

## Toiminnallinen testaus

### Asiakas:

**OKARIA**  
Tuotteita betonirakentamiseen

Okaria Oy  
Jousitie 6  
20760 Piispanristi

### Kohde:

Elementin asennuspalat:

- kevyt, 50 mm × 80 mm, HDPE, korkeus 3, 10, ja 15 mm
- raskas (iso), 80 mm × 120 mm, PC, korkeus 3, 8 ja 10 mm
- raskas (pieni), 50 mm × 80 mm, PC, korkeus 2, 3, 5, 10 ja 20 mm



**Kuva 1.** Testauksen kohteena olevat elementin asennuspalat. Vasemmalta oikealle: 50 mm × 80 mm kevyt, 80 mm × 120 mm raskas (iso) ja 50 mm × 80 mm raskas (pieni)

### Testausaika:

Testaukset on suoritettu vuosina 1994, 2003 ja 2010. Tämä raportti on yhteenvetoraportti.

**Testaus nro 1 ja 2** Testauksen suoritti Muovipoli Oy vuonna 2010 ja 2003.

**Testaus nro 3** Testauksen suoritti Institut für Umformtechnik der mittelständischen Wirtschaft GmbH (Saksa) vuonna 1994.

### Testauksen tarkoitus:

Elementin asennuspalan kuormituskestävyyden testaus ja painuman mittaus eri lämpötiloissa. Painuman mittaukset tehtiin sekä yksittäisille asennuspalloille, että erilaisille kombinaatioille eri paksuisia asennuspalloja.

### Testausmenetelmä:

Asennuspalat on testattu kolmessa eri lämpötilassa, -18°C:ssa, huoneenlämpötilassa ja +40°C:ssa. Asennuspalloille on suoritettu Taulukon 1 mukaiset puristuskokeet. Painuman mittaukset tehtiin sekä yksittäisille asennuspalloille, että erilaisille kombinaatiolle eri paksuisia asennuspalloja.

### Taulukko 1. Elementin asennuspalloille suoritettavat puristuskokeet.

Testaus nro	Elementin asennuspala	Puristusvoima (max)	Lämpötila
1	kevyt 50 × 80 mm, HDPE	125 kN	-18°C, +23°C, +40°C
2	raskas (iso) 80 × 120 mm, PC	125 kN	-18°C, +23°C, +40°C
3	raskas (pieni) 50 × 80 mm, PC	110 kN	+21°C

### Testausmenetelmän validointi:

Tuotteet joutuvat normaalissa käyttöympäristössään puristusrasituksen alle. Normaali käyttökuorma on tällöin 10 000 kg raskaille asennuspalloille (voima 100 kN) ja 3500 kg kevyille asennuspalloille (voima 35 kN). Tarvittavan paksuuden saamiseksi asennuspalloja voidaan asentaa pinoon, joka koostuu sopivasta yhdistelmästä eri paksuisia asennuspalloja.

Tämä raportti on yhteenvetoraportti. Tässä esitetyt tulokset koostuvat kolmesta eri aikoina tehdystä mekaanisesta testauksesta kattavaan kaikki Okaria Oy:n valikoimissa olevat asennuspalatyypit. Kunkin tuotteen valmistustapa eli muotti on ollut sama kaikissa valmistuserissä. Muoviraaka-aineiden koostumukset ovat valmistajien ilmoitusten mukaan pysyneet samoina.

Muotteja ja raaka-aineita koskevat tiedot on saatu Okaria Oy:ltä. Okarialla on käytössään auditoitu laatu- ja johtamisjärjestelmä ISO 9001 vuodesta 2000 alkaen (Lloyd's Register LRQA).

### Suoritettavat toimenpiteet ja testaustulokset:

#### Testaus nro 1: Asennuspala 50 × 80 mm, HDPE, kevyt

Eri paksuisia elementin asennuspalloja (3, 10 ja 15 mm) testattiin yksittäin sekä erilaisilla pinoilla laittamalla useita palloja suoraan tai ristikkäin päällekkäin. Pinot olivat seuraavanlaisia:

Suoraan päällekkäin pinotut:

**13 mm** (3 + 10) mm

**15 mm** (3 + 3 + 3 + 3 + 3) mm ja (5 + 10) mm

**20 mm** (10 + 10) mm

**23 mm** (10 + 3 + 10) mm ja (3 + 10 + 10) mm

**28 mm** (15 + 10 + 3) mm ja (15 + 3 + 10) mm

Ristikkään pinotut, 10 mm paksuilla paloilla  
2 × 2 (neljä 10 mm palaa) ja 2 × 1 (kolme 10 mm palaa)

Puristuskoe suoritettiin hydraulitoimisella veto- ja puristustestauslaitteistolla, jonka maksimivoima oli 125 kN. Puristusnopeus oli 5 mm/min ja puristus suoritettiin maksimivoimaan saakka. Puristuspintoina käytettiin teräspintoja.

Puristuskoe suoritettiin kolmessa lämpötilassa:

- Huoneenlämpötilassa (+23 – 25°C), puristuspinnat huoneenlämpötilassa
- Jäähdytetyssä lämpötilassa (-18°C), puristuspinnat huoneenlämpötilassa
- Korotetussa lämpötilassa (+40°C), puristuspinnat lämmitetty +40°C

Kuvassa 2 on valokuvia puristuskokeista. Kuvassa nähdään puristuslaitteiston puristuspinnat sekä esimerkkejä erilaisista pinoista ja niiden kokonaispuristumasta kokeen jälkeen.



3 + 3 + 3 + 3 + 3 mm



15 + 10 + 3 mm

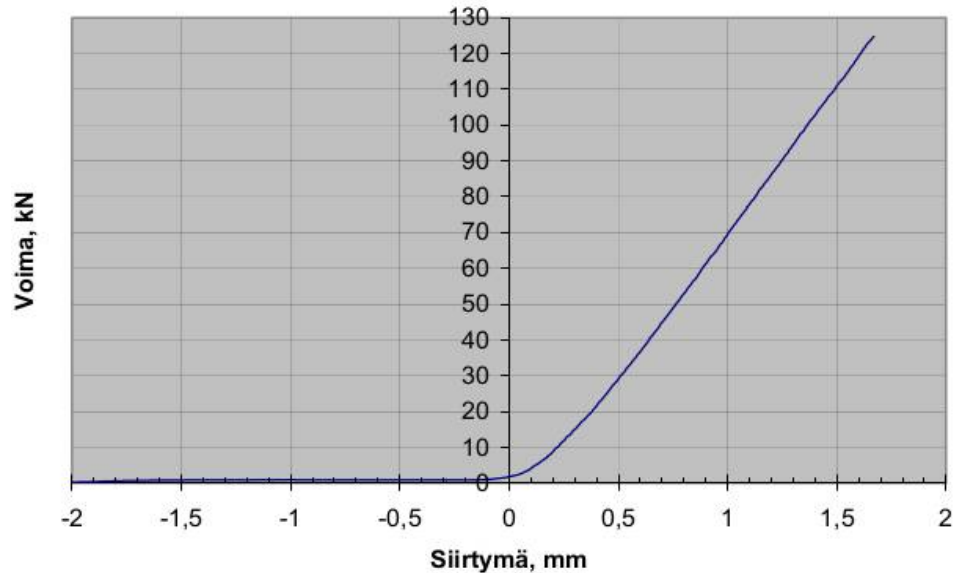


Ristikkään pinotut 10 mm palat, 2 × 2 palaa

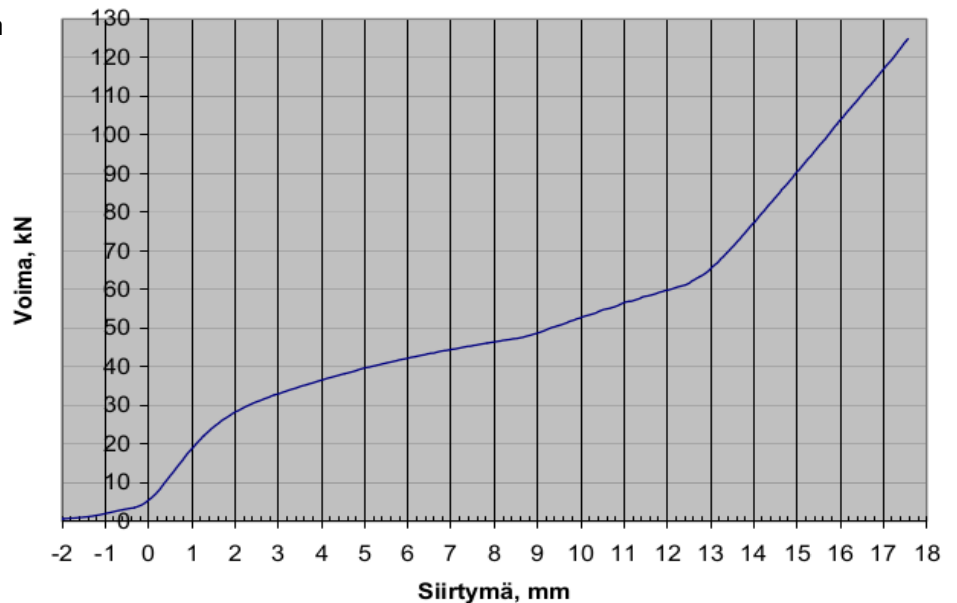
**Kuva 2.** Esimerkkejä puristuskokeista ja erilaisista asennuspalapinoista. Vasemmalla nähdään tilanne ennen puristusta ja keskellä ja oikealla maksimivoimalla tehdyn puristuksen jälkeen. Ylimmässä kuvassa on nuolilla osoitettu asennuspalojen ja puristuspinnan välissä olevat ohjaustapit.

Tuloksena kustakin kokeesta saatiin puristuskuvaaja. Kuvassa 3 on esitetty kaksi tällaista kuvaajaa. Kuvaajasta voidaan määrittää kappaleen puristuma mm:inä tietyllä voimalla. Puristumatuloksissa on huomioitu vain varsinaisen levyn puristuma siten, että ohjaustappien korkeus (ks. Kuva 2) on vähennetty kokonaispuristuman arvosta. Ohjaustappien katkeamiskohta on laskennassa määritetty kuvaajista. Taulukossa 2 on esitetty puristuskuvaajilta poimittuja puristuman arvoja puristusvoimalla 33 kN, joka on lähellä normaalia käyttökuormaa 3500 kg .

**3 mm**  
**+23°C**



**15 + 10 + 3 mm**  
**23°C**



**Kuva 3.** Puristuskuvaaja. Elementin asennuspaala 50 × 80 mm, HDPE huoneenlämpötilassa, ylhäällä yksittäinen 3 mm ja alhaalla pino 15 + 10 + 3 mm.

**Taulukko 2.** Elementin asennuspalan 50 × 80 mm, HDPE, kevyt puristuskokeen havaintoja.

Koekappale HDPE	Puristuksia kpl	Lämpötila [ °C ]	Puristuma [mm] 33 kN
3 mm	5	23	0,55
	5	-18	1,04
	5	40	0,78
10 mm	5	23	1,03
	5	-18	1,04
	5	40	1,49
15 mm	5	23	1,05
	5	-18	0,60
	5	40	2,93
3+3+3+3+3 mm	3	23	1,45
	3	-18	1,21
	3	40	1,67
3+10 mm	5	23	1,29
	3	-18	1,17
	40		
15+10mm	1	23	2,34
	1	-18	1,40
	1	40	5,93
15+3+10 mm	1	23	2,51
	1	-18	1,52
	1	40	6,54
15+10+3 mm	1	23	3,02
	1	-18	1,90
	1	40	6,55
10+3+10 mm	3	23	2,28
	3	-18	1,81
	3	40	3,61
3+10+10 mm	3	23	2,26
		-18	
		40	
10+10 mm	3	23	2,01
	5	-18	1,55
	5	40	3,24
10 mm 2x2	3	23	2,82
	3	-18	1,66
	1	40	4,00
10 mm 2x1	3	23	1,70
	3	-18	1,22
	2	40	2,26

Tuloksista nähdään, että 33 kN:n voimalla puristuma kasvaa lämpötilan noustessa. Ohuimpien kappaleiden (3 mm ja 10 mm yksittäiset palat) tulokset poikkeavat muista. Ohuimpien kappaleiden kylmätesteissä huoneenlämpöisten leukojen vaikutus tulokseen on suurempi kuin paksummilla. Puristusvoiman kasvaessa lämpötilan vaikutus puristumaan vähenee ja maksimivoimalla puristettaessa puristumat ovat samaa suuruusluokkaa kaikissa testauslämpötiloissa.

Yksittäinen 15 mm pala puristuu enemmän kuin vastaavan paksuinen pino, jossa on viisi 3 mm:n palaa päällekkäin. Palojen keskinäisellä järjestyksellä pinoissa ei ole vaikutusta puristuman suuruuteen. Kappaleet kestivät murtumatta puristuksen aina maksimivoimaan 125 kN saakka.

**Testaus nro 2: Asennuspala 80 × 120 mm, PC, raskas (iso)**

Eri paksuisia elementin asennuspaloja (3, 8 ja 10 mm) testattiin yksittäin sekä laittamalla kaksi palaa suoraan päällekkäin (3 + 8 mm ja 3 + 10 mm).

Puristuskoe suoritettiin hydraulitoimisella veto- ja puristustestauslaitteistolla, jonka maksimivoima oli 125 kN. Puristusnopeus oli 5 mm/min ja puristus suoritettiin maksimivoimaan saakka.

Puristuspintoina käytettiin teräspintoja.

Puristuskoe suoritettiin kolmessa lämpötilassa:

- Huoneenlämpötilassa (+23°C), puristuspinnat huoneenlämpötilassa
- Jäähdytetyssä lämpötilassa (-18°C), puristuspinnat huoneenlämpötilassa
- Korotetussa lämpötilassa (+40°C), puristuspinnat lämmitetty +40°C

Koejärjestely oli samanlainen kuin Kuvassa 2.

Tuloksena kustakin kokeesta saatiin puristuskuvaaaja (ks. Kuva 3). Kuvaaajasta voidaan määrittää kappaleen puristuma mm:einä tietyllä voimalla. Puristumatuloksissa on huomioitu vain varsinaisen levyn puristuma siten, että ohjaustappien korkeus on vähennetty kokonaispuristuman arvosta. Ohjaustappien katkeamiskohta on laskennassa määritetty kuvaaajista. Taulukossa 3 on esitetty puristuskuvaaajilta poimittuja puristuman arvoja puristusvoimalla 100 kN, mikä vastaa normaalia käyttökuormaa 10000 kg.

Kappaleet kestivät murtumatta puristuksen aina maksimivoimaan 125 kN saakka.

**Taulukko 3.** Elementin asennuspalan 80 × 120 mm, PC, raskas (iso) puristuskokeen havaintoja.

Koekappale	Puristuksia	Lämpötila	Puristuma [mm]
PC	kpl	[°C]	100 kN
3 mm	6	23	1,00
		-18	1,17
		40	1,06
8 mm	5	23	0,91
		-18	0,96
		40	0,97
10 mm	10	23	0,85
		-18	0,92
		40	0,93
3 + 8 mm	5	23	1,06
		-18	1,08
		40	1,06
3 + 10 mm	6	23	1,02
		-18	0,96
		40	1,03

**Testaus nro 3: Asennuspala 50 × 80 mm, PC, raskas (pieni)**

Eri paksuisia elementin testauspaloja (2, 3, 5, 10 ja 20 mm) testattiin yksittäin huoneenlämpötilassa +21°C. Puristuskoe suoritettiin laitteistolla, jonka maksimivoima oli 110 kN. Puristusnopeus oli 2 mm/min ja puristus suoritettiin maksimivoimaan saakka. Puristuspintoina käytettiin teräspintoja.

Tuloksena kustakin kokeesta saatiin puristuskuvaaaja (ks. Kuva 3). Kuvaaajasta voidaan määrittää kappaleen puristuma mm:inä tietyllä voimalla. Taulukossa 4 on esitetty puristuskuvaaajilta poimittuja puristuman arvoja puristusvoimilla 100 kN, mikä vastaa normaalia käyttökuormaa 10000 kg.

**Taulukko 4.** Elementin asennuspalan 50 × 80 mm, PC, raskas (pieni) puristuskokeen havaintoja.

Koekappale	Lämpötila	Puristuma [mm]
PC	[°C]	100 kN
2 mm	21	0,9
3 mm	21	1,3
5 mm	21	0,8
10 mm	21	1,1
20 mm	21	1,1

Havainnoista nähdään, että eri paksuiset palat puristuivat 100 kN:n voimalla n. 1 mm verran. Kappaleet kestivät murtumatta puristuksen aina maksimivoimaan 110 kN saakka.

**Yhteenveto:**

Elementin asennuspalojen kuormituskestävyyttä on testattu eri lämpötiloissa puristuskokeilla.

Asennuspalat puristuivat kokoon mutta kaikki kestivät murtumatta puristuksen aina maksimivoimaan saakka. Testauksessa käytetty maksimivoima ylittää asennuspalojen normaalin käyttökuorman.

Lämpötilalla ei ole vaikutusta puristumaan raskaiden elementtien asennukseen tarkoitetuilla asennuspaloilla (raskas iso, PC). Kevyiden elementtien asennukseen tarkoitettujen asennuspalan (kevyt pieni, HDPE) puristuma kasvaa hieman lämpötilan kasvaessa sen normaalilla käyttökuormalla; suuremmilla kuormilla lämpötila ei enää vaikuta puristumaan.

**Allekirjoitus:**



Riitta Perälä  
Littoinen, 12.3.2014  
[Solar Simulator Finland](http://www.solarsimulator.fi)

