikki tulokset ovat hyväksyttävällä tasolla standardin R-arvoihin verrattaessa.
- Suurimman ja pienimmän tuloksen ero aiheuttaa tyhjätilatulokseen
 - menettelyllä A alle 0,15 %-yksikön eron.
 - menettelyllä B alle 0,10 %-yksikön eron.
- Menettelyllä A mitatuissa tuloksissa oli suurempi hajonta.
 - Sahaamattomiin pintoihin jää herkemmin ilmakuplia, jotka aiheuttavat eron vesipunnituksessa.
 - Onko menettely epätarkempi tai ovatko ohjeet monitulkintaiset?
- Menettelyllä B mitattujen tulosten hajonta oli hieman suurempaa vertailtaessa kolmen mittauskerran keskiarvoja.
 - Toistettujen mittausten tuloksissa on trendi, jonka mukaan ensimmäinen testauskerta antaa pienimmän tuloksen ja tulostaso kasvaa hieman uusintojen myötä.
 - Joko uusintamittausten aikana pintakuivaus tehdään eri tavalla tai todennäköisemmin näytteiden sisään jäävän veden määrä on uusintamittauksissa suurempi.

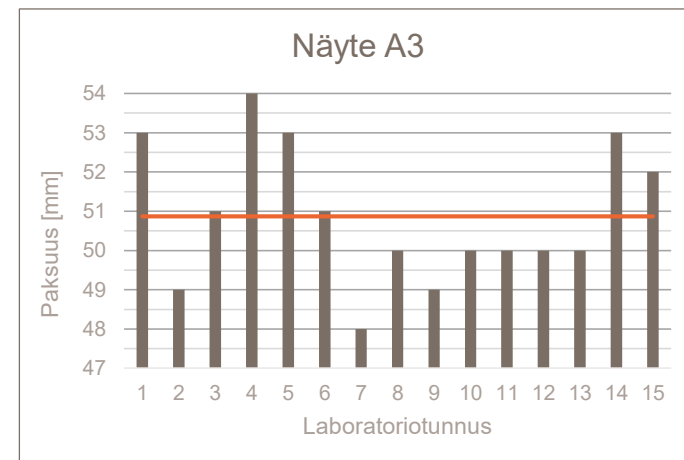
Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36)



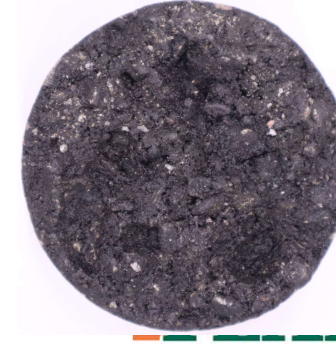
KA: 52,8; KH: 1,0; MIN: 51; MAX: 54



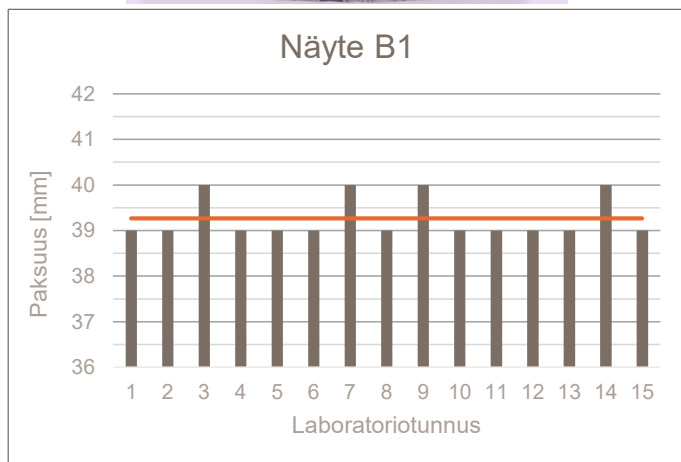
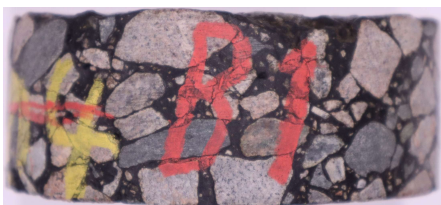
KA: 54,9; KH: 1,0; MIN: 53; MAX: 57



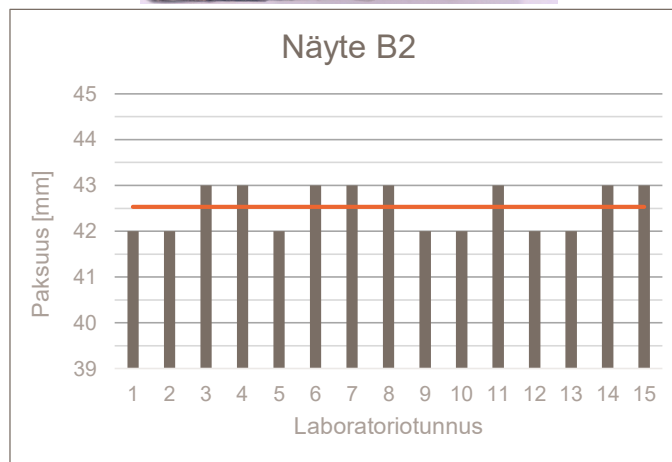
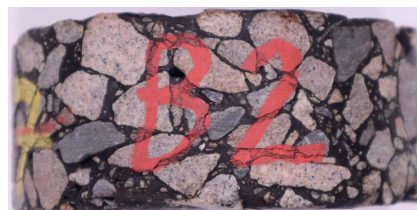
KA: 50,9; KH: 1,7; MIN: 48; MAX: 54



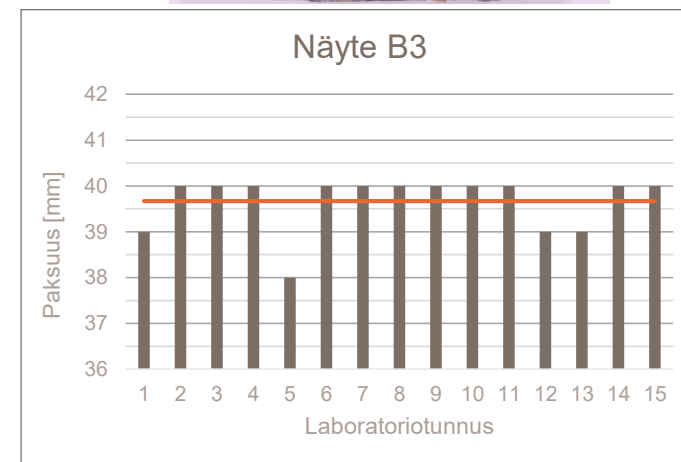
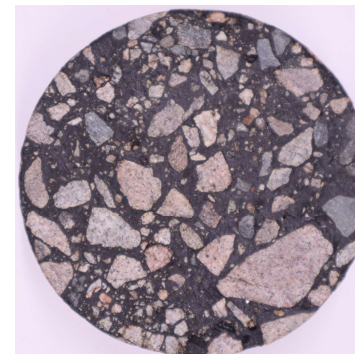
Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36)



KA: 39,3; KH: 0,4; MIN: 39; MAX: 40



KA: 42,5; KH: 0,5; MIN: 42; MAX: 43



KA: 39,7; KH: 0,6; MIN: 38; MAX: 40

Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36) VAIN MITTAUS 1

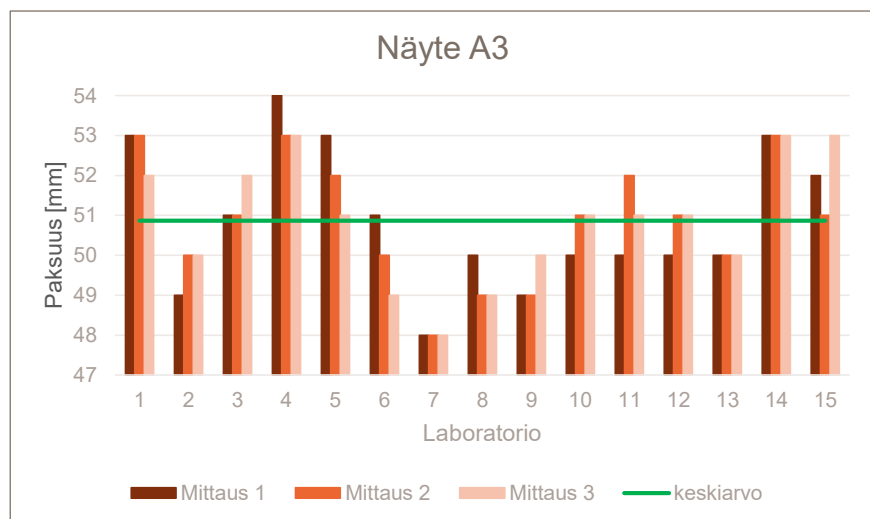
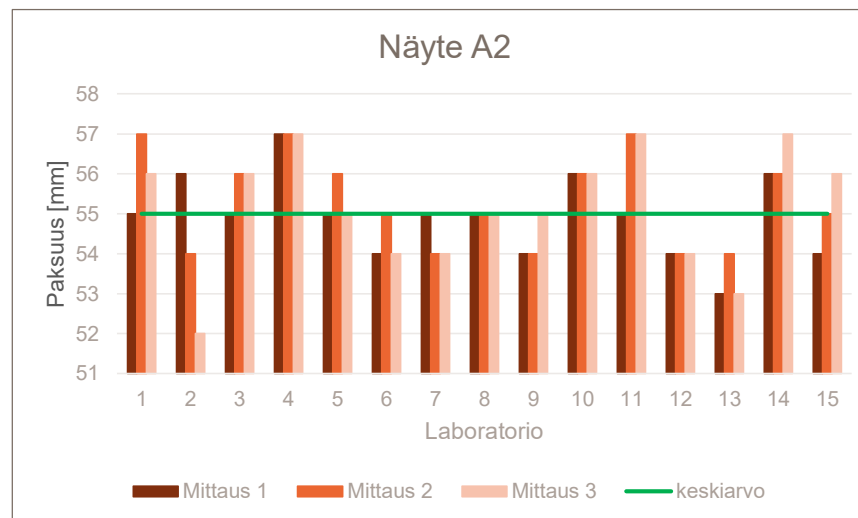
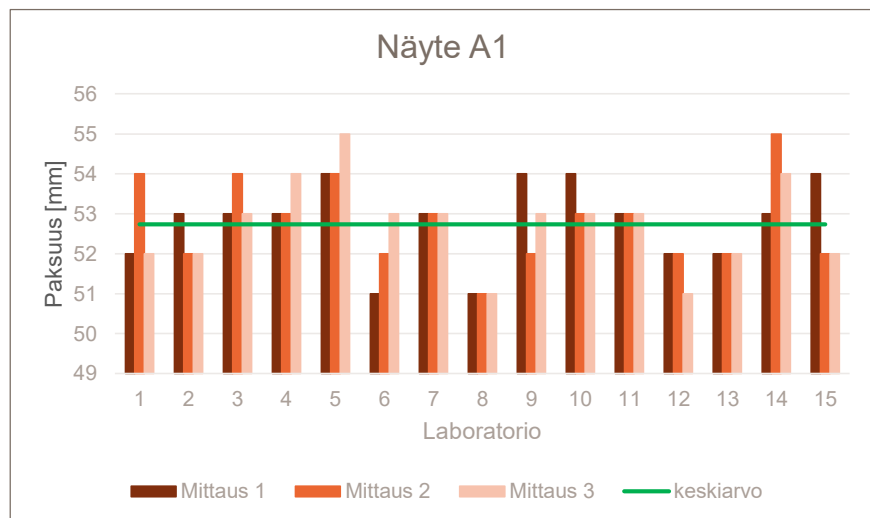
Laboratorio	A1	Poikkeama keskiarvosta	A2	Poikkeama keskiarvosta	A3	Poikkeama keskiarvosta	B1	Poikkeama keskiarvosta	B2	Poikkeama keskiarvosta	B3	Poikkeama keskiarvosta
1	52	0,8	55	0,1	53	2,1	39	0,3	42	0,5	39	0,7
2	53	0,2	56	1,1	49	1,9	39	0,3	42	0,5	40	0,3
3	53	0,2	55	0,1	51	0,1	40	0,7	43	0,5	40	0,3
4	53	0,2	57	2,1	54	3,1	39	0,3	43	0,5	40	0,3
5	54	1,2	55	0,1	53	2,1	39	0,3	42	0,5	38	1,7
6	51	1,8	54	0,9	51	0,1	39	0,3	43	0,5	40	0,3
7	53	0,2	55	0,1	48	2,9	40	0,7	43	0,5	40	0,3
8	51	1,8	55	0,1	50	0,9	39	0,3	43	0,5	40	0,3
9	54	1,2	54	0,9	49	1,9	40	0,7	42	0,5	40	0,3
10	54	1,2	56	1,1	50	0,9	39	0,3	42	0,5	40	0,3
11	53	0,2	55	0,1	50	0,9	39	0,3	43	0,5	40	0,3
12	52	0,8	54	0,9	50	0,9	39	0,3	42	0,5	39	0,7
13	52	0,8	53	1,9	50	0,9	39	0,3	42	0,5	39	0,7
14	53	0,2	56	1,1	53	2,1	40	0,7	43	0,5	40	0,3
15	54	1,2	54	0,9	52	1,1	39	0,3	43	0,5	40	0,3
keskiarvo	52,8		54,9		50,9		39,3		42,5		39,7	
keskihajonta	1,0		1,0		1,7		0,4		0,5		0,6	
min / max	51 / 54		53 / 57		48 / 54		39 / 40		42 / 43		38 / 40	
suurin ero	3		4		6		1		1		2	
R-arvo		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8

Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36) MITTAUSTEN 1, 2, 3 keskiarvot

Laboratorio	A1	Poikkeama keskiarvosta	A2	Poikkeama keskiarvosta	A3	Poikkeama keskiarvosta	B1	Poikkeama keskiarvosta	B2	Poikkeama keskiarvosta	B3	Poikkeama keskiarvosta
1	53	0,3	56	0,9	53	2,1	39	0,3	42	0,6	40	0,2
2	52	0,7	54	1,1	50	0,9	39	0,3	42	0,6	40	0,2
3	53	0,3	56	0,9	51	0,1	40	0,7	43	0,4	40	0,2
4	53	0,3	57	1,9	53	2,1	39	0,3	43	0,4	40	0,2
5	54	1,3	55	0,1	52	1,1	39	0,3	42	0,6	39	0,8
6	52	0,7	54	1,1	50	0,9	39	0,3	43	0,4	40	0,2
7	53	0,3	54	1,1	48	2,9	40	0,7	43	0,4	40	0,2
8	51	1,7	55	0,1	49	1,9	39	0,3	43	0,4	40	0,2
9	53	0,3	54	1,1	49	1,9	40	0,7	43	0,4	40	0,2
10	53	0,3	56	0,9	51	0,1	39	0,3	42	0,6	40	0,2
11	53	0,3	56	0,9	51	0,1	39	0,3	43	0,4	40	0,2
12	52	0,7	54	1,1	51	0,1	39	0,3	42	0,6	39	0,8
13	52	0,7	53	2,1	50	0,9	39	0,3	42	0,6	39	0,8
14	54	1,3	56	0,9	53	2,1	40	0,7	43	0,4	40	0,2
15	53	0,3	55	0,1	52	1,1	39	0,3	43	0,4	40	0,2
keskiarvo	52,7		55,1		50,9		39,3		42,6		39,8	
keskihajonta	0,8		1,1		1,5		0,5		0,5		0,4	
min / max	51 / 54		53 / 57		48 / 53		39 / 40		42 / 43		39 / 40	
suurin ero	3		4		5		1		1		1	
R-arvo		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8		1,8

Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36)

A

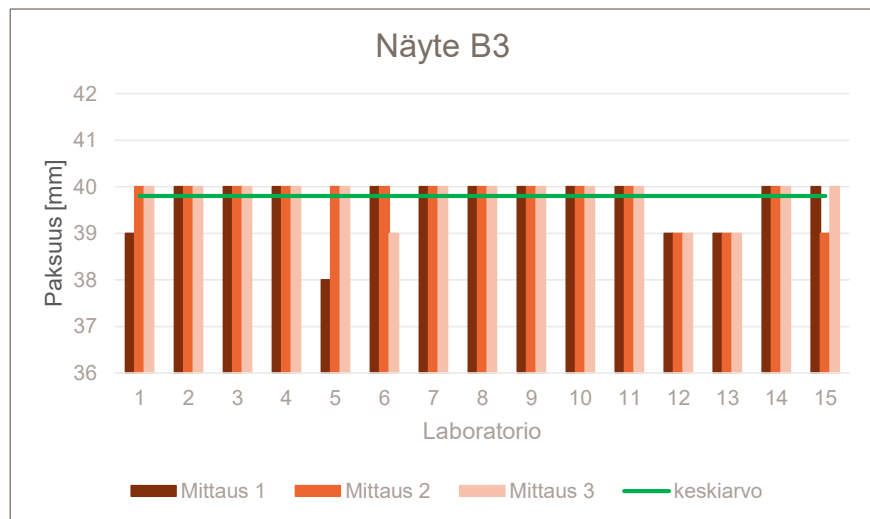
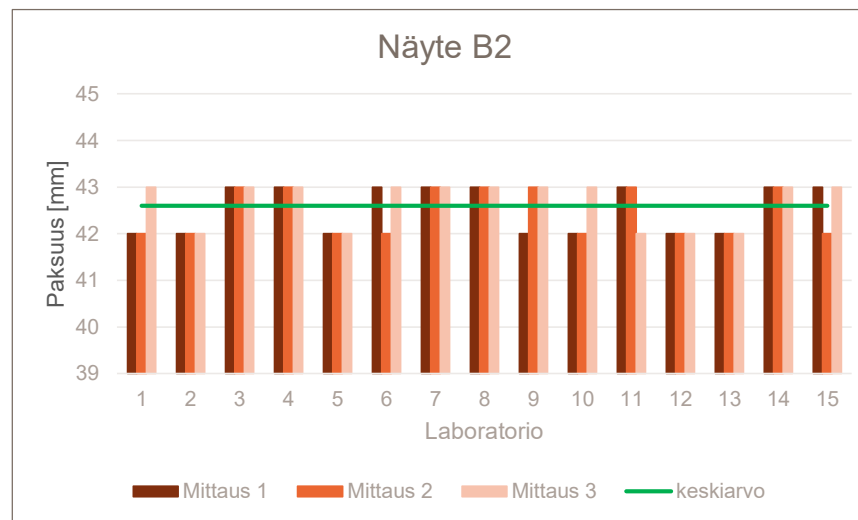
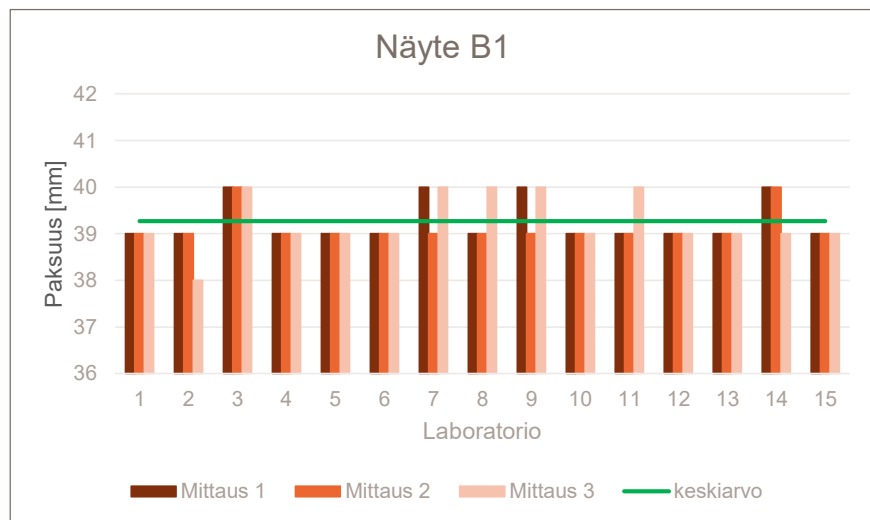


$r = 1,2 \text{ mm (N = 10)}$

Tässä vertailussa laboratoriot toistivat mittaukset vain kolme kertaa, joten otanta on todella pieni.

Suurin laboratorion sisäinen ero kahden mittauksen välillä oli 4 mm

Asfalttipäällysteen paksuuden määrittäminen (SFS-EN 12697-36)



$r = 1,2 \text{ mm (N = 10)}$

Tässä vertailussa laboratoriot toistivat mittaukset vain kolme kertaa, joten otanta on todella pieni.

Suurin laboratorion sisäinen ero kahden mittauksen välillä oli 2 mm

Paksuus (SFS-EN 12697-36)

Tulosten analysointi

- Näytteiden A1, A2 ja A3 pienimmät ja suurimmat tulokset poikkesivat toisistaan jopa 6 mm.
 - Varsinkin näytteen A3 tuloksissa oli paljon poikkeamia verrattaessa standardin R-arvoon.
- Laboratorioiden sisäisessä vertailussa kolmen toistetun mittauksen erot olivat pääsääntöisesti vain 1 mm, mutta suurimmillaan erot olivat jopa 4 mm.
- Näytteestä valitut neljä mittauskohtaa vaikuttavat erityisen paljon tulokseen. Tässä vertailussa mittauskohtia ei määritely yhteiseksi.
- Sahattuja näytteitä B1, B2 ja B3 mitattaessa kaikki mitatut tulokset olivat kahta poikkeusta lukuun ottamatta 1 mm sisällä toisistaan.
- Todellisuudessa asfalttipäällysteiden paksuuksia ei mitata sahatuista näytteistä vaan paksuudet mitataan ennen kuin eri päällystekerrokset erotellaan toisistaan.

Kiitos!

Pitäkää kysymykset ja kommentit mielessä.

Viittaamalla paneelikeskustelun aikana myös yleisöstä voi saada puheenvuoron.